

Idejno rješenje vodoopskrbe naselja Šmrika

Čakar, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:663693>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Marija Čakar

Idejno rješenje vodovoda šmrika

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Marija Čakar

Idejno rješenje vodovoda šmrika

ZAVRŠNI RAD

Mentor: izv. Prof. dr. sc. Ivan Halkijević

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Marija Čakar

Concept design of Šmrika water supply system

ZAVRŠNI RAD

Mentor: izv. Prof. dr. sc. Ivan Halkijević

Zagreb, 2024.

SAŽETAK

U ovom radu napravljeno je idejno rješenje vodovoda za naselje Šmrika. Idejno rješenje obuhvaća hidraulički proračun te aproksimativni troškovnik izgradnje pripadnog sustava. Potrebni ulazni podaci su određeni temeljem preporuka i pravila struke, s obzirom na veličinu i potrebe naselja, te uvažavanjem karakteristika naselja Šmrika. U hidrauličkom proračunu dimenzionirana je crpna stanica, vodosprema i vodovodna mreža, a u aproksimativnom troškovniku, temeljem kojeg donosimo zaključak o isplativosti ovakvog projekta, procijenjena je vrijednost takvog zahvata.

Ključne riječi: idejno rješenje, vodovod, Šmrika, hidraulički proračun, aproksimativni troškovnik

SUMMARY

This paper contains the concept design of Šmrika water supply system. Concept design includes hydraulic calculations and approximate cost. Necessary input data have been determined based on the recommendations and rules of the profession, taking into account the size and needs of the settlement while also respecting Šmrika's defining characteristics. Hydraulic calculations contain pump station calculation, water tank calculations and network dimensioning, while in the approximate cost, based on which we draw conclusions about the cost effectiveness of this project, it is estimated the value of the project.

Key words: concept design, Šmrika, water supply system, hydraulic calculations, approximate cost

POPIS SLIKA

Slika 1. Kretanje broja stanovnika od 1961. do 2021. godine za naselje Šmrika	4
Slika 2. Definijska shema manometarske visine dizanja [1]	8
Slika 3. Moodyjev dijagram [2]	12

POPIS TABLICA

Tablica 1. Projektna razdoblja za objekte vodoopskrbnog sustava [1]	2
Tablica 2. Specifična potrošnja vode [1]	3
Tablica 3. Vrijednosti koeficijenta neravnomjernosti najveće dnevne i najveće satne potrošnje vode [1]	5
Tablica 4. Dionice vodovodne mreže i njihove duljine	18
Tablica 5. Vrijednosti vlastitog protoka po dionicama vodovodne mreže	19
Tablica 6. Mjerodavni protoci po dionicama vodovodne mreže naselja Šmrika	20
Tablica 7. Izračunati i odabrani promjeri za dionice cjevovoda	21
Tablica 8. Vrijednosti statičkih visina i hidrostatskih tlakova za čvorove vodovodne mreže naselja Šmirka	22
Tablica 9. Vrijednosti hidrauličkih gubitaka i hidrodinamičkih tlakova za čvorove vodovodne mreže naselja Šmrika	23
Tablica 10. Obračun po m' izvedenog vodoopskrbnog cjevovoda	25
Tablica 11. Obračun po komadu kompletno izvedene vodoopskrbne crpne stanice	25
Tablica 12. Obračun po komadu kompletno izvedene vodospreme	26

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ANALIZA ULAZNIH PODATAKA I PODLOGA	2
2.1. PROJEKTNO RAZDOBLJE	2
2.2. POTROŠNJA VODE	2
2.2.1. Potrošnja vode za kućanske potrebe	2
2.2.1.1. Specifična potrošnja vode	3
2.2.1.2. Trenutni i prognozirani broj stanovnika.....	3
2.2.2. Potrošnja vode za industrijske potrebe	6
2.2.3. Potrošnja vode za gašenje požara i vlastite potrebe vodovoda	6
2.2.3.1. Potrošnja vode za gašenje požara.....	6
2.2.3.2. Potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda	6
3. HIDRAULIČKI PRORAČUN	7
3.1. HIDRAULIČKO DIMENZIONIRANJE CRPNE STANICE NA VODOZAHVATU ...	7
3.1.1. Protok	7
3.1.2. Manometarska visina dizanja	8
3.1.3. Koeficijent korisnog djelovanja	13
3.2. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME	14
3.2.1. Operativna rezerva	14
3.2.2. Požarna rezerva	15
3.2.3. Sigurnosna rezerva	15
3.2.4. Ukupan volumen rezervoarskog prostora	15
3.3. DIMENZIONIRANJE GRANATE VODOVODNE MREŽE	17
3.3.1. Raspodjela protoka i promjeri cjevovoda	17
3.3.1.1. Vlastiti protok	17
3.3.1.2. Promjeri cjevovoda	19
3.3.2. Proračun hidrostatskog tlaka u čvorovima	21
3.3.3. Proračun hidrodinamičkog tlaka u čvorovima	22
4. APROKSIMATIVNI TROŠKOVNIK	24
4.1. PROCJENA TROŠKOVA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA	24
4.1.1. Troškovi vodoopskrbnog cjevovoda	24
4.1.2. Troškovi izvedbe crpne stanice	25
4.1.3. Troškovi izvedbe vodospreme	26
4.1.4. Procjena ukupnih troškova izgradnje vodovoda	26
5. ZAKLJUČAK	27
6. POPIS LITERATURE	28
7. PRILOZI	29

1. UVOD

Voda je neophodna za život ljudi. Ljudi koriste vodu za različite potrebe, stoga je nužno osigurati dovoljne količine vode zadovoljavajuće kvalitete na područjima gdje ljudi žive. Potrošnja vode se može podijeliti u tri glavne kategorije:

- potrošnja vode za kućanske potrebe
- potrošnja vode za industrijske potrebe
- potrošnja vode za gašenje požara i vlastite potrebe vodovode

S obzirom na potrebe za vodom u naseljima i gradovima grade se vodoopskrbni sustavi. Vodoopskrbni sustav predstavlja skup objekata i mjera povezanih u funkcionalnu cjelinu s osnovnim ciljem osiguranja dovoljne količine kvalitetne vode. Vodoopskrbni sustav čine:

- vodozahvati, kojima se voda zahvaća iz izvorišta
- crpne stanice, kojima se voda crpi i potiskuje od izvorišta do vodospreme ili drugih građevina vodoopskrbnog sustava
- uređaji za kondicioniranje, koji služe za pročišćavanje vode do odgovarajuće kvalitete
- vodosprema, koja služi za skladištenje i reguliranje vodnih količina
- glavna i razdjelna vodovodna ili vodoopskrbna mreža

Za potrebe naselja Šmrika izabrano je da će se koristiti crpni vodoopskrbni sustav, kod kojih se voda crpkama direktno potiskuje prema potrošačima odnosno u ovom slučaju vodospremi. Kod izrade idejnog rješenja vodoopskrbnog sustava nekog naselja potrebno je:

- iscrtati vodoopskrbnu mrežu, za ovaj rad je izabrana granata vodoopskrbna mreža
- hidraulički dimenzionirati crpnu stanicu na vodozahvatu, u zadatku je zadano da se crpna stanica nalazi na samom vodozahvatu
- odrediti potreban volumen vodospreme
- dimenzionirati granatu vodovodnu mrežu

Nakon dimenzioniranja svih nužnih objekata potrebno je izraditi aproksimativni troškovnik kako bi se izračunali okvirni troškovi izgradnje predviđenog vodoopskrbnog sustava.

2. ANALIZA ULAZNIH PODATAKA I PODLOGA

Prije početka izrade idejnog rješenja vodoopskrbe za naselje Šmrika u Primorsko – goranskoj županiji potrebno je odrediti ulazne podatke koji su nam nužni za daljnje dimenzioniranje potrebnih dijelova jedne vodoopskrbne mreže. Potrebni ulazni podaci su projektno razdoblje, specifična potrošnja vode, te postojeći broj stanovnika pomoću kojeg određujemo prognozirani broj stanovnika na kraju projektog razdoblja.

2.1. PROJEKTNO RAZDOBLJE

Projektno razdoblje predstavlja vremenski period tijekom kojeg će vodoopskrbni sustav, uz redovito održavanje te pravilno i odgovorno upravljanje, ispravno raditi. Na odabir projektog razdoblja utječe niz čimbenika, no za potrebe ovog rada projektno razdoblje se određuje pomoću tablice 1. , gdje projektno razdoblje ovisi o vrsti objekta za koje ga određujemo i osobinama tog objekta. Iz tablice 1. iščitano je da za vodozahvate, crpne stanice i vodospreme, dijelove vodoopskrbnog sustava koji se dimenzionira u ovom radu, projektno razdoblje iznosi 20 do 25 godina te je zato odabrano povratno razdoblje od 20 godina.

Tablica 1. Projektna razdoblja za objekte vodoopskrbnog sustava [1]

VRSTA OBJEKATA	OSOBINE	PROJEKTNO RAZDOBLJE R_p [godina]
Glavni cjevovodi, tuneli i otvoreni kanali	Skupo i teško povećanje kapaciteta	25 do 50
Vodozahvati, crpne stanice, vodospreme, uređaji za kondicioniranje vode	Uz pretpostavku manjeg porasta stanovništva i manje kamate (≤ 3 [%] godišnje)	20 do 25
Vodoopskrbni cjevovodi profila preko 300 [mm]	Zamjena manjih cijevi je kroz dulja razdoblja skuplja	20 do 25

2.2. POTROŠNJA VODE

2.2.1. Potrošnja vode za kućanske potrebe

Ključni podaci prema kojima se određuje potrošnja vode za kućanske potrebe su specifična potrošnja vode i broj stanovnika.

2.2.1.1. Specifična potrošnja vode

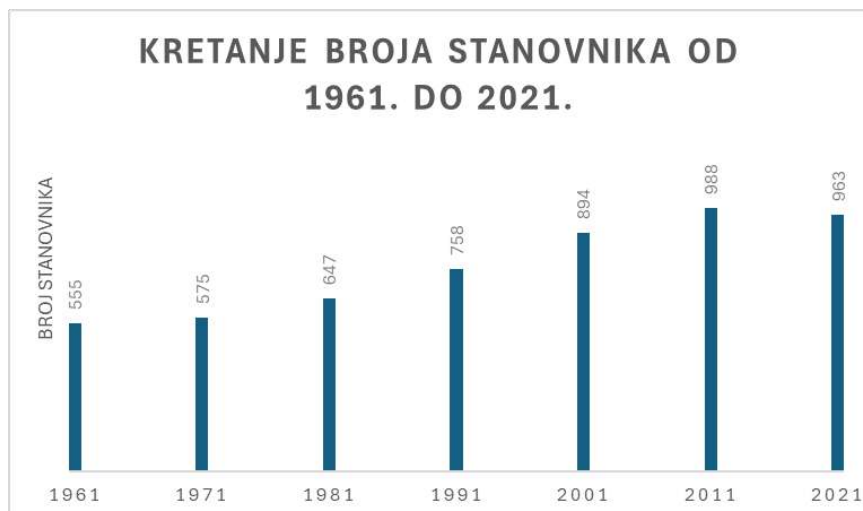
Specifična potrošnja vode, q_{sp} [$\text{l stanovnik}^{-1} \text{ dan}^{-1}$] je osnovna ulazna veličina za funkcionalno dimenzioniranje vodoopskrbnog sustava. Ona predstavlja potrošnju vode po jednom stanovniku u jednom danu, odnosno unutar 24 sata. Iz tablice 2. može se iščitati da za naselja sa zgradama opremljenim vodovodom, kanalizacijom i kupaonicom specifična potrošnja u pravilu iznosi između 150 i 230 $\text{l stanovnik}^{-1} \text{ dan}^{-1}$ te je prema tim vrijednostima izabrana vrijednost od 180 $\text{l stanovnik}^{-1} \text{ dan}^{-1}$.

Tablica 2. Specifična potrošnja vode [1]

Karakter opreme zgrade sanitarno - tehničkim uređajima	Specifična potrošnja q_{sp} [$\text{l stanovnik}^{-1} \text{ d}^{-1}$]
Naselja sa zgradama koje nisu opremljene vodovodima i kanalizacijom	30 do 50
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom i kanalizacijom bez kupaonice	125 do 150
Naselja sa zgradama opremljenim vodovodom, kanalizacijom i kupaonicom	150 do 230
Naselja sa zgradama opremljenim unutarnjim vodovodom, kanalizacijom i sistemom centralne opskrbe toplom vodom	250 do 400

2.2.1.2. Trenutni i prognozirani broj stanovnika

Kada govorimo o broju stanovnika trebamo uzeti u obzir trenutni broj stanovnika naselja za koji se projektira vodoopskrbni sustav, ali ne smije se zanemariti ni promjena broja stanovnika koja je moguća tokom odabranog povratnog razdoblja. Za naselje Šmrika iz nekoliko posljednjih popisa stanovništva vidljivo da do 2011. godine postoji lagani rast broja stanovnika te je tek prema zadnjem popisu stanovništva iz 2021. godine uočen blagi pad, što se može uočiti na slici 1.. Zbog toga je godišnji postotak prirasta stanovništva uzet da je jednak 1.2 %.



Slika 1. Kretanje broja stanovnika od 1961. godine do 2021. godine za naselje Šmrika

Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2021. godine broj stanovnika je 963, ali zbog jednostavnijeg proračuna i mogućeg porasta broja stanovnika dalje u proračunu za trenutni broj stanovnika, N_0 , uzimat će se da je 1000.

Za određivanje broja stanovnika na kraju projektnog razdoblja koristi se izraz:

$$N_k = N_0 \cdot \left[1 + \frac{p}{100}\right]^{R_p} \quad (2.2.1.)$$

gdje je :

N_0 – trenutni broj stanovnika, [stanovnik]

p – godišnji postotak prirasta, [%]

R_p – projektno razdoblje, [godina]

$$N_k = 1000 \cdot \left[1 + \frac{1.2}{100}\right]^{20} = 1269.43 \approx 1269$$

Prema izrazu 2.2.1. izračunato je da će na kraju projektnog razdoblja broj stanovnika doseći broj od 1269.

Iz podataka o specifičnoj potrošnji vode, q_{sp} , i broju stanovnika, N_k , može se odrediti srednja dnevna potrošnja vode, Q_{sr} [$l d^{-1}$], i srednja satna potrošnja vode, q_{sr} [$l h^{-1}$] pomoću izraza 2.2.2. i 2.2.3.:

$$Q_{sr} = q_{sp} \cdot N_k = 180 \cdot 1269 = 228420 \text{ l d}^{-1} = 2.644 \text{ l s}^{-1} \quad (2.2.2.)$$

$$q_{sr} = \frac{Q_{sr}}{24} = \frac{q_{sp} \cdot N_k}{24} = \frac{228420}{24} = 9517.5 \text{ l h}^{-1} \quad (2.2.3.)$$

Nakon dobivenih vrijednosti srednje dnevne i satne potrošnje vode moguće je odrediti najveću dnevnu potrošnju vode, Q_{max} [$l d^{-1}$], i najveću satnu potrošnju vode, q_{max} [$l h^{-1}$] koje ovise o srednjoj dnevnoj potrošnji vode, odnosno srednjoj satnoj potrošnji, i o koeficijentu neravnomjernosti najveće dnevne, K_d , odnosno satne, K_h , potrošnje. Prema tablici 3., s obzirom na veličinu naselja Šmrika, koeficijent K_d je određen da je jednak 1.6, a K_h da iznosi 2.0.

Tablica 3. Vrijednosti koeficijenta neravnomjernosti najveće dnevne i najveće satne potrošnje vode [1]

Veličina naselja (potrošača)	Koeficijent neravnomjernosti	
	K_d [1]	K_h [1]
Ljetovališta i toplice	1.6 do 1.7	2.5
Sela i manja naselja	1.5 do 1.6	2.0
Gradovi ispod 25 000 stanovnika	1.4 do 1.3	1.6
Gradovi od 25 000 do 50 000 stanovnika	1.3 do 1.4	1.4
Gradovi od 50 000 do 100 000 stanovnika	1.3	1.3
Gradovi preko 100 000 stanovnika	1.2	1.2

Izrazi prema kojima se određuju veličine najveće dnevne i satne potrošnje glasi:

$$Q_{max} = K_d \cdot Q_{sr} = 1.6 \cdot 228420 = 365472 \text{ l d}^{-1} = 4.23 \text{ l s}^{-1} \quad (2.2.4.)$$

$$q_{max} = K_d \cdot K_h \cdot q_{sr} = 1.6 \cdot 2.0 \cdot 2.644 = 30456 \text{ l h}^{-1} \quad (2.2.5.)$$

2.2.2. Potrošnja vode za industrijske potrebe

U naselju Šmrika se ne nalazi industrijsko postrojenje te prema tome potrošnju vode za industrijske potrebe nećemo uzimati u obzir prilikom određivanja mjerodavne potrošnje vode.

2.2.3. Potrošnja vode za gašenje požara i vlastite potrebe vodovoda

2.2.3.1. Potrošnja vode za gašenje požara

Kada govorimo o potrošnji vode za gašenje požara postoje se dva sustava za gašenje požara. To su vanjska hidrantska mreža i unutarnja hidrantska mreža. U ovom zadatku primijenit će se samo vanjska hidrantska mreža te je potrebno osigurati protok od minimalno 10 l s^{-1} .

2.2.3.2. Potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda

Potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda podrazumijeva količinu vode koji vodoopskrbni sustav koristi za ispiranje i izvedbu pojedinih vodovodnih objekata. Njena veličina se određuje iskustveno ili temeljem načina kondicioniranja vode koji je primijenjen te karakteristikama vodoopskrbnog sustava. Može iznositi između 5% i 10 % srednje dnevne potrošnje, Q_{sr} .

U ovom radu izabrano je da potrošnja vode za vlastite potrebe vodovoda, q_{vl} , iznosi 7% srednje dnevne potrošnje, odnosno:

$$q_{vl} = 0.07 \cdot 228420 = 15989.4 \text{ l d}^{-1} = 0.185 \text{ l s}^{-1} \quad (2.2.6.)$$

3. HIDRAULIČKI PRORAČUN

3.1. HIDRAULIČKO DIMENZIONIRANJE CRPNE STANICE NA VODOZAHVATU

Zadano je da vodoopskrbu naselja treba riješiti pomoću podzemnog vodozahvata iz kojeg se korištenjem crpne stanice, koja se nalazi na samom vodozahvatu, voda potiskuje prema vodospremi. Prilikom dimenzioniranja crpne stanice treba odrediti snagu elektromotora kojim se voda s mjesta vodozahvata crpi te potiskuje prema vodospremi. Snaga elektromotora se računa prema izrazu:

$$P = \frac{9.81 \cdot Q \cdot H_{man}}{\eta} \quad (3.1.1.)$$

gdje je:

P – teoretska snaga crpke, [kW],

Q – protok, [m³ s⁻¹],

H_{man} – manometarska visina dizanja vode, [m],

η – koeficijent korisnog djelovanja crpke, [1]

3.1.1. Protok

Vrijednost protoka, koji još možemo definirati kao količinu crpljenja, ovisit će o potrebnim količinama vode za pojedino naselje, ali i o režimu rada crpke. Postoje dva različita izraza prema kojima se može odrediti potrebna količina crpljenja. Ako imam crpnu stanicu kod koje dolazi do izravnog potiskivanja vode od vodozahvata do vodospreme ili se voda potiskuje u razdjelnu mrežu i vodospremu tada će se koristiti izraz:

$$Q = \frac{Q_{max}}{t_p} \quad (3.1.2.)$$

gdje su:

Q_{max} – najveća dnevna potrošnja vode, [m³ d⁻¹],

t_p – vrijeme crpljenja [s d⁻¹]

Za slučaj da se voda izravno potiskuje iz crpne stanice u glavni opskrbeni cjevovod i razdjelnu mrežu tada je protok jednak najvećoj satnoj potrošnji vode:

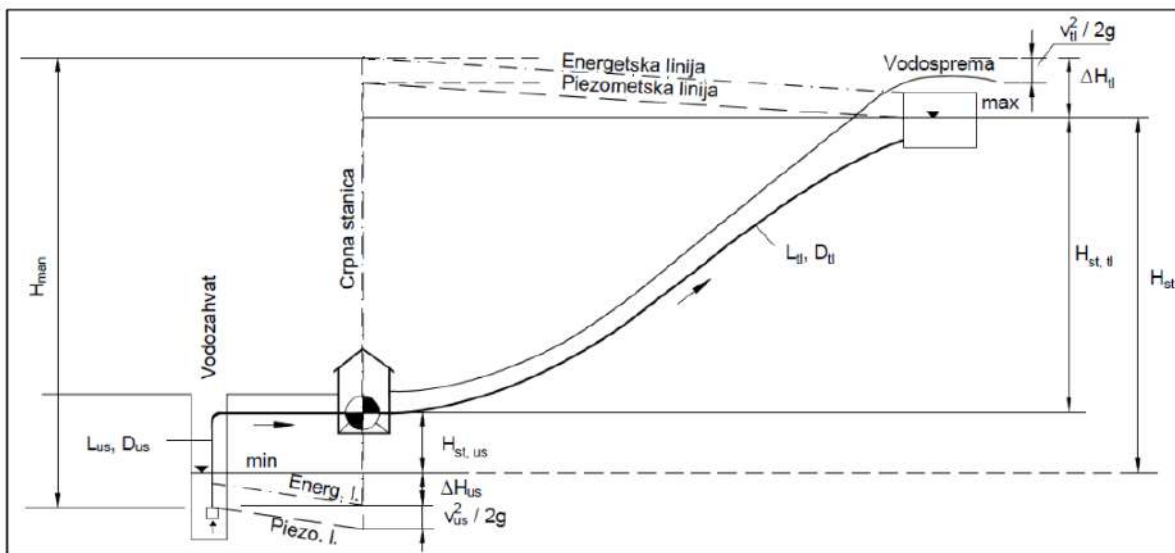
$$Q = q_{max} \quad (3.1.3.)$$

Prema tome za potrebe ovog zadatka koristit će se izraz 3.1.2.. Vrijeme crpljenja je odabrano da je jednako 10 sati. Najveću dnevnu potrošnju vode potrebno je podijeliti sa 1000 kako bi vrijednost dobila vrijednost u $m^3 d^{-1}$.

$$Q = \frac{365472}{10 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1000} = 0.0102 m^3 s^{-1}$$

3.1.2. Manometarska visina dizanja

Idući parametar koji je potreban za određivanje snage elektromotora je manometarska visina dizanja vode. Manometarska visina dizanja je visina koju crpka treba savladati da bi se voda mogla prepumpavati.



Slika 2. Definijska shema manometarske visine dizanja

Manometarska visina se računa pomoću izraza:

$$H_{man} = H_{st} + \Delta H = H_{st,us} + H_{st,tl} + \Delta H_{us} + \Delta H_{tl} \quad (3.1.4.)$$

gdje su:

H_{st} – statička visina dizanja, [m],

ΔH – ukupni hidraulički gubici, [m],

$H_{st,us}$ – usisna statička visina dizanja, [m], jednaka geodetskoj visinskoj razlici između razine vode u crpnom bazenu (vodozahvatu) i osi crpke,

$H_{st,tl}$ – tlačna statička visina dizanja, [m], jednaka geodetskoj visinskoj razlici između osi crpke i najviše razine vode u vodospremi,

ΔH_{us} – hidraulički gubici zbog tečenja vode kroz usisnu cijev, [m],

ΔH_{tl} – hidraulički gubici zbog tečenja vode kroz tlačni cjevovod, [m],

Općenito hidraulički gubici mogu biti lokalni, koji se javljaju zbog otpora oblika, i linijski, koji se javljaju uslijed otpora trenja, te se računaju prema izrazima:

$$\Delta H_{us} = \Delta H_{lin,us} + \Delta H_{lok,us} \quad (3.1.6.)$$

$$\Delta H_{tl} = \Delta H_{lin,tl} + \Delta H_{lok,tl} \quad (3.1.7.)$$

Linijski hidraulički gubici računaju se prema izrazu:

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3.1.8.)$$

gdje je:

λ – koeficijent otpora, [1],

L – duljina cjevovoda, [m],

D – promjer cijevi odnosno cjevovoda, [mm],

v – brzina tečenja vode u cjevovodu, [m s⁻¹],

g – ubrzanje sile teže, [m s⁻²]

Lokalni hidraulički gubici računaju se prema izrazu:

$$\Delta H_{lok} = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3.1.9.)$$

gdje je:

ζ – koeficijent lokalnog gubitka (na pojedinim dijelovima cjevovoda), [1],

v – brzina tečenja vode u cjevovodu, [m s⁻¹],

g – ubrzanje sile teže, [m s⁻²]

U zadatku je zadano da se crpna stanica nalazi u samom vodozahvatu odnosno zdencu te zbog toga ne postoji niti usisna statička visina dizanja niti hidraulički gubici kroz usisnu cijev. Prema tome statička visina dizanja je jednaka tlačnoj statičkoj visini dizanja. Tlačna statička visina dizanja je jednaka visinskoj razlici između kote crpne stanice, u ovom slučaju kote vodozahvata, i kote razine vode u vodospremi. Kako bi pojednostavili određivanje visinske razlike može se uzeti da je jednaka razlici između kote vodozahvata i kote vodospreme što se može očitati s CAD podloge odnosno situacije naselja Šmrika. S podloge je očitano da se vodozahvat nalazi na visini od 185.40 metara nad morem, a vodosprema na visini od 255.60 metara. Oduzimanjem te dvije vrijednosti dobije se da statička visina dizanja iznosi:

$$H_{st} = H_{st,tl} = 70.2 \text{ m}$$

Pri određivanju hidrauličkih gubitaka koji se javljaju zbog tečenja vode u tlačnom cjevovodu lokalni gubici će imati malu vrijednost zbog kojih ih se može zanemariti, a linijske gubitke moguće je odrediti prema izrazu 3.1.8.

U CAD podlozi dana je situacija naselja Šmrika s pripadnim slojnicama, oznakama položaja vodozahvata (zdenca) i vodospreme te označenim čvorovima vodoopskrbne mreže. Duljina tlačnog dijela cjevovoda moguće je očitati sa situacije nakon iscrtavanja vodoopskrbne mreže u programu AutoCAD. Za ovaj primjer očitano je da je duljina tlačnog cjevovoda 684.3623 m.

Pomoću vrijednosti količine crpljenja, Q , može se odrediti promjer cijevi prema izrazu:

$$D = K_p \cdot \sqrt{Q} \quad (3.1.10.)$$

gdje je:

K_p – koeficijent ovisan o trajanju crpljenja, t_p ,

Obično se uzima da je vrijednost K_p jednaka 1.5.

Kada uvrstimo te vrijednosti u izraz dobit ćemo da je:

$$D = 1.5 \cdot \sqrt{0.0102} = 0.151 \text{ m}$$

ODABRANO:

$$D = 0.2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$$

Nakon što je odabran promjer cijevi može se odrediti brzina tečenja vode u cijevima. To se određuje prema izrazu:

$$v_{tl} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{D^2 \pi}{4}} = \frac{0.0102}{\frac{0.2^2 \pi}{4}} = 0.325 \text{ m/s} \quad (3.1.11.)$$

Kada smo dobili vrijednost brzine tečenja vode trebamo dalje odrediti Reynoldsov broj. Reynoldsov broj osim što nam daje podatak o tome kakav režim tečenja se javlja u cjevovodu, njegova vrijednost se koristi za očitavanje vrijednosti koeficijenta otpora, λ , iz Moodyjevog dijagrama. Reynoldsov broj se izračuna pomoću izraza:

$$Re = \frac{v_{tl} \cdot D}{\nu} \quad (3.1.12.)$$

gdje je:

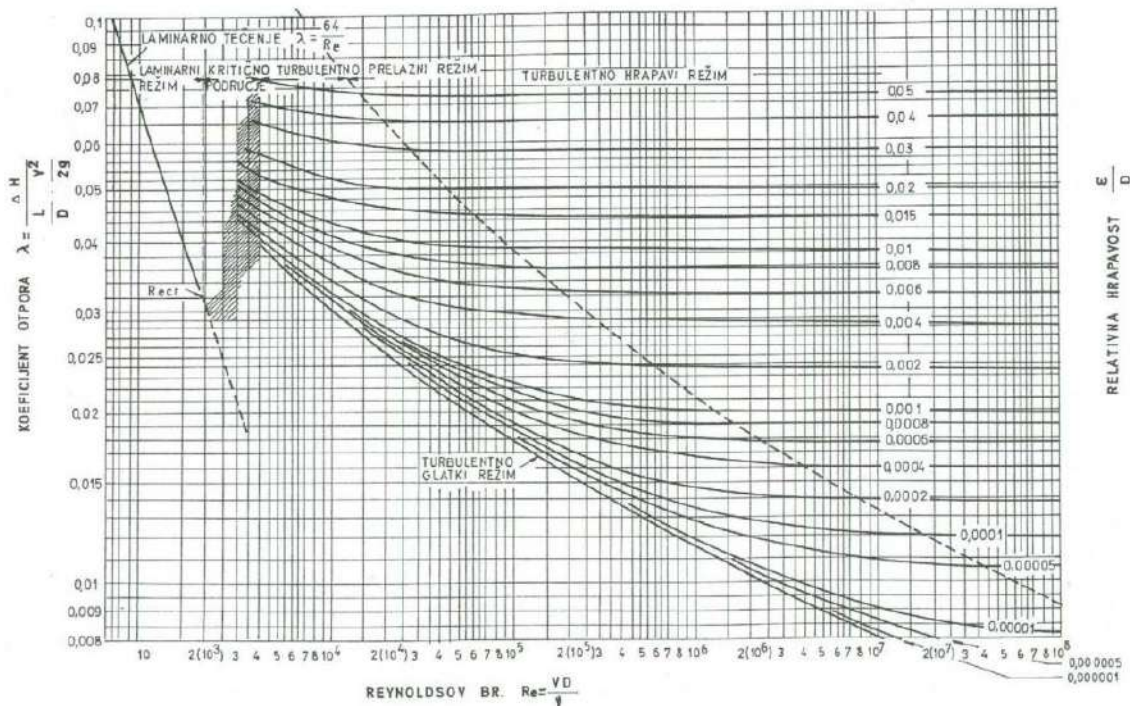
ν – koeficijent kinematičke viskoznosti za $T = 10$ [°C], [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$]

Vrijednost koeficijenta kinematičke viskoznosti iznosi $1.308 \cdot 10^{-6}$ [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$].

Kada uvrstimo potrebne vrijednosti u izraz za Reynoldsov broj njegova vrijednost je:

$$Re = \frac{0.325 \cdot 0.2}{1.308 \cdot 10^{-6}} = 4.9694 \cdot 10^4$$

Drugi parametar potreban za očitavanje koeficijenta otpora iz Moodyjevog dijagrama je relativna hrapavost koja predstavlja omjer apsolutne hrapavosti cijevi i promjera cijevi. Pošto je odabrano da će se koristiti lijevano željezne cijevi vrijednost apsolutne hrapavosti, ε , iznosi 0.1 [mm]. U tom slučaju relativna hrapavost, ε / D , iznosi 0.0005. Iz Moodyjevog dijagrama očitana vrijednost koeficijenta otpora iznosi 0.023.



Slika 3. Moodyjev dijagram

Kada uvrstimo sve potrebne vrijednosti za izračun linijskih gubitaka zbog tečenja vode kroz tlačni cjevovod, izraz 3.1.8., dobit ćemo da je:

$$\Delta H_{lin,tl} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0.023 \cdot \frac{684.3623}{0.2} \cdot \frac{0.325^2}{2 \cdot 9.81} = 0.424 \text{ m}$$

Manometarska visina dizanja iznosi:

$$H_{man} = H_{st,tl} + \Delta H_{lin,tl} = 70.2 + 0.424 = 70.624 \text{ m}$$

3.1.3. Koeficijent korisnog djelovanja

Zadnji parametar koji treba odrediti kako bi se izračunala teoretska snaga crpke je koeficijent korisnog djelovanja, η , koji predstavlja odnos izlazne i ulazne snage nekog stroja ili postrojenja. Izlazna snaga će uvijek biti manja od ulazne jer se javljaju unutarnji gubici uslijed trenja. Za potrebe ovog zadatka odabrano je da je koeficijent korisnog djelovanja jednak 0.8.

Teoretska snaga crpke iznosi:

$$P = \frac{9.81 \cdot Q \cdot H_{man}}{\eta} = \frac{9.81 \cdot 0.0102 \cdot 70.624}{0.8} = 8.833 \text{ kW}$$

Instalirana snaga crpke je:

$$P_i = 1.15 \cdot P = 1.15 \cdot 9.809 = 10.158 \text{ kW} \quad (3.1.13.)$$

3.2. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPROME

Nakon što je hidraulički dimenzionirana crpna stanica na vodozahvatu potrebno je dimenzionirati vodospremu. Pod dimenzioniranje vodospreme se podrazumijeva izračunavanje potrebnog volumena vodospreme odnosno volumen rezervoarskog prostora. Ukupan volumen rezervoarskog prostora, V_{RU} , sastoji se od operativne rezerve, V_{RO} , požarne rezerve V_{RP} , i sigurnosne rezerve, V_{RS} .

Veličina rezervoarskog prostora određuje se na temelju režima potrošnje i dotoka te ovisi o maksimalnoj dnevnoj potrošnji vode, Q_{max} . U prilogu 3. prikazana je neravnomjernost potrošnje vode tijekom 24 sata. Vrijednosti potrošnje koje se nalaze u prilogu 3. su pretpostavljene na temelju svakodnevnih navika ljudi odnosno stanovištva pojedinog naselja ili grada. Potrošnja je veća tijekom dana, a manja tijekom noćnih sati. Također su i vrijednosti dotoka pretpostavljene. Već je ranije spomenuto da je vrijeme rada jednako 10 sati te je zadaća crpke da ona unutar 10 sati svojega rada prepumpa maksimalnu potrošnju vode koju smo prethodno odredili. Za ovaj primjer maksimalna potrošnja vode iznosi:

$$Q_{max} = 1.6 \cdot 228420 = 365472 \text{ l d}^{-1} = 365.472 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

3.2.1. Operativna rezerva

Operativna rezerva je dio rezervoarskog prostora koja se koristi za skladištenje vode koja se koristi kućanske potrebe. Volumen operativne rezerve se određuje prema izrazu 3.2.1.:

$$V_{RO} = |V_{min,vodospreme}| + |V_{max,vodospreme}| \quad (3.2.1.)$$

gdje je:

$V_{min,vodospreme}$ – najveća negativna vrijednost volumena vode u vodospremi, potrebno je iščitati iz priloga 3., stupac volumen vode u vodospremi,

$V_{max,vodospreme}$ – najveća pozitivna vrijednost volumena vode u vodospremi, potrebno je iščitati iz priloga 3., stupac volumen vode u vodospremi

Za ovaj zadatak volumen operativne rezerve je jednak:

$$V_{RO} = |-62.131| + |222.937| = 285.068 \text{ m}^3$$

3.2.2. Požarna rezerva

Potreban volumen za požarnu rezervu reguliran je prema *Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara* [3]. U pravilniku je definirano da za naselja mora biti osiguran protupožarni protok od najmanje 10 l s^{-1} u trajanju od minimalno 2 sata. Prema tome volumen protupožarne rezerve će se izračunati pomoću izraza:

$$V_{RP} = q_p \cdot t_p \quad (3.2.2.)$$

gdje je:

q_p – projektni protupožarni protok, [$\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$],

t_p – projektno trajanje požara, [s]

Volumen protupožarne rezerve iznosi:

$$V_{RP} = \frac{10}{1000} \cdot 2 \cdot 60 \cdot 60 = 72 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

3.2.3. Sigurnosna rezerva

Sigurnosni volumen se na temelju preporuka uzima da je jednak 25% zbroja operativne i protupožarne rezerve.

$$V_{RS} = 0.25 \cdot (V_{RO} + V_{RP}) \quad (3.2.3.)$$

3.2.4. Ukupan volumen rezervoarskog prostora

Volumen rezervoarskog prostora, V_{RU} , jednak je zbroju volumena operativne, protupožarnog i sigurnosne rezerve.

$$V_{RU} = V_{RO} + V_{RP} + V_{RS} = 1.25 \cdot (V_{RO} + V_{RP}) \quad (2.4.)$$

Ukupan volumen rezervoarskog prostora iznosi:

$$V_{RU} = 1.25 \cdot (285.068 + 72) = 446.335 \text{ m}^3$$

3.3. DIMENZIONIRANJE GRANATE VODOVODNE MREŽE

Razdjelne vodoopskrbne mreže mogu biti granate ili prstenaste. Izabrano je da će vodoopskrbna mreža naselja Šmrika biti granata zbog jednostavnijeg proračuna. Također je odabrano da će se koristiti lijevano željezne cijevi kojima je prednost, u odnosu na ostale cijevi, dugi vijek trajanja koji može biti i preko 100 godina.

3.3.1. Raspodjela protoka i promjeri cjevovoda

Kod granatih mreža voda teče samo u jednom smjeru, od vodospreme do korisnika. U hidrauličkom proračunu mreže pretpostavlja se da se voda ravnomjerno distribuira po njenoj duljini, drugim riječima protok koji teče nekom dionicom je proporcionala duljini te dionice. Taj protok je definiran izrazom:

$$q = \frac{q_{max}}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (3.3.1.)$$

gdje su:

q – specifični protok, [$l \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-1}$],

q_{max} – najveća satna potrošnja vode, [$l \text{ s}^{-1}$]

L_i – duljina i – te dionice vodovodne mreže, [m],

n – broj dionica, [1]

3.3.1.1. Vlastiti protok

Protok koji imamo u pojedinoj dionici zove se vlastiti protok ili distribuirana potrošnja dionice, $q_{v,i}$ ($q_{d,i}$) [$l \text{ s}^{-1}$], koja se računa prema izrazu:

$$q_{v,i} = q \cdot L_i \quad (3.3.2.)$$

Ukupan protok pojedine dionice bit će jednak zbroju vlastitog, $q_{v,i}$, i tranzitnog protoka, $q_{t,i}$, uključujući koncentriranu potrošnju, q_x , i potrebne požarne količine, q_p . Računa se prema izrazu:

$$q_{u,i} = q_{v,i} + q_{t,i} \quad (3.3.3.)$$

U daljnjem proračunu koncentrirana potrošnja će uvijek imati vrijednost jednaku nuli pa ju možemo zanemariti, a za požarnu količinu će se uzimati vrijednost od 10 l s^{-1} .

U prilogu 4. je shematski prikazana granata vodovodna mreža

U tablici 4. se nalaze dionice vodovoda i duljine tih dionica. One su određene pomoću CAD podloge na kojoj je iscrtana vodovodna mreža.

Tablica 4. Dionice vodovodne mreže i njihove duljine

DIONICA	L [m]
V - 1	443.8658
1 - 2	349.9352
2 - 3	185.4587
1 - 4	267.1539
4 - 1-1	108.5798
1 - 1-2	262.7446
1-2 - 1-3	182.0902
1-3 - 1-3-1	544.6435
1-3 - 1-4	260.5118
1-4 - 3-4	174.4523
3-4 - 3-2	242.9411
3-2 - 3-1	253.3986
3-2 - 3-3	101.1116
1-4 - 1-5	147.1229
1-5 - 1-6	373.9575
1-6 - 1-7	257.7837

Pošto $\sum L_i$ predstavlja duljinu mreže na kojoj se nalaze potrošači u sumu nećemo uzimati duljinu dionice V – 1 i kod dionica 1 – 4 i 1-3 – 1-4 uvrstit će se manje vrijednosti duljine jer se na nekim dijelovima preklapaju s drugim dionicama, 1 – 4 s 1 – 2 i 1-3 – 1-4 s 1-2 – 1-3. Ukupna duljina mreže na kojoj se nalaze potrošači iznosi:

$$\sum_{i=1}^{i=n} L_i = 3528.5863 \text{ m}$$

Sada je moguće odrediti veličinu specifičnog protoka za ovu vodovodnu mrežu. Maksimalna satna potrošnja vode, kako je izračunato u izrazu 2.2.5., iznosi 30456 l h^{-1} što je jednako 8.46 l s^{-1} . Vrijednost specifičnog protoka je:

$$q = \frac{8.46}{3528.5863} = 0.00234 \text{ l s}^{-1}\text{m}^{-1}$$

Pomoću izraza 3.3.2. sada je moguće izračunati vlastiti protok za svaku od dionica. Vrijednosti vlastitog protoka se nalaze u tablici 5.

Tablica 5. Vrijednosti vlastitog protoka po dionicama vodovodne mreže

DIONICA	$q_{v,i}$ [l s ⁻¹]
V - 1	0.0000
1 - 2	0.8188
2 - 3	0.4340
1 - 4	0.6251
4 - 1-1	0.2541
1 - 1-2	0.6148
1-2 - 1-3	0.4261
1-3 - 1-3-1	1.2745
1-3 - 1-4	0.6096
1-4 - 3-4	0.4082
3-4 - 3-2	0.5685
3-2 - 3-1	0.5930
3-2 - 3-3	0.2366
1-4 - 1-5	0.3443
1-5 - 1-6	0.8751
1-6 - 1-7	0.6032

3.3.1.2.Promjeri cjevovoda

Za dimenzioniranje cjevovoda potrebno je odrediti mjerodavan protok koji je jednak zbroju potrošnje svih nizvodnih čvorova, uključujući i potrebne požarne količine. Što znači da npr. za dionicu 3-4 – 3-2 zbrajamo specifične protoke za dionice 3-2 – 3-1, 3-2 – 3-3 i 3-4 – 3-2 te požarne količine. U tablici 6. prikazane su vrijednosti mjerodavnog protoka za svaku dionicu vodovodne mreže.

Tablica 6. Mjerodavni protoci po dionicama vodovodne mreže naselja Šmrika

DIONICA	Q_{mj} [l s ⁻¹]
V - 1	147.4468
1 - 2	21.2528
2 - 3	10.4340
1 - 4	20.8792
4 - 1-1	10.2541
1 - 1-2	116.1940
1-2 - 1-3	105.5792
1-3 - 1-3-1	11.2745
1-3 - 1-4	83.8786
1-4 - 3-4	73.6290
3-4 - 3-2	31.3982
3-2 - 3-1	10.5930
3-2 - 3-3	10.2366
1-4 - 1-5	31.8226
1-5 - 1-6	21.4783
1-6 - 1-7	10.6032

Pomoću vrijednosti mjerodavnih protoka za svaku od dionica vodovodne mreže moguće je izračunati potrebne dimenzije odnosno unutarnje promjere cijevi za pojedinu dionicu. Dimenzije, veličinu protočne površine, a time i unutarnji promjer, ćemo dobiti pomoću izraza:

$$A = \frac{D^2\pi}{4} = \frac{Q_{mj}}{v} \quad (3.3.4.)$$

Kod dimenzioniranja pojedinih dionica prihvaća se pretpostavka da brzina tečenja vode u cjevovodu je jednaka 1 m s⁻¹. Vrijednosti protoka pri uvrštavanju u izraz potrebno je izraziti u m³ s⁻¹ te zbog toga ih treba podijeliti s 1000. Za odabranu vrijednost uvijek se uzima manja vrijednost zaokružena na cijelih 50 ili 100 mm.

Prema tome su određene dimenzije koje se nalaze u tablici 7.

Tablica 7. Izračunati i odabrani promjeri za dionice cjevovoda

DIONICA	D [m]	ODABRANO [mm]
V - 1	0.433	400
1 - 2	0.164	150
2 - 3	0.115	100
1 - 4	0.163	150
4 - 1-1	0.114	100
1 - 1-2	0.385	350
1-2 - 1-3	0.367	350
1-3 - 1-3-1	0.12	100
1-3 - 1-4	0.327	300
1-4 - 3-4	0.306	300
3-4 - 3-2	0.2	200
3-2 - 3-1	0.116	100
3-2 - 3-3	0.114	100
1-4 - 1-5	0.201	200
1-5 - 1-6	0.165	150
1-6 - 1-7	0.116	100

3.3.2. Proračun hidrostatskog tlaka u čvorovima

Hidrostatski tlak je uvijek prisutan jer se javlja zbog djelovanja gravitacijske sile na tekućinu. Vrijednost hidrostatskog tlaka u čvoru dobije se kada hidrostatska visina, u pripadnom čvoru, podijeli s vrijednošću od 10.194, jer 1 bar je jednak 10.194 metara tlačne visine odnosno metara vodnog lica. Računa se pomoću izraza:

$$p_{st,i} = \frac{H_{st,i}}{10.194} \quad (3.3.5.)$$

gdje je:

$p_{st,i}$ – hidrostatski tlak u čvor i , [bar],

$H_{st,i}$ – hidrostatska visina u čvoru i , [m], visinska razlika između kote vodospreme, H_V , i kote promatranog čvora, H_i

U tablici 8. se nalaze izračunate vrijednosti statičkih visina i hidrostatskih tlakova za svaki od čvorova vodopskrbne mreže.

Tablica 8. Vrijednosti statičkih visina i hidrostatskih tlakova za čvorove vodovodne mreže naselja Šmirka

ČVOR	H_i [m]	$H_{st,i}$ [m]	$p_{st,i}$ [bar]
V	255.6	0	0
1	226.2	29.4	2.8840
2	191.8	63.8	6.2586
3	178.9	76.7	7.5240
4	206	49.6	4.8656
1 - 1	209.4	46.2	4.5321
1 - 2	210.5	45.1	4.4242
1 - 3	183.6	72	7.0630
1 - 4	174.6	81	7.9459
1 - 5	157.8	97.8	9.5939
1 - 6	154	101.6	9.9666
1 - 7	160.8	94.8	9.2996
1 - 3 - 1	206.1	49.5	4.8558
3 - 1	157	98.6	9.6724
3 - 2	159.5	96.1	9.4271
3 - 3	146.2	109.4	10.7318
3 - 4	165	90.6	8.8876

3.3.3. Proračun hidrodinamičkog tlaka u čvorovima

Hidrodinamički tlak se javlja u tekućini koja struji. Vrijednost hidrodinamičkog tlaka se određuje pomoću izraza:

$$p_{d,i} = \frac{H_{d,i}}{10.194} \quad (3.3.6.)$$

gdje je:

$p_{d,i}$ – hidrodinamički tlak u čvor i , [bar],

$H_{d,i}$ – hidrodinamička visina u čvoru i , [m]

$$H_{d,i} = H_{st,i} - \Delta H_{V-i} \quad (3.3.7.)$$

gdje je:

ΔH_{V-i} – hidraulički gubici na dionici od vodospreme do čvora i , [m]

U tablici 9. su prikazani hidraulički gubici, izračunati pomoću izraza 3.1.8. i vrijednosti hidrodinamičkih tlakova u čvorovima vodovodne mreže.

U prilogu 4. su prikazane vrijednosti svih parametara potrebnih za izračun hidrauličkih gubitaka.

Tablica 9. Vrijednosti hidrauličkih gubitaka i hidrodinamičkih tlakova za čvorove vodovodne mreže naselja Šmrika

ČVOR	$H_{st,i}$ [m]	ΔH_{v-i} [m]	$H_{d,i}$ [m]	$p_{d,i}$ [bar]
V	0	0	0	0.000
1	29.4	1.969	27.431	2.691
2	63.8	9.645	54.155	5.312
3	76.7	16.13	60.57	5.942
4	49.6	6.256	43.344	4.252
1 - 1	46.2	9.937	36.263	3.557
1 - 2	45.1	3.426	41.674	4.088
1 - 3	72	4.262	67.738	6.645
1 - 4	81	5.952	75.048	7.362
1 - 5	97.8	7.145	90.655	8.893
1 - 6	101.6	14.281	87.319	8.566
1 - 7	94.8	23.596	71.204	6.985
1 - 3 - 1	49.5	26.53	22.97	2.253
3 - 1	98.6	17.867	80.733	7.920
3 - 2	96.1	8.738	87.362	8.570
3 - 3	109.4	12.124	97.276	9.542
3 - 4	90.6	6.831	83.769	8.217

4. APROKSIMATIVNI TROŠKOVNIK

Troškovnik iskazuje procjenu cjelokupnih troškova izgradnje vodoopskrbnog sustava u naselju Šmrika. S obzirom na zadane ulazne parametre i dobivene podloge moguće je napraviti samo aproksimativnu procjenu troškova izgradnje jer konačna vrijednost ovakvog projekta ovisna je još o nizu čimbenika koji ovdje nisu uzeti u obzir (npr. terenske prilike, odabrana tehnologija izvedbe i sl.). Jedinичne cijene, koje su odabrane i uzete za potrebe izrade toškovnika, predstavljaju približne vrijednosti te su zbog toga moguća odstupanja od konačne cijene. Procjena troškova je prikazana bez PDV – a.

4.1. PROCJENA TROŠKOVA IZGRADNJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

4.1.1. Troškovi vodoopskrbnog cjevovoda

Kod izvedbe predmetne vodoopskrbne mreže, obuhvaćeno je:

- iskolčenje trase cjevovoda i objekata s označavanjem važnijih točaka,
- pregled trase i detektiranje postojećih podzemnih instalacija,
- označavanje lokacije radova prometnim znakovima i signalnim uređajima,
- strojni iskop rova za polaganje vodoopskrbne mreže,
- strojno – ručni iskop rova za proširenje rova na poziciji zasunskih okana, planiranje dna rova,
- izvedba pješćanje posteljice te bočnog i iznadtjemenog zatrpavanja cjevovoda,
- odvoz preostalog materijala od iskopa na deponiju,
- izvedba armiranobetonskih zasunskih okana,
- nabava, doprema i montaža lijevano željeznih vodoopskrbnih cijevi, DN 100, DN 150, DN 200, DN 300, DN 350, DN 400 PN 10 za izvedbu vodoopskrbne mreže,
- nabava, doprema i montaža fasonskih komada i vodovodnih armatura,
- izvedba kućnih priključaka,
- izvedba nosivog sloja i tampona kolničke konstrukcije,
- prelaganje postojećih komunalnih instalacija (vode, struje, telefona),
- asfaltiranje kolničkih ploha,
- provedba tlačne probe,
- pranje, dezinfekcija i ispiranje cjevovoda,
- izrada elaborata katastara izvedenih instalacija

Tablica 10. Obračun po m' izvedenog vodoopskrbnog cjevovoda

TIP	KOLIČINA	JEDINIČNA CIJENA	UKUPNA CIJENA
	[m']	[€/m']	[€]
DN 100	1450.9759	165,00	239.411,02
DN 150	991.0466	180,00	178.388,39
DN 200	1074.4263	200,00	214.885,26
DN 300	434.9641	240,00	104.391,38
DN 350	444.8348	280,00	124.553,74
DN 400	443.8658	290,00	128.721,08
			990.350,88 €

4.1.2. Troškovi izvedbe crpne stanice

Kod izvedbe vodoopskrbne crpne stanice, obuhvaćeno je:

- iskolčenje objekta i snimak izvedenog stanja,
- zasijecanje asfaltnih površina na prometnicama,
- strojni iskop građevne jame,
- planiranje dna građevne jame,
- zatrpavanje građevne jame materijalom od iskopa,
- odvoz viška materijala od iskopa na deponiju,
- izvedba podložnog betona,
- izvedba (armiranje, betoniranje) objekta crpne stanice (dna, zidova, ploča i kineta),
- nabava, doprema i montaža crpnih agregata, lijevano željeznih fasonskih komada i armatura, izvedba spoja s tlačnim cjevovodom, puštanje u probni rad crpki,
- nabava, doprema i montaža poklopaca i stupaljki,
- ispitivanje vodonepropusnosti objekta crpne stanice,
- dovod električne energije s potrebnim pripadnim radovima i opremom

Tablica 11. Obračun po komadu kompletno izvedene vodoopskrbne crpne stanice

KOLIČINA	JEDINIČNA CIJENA	UKUPNA CIJENA
[kom]	[€/kom]	[€]
1	24.500	24.500

4.1.3. Troškovi izvedbe vodospreme

Kod izvedbe predmetne vodospreme, obuhvaćeno je:

- iskolčenje objekta i snimak izvedenog stanja,
- pregled trase i detektiranje postojećih podzemnih instalacija,
- strojni iskop građevne jame,
- planiranje dna građevne jame,
- zatrpavanje građevne jame materijalom od iskopa,
- odvoz preostalog materijala od iskopa na deponiju,
- izvedba podložnog betona,
- betoniranje dna, zidova i ploče redukcijско vodomjerne komore,
- betoniranje potpornih betonskih blokova,
- izvedba drenažnih otvora,
- nabava, doprema i montaža odzračne čelične cijevi,
- nabava, doprema i montaža lijevano željeznih poklopaca i lijevano željeznih stupaljki,
- nabava, doprema i montaža lijevano željeznih fasonskih komada i vodovodnih armatura,
- nabava, doprema i montaža redukcijских ventila, mjerача protoka, mjerача tlaka i mjerача rezidualnog klora,
- ugradnja sustava napajanja električnom energijom fotonaponskim sustavom

Tablica 12. Obračun po komadu kompletno izvedene vodospreme

KOLIČINA	JEDINIČNA CIJENA	UKUPNA CIJENA
[kom]	[€/kom]	[€]
1	130.000	130.000

4.1.4. Procjena ukupnih troškova izgradnje vodovoda

1. Vodoopskrbna mreža.....990.350,88 €
2. Vodoopskrbna crpna stanica.....24.500,00 €
3. Vodosprema.....130.000,00 €

Ukupno.....1.144.850,88 €

5. ZAKLJUČAK

Ljudi svakodnevno koriste vodu za različite namjene te ne mogu preživjeti bez vode. Jedan od osnovnih uvjeta za život na bilo kojem području je da čovjek ima pristup vodi zadovoljavajuće kvalitete. Zato bi svako naselje, općina ili grad trebao imati vodoopskrbni sustav. Jedan vodoopskrbni sustav u naselju osigurava gotovo svakog dana dovoljne količine vode za sve potrebe za koje stanovnici tog područja koriste vodu.

Vodoopskrbni sustav za naselje Šmrika obuhvaća crpnu stanicu, koja se nalazi u podzemnom vodozahvatu, vodospremu i granatu vodovodnu mrežu između zadanih čvorova. Hidrauličkim proračunom dimenzioniran je svaki od navedenih objekata sustava.

Za crpnu stanicu izračunata je snaga elektromotora crpke, koja se nalazi u crpnoj stanici. Za vodospremu je bilo potrebno odrediti njen volumen. Volumen vodospreme izračunat je temeljem režima potrošnje i dotoka. Na kraju kod dimenzioniranja vodovodne mreže trebalo je odrediti promjere cijevi za svaku od dionica te u čvorovima izračunati vrijednosti hidrostatskog i hidrodinamičkog tlaka.

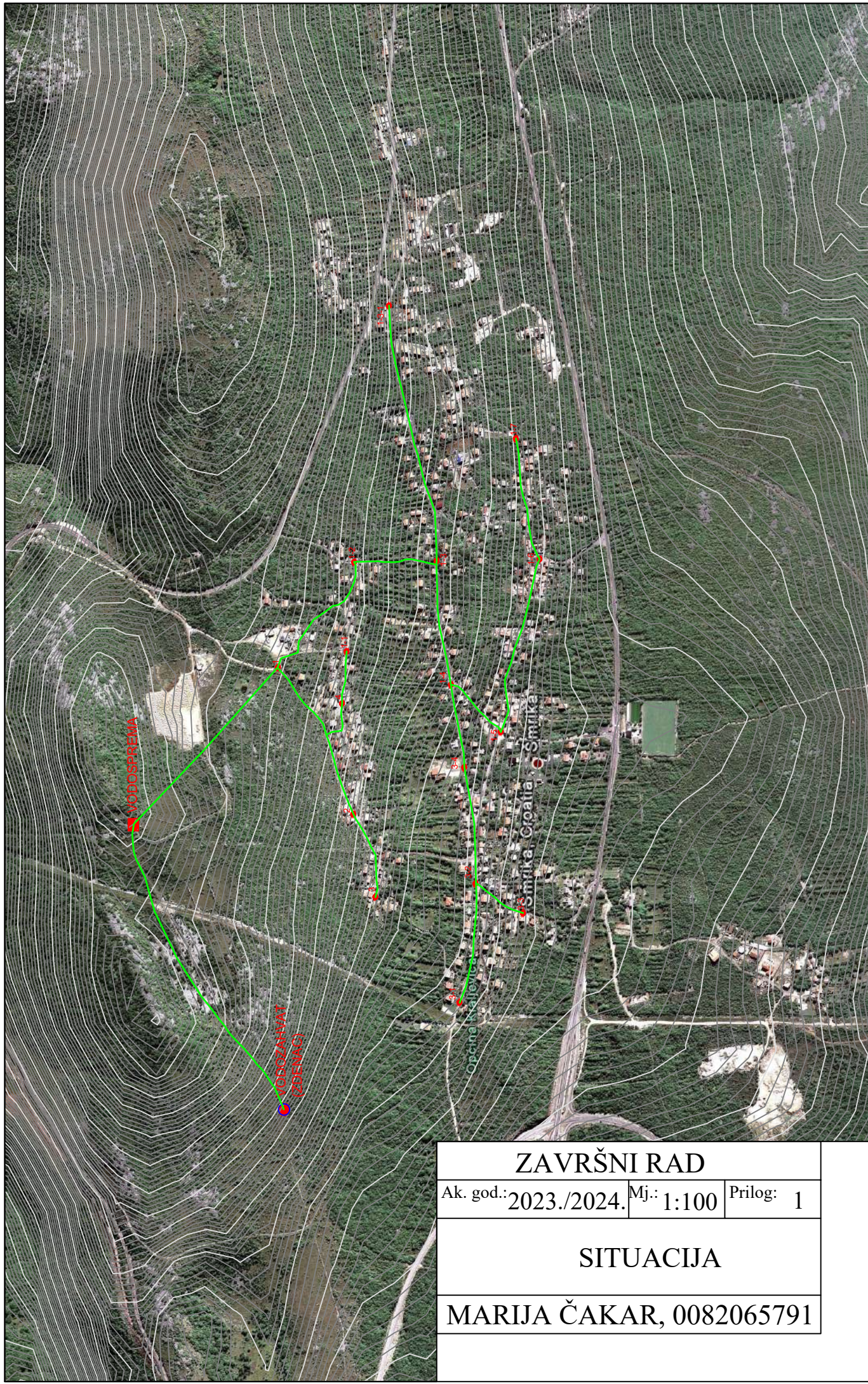
Nakon hidrauličkog proračuna svih elemenata vodoopskrbnog sustava izrađen je aproksimativni troškovnik. U aproksimativnom troškovniku izračunati su približni troškovi izgradnje vodoopskrbnog sustava sa svim potrebnim objektima.

6. POPIS LITERATURE

[1] I. Halkijević – OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1, predavanja, Građevinski fakultet u Zagrebu

[2] I. Halkijević – OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1, nastavni materijali za vježbe, Građevinski fakultet u Zagrebu

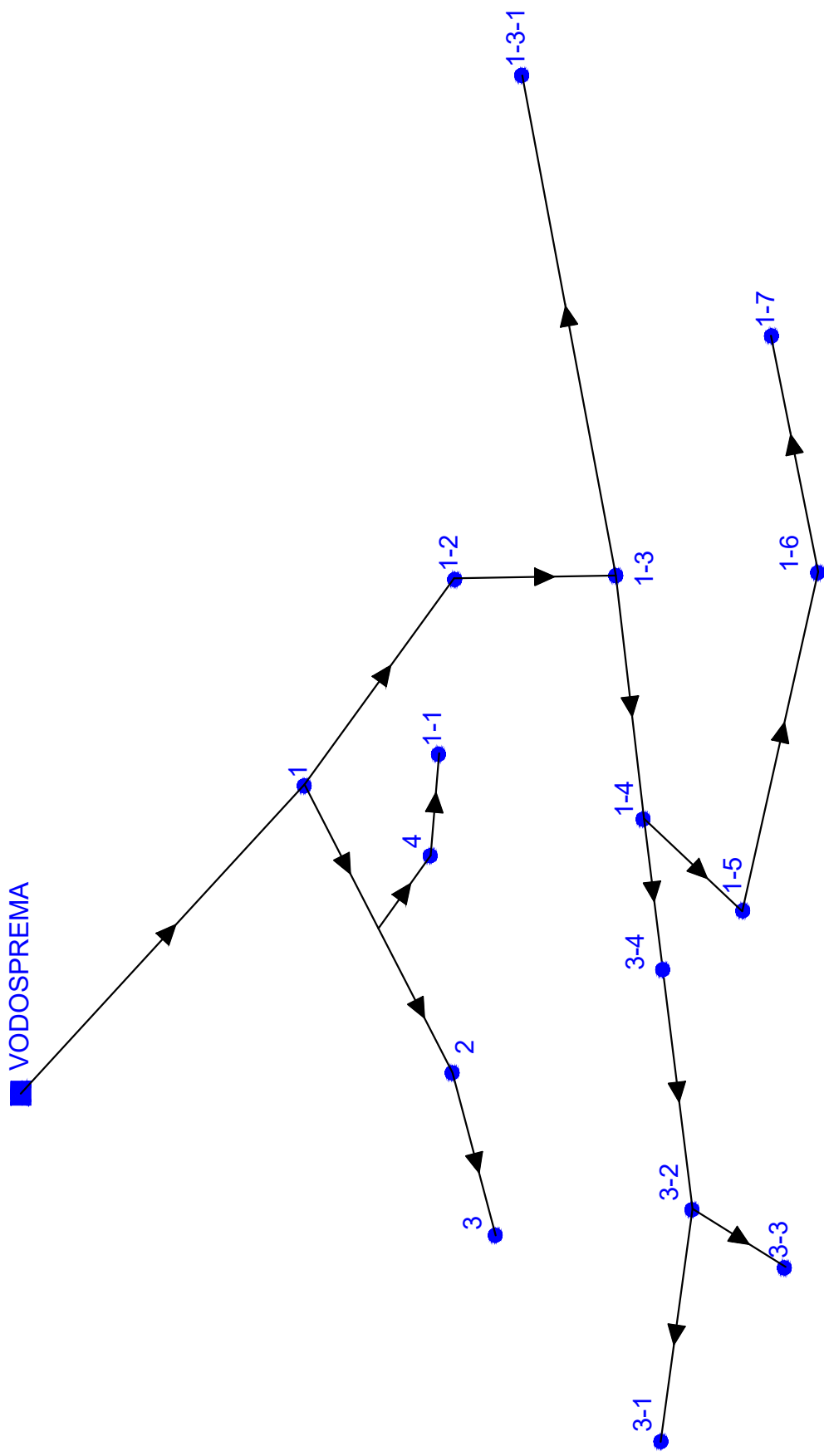
[3] Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (2006), NN br. 8/2006



ZAVRŠNI RAD
Ak. god.: 2023./2024. | Mj.: 1:100 | Prilog: 1

SITUACIJA

MARIJA ČAKAR, 0082065791



ZAVRŠNI RAD	
Ak. god.: 2023./2024.	Prilog: 2
SHEMATSKI PRIKAZ GRANATE VODOVODNE MREŽE NASELJA ŠMRIKA	
MARIJA ČAKAR, 0082065791	

Prilog 1. Vremenska neravnomjernost potrošnje vode i dotok u vodospremu

SATI od - do	POTROŠNJA		DOTOK		VIŠAK DOTOKA		MANJAK DOTOKA		VOLUMEN VODE U VODOSPREMI
	[%]	[m ³]	[%]	[m ³]	[%]	[m ³]	[%]	[m ³]	[m ³]
0 - 1	1	3.655	10	36.547	9	32.892	-	-	32.892
1 - 2	1	3.655	10	36.547	9	32.892	-	-	65.784
2 - 3	1	3.655	10	36.547	9	32.892	-	-	98.676
3 - 4	1	3.655	10	36.547	9	32.892	-	-	131.568
4 - 5	2	7.309	10	36.547	8	29.238	-	-	160.806
5 - 6	3	10.964	10	36.547	7	25.583	-	-	186.389
6 - 7	5	18.274	10	36.547	5	18.274	-	-	204.663
7 - 8	5	18.274	10	36.547	5	18.274	-	-	222.937
8 - 9	6	21.928	0	0	-	-	6	-21.928	201.009
9 - 10	6	21.928	0	0	-	-	6	-21.928	179.081
10 - 11	6	21.928	0	0	-	-	6	-21.928	157.153
11 - 12	7	25.583	0	0	-	-	7	-25.583	131.570
12 - 13	8	29.238	0	0	-	-	8	-29.238	102.332
13 - 14	8	29.238	0	0	-	-	8	-29.238	73.094
14 - 15	6	21.928	0	0	-	-	6	-21.928	51.166
15 - 16	6	21.928	0	0	-	-	6	-21.928	29.238
16 - 17	5	18.274	0	0	-	-	5	-18.274	10.964
17 - 18	5	18.274	0	0	-	-	5	-18.274	-7.310
18 - 19	4	14.619	0	0	-	-	4	-14.619	-21.929
19 - 20	4	14.619	0	0	-	-	4	-14.619	-36.548
20 - 21	4	14.619	0	0	-	-	4	-14.619	-51.167
21 - 22	3	10.964	0	0	-	-	3	-10.964	-62.131
22 - 23	2	7.309	10	36.547	8	29.238	-	-	-32.893
23 - 24	1	3.655	10	36.547	9	32.892	-	-	-0.1
24 h	100	365.473	100	365.47	78	285.067	78	-285.068	

Prilog 2. Vrijednosti parametara potrebnih za izračun vrijednosti hidrauličkih gubitaka

DIONICA	L [m]	D [m]	v [m s^{-1}]	Re (10^5)	ε/D	λ (očitano)	ΔH
V - 1	443.8658	0.4	1.173	3.587	0.0025	0.0253	1.969
1 - 2	349.9352	0.15	1.203	1.38	0.00667	0.0339	7.676
2 - 3	185.4587	0.1	1.328	1.015	0.01	0.0389	6.485
1 - 4	267.1539	0.15	1.182	1.356	0.00667	0.0338	4.287
4 - 1-1	108.5798	0.1	1.306	0.998	0.01	0.0390	3.681
1 - 1-2	262.7446	0.35	1.208	3.232	0.00286	0.0261	1.457
1-2 - 1-3	182.0902	0.35	1.097	2.935	0.00286	0.0262	0.836
1-3 - 1-3-1	544.6435	0.1	1.436	1.098	0.01	0.0389	22.268
1-3 - 1-4	260.5118	0.3	1.187	2.722	0.00333	0.0271	1.69
1-4 - 3-4	174.4523	0.3	1.042	2.39	0.00333	0.0273	0.879
3-4 - 3-2	242.9411	0.2	1.000	1.529	0.005	0.0308	1.907
3-2 - 3-1	253.3986	0.1	1.348	1.031	0.01	0.0389	9.129
3-2 - 3-3	101.1116	0.1	1.303	0.996	0.01	0.0387	3.386
1-4 - 1-5	147.1229	0.2	1.013	1.549	0.005	0.0310	1.193
1-5 - 1-6	373.9575	0.15	1.215	1.393	0.00667	0.0390	7.316
1-6 - 1-7	257.7837	0.1	1.350	1.032	0.01	0.0389	9.315