

Usporedba proračuna protoka metodom koeficijenta opterećenja stanovništvom te raspodjele stanovništva po pojedinim dionicama vodoopskrbne mreže

Košuta, Mauro

Undergraduate thesis / Završni rad

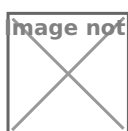
2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:157:232582>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Mauro Košuta

**USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM KOEFICIJENTA
OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE
STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE
MREŽE**

Završni rad

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

GRAĐEVINSKI FAKULTET

STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

OPSKRBA VODOM I KANALIZACIJOM

Mauro Košuta

JMBAG: 0114026651

**USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM KOEFICIJENTA
OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE
STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE
MREŽE**

Završni rad

Rijeka, rujan 2024.

Zavod: **Zavod za hidrotehniku i geotehniku**
Predmet: **Opskrba vodom i kanalizacija**
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 24

Pristupnik: **Mauro Košuta (0114026651)**
Studij: **Građevinarstvo**

Zadatak: **Usporedba proračuna protoka metodom koeficijenta opterećenja stanovništvom te raspodjele stanovništva po pojedinim dionicama vodoopskrbne mreže**

Opis zadatka:

Zadatak ovog završnog rada je prikazati usporedbu i analizirati hidrauličke proračune vodoopskrbne mreže metodom koeficijenta opterećenja stanovništvom "K", te raspodjele stanovništva po pojedinim dionicama granaste vodoopskrbne mreže. Potrebno je objasniti metodu koeficijenta opterećenja stanovništvom "K", te definirati karakterističnu dionicu i koeficijent opterećenja stanovništvom "K" za preostale dionice granaste vodoopskrbne mreže. Temeljem toga, potrebno je izračunati protoke za pojedine dionice vodoopskrbne mreže i dimenzionirati je. Također, potrebno je objasniti metodu raspodjele stanovništva po pojedinim dionicama vodoopskrbne mreže, izračunati protoke za pojedine dionice vodoopskrbne mreže i dimenzionirati je. Temeljem toga potrebno je napraviti usporedbu danih metoda, te analizirati dobivene rezultate hidrauličkih proračuna. Uz navedeno potrebno je priložiti situaciju i odabrane uzdužne profile vodoopskrbne mreže.

Zadatak uručen pristupniku: 14. ožujka 2023.
Rok za predaju rada: 13. rujna 2024.

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Goran Volf



IZJAVA

Završni rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Mauro Košuta

U Rijeci, rujan 2024.

Naslov rada: Usporedba proračuna protoka metodom koeficijenta opterećenja stanovništvom te raspodjele stanovništva po pojedinim dionicama vodoopskrbne mreže

Ime i prezime studenta: Mauro Košuta

Ime i prezime mentora: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing.građ.

Naziv studija: Stručni prijediplomski studij građevinarstva

Naziv kolegija: Opskrba vodom i kanalizacija

SAŽETAK:

Zadatak ovoga rada je prikazati usporedbu i analizu hidrauličkih proračuna upotrebom koeficijenata opterećenja stanovništvom te raspodijele stanovništva po pojedinim dionicama granaste vodoopskrbne mreže. Proračun se temelji na ponuđenom idejnom rješenju vodoopskrbnog sustava za naselje Ližnjan u Istri. Metodom opterećenja stanovništvom definirati će se koeficijent opterećenja stanovništva K promatrajući cijelokupni sustav definirati će se karakteristična dionica pomoću koje će se zatim definirati ostatak sustava, pomoću kojeg će se izračunati virtualne duljine te specifični protok ($l/s/m'$) temeljem kojeg će se izračunati vlastiti protoci za pojedine dionice. Drugom metodom će se definirati broj stanovnika na pojedinim dionicama ovisno o broju stambenih objekata po dionici, temeljem čega će se definirati specifični protok ($l/s/stan.$). Nakon toga će se izračunati vlastiti i ukupni protoci na vodoopskrbnom sustavu. Nakon izvođenja hidrauličkih proračuna za obje metode napraviti će se usporedba te će se usporediti i analizirati protoci, brzine u cijevima, tlakovi i profilacije cijevi u pojedinim čvorovima i dionicama sustava. Provedenim usporedbama hidrauličkih proračuna nisu ustanovljene značajne razlike u protocima, a samim time ni u promjerima i brzinama na pojedinim dionicama sustava, te tlakovima izračunatim u računskim čvorovima vodoopskrbne mreže. Ako se pravilno koriste obje metode daju pouzdane rezultate.

Ključne riječi: vodoopskrbna mreža, specifični protok, hidraulički proračun, koeficijent opterećenja stanovništvom, vlastiti protok, promjer cijevi, tlak, brzina, Ližnjan

Title: Comparison on flow calculations using the population load coefficient method and population distribution by individual sections of the water supply network

Name and surname of the student: Mauro Košuta

Name and surname of the mentor: Assoc.Prof. Goran Volf, Ph.D.

Name of study: Undergraduate professional study of Civil Engineering

Course title: Water Supply and Sewerage

ABSTRACT:

The task of this paper is to present a comparison and analysis of hydraulic calculations using population load coefficient and population distribution by individual sections of the branched water supply network. The calculation is based on the conceptual solution of the water supply system for the village of Ližnjan in Istria. Using the population load method, the population load coefficient K will be defined, observing the entire system, a characteristic section will be defined, which will then be used to define the rest of the system, with which virtual lengths and specific flow ($l/s/m'$) will be calculated, which is the base for own flows of individual sections. The second method will define the number of inhabitants on individual sections depending on the number of residential buildings per section, based on which the specific flow ($l/s/inhab.$) will be defined. After that, the own and total flows on the water supply system will be calculated. After performing the hydraulic calculations for both methods, a comparison will be made and the flows, velocities in the pipes, pressures and pipe profiles in individual nodes and sections. The conducted comparisons of hydraulic calculations did not establish significant differences in the flows, diameters, and velocities on individual sections of the system, and in the pressures calculated in the calculation nodes of the water supply network. If used correctly, both methods give reliable results.

A solution is also provided for calculated nodes that exceed the maximum allowed pressures and those that do not meet the minimum required pressures.

Key words: water supply network, specific flow, hydraulic calculation, population load coefficient, own flow, pipe diameter, pressure, speed, Ližnjan

Sadržaj:

POPIS SLIKA.....	7
POPIS TABLICA.....	8
1. UVOD	9
2. OPĆINA LIŽNJAN.....	11
3. POVIJEST NASELJA LIŽNJAN	12
4. VODOOPSKRBA NASELJA LIŽNJAN	14
5. IDEJNO RJEŠENJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA	16
5.1 Proračun mjerodavnih količina za vodoopskrbnu mrežu	18
5.2 Proračun koeficijentata opterećenja stanovništva „K“	23
5.3 Hidraulički proračun sa koeficijentom opterećenja stanovništvom „K“	26
5.4 Hidraulički proračun sa raspodjelom stanovništva po dionicama	35
6. USPOREDBA I ANALIZA HIDRAULIČKIH PRORAČUNA	44
6.1 Razlike u protocima	44
6.2 Razlike u brzinama	47
6.3 Razlike u profilima cijevi i tlakovima u računskim čvorovima	49
7. DIONICE SA PREVISOKIM/PRENISKIM IZLAZNIM PRITISKOM/TLAKOM VODE.....	50
8. LITERATURA	52
9. GRAFIČKI PRILOZI	54
Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa ortofoto podlogom M 1:5000	54
Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa HOK podlogom M 1:5000	54
Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan	54
M 1:5000	54
Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č46].....	54
M 1:500/M 1:2500	54
Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č107].....	54
M 1:500/M 1:2500	54

POPIS SLIKA

Slika 1. Općina Ližnjan [4].....	11
Slika 2. Grb Ližnjana [3]	12
Slika 3. Pogled sa mora na rt Marlera [5]	13
Slika 4. Slika jezera Butoniga pri normalnom vodostaju, pogled sa zapada [6].....	14
Slika 5. Korištenje i namjena prostora na području Istarske županije, prikaz povezivanja infrastrukture na razini županije [2].....	15
Slika 6. Lokacija vodospreme (crveni krug) po ponuđenom idejnom rješenju [7] (izradio autor).....	17
Slika 7. Primjer određivanja koeficijenta opterećenja stanovništvom „K“	23
Slika 8. Nomogram hidrauličkih parametara za okrugle cijevi (uz apsolutnu hrapavost $\epsilon = 0,1 \text{ mm}$) [10]	31
Slika 9. Razlika u protocima po dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)	46
Slika 10. Reducir ventil veličine 2" [13].....	50
Slika 11. Kućni hidrofor [14]	51

POPIS TABLICA

Tablica 1. Vrijednosti koeficijenata neravnomjernosti najveće/najmanje dnevne i satne potrošnje [10] (prepravio autor)	20
Tablica 2. Ulazni parametri za potrošače [10] (prepravio autor)	20
Tablica 3. Proračun koeficijenta K opterećenja stanovništvom za sve dionice vodoopskrbne mreže (izradio autor)	25
Tablica 4. Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom koeficijenata opterećenja stanovništvom K (izradio autor)	29
Tablica 4. Nastavak – Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom koeficijenata opterećenja stanovništvom K (izradio autor)	30
Tablica 5.. Ekonomske brzine u postupku dimenzioniranja cijevovoda [10]	31
Tablica 6. Dimenzioniranje profila cijevibrzina protoka, padova cijevi i komponenta tlakova (izradio autor)	32
Tablica 7. Tlakovi na svim dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)	34
Tablica 8. Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom raspodjele stanovnika po dionicama (izradio autor)	39
Tablica 8. Nastavak – Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom raspodjele stanovnika po dionicama (izradio autor)	40
Tablica 9. Dimenzioniranje profila cijevi, brzina protoka, padova cijevi i komponenta tlakova (izradio autor)	41
Tablica 10. Tlakovi na svim dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)	43
Tablica 11. Prikaz razlika ukupnih protoka ovisno o metodi proračuna (izradio autor)	45
Tablica 12. Prikaz razlika brzina toka ovisno o metodi proračuna (izradio autor)	48
Tablica 13. Usporedba tlakova na početnih 20 računskih čvorova vodoopskrbne mreže (izradio autor)	49

1. UVOD

Vodoopskrbni sustavi su jedani od najznačajnijih infrastrukturnih građevina čija je osnovna namjena distribucija vode do svih njenih krajnjih korisnika. Vodoopskrbna mreža, kao dio cjelokupnog vodoopskrbnog sustva služi isporuci čiste i pitke vode u dovoljnim količinama i dozvoljenom tlaku do krajnjih korisnika, odnosno potrošača [1].

Opskrba vodom na području Općine Ližnjan je zadovoljavajuća u pogledu količina i kvalitete vode te ne predstavlja ograničenje u smislu demografskog i gospodarskog napretka. Pojedini dijelovi mreže na području prostornog plana ne udovoljavaju za protupožarnu količinu, a pojedini dijelovi ne zadovoljavaju u pogledu dovoljnog pritiska. Na području Općine Ližnjan je preko 95% stanovništva priključeno na javnu vodoopskrbnu mrežu što predstavlja značajni postotak [2].

U ovome radu prikazano je se idejno rješenje nove vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan, na temelju koje su izrađene dvije varijante hidrauličkog proračuna koje se zatim uspoređuju i analiziraju.

Vodoopskrbna mreža predviđena je kao granasta mreža kroz naselje ukupne duljine 15,30 km, prikazana je situacijski i u 2 uzdužna presjeka, te je dimenzionirana da zadovolji vodoopskrbne potrebe svih korisnika, u koje spada stanovništvo, turisti u privatnom smještaju i turisti u hotelima, ne postoje značajni industrijski potrošači stoga takvi nisu niti predviđeni.

Nova vodosprema je predviđena kako bi se zadovoljile vodoopskrbne potrebe te se nalazi se nedaleko van granica same općine Ližnjan u susjednoj općini Medulin.

Zadatak ovoga rada je usporediti analitičke varijante hidrauličkih proračuna koji predstavljaju proračunsko rješenje vodoopskrbne mreže u predviđenom idejnom rješenju vodoopskrbne mreže, koristeći hidraulički proračun sa raspodjelom stanovnika po dionicama mreže i proračunom sa koeficijentom opterećenja stanovništvom „K“.

Koeficijent opterećenja stanovništvom se određuje na temelju gustoće naseljenosti. Razmatra se vodoopskrbni sustav u cjelini te se određuje prosječna dionica koja je po duljini i količini korisnika srednja, njen omjer stanovnika/m' ima vrijednost koeficijenta opterećenja stanovništvom $K=1$, i u odnosu na nju se određuje K za preostale dionice vodoopskrbnog sustava. Zatim se određuju virtualne duljine dionica koje su umnožak

stvarne duljine i koeficijenta opterećenja stanovništvom, koje se množe sa određenom specifičnom potrošnjom vode ($q_{\text{spec.}}$) u l/s/m' kako bi dobili vlastitu potrošnju vode za svaku dionicu ($Q_{\text{vl.}}$) u l/s.

Hidraulički proračun sa raspodjelom stanovništva izvodimo tako da na svakoj pojedinoj dionici razmatramo broj naseljivih stambenih jedinica kojima dodjeljujemo stanovništvo i turiste u privatnom smještaju sa vrijednošću od 3-4 potrošača po stambenoj jedinici, od čega formiramo ukupne brojke potrošača na dionicama koje zatim množimo sa specifičnom potrošnjom ($q_{\text{spec.}}$) u l/s/stan. kako bi dobili vlastitu potrošnju vode za svaku dionicu ($Q_{\text{vl.}}$) u l/s.

Analiza potrošnje vode odnosi se na definiranje potrebnih količina vode, odnosno protoka pojedinih kategorija potrošača za linijske potrošače (stanovništvo i privatni smještaj), točkaste potrošače (industrija, hoteli, škole, bolnice, ...), količine vode za gašenje požara te vlastite potrebe vodovoda. U analizi potrošnje vode moguće je predvidjeti i količine vode povezane sa gubicima u vodoopskrbnom sustavu [1].

Prikazane su varijante proračuna te usporedba istih u tabličnom i grafičkom obliku po parametrima ukupnih i pojedinačnih: protoka (Q) u l/s, brzina protoka (v) u m/s, tlakova (p) u barima i promjera cijevi (D) u mm.

Također je predviđeno rješenje za proračunske čvorove koji premašuju maksimalne dozvoljene tlakove te one koji ne udovoljavaju minimalnim potrebnim tlakovima.

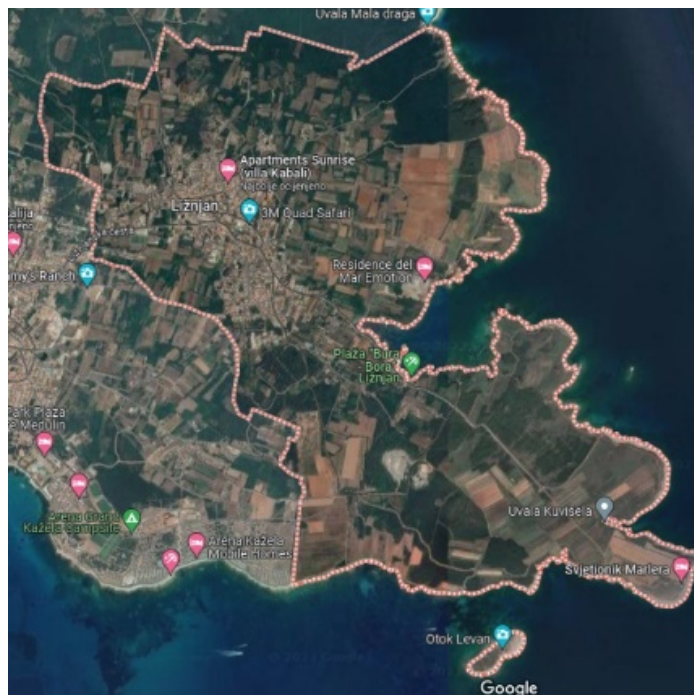
2. OPĆINA LIŽNJAN

Ližnjan je općina u Istarskoj županiji u Hrvatskoj (Slika 1.). Smješten u jugoistočnom dijelu Istre, udaljen je otprilike 11 kilometara istočno od Pule, najvećeg grada u regiji. Općinu Ližnjan čini pet naselja: Jadreški, Ližnjan, Muntić, Šišan i Valtura [3].

Geografski, Ližnjan se nalazi na uzvisini iznad razine mora, visokoj oko 45 metara, s pogledom na uvalu Kuje. Područje je poznato po svojim slikovitim krajolicima, pri čemu Jadransko more igra značajnu ulogu u njegovoj privlačnosti [3].

Prema podacima iz 2021. godine, ukupna populacija Ližnjana bila je 4.087 stanovnika, s gustoćom naseljenosti od oko 60 stanovnika po četvornom kilometru. Samo gradsko područje Ližnjana imalo je 1445 stanovnika, s većom gustoćom naseljenosti od 386 stanovnika po četvornom kilometru. Tijekom godina Ližnjan je doživljavao oscilacije u broju stanovnika. Od povijesnih zapisa od 1857. godine, bilježi se različit rast i pad broja stanovnika. Međutim, posljednjih desetljeća bilježi se sveukupni porast stanovništva, što pokazuju i podaci popisa stanovništva iz 2001. i 2021. godine [3].

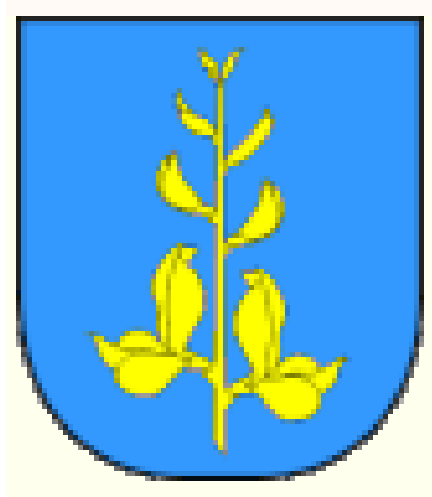
Regija je poznata po svojim prirodnim ljepotama, povijesnim znamenitostima i kulturnoj baštini, što je čini popularnim odredištem za turiste koji žele istražiti istarski poluotok [3].



Slika 1. Općina Ližnjan [4]

3. POVIJEST NASELJA LIŽNJAN

Ližnjan naselje i sjedište istoimene općine u Hrvatskoj. Nalazi se u Istarskoj županiji. Na grbu plave boje je zlatna/žuta rascvjetana grana brnistre (Slika 2.) [3].



Slika 2. Grb Ližnjana [3]

Ližnjan se prvi puta spominje 1149. godine, kao Lisianum, iako neki smatraju da se spominje prvi put 990. kao seoska vila (villa) kada se naziva Liciniana ili Licinianum. Ime mjesta povezuju s rimskim rodovskim imenom nekadašnjeg vlasnika zemljišta Licinius. Ližnjan je vjerojatno bio važno naselje bizantskog doba (6-8. stoljeća), o čemu svjedoče ostaci jedne bizantske crkve iz 6. stoljeća, koja je bila podignuta na mjestu današnje mjesne crkve [3].

U rimsko doba područje oko Ližnjana bilo je ključno za nadzor prometnog čvora između uvale Budava gdje je bila glavna luka Histra i premanturskog rta (Slika 3.), oko kojeg je prolazio cjelokupan promet sa sjevernog Jadrana prema jugu. Do 1331. Ližnjan je dio posjeda Pulske biskupije, a nakon toga potpada pod vlast akvilejskog patrijarha. Kao župa, Ližnjan se spominje 1582. godine. Prvi stanovnici Ližnjana dolaze na ove prostore s područja Sinja, Poljica i Imotskog. Od 14. stoljeća pa sve do kraja 18. stoljeća ovim prostorima upravljala je Mletačka Republika. U novijoj povijesti ovaj kraj potpao je pod francusku, austrijsku i talijansku vlast, ali je bio u sastavu Slobodnog Teritorija Trsta, pa dio socijalističke Jugoslavije da bi danas bio sastavni dio Republike Hrvatske [3].

Od 16-17. stoljeća nastaju nova sela – Valtura, Jadreški, Muntić, a nanovo je naseljen Ližnjan. Sredinom 16. stoljeća (1527.) u Ližnjanu je prvi puta izbila kuga i ponovila se 1631. s katastrofalnim posljedicama kada su po nekim pretpostavkama umrli gotovo svi stanovnici Ližnjana (prema popisu iz 1624. Ližnjan je brojio 200 stanovnika). Godine 1853. Ližnjan je imao 931 stanovnika. Ližnjan je 1855. zahvatila kolera koja je odnijela 19 života. Za Ližnjan je karakteristično da se desetljećima nije mjenjao broj stanovnika, a od 17. stoljeća prisutan je lagani porast. Jedini značajni pad stanovništva bilježi se tijekom Prvog svjetskog rata od 1915-1917., kada je većina stanovništva morala napustiti Ližnjan i otići u Češku, Austriju i Mađarsku [3]

.Krajem Prvog svjetskog rata (16. studenog 1918.) pred obalama se dogodila pomorska tragedija talijanskog broda "Cesare Rossari" u kojoj je izgubilo živote većina pripadnika posade jer je brod naletio na postavljenu podmorsku minu. U spomen na tragediju, ožalošćene obitelji su podigle 1919. spomenik nedaleko Rta Munat Veliki. Kroz desetljeća promijenjene različite vlasti od austrijske pa do talijanske uprave, Ližnjanci su po nacionalnom sastavu u velikoj većini bili Hrvati. Nakon podosta provedenih godina pod Italijom, njezinom kapitulacijom dolazi do masovnog ustanka naroda Istre, kojima su se pridružili stanovnici Ližnjana. U NOB-u pala su 135 boraca općine Ližnjan (Ližnjan 17, Jadreški 29, Muntić 20, i Valtura 35 boraca) kojima su u znak zahvalnosti podignuti spomenici [3].



Slika 3. Pogled sa mora na rt Marlera [5]

4. VODOOPSKRBA NASELJA LIŽNJAN

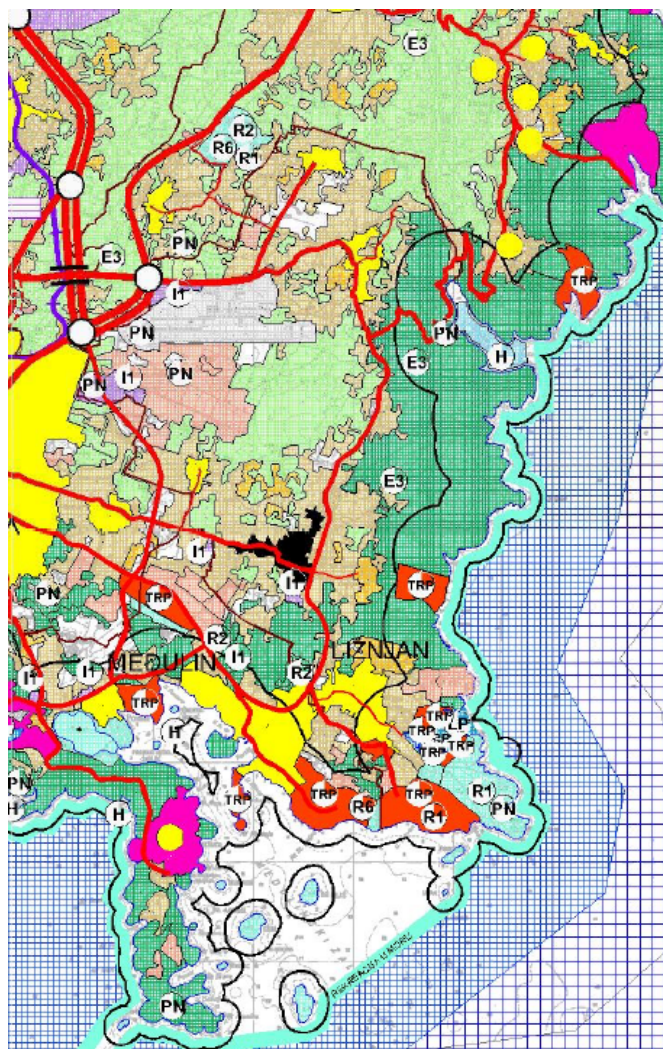
Opskrba vodom na području Općine Ližnjan je zadovoljavajuća u pogledu količina i kvalitete vode te ne predstavlja ograničenje u smislu demografskog i gospodarskog napretka. Pojedini dijelovi mreže na području prostornog plana ne udovoljavaju za protupožarnu količinu, a pojedini dijelovi ne zadovoljavaju u pogledu dovoljnog pritiska. Na području Općine Ližnjan je preko 95% stanovništva priključeno na javnu vodoopskrbnu mrežu što predstavlja značajni postotak [2].

Od postrojenja Butoniga (Slika 4.) voda se crpi u rezervoar Ladavci odakle je izgrađen novi magistralni cjevovod prema Pazinu te dalje do Pule. Kapacitet cjevovoda do Kanfanara iznosi 1783 l/s. Cjevovod od Kanfanara do Pule izgrađen je kapaciteta 841 l/s. Stanje cjevovoda i ostalih vodoopskrbnih objekata u pogledu stabilnosti i sigurnosti je sljedeće: problemi s tlakovima dijela naselja Ližnjan – opskrbni cjevovod Vrčevan – staro groblje u Ližnjanu – visoka zona [2].



Slika 4. Slika jezera Butoniga pri normalnom vodostaju, pogled sa zapada [6]

U budućnosti se planira dogradnja pojedinih glavnih i sekundarnih vodova sa potrebnim vodospremama na cijelom području Istarske županije a prema lokalnim planovima (Slika 5.) I projektima i grafičkim prikazom. U skladu sa budućom usvojenom koncepcijom povezivanja vodoopskrbnog sistema Istre kao i sa ukazanim potrebama za vodom pristupiti će se izgradnji vodoopskrbnog sustava. Na grafičkom prilogu Plana predstavljena je temeljna varijanta povezivanja na nivou Istarske županije. U slučaju pronalaženja vodoopskrbno prihvatljivije opcije vodoopskrbe bilo na pojedinom dijelu neke općine, na nivou više općina ili cijele Istre prihvatiti će se novo usklađeno rješenje bez obzira na grafički prikaz koji bi mogao biti u koliziji sa novim rješenjem vodoopskrbe [2].



Slika 5. Korištenje i namjena prostora na području Istarske županije, prikaz povezivanja infrastrukture na razini županije [2]

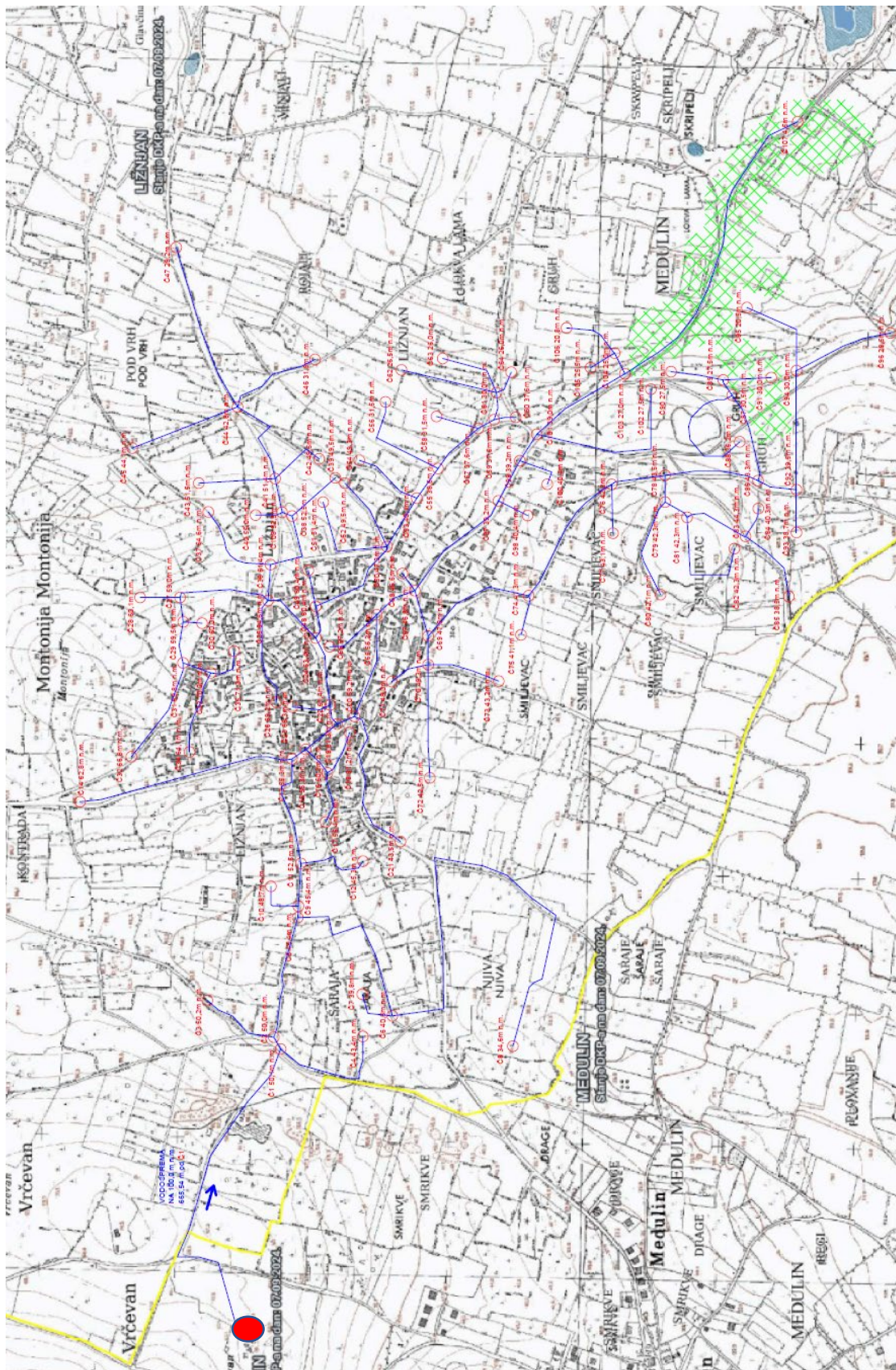
5. IDEJNO RJEŠENJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Zbog spomenutih problema sa niskim tlakovima na većim dionicama vodoopskrbne mreže i potrebe za hidroformnim uređajima kod velikog udjela stanovništva predlaže se idejno rješenje nove vodoopskrbne mreže koja će biti dimenzionirana na način da se izbjegnu dionice sa nedovoljnim tlakovima na što većem postotku vodoopskrbne mreže.

Lokacija vodospreme u susjednoj općini Medulin naznačeno crvenim krugom (Slika 6.), od koje se proteže granata vodoopskrbna mreža kroz naselje Ližnjan ukupne duljine 15302m, sastoji se od 108 dionica od kojih je 16 spojnih dionica, na tim dionicama nema potrošača, te 92 vodoopskrbne dionice.

Na 2 dionice se nalaze hotelski kompleksi, te na 90 ostalih dionica imamo potrošače u koje spada stanovništvo i turisti u privatnom smještaju.

Mreža je projektirana na projektno razbolje od 25 godina, te je predviđeno prosječno povećanje broja stanovnika i turističkog prometa s obzirom na podatke dobavljene od strane Hrvatskog zavoda za statistiku Republike Hrvatske i Turističke zajednice općine Ližnjan.



Slika 6. Lokacija vodospreme (crveni krug) po ponuđenom idejnom rješenju [7] (izradio autor)

5.1 Proračun mjerodavnih količina za vodoopskrbnu mrežu

Ulazni podatci za broj stanovnika preuzeti su od Državnoga zavoda za statistiku Republike Hrvatske iz *“Popisa stanovništva, kućanstava i stanova za rujan 2022.”* [8].

Podatci o broju turista u privatnom smještaju i hotelima dobiveni su od Turističke zajednice Općine Ližnjan kao *“Izveštaj turističkog prometa po danima za godine 2019-2022.”* Iz PPUO Ližnjan stoji *“ [9].*

Na području Općine Ližnjan ne postoje značajniji industrijski potrošači [2].

Izračun mjerodavnog broja stanovnika:

Ulazni podatci:

- broj stanovnika iz 2011. godine: $N_{2011} = 1340$ stanovnika [8]

- broj stanovnika iz 2021. godine: $N_{2021} = 1445$ stanovnika [8]

- projektno razdoblje: $R_p = 25$ godina

Proračun prosječnog rasta broja stanovnika:

a) Prosječni broj stanovnika:

$$\bar{P} = \frac{N_{2011} + N_{2021}}{2} = \frac{1340 + 1445}{2} = 1392,50 \approx 1393 \quad (1)$$

Apsolutni porast stanovnika:

$$D = N_{2021} - N_{2011} = 1445 - 1340 = 105 \quad (2)$$

b) Prosječni godišnji apsolutni porast stanovnika:

$$R = \frac{D}{\text{Broj godina između dva popisa}} = \frac{105}{10} = 10,50 \approx 11 \quad (3)$$

c) Relativni godišnji porast na 1000 stanovnika:

$$\bar{r} = \frac{R}{\bar{P}} = \frac{11}{1393} = 0,79\% \quad (4)$$

Broj stanovnika za predviđeno projektno razdoblje N_p :

$$N_p = N_s * \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{PR} \quad (5)$$

Gdje je:

N_p - proračunati broj stanovnika za projektno razdoblje

N_s – sadašnji broj stanovnika

p – godišnji postotak prirasta (relativni godišnji porast na 1000 stanovnika)

PR - projektno razdoblje

$$N_p = 1445 * \left(1 + \frac{0,79}{100}\right)^{25} \quad (6)$$

$$N_p \approx 1760 \text{ stanovnika}$$

Prikaz mjerodavnog broja turista i potrošnje za turiste i stanovništvo

Predviđeni broj turista u hotelima u privatnom smještaju:

Maksimalni broj noćenja je u kolovozu 2019. godine što iznosi 108.062 noćenja domaćih i stranih gostiju u hotelima i privatnom smještaju iz *“Izveštaja turističkog prometa po danima za godine 2019-2022.”* [9].

Kao mjerodavnu količinu turista dnevno uzimamo prosjek maksimalnog broja noćenja iz kolovoza 2019. godine što iznosi 3486, od čega je 750 kapacitet hotela a preostalih 2736 ulazi u privatni smještaj [9].

Preostalih 750 turista u hotelima se dijeli na Hotel 5★ (*na dionici Č103-Č107*) sa 220 apartmana i 130 soba, te može primiti 700 gostiju, i Hotel 3★ (*na dionici Č89-Č91*) sa 18 apartmana, te može primiti 50 gostiju.

Nakon određivanja broja potrošača koji uključuje stanovništvo, turiste u privatnom smještaju te turiste u hotelima za postavljeni vodoopskrbni sustav. U Tablici 1. prikazani su koeficijenti neravnomjernosti maksimalne satne i dnevne potrošnje od kojih usvajamo one potrebne za promatrani sustav vodoopskrbe. U Tablici 2. vidimo i specifičnu potrošnju vode po glavi stanovnika ($q_{spec.}$) po jedinstvenoj vrsti potrošača, kao i broj jedinstvenih potrošača te njihove usvojene koeficijente neravnomjernosti za maksimalne satne i dnevne potrošnje vode.

Tablica 1. Vrijednosti koeficijenata neravnomjernosti najveće/najmanje dnevne i satne potrošnje [10] (prepravio autor)

Kategorija potrošača	Kmax,dan	Kmax,sat
Naselje seoskog tipa	2,0	3,0
Naselje mješovitog tipa	1,7	2,4
Naselje gradskog tipa		
do 10000 stanovnika	1,5	1,8
od 10000-50000	1,4	1,6
od 50000-100000	1,3	1,5
preko 100000	1,25	1,4
Turistički objekti		
A kategorije	1,4	2,5
ostale kategorije hotela	1,6	2,2
Privatni smještaj	1,8	2,2
Kampovi	2,0	2,3

Mjerodavne količine potrošnje vode za sve potrošače:

Tablica 2. Ulazni parametri za potrošače [10] (prepravio autor)

Vrsta potrošača	k max dan	k max sat	broj potrošača	q _{spec} [l/tur/dan]
Hotel 5★	1.4	2.5	700	500
Hotel 3★	1.6	2.2	50	300
Priv. smje.	1.8	2.2	2736	300
Stanov.	1.5	1.8	1,760	200

Izračun potrošnje vode u srednjim dnevnim, maksimalnim dnevnim i satnim količinama za pojedine potrošače:

Proračun potrošnje vode Q:

$$Q_{sr.dan} = q_{sp.} * N \quad (7)$$

Gdje je:

$Q_{sr.dan}$ – srednji dnevni protok [l/dan]

$q_{sp.}$ – specifična potrošnja vode

N – proračunski broj potrošača

a) Za stanovništvo $Q_{sr.dan}^s$:

$$Q_{sr.dan}^s = 200 * 1760 = 352,000 \frac{l}{dan}$$

b) Za privatni smještaj $Q_{sr.dan}^{ps}$:

$$Q_{sr.dan}^{ps} = 300 * 2736 = 820,800 \frac{l}{dan}$$

c) Za hotele $Q_{sr.dan}^h$:

$$Q_{sr.dan}^{h3} = 300 * 50 = 15,000 \frac{l}{dan}$$

$$Q_{sr.dan}^{h5} = 300 * 700 = 350,000 \frac{l}{dan}$$

Maksimalne dnevne i satne potrošnje $Q_{max.dan}$ i $Q_{max.sat}$:

$$Q_{max.sat} = \frac{Q_{max.dan} * k_{max.sat}}{24} \quad (8)$$

$$Q_{max.dan} = Q_{sr.dan} * k_{max.dan} \quad (9)$$

Gdje je:

$Q_{max.sat}$ – maksimalna satna potrošnja vode [l/s]

$Q_{max.dan}$ – maksimalna dnevna potrošnja vode [l/dan]

$k_{max.sat}$ – koeficijent neravnomjernosti za najveću satnu potrošnju

$k_{max.dan}$ – koeficijent neravnomijernosti za najveću dnevnu potrošnju

a) Za stanovništvo $Q_{max.dan}^s$ i $Q_{max.sat}^s$:

$$Q_{max.dan}^s = 352,000 * 1.5 = 528,000 \frac{l}{dan}$$

$$Q_{max.sat}^s = \frac{528,000 * 1.8}{24} = 39,600 \frac{l}{h} = 11.00 \frac{l}{s}$$

b) Za privatni smještaj $Q^{ps}_{max.dan}$ i $Q^{ps}_{max.sat}$:

$$Q^{ps}_{max.dan} = 820,800 * 1.8 = 1,477,440 \frac{l}{dan}$$

$$Q^{ps}_{max.sat} = \frac{1,477,440 * 2,2}{24} = 135,432 \frac{l}{h} = 37.62 \frac{l}{s}$$

c) Za hotele $Q^h_{max.dan}$ i $Q^h_{max.sat}$:

$$Q^{h3}_{max.dan} = 15,000 * 1.6 = 24,000 \frac{l}{dan}$$

$$Q^{h3}_{max.sat} = \frac{24,000 * 2,2}{24} = 2,200 \frac{l}{h} = 0.61 \frac{l}{s}$$

$$Q^{h5}_{max.dan} = 350,000 * 1.4 = 490,000 \frac{l}{dan}$$

$$Q^{h5}_{max.sat} = \frac{490,000 * 2,5}{24} = 51,041.67 \frac{l}{h} = 14.18 \frac{l}{s}$$

Potrošnja vode za gašenje požara, vlastite potrebe i gubitci

Potrebne količine vode za gašenje požara:

Za gradove od 11,000 do 25,000 stanovnika imamo minimalno gašenje požara od 2 sata. 2 istovremena požara sa specifičnom potrošnjom po jednom požaru od 15 l/s [10].

$$Q_{požar.naselje} = 2 * 2 * 15 * 60 * 60 = 216,000 \frac{l}{dan} = 216 \frac{m^3}{dan} \quad (10)$$

Potrošnja vode za vlastite potrebe:

Iznosi 2% od ukupne maksimalne dnevne potrošnje s obzirom da na obuhvaćenom području stoji iz PPUO Ližnjan stoji "Na području Općine Ližnjan ne postoje značajniji industrijski potrošači." [2].

$$Q_{vl.pot.} = 0.02 * 3,227,740.00 = 64,554.80 \frac{l}{dan} = 64.55 \frac{m^3}{dan} \quad (11)$$

Gubitci vode za nove (izvršne vodove) su 20% od ukupne maksimalne dnevne potrošnje.

$$Q_{gubitci} = 0.2 * 3,227,740.00 = 645,548.00 \frac{l}{dan} = 645.55 \frac{m^3}{dan} \quad (12)$$

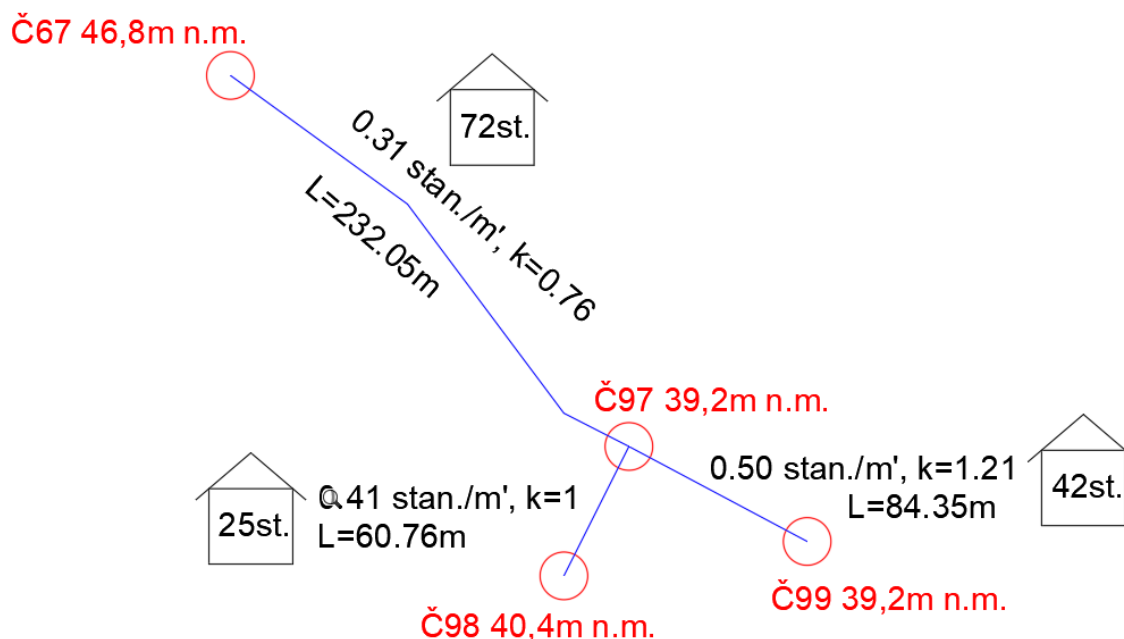
5.2 Proračun koeficijenta opterećenja stanovništvom „K“

Koristeći ovaj proračun, potrebno je definirati koeficijente opterećenja stanovništvom (K) po dionicama vodoopskrbne mreže na kojima se nalaze linijski potrošači. Kada se odrede koeficijenti opterećenja stanovništvom (K), računaju se virtualne dužine (L^l) u m' (Tablica 3.) koje su jednake umnošku stvarne dužine dionice (L) i koeficijenta opterećenja stanovništvom (K).

Za mjerodavnu dionicu vodoopskrbnog sustava uzima se dionica koja je najbližnja po duljini te po opterećenju stanovništvom (broju potrošača) ostalim dionicama vodoopskrbne mreže kako bi se za nju moglo pretpostaviti da je $K=1.0$ [10].

Dionica od čvora 97 do čvora 98 sa 0.411 st./m' koju možemo vidjeti na Slika 7., je prosječna dionica kojoj $K=1$. Tako su dionice koje imaju veći ili manji omjer potrošača po m' od prosječne dionice dodijeljene razmjerno tome koeficijent K. Za dionice bez potrošača $K=0$, dionica Č87-Č89, (Tablica 3.).

U primjeru (Slika 7.) je prikazana prosječna dionica promatranog vodoopskrbnog sustava i možemo vidjeti princip određivanja koeficijenta opterećenja stanovništvom. Istim principom dolazimo do podataka u Tablici 3.,



Slika 7. Primjer određivanja koeficijenta opterećenja stanovništvom „K“

Tablično (Tablica 3.) je određena prosječna dionica Č97-Č98, te su razmjerno njoj određeni koeficijenti opterećenja stanovništvom za preostale dionice vodoopskrbne mreže. Na Slika 7. vidimo dionice Č67-Č97 i Č97-Č99 uz odabranu prosječnu dionicu te one imaju ovisno o omjeru stanovnika/m' u odnosu na onaj prosječne dionice veći ili manji koeficijent opterećenja stanovništvom K.

U Tablici 3. su koeficijenti opterećenja stanovništvom za sve pojedine dionice, te prikazani u formatu: dionica od-do, duljina dionice, broj stanovnika (potrošaća) po m' dionice, koeficijent opterećenja stanovništvom K, i virtualna duljina dionice koja je umnožak duljine dionice i koeficijenta opterećenja stanovništvom K.

Na dnu Tablice 3. vidimo sumu virtualnih duljina (L'), koji iznosi $L' = 11052.50$ m, pomoću koje određujemo specifični protok ($q_{\text{spec.}}$) za stanovništvo i turiste u privatnom smještaju.

Tablica 3. Proračun koeficijenta K opterećenja stanovništvom za sve dionice vodoopskrbne mreže (izradio autor)

Dionica	Duljina dionice [m]	Gustoća stanovnika [stan./m ³]	Koef. opterećenja stan. K [l]	Virtualna duljina L' [m']
VS 1	663.54	0.00	0.00	0.00
1 2	25.41	0.00	0.00	0.00
2 3	147.65	0.06	0.15	21.93
1 4	239.49	0.10	0.25	60.93
2 5	229.06	0.10	0.23	53.62
5 6	328.21	0.10	0.25	80.43
6 7	82.22	0.27	0.65	53.62
6 8	901.21	0.09	0.22	194.97
5 9	20.35	0.00	0.00	0.00
9 10	85.99	0.77	1.87	160.85
9 11	79.65	0.28	0.67	53.62
11 12	140.64	0.18	0.43	60.93
11 13	213.64	0.30	0.73	155.98
13 14	407.10	0.22	0.53	214.47
13 15	31.32	0.00	0.00	0.00
15 16	59.63	0.55	1.35	80.43
16 17	97.32	0.88	2.15	209.60
16 18	88.04	0.57	1.38	121.86
15 19	75.08	1.17	2.86	214.47
19 20	35.08	0.00	0.00	0.00
20 21	283.71	0.37	0.90	255.90
19 22	39.43	0.56	1.36	53.62
22 23	72.82	0.95	2.31	168.16
22 24	129.77	0.66	1.62	209.60
24 25	118.81	0.37	0.90	107.23
25 26	203.13	0.35	0.86	175.48
25 27	175.16	0.22	0.54	95.05
27 28	74.38	0.44	1.08	80.43
27 29	45.81	0.00	0.00	0.00
29 30	35.19	0.88	2.15	75.55
29 31	77.89	0.12	0.28	21.93
31 32	203.84	0.25	0.60	121.86
31 33	55.13	0.40	0.97	53.62
33 34	155.42	0.46	1.13	175.48
33 35	76.59	0.57	1.40	107.23
25 36	67.01	0.00	0.00	0.00
36 37	170.71	0.23	0.56	95.05
36 38	138.91	0.36	0.88	121.86
38 108	19.74	0.00	0.00	0.00
38 39	107.51	0.23	0.57	60.93
108 40	50.34	0.66	1.60	80.43
108 41	64.21	0.00	0.00	0.00
41 42	109.98	0.60	1.46	160.85
41 43	142.30	0.48	1.18	168.16
41 44	183.74	0.21	0.52	95.05
44 45	210.39	0.16	0.38	80.43
44 46	179.30	0.32	0.79	141.35
44 47	319.75	0.08	0.19	60.93
24 48	61.26	0.41	0.99	60.93
48 49	68.71	1.00	2.45	168.16
48 50	184.19	0.47	1.14	209.60
50 51	188.70	0.35	0.85	160.85
50 52	143.46	0.31	0.75	107.23
50 53	105.97	0.44	1.08	114.55

Dionica	Duljina dionice [m]	Gustoća stanovnika [stan./m ³]	Koef. opterećenja stan. K [l]	Virtualna duljina L' [m']
53 54	131.58	0.33	0.81	107.23
53 55	68.02	0.32	0.79	53.62
55 56	197.32	0.33	0.82	160.85
55 57	106.32	0.47	1.15	121.86
57 58	80.66	0.79	1.93	155.98
57 59	33.81	0.50	1.23	41.43
59 60	40.64	0.81	1.98	80.43
59 61	51.85	0.00	0.00	0.00
61 62	181.79	0.38	0.93	168.16
61 63	130.20	0.36	0.88	114.55
61 64	50.20	0.50	1.21	60.93
20 65	196.79	0.69	1.67	329.02
65 66	111.17	0.35	0.85	95.05
65 67	85.88	0.29	0.71	60.93
67 68	39.42	0.56	1.36	53.62
67 69	88.12	1.34	3.26	287.58
69 70	53.25	0.00	0.00	0.00
70 71	76.67	0.86	2.10	160.85
70 72	210.85	0.34	0.83	175.48
70 73	136.74	0.42	1.03	141.35
69 74	223.95	0.22	0.54	121.86
74 75	75.19	0.56	1.36	102.36
74 76	264.02	0.20	0.49	129.17
76 77	90.90	0.24	0.59	53.62
76 78	101.89	0.25	0.60	60.93
78 79	50.00	0.00	0.00	0.00
79 80	190.90	0.22	0.54	102.36
79 81	50.76	0.00	0.00	0.00
81 82	227.95	0.14	0.35	80.43
81 83	121.86	0.36	0.88	107.23
83 84	58.20	0.19	0.46	26.81
83 85	146.94	0.44	1.06	155.98
78 86	176.37	0.24	0.58	102.36
86 87	169.95	0.12	0.29	48.74
87 88	249.12	0.35	0.86	214.47
87 89	33.93	0.00	0.00	0.00
89 90	98.42	0.45	1.09	107.23
89 91	89.59	0.31	0.76	68.24
86 92	74.68	0.29	0.72	53.62
92 93	79.60	0.53	1.29	102.36
92 94	221.96	0.18	0.43	95.05
94 95	177.57	0.26	0.65	114.55
94 96	189.60	0.35	0.85	160.85
67 97	232.05	0.31	0.76	175.48
97 98	60.76	0.41	1.00	60.93
97 99	84.35	0.50	1.21	102.36
99 100	87.23	0.61	1.48	129.17
99 101	58.52	0.00	0.00	0.00
101 102	328.26	0.38	0.92	302.21
101 103	199.98	0.36	0.88	175.48
103 104	42.96	0.00	0.00	0.00
104 105	52.32	0.32	0.79	41.43
104 106	108.63	0.61	1.48	160.85
103 107	599.10	0.14	0.34	202.28
				11052.50

5.3 Hidraulički proračun sa koeficijentom opterećenja stanovništvom „K“

Proračunom koeficijenta K opterećenja stanovništvom za sve dionice vodoopskrbne mreže dobivamo sumu virtualnih duljina, time i specifičnu potrošnju vode po m' dionice.

Za stanovništvo i turiste u privatnom smještaju:

Za stanovništvo $Q_{max.sat}^s$:

$$Q_{max.sat}^s = 39,600 \frac{l}{h} = 11.00 \frac{l}{s}$$

Za privatni smještaj $Q_{max.sat}^{ps}$:

$$Q_{max.sat}^{ps} = 135,432 \frac{l}{h} = 37.62 \frac{l}{s}$$

Suma virtualnih duljina iznosi izvučena iz Tablice 3.: $\Sigma L_{virt.} = 11,052.50$ m

Iz gore navedenih podataka proračunavamo specifičnu potrošnju vode $q_{spec.}$ [l/s/m]:

$$q_{spec.} = \frac{Q_{max.sat}^s + Q_{max.sat}^{ps}}{60 * 60} = \frac{39600 + 135432}{11052.50} = 0.0044 \text{ l/s/m} \quad (13)$$

Hoteli, kampovi i industrijski potrošači ukoliko ih ima dodaju se na dionice na kojima troše vodu. U promatranom sustavu to su hoteli sa 3 (Č89-Č91) i 5 (Č103-107) zvjezdica (Tablica 4.).

Njihova potrošnja prethodno proračunata u točki 5.2 iznosi:

$$Q_{max.sat}^{h3} = \frac{24,000 * 2,2}{24} = 2,200 \frac{l}{h} = 0.61 \frac{l}{s}$$

$$Q_{max.sat}^{h5} = \frac{490,000 * 2,5}{24} = 51,041.67 \frac{l}{h} = 14.18 \frac{l}{s}$$

<

Primjer na dionici od Č9-Č10:

Dionica Č9-Č10 (Tablica 4.), ima duljinu $L = 85.99\text{m}$ i koeficijent $k = 1.871$ vidljivo na Tablici 4.. Koeficijent virtualnih duljina ove karakteristične dionice je 87.1% veći od onoga prosječne dionice na promatranom vodoopskrbnom sustavu, to predstavlja veću gustoću stanovništva s obzirom na duljinu dionice.

Potrošnja vode za stanovništvo i turiste na dionici:

$$Q^{\check{9}-\check{10}} = L * q_{spec.} * k = 85.99 * 0.0044 * 1.871 = 0.70759 \frac{l}{s} \quad (14)$$

S obzirom da je dionica Č9-Č10 krajnja dionica, nakon nje nema više grananja na tom dijelu vodoopskrbnog sustava $Q^{\check{9}-\check{10}}$ je također ukupni potreban protok za tu dionicu na koji se dodaje $Q_{po\check{z}.}$.

$$Q_{mjer.}^{\check{9}-\check{10}} = Q^{\check{9}-\check{10}} + Q_{po\check{z}.} = 0.70759 + 30 = 30.71 \frac{l}{s} \quad (15)$$

Istim principom se proračunava potrošnja vode na preostalim dionicama sustava:

$$\sum Q^{VS-\check{107}} = 63.41 \frac{l}{s}$$

Te mjerodavna količina potrošnje vode za sustav:

$$\sum Q_{mjer.}^{VS-\check{107}} = \sum Q^{VS-\check{107}} + Q_{po\check{z}.} = 93.41 \frac{l}{s}$$

U Tablici 4. sadržan je proračun protoka vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan, izrađen koristeći koeficijent opterećenja stanovništvom K , koji nam daje potrošnju vode za linijske potrošače stanovništva i turista u privatnom smještaju, turisti smješteni u hotele imaju konstantnu predviđenu potrošnju vode.

U tablici su prikazane dionice vodoopskrbnog sustava od-do, duljine dionica (L) u m, specifična potrošnja vode za linijske potrošače ($q_{spec.}$) u l/s/m, potrošnja vode za turiste u hotelima l/s, koeficijent opterećenja stanovništvom K , virtualna duljina dionice (L) u m, potrošnja vode za turiste u privatnome smještaju i stanovništvo (Q) u l/s.

Zatim su proračunati vlastiti, tranzitni i ukupni protoci za svaku pojedinu dionicu d_i je također u obzir uzeta i protupožarna količina vode ($Q_{pož.}$) u l/s, što na kraju daje ukupnu mjerodavnu količinu vode za svaku pojedinu dionicu ($Q_{mjer.}$) u l/s sa kojom dimenzioniramo potrebne profilacije cijevi (D) u mm na vodoopskrbnom sustavu za naselje Ližnjan.

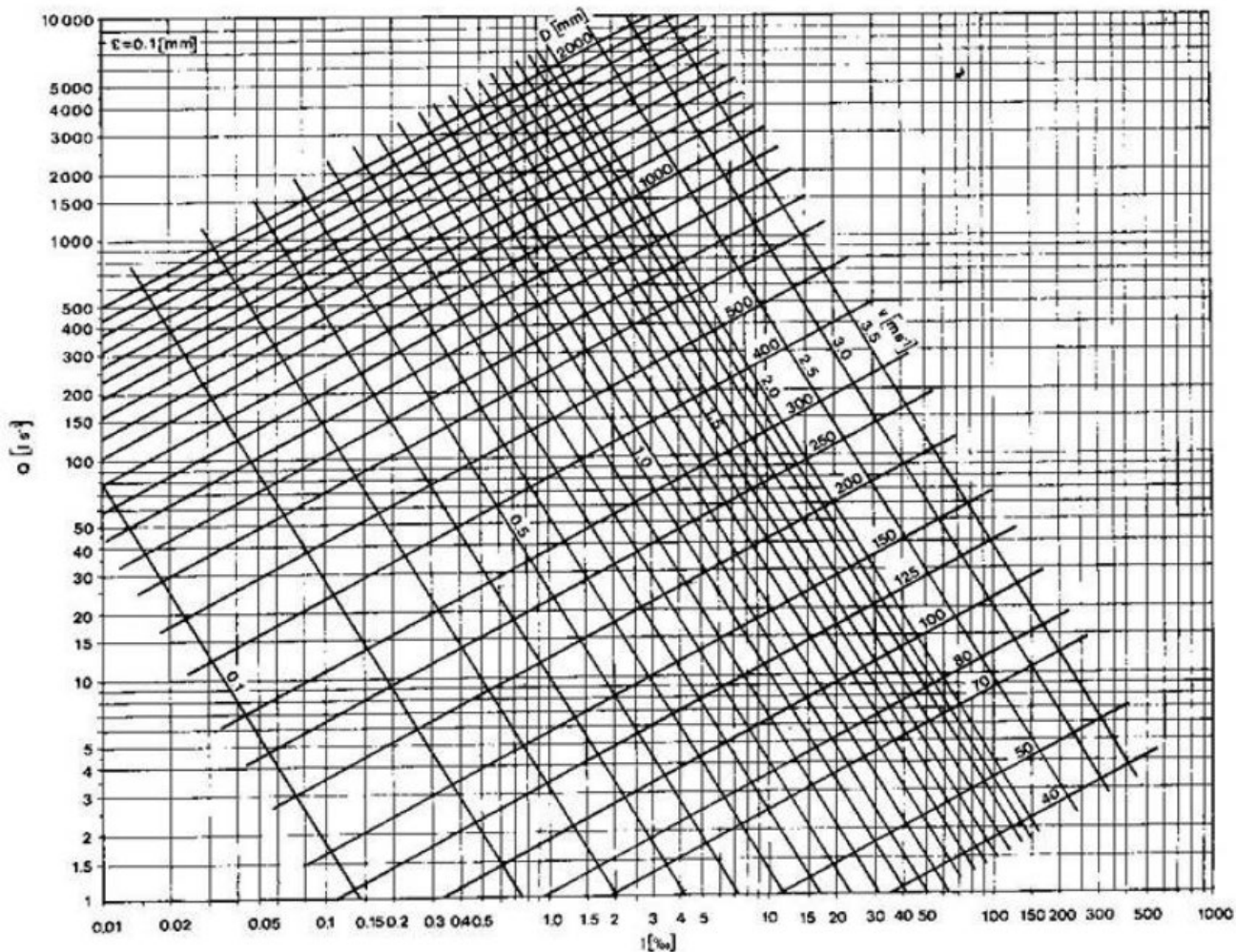
Tablica 4. Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom koeficijenata opterećenja stanovništvom K (izradio autor)

PRORAČUN PROTOKA NASELJA LIŽNJAN - koeficijent opterećenja stanovništvom K													
Dionica	Duljina dionice L [m]	q _{spec} (st+p.s) [l/s/m]	Hotel 5* [l/s]	Hotel 3* [l/s]	Koef. Opterećenja stan. K [l]	Virtualna duljina dionice L' [m]	Stan. + Turs. [l/s]	Protok Q			Q _{poz} [l/s]	Q _{injier.} [l/s]	
								Vlastiti [l/s]	Tranzitni [l/s]	Ukupni [l/s]			
od-do	[m]	[l/s/m]	[l/s]	[l/s]	K [l]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
VS	1	663.54	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	63.41	63.41	30.00	93.41	
1	2	25.41	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	63.14	63.14	30.00	93.14	
2	3	147.65	0.004		0.149	21.93	0.09649	0.10	0.00	0.10	30.00	30.10	
1	4	239.49	0.004		0.254	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
2	5	229.06	0.004		0.234	53.62	0.23586	0.24	63.05	63.28	30.00	93.28	
5	6	328.21	0.004		0.245	80.43	0.35379	0.35	1.09	1.45	30.00	31.45	
6	7	82.22	0.004		0.652	53.62	0.23586	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
6	8	901.21	0.004		0.216	194.97	0.85768	0.86	0.00	0.86	30.00	30.86	
5	9	20.35	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	61.60	61.60	30.00	91.60	
9	10	85.99	0.004		1.871	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
9	11	79.65	0.004		0.673	53.62	0.23586	0.24	60.65	60.89	30.00	90.89	
11	12	140.64	0.004		0.433	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
11	13	213.64	0.004		0.730	155.98	0.68615	0.69	59.70	60.39	30.00	90.39	
13	14	407.10	0.004		0.527	214.47	0.94345	0.94	0.00	0.94	30.00	30.94	
13	15	31.32	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	58.76	58.76	30.00	88.76	
15	16	59.63	0.004		1.349	80.43	0.35379	0.35	1.46	1.81	30.00	31.81	
16	17	97.32	0.004		2.154	209.60	0.92201	0.92	0.00	0.92	30.00	30.92	
16	18	88.04	0.004		1.384	121.86	0.53605	0.54	0.00	0.54	30.00	30.54	
15	19	75.08	0.004		2.856	214.47	0.94345	0.94	56.00	56.95	30.00	86.95	
19	20	35.08	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	3.50	3.50	30.00	33.50	
20	21	283.71	0.004		0.902	255.90	1.12571	1.13	0.00	1.13	30.00	31.13	
19	22	39.43	0.004		1.360	53.62	0.23586	0.24	19.10	19.34	30.00	49.34	
22	23	72.82	0.004		2.309	168.16	0.73975	0.74	0.00	0.74	30.00	30.74	
22	24	129.77	0.004		1.615	209.60	0.92201	0.92	17.44	18.37	30.00	48.37	
24	25	118.81	0.004		0.903	107.23	0.47173	0.47	8.67	9.15	30.00	39.15	
25	26	203.13	0.004		0.864	175.48	0.77192	0.77	0.00	0.77	30.00	30.77	
25	27	175.16	0.004		0.543	95.05	0.41812	0.42	2.80	3.22	30.00	33.22	
27	28	74.38	0.004		1.081	80.43	0.35379	0.35	0.00	0.35	30.00	30.35	
27	29	45.81	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	2.44	2.44	30.00	32.44	
29	30	35.19	0.004		2.147	75.55	0.33235	0.33	0.00	0.33	30.00	30.33	
29	31	77.89	0.004		0.282	21.93	0.09649	0.10	2.02	2.11	30.00	32.11	
31	32	203.84	0.004		0.598	121.86	0.53605	0.54	0.00	0.54	30.00	30.54	
31	33	55.13	0.004		0.973	53.62	0.23586	0.24	1.24	1.48	30.00	31.48	
33	34	155.42	0.004		1.129	175.48	0.77192	0.77	0.00	0.77	30.00	30.77	
33	35	76.59	0.004		1.400	107.23	0.47173	0.47	0.00	0.47	30.00	30.47	
25	36	67.01	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	4.69	4.69	30.00	34.69	
36	37	170.71	0.004		0.557	95.05	0.41812	0.42	0.00	0.42	30.00	30.42	
36	38	138.91	0.004		0.877	121.86	0.53605	0.54	3.73	4.27	30.00	34.27	
38	108	19.74	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	3.73	3.73	30.00	33.73	
38	39	107.51	0.004		0.567	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
108	40	50.34	0.004		1.598	80.43	0.35379	0.35	0.00	0.35	30.00	30.35	
108	41	64.21	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	3.11	3.11	30.00	33.11	
41	42	109.98	0.004		1.463	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
41	43	142.30	0.004		1.182	168.16	0.73975	0.74	0.00	0.74	30.00	30.74	
41	44	183.74	0.004		0.517	95.05	0.41812	0.42	1.24	1.66	30.00	31.66	
44	45	210.39	0.004		0.382	80.43	0.35379	0.35	0.00	0.35	30.00	30.35	
44	46	179.30	0.004		0.788	141.35	0.62182	0.62	0.00	0.62	30.00	30.62	
44	47	319.75	0.004		0.191	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
24	48	61.26	0.004		0.995	60.93	0.26803	0.27	8.03	8.30	30.00	38.30	
48	49	68.71	0.004		2.448	168.16	0.73975	0.74	0.00	0.74	30.00	30.74	
48	50	184.19	0.004		1.138	209.60	0.92201	0.92	6.37	7.29	30.00	37.29	
50	51	188.70	0.004		0.852	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
50	52	143.46	0.004		0.747	107.23	0.47173	0.47	0.00	0.47	30.00	30.47	

Tablica 4. Nastavak – Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom koeficijenata opterećenja stanovništvom K (izradio autor)

PRORAČUN PROTOKA NASELJA LIŽNJAN - koeficijent opterećenja stanovništvom K													
Dionica	Duljina dionice L [m]	q _{spec} (st+p.s) [l/s/m]	Hotel 5* [l/s]	Hotel 3* [l/s]	Koef. Opterećenja stan. K [l]	Virtualna duljina dionice L' [m]	Stan. + Turs. [l/s]	Protok Q			Q _{pož} [l/s]	Q _{mjer.} [l/s]	
								Vlastiti [l/s]	Tranzitni [l/s]	Ukupni [l/s]			
od-do	[m]	[l/s/m]	[l/s]	[l/s]	[l]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
50	53	105.97	0.004		1.081	114.55	0.50389	0.50	4.69	5.19	30.00	35.19	
53	54	131.58	0.004		0.815	107.23	0.47173	0.47	0.00	0.47	30.00	30.47	
53	55	68.02	0.004		0.788	53.62	0.23586	0.24	3.98	4.21	30.00	34.21	
55	56	197.32	0.004		0.815	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
55	57	106.32	0.004		1.146	121.86	0.53605	0.54	2.73	3.27	30.00	33.27	
57	58	80.66	0.004		1.934	155.98	0.68615	0.69	0.00	0.69	30.00	30.69	
57	59	33.81	0.004		1.226	41.43	0.18226	0.18	1.87	2.05	30.00	32.05	
59	60	40.64	0.004		1.979	80.43	0.35379	0.35	0.00	0.35	30.00	30.35	
59	61	51.85	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	1.51	1.51	30.00	31.51	
61	62	181.79	0.004		0.925	168.16	0.73975	0.74	0.00	0.74	30.00	30.74	
61	63	130.20	0.004		0.880	114.55	0.50389	0.50	0.00	0.50	30.00	30.50	
61	64	50.20	0.004		1.214	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
20	65	196.79	0.004		1.672	329.02	1.44734	1.45	33.85	35.30	30.00	65.30	
65	66	111.17	0.004		0.855	95.05	0.41812	0.42	0.00	0.42	30.00	30.42	
65	67	85.88	0.004		0.709	60.93	0.26803	0.27	33.17	33.43	30.00	63.43	
67	68	39.42	0.004		1.360	53.62	0.23586	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
67	69	88.12	0.004		3.263	287.58	1.26508	1.27	11.55	12.81	30.00	42.81	
69	70	53.25	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	21.00	21.00	30.00	51.00	
70	71	76.67	0.004		2.098	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
70	72	210.85	0.004		0.832	175.48	0.77192	0.77	0.00	0.77	30.00	30.77	
70	73	136.74	0.004		1.034	141.35	0.62182	0.62	0.00	0.62	30.00	30.62	
69	74	223.95	0.004		0.544	121.86	0.53605	0.54	8.91	9.44	30.00	39.44	
74	75	75.19	0.004		1.361	102.36	0.45028	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
74	76	264.02	0.004		0.489	129.17	0.56822	0.57	7.89	8.46	30.00	38.46	
76	77	90.90	0.004		0.590	53.62	0.23586	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
76	78	101.89	0.004		0.598	60.93	0.26803	0.27	7.39	7.65	30.00	37.65	
78	79	50.00	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	2.08	2.08	30.00	32.08	
79	80	190.90	0.004		0.536	102.36	0.45028	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
79	81	50.76	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	1.63	1.63	30.00	31.63	
81	82	227.95	0.004		0.353	80.43	0.35379	0.35	0.00	0.35	30.00	30.35	
81	83	121.86	0.004		0.880	107.23	0.47173	0.47	0.80	1.28	30.00	31.28	
83	84	58.20	0.004		0.461	26.81	0.11793	0.12	0.00	0.12	30.00	30.12	
83	85	146.94	0.004		1.062	155.98	0.68615	0.69	0.00	0.69	30.00	30.69	
78	86	176.37	0.004		0.580	102.36	0.45028	0.45	4.86	5.31	30.00	35.31	
86	87	169.95	0.004		0.287	48.74	0.21442	0.21	2.33	2.54	30.00	32.54	
87	88	249.12	0.004		0.861	214.47	0.94345	0.94	0.00	0.94	30.00	30.94	
87	89	33.93	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	1.38	1.38	30.00	31.38	
89	90	98.42	0.004		1.090	107.23	0.47173	0.47	0.00	0.47	30.00	30.47	
89	91	89.59	0.004	0.61	0.762	68.24	0.30019	0.91	0.00	0.91	30.00	30.91	
86	92	74.68	0.004		0.718	53.62	0.23586	0.24	2.08	2.32	30.00	32.32	
92	93	79.60	0.004		1.286	102.36	0.45028	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
92	94	221.96	0.004		0.428	95.05	0.41812	0.42	1.21	1.63	30.00	31.63	
94	95	177.57	0.004		0.645	114.55	0.50389	0.50	0.00	0.50	30.00	30.50	
94	96	189.60	0.004		0.848	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
67	97	232.05	0.004		0.756	175.48	0.77192	0.77	19.35	20.12	30.00	50.12	
97	98	60.76	0.004		1.003	60.93	0.26803	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
97	99	84.35	0.004		1.214	102.36	0.45028	0.45	18.63	19.08	30.00	49.08	
99	100	87.23	0.004		1.481	129.17	0.56822	0.57	0.00	0.57	30.00	30.57	
99	101	58.52	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	18.06	18.06	30.00	48.06	
101	102	328.26	0.004		0.921	302.21	1.32941	1.33	0.00	1.33	30.00	31.33	
101	103	199.98	0.004		0.877	175.48	0.77192	0.77	15.96	16.73	30.00	46.73	
103	104	42.96	0.004		0.000	0.00	0.00000	0.00	0.89	0.89	30.00	30.89	
104	105	52.32	0.004		0.792	41.43	0.18226	0.18	0.00	0.18	30.00	30.18	
104	106	108.63	0.004		1.481	160.85	0.70759	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
103	107	599.10	0.004	14.18	0.338	202.28	0.88985	15.07	0.00	15.07	30.00	45.07	

Cijevi vodoopskrbnog sustava dimenzionirane su pomoću nomograma hidrauličkih parametara za okrugle cijevi (Slika 8.)



Slika 8. Nomogram hidrauličkih parametara za okrugle cijevi (uz apsolutnu hrapavost $\varepsilon = 0,1 \text{ mm}$) [10]

Pomoću proračunatih protoka (Q) i limitiranih brzina toka (v) (Tablica 5.) biramo promjer cijevi (D) (Tablica 6.) unutar dopuštenih brzina protjecanja (v) i određujemo pad cijevi (I), sa dobivenim podacima izrađujemo hidraulički proračun za promatrani sustav i dimenzioniramo tlakove u čvorovima.

Tablica 5.. Ekonomske brzine u postupku dimenzioniranja cijevovoda [10]

Obilježja cjevovoda	Promjer cijevi D [mm]	Brzina protjecanja v [m/s]
Gravitacijski	$100 < D < 300$	$0,60 \leq v \leq 1,00$
	$400 < D < 600$	$1,00 \leq v \leq 1,30$
	$D = 700$	$1,50 \leq v \leq 2,00$
Tlačni		$1,00 \leq v \leq 2,00$

Tablica 6. Dimenzioniranje profila cijevbrzina protoka, padova cijevi i komponenta tlakova (izradio autor)

Dionica		DIMENZIONIRANJE					DIMENZIONIRANJE				
		Promjer cijevi D [mm]	Brzina u cijevi v [m/s]	Pad cijevi I [%]	Linijski gubitci h_{tr} [m]	Brzinska visina $v^2/2g$ [m]	Promjer cijevi D [mm]	Brzina u cijevi v [m/s]	Pad cijevi I [%]	Linijski gubitci h_{tr} [m]	Brzinska visina $v^2/2g$ [m]
VS	od-do										
	1	300	1.32	4.50	2.99	0.09	200	1.12	5.50	0.58	0.06
1	2	300	1.32	4.40	0.11	0.09	200	0.97	5.25	0.69	0.05
2	3	150	1.70	22.00	3.25	0.15	200	1.09	5.50	0.37	0.06
1	4	150	1.71	22.50	5.39	0.15	200	0.98	5.25	1.04	0.05
2	5	300	1.32	4.50	1.03	0.09	200	1.06	5.25	0.56	0.06
5	6	200	1.00	5.50	1.81	0.05	200	0.98	5.25	0.42	0.05
6	7	200	0.96	5.25	0.43	0.05	200	1.02	5.25	0.18	0.05
6	8	200	0.98	5.25	4.73	0.05	200	0.97	5.25	0.21	0.05
5	9	300	1.30	4.30	0.09	0.09	200	1.00	5.25	0.27	0.05
9	10	200	0.98	5.25	0.45	0.05	200	0.98	5.25	0.95	0.05
9	11	300	1.29	4.25	0.34	0.08	200	0.97	5.25	0.68	0.05
11	12	200	0.96	5.25	0.74	0.05	300	0.92	2.65	0.52	0.04
11	13	300	1.28	4.25	0.91	0.08	200	0.97	5.25	0.58	0.05
13	14	150	1.75	22.50	9.16	0.16	200	0.90	2.65	0.23	0.04
13	15	300	1.26	4.00	0.13	0.08	200	0.96	5.25	0.21	0.05
15	16	200	1.01	5.40	0.32	0.05	200	0.96	5.25	0.21	0.05
16	17	200	0.98	5.25	0.51	0.05	200	0.98	5.25	0.40	0.05
16	18	200	0.97	5.25	0.46	0.05	200	0.98	5.25	0.40	0.05
15	19	300	1.23	4.00	0.30	0.08	200	0.98	5.25	1.11	0.05
19	20	200	1.07	5.50	0.19	0.06	200	0.97	5.25	0.72	0.05
20	21	200	0.99	5.25	1.49	0.05	200	1.26	5.50	1.23	0.08
19	22	250	1.01	3.85	0.15	0.05	200	0.97	5.25	0.39	0.05
22	23	200	0.98	5.25	0.38	0.05	200	1.22	5.50	1.45	0.08
22	24	250	0.99	3.70	0.48	0.05	200	0.96	5.25	0.48	0.05
24	25	200	1.25	8.75	1.04	0.08	200	1.20	5.50	0.56	0.07
25	26	200	0.98	5.25	1.07	0.05	200	1.02	5.25	0.26	0.05
25	27	200	1.06	5.85	1.02	0.06	200	0.97	5.25	1.00	0.05
27	28	200	0.97	5.25	0.39	0.05	200	1.01	5.25	0.27	0.05
27	29	200	1.03	5.80	0.27	0.05	200	0.97	5.25	1.20	0.05
29	30	200	0.97	5.20	0.18	0.05	200	1.00	5.25	0.64	0.05
29	31	200	1.02	5.25	0.41	0.05	200	0.98	5.25	0.31	0.05
31	32	200	0.97	5.20	1.06	0.05	200	0.98	5.25	0.77	0.05
31	33	200	1.00	5.25	0.29	0.05	200	1.12	5.50	0.97	0.06
33	34	200	0.98	5.25	0.82	0.05	200	1.04	5.50	0.93	0.05
33	35	200	0.97	5.25	0.40	0.05	200	0.98	5.25	1.31	0.05
25	36	200	1.10	5.50	0.37	0.06	200	1.00	5.25	0.18	0.05
36	37	200	0.97	5.25	0.90	0.05	200	0.97	5.25	0.52	0.05
36	38	200	1.09	5.50	0.76	0.06	200	0.98	5.25	0.47	0.05
38	108	200	1.07	5.50	0.11	0.06	200	1.03	5.25	0.39	0.05
38	39	200	0.96	5.25	0.56	0.05	200	0.97	5.25	0.42	0.05
108	40	200	0.97	5.25	0.26	0.05	200	1.01	5.25	1.17	0.05
108	41	200	1.05	5.50	0.35	0.06	200	0.97	5.25	0.93	0.05
41	42	200	0.98	5.25	0.58	0.05	200	0.98	5.25	1.00	0.05
41	43	200	0.98	5.25	0.75	0.05	250	1.02	4.85	1.13	0.05
41	44	200	1.01	5.25	0.96	0.05	200	0.96	5.25	0.32	0.05
44	45	200	0.97	5.25	1.10	0.05	250	1.00	4.85	0.41	0.05
44	46	200	0.97	5.25	0.94	0.05	200	0.97	5.25	0.46	0.05
44	47	200	0.96	5.25	1.68	0.05	250	0.98	4.85	0.28	0.05
24	48	200	1.22	8.25	0.51	0.08	200	1.00	5.25	1.72	0.05
48	49	200	0.98	5.25	0.36	0.05	250	0.95	4.80	0.96	0.05
48	50	200	1.19	8.25	1.52	0.07	200	0.98	5.25	0.23	0.05
50	51	200	0.98	5.25	0.99	0.05	200	0.96	5.25	0.27	0.05
50	52	200	0.97	5.25	0.75	0.05	250	0.98	4.80	0.57	0.05
							103	0.92	4.80	2.88	0.04

U Tablici 7. nalazi se proračun tlakova po računskim čvorovima vodoopskrbnog sustava, u prvom stupcu su navedeni računski čvorovi po svojoj oznaci, u drugom stupcu se nalazi kota nadmorske visine svakog pojedinog čvora označena u metrima nad morem.

Zatim kota tlačne linije koja je razlika nadmorske visine prethodnog čvora i linijskih gubitaka i kinetičke energije toka vode.

Linijski gubici:

$$\Delta h_{tr} = I * \frac{L}{1000} \quad (16)$$

Δh_{tr} – linijski gubici (m)

I – pad cijevi na dionici (‰)

L – duljna promatrane dionice (m)

Brzinska visina:

$$h_{br} = \frac{v^2}{2 * g} \quad (17)$$

h_{br} – brzinska visina (m)

v – brzina toka vode (m/s)

g – ubrzanje sile teže (g=9.81 m/s²)

U četvrtom stupcu se nalazi tlak u pojedinom čvoru koji je razlika kote tlačne linije i nadmorske visine u promatranom čvoru označen sa metrima vodnog stupca, te u petom stupcu isti taj tlak u barima.

Tablica 7. Tlakovi na svim dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)

Provjera tlakova					Provjera tlakova					Provjera tlakova				
Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru	Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru	Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru
[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]	[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]	[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]
1	50.10	96.93	46.83	4.68	37	54.60	91.05	36.45	3.64	72	42.50	90.57	48.07	4.81
2	50.00	96.81	46.81	4.68	38	52.50	91.17	38.67	3.87	73	43.20	90.96	47.76	4.78
3	50.20	93.51	43.31	4.33	108	52.50	91.06	38.56	3.86	74	41.30	90.68	49.38	4.94
4	43.40	91.54	48.14	4.81	39	49.50	90.62	41.12	4.11	75	41.10	90.31	49.21	4.92
5	45.40	95.78	50.38	5.04	40	55.00	90.81	35.81	3.58	76	42.30	89.23	46.93	4.69
6	40.60	94.02	53.42	5.34	41	51.40	90.71	39.31	3.93	77	43.10	88.78	45.68	4.57
7	39.80	93.59	53.79	5.38	42	49.50	90.14	40.64	4.06	78	43.50	88.67	45.17	4.52
8	34.60	89.29	54.69	5.47	43	51.50	89.97	38.47	3.85	79	42.30	88.43	46.13	4.61
9	45.40	95.66	50.26	5.03	44	42.80	89.75	46.95	4.69	80	42.10	87.43	45.33	4.53
10	48.70	95.24	46.54	4.65	45	44.10	88.65	44.55	4.45	81	42.30	88.16	45.86	4.59
11	52.50	95.32	42.82	4.28	46	31.80	88.81	57.01	5.70	82	42.30	86.97	44.67	4.47
12	45.30	94.62	49.32	4.93	47	29.20	88.07	58.87	5.89	83	44.30	87.52	43.22	4.32
13	55.30	94.38	39.08	3.91	48	60.40	92.82	32.42	3.24	84	40.30	87.22	46.92	4.69
14	62.80	93.43	30.63	3.06	49	60.40	92.48	32.08	3.21	85	38.50	86.75	48.25	4.83
15	55.30	94.25	38.95	3.90	50	47.30	91.30	44.00	4.40	86	43.30	87.71	44.41	4.44
16	60.30	93.96	33.66	3.37	51	51.40	90.33	38.93	3.89	87	30.50	86.78	56.28	5.63
17	55.40	93.45	38.05	3.80	52	49.50	90.57	41.07	4.11	88	36.20	85.48	49.28	4.93
18	61.20	93.49	32.29	3.23	53	40.10	90.73	50.63	5.06	89	27.50	86.61	59.11	5.91
19	61.30	93.95	32.65	3.27	54	49.30	90.05	40.75	4.08	90	27.50	86.10	58.60	5.86
20	59.20	93.78	34.58	3.46	55	38.60	90.36	51.76	5.18	91	30.00	86.14	56.14	5.61
21	43.50	92.30	48.80	4.88	56	31.50	89.33	57.83	5.78	92	39.50	87.33	47.83	4.78
22	61.40	93.83	32.43	3.24	57	37.60	89.80	52.20	5.22	93	38.70	86.92	48.22	4.82
23	66.30	93.45	27.15	2.71	58	31.50	89.39	57.89	5.79	94	30.00	86.16	56.16	5.62
24	63.40	93.35	29.95	2.99	59	37.60	89.63	52.03	5.20	95	20.50	85.24	64.74	6.47
25	64.60	92.28	27.68	2.77	60	37.60	89.42	51.82	5.18	96	28.50	85.17	56.67	5.67
26	69.20	91.24	22.04	2.20	61	30.00	89.36	59.36	5.94	97	39.20	91.91	52.71	5.27
27	59.00	91.28	32.28	3.23	62	26.50	88.41	61.91	6.19	98	40.40	91.60	51.20	5.12
28	60.10	90.90	30.80	3.08	63	26.00	88.68	62.68	6.27	99	39.20	91.50	52.30	5.23
29	59.50	91.01	31.51	3.15	64	26.00	89.10	63.10	6.31	100	40.40	91.05	50.65	5.06
30	60.00	90.84	30.84	3.08	65	56.20	93.27	37.07	3.71	101	39.00	91.22	52.22	5.22
31	69.80	90.61	20.81	2.08	66	57.20	92.68	35.48	3.55	102	27.50	89.50	62.00	6.20
32	66.80	89.55	22.75	2.28	67	46.80	93.05	46.25	4.62	103	27.00	90.26	63.26	6.33
33	70.00	90.32	20.32	2.03	68	46.60	92.83	46.23	4.62	104	25.00	90.04	65.04	6.50
34	64.10	89.51	25.41	2.54	69	47.80	91.89	44.09	4.41	105	25.50	89.76	64.26	6.43
35	71.30	89.92	18.62	1.86	70	49.30	91.67	42.37	4.24	106	20.80	89.19	68.39	6.84
36	61.40	91.93	30.53	3.05	71	48.00	91.28	43.28	4.33	107	4.50	87.39	82.89	8.29

5.4 Hidraulički proračun sa raspodjelom stanovništva po dionicama

Hidraulički proračun sa raspodjelom stanovništva izvodimo tako da na svakoj pojedinoj dionici razmatramo broj naseljivih stambenih jedinica kojima dodjeljujemo stanovništvo i turiste u privatnom smještaju sa vrijednošću od 3-4 potrošača po stambenoj jedinici, od čega formiramo ukupne brojke potrošača na dionicama.

Broj potrošača po dionici je određen i podijeljen na 2 vrste: stanovništvo i turisti, te za njih izvodimo ($q_{spec.stan}$) u l/s/stan. i ($q_{spec.tur.}$) u l/s/tur.

Za stanovništvo $Q_{max.sat}^s$:

$$Q_{max.sat}^s = 39,600 \frac{l}{h} = 11.00 \frac{l}{s}$$

Za privatni smještaj $Q_{max.sat}^{ps}$:

$$Q_{max.sat}^{ps} = 135,432 \frac{l}{h} = 37.62 \frac{l}{s}$$

Broj stanovnika:

$$N_p = 1760 \text{ stanovnika}$$

Broj turista u privatnom smještaju:

$$N_{ps.} = 2736 \text{ turista}$$

Iz gore navedenih podataka proračunavamo specifičnu potrošnju vode ($q_{spec.stan}$) u l/s/stan. i ($q_{spec.tur.}$) u l/s/tur.

$$q_{spec.stan.} = \frac{Q_{max.sat}^s}{N_p} = \frac{39600}{60 * 60} = \frac{39600}{1760} = 0.00625 \text{ l/s/stan.} \quad (18)$$

$$q_{spec.tur.} = \frac{Q_{max.sat}^{ps}}{N_p} = \frac{135432}{60 * 60} = \frac{135432}{2736} = 0.01375 \text{ l/s/tur.}$$

Hoteli, kampovi i industrijski potrošači ukoliko ih ima dodaju se na dionice na kojima troše vodu. U promatranom sustavu to su hoteli sa 3 (Č89-Č91) i 5 (Č103-107) zvjezdica. Njihova potrošnja prethodno proračunata u točki 5.3 iznosi:

$$Q_{max.sat}^{h3} = \frac{24,000 * 2,2}{24} = 2,200 \frac{l}{h} = 0.61 \frac{l}{s}$$

$$Q_{max.sat}^{h5} = \frac{490,000 * 2,5}{24} = 51,041.67 \frac{l}{h} = 14.18 \frac{l}{s}$$

Primjer na dionici od Č9-Č10:

Dionica Č9-Č10 ima dodijeljeno $n = 66$ potrošača koji su raspodijeljeni kao 38.9% stanovništva i 61.1% turisti u privatnom smještaju.

Broj potrošača na dionici je aproksimiran s obzirom na broj stambenih građevina koje se nalaze na promatranj dionici vodoopskrbnog sustava, te katnosti i bruto površini spomenutih objekata.

Omjer raspodjele je odnos ukupnog broja stanovnika predviđenog za projektno razdoblje $Pr = 25$ godina proračunatog upoglavlju 5.1, i ukupnog broja turista predviđenog iz poglavlja 5.2.

Radi jednostavnosti proračuna je predviđena jednakost omjera na svakoj pojedinačnoj dionici onome ukupnome omjeru stanovništva (38.9 %) i turista (61.1 %) u privatnom smještaju iz čega slijedi:

Potrošnja vode za stanovništvo i turiste na dionici:

$$Q^{\check{C}9-\check{C}10} = (q_{spec.stan.} * 0.389 * n) + (q_{spec.tur.} * 0.611 * n) \quad (19)$$

$$= (0.06 * 0.389 * 66) + (0.01375 * 0.611 * 66) = 0.71495 \frac{l}{s}$$

S obzirom da je dionica Č9-Č10 krajnja dionica, nakon nje nema više grananja na tom dijelu vodoopskrbnog sustava $Q^{\check{c}9-\check{c}10}$ je također ukupni potreban protok za tu dionicu na koji se dodaje $Q_{po\check{z}}$.

$$Q_{mjer.}^{\check{c}9-\check{c}10} = Q^{\check{c}9-\check{c}10} + Q_{po\check{z}} = 0.71495 + 30 = 30.71 \frac{l}{s}$$

Istim principom proračunavamo potrošnju vode na preostalim dionicama sustava:

$$\sum Q^{VS-\check{c}107} = 63.92 \frac{l}{s}$$

Te mjerodavna količina potrošnje vode za sustav:

$$\sum Q_{mjer.}^{VS-\check{c}107} = \sum Q^{VS-\check{c}107} + Q_{po\check{z}} = 93.9 \frac{l}{s}$$

U Tablici 8. sadržan je proračun protoka vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan, izrađen koristeći raspodjelu stanovništva po dionicama vodoopskrbne mreže, stanovništvo je raspodijeljeno po dionicama ovisno o broju stambenih objekata na pojedinoj dionici u omjeru 3-4 stanovnika po stambenoj jedinici, turisti smješteni u hotele imaju konstantnu predviđenu potrošnju vode.

U tablici su prikazane dionice vodoopskrbnog sustava od-do, duljine dionica (L) u m, specifična potrošnja vode za linijske potrošače ($q_{spec.}$) u l/s/stan., potrošnja vode za turiste u hotelima l/s, koeficijent opterećenja stanovništvom K , virtualna duljina dionice (L) u m, potrošnja vode za turiste u privatnome smještaju i stanovništvo (Q) u l/s.

Zatim su proračunati vlastiti, tranzitni i ukupni protoci za svaku pojedinu dionicu di je također u obzir uzeta i protupožarna količina vode ($Q_{pož.}$) u l/s, što na kraju daje ukupnu mjerodavnu količinu vode za svaku pojedinu dionicu ($Q_{mjer.}$) u l/s sa kojom dimenzioniramo potrebne profilacije cijevi (D) u mm na vodoopskrbnom sustavu za naselje Ližnjan.

Dimenzioniranje vodovodnih cijevi:

Cijevi vodoopskrbnog sustava smo dimenzionirali pomoću nomograma hidrauličkih parametara za okrugle cijevi (Slika 8.)

Pomoću proračunatih protoka Q i limitiranih brzina toka v (Tablica 5.) biramo promjer cijevi D (Tablica 8.) unutar dopuštenih brzina protjecanja v i određujemo pad cijevi I pomoću kojeg određujemo ukupne, linijske gubitke (Tablica 9.) i brzinske visine (Tablica 9.).

Tablica 8. Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja LIŽNJAN metodom raspodjele stanovnika po dionicama (izradio autor)

PRORAČUN PROTOKA NASELJA LIŽNJAN - raspodelom stanovništva po dionicama													
Dionica	Duljina dionice L [m]	Stanovnici q_{spec} (st) [l/s/st]	Turisti q_{spec} (p.s.) [l/s/ps]	Hotel 5* [l/s]	Hotel 3* [l/s]	Broj potrošača n	Stan. + Turs. [l/s]	Protok Q			$Q_{pož}$ [l/s]	$Q_{mjer.}$ [l/s]	
								Vlastiti [l/s]	Tranzitni [l/s]	Ukupni [l/s]			
od-do	[m]	[l/s/st]	[l/s/ps]	[l/s]	[l/s]	N	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
VS	1	663.54	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	63.92	63.92	30.00	93.92	
1	2	25.41	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	63.64	63.64	30.00	93.64	
2	3	147.65	0.006	0.014		9.000	0.09749	0.10	0.00	0.10	30.00	30.10	
1	4	239.49	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
2	5	229.06	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	63.55	63.79	30.00	93.79	
5	6	328.21	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	1.10	1.46	30.00	31.46	
6	7	82.22	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
6	8	901.21	0.006	0.014		80.000	0.86660	0.87	0.00	0.87	30.00	30.87	
5	9	20.35	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	62.08	62.08	30.00	92.08	
9	10	85.99	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
9	11	79.65	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	61.13	61.37	30.00	91.37	
11	12	140.64	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
11	13	213.64	0.006	0.014		64.000	0.69328	0.69	60.17	60.86	30.00	90.86	
13	14	407.10	0.006	0.014		88.000	0.95326	0.95	0.00	0.95	30.00	30.95	
13	15	31.32	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	59.21	59.21	30.00	89.21	
15	16	59.63	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	1.47	1.83	30.00	31.83	
16	17	97.32	0.006	0.014		86.000	0.93160	0.93	0.00	0.93	30.00	30.93	
16	18	88.04	0.006	0.014		50.000	0.54163	0.54	0.00	0.54	30.00	30.54	
15	19	75.08	0.006	0.014		88.000	0.95326	0.95	56.43	57.38	30.00	87.38	
19	20	35.08	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	3.53	3.53	30.00	33.53	
20	21	283.71	0.006	0.014		105.000	1.13741	1.14	0.00	1.14	30.00	31.14	
19	22	39.43	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	19.30	19.54	30.00	49.54	
22	23	72.82	0.006	0.014		69.000	0.74744	0.75	0.00	0.75	30.00	30.75	
22	24	129.77	0.006	0.014		86.000	0.93160	0.93	17.62	18.56	30.00	48.56	
24	25	118.81	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	8.76	9.24	30.00	39.24	
25	26	203.13	0.006	0.014		72.000	0.77994	0.78	0.00	0.78	30.00	30.78	
25	27	175.16	0.006	0.014		39.000	0.42247	0.42	2.83	3.25	30.00	33.25	
27	28	74.38	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	0.00	0.36	30.00	30.36	
27	29	45.81	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	2.47	2.47	30.00	32.47	
29	30	35.19	0.006	0.014		31.000	0.33581	0.34	0.00	0.34	30.00	30.34	
29	31	77.89	0.006	0.014		9.000	0.09749	0.10	2.04	2.13	30.00	32.13	
31	32	203.84	0.006	0.014		50.000	0.54163	0.54	0.00	0.54	30.00	30.54	
31	33	55.13	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	1.26	1.49	30.00	31.49	
33	34	155.42	0.006	0.014		72.000	0.77994	0.78	0.00	0.78	30.00	30.78	
33	35	76.59	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	0.00	0.48	30.00	30.48	
25	36	67.01	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	4.73	4.73	30.00	34.73	
36	37	170.71	0.006	0.014		39.000	0.42247	0.42	0.00	0.42	30.00	30.42	
36	38	138.91	0.006	0.014		50.000	0.54163	0.54	3.77	4.31	30.00	34.31	
38	108	19.74	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	3.77	3.77	30.00	33.77	
38	39	107.51	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
108	40	50.34	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	0.00	0.36	30.00	30.36	
108	41	64.21	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	3.14	3.14	30.00	33.14	
41	42	109.98	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
41	43	142.30	0.006	0.014		69.000	0.74744	0.75	0.00	0.75	30.00	30.75	
41	44	183.74	0.006	0.014		39.000	0.42247	0.42	1.26	1.68	30.00	31.68	
44	45	210.39	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	0.00	0.36	30.00	30.36	
44	46	179.30	0.006	0.014		58.000	0.62829	0.63	0.00	0.63	30.00	30.63	
44	47	319.75	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
24	48	61.26	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	8.11	8.38	30.00	38.38	
48	49	68.71	0.006	0.014		69.000	0.74744	0.75	0.00	0.75	30.00	30.75	
48	50	184.19	0.006	0.014		86.000	0.93160	0.93	6.43	7.37	30.00	37.37	
50	51	188.70	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
50	52	143.46	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	0.00	0.48	30.00	30.48	

Tablica 8. Nastavak – Proračun protoka za vodoopskrbni sustav naselja Ližnjan metodom raspodjele stanovnika po dionicama (izradio autor)

PRORAČUN PROTOKA NASELJA LIŽNJAN - raspodjelom stanovništva po dionicama													
Dionica	Duljina dionice L [m]	Stanovnici q_{spec} (st)	Turisti q_{spec} (p.s.)	Hotel 5* [l/s]	Hotel 3* [l/s]	Broj potrošača n	Stan. + Turs. [l/s]	Protok Q			Q_{poz} [l/s]	$Q_{mjer.}$ [l/s]	
								Vlastiti [l/s]	Tranzitni [l/s]	Ukupni [l/s]			
od-do	[m]	[l/s/st]	[l/s/ps]	[l/s]	[l/s]	N	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
50	53	105.97	0.006	0.014		47.000	0.50913	0.51	4.73	5.24	30.00	35.24	
53	54	131.58	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	0.00	0.48	30.00	30.48	
53	55	68.02	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	4.02	4.26	30.00	34.26	
55	56	197.32	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
55	57	106.32	0.006	0.014		50.000	0.54163	0.54	2.76	3.30	30.00	33.30	
57	58	80.66	0.006	0.014		64.000	0.69328	0.69	0.00	0.69	30.00	30.69	
57	59	33.81	0.006	0.014		17.000	0.18415	0.18	1.88	2.07	30.00	32.07	
59	60	40.64	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	0.00	0.36	30.00	30.36	
59	61	51.85	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	1.53	1.53	30.00	31.53	
61	62	181.79	0.006	0.014		69.000	0.74744	0.75	0.00	0.75	30.00	30.75	
61	63	130.20	0.006	0.014		47.000	0.50913	0.51	0.00	0.51	30.00	30.51	
61	64	50.20	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
20	65	196.79	0.006	0.014		135.000	1.46239	1.46	34.05	35.51	30.00	65.51	
65	66	111.17	0.006	0.014		39.000	0.42247	0.42	0.00	0.42	30.00	30.42	
65	67	85.88	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	33.36	33.63	30.00	63.63	
67	68	39.42	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
67	69	88.12	0.006	0.014		118.000	1.27824	1.28	11.66	12.94	30.00	42.94	
69	70	53.25	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	21.00	21.00	30.00	51.00	
70	71	76.67	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
70	72	210.85	0.006	0.014		72.000	0.77994	0.78	0.00	0.78	30.00	30.78	
70	73	136.74	0.006	0.014		58.000	0.62829	0.63	0.00	0.63	30.00	30.63	
69	74	223.95	0.006	0.014		50.000	0.54163	0.54	8.99	9.54	30.00	39.54	
74	75	75.19	0.006	0.014		42.000	0.45497	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
74	76	264.02	0.006	0.014		53.000	0.57412	0.57	7.97	8.54	30.00	38.54	
76	77	90.90	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	0.00	0.24	30.00	30.24	
76	78	101.89	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	7.46	7.73	30.00	37.73	
78	79	50.00	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	2.10	2.10	30.00	32.10	
79	80	190.90	0.006	0.014		42.000	0.45497	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
79	81	50.76	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	1.65	1.65	30.00	31.65	
81	82	227.95	0.006	0.014		33.000	0.35747	0.36	0.00	0.36	30.00	30.36	
81	83	121.86	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	0.81	1.29	30.00	31.29	
83	84	58.20	0.006	0.014		11.000	0.11916	0.12	0.00	0.12	30.00	30.12	
83	85	146.94	0.006	0.014		64.000	0.69328	0.69	0.00	0.69	30.00	30.69	
78	86	176.37	0.006	0.014		42.000	0.45497	0.45	4.90	5.35	30.00	35.35	
86	87	169.95	0.006	0.014		20.000	0.21665	0.22	2.34	2.56	30.00	32.56	
87	88	249.12	0.006	0.014		88.000	0.95326	0.95	0.00	0.95	30.00	30.95	
87	89	33.93	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	1.39	1.39	30.00	31.39	
89	90	98.42	0.006	0.014		44.000	0.47663	0.48	0.00	0.48	30.00	30.48	
89	91	89.59	0.006	0.014	0.61	28.000	0.30331	0.91	0.00	0.91	30.00	30.91	
86	92	74.68	0.006	0.014		22.000	0.23832	0.24	2.10	2.34	30.00	32.34	
92	93	79.60	0.006	0.014		42.000	0.45497	0.45	0.00	0.45	30.00	30.45	
92	94	221.96	0.006	0.014		39.000	0.42247	0.42	1.22	1.65	30.00	31.65	
94	95	177.57	0.006	0.014		47.000	0.50913	0.51	0.00	0.51	30.00	30.51	
94	96	189.60	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
67	97	232.05	0.006	0.014		72.000	0.77994	0.78	19.40	20.18	30.00	50.18	
97	98	60.76	0.006	0.014		25.000	0.27081	0.27	0.00	0.27	30.00	30.27	
97	99	84.35	0.006	0.014		42.000	0.45497	0.45	18.68	19.13	30.00	49.13	
99	100	87.23	0.006	0.014		53.000	0.57412	0.57	0.00	0.57	30.00	30.57	
99	101	58.52	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	18.10	18.10	30.00	48.10	
101	102	328.26	0.006	0.014		124.000	1.34323	1.34	0.00	1.34	30.00	31.34	
101	103	199.98	0.006	0.014		72.000	0.77994	0.78	15.98	16.76	30.00	46.76	
103	104	42.96	0.006	0.014		0.000	0.00000	0.00	0.90	0.90	30.00	30.90	
104	105	52.32	0.006	0.014		17.000	0.18415	0.18	0.00	0.18	30.00	30.18	
104	106	108.63	0.006	0.014		66.000	0.71495	0.71	0.00	0.71	30.00	30.71	
103	107	599.10	0.006	0.014	14.18	83.000	0.89910	15.08	0.00	15.08	30.00	45.08	

Tablica 9. Dimenzioniranje profila cijevi, brzina protoka, padova cijevi i komponenta tlakova (izradio autor)

Dionica		DIMENZIONIRANJE				
		Promjer cijevi D [mm]	Brzina u cijevi v [m/s]	Pad cijevi I [%]	Linijski gubitci h_{tr} [m]	Brzinska visina $v^2/2g$ [m]
od-do						
50	53	200	1.12	5.50	0.58	0.06
53	54	200	0.97	5.25	0.69	0.05
53	55	200	1.09	5.50	0.37	0.06
55	56	200	0.98	5.25	1.04	0.05
55	57	200	1.06	5.25	0.56	0.06
57	58	200	0.98	5.25	0.42	0.05
57	59	200	1.02	5.25	0.18	0.05
59	60	200	0.97	5.25	0.21	0.05
59	61	200	1.00	5.25	0.27	0.05
61	62	200	0.98	5.25	0.95	0.05
61	63	200	0.97	5.25	0.68	0.05
61	64	200	0.96	5.25	0.26	0.05
20	65	300	0.93	2.65	0.52	0.04
65	66	200	0.97	5.25	0.58	0.05
65	67	300	0.90	2.65	0.23	0.04
67	68	200	0.96	5.25	0.21	0.05
67	69	200	1.37	12.50	1.10	0.10
69	70	250	1.04	4.85	0.26	0.06
70	71	200	0.98	5.25	0.40	0.05
70	72	200	0.98	5.25	1.11	0.05
70	73	200	0.97	5.25	0.72	0.05
69	74	200	1.26	5.50	1.23	0.08
74	75	200	0.97	5.25	0.39	0.05
74	76	200	1.23	5.50	1.45	0.08
76	77	200	0.96	5.25	0.48	0.05
76	78	200	1.20	5.50	0.56	0.07
78	79	200	1.02	5.25	0.26	0.05
79	80	200	0.97	5.25	1.00	0.05
79	81	200	1.01	5.25	0.27	0.05
81	82	200	0.97	5.25	1.20	0.05
81	83	200	1.00	5.25	0.64	0.05
83	84	200	0.96	5.25	0.31	0.05
83	85	200	0.98	5.25	0.77	0.05
78	86	200	1.13	5.50	0.97	0.06
86	87	200	1.04	5.50	0.93	0.05
87	88	200	0.99	5.25	1.31	0.05
87	89	200	1.00	5.25	0.18	0.05
89	90	200	0.97	5.25	0.52	0.05
89	91	200	0.98	5.25	0.47	0.05
86	92	200	1.03	5.25	0.39	0.05
92	93	200	0.97	5.25	0.42	0.05
92	94	200	1.01	5.25	1.17	0.05
94	95	200	0.97	5.25	0.93	0.05
94	96	200	0.98	5.25	1.00	0.05
67	97	250	1.02	4.85	1.13	0.05
97	98	200	0.96	5.25	0.32	0.05
97	99	250	1.00	4.85	0.41	0.05
99	100	200	0.97	5.25	0.46	0.05
99	101	250	0.98	4.85	0.28	0.05
101	102	200	1.00	5.25	1.72	0.05
101	103	250	0.95	4.80	0.96	0.05
103	104	200	0.98	5.25	0.23	0.05
104	105	200	0.96	5.25	0.27	0.05
104	106	200	0.98	5.25	0.57	0.05
103	107	250	0.92	4.80	2.88	0.04

Dionica		DIMENZIONIRANJE				
		Promjer cijevi D [mm]	Brzina u cijevi v [m/s]	Pad cijevi I [%]	Linijski gubitci h_{tr} [m]	Brzinska visina $v^2/2g$ [m]
od-do						
VS	1	300	1.33	4.50	2.99	0.09
1	2	300	1.32	4.40	0.11	0.09
2	3	150	1.70	22.00	3.25	0.15
1	4	150	1.71	22.50	5.39	0.15
2	5	300	1.33	4.50	1.03	0.09
5	6	200	1.00	5.50	1.81	0.05
6	7	200	0.96	5.25	0.43	0.05
6	8	200	0.98	5.25	4.73	0.05
5	9	300	1.30	4.30	0.09	0.09
9	10	200	0.98	5.25	0.45	0.05
9	11	300	1.29	4.25	0.34	0.09
11	12	200	0.96	5.25	0.74	0.05
11	13	300	1.29	4.25	0.91	0.08
13	14	150	1.75	22.50	9.16	0.16
13	15	300	1.26	4.00	0.13	0.08
15	16	200	1.01	5.40	0.32	0.05
16	17	200	0.98	5.25	0.51	0.05
16	18	200	0.97	5.25	0.46	0.05
15	19	300	1.24	4.00	0.30	0.08
19	20	200	1.07	5.50	0.19	0.06
20	21	200	0.99	5.25	1.49	0.05
19	22	250	1.01	3.85	0.15	0.05
22	23	200	0.98	5.25	0.38	0.05
22	24	250	0.99	3.70	0.48	0.05
24	25	200	1.25	8.75	1.04	0.08
25	26	200	0.98	5.25	1.07	0.05
25	27	200	1.06	5.85	1.02	0.06
27	28	200	0.97	5.25	0.39	0.05
27	29	200	1.03	5.80	0.27	0.05
29	30	200	0.97	5.20	0.18	0.05
29	31	200	1.02	5.25	0.41	0.05
31	32	200	0.97	5.20	1.06	0.05
31	33	200	1.00	5.25	0.29	0.05
33	34	200	0.98	5.25	0.82	0.05
33	35	200	0.97	5.25	0.40	0.05
25	36	200	1.11	5.50	0.37	0.06
36	37	200	0.97	5.25	0.90	0.05
36	38	200	1.09	5.50	0.76	0.06
38	108	200	1.07	5.50	0.11	0.06
38	39	200	0.96	5.25	0.56	0.05
108	40	200	0.97	5.25	0.26	0.05
108	41	200	1.05	5.50	0.35	0.06
41	42	200	0.98	5.25	0.58	0.05
41	43	200	0.98	5.25	0.75	0.05
41	44	200	1.01	5.25	0.96	0.05
44	45	200	0.97	5.25	1.10	0.05
44	46	200	0.97	5.25	0.94	0.05
44	47	200	0.96	5.25	1.68	0.05
24	48	200	1.22	8.25	0.51	0.08
48	49	200	0.98	5.25	0.36	0.05
48	50	200	1.19	8.25	1.52	0.07
50	51	200	0.98	5.25	0.99	0.05
50	52	200	0.97	5.25	0.75	0.05

U Tablici 10. nalazi se proračun tlakova po računskim čvorovima vodoopskrbnog sustava, u prvom stupcu su navedeni računski čvorovi po svojoj oznaci, u drugom stupcu se nalazi kota nadmorske visine svakog pojedinog čvora označena u metrima nad morem.

Zatim kota tlačne linije koja je razlika nadmorske visine prethodnog čvora i linijskih gubitaka.

Linijski gubitci:

$$\Delta h_{tr} = I * L / 1000 \text{ (m)} \quad (16)$$

Δh_{tr} – linijski gubitci (m)

I – pad cijevi na dionici (‰)

L – duljna promatrane dionice (m)

Brzinska visina:

$$h_{br} = \frac{v^2}{2 * g} \text{ (m)} \quad (17)$$

h_{br} – brzinska visina (m)

v – brzina toka vode (m/s)

g – ubrzanje sile teže ($g=9.81 \text{ m/s}^2$)

U četvrtom stupcu se nalazi tlak u pojedinom čvoru koji je razlika kote tlačne linije i nadmorske visine u promatranom čvoru označen sa metrima vodnog stupca, te u petom stupcu isti taj tlak u barima.

Tablica 10. Tlakovi na svim dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)

Provjera tlakova					Provjera tlakova					Provjera tlakova				
Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru	Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru	Čvor	Nadmorska visina	Kota pijezome tarske linije	Tlak u čvoru	Tlak u čvoru
[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]	[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]	[-]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m v.st.]	[bar]
1	50.10	96.92	46.82	4.68	37	54.60	91.04	36.44	3.64	72	42.50	90.57	48.07	4.81
2	50.00	96.81	46.81	4.68	38	52.50	91.16	38.66	3.87	73	43.20	90.96	47.76	4.78
3	50.20	93.51	43.31	4.33	108	52.50	91.06	38.56	3.86	74	41.30	90.67	49.37	4.94
4	43.40	91.54	48.14	4.81	39	49.50	90.61	41.11	4.11	75	41.10	90.31	49.21	4.92
5	45.40	95.78	50.38	5.04	40	55.00	90.80	35.80	3.58	76	42.30	89.22	46.92	4.69
6	40.60	94.02	53.42	5.34	41	51.40	90.71	39.31	3.93	77	43.10	88.78	45.68	4.57
7	39.80	93.59	53.79	5.38	42	49.50	90.14	40.64	4.06	78	43.50	88.67	45.17	4.52
8	34.60	89.29	54.69	5.47	43	51.50	89.97	38.47	3.85	79	42.30	88.43	46.13	4.61
9	45.40	95.66	50.26	5.03	44	42.80	89.75	46.95	4.69	80	42.10	87.43	45.33	4.53
10	48.70	95.24	46.54	4.65	45	44.10	88.65	44.55	4.45	81	42.30	88.16	45.86	4.59
11	52.50	95.32	42.82	4.28	46	31.80	88.81	57.01	5.70	82	42.30	86.97	44.67	4.47
12	45.30	94.62	49.32	4.93	47	29.20	88.07	58.87	5.89	83	44.30	87.52	43.22	4.32
13	55.30	94.37	39.07	3.91	48	60.40	92.82	32.42	3.24	84	40.30	87.22	46.92	4.69
14	62.80	93.43	30.63	3.06	49	60.40	92.48	32.08	3.21	85	38.50	86.75	48.25	4.83
15	55.30	94.25	38.95	3.89	50	47.30	91.30	44.00	4.40	86	43.30	87.71	44.41	4.44
16	60.30	93.95	33.65	3.37	51	51.40	90.33	38.93	3.89	87	30.50	86.78	56.28	5.63
17	55.40	93.44	38.04	3.80	52	49.50	90.57	41.07	4.11	88	36.20	85.48	49.28	4.93
18	61.20	93.49	32.29	3.23	53	40.10	90.72	50.62	5.06	89	27.50	86.61	59.11	5.91
19	61.30	93.95	32.65	3.27	54	49.30	90.05	40.75	4.08	90	27.50	86.09	58.59	5.86
20	59.20	93.78	34.58	3.46	55	38.60	90.35	51.75	5.18	91	30.00	86.14	56.14	5.61
21	43.50	92.30	48.80	4.88	56	31.50	89.33	57.83	5.78	92	39.50	87.32	47.82	4.78
22	61.40	93.83	32.43	3.24	57	37.60	89.80	52.20	5.22	93	38.70	86.91	48.21	4.82
23	66.30	93.45	27.15	2.71	58	31.50	89.38	57.88	5.79	94	30.00	86.16	56.16	5.62
24	63.40	93.35	29.95	2.99	59	37.60	89.63	52.03	5.20	95	20.50	85.23	64.73	6.47
25	64.60	92.28	27.68	2.77	60	37.60	89.42	51.82	5.18	96	28.50	85.17	56.67	5.67
26	69.20	91.24	22.04	2.20	61	30.00	89.36	59.36	5.94	97	39.20	91.91	52.71	5.27
27	59.00	91.28	32.28	3.23	62	26.50	88.40	61.90	6.19	98	40.40	91.60	51.20	5.12
28	60.10	90.89	30.79	3.08	63	26.00	88.68	62.68	6.27	99	39.20	91.50	52.30	5.23
29	59.50	91.01	31.51	3.15	64	26.00	89.10	63.10	6.31	100	40.40	91.05	50.65	5.06
30	60.00	90.84	30.84	3.08	65	56.20	93.27	37.07	3.71	101	39.00	91.22	52.22	5.22
31	69.80	90.60	20.80	2.08	66	57.20	92.68	35.48	3.55	102	27.50	89.49	61.99	6.20
32	66.80	89.55	22.75	2.27	67	46.80	93.05	46.25	4.62	103	27.00	90.26	63.26	6.33
33	70.00	90.32	20.32	2.03	68	46.60	92.83	46.23	4.62	104	25.00	90.03	65.03	6.50
34	64.10	89.50	25.40	2.54	69	47.80	91.89	44.09	4.41	105	25.50	89.76	64.26	6.43
35	71.30	89.92	18.62	1.86	70	49.30	91.67	42.37	4.24	106	20.80	89.19	68.39	6.84
36	61.40	91.93	30.53	3.05	71	48.00	91.28	43.28	4.33	107	4.50	87.39	82.89	8.29

6. USPOREDBA I ANALIZA HIDRAULIČKIH PRORAČUNA

Usporedbu hidrauličkih proračuna vršimo po kriterijima količine protoka (Q) u l/s, brzine toka (v) u m/s, promjerima cijevi (D) u mm te tlakovima (P) u barima u računskim čvorovima vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan, između dva predstavljena modela hidrauličkih proračuna, hidraulički proračun sa koeficijentom opterećenja stanovništvom K i hidraulički proračun sa raspodjelom stanovnika po dionicama.

Prikazati ćemo i kako se u tlakovima ne pojavljuju značajne razlike s obzirom na red veličine, najzamjetnija razlika je u protocima i brzinama koji se pojavljuju u usporedbi ovih proračuna

Treba napomenuti da sa povećanjem točnosti raspodjele stanovnika po dionicama dolazi i do povećanja razlike u protocima, posebno vidljivo na rjeđe naseljenim dionicama.

Također brzina toka (v), direktno je vezana uz sam protok (Q), ali također ovisi i o izboru širine poprečnog presjeka cijevi (D), koji se bira ovisno o (Q_{mjer}), te mora zadovoljiti brzinu toka $v=1-2$ m/s.

Brzina vode u cijevi priključka može biti maksimalno 2 m/s, osim za potrebe protupožarne zaštite kada ta brzina može biti maksimalno 2,5 m/s [11].

Temeljem određenih mjerodavnih protoka za dimenzioniranje (Q_{mjer}) proveden je hidraulički proračun te su dobiveni promjeri cijevi (D) u rasponu od 150-300 mm, brzine u cijevima v u rasponu od 0.900-1.752 m/s te tlakovi u računskim čvorovima u rasponu od 1.86-8.29 bara.

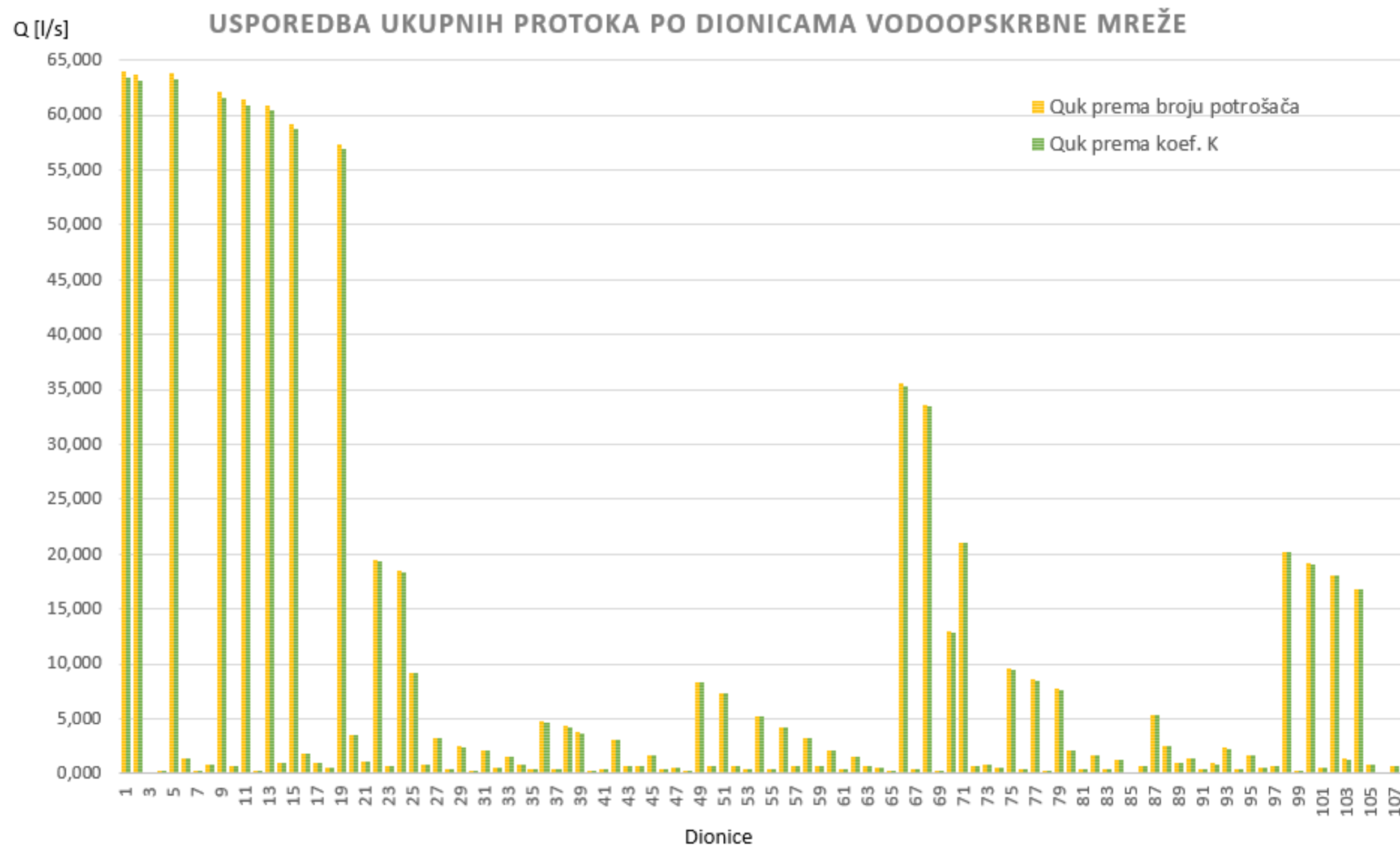
6.1 Razlike u protocima

Jedna od bitnijih razlika su prije spomenuti ukupni protoci Q_{uk} (Slika 9.), te se u njima pojavljuju najosjetnije razlike koje možemo zamijetiti između ovih metoda proračuna. Po pojedinim dionicama ta razlika iznosi 1.03% (Tablica 11.), te prosječna razlika na mreži iznosi 0.94%. Razlika ukupnih protoka na dionici od vodospreme prema potrošačima (dionica V-1) iznosi 0.505 l/s, bitno je napomenuti da to nije najveća postotkovna razlika već najveća količinska razlika koja se pojavljuje.

Radi percepcije kućna slavina ima protok koji u prosjeku iznosi 10-13 l/min, ili pretvoreno 0.17-0.22 l/s [12].

Tablica 11. Prikaz razlika ukupnih protoka ovisno o metodi proračuna (izradio autor)

Dionica	Po koeficijnetu k		Po # potrošača		Usporedba protoka		
	Ukupni	Qk [l/s]	Ukupni	Q# [l/s]	Omjer	Razlika	
od do					Qk/Q# [%]	[%]	
50	53	5.189	53	5.243	98.97%	1.029%	
53	54	0.472	54	0.477	98.97%	1.029%	
53	55	4.213	55	4.257	98.97%	1.029%	
55	56	0.708	56	0.715	98.97%	1.029%	
55	57	3.270	57	3.304	98.97%	1.029%	
57	58	0.686	58	0.693	98.97%	1.029%	
57	59	2.048	59	2.069	98.97%	1.029%	
59	60	0.354	60	0.357	98.97%	1.029%	
59	61	1.512	61	1.527	98.97%	1.029%	
61	62	0.740	62	0.747	98.97%	1.029%	
61	63	0.504	63	0.509	98.97%	1.029%	
61	64	0.268	64	0.271	98.97%	1.029%	
20	65	35.299	65	35.513	99.40%	0.600%	
65	66	0.418	66	0.422	98.97%	1.029%	
65	67	33.434	67	33.628	99.42%	0.576%	
67	68	0.236	68	0.238	98.97%	1.029%	
67	69	12.811	69	12.937	99.02%	0.980%	
69	70	21.000	70	21.000	100.00%	0.000%	
70	71	0.708	71	0.715	98.97%	1.029%	
70	72	0.772	72	0.780	98.97%	1.029%	
70	73	0.622	73	0.628	98.97%	1.029%	
69	74	9.444	74	9.536	99.04%	0.963%	
74	75	0.450	75	0.455	98.97%	1.029%	
74	76	8.458	76	8.539	99.04%	0.955%	
76	77	0.236	77	0.238	98.97%	1.029%	
76	78	7.654	78	7.727	99.05%	0.948%	
78	79	2.080	79	2.102	98.97%	1.029%	
79	80	0.450	80	0.455	98.97%	1.029%	
79	81	1.630	81	1.647	98.97%	1.029%	
81	82	0.354	82	0.357	98.97%	1.029%	
81	83	1.276	83	1.289	98.97%	1.029%	
83	84	0.118	84	0.119	98.97%	1.029%	
83	85	0.686	85	0.693	98.97%	1.029%	
78	86	5.306	86	5.355	99.09%	0.912%	
86	87	2.540	87	2.560	99.22%	0.784%	
87	88	0.943	88	0.953	98.97%	1.029%	
87	89	1.382	89	1.390	99.42%	0.577%	
89	90	0.472	90	0.477	98.97%	1.029%	
89	91	0.910	91	0.913	99.66%	0.342%	
86	92	2.316	92	2.340	98.97%	1.029%	
92	93	0.450	93	0.455	98.97%	1.029%	
92	94	1.630	94	1.647	98.97%	1.029%	
94	95	0.504	95	0.509	98.97%	1.029%	
94	96	0.708	96	0.715	98.97%	1.029%	
67	97	20.119	97	20.181	99.69%	0.306%	
97	98	0.268	98	0.271	98.97%	1.029%	
97	99	19.080	99	19.130	99.73%	0.266%	
99	100	0.568	100	0.574	98.97%	1.029%	
99	101	18.061	101	18.101	99.78%	0.223%	
101	102	1.329	102	1.343	98.97%	1.029%	
101	103	16.732	103	16.758	99.84%	0.158%	
103	104	0.890	104	0.899	98.97%	1.029%	
104	105	0.182	105	0.184	98.97%	1.029%	
104	106	0.708	106	0.715	98.97%	1.029%	
103	107	15.070	107	15.079	99.94%	0.061%	
VS	1	63.410	1	63.915	99.21%	0.791%	
1	2	63.142	2	63.645	99.21%	0.790%	
2	3	0.096	3	0.097	98.97%	1.029%	
1	4	0.268	4	0.271	98.97%	1.029%	
2	5	63.281	5	63.785	99.21%	0.790%	
5	6	1.447	6	1.462	98.97%	1.029%	
6	7	0.236	7	0.238	98.97%	1.029%	
6	8	0.858	8	0.867	98.97%	1.029%	
5	9	61.598	9	62.085	99.22%	0.784%	
9	10	0.708	10	0.715	98.97%	1.029%	
9	11	60.891	11	61.370	99.22%	0.781%	
11	12	0.268	12	0.271	98.97%	1.029%	
11	13	60.387	13	60.861	99.22%	0.779%	
13	14	0.943	14	0.953	98.97%	1.029%	
13	15	58.757	15	59.214	99.23%	0.772%	
15	16	1.812	16	1.831	98.97%	1.029%	
16	17	0.922	17	0.932	98.97%	1.029%	
16	18	0.536	18	0.542	98.97%	1.029%	
15	19	56.945	19	57.383	99.24%	0.764%	
19	20	3.495	20	3.531	98.97%	1.029%	
20	21	1.126	21	1.137	98.97%	1.029%	
19	22	19.341	22	19.542	98.97%	1.029%	
22	23	0.740	23	0.747	98.97%	1.029%	
22	24	18.365	24	18.556	98.97%	1.029%	
24	25	9.145	25	9.240	98.97%	1.029%	
25	26	0.772	26	0.780	98.97%	1.029%	
25	27	3.216	27	3.250	98.97%	1.029%	
27	28	0.354	28	0.357	98.97%	1.029%	
27	29	2.444	29	2.470	98.97%	1.029%	
29	30	0.332	30	0.336	98.97%	1.029%	
29	31	2.112	31	2.134	98.97%	1.029%	
31	32	0.536	32	0.542	98.97%	1.029%	
31	33	1.480	33	1.495	98.97%	1.029%	
33	34	0.772	34	0.780	98.97%	1.029%	
33	35	0.472	35	0.477	98.97%	1.029%	
25	36	4.685	36	4.734	98.97%	1.029%	
36	37	0.418	37	0.422	98.97%	1.029%	
36	38	4.267	38	4.311	98.97%	1.029%	
38	108	3.731	108	3.770	98.97%	1.029%	
38	39	0.268	39	0.271	98.97%	1.029%	
108	40	0.354	40	0.357	98.97%	1.029%	
108	41	3.109	41	3.141	98.97%	1.029%	
41	42	0.708	42	0.715	98.97%	1.029%	
41	43	0.740	43	0.747	98.97%	1.029%	
41	44	1.662	44	1.679	98.97%	1.029%	
44	45	0.354	45	0.357	98.97%	1.029%	
44	46	0.622	46	0.628	98.97%	1.029%	
44	47	0.268	47	0.271	98.97%	1.029%	
24	48	8.298	48	8.384	98.97%	1.029%	
48	49	0.740	49	0.747	98.97%	1.029%	
48	50	7.290	50	7.366	98.97%	1.029%	
50	51	0.708	51	0.715	98.97%	1.029%	
50	52	0.472	52	0.477	98.97%	1.029%	
Prosjek							0.94%
Minimum							0.00%
Maximum							1.03%



Slika 9. Razlika u protocima po dionicama vodoopskrbne mreže (izradio autor)

6.2 Razlike u brzinama

Razlike u brzinama vode u cijevima pojavljuju se u manjem obujmu nego razlike u protocima Q , brzine u cijevima v u rasponu od 0.900-1.752 m/s.

Brzina u cijevi, jednadžba kontinuiteta:

$$v = \frac{Q}{A} \left(\frac{m}{s} \right) \quad (20)$$

v – brzina toka vode (m/s)

Q – protok vode (m³/s)

A – protjecajna površina (m²)

Formulacija protjecajne površine za okrugle cijevi stvarnog promjera D

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad (mm^2) \quad (21)$$

A – protjecajna površina (m²)

D – promjer cijevi (mm)

Razlike u brzinama u cijevima v , koje su direktno povezane sa ukupnim protocima Q_{uk} i promjerima cijevi D , prema jednadžbi kontinuiteta, su nezamjetne te se radi o prosječnim razlikama od 0.1 %, odnosno maksimalna razlika iznosi 0.54 % (0.01 m/s). (Tablica 12.)

Na dionici od čvora Č69 do čvora Č70 nema razlike u protocima Q kao niti u brzinama toka vode v (Tablica 12.)

Tablica 12. Prikaz razlika brzina toka ovisno o metodi proračuna (izradio autor)

Dionica	Po koeficijentu k		Po # potrošača		Usporedba brzina	
	Brzina vk [m/s]	Brzina v# [m/s]	Brzina vk [m/s]	Brzina v# [m/s]	Omjer vk/v#	Razlika [%]
50	53	1.120	1.122	99.85%	0.153%	
53	54	0.970	0.970	99.98%	0.016%	
53	55	1.089	1.090	99.87%	0.128%	
55	56	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
55	57	1.059	1.060	99.90%	0.102%	
57	58	0.977	0.977	99.98%	0.023%	
57	59	1.020	1.021	99.93%	0.066%	
59	60	0.966	0.966	99.99%	0.012%	
59	61	1.003	1.004	99.95%	0.050%	
61	62	0.978	0.979	99.97%	0.025%	
61	63	0.971	0.971	99.98%	0.017%	
61	64	0.963	0.964	99.99%	0.009%	
20	65	0.924	0.927	99.67%	0.325%	
65	66	0.968	0.968	99.99%	0.014%	
65	67	0.897	0.900	99.70%	0.305%	
67	68	0.962	0.963	99.99%	0.008%	
67	69	1.363	1.367	99.70%	0.295%	
69	70	1.039	1.039	100.00%	0.000%	
70	71	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
70	72	0.980	0.980	99.97%	0.026%	
70	73	0.975	0.975	99.98%	0.021%	
69	74	1.256	1.258	99.77%	0.232%	
74	75	0.969	0.969	99.98%	0.015%	
74	76	1.224	1.227	99.79%	0.212%	
76	77	0.962	0.963	99.99%	0.008%	
76	78	1.199	1.201	99.81%	0.194%	
78	79	1.021	1.022	99.93%	0.067%	
79	80	0.969	0.969	99.98%	0.015%	
79	81	1.007	1.007	99.95%	0.054%	
81	82	0.966	0.966	99.99%	0.012%	
81	83	0.996	0.996	99.96%	0.042%	
83	84	0.959	0.959	100.00%	0.004%	
83	85	0.977	0.977	99.98%	0.023%	
78	86	1.124	1.125	99.86%	0.138%	
86	87	1.036	1.036	99.94%	0.062%	
87	88	0.985	0.985	99.97%	0.032%	
87	89	0.999	0.999	99.97%	0.026%	
89	90	0.970	0.970	99.98%	0.016%	
89	91	0.984	0.984	99.99%	0.010%	
86	92	1.029	1.029	99.93%	0.074%	
92	93	0.969	0.969	99.98%	0.015%	
92	94	1.007	1.007	99.95%	0.054%	
94	95	0.971	0.971	99.98%	0.017%	
94	96	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
67	97	1.021	1.022	99.88%	0.123%	
97	98	0.963	0.964	99.99%	0.009%	
97	99	1.000	1.001	99.90%	0.104%	
99	100	0.973	0.973	99.98%	0.019%	
99	101	0.979	0.980	99.92%	0.084%	
101	102	0.997	0.998	99.96%	0.044%	
101	103	0.952	0.953	99.94%	0.057%	
103	104	0.983	0.984	99.97%	0.030%	
104	105	0.961	0.961	99.99%	0.006%	
104	106	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
103	107	0.918	0.918	99.98%	0.021%	

Dionica	Po koeficijentu k		Po # potrošača		Usporedba brzina	
	Brzina vk [m/s]	Brzina v# [m/s]	Brzina vk [m/s]	Brzina v# [m/s]	Omjer vk/v#	Razlika [%]
VS	1	1.321	1.329	99.46%	0.538%	
1	2	1.318	1.325	99.46%	0.537%	
2	3	1.703	1.703	100.00%	0.003%	
1	4	1.713	1.713	99.99%	0.009%	
2	5	1.320	1.327	99.46%	0.537%	
5	6	1.001	1.001	99.95%	0.048%	
6	7	0.962	0.963	99.99%	0.008%	
6	8	0.982	0.983	99.97%	0.029%	
5	9	1.296	1.303	99.47%	0.528%	
9	10	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
9	11	1.286	1.293	99.48%	0.524%	
11	12	0.963	0.964	99.99%	0.009%	
11	13	1.279	1.285	99.48%	0.522%	
13	14	1.751	1.752	99.97%	0.032%	
13	15	1.256	1.262	99.49%	0.512%	
15	16	1.013	1.013	99.94%	0.059%	
16	17	0.984	0.985	99.97%	0.031%	
16	18	0.972	0.972	99.98%	0.018%	
15	19	1.230	1.236	99.50%	0.501%	
19	20	1.066	1.067	99.89%	0.108%	
20	21	0.991	0.991	99.96%	0.038%	
19	22	1.005	1.009	99.59%	0.406%	
22	23	0.978	0.979	99.97%	0.025%	
22	24	0.985	0.989	99.61%	0.393%	
24	25	1.246	1.249	99.76%	0.242%	
25	26	0.980	0.980	99.97%	0.026%	
25	27	1.057	1.058	99.90%	0.101%	
27	28	0.966	0.966	99.99%	0.012%	
27	29	1.033	1.034	99.92%	0.078%	
29	30	0.966	0.966	99.99%	0.011%	
29	31	1.022	1.023	99.93%	0.068%	
31	32	0.972	0.972	99.98%	0.018%	
31	33	1.002	1.003	99.95%	0.049%	
33	34	0.980	0.980	99.97%	0.026%	
33	35	0.970	0.970	99.98%	0.016%	
25	36	1.104	1.106	99.86%	0.140%	
36	37	0.968	0.968	99.99%	0.014%	
36	38	1.091	1.092	99.87%	0.129%	
38	108	1.074	1.075	99.89%	0.115%	
38	39	0.963	0.964	99.99%	0.009%	
108	40	0.966	0.966	99.99%	0.012%	
108	41	1.054	1.055	99.90%	0.098%	
41	42	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
41	43	0.978	0.979	99.97%	0.025%	
41	44	1.008	1.008	99.95%	0.055%	
44	45	0.966	0.966	99.99%	0.012%	
44	46	0.975	0.975	99.98%	0.021%	
44	47	0.963	0.964	99.99%	0.009%	
24	48	1.219	1.222	99.78%	0.225%	
48	49	0.978	0.979	99.97%	0.025%	
48	50	1.187	1.189	99.80%	0.203%	
50	51	0.977	0.978	99.98%	0.024%	
50	52	0.970	0.970	99.98%	0.016%	

Prosjeak	0.10%
Minimum	0.00%
Maximum	0.54%

6.3 Razlike u profilima cijevi i tlakovima u računskim čvorovima

Razlike u profilima cijevi se ne pojavljuju zbog načina određivanja potrebnog promjera cijevi (D) pomoću nomograma hidrauličkih parametara za okrugle cijevi iz poglavlja 5.3 i 5.4.

Zbog malih razlika u protocima (Q) koji iznose u maksimalnoj veličini 0.5 l/s ne dolazi do povećanja profila cijevi prilikom određivanja promjera.

Samim time ne dolazi niti do razlika u tlakovima (Tablica 13.)

Tablica 13. Usporedba tlakova na početnih 20 računskih čvorova vodoopskrbne mreže
(izradio autor)

Čvor	Nadmorska visina	Po koeficijentu k	Po # potrošača	Usporedba tlakova	
		Tlak u čvoru	Tlak u čvoru	Omjer	Razlika
[-]	[m n.m.]	pk [bar]	p# [bar]	pk/p# [%]	[%]
1	50.10	4.683	4.682	1.000	0.000
2	50.00	4.681	4.681	1.000	0.000
3	50.20	4.331	4.331	1.000	0.000
4	43.40	4.814	4.814	1.000	0.000
5	45.40	5.038	5.038	1.000	0.000
6	40.60	5.342	5.342	1.000	0.000
7	39.80	5.379	5.379	1.000	0.000
8	34.60	5.469	5.469	1.000	0.000
9	45.40	5.026	5.026	1.000	0.000
10	48.70	4.654	4.654	1.000	0.000
11	52.50	4.282	4.282	1.000	0.000
12	45.30	4.932	4.932	1.000	0.000
13	55.30	3.908	3.907	1.000	0.000
14	62.80	3.063	3.063	1.000	0.000
15	55.30	3.895	3.895	1.000	0.000
16	60.30	3.366	3.365	1.000	0.000
17	55.40	3.805	3.804	1.000	0.000
18	61.20	3.229	3.229	1.000	0.000
19	61.30	3.265	3.265	1.000	0.000
20	59.20	3.458	3.458	1.000	0.000

7. DIONICE SA PREVISOKIM/PRENISKIM IZLAZNIM PRITISKOM/TLAKOM VODE

Ukoliko je zbog visokog tlaka u mreži potrebno ugraditi ventil za smanjenje tlaka (reducir ventil), on se postavlja iza zaštitnika od povratnog toka. Isto vrijedi i za ostalu vodovodnu armaturu koju investitor želi ugraditi. Dužinu okna u tom slučaju treba povećati za potrebe ugradbe navedene armature [11].



Slika 10. Reducir ventil veličine 2" [13]

Na 10 dionica na sustavu dolazi do pojave visokog pritiska vode, te dionice su sve krajnje, to znači da nakon njih nema više potrošača, što vidimo u tabličnom prikazu iz poglavlja 5. i na situaciji vodoopskrbnog sustava.

Dionice sa visokim pristiskom su: Č61-Č62, Č61-Č63, Č61-Č64, Č94-Č95, Č101-Č102, Č101-Č103, Č103-Č104, Č104-Č105, Č104-Č106 i Č103-Č107.

Visoki pritisak na promatranim dionicama se pojavljuje zbog naglog smanjenja nadmorske visine na kratkoj udaljenosti trase vodoopskrbne cijevi, te se mora predvidjeti adekvatno rješenje kako bi se izbjegla potencijalna oštećenja na vodoopskrbnoj mreži i imovini privatnih korisnika.

Zbog problema sa niskim tlakovima na pojedinom dionicama stanovništvo je primorano ugrađivati hidrofore (Slika 11.).

Hidrofori se koriste za vodoopskrbu stanovništva u stambenim zgradama i manjim naseljima gdje tlak u vodoopskrbnom sustavu nije dovoljan da vodu dovede do svih potrošača. [10]

Hidrofori se sastoje od jedne ili više crpki povezanih na tlačni kotao ili nekoliko tlačnih kotlova u kojima je voda pod odgovarajućim tlakom.

Danas se hidrofori proizvode s takvom opremom koja omogućuje automatski rad (uključivanje i isključivanje).



Slika 11. Kućni hidrofor [14]

Na predviđenoj vodoopskrbnoj mreži samo na jednom računskom čvoru se pojavljuje izlazni tlak manji od 2 bara, na računskom čvoru Č35 gdje je $p = 1.86$ bara što možemo vidjeti u poglavlju 5.

8. LITERATURA

- [1] Vuković, Ž. (1995): Osnove hidrotehnike, Prvi dio, druga knjiga. Zagreb, Akvamarine.
- [2] Prostorni plan uređenja Općine Ližnjan, https://www.istra-istria.hr/fileadmin/dokumenti/prostorni_plan/Ostali/Liznjan_PPUO_02_09_tekst.pdf (15.07.2024.)
- [3] Wikipedia Ližnjan. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Li%C5%BEenjan> (15.07.2024.)
- [4] Google maps karta naselja Ližnjan. <https://www.google.com/maps/place/Li%C5%BEenjan/@44.8232239,13.9649223,6302m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x47632c1e9ad7b175:0xee88c0049d839d7c!8m2!3d44.8285401!4d13.9563987!16zL20vMGNjXzBq?entry=ttu> (15.07.2024.)
- [5] Turistička zajednica općine Ližnjan. <https://www.liznjaninfo.hr/index.php/mjesta/49-liznjan> (15.07.2024.)
- [6] Wikipedia jezero Butoniga [https://hr.wikipedia.org/wiki/Butoniga_\(jezero\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Butoniga_(jezero)) (15.07.2024.)
- [7] Geoportal. <https://geoportal.dgu.hr/> (15.07.2024.)
- [8] Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011, Rezultati popisa 2021.. https://hr.wikipedia.org/wiki/Predlo%C5%BEak:Kretanje_broja_stanovnika/lzvori (10.09.2024.)
- [9] Općinska uprava Ližnjan, <https://www.liznjan.hr/index.php/87-opcinska-uprava/130-komunalni-odjel> (15.07.2024.)
- [10] Materijali sa kolegija Opskrba vodom i kanalizacijom, Sveučilište u Rijeci Građevinski fakultet
- [11] Opći i tehnički uvjeti isporuke vodnih usluga (pročišćeni tekst); V. tehničko-tehnološki uvjeti priključenja; V.I. tehničko-tehnološki uvjeti priključenja na javnu vodoopskrbu; Spojni vod vodoopskrbnoga priključka, Članak 26; Priključci za obiteljske kuće, Članak 29.
- [12] Potrošnja vode u kućanstvu. <https://www.sudoper.hr/stedi-vodu-cuvaj-zemlju.aspx> (15.07.2024.)
-

[13] Reducir ventil. <https://www.ikoma.hr/hr/vodovodni-materijal-119/reducir-ventili-regulatori-tlaka-vode-131/reducir-ventil-regulator-tlaka-vode-5-4-honeywell-2586/>
(15.07.2024.)

[14] Hidroforna pumpa. <https://www.emundia.hr/metabo-kucni-hidrofor-hww-3500-25-g-600981000> (15.07.2024.)

9. GRAFIČKI PRILOZI

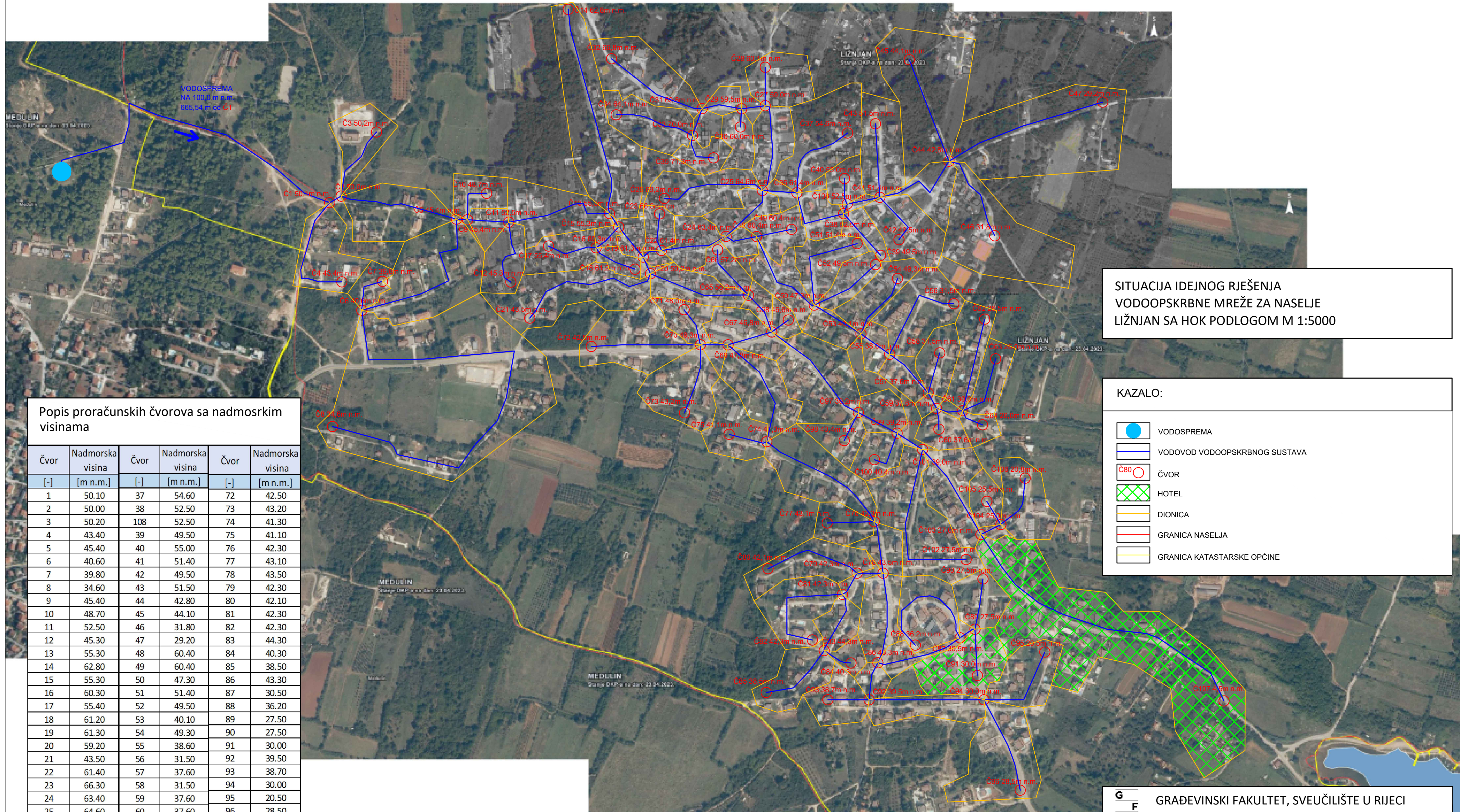
Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa ortofoto podlogom M 1:5000

Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa HOK podlogom M 1:5000

**Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan
M 1:5000**

**Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č46]
M 1:500/M 1:2500**

**Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č107]
M 1:500/M 1:2500**



**SITUACIJA IDEJNOG RJEŠENJA
VODOOPSKRBNJE MREŽE ZA NASELJE
LIŽNJAN SA HOK PODLOGOM M 1:5000**

Popis proračunskih čvorova sa nadmorskim visinama

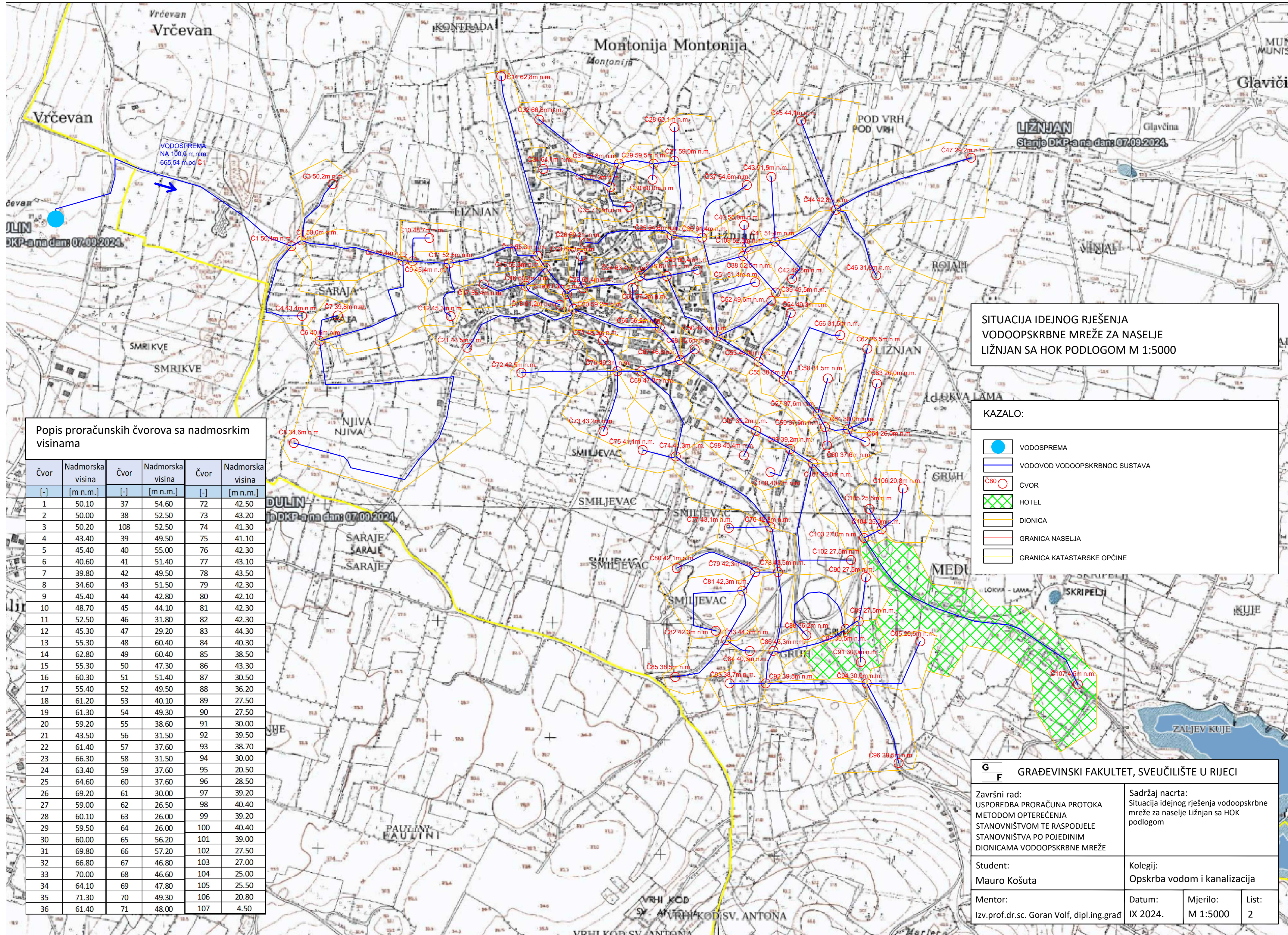
Čvor	Nadmorska visina	Čvor	Nadmorska visina	Čvor	Nadmorska visina
[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]
1	50.10	37	54.60	72	42.50
2	50.00	38	52.50	73	43.20
3	50.20	108	52.50	74	41.30
4	43.40	39	49.50	75	41.10
5	45.40	40	55.00	76	42.30
6	40.60	41	51.40	77	43.10
7	39.80	42	49.50	78	43.50
8	34.60	43	51.50	79	42.30
9	45.40	44	42.80	80	42.10
10	48.70	45	44.10	81	42.30
11	52.50	46	31.80	82	42.30
12	45.30	47	29.20	83	44.30
13	55.30	48	60.40	84	40.30
14	62.80	49	60.40	85	38.50
15	55.30	50	47.30	86	43.30
16	60.30	51	51.40	87	30.50
17	55.40	52	49.50	88	36.20
18	61.20	53	40.10	89	27.50
19	61.30	54	49.30	90	27.50
20	59.20	55	38.60	91	30.00
21	43.50	56	31.50	92	39.50
22	61.40	57	37.60	93	38.70
23	66.30	58	31.50	94	30.00
24	63.40	59	37.60	95	20.50
25	64.60	60	37.60	96	28.50
26	69.20	61	30.00	97	39.20
27	59.00	62	26.50	98	40.40
28	60.10	63	26.00	99	39.20
29	59.50	64	26.00	100	40.40
30	60.00	65	56.20	101	39.00
31	69.80	66	57.20	102	27.50
32	66.80	67	46.80	103	27.00
33	70.00	68	46.60	104	25.00
34	64.10	69	47.80	105	25.50
35	71.30	70	49.30	106	20.80
36	61.40	71	48.00	107	4.50

KAZALO:

- VODOSPREMA
- VODOVOD VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
- ČVOR
- HOTEL
- DIONICA
- GRANICA NASELJA
- GRANICA KATASTARSKJE OPĆINE

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Završni rad: USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNJE MREŽE	Sadržaj nacрта: Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa ortofoto podlogom
Student: Mauro Košuta	Kolegij: Opskrba vodom i kanalizacija
Mentor: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing.građ	Datum: IX 2024.
	Mjerilo: M 1:5000
	List: 1



SITUACIJA IDEJNOG RJEŠENJA
 VODOOPSKRBNNE MREŽE ZA NASELJE
 LIŽNJAN SA HOK PODLOGOM M 1:5000

Popis proračunskih čvorova sa nadmoskim visinama

Čvor	Nadomska visina	Čvor	Nadomska visina	Čvor	Nadomska visina
[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]
1	50.10	37	54.60	72	42.50
2	50.00	38	52.50	73	43.20
3	50.20	108	52.50	74	41.30
4	43.40	39	49.50	75	41.10
5	45.40	40	55.00	76	42.30
6	40.60	41	51.40	77	43.10
7	39.80	42	49.50	78	43.50
8	34.60	43	51.50	79	42.30
9	45.40	44	42.80	80	42.10
10	48.70	45	44.10	81	42.30
11	52.50	46	31.80	82	42.30
12	45.30	47	29.20	83	44.30
13	55.30	48	60.40	84	40.30
14	62.80	49	60.40	85	38.50
15	55.30	50	47.30	86	43.30
16	60.30	51	51.40	87	30.50
17	55.40	52	49.50	88	36.20
18	61.20	53	40.10	89	27.50
19	61.30	54	49.30	90	27.50
20	59.20	55	38.60	91	30.00
21	43.50	56	31.50	92	39.50
22	61.40	57	37.60	93	38.70
23	66.30	58	31.50	94	30.00
24	63.40	59	37.60	95	20.50
25	64.60	60	37.60	96	28.50
26	69.20	61	30.00	97	39.20
27	59.00	62	26.50	98	40.40
28	60.10	63	26.00	99	39.20
29	59.50	64	26.00	100	40.40
30	60.00	65	56.20	101	39.00
31	69.80	66	57.20	102	27.50
32	66.80	67	46.80	103	27.00
33	70.00	68	46.60	104	25.00
34	64.10	69	47.80	105	25.50
35	71.30	70	49.30	106	20.80
36	61.40	71	48.00	107	4.50

KAZALO:

- VODOSPREMA
- VODOVOD VODOOPSKRBNOG SUSTAVA
- ČVOR
- HOTEL
- DIONICA
- GRANICA NASELJA
- GRANICA KATASTARKE OPĆINE

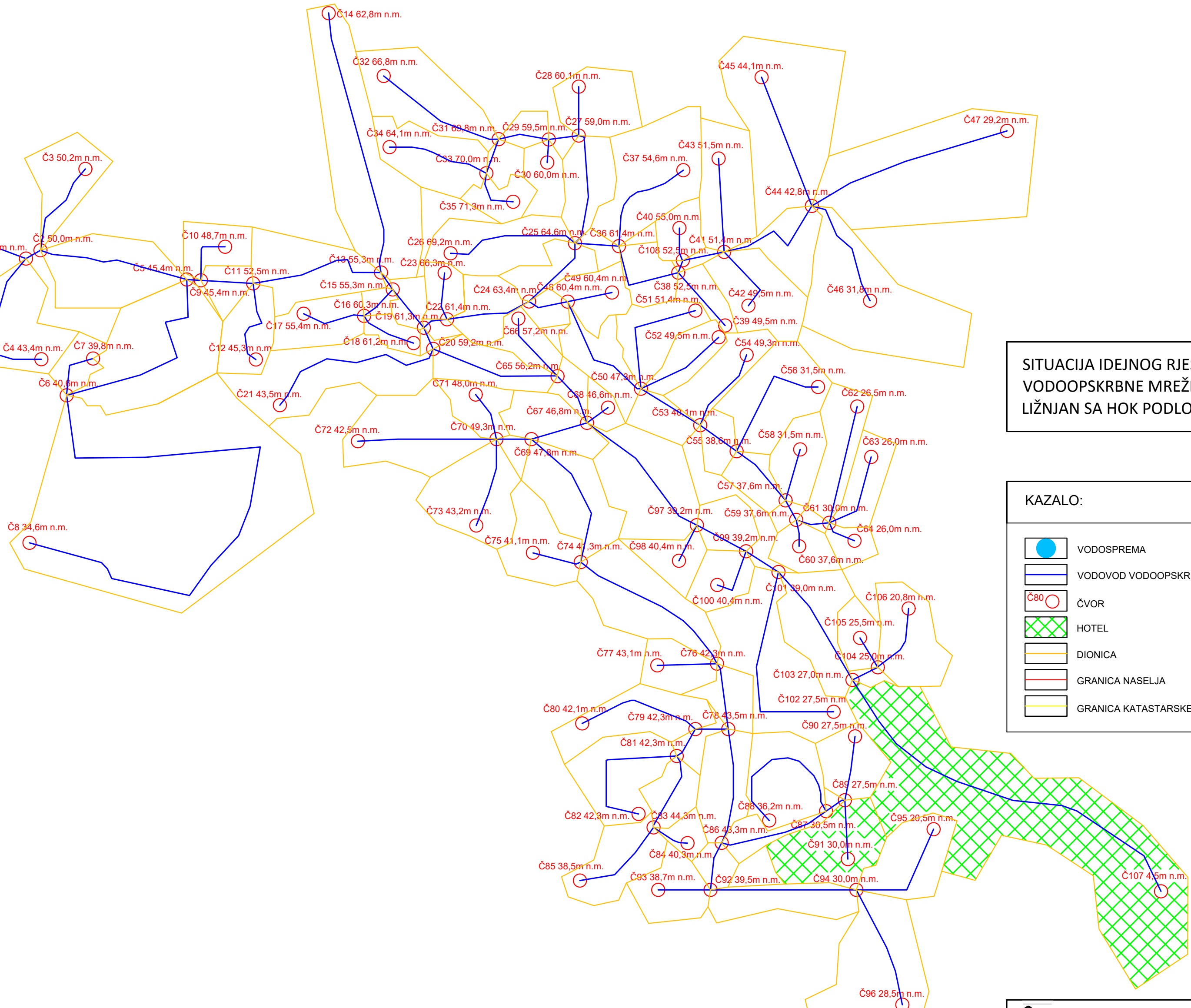
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Završni rad: USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE MREŽE	Sadržaj nacrt: Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan sa HOK podlogom
Student: Mauro Košuta	Kolegij: Opskrba vodom i kanalizacija
Mentor: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing. građ	Datum: IX 2024.
	Mjerilo: M 1:5000
	List: 2

**SITUACIJA IDEJNOG RJEŠENJA
VODOOPSKRBNNE MREŽE ZA NASELJE
LIŽNJAN SA HOK PODLOGOM M 1:5000**

KAZALO:

	VODOSPREMA
	VODOVOD VODOOPSKRBNNOG SUSTAVA
	ČVOR
	HOTEL
	DIONICA
	GRANICA NASELJA
	GRANICA KATASTARKE OPĆINE

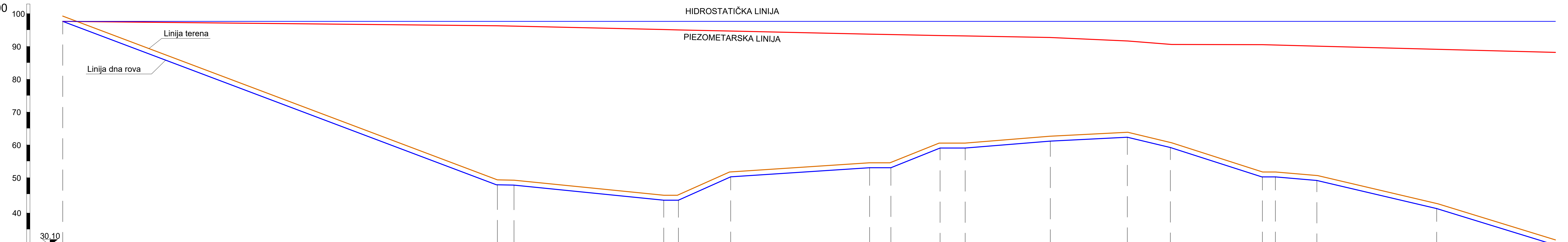


Popis proračunskih čvorova sa nadmorskim visinama

Čvor	Nadmorska visina	Čvor	Nadmorska visina	Čvor	Nadmorska visina
[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]	[-]	[m n.m.]
1	50.10	37	54.60	72	42.50
2	50.00	38	52.50	73	43.20
3	50.20	108	52.50	74	41.30
4	43.40	39	49.50	75	41.10
5	45.40	40	55.00	76	42.30
6	40.60	41	51.40	77	43.10
7	39.80	42	49.50	78	43.50
8	34.60	43	51.50	79	42.30
9	45.40	44	42.80	80	42.10
10	48.70	45	44.10	81	42.30
11	52.50	46	31.80	82	42.30
12	45.30	47	29.20	83	44.30
13	55.30	48	60.40	84	40.30
14	62.80	49	60.40	85	38.50
15	55.30	50	47.30	86	43.30
16	60.30	51	51.40	87	30.50
17	55.40	52	49.50	88	36.20
18	61.20	53	40.10	89	27.50
19	61.30	54	49.30	90	27.50
20	59.20	55	38.60	91	30.00
21	43.50	56	31.50	92	39.50
22	61.40	57	37.60	93	38.70
23	66.30	58	31.50	94	30.00
24	63.40	59	37.60	95	20.50
25	64.60	60	37.60	96	28.50
26	69.20	61	30.00	97	39.20
27	59.00	62	26.50	98	40.40
28	60.10	63	26.00	99	39.20
29	59.50	64	26.00	100	40.40
30	60.00	65	56.20	101	39.00
31	69.80	66	57.20	102	27.50
32	66.80	67	46.80	103	27.00
33	70.00	68	46.60	104	25.00
34	64.10	69	47.80	105	25.50
35	71.30	70	49.30	106	20.80
36	61.40	71	48.00	107	4.50

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE MREŽE		Sadržaj nacрта: Situacija idejnog rješenja vodoopskrbne mreže za naselje Ližnjan	
Student: Mauro Košuta		Kolegij: Opskrba vodom i kanalizacija	
Mentor: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing. građ	Datum: IX 2024.	Mjerilo: M 1:5000	List: 3

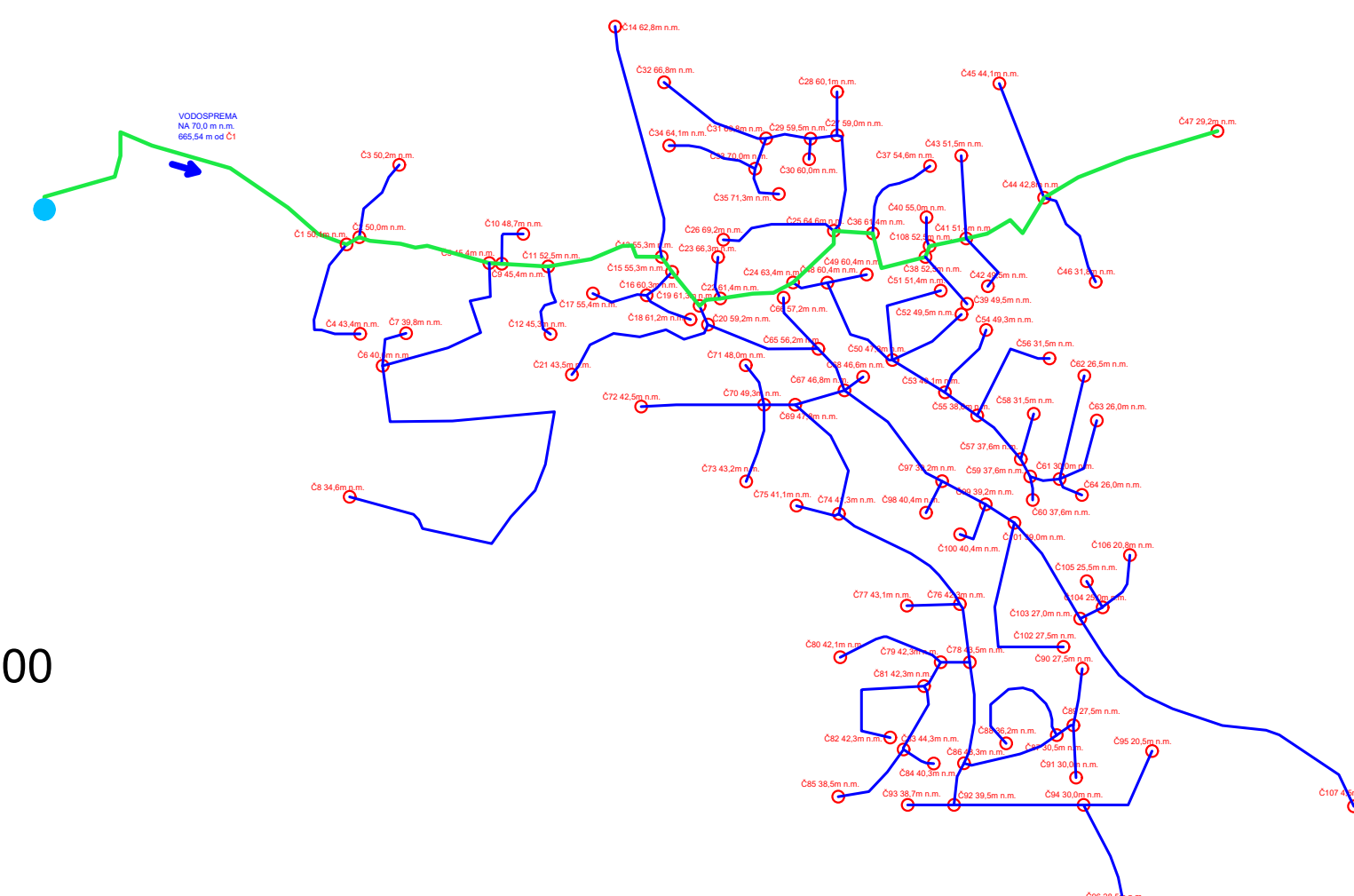
M1:500



M1:2500

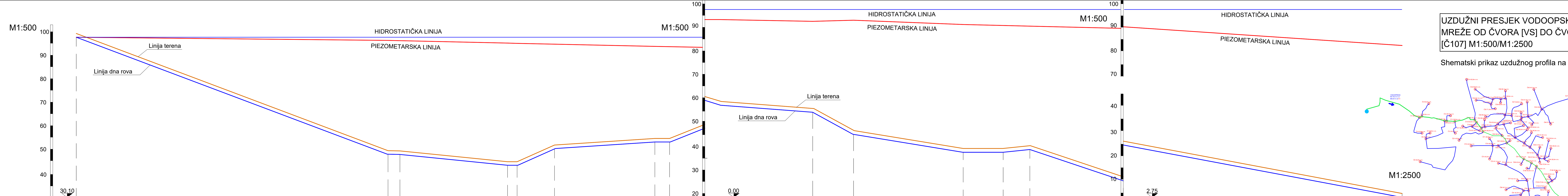
UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNNE MREŽE OD ČVORA [VS] DO ČVORA [Č46] M1:500/M1:2500

Shematski prikaz uzdužnog profila na situaciji



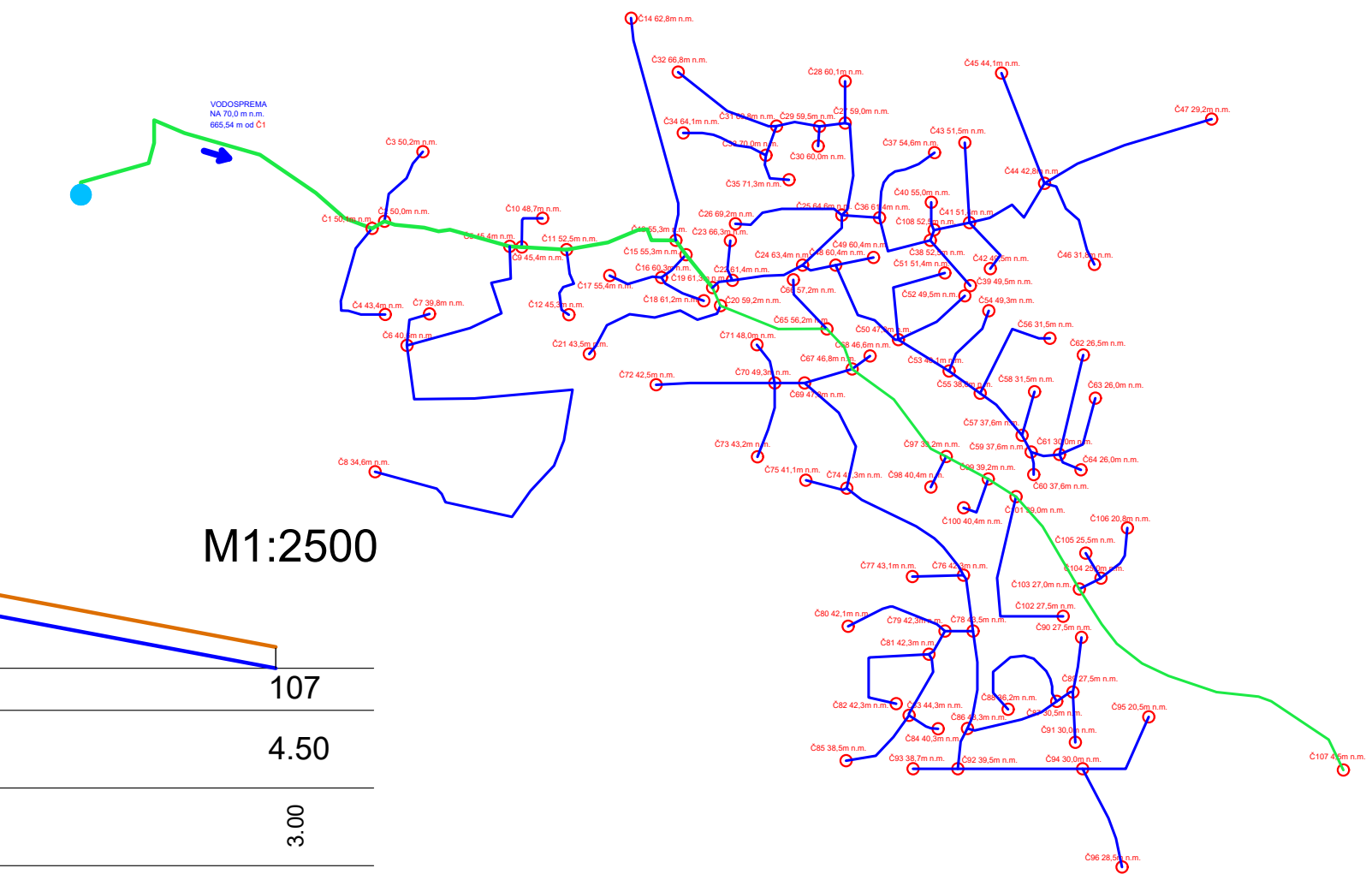
Naziv	VS	1	2	5	9	11	13	15	19	22	24	25	36	38	108	41	44	46		
Visina terena [m n.m.]	100.00	50.10	50.00	45.40	45.40	52.50	55.30	55.30	61.30	61.40	63.40	64.60	61.40	52.50	52.50	51.40	42.80	31.80		
Visina nivelete [m n.m.]	98.50	48.60	48.50	43.90	43.90	51.00	53.80	53.80	59.80	59.90	61.90	63.10	59.90	51.00	51.00	49.90	41.30	30.30		
Dubina nivelete [m]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
Visina dna rova [m n.m.]	98.20	48.30	48.20	43.60	43.60	50.70	53.50	53.50	59.50	59.65	61.65	62.90	59.70	50.80	50.80	49.70	41.10	30.10		
Dubina dna rova [m]	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.75	1.75	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70		
Duljina dionice [m]	663.54	24.41	229.06	20.35	79.65	213.64	31.32	75.08	39.43	129.77	118.81	67.01	138.91	19.74	64.21	183.74	179.30			
Pad cijevi [%]	4.50	4.50	4.50	4.30	4.25	4.25	4.00	4.00	3.85	3.70	8.75	5.50	5.50	5.50	5.50	5.25	5.25			
Materijal cijevi							PEHD													
Nazivni promjer cijevi [mm]	300	300	300	300	300	300	300	300	250	250	200	200	200	200	200	200	200	200		
Stacionaže čvorova	000+000.00	000+663.54	000+688.95	000+918.00	000+938.36	001+018.00	001+231.65	001+262.97	001+338.06	001+377.49	001+507.26	001+626.07	001+693.07	001+831.98	001+851.72	001+915.94	002+099.67	002+278.97		

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODJELE STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE MREŽE		Sadržaj nacrtu: Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č46] M1:500/M1:2500	
Student: Mauro Košuta		Kolegij: Opskrba vodom i kanalizacija	
Mentor: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing.građ		Datum: IX 2024.	Mjerilo: M 1:500 M 1:2500
			List: 4



UZDUŽNI PRESJEK VODOOPSKRBNNE MREŽE OD ČVORA [VS] DO ČVORA [Č107] M1:500/M1:2500

Shematski prikaz uzdužnog profila na situaciji



Naziv	VS	1		2		5		9		11	13		15		19	20	65		67		97		99		101		103		107
Visina terena [m n.n.m.]	100.00	50.10	50.00	45.40	45.40	52.50	55.30	55.30	61.30	59.20	56.20	46.80	39.20	39.20	40.40	27.00	4.50												
Visina nivelete [m n.n.m.]	98.50	48.60	48.50	43.90	43.90	51.00	53.80	53.80	59.80	57.70	54.70	45.30	37.70	37.70	38.90	25.50	3.00												
Dubina nivelete [m]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50												
Visina dna rova [m n.n.m.]	98.20	48.30	48.20	43.60	43.60	50.70	53.50	53.50	59.50	57.50	54.40	45.00	37.45	37.45	38.65	25.25	2.75												
Dubina dna rova [m]	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75												
Duljina dionice [m]		663.54	24.41	229.06	20.35	79.65	213.64	31.32	75.08	35.08	196.79	85.88	232.05	84.35	58.52	199.98	599.10												
Pad cijevi [%]		4.50	4.50	4.50	4.30	4.25	4.25	4.00	4.00	5.50	2.65	2.65	4.85	4.85	4.85	4.80	4.80												
Materijal cijevi		PEHD																											
Nazivni promjer cijevi [mm]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	200	300	300	250	250	250	250												
Stacionaže čvorova	000+000.00	000+663.54	000+688.95	000+918.00	000+938.36	001+018.00	001+231.65	001+262.97	001+338.06	001+373.13	001+569.92	001+655.81	001+887.86	001+972.21	002+030.73	002+230.72	002+829.82												

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad: USPOREDBA PRORAČUNA PROTOKA METODOM OPTEREĆENJA STANOVNIŠTVOM TE RASPODIJELE STANOVNIŠTVA PO POJEDINIM DIONICAMA VODOOPSKRBNNE MREŽE		Sadržaj nacрта: Uzdužni presjek vodoopskrbne mreže od čvora [VS] do čvora [Č107] M1:500/M1:2500	
Student: Mauro Košuta		Kolegij: Opskrba vodom i kanalizacija	
Mentor: Izv.prof.dr.sc. Goran Volf, dipl.ing.grad		Datum: IX 2024.	Mjerilo: M 1:500 M 1:2500
		List: 5	