

Idejno rješenje vodovoda naselja Komarna

Pavić, Stipe

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:863401>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 456/GR/2023

Idejno rješenje vodovodne mreže Komarna

Stipe Pavić, 2190/336

Varaždin, srpanj 2023. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za graditeljstvo

Završni rad br. 456/GR/2023

Idejno rješenje vodovodne mreže Komarna

Student

Stipe Pavić 2190/336

Mentor

doc. dr. sc. Domagoj Nakić, mag. ing. aedif.

Varaždin, srpanj 2023. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za graditeljstvo

STUDIJ: preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRETLONIS: Stipe Pavić

MATIČNI BROJ: 2190/336

DATA: 19.02.2023.

ODJEL: Vodoopskrba i odvodnja

NASLOV RADA: Idejno rješenje vodovoda naselja Komarna

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Conceptual design of the Komarna water supply system

MENTOR: dr.sc. Domagoj Nakić

STANJE: Docent

ČLANOVI POUZDANSTVA

1. doc.dr.sc. Željko Kos

2. doc.dr.sc. Domagoj Nakić

3. doc.dr.sc. Bojan Đurin

4. prof.dr.sc. Božo Soldo

5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 455AGR/2023

OPIS

U sklopu izrade završnog rada potrebno je izraditi idejno rješenje vodovoda naselja Komarna (lokacija naselja u Malostonskom zaljevu).

Vodovod je potrebno projektirati kao razgranatu opskrbnu mrežu od točke priključnog okna na magistralni cjevovod koji prolazi državnom cestom D8 do krajnjih korisnika.

Rad treba sadržavati minimalno sljedeća poglavlja:

- Uvod
- Ulazni podaci i podloge
- Oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje
- Hidraulički proračun
- Aproximativni troškovnik
- Grafički prilozi (situacija na DOF-u, uzdužni profili svih cjevovoda, normalni karakteristični poprečni presjek rova).

ZABRANA DRUŽEN

27.06.2023.



Sažetak

Tema ovog završnog rada je idejno rješenje vodovodne mreže u mjestu Komarna koje se nalazi na jugu Hrvatske u sastavu Općine Slivno i Dubrovačko-neretvanske županije.

U uvodnom dijelu rada, iznesene su opće informacije o vodoopskrbnom sustavu i njegovom utjecaju na kvalitetu života na nekom području. Nakon utvrđenih ciljeva rada, izneseni su ulazni podatci o specifičnoj potrošnji vode za stanovništvo i turiste, lokaciji, gospodarskim i geografskim karakteristikama područja te trenutni broj stalnog stanovništva i turista. Na temelju definiranih ulaznih podataka, izrađen je hidraulički proračun s opisanim postupkom izračuna podataka potrebnih za dimenzioniranje vodovodne mreže. Nakon izvršenog hidrauličkog proračuna, opisano je tehničko rješenje izvođenja vodovodne mreže koje se odnosi na iskop rovova, način polaganja cijevi u rovove te njihovo zatrpavanje. Opisani su objekti na trasi potrebni za održavanje cjevovoda uključujući vodovodne armature. U završnom dijelu rada izrađen je okvirni prikaz troškova s opisanim radovima na vodovodnoj mreži *Komarna* te su iznijeti zaključci na temelju izrađenog rada.

Ključne riječi: vodoopskrbni sustav; troškovnik; idejno rješenje; hidraulički proračun; Komarna

Summary

The theme of this final thesis is the conceptual solution of the water supply design in the settlement of Komarna, which is located in the south of Croatia, in the municipality of Slivno and within Dubrovnik-Neretva County.

In the introductory part of the thesis, general information about the water supply system and its impact on the quality of life in the area are presented. After establishing objectives of the work, input data on specific water consumption for the population and tourists, location, economic and geographical characteristics of the area and the current number of permanent residents and tourists are presented. On the basis of the defined input data, a hydraulic calculation was made with a described procedure for calculating the data required for sizing of the water supply system. After the hydraulic calculation, the technical solution for the construction of the water supply network is described, which refers to the excavation of trenches, the method of laying pipes in trenches and their backfilling. The facilities on the route necessary for the maintenance of pipelines, including water fittings, are also described. In the final part of the thesis, an outline of the costs was created with the described foreseen works on the Komarna water supply system. Finally, conclusions are given with the main technical characteristics of the designed system.

Keywords: water supply system; approximate cost list; conceptual desing; hydraulic calculation; Komarna

Korištene kratice

PEHD	plastična cijev od polietilena visoke gustoće (engl. polyethylene high-density)
$Q_{sr,dn}$	srednja dnevna potrošnja
$Q_{max,dn}$	maksimalna dnevna potrošnja
$Q_{max,h}$	maksimalna satna potrošnja
$Q_{max,h,uk}$	ukupna maksimalna satna potrošnja
K_d	koeficijent dnevne neravnomjernosti
K_h	koeficijent satne neravnomjernosti
q	specifični protok
L_i	duljina dionice
Q_{uk}	ukupni protok
$Q_{v,i}$	vlastiti protok
$Q_{t,i}$	tranzitni protok
D	vanjski promjer
D_i	unutarnji promjer
V_i	protjecajna brzina
A_i	protjecajna površina
Re_i	Reynoldsov broj
ε	relativna hrapavost
λ	koeficijent trenja
ΔH_{tr_i}	hidraulički gubitci
I_i	piezometarski pad
g	akceleracija sile teže
$P_{t,a}$	raspoloživi hidrostatski tlak
$P_{t,d}$	raspoloživi hidrodinamički tlak
DN	nazivni promjer
PN	nazivni tlak
PRV	ventil za regulaciju tlaka (engl. Pressure reducing valve)

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Zadatak	5
2.1 Lokacija	5
2.2 Ulazni podatci	6
2.2.1. Stanovništvo	7
3. Potrošnja vode po kategorijama potrošača	8
3.1. Kućanstvo i turisti	8
3.2. Voda za protupožarno djelovanje	10
4. Hidraulički proračun	10
5. Tehnički opis radova na vodovodnoj mreži <i>Komarna</i>	17
5.1. Predviđeno tehničko rješenje	17
5.2. Cijevni PEHD profili za vodoopskrbnu mrežu	18
5.2.1. Transport i skladištenje PEHD cijevi	19
6. Trasa sustava s objektima vodoopskrbnog za održavanje	20
7. Procjena troškova pri izgradnji vodovodne mreže <i>Komarna</i>	23
8. Zaključak	26
9. Literatura	27
10. Popis slika	29
11. Popis tablica	30

1.Uvod

Opskrba vodom, uz zadržavanje zdravstvene ispravnosti i kvalitete iste, predstavlja neizostavnu potrebu svih njenih krajnjih korisnika. Pod tim pojmom podrazumijeva se sustav svih objekata potrebnih za dopremu vode, uz čitav sklop ostalih instalacija i uređaja, do krajnjeg potrošača. Osiguravanje pristupa cjelokupnom stanovništvu pitkoj vodi ima nemjerljivu važnost i utjecaj na zdravstveni i životni standard svakog pojedinca. Vodoopskrba predstavlja civilizacijsko dostignuće koje bi trebalo biti prihvatljivo i dostupno rješenje svim potencijalnim korisnicima. Ranije spomenut sustav objekata za dopremu vode do potrošača u općem slučaju čine:

- Izvorište,
- Vodozahvat,
- Crpna stanica,
- Uređaj za kondicioniranje,
- Vodosprema,
- Vodoopskrbna mreža [1]

Pri planiranju vodoopskrbnog sustava, važan je ispravan odabir prirodnih izvora pitke vode uz provođenje svih mjera u cilju zaštite istog od mogućeg onečišćenja i zagađenja. Europski parlament, u 2020. godini, usvojio je dogovor među državama članicama po imenu *Direktiva (EU) 2020/2184 o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju* s ciljem podizanja kvalitete vode iz vodovoda. Nova zakonska regulativa na području unije određivati će strože granične vrijednosti za cijeli niz onečišćujućih tvari u vodi [2]. Kako bi izvorište zadovoljavalo dane potrebe opskrbe nekog sustava, potrebna je konzistentnost u količini zahvaćene vode s uvjetom da se radi o dostatnoj količini za potrebe svih potrošača uz proračunska povećanja za dogledni period, njena zadovoljavajuća kvaliteta te zadovoljen ekonomski faktor isplativosti pri njegovu odabiru. Kako bi se voda s izvora usmjerila k potrošačima, koriste se vodozahvati. Sam način zahvata vode ovisi o vrsti nalazišta pa se shodno tome dijele na:

- Zahvate izvora,
- Zahvate podzemnih voda,
- Zahvate površinskih voda,
- Zahvate oborinskih voda. [1]

Crpna stanica je postrojenje sastavljeno iz više objekata s namjenom potiskivanja vode na više kote prema vodospremi. Vodosprema je građevina koja osigurava skladištenje vode sa svrhom ujednačavanja tlakova u vodovodnoj mreži zbog oscilacija u potrošnji vode ovisno o dobu dana. Kako bi voda postala pitka te bez boje, okusa, mirisa i mikroorganizama koristi se uređaj za kondicioniranje, odnosno pripremu pitke vode (poboljšanje njene kakvoće). [1]

Sustav zadužen za distribuciju vode prema krajnjem korisniku čini vodovodna mreža. Voda dostavljena putem vodovodne mreže mora zadovoljavati sve zdravstvene zahtjeve njene ispravnosti propisane *Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* (NN, broj 125/17). Njime se propisuju:

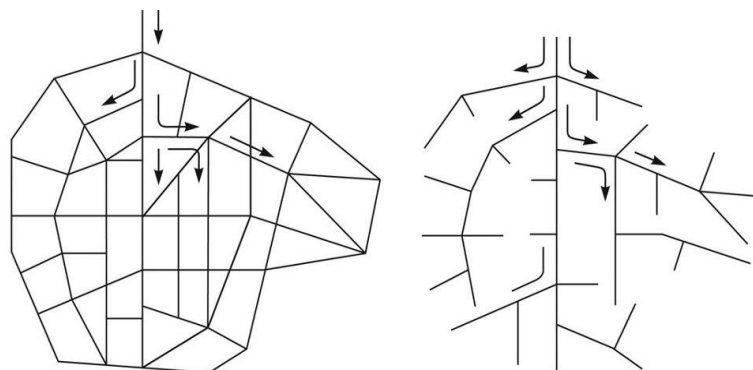
- *parametri zdravstvene ispravnosti, indikatorski parametri te parametri radioaktivnih tvari u vodi za ljudsku potrošnju,*
- *parametri, vrijednosti parametara, vrste i opseg analiza uzoraka te učestalost uzimanja uzoraka vode za ljudsku potrošnju za provedbu monitoringa vode za ljudsku potrošnju te za provedbu monitoringa radioaktivnih tvari,*
- *učestalost uzimanja uzoraka vode za ljudsku potrošnju u sklopu sustava samokontrole subjekata u poslovanju s hranom i kod ostalih objekata od javnozdravstvenog interesa,*
- *metode i mjesta (točke) uzorkovanja,*
- *metode laboratorijskog ispitivanja vode za ljudsku potrošnju,*
- *vrste i opseg analiza te broj potrebnih uzoraka vode za ljudsku potrošnju u svrhu ispitivanja njezine zdravstvene ispravnosti u građevinama prije izdavanja uporabne dozvole,*
- *monitoring vode za ljudsku potrošnju i način provedbe procjene rizika u provedbi programa monitoringa vode za ljudsku potrošnju,*
- *sadržaj i način odobravanja planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju,*
- *način vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe* (NN 125/17).

Zdravstveno ispravnu vodu za piće definira *Zakon o vodi za ljudsku potrošnju* (NN, broj 30/23). U članku 6 zakona, navodi se kako voda za ljudsku potrošnju:

- *Ne sadrži mikroorganizme, parazite i njihove razvojne oblike u broju koji predstavlja potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi*
- *Ne sadrži štetne tvari u koncentracijama koje same ili zajedno s drugim tvarima predstavljaju potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi*
- *Ne prelazi vrijednosti parametara zdravstvene ispravnosti vode propisane Pravilnikom (NN 30/23).*

Uz osiguranu kvalitetu vode, također, opskrba vodom putem distribucijske mreže mora ispunjavati zahtjeve svih korisnika. S obzirom na kategorije potrošača, voda mora biti dostatna za potrebe svih kućanstava, industrije te za protupožarne svrhe i održavanje samog sustava vodoopskrbe.

Vodoopskrbnu mrežu čine glavni i razdjelni cjevovodi. Ovisno o vrsti vodoopskrbne mreže, tipu i veličini mjesta u kojem se izvodi, potrebama i broju potrošača te geografskim karakteristikama područja ona se može razlikovati prema načinu izvođenja sustava. Prema tlocrtnom riješenu vodovodne mreže, razlikuju se prstenasti i granati oblik opskrbe (*slika 1*). U ovisnosti o raznim parametrima kao što su zahtjevi zdravstvene ispravnosti ili maksimalni radni tlakovi, odabire se prikladni materijal cijevi. [1]



Slika 1: prstenasti i granati oblik cjevovoda [1]

U konkretnom slučaju ovog projektnog zadatka, vodovodne mreže *Komarna*, razgranata vodoopskrbna mreža priključuje se na postojeći magistralni cjevovod D8 koji prolazi nedaleko od naselja. Izrada idejnog projekta vodovodne mreže u mjestu Komarna, za cilj si postavlja rješenje osnovne potrebe svih žitelja mjesta za zdravstveno ispravnom i pitkom vodom. Uz stalno stanovništvo, opskrba vodom je neophodna za rastuće potrebe turizma u naselju.

Investitor izgradnje vodoopskrbne mreže je Neretvansko-Pelješko-Korčulansko-Lastovsko-Mljetski vodovod d.o.o. (NPKLM) pod čijom je ingerencijom mjesto Komarna. Potrebna projektna dokumentacija pri izvedbi vodovodne mreže su idejno rješenje, idejni projekt, glavni projekt te izvedbeni projekt. Sva projektna dokumentacija mora biti u skladu s propisima donesenim u: *Zakon o gradnji* (NN, broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) te *Zakon o prostornom uređenju* (NN, broj 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19). Provedba odabira izvođača radova za izgradnju vodovodne mreže referira se na *Zakon o javnoj nabavi* (NN, broj 120/16, 114/22).

Općina Slivno, u kojoj se nalazi mjesto Komarna dio je vodoopskrbnog podsustava Kula Norinska i Slivno. Opskrba vodom Komarne vršiti će se iz vodospreme *Komarna* kapaciteta 500 m³ koja se nalazi na 75 metara nadmorske visine. U vodospremu se voda doprema s vodozahvata *Prud*, kapaciteta 382 l/s, koji je dio temeljnog sustava vodoopskrbe *Neretva-Pelješac-Korčula*. [3]

NPKLM vodovod d.o.o. je ovlaštenu javni isporučitelj vodnih usluga na prostoru Općine Slivno, u čijem je sastavu i mjesto Komarna. Vlasničku strukturu društva čini devet općina i tri grada. Općina Slivno ima 2% vlasničkog udjela u društvu. [4]

Kontrola zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju, propisana u *Zakon o vodi za ljudsku potrošnju* (NN, broj 30/23), obveza je javnog isporučitelja vodnih usluga (NPKLM vodovod d.o.o.). Uz monitoring zdravstvene ispravnosti vode koju provodi Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije, provodi se i interna kontrola ispravnosti od strane javnog isporučitelja vodnih usluga. [5]

2. Zadatak

U sklopu projektnog zadatka, potrebno je izraditi:

- Oblikovno-funkcionalno rješenje,
- Tehničko rješenje,
- Hidraulički proračun,
- Aproksimativni prikaz troškova,
- Grafičke podloge (situacijski prikaz na DOF-u, uzdužni profili određenih dionica cjevovoda, normalni karakteristični poprečni presjek rova).

2.1 Lokacija

Naselje Komarna nalazi se u sjevernom dijelu Dubrovačko-neretvanske županije, u sastavu Općine Slivno. Državna cesta D8 se proteže istočno od naselja te ga povezuje s ostatkom matične županije novoootvorenim mostom *Pelješac*. Kako se nalazi na obali, klima u Komarni je sredozemna koju karakteriziraju vruća i sušna ljeta te blage zime. Prosječna godišnja temperatura u mjestu je 16°C, ljeti se ona penje do 34°C, dok se zimi rijetko spušta ispod 0°C [6]. Primarnu razvojnu granu naselja čini turizam. Tlo je smeđe na vapnencu, ilovastog mehaničkog sastava te je pogodno za vinogradarstvo. Vinogradarstvo je najzastupljenija poljoprivredna djelatnost u mjestu. Vinogorje Komarna je najmlađe u hrvatskoj. Vegetaciju čine šume i šikare, karakteristične za obalu Dalmacije.



Slika 2:satelitski snimak Komarne [6]

2.2 Ulazni podatci

Vodovodna mreža projektira se od priključka na magistralni cjevovod D8 koji prolazi kroz naselje. Tlocrtni izgled mreže je granati kako bi efikasno i ekonomično svi dijelovi mjesta imali pristup istoj. Tlak na priključku s magistralnim cjevovodom iznosi 3,0 [bar]. Nakon spoja na magistralni cjevovod, na prvu dionicu cjevovoda ugrađuje se ventil za regulaciju tlaka (PRV – *engl. pressure reducing valve*) kako bi se ulazni tlak od 3,0 [bar] reducirao na 1,0 [bar]. Navedeno je moguće izvršiti jer na prvoj dionici glavnog dobavnog cjevovoda (od spoja na magistralni cjevovod do naseljenog dijela naselja Komarna) nema korisnika sve do najnižvodnije točke prve dionice, a teren je u konstantnom padu te se uslijed razlike u nadmorskoj visini do lokacije prvih korisnika osigurava minimalno potrebni tlak od 2,5 bar sukladno Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06). Na ovaj način optimizira se stanje tlakova u projektiranoj mreži s ciljem što manjeg opterećenja vodovodne mreže i posljedičnog minimiziranja vodnih gubitaka, a uz istovremeno zadovoljenje svih tehničkih i regulatornih uvjeta za normalno funkcioniranje sustava.



Slika 3: primjer ventila za regulaciju tlaka (PRV) [13]

Specifična potrošnja vode stalnog stanovništva i turista:

Tablica 1:specifična potrošnja vode po kategorijama potrošača

Kategorija potrošača	Specifična potrošnja [l/stan/dan]
Stanovnici	120
Turisti	170

Vodovodna mreža se projektira na način da zadovolji potrebe svih žitelja i turista u mjestu. U obzir se uzima godišnja stopa prirasta stanovništva i godišnje povećanje broja turista za period od narednih 30 godina od projektiranja.

Očekivana godišnja stopa povećanja broja korisnika po kategorijama:

- Stanovnici 2 [‰]
- Turisti 1 [%]

2.2.1. Stanovništvo

Broj stalnih žitelja naselja Komarna, preuzet sa stranica *Državnog zavoda za statistiku*, prema konačnim rezultatima popisa stanovništva 2021. godine iznosi 412. U odnosu na posljednji popis rađen 2011. godine, po kojem je naselje bilježilo 167 žitelja, naselje Komarna bilježi značajan prirast stanovništva za period od 10 godina čime odstupa od trendova na razini države, ali i županije. Kao srednja godišnja stopa prirasta uzima se kategorija niskog prirodnog prirasta (<5 ‰ godišnje) , odnosno, 2 ‰. Ubrzani rast broja stanovništva za spomenuti period od posljednjeg popisa, manifestacija je boravka brojne inozemne te domaće radne snage prisutne pri izradi mosta *Pelješac*. Predviđa se kako je takav nagli skok u broju stanovnika iznimka te će se rast u budućnosti vratiti u okvire prijašnjih kretanja.

Broj stalnog stanovništva na kraju projektiranog perioda (2053. godine), uz godišnju stopu prirasta od 2 % uzetu za period od 30 godina, iznosi 438. Broj turista koji borave u mjestu, uz godišnji rast od 1 % za isti period, iznosi 707. Ukupni broj žitelja i turista u mjestu iznosi 1145.

3. Potrošnja vode po kategorijama potrošača

3.1. Kućanstvo i turisti

Potrošnja vode koju predstavlja kućanstvo čini najveći dio ukupne potrošnje vode u Komarni. Tijekom trajanja turističke sezone, ona se višestruko povećava. Kako bi se zadovoljila potreba za vodom svih objekata, bilo onih privremeno nastanjenih kao kuće za odmor i apartmani, tako i kuća stalnih žitelja mjesta, uzima se u obzir trend povećanja broja potrošača na godišnjem nivou. U Komarni nema većih industrijskih postrojenja pa se stoga ova kategorija potrošnje ne izdvaja kao zasebna i dalje se neće analizirati.

Definiranjem srednje i maksimalne dnevne potrošnje, dobivaju se podatci potrebni za daljnji proračun. Srednja dnevna potrošnja je rezultat umnoška predviđenog broja stanovnika odnosno turista za period od narednih trideset godina i prethodno utvrđene specifične potrošnje istih. (jednadžba 1)

$$Q_{sr, dn} = N_{30} \cdot q_{spec} [m^3] \quad (1)$$

Za stalne žitelje mjesta, odnosno njih 438, uz njihovu specifičnu potrošnju vode koja iznosi 120 [l/stan/dan] dobiva se srednja dnevna potrošnja za stanovništvo koja iznosi 52,56 m³. Srednja dnevna potrošnja koja se odnosi na turiste koji borave u mjestu iznosi 120,19 m³.

Kako bi se dobiveni rezultati srednje potrošnje pretočili u maksimalnu dnevnu potrošnju, u jednadžbu se uvrštava koeficijent dnevne neravnomjernosti k_d iz kategorije za manja naseljena mjesta (jednadžba 2). Koeficijent dnevne neravnomjernosti za Komarnu iznosi 1,5 (tablica 3). Na isti način dobivaju se rezultati za maksimalnu dnevnu potrošnju turista.

$$Q_{\max, dn} = Q_{sr, dn} \cdot k_d \quad [m^3] \quad (2)$$

Za stanovništvo maksimalna dnevna potrošnja iznosi $78,84 \text{ m}^3$, a za turiste $180,285 \text{ m}^3$.

Maksimalnu satnu potrošnju vode koja se odnosi na turiste i stanovništvo definiraju umnožak koeficijenta satne neravnomjernosti i maksimalne dnevne potrošnje podijeljen s 24, odnosno, brojem sati u jednom danu (jednadžba 3). Koeficijent satne neravnomjernosti k_h iz kategorije za manja naseljena mjesta iznosi 2.0 (tablica 3).

Tablica 2: koeficijenti dnevne i satne neravnomjernosti

Koeficijenti neravnomjernosti za manja naseljena mjesta	
k_d	k_h
1.5	2.0

Korištenjem ranije spomenutog izraza za računanje maksimalne satne potrošnje,

$$Q_{\max, h} = \frac{Q_{\max, dn} \cdot k_h}{24} \quad [l/s] \quad (3)$$

za stanovništvo Komarne dobiva se rezultat maksimalne satne potrošnje od $6,57 \text{ m}^3/\text{h}$, odnosno, $1,82 \text{ l/s}$. Za turiste ona iznosi $15,02 \text{ m}^3/\text{h}$, odnosno, $4,17 \text{ l/s}$. Zbroj dobivenih vrijednosti je

ukupna maksimalna satna potrošnja turista i stanovništva te ona iznosi 6,00 l/s. Specifični protok q , jedan je od glavnih podataka za daljnji hidraulički proračun. Njegov iznos računa se kao kvocijent ukupne maksimalne satne potrošnje i sume svih duljina dionica cjevovoda (jednadžba 4) i predstavlja prosječnu potrošnju po m' vodoopskrbne mreže. Duljina svih dionica cjevovoda u Komarni iznosi 2760,91 m.

$$q = \frac{\Sigma Q_{max,h}}{\Sigma l_i} \quad [ls^{-1}m^{-1}] \quad (4)$$

Za Komarnu, specifični protok iznosi 0,0022 [$ls^{-1}m^{-1}$].

3.2. Voda za protupožarno djelovanje

Na temelju članka 53 *Zakona o zaštiti od požara* (NN, broj 93/10 i 114/22) donesen je *Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara* (NN, broj 08/06) koji propisuje zahtjeve hidrantske mreže za gašenje požara. Temeljem članka 16 istog pravilnika, propisuje se maksimalna udaljenost među vanjskim hidrantima u naseljima sa samostojećim stambenim jedinicama koja ne smije iznositi više od 300 metara. Tlak pri izlazu iz hidranta ne smije biti manji od 2.5 [*bara*]. U članku 6 pravilnika, za vanjsku hidrantsku mrežu, navodi se kako ona mora osigurati konstantno napajanje vodom s minimalnom protočnom količinom koja iznosi 10 [*l/s*], uz tlak gore navedene minimalne vrijednosti na izlazu iz hidranta, u trajanju od 120 minuta.

4. Hidraulički proračun

Nakon izračunatih osnovnih vrijednosti, koji se tiču potrošnje vode u Komarni, pristupa se samom hidrauličkom proračunu (tablica 4). Na početku, određuje se trasa cjevovoda, koja je projektirana na način da prati postojeće prometnice u naselju te da sve stambene jedinice imaju jednostavan pristup istoj. Postavljaju se točke na trasi kojima se pridodaje njihova visinska kota po kojoj se određuje nagib i kota nivelete cjevovoda. Usporedno s ucrtavanjem trase cjevovoda,

određuju se pojedine dionice istog, na način da se označuje njihov početak i završetak. Nakon utvrđene trase i označenih dionica, za svaku se računa njena duljina iskazana u metrima. Za prethodno izračunat specifični protok, bilo je potrebno zbrojiti ukupne duljine svih dionica cjevovoda počevši od priključka na magistralni cjevovod D8. Vlastiti protok $q_{v,i}$, definiran je umnoškom specifičnog protoka q_i , duljine pojedine dionice L_i (jednadžba 5).

Dionice na čijem se završetku ne nastavlja sljedeća dionica, imaju samo vlastiti protok te je on ujedno i ukupan protok.

$$q_{v,i} = L_i \cdot q \quad [l s^{-1}] \quad (5)$$

Dionice cjevovoda za koje to ne vrijedi, odnosno, na njihovom završetku se nastavlja početak sljedeće računa se tranzitni protok. Tranzitni protok $q_{t,i}$, za pojedinu dionicu kojom se vrši, definira zbroj svih vlastitih protoka „nižih“ dionica koji protječu kroz nju. Ukupan protok Q_i dionice određuje se kao zbroj vlastitog i tranzitnog protoka (jednadžba 6).

$$Q_i = q_{v,i} + q_{t,i} \quad [l s^{-1}] \quad (6)$$

Dimenzioniranje cjevovoda, odnosno određivanje nazivnog promjera D cijevi, vrši se prema preporučenim brzinama protoka v_i koje su od 0,7 do 2 ms^{-1} . Za javnu vodoopskrbnu mrežu minimalni vanjski promjer cijevi, koji se u praksi koristi, je DN 63. Manji promjeri od spomenutog spadaju u domenu izvođenja vodovodne mreže za privatne potrebe. Posljedica relativno malog specifičnog protoka je ta da na pojedinim dionicama brzina protoka iznosi manje od minimalne preporučene. Za te dionice predviđa se učestalije održavanje ispiranjem cjevovoda, osobito za vrijeme smanjenog protoka zimi. Promjer cijevi koji se koristi za daljnji proračun za izračun protjecajnih površina jest onaj unutarnji. Za izračun unutarnjeg promjera cijevi D_i , od vanjskog promjera D oduzimaju se debljine stjenki (jednadžba 7).

$$D_i = D - 2e \quad [m] \quad (7)$$

Nakon izračunatog unutarnjeg promjera odabranih PEHD (engl. polyethylene high-density) profila cijevi, računa se njihova protjecajna površina. Protjecajna površina cijevi okomita je na smjer tečenja te se računa prema jednadžbi 8.

$$A_i = \frac{D_i^2 \cdot \pi}{4} [m^2] \quad (8)$$

Brzinu tečenja fluida v_i karakterizira omjer protoka na promatranoj dionici i njegove površine poprečnog presjeka (jednadžba 9).

Brzine na rubnim dionicama vodoopskrbnog sustava nisu u preporučenim gabaritima, odnosno, manje su od donje granice. Takve, male brzine protoka, rezultat su smanjene potrošnje te se stoga predviđa potreba za češćim ispiranjem cjevovoda osobito u zimskom razdoblju kada je potrošnja dodatno smanjena.

$$v_i = \frac{Q_i}{A_i} [ms^{-1}] \quad (9)$$

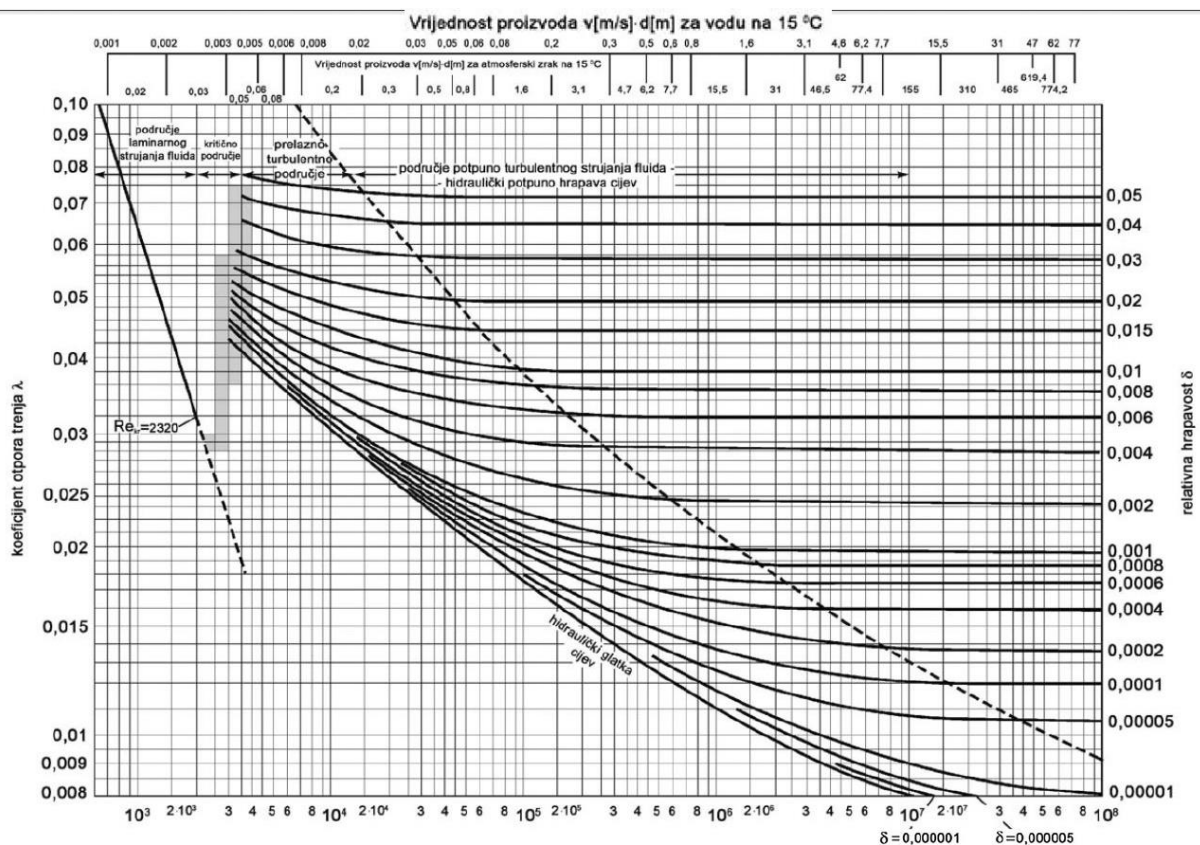
Kao kriterij za određivanje načina strujanja fluida (laminarno i turbulentno), te preduvjet za daljnje očitavanje koeficijenta trenja, računa se Reynoldsov broj. Reynoldsov broj rezultat je omjera umnoška brzine tečenja fluida v_i te unutarnjeg promjera cijevi D_i i koeficijenta kinematičke viskoznosti vode ν koji iznosi $1,3 \cdot 10^6 [m^2 s^{-1}]$ (jednadžba 10).

$$Re = \frac{v_i \cdot D_i}{\nu} \quad (10)$$

Sljedeći podatak, potreban za očitavanje koeficijenta trenja iz *Moodyjevog dijagrama (slika 3)* je relativna hrapavost cijevi ε . Relativna hrapavost je rezultat omjera apsolutne hrapavosti cijevi i njenog unutarnjeg promjera D_i . Apsolutna hrapavost cijevi je poznata vrijednost koja za

PEHD (cijevi iznosi 0,01. PEHD cijevi odabrana su vrsta cijevi za vodoopskrbnu mrežu Komarne zbog svojih dobrih svojstava koje karakteriziraju otpornost na koroziju, glatkoća stjenki, jednostavna obradivost i ugradnja, čvrstoća te nepropusnost spojeva.

Očitavanjem koeficijenta trenja, na temelju ranije izračunatih vrijednosti relativne hrapavosti ϵ i vrijednosti Reynoldsovog broja, iz *Moodyjevog dijagrama (slika 3)* dobiva se iznos koeficijenta trenja λ za pojedinu dionicu cjevovoda. U daljnjem hidrauličkom proračunu, ta vrijednost, koristi se za izračun linijskih gubitaka energije (jednadžba 11).



Slika 4: Moody-ev dijagram [7]

S obzirom da linijski gubitci prevladavaju, u proračunu se zanemaruju lokalni gubitci energije.

$$\Delta H_{tr, i} = \lambda \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{v_i^2}{2 \cdot g} [m] \quad (11)$$

Piezometarski pad l_i računa se prema formuli (jednadžba 12).

$$l_i = \frac{\Delta H_{tr, i}}{L_i} [\text{‰}] \quad (12)$$

Razlika visinske kote početne točke na spoju vodoopskrbnog sustava na magistralni cjevovod i visinske kote promatrane točke te umnožak dobivene razlike s konstantom sile teže g koja iznosi 9.81 m/s^2 tvori rezultat koji zbrajanjem s tlakom nakon ugrađenog PRV ventila daje iznos raspoloživog hidrostatičkog tlaka $P_{t, s}$ (jednadžba 13). Tlak na spoju s magistralnim cjevovodom iznosi $3 [\text{bar}]$. Razlog ugradnje PRV ventila odmah po priključku na magistralni cjevovod, koji tlak snižava na $1 [\text{bar}]$, su nepotrebno visoki tlakovi u vodoopskrbnoj mreži. Sustav izveden na taj način manje je podložan pucanju cijevi te je manje vodnih gubitaka, što je detaljnije opisano i ranije.

$$P_{t, s} = \left((h_{p, t} - h_t) \cdot g \right) + 1.00 [\text{bar}] \quad (13)$$

Apsolutni hidrodinamički (pogonski) tlak dobiva se prema izrazu 14

$$P_{t, d} = P_{t, s} - \Delta H_{tr, i} \cdot g [\text{bar}] \quad (14)$$

U tablicama 3 i 4 prikazani su rezultati hidrauličkog proračuna vodoopskrbnog sustava *Komarna*. Tablica 3 prikazuje rezultate nakon instaliranog PRV-a odmah po priključku na magistralni cjevovod *D8* te su posljedično tomu, pogonski tlakovi bitno racionalizirani. Tablica 4 prikazuje stanje bez ugradnje PRV-a.

Tablica 3: Rezultati hidrauličkog proračuna za vodoopskrbnu mrežu *Komarna*, s ugrađenim PRV ventilom

Oznaka točke	Visinska kota točke ht [m.n.v.]	Protupožarni protok qk [l s ⁻¹]	Oznaka dionice	Duljina dionice Li [m]	Specifični protok q [l s ⁻¹ m ⁻¹]	Vlastiti protok qv,i [l s ⁻¹]	Tranzitni protok qt,i [l s ⁻¹]	Ukupni protok [l s ⁻¹]	Vrsta cjevi PEHD PN10 SDR17	Unutrašnji promjer Di [m]	Protjecajna površina Ai [m ²]	Brzina V [m s ⁻¹]	Reynol broj Rei 10 ⁵	Relativna hrapavost ε/Di 10 ⁻⁴	Koeficijent trenja λi	Linijski gubitak ΔHtr,i [m]	Piezome tarski pad li [‰]	Raspoloživi hidrostatski tlak Pt,s [bar]	Apsolutni hidro dinamički (pogonski) tlak Pt,d [bar]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	65		0-1	350,23		0,76	15,24	16,00	DN160	0,141	0,0156	1,025	11,12	0,71	0,015	2,00	5,70		1,00
1	39		1-1A	443,40	0,0022	0,96	0,00	0,96	DN63	0,0554	0,0024	0,400	1,70	1,81	0,018	1,17	2,65	3,55	3,35
1A	46	10	1-2	9,79		0,02	14,25	14,27	DN160	0,141	0,0156	0,915	9,92	0,71	0,015	0,04	4,54	2,86	2,55
2	36		2-2A	240,23		0,52	0,00	0,52	DN63	0,0554	0,0024	0,217	0,92	1,81	0,016	0,17	0,69	3,84	3,53
2A	41		2-3	100,61		0,22	13,51	13,73	DN140	0,1234	0,0120	1,149	10,90	0,81	0,014	0,77	7,63	3,35	3,03
3	24		3-3E	317,06		0,69	0,00	0,69	DN63	0,0554	0,0024	0,286	1,22	1,81	0,019	0,45	1,43	5,02	4,69
3A	21		3-3A	65,41		0,14	11,23	11,37	DN140	0,1234	0,0120	0,951	9,03	0,81	0,014	0,34	5,23	5,32	4,94
3A1	12		3A-3A1	107,79		0,23	0,00	0,23	DN63	0,0554	0,0024	0,097	0,41	1,81	0,017	0,02	0,15	6,20	5,79
3B	24		3A-3B	49,40		0,11	10,89	11,00	DN140	0,1234	0,0120	0,920	8,73	0,81	0,014	0,24	4,89	5,02	4,62
3B1	17		3B-3B1	41,88		0,09	0,00	0,09	DN63	0,0554	0,0024	0,038	0,16	1,81	0,018	0,00	0,02	5,71	5,28
3C	24		3B-3C	82,82		0,18	10,62	10,80	DN140	0,1234	0,0120	0,903	8,58	0,81	0,016	0,45	5,39	5,02	4,59
3C1	15		3C-3C1	64,45		0,14	0,00	0,14	DN63	0,0554	0,0024	0,058	0,25	1,81	0,018	0,00	0,06	5,91	5,43
3D	28		3C-3D	220,32		0,48	10,00	10,48	DN140	0,1234	0,0120	0,877	8,32	0,81	0,016	1,12	5,08	4,63	4,16
3E	31		3-4	20,74		0,05	1,41	1,45	DN63	0,0554	0,0024	0,602	2,57	1,81	0,015	0,10	5,00	4,34	3,96
4	24		4-4A	104,60		0,23	0,51	0,74	DN63	0,0554	0,0024	0,308	1,31	1,81	0,015	0,14	1,31	5,02	4,65
4A	11		4A-4A1	85,65		0,19	0,00	0,19	DN63	0,0554	0,0024	0,077	0,33	1,81	0,017	0,01	0,09	6,30	5,91
4A1	14		4A-4B	150,94	0,33	0,00	0,33	DN63	0,0554	0,0024	0,136	0,58	1,81	0,015	0,04	0,26	6,00	5,62	
4B	12		4-5	305,59	0,66	0,00	0,66	DN63	0,0554	0,0024	0,276	1,17	1,81	0,014	0,30	0,98	6,20	5,81	
5	19		Σ	2760,91	0,0022	5,24												5,51	5,13

Tablica 4: rezultati hidrauličkog proračuna za vodoopskrbnu mrežu Komarna, bez ugrađenog PRV ventila

Oznaka točke	Visinska kota točke ht [m.n.v.]	Protupožarni protok qk [l s ⁻¹]	Oznaka dionice	Duljina dionice Li [m]	Specifični protok q [l s ⁻¹ m ⁻¹]	Vlastiti protok qv,i [l s ⁻¹]	Tranzitni protok qt,i [l s ⁻¹]	Ukupni protok Qi [l s ⁻¹]	Vrsta cjevi PEHD PN10 SDR17	Unutrašnji promjer Di [m]	Protjecajna površina Ai [m ²]	Brzina V [m s ⁻¹]	Reynol broj Rei 10 ⁵	Relativna hrapavost ε/Di 10 ⁻⁴	Koeficijent trenja λi	Linijski gubitak ΔHtr,i [m]	Piezometarski pad li [‰]	Raspoloživi hidrostatski tlak Pt,s [bar]	Apsolutni hidro dinamički (pogonski) tlak Pt,d [bar]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	65		0-1	350,23		0,76	15,24	16,00	DN160	0,141	0,0156	1,025	11,12	0,71	0,015	2,00	5,70		3,00
1	39		1-1A	443,40	0,0022	0,96	0,00	0,96	DN63	0,0554	0,0024	0,400	1,70	1,81	0,018	1,17	2,65	5,55	5,35
1A	46	10	1-2	9,79		0,02	14,25	14,27	DN160	0,141	0,0156	0,915	9,92	0,71	0,015	0,04	4,54	4,86	4,55
2	36		2-2A	240,23		0,52	0,00	0,52	DN63	0,0554	0,0024	0,217	0,92	1,81	0,016	0,17	0,69	5,84	5,53
2A	41		2-3	100,61		0,22	13,51	13,73	DN140	0,1234	0,0120	1,149	10,90	0,81	0,014	0,77	7,63	5,35	5,03
3	24		3-3E	317,06		0,69	0,00	0,69	DN63	0,0554	0,0024	0,286	1,22	1,81	0,019	0,45	1,43	7,02	6,69
3A	21		3-3A	65,41		0,14	11,23	11,37	DN140	0,1234	0,0120	0,951	9,03	0,81	0,014	0,34	5,23	7,32	6,94
3A1	12		3A-3A1	107,79		0,23	0,00	0,23	DN63	0,0554	0,0024	0,097	0,41	1,81	0,017	0,02	0,15	8,20	7,79
3B	24		3A-3B	49,40		0,11	10,89	11,00	DN140	0,1234	0,0120	0,920	8,73	0,81	0,014	0,24	4,89	7,02	6,62
3B1	17		3B-3B1	41,88		0,09	0,00	0,09	DN63	0,0554	0,0024	0,038	0,16	1,81	0,018	0,00	0,02	7,71	7,28
3C	24		3B-3C	82,82		0,18	10,62	10,80	DN140	0,1234	0,0120	0,903	8,58	0,81	0,016	0,45	5,39	7,02	6,59
3C1	15		3C-3C1	64,45		0,14	0,00	0,14	DN63	0,0554	0,0024	0,058	0,25	1,81	0,018	0,00	0,06	7,91	7,43
3D	28		3C-3D	220,32		0,48	10,00	10,48	DN140	0,1234	0,0120	0,877	8,32	0,81	0,016	1,12	5,08	6,63	6,16
3E	31		3-4	20,74		0,05	1,41	1,45	DN63	0,0554	0,0024	0,602	2,57	1,81	0,015	0,10	5,00	6,34	5,96
4	24		4-4A	104,60		0,23	0,51	0,74	DN63	0,0554	0,0024	0,308	1,31	1,81	0,015	0,14	1,31	7,02	6,65
4A	11		4A-4A1	85,65		0,19	0,00	0,19	DN63	0,0554	0,0024	0,077	0,33	1,81	0,017	0,01	0,09	8,30	7,91
4A1	14		4A-4B	150,94	0,33	0,00	0,33	DN63	0,0554	0,0024	0,136	0,58	1,81	0,015	0,04	0,26	8,00	7,62	
4B	12		4-5	305,59	0,66	0,00	0,66	DN63	0,0554	0,0024	0,276	1,17	1,81	0,014	0,30	0,98	8,20	7,81	
5	19		Σ	2760,91	0,0022	5,24												7,51	7,13

5. Tehnički opis radova na vodovodnoj mreži *Komarna*

5.1. Predviđeno tehničko rješenje

Vodoopskrbni sustav *Komarna* izvodi se u istoimenom mjestu Komarna, pozicioniranom na jugu Republike Hrvatske. Vodovoda mreža u mjestu, od presudnog je značaja za daljnji razvitak turizma te za život stalnog stanovništva na tom području. Specifičnosti vezane uz položaj, tlo i klimu navedene su u poglavlju 2. Planirani vodoopskrbni sustav spaja se na magistralni cjevovod D8 koji se proteže uz državnu cestu D8 te prolazi sjeveroistočnom stranom Komarne. Voda se doprema iz glavnog regionalnog dovoda s vodozahvata *Prud* ogrankom duljine 7,3 kilometra i vanjskog promjera DN200. Priključak na glavni cjevovod izvodi se na lokaciji spajanja prilazne ceste Komarni s magistralnom cestom D8 na nadmorskoj visini koja iznosi 65 metara n.m. Hidrodinamički tlak na spoju vodoopskrbne mreže i dovodnog cjevovoda iznosi 3 [bar]. Odmah po spoju na glavni cjevovod, predviđa se ugradnja PRV ventila s ciljem redukcije pogonskih tlakova zbog racionalizacije njihovih iznosa. Pri izvođenju vodoopskrbnog sustava predviđa se korištenje PEHD cijevi nazivnih promjera DN160, DN140 i DN63. Iskopi rovova za vodoopskrbnu mrežu izvode se u tlu A kategorije. Stjenovita i čvrsta tla uz rastresiti kameniti sloj na površini najčešći su slučaj za područje Dalmacije. Zemljani radovi u A kategoriji tla pri iskopu rovova izvode se pomoću strojeva s hidrauličkim čekićem te rotacionih freza namijenjenih za izradu rovova. Materijal od iskopa odlaže se uz bočnu stranu duž rova te će se isti koristiti pri njihovom zatrpavanju. Cijevi se polažu u prethodno iskopane rovove koji se protežu duž prometnica u naselju. Dubina iskopa rova ovisi o uzdužnom profilu cijevi na toj dionici i iznosi od 1,10 [m] do 1,40 [m]. Neki od načina spajanja PEHD cijevi su suočeno zavarivanje, spajanje prirubnicom i elektrootporno zavarivanje [8]. Nakon ugradnje cijevi, stanje prometnica vraća se u prvobitno te se predviđa obnova asfaltne podloge u polovini širine prometnice. Cijevi se polažu na pješčanu posteljicu debljine 10 [cm] koja se izvodi od agregata veličine zrna do 8 [mm]. Prije same ugradnje cijevi, izvodi se zbijanje pješčane posteljice, kako bi se osigurala stabilnost podloge te spriječila neželjena slijezanja materijala pri kojim bi došlo do oštećenja ili puknuća cijevi. Tijekom iskopa rovova te izvođenja ostalih radova na postavljanju vodovodne mreže, predviđa se rad u etapama, kod kojih će se promet odvijati jednim prometnim trakom naizmjenično. Nakon izvođenja i zbijanja posteljice, u rovove se postavljaju vodovodne cijevi proračunatih dimenzija. Ističe se osobita važnost opreznog rukovanja i načina polaganja cijevi na posteljicu kako bi se izbjegla neželjena oštećenja cijevnih

profila. Postavljene PEHD cijevi zasipavaju se zaštitnim slojem kamenog agregata veličine zrna do 8 [mm] u visini 30 [cm] od tjemena cijevi. U zaštitni sloj postavlja se i detekcijska traka 15 [cm] iznad tjemena cijevi. Nakon zbijanja zaštitnog sloja, rov se zatrpava materijalom od iskopa debljinom 50[cm] te se u njega postavlja signalna traka. Svaki postavljeni sloj se zbija kako bi se spriječila slijeganja materijala. Nakon zatrpavanja rova materijalom nastalim pri iskopu izvodi se tamponski sloj od dobro zbijenog šljunka debljine 30 [cm] te ugradnja asfaltnog sloja debljine 6 [cm]. U svrhu protupožarne zaštite, temeljem članka 16, *Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara* („Narodne novine RH“, broj 8/2006), propisuje se postavljanje nadzemnih hidranata na razmaku od 300 [m] u naseljima sa samostojećim stambenim objektima. U projektu vodoopskrbne mreže *Komarna* predviđa se postavljanje nadzemnih hidranata promjera DN100, uz rub prometnice na prethodno očišćenim i lako dostupnim mjestima. Lokacije nadzemnih hidranata ucrtane su na situacijskom prikazu te prikazu uzdužnih profila cjevovodnih dionica.

5.2. Cijevni PEHD profili za vodoopskrbnu mrežu

Za izvedbu vodoopskrbne mreže *Komarna* predviđa se uporaba PEHD cijevnih profila. PEHD cijevni profili su suvremeni odabir pri izvođenju vodoopskrbnog sustava te zadovoljavaju zadane kriterije po pitanju trajnosti, izdržljivosti, ekološke opravdanosti, zdravstvene prihvatljivosti, jednostavne ugradnje i ekonomičnosti. Osnove polietilena (PE) su ugljik i vodik. U PE se ne dodaju drugi sastojci te je on neutralan po pitanju utjecaja na okoliš. HD označava polietilen visoke gustoće koji omogućava njegovu primjenu pri visokim pogonskim tlakovima. Polietilenske cijevi karakterizira mala masa, mogućnost zavarivanja, niski gubitci nastali trenjem, kemijska otpornost, korozivna otpornost, praktičnost ugradnje, dugotrajni i vodonepropusni spojevi, praktičnost obrade i ugradnje te ekološka prihvatljivost [8]. Procijenjeni vijek trajanja pravilno ugrađenih i dobro održavanih PE cijevi je 50 do 100 godina.



Slika 5: PEHD cijevni profil [9]

5.2.1. Transport i skladištenje PEHD cijevi

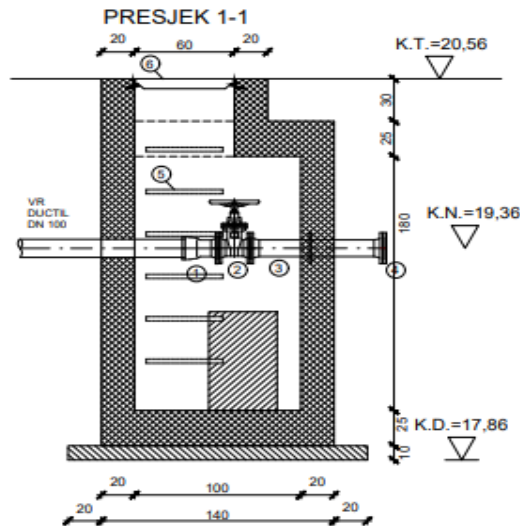
PEHD cijevi zbog svoje male težine te otpornosti na habanje i udarce, omogućuju jednostavan transport bez posebnih mjera zaštite. Pri transportu i skladištenju, bitno je pažnju usmjeriti na zaštitu cijevi od oštih predmeta i rubova, kako bi se izbjegla trajna oštećenja profila. U tijeku transporta i skladištenja, cijevi koje nisu u kolutima, slažu se po cijeloj njihovoj dužini s bočnom zaštitom od klizanja. Visina do koje se ispružene cijevi slažu ne smije prelaziti 1 [m]. Paletizirane cijevi slažu se u vis jedna na drugu pri čemu drveni okviri koji drže cijevi moraju nalijegati jedan na drugoga (slika 4). Cijevi u kolutima skladište se horizontalno. U tijeku transporta i skladištenja, pažnja se posvećuje zaštiti cijevi od oštih predmeta i ostalih oštećenja. Prilikom dolaska cijevi na gradilište, one se istovaruju pomoću pojaseva. Istovar lancem nije prihvatljiv zbog mogućnosti nastanka oštećenja na vanjskim stjenkama cijevi. Cijevi se ne smiju vući ili kotrljati po podlozi, te se odlažu na ravnu i očišćenu podlogu na gradilištu. [8]



Slika 6: skladištenje paletiziranih PE cijevi [10]

6. Trasa vodoopskrbnog sustava s objektima za održavanje

Vodoopskrbna mreža *Komarna* proteže se duljinom 2761 [m] kroz istoimeno naselje na način da svi stambeni i javni objekti u mjestu imaju omogućen jednostavan pristup istoj. Od spoja na glavni cjevovod D8, postavlja se 18 cjevovodnih dionica duž prometnica kroz naselje. Na početku i kraju svake dionice, mjestima na kojima dolazi do spojeva profila cijevi različitih promjera te mjestima grananja dionica, postavljaju se zasunska okna. Predviđa se izgradnja 19 zasunskih okana (slika 5) na način da isti budu lako dostupni te dimenzija koje omogućuju nesmetan rad pri obavljanju radova u njima pri montaži cjevovoda te vodovodnih armatura i kasnijem redovnom održavanju cjevovoda. Minimalna tlocrtna površina iznosi 100 x 100 [cm] (slika 5). Zasunsko okno zatvara se poklopcem izrađenim od lijevanog željeza minimalne dimenzije 600 x 600 [mm] te nosivosti 250 [kN]. Za gradnju zasunskih okana predviđa se upotreba vodonepropusnog betona C 20/25. Sva zasunska okna planirana na vodovodnoj mreži *Komarna* su istih dimenzija te se grade kao tipski objekt.



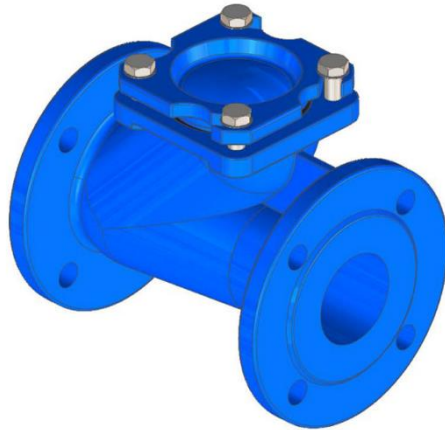
Slika 7: primjer presjeka zasunskog okna [11]

Unutrašnji prostor zasunskog okna služi za postavljanje vodovodne armature i održavanje cjevovoda. Vodovodna armatura uključuje zasune, protupovratne ventile, muljne ispuste, odzračne ventile te u svrhu protupožarnog djelovanja hidrante. Materijal od koje se vodovodna armatura izvodi je lijevano željezo sa zaštitnim premazima prepoznatljive plave boje. Svrha ugradnje vodovodne armature jest osiguravanje sigurnog i učinkovitog protoka vode u vodoopskrbnom sustavu. Zasuni (slika 6) su vrsta vodovodne armature koja se koristi u svrhu zaustavljanja protoka vode u cijevi. Mehanizam zasuna sastoji se od pokretnog ili nepokretnog diskovnog elementa koji se nalazi unutar kućišta. Disk se može rotirati ili pomicati okomito na smjer tečenja vode u cijevi te na taj način dopustiti ili spriječiti protok u njoj. S obzirom na način na koji se disk pokreće, zasuni se dijele na ručne i automatske. [12]



Slika 8: primjer okruglog zasuna [13]

Protupovratni ventili (slika 7) vrsta su vodovodne armature koja služi, kako samo ime nalaže, za sprječavanje povratnog toka u cijevi.



Slika 9: primjer kuglastog protupovratnog ventila [14]

Odzračni ventili (slika 8) su uređaji koji služe za uklanjanja zraka iz unutarnjeg prostora cijevi. Nakupljen zrak u cijevi može uzrokovati probleme poput smanjenog protoka vode, ali i oštećenja cjevovoda. Odzračni ventili postavljaju se na najvišim točkama cjevovodnih dionica. Muljni ispusti, vrsta su vodovodne armature koja se postavlja na najnižim mjestima pojedinih dionica vodovodne mreže. Služi za ispuštanje nakupljenog mulja iz cijevi.



Slika 10: odzračni ventil [15]

Na vodoopskrbnoj mreži *Komarna* planirana je ugradnja 19 zasunskih okana. Ugradnja će se izvoditi na početku i kraju svake pojedine dionice i mjestima promjene promjera profila PEHD cijevi. Na najnižim kotama pojedinih dionica, zbog povećanog nakupljanja mulja i nečistoća, planirana je ugradnja 8 muljnih ispusta. U svrhu ispuštanja nakupljenog zraka u najvišim dionicama cjevovoda, na vodovodnoj mreži *Komarna* planirana je ugradnja 6 odzračna ventila. Prethodno zatrpavanju rovova i vraćanju prometnica u prvobitno stanje te stavljanju vodovodne mreže u funkciju, obaviti će se tlačna proba. Planirano je ispitivanje ispravnosti svake dionice kako bi se utvrdili možebitni propusti pri izvođenju spojeva i postavljanju cijevi. Ukoliko se utvrde bilo kakvi nedostaci u pogledu nepropusnosti, isti će biti odmah ispravljeni. Temeljem *Pravilnika o metodama sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe*, u članku 1 općih odredbi pravilnika propisani su *parametri zdravstvene ispravnosti (mikrobiološki i kemijski), indikatorski parametri (mikrobiološki i kemijski) i parametri radioaktivnih tvari u vodi za ljudsku potrošnju* (NN, broj 39/2020). U svrhu zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju, na vodoopskrbnoj mreži *Komarna* planirana je provedba dezinfekcije klorom. Dezinfekcija sustava provodi se uz prisustvo stručnog osoblja zaduženog za kloriranje. Nakon dezinfekcije u trajanju 24 sata, cjevovod se ispire čistom vodom.

7. Procjena troškova pri izgradnji vodovodne mreže *Komarna*

U fazi idejnog projekta vodovodne mreže *Komarna*, utvrđuje se okvirna cijena izvođenja radova. Aproximativni troškovnik uključuje cijene izvođenja radova za planiranje, ugradnju, zaštitu i vraćanje prometnica u prvobitno stanje. Za izvođenje vodovodne mreže *Komarna* planira se ugradnja 2761 [m] PEHD cijevi (tablica 5).

Tablica 5: Duljine korištenih promjera PEHD cijevi.

Profil PEHD cijevi- DN [mm]	DN 63	DN 140	DN 160
Duljina [m]	1882,33	518,56	360,02

Za aproksimativni prikaz troškova izgradnje vodovodne mreže *Komarna*, uračunate su cijene:

- Pripremnih radova (izrada projektne dokumentacije i potrebnih elaborata; geodetsko iskolčenje trase; izrada privremene signalizacije uključujući privremenu regulaciju prometa; uklanjanje postojećeg asfaltnog sloja...)
- Zemljanih radova (iskopi rovova, uređenje dna rovova, izrada pješčane posteljice i zaštitne obloge cjevovoda, zatrpavanje rovova...)
- Betonskih i armiranobetonskih radova (izrada armirano-betonskih okana betonom klase C 25/30; izrada betonske podloge ispod revizijskih okana u debljini 10 [cm]; izrada armirano-betonskih ploča debljine 20 [cm] s otvorom 600 · 600 [mm] za zatvaranje revizijskih okana; izrada betonskih oslonaca za vodovodnu armaturu i cijevi u oknima...)
- Montažerskih radova (nabava, doprema i ugradnja vodovodnih cijevi; ugradnja lijevano željeznih zasuna; izvedba spojeva vodovodnih cijevi; ugradnja lijevano željeznih poklopaca za zasunska okna...)
- Obnova kolničke konstrukcije (izrada nosivog sloja od zbijenog kamenog materijala; doprema i ugradnja asfaltnog sloja u debljini 6 [cm]..)
- Završni radovi na cjevovodu (izrada elaborata izvedenog stanja sa svim objektima na cjevovodu; tlačna proba i dezinfekcija cjevovoda...) [16]

Procijenjeni troškovi za izgradnju vodovodne mreže *Komarna* izraženi su u eurima [€]. Jedinična cijena je izražena bez uključenog PDV-a te se odnosi na dužni metar [m] izvedenih radova. S obzirom na kretanja na tržištu, izražene su cijene izrade metra vodovodne mreže u ovisnosti o korištenom PEHD profilu. Ukupnu cijenu izvedbe vodovodne mreže *Komarna* tvore zbrojevi umnožaka jediničnih cijena za korištene promjere cijevi i njihovih duljina (tablica 6) . Riječ je o aproksimativnom troškovniku te se cijene istaknute u kasnijim fazama projekta mogu bitno razlikovati, posebice u ovisnosti o interesu pojedinih izvođača radova.

Tablica 6: cijena radova na vodovodnoj mreži Komarna

PROFIL PEHD CIJEVI-DN	DULJINA [m]	JEDINIČNA CIJENA [€/m]	CIJENA [€]
DN63	1882,33	310,00	583.522,30
DN140	518,56	330,00	171.124,80
DN160	360,02	340,00	122.406,80
		UKUPNO [€]	877.053,90

Ukupna cijena radova na vodovodnoj mreži *Komarna* iznosi 877.053,90 eura. Ukupan iznos ne uključuje PDV.

8. Zaključak

Projekt vodovodne mreže *Komarna*, čija će izvedba svim korisnicima u mjestu omogućiti pristup zdravstveno ispravnoj pitkoj vodi, od presudnog je značaja za daljnji razvoj tog dijela Općine Slivno. Mnogi faktori određuju kvalitetu življenja na nekom području, pitka voda jedan je od glavnih. Primarna gospodarska grana u Komarni je turizam koji bez vodovodne infrastrukture ne može ispuniti puni potencijal razvoja.

Vodovodna mreža *Komarna* projektirana je na način da omogući efikasan pristup istoj svim objektima u mjestu. Planirana je izgradnja granatog vodoopskrbnog sustava s 18 dionica. Priključak na magistralni cjevovod D8 izvodi se na spoju državne ceste D8 s pristupnom cestom ka Komarni. Zbog racionalizacije pogonskih tlakova, odmah po spoju na magistralni cjevovod, predviđa se postavljanje ventila za regulaciju tlaka. Ugradnja tlačnog cjevovoda izvodi se u prethodno iskopane rovove, ovisno o promjeru cijevi, na 1 [m] do 1.40 [m] dubine. PEHD cijevi postavljaju se na posteljicu debljine 10 [cm]. U visini 30 [cm] od tjemena cijevi, rovovi se zasipavaju zaštitnim slojem kamenog agregata veličine zrna do 8 [mm] te se izvodi zbijanje kako bi se izbjegla slijeganja i oštećenja ugrađenih cijevi. Rovovi se zatrpavaju materijalom od iskopa, te se nakon zbijanja istih izvodi obnova kolničke konstrukcije. Predviđa se izvedba 19 zasunskih okana za potrebe ugradnje vodovodnih armatura i održavanja. U svrhu protupožarne zaštite projektirana je ugradnja 13 hidranata. Po ugradnji cjevovoda te prije zatrpavanja rovova, izvodi se tlačna proba kako bi se utvrdili možebitni propusti tokom ugradnje i ustanovila nepropusnost spojeva. Procijenjena vrijednost radova pri izgradnji vodoopskrbne mreže *Komarna* iznosi 877.053,90 eura.

9. Literatura

- [1] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, vodovod, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65164>, posjećeno 14.12.2022.
- [2] EUR-Lex, voda za piće-ključni standardi kvalitete, dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/HR/legal-content/summary/drinking-water-essential-quality-standards.html>, posjećeno 16.12.2022.
- [3] Institut IGH d.d.; Zavod za hidrotehniku, Vodoopskrbni plan Dubrovačko-Neretvanske županije, dostupno na: <http://zzpudnz.hr/Portals/0/literatura/VodPlan%20DNZ-print.pdf?ver=7nmoZ1w-B-0kwo2cO9q8CA%3d%3d>, posjećeno 16.12.2022.
- [4] NPKLM vodovod d.o.o.; dostupno na: <http://www.npklmvodovod.hr/o-nama/>, posjećeno 18.12.2022.
- [5] Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije; Služba za epidemiologiju, Izvješće o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Dubrovačko-Neretvanskoj županiji, dostupno na: <https://www.zzjzdnz.hr/>, posjećeno 8.1.2023.
- [6] Geoportal DGU (2023.), dostupno na: <https://geoportal.dgu.hr/>, posjećeno 8.1.2023.
- [7] Dokumenti.tips, Moody-ev dijagram, dostupno na: <https://dokumen.tips/documents/moody-ev-dijagram.html>, posjećeno 10.1.2023.
- [8] Serruriershouilles.fr, povezivanje PEHD cijevi, dostupno na: <https://hr.serruriershouilles.fr/povezivanje-hdpe-cijevi-postojece-metode-i-metode-njihove-primjene-381>, posjećeno 18.2.2023.
- [9] Prodajni centar PTMG, PEHD cijevi za vodu, dostupno na: <https://www.ptmg.hr/proizvodi/pehd-cijevi-voda/pehd-cijevi-voda/189/>, posjećeno 18.2.2023.
- [10] Prodajni centar Pipelife, PE cijevni sustav za vodoopskrbu, dostupno na: <https://www.pipelife.hr/niskogradnja/vodoopskrba/pe-cijevi.html>, posjećeno 19.2.2023.
- [11] SCRIBD, primjer tipskog zasunskog okna, dostupno na: <https://www.scribd.com/doc/296299311/Primjer-Tipsko-Zasunsko-Okno>, posjećeno 19.2.2023.

- [12] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, zasun, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66931>, posjećeno 4.3.2023.
- [13] MIV Metalska industrija Varaždin d.d.; zasuni, dostupno na: <https://miv.hr/proizvodi/zasuni/>, posjećeno 5.3.2023.
- [14] Prodajni centar VentilProm, nepovratni ventil, dostupno na: <http://ventil-prom.hr/artikl/nepovratni-ventil-kuglasti-prirubnicki-pn16>, posjećeno 5.3.2023.
- [15] Vodoplast promet, odzračni ventil, dostupno na: <https://www.vodoplast-promet.hr/hr/vodovod/odzracni-ventili/odzracni-ventili-za-montazu-u-okna/odzracnik-duojet-dvostruki>, posjećeno 8.3.2023.
- [16] Komunalije Novalja, troškovnik vodovoda, dostupno na: https://www.komunalije-novalja.hr/db/db_dir/news/extra_dir/221220175fdc/trokovnikvodovoda.pdf, posjećeno 3.5.2023.

10. Popis slika

Slika 1: prstenasti i granati oblik cjevovoda [1]	3
Slika 2:satelitski snimak Komarne [6]	5
Slika 3:primjer ventila za regulaciju tlaka (PRV) [13]	6
Slika 4: Moody-ev dijagram [7].....	13
Slika 5: PEHD cijevni profil [9]	19
Slika 6: skladištenje paletiziranih PE cijevi [10]	20
Slika 7: primjer presjeka zasunskog okna [11].....	21
Slika 8: primjer okruglog zasuna [13]	21
Slika 9: primjer kuglastog protupovratnog ventila [14]	22
Slika 10: odzračni ventil [15]	22

11. Popis tablica

Tablica 1:specifična potrošnja vode po kategorijama potrošača.....	7
Tablica 2:koeficijenti dnevne i satne neravnomjernosti.....	9
Tablica 3: Rezultati hidrauličkog proračuna za vodoopskrbnu mrežu Komarna, s ugrađenim PRV ventilom.....	15
Tablica 4: rezultati hidrauličkog proračuna za vodoopskrbnu mrežu Komarna, bez ugrađenog PRV ventila	16
Tablica 5: Duljine korištenih promjera PEHD cijevi.	23
Tablica 6: cijena radova na vodovodnoj mreži Komarna.....	25

Prilozi

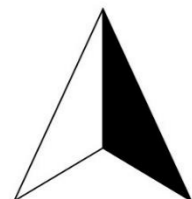
1. Situacijski prikaz, MJ 1:1000
2. Uzdužni profil glavnog ogranka 0-5, MJ 1:100/1000
3. Uzdužni profil ogranka 3-3D, MJ 1:50/1000
4. Uzdužni profil ogranka 3-4B, MJ 1:80/600
5. Normalni karakteristični presjek, MJ 1:5











geoportal.dgu.hr

Ispisano 21.07.2021.

NAPOMENA: NIJE JAVNA ISPRAVA

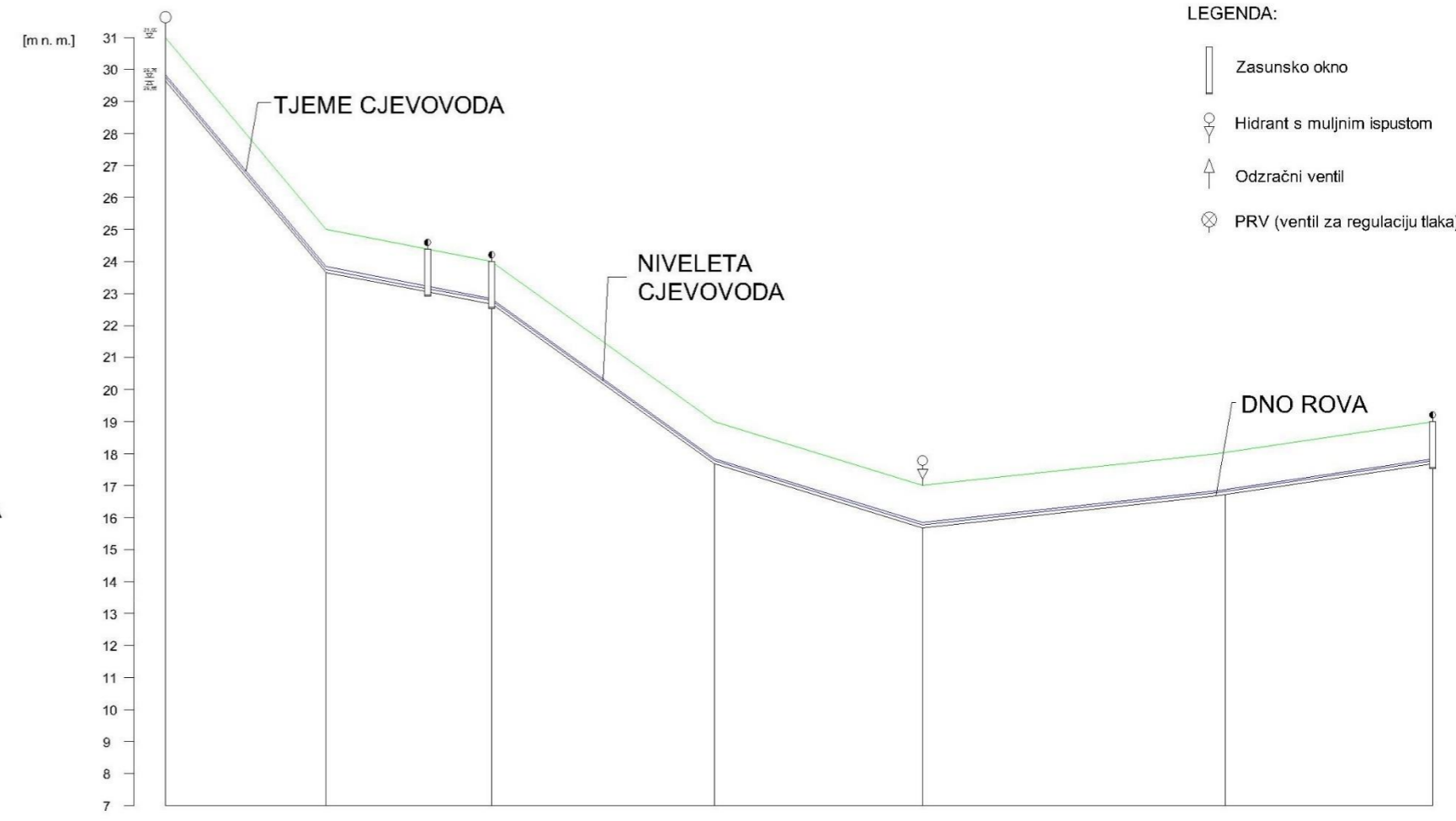
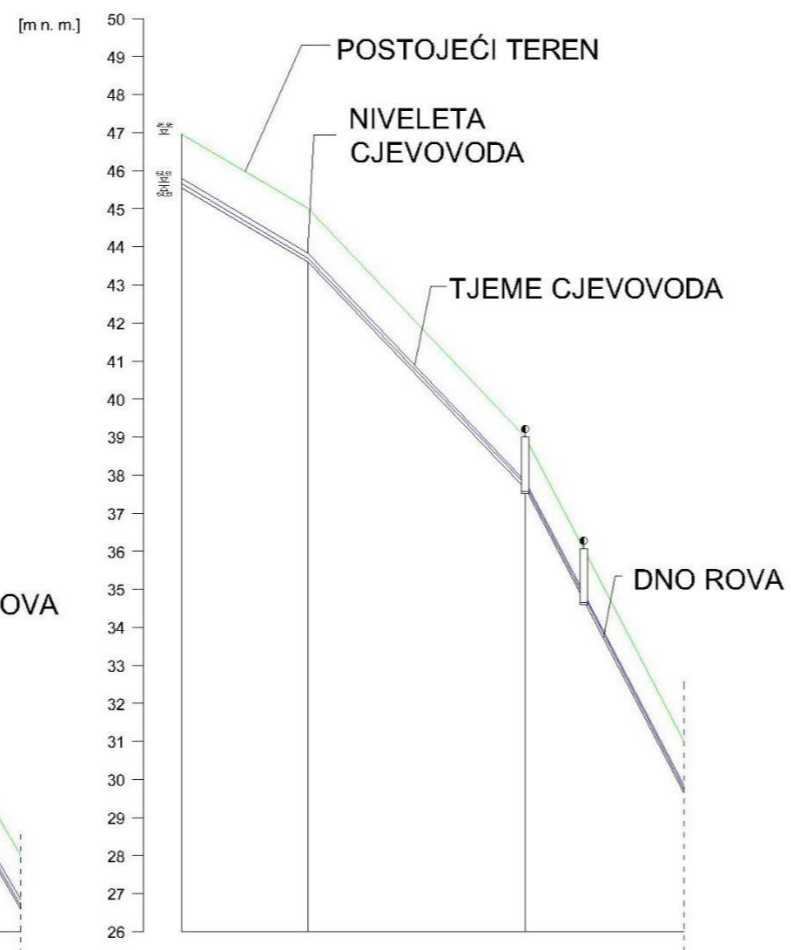
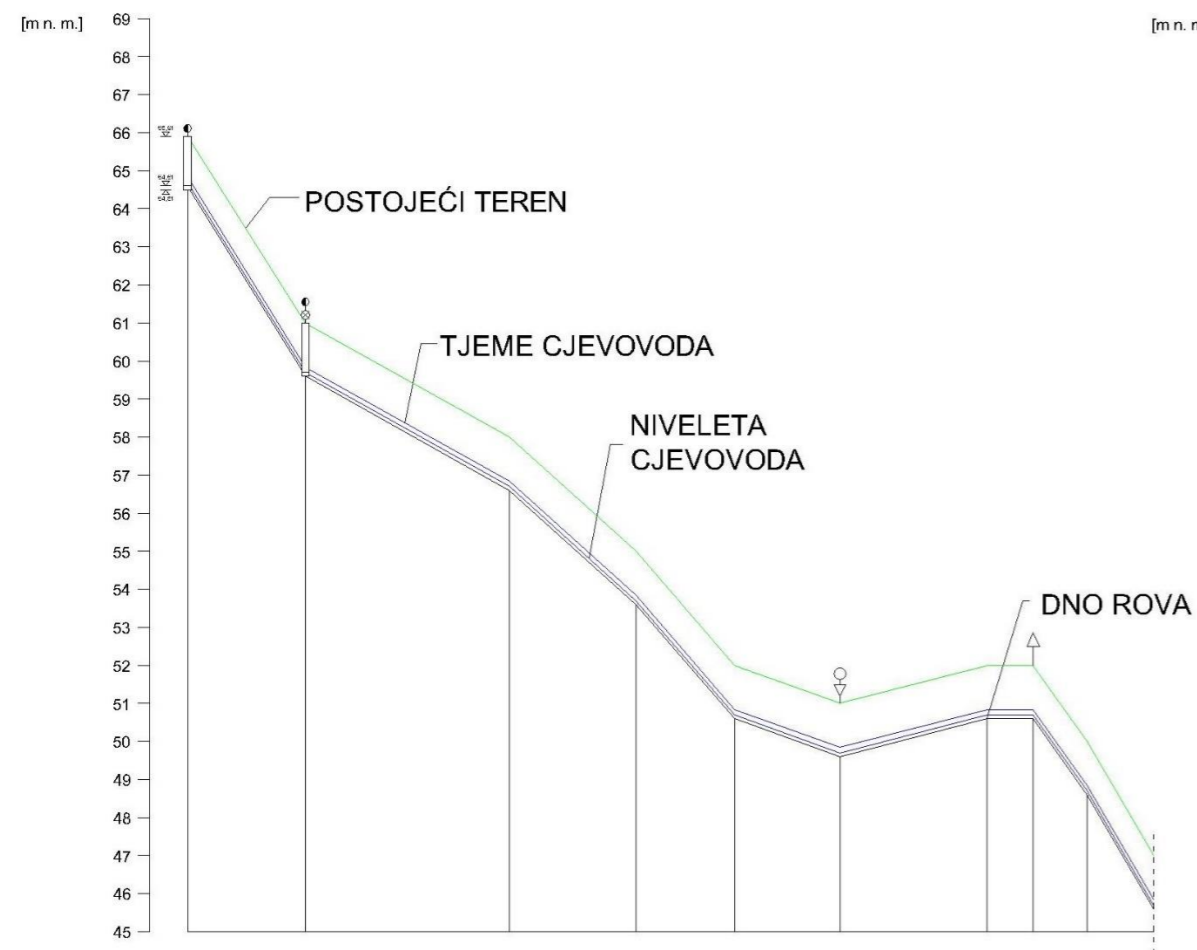


LEGENDA:

	Zasunsko okno		Hidrant
	Odzračni ventil		Postojeći cjevovod
	Muljni ispust		Projektirani cjevovod
	Hidrant s muljnim ispustom		PRV (ventil za regulaciju tlaka)

SVEUČILIŠTE SJEVER-ODJEL GRADITELJSTVO		
Građevina:	Vodovod "Komarna"	Mjerilo
Sadržaj:	Situacijski prikaz	1:1000
Student:	Stipe Pavić	Akad.god.:
JMBAG:	0336022692	2022./23.

UZDUŽNI PROFIL OGRANKA 0-5 VODOVODA KOMARNA






- LEGENDA:**
- POSTOJEĆI TEREN
 - NIVELETA CJEVOVODA
 - DNO ROVA
 - Hidrant s muljnim ispustom
 - Odzračni ventil
 - PRV (ventil za regulaciju tlaka)

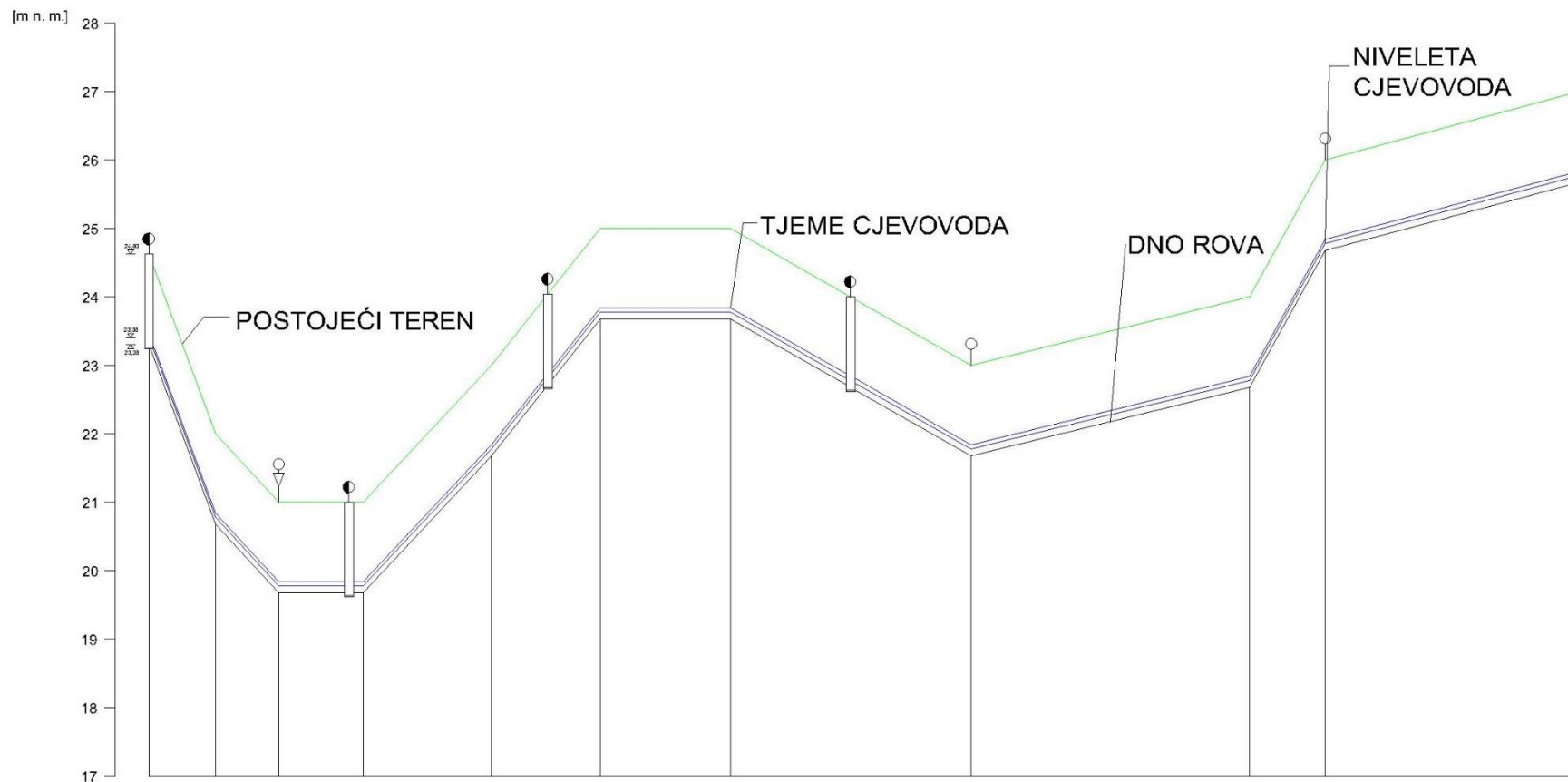
CJEVOVOD	PEHD, DN140, PN10										PEHD, DN140, PN10		PEHD, DN90, PN10		PEHD, DN90, PN10		PEHD, DN63, PN10																
											1	2	3		4	5																	
OZNAKA ČVORA	0										1		2		3		4	5															
KOTA TERENA [m n. m.]	64,51	65,91	61,00	56,00	55,00	52,00	50,60	52,00	49,60	51,00	45,56	45,06	45,00	37,65	36,00	29,65	31,00	29,65	31,00	23,65	25,00	23,26	24,60	22,68	24,00	15,68	17,00	16,98	18,00	17,88	19,00		
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	64,51	65,91	61,00	56,00	55,00	52,00	50,60	52,00	49,60	51,00	45,56	45,06	45,00	37,65	36,00	29,65	31,00	29,65	31,00	23,65	25,00	23,26	24,60	22,68	24,00	15,68	17,00	16,98	18,00	17,88	19,00		
DUBINA ISKOPA [m]	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32		
RAZMAK PROFILA [m]	31,18		53,88	33,40	26,14	27,78	38,79	12,28	14,28	17,82	33,42	57,38	15,37	26,55	50,41	31,74	20,74	69,90	65,38	92,00	66,10												
STACIONAŽA [m]	0+00.00	0+05.16	0+06.00	0+11.48	0+14.00	0+17.29	0+21.17	0+22.85	0+27.73	0+255.00	0+255.00	0+288.28	0+301.73	0+348.00	0+348.00	0+438.00	0+470.00	0+491.16	0+561.06	0+606.44	0+786.54												

SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Gradivina:	Vodovod Komarna	Mjerilo:
Sadržaj:	Uk. 2 - profil ograđene vodovodne komarne	1/100:1000
Student:	Sljpe Pavić	Akademska godina:
JMBAG:	0336022892	2022./2023.

UZDUŽNI PROFIL OGRANKA 3-3D VODOVODA KOMARNA

LEGENDA:

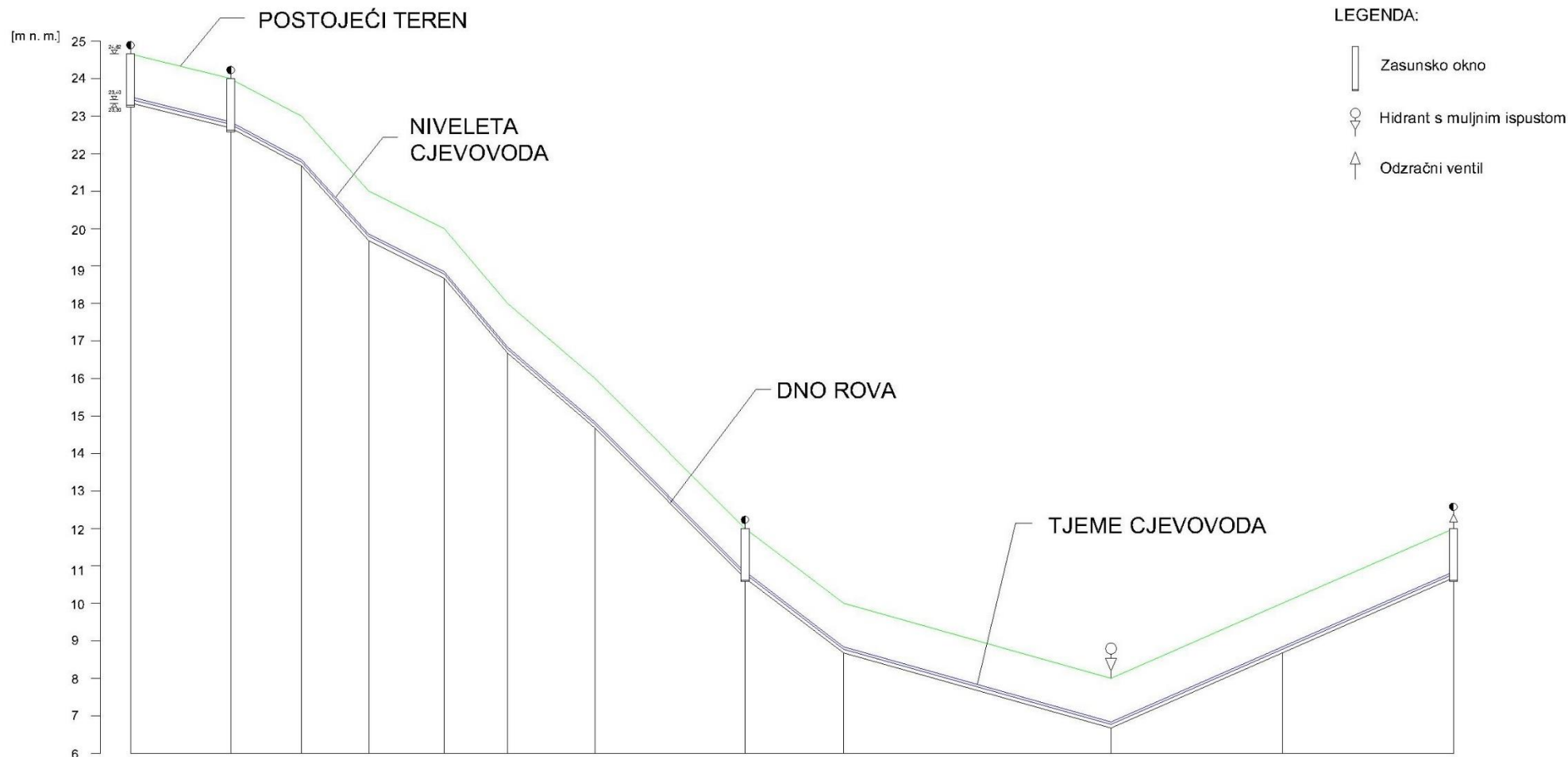
-  Zasusko okno
-  Hidrant
-  Hidrant s muljnim ispustom



CJEVOVOD	PEHD, DN63, PN10												
OZNAKA ČVORA	3A			3B			3C			3D			
KOTA TERENA [m n. m.]	24,60	22,00	21,00	21,00	21,00	23,00	24,00	25,00	24,00	23,00	24,00	26,00	27,00
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	23,28	20,98	19,98	19,98	19,98	21,08	22,08	23,08	22,08	21,08	22,98	24,08	25,08
DUBINA ISKOPA [m]	1,32												
RAZMAK PROFILA [m]	19,42	18,26	20,54	1,21	37,25	15,24	16,49	38,00	35,00	35,00	81,22	22,00	74,07
STACIONAŽA [m]	0+000,00	0+019,42	0+037,68	0+058,25	0+095,50	0+110,75	0+127,24	0+165,24	0+200,24	0+235,24	0+316,46	0+338,46	0+412,53

SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Gradjevina:	Vodovod Komarna	Mjerilo:
Sadržaj:	uz izradu projekta "3D vodovod Komarna"	1/50:1000
Student:	Stipe Pavrić	Akadska godina:
JMBAG:	0338022692	2022./2023.

UZDUŽNI PROFIL OGRANKA 3-4B VODOVODA KOMARNA

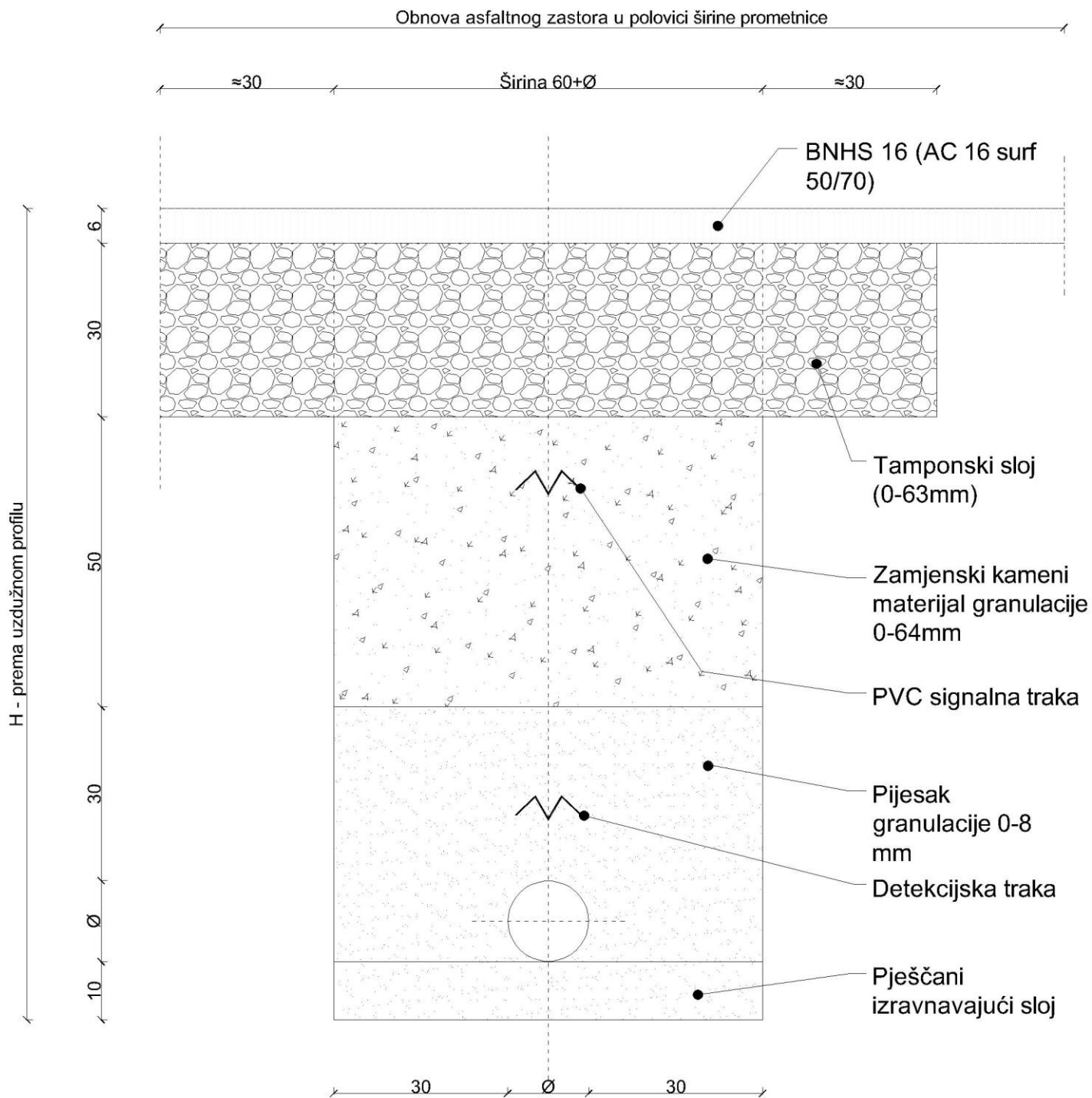


- LEGENDA:
-  Zasunsko okno
 -  Hidrant s muljnim ispuhom
 -  Odzračni ventil

CJEVOVOD	PEHD, DN63, PN10											
OZNAKA ČVORA	3			4			4A			4B		
KOTA TERENA [m n. m.]	24,50	24,00	23,00	21,00	20,00	18,00	16,00	12,00	10,00	8,00	10,00	12,00
KOTA DNA ROVA [m n. m.]	23,28	22,88	21,88	19,98	18,98	16,98	14,98	10,98	8,98	6,98	8,98	10,98
DUBINA ISKOPA [m]	1,32											
RAZMAK PROFILA [m]	20,00	14,08	13,50	14,94	12,87	17,37	30,00	19,84	53,35	34,12	37,72	
STACIONAŽA [m]	0+000,00	0+020,00	0+034,08	0+047,95	0+062,52	0+075,19	0+092,56	0+122,56	0+142,20	0+195,55	0+226,67	0+267,39

SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA		
Gradjevina:	Vodovod Komarna	Mjerilo:
Sadržaj:	Uz izradu ovog projekta nije isključeno korištenje	1/80.500
Student:	Stipe Pavić	Akadska godina:
JMBAG:	0336022692	2022./2023.

NORMALNI KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ROVA



SVEUČILIŠTE SJEVER - PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRADITELJSTVA

Građevina:	Vodovod Komama	Mjerilo:
Sadržaj:	Normalni karakteristični poprečni presjek rova	1:5
Student:	Stipe Pavić	Akadska godina:
JMBAG:	0336022692	2022./2023.

**IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, STIPE PAVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Idejno rješenje vodovodne mreže Konarna (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Stipe Pavić
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, STIPE PAVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Idejno rješenje vodovodne mreže Konarna (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Stipe Pavić
(vlastoručni potpis)