

Instalacije vodovoda obiteljske kuće

Naglić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:042473>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-28**

Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Filip Naglić

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

INSTALACIJE VODOVODA OBITELJSKE KUĆE

Diplomski rad

Izradio:

Filip Naglić

Mentor:

izv. prof. dr. sc. **Ivan Halkijević**

Zagreb, 2022. godine

SAŽETAK

Voda je, nakon zraka, ključna za opstanak čovječanstva – bez vode ne bi bilo ni nas. Stoga su ljudi s vremenom vodu učinili lako dostupnom i doveli je do svojih domova. Instalacije vodovoda prisutne su u svim stambenim objektima, bolnicama, školama, fakultetima itd. Te instalacije mogu biti od različitog tipa materijala pa tako razlikujemo lijevano željezne, čelične, bakrene i plastične cijevi. Plastične cijevi, koje mogu biti polivinilske, polietilenske i polipropilenske, danas se najviše koriste. Za funkcioniranje sustava opskrbe vodom potrebna je dovoljna količina vode na izljevnom mjestu, odgovarajući tlak vode u cijevnoj mreži i odgovarajuća brzina vode u cijevima. Na primjeru obiteljske kuće projektirana je instalacija tople i hladne vode koja uključuje tehnički opis, proračun vodovodne mreže, relevantne nacрте i troškovnik.

Ključne riječi: voda, instalacije vodovoda, plastične cijevi, projekt instalacija vode obiteljske kuće

ABSTRACT

Water is, after air, crucial for the survival of the humanity – without water we wouldn't exist. Therefore people have, with time, made water easily accessible and brought it to their homes. Water plumbing systems are present in every home, hospital, school, faculty etc. Those systems can be made with all kinds of materials so there are iron casted, steel, copper and plastic pipes. Plastic pipes, that can be polyvinyl, polyethylene and polypropylene pipes, are used the most today. In order for the water plumbing system to work some requirements are needed. Those requirements are enough quantity of the water on the flowing spot as well as sufficient water pressure and sufficient water speed in pipes. The topic of this thesis is a preliminary design of a household water plumbing system. The design of the hot and the cold water installations includes the specification, the design calculation of the water system, needed technical drawings and the estimate cost of the project.

Key words: water, plumbing system, plastic pipes, household water installation project

SADRŽAJ:

Popis slika.....	I
Popis tablica.....	II
1. UVOD.....	1
2. PREGLED CIJEVNIH MATERIJALA ZA IZVEDBU KUĆNIH INSTALACIJA VODE.....	2
2.1. Općenito o cijevnim materijalima.....	2
2.2. Željezno lijevane vodovodne cijevi.....	2
2.3. Čelične vodovodne cijevi.....	3
2.3.1. Čelične bešavne cijevi.....	3
2.3.2. Čelične navojne cijevi.....	4
2.4. Bakrene vodovodne cijevi.....	5
2.5. Plastične vodovodne cijevi.....	6
2.5.1. Općenito o plastičnim cijevima.....	6
2.5.2. Polivinilske (PVC) cijevi.....	6
2.5.3. Polietilenske (PEHD) cijevi.....	7
2.5.4. PEX cijevi.....	8
2.5.5. Polipropilenske (PP) cijevi.....	12
2.5.6. PP-R cijevi.....	13
3. SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE.....	15
3.1. Općenito o izvođenju kućnog vodovoda.....	15
3.2. Količina vode na izljevnom mjestu.....	15
3.3. Tlak vode u cijevnoj mreži.....	16
3.4. Brzina vode u cijevima.....	17
3.5. Gubitak tlaka.....	18
4. PROJEKT INSTALACIJA TOPLE I HLADNE VODE OBITELJSKE KUĆE.....	20
4.1. Tehnički opis.....	20
4.2. Hidraulički proračun vodovodnih instalacija.....	25
4.3. Troškovnik.....	33
4.3.1. Aproksimativni troškovnik.....	44
5. LITERATURA.....	45
6. GRAFIČKI PRILOZI.....	46

POPIS SLIKA

Slika 1. Spoj lijevane cijevi s kudeljom i olovom.....	2
Slika 2. Spoj lijevane cijevi prirubnicom.....	2
Slika 3. Lijevano željezne cijevi različitih promjera.....	3
Slika 4. Čelične bešavne cijevi.....	3
Slika 5. Čelične navojne cijevi.....	4
Slika 6. Cijevnice čeličnih navojnih cijevi.....	4
Slika 7. Spoj bakrenih cijevi kapilarnim lemom.....	5
Slika 8. Bakrena cijev spojena na radiator.....	5
Slika 9. PVC cijevi za vodu.....	6
Slika 10. Načini spajanja PEHD cijevi.....	7
Slika 11. Molekularna struktura PE i PEX cijevi.....	8
Slika 12. Cijev proizvođača Uponor i njezini slojevi.....	9
Slika 13. Mjedeni i PPSU spojni elementi.....	10
Slika 14. Najčešće korišteni mjedeni spojni elementi.....	10
Slika 15. Strojevi (alati) za prešanje.....	11
Slika 16. Polipropilenske cijevi.....	12
Slika 17. Čeono zavarivanje.....	14
Slika 18. Spajanje spojnica.....	14
Slika 19. Vrijednosti tlaka u sistemu cijevi.....	16

POPIS TABLICA

Tablica 1. Područja primjene zelenih, plavih i lila PP-R cijevi.....	13
Tablica 2. Izljevne jedinice za različite vrste izljeva.....	16
Tablica 3: Preporučene brzine vode u cijevima za razne vrste vodova.....	17
Tablica 4. Vrijednosti koeficijenta lokalnog otpora u ovisnosti o profilu cijevi.....	19
Tablica 5. Količina potrebnih fittinga i cijevi potkrovlja.....	21
Tablica 6. Količina potrebnih fittinga i cijevi 1. kata.....	22
Tablica 7. Količina potrebnih fittinga i cijevi prizemlja.....	22
Tablica 8. Izrazi za protoke.....	25

1. UVOD

Instalacije vodovodne mreže su jako bitna stavka u cjelokupnom sustavu funkcioniranja obiteljske kuće kao mjesta za život ljudi. Pojavom tih instalacija dogodilo se novo doba u ljudskoj povijesti. Zamislimo samo kako je bilo prije pojave vodovoda. Ključna potreba čovjeka za vodom je bila prava mala avantura. Prvo je bilo potrebno pronaći izvor vode u prirodi i onda nismo bili sigurni je li ta voda uopće pogodna za piće do mnogih drugih prepreka koje su se nalazile na putu. Danas potrebu za vodom npr. za piće možemo zadovoljiti vrlo lako – odemo do najbliže slavine i sigurni smo da imamo kvalitetnu i pitku vodu. U ovom radu će se obraditi materijali od kojih se vodovodne mreže izrađuju. Proći će se i kroz smjernice za projektiranje koje ćemo koristiti za izradu projekta instalacija tople i hladne vode. U sklopu projekta uključeni su tehnički opis, hidraulički proračun vodovodnih instalacija, svi potrebni prateći nacrti i na kraju troškovnik svih radova napravljenih u projektu.

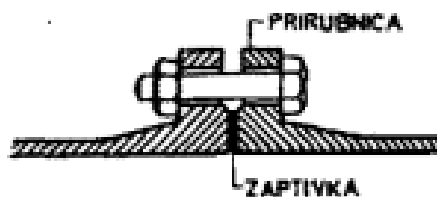
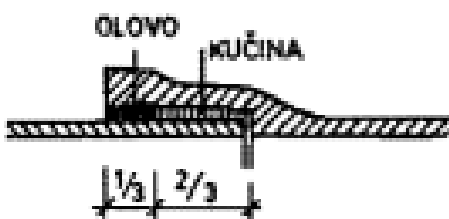
2. PREGLED CIJEVNIH MATERIJALA ZA IZVEDBU KUĆNIH INSTALACIJA VODE

2.1. Općenito o cijevnim materijalima

Vrste cijevnih materijala za izvedbu vodovodnih instalacija su se mijenjale kroz vrijeme. U prošlosti su cijevi, najčešće, bile proizvedene od čelika, lijevanog željeza, bakra i olova dok se u današnje vrijeme uglavnom koriste samo plastične cijevi. One se dijele na polivinilske (PVC), polietilenske (PEHD) i polipropilenske (PP) cijevi. Različite cijevi imaju i različite načine međusobnog spajanja. Osim cijevi, za funkcioniranje sustava vodoopskrbe potrebne su i vodovodne armature. U vodovodne armature koje se nalaze unutar objekta ubrajaju se zasuni manjih profila i ispusne armature (slavine), dok se izvan objekta tj. u vodomjernom oknu nalaze regulacijske armature (nepovratni ventili) i mjerne armature (vodomjeri).

2.2. Željezno lijevane vodovodne cijevi

Cijevi se izrađuju od lijevanog željeza pomoću pješčanih kalupa ili postupkom centrifugiranja. Presvučene su slojem bitumena i jako su otporne na koroziju što doprinosi njihovoj velikoj trajnosti. Njihova mana je to što imaju malu čvrstoću na istezanje pa stijenke cijevi moraju biti debele što znači da cijevi imaju veliku težinu a posljedično velikoj težini moraju biti i relativno kratke kako bi se s njima moglo manipulirati kod montaže što pak vodi do činjenice da se kod montaže cijevi zahtijeva puno sastavljanja (potreban je veliki broj fittinga). Cijevi se izrađuju s naglavcima ili s prirubnicama – služe za međusobno spajanje cijevi. Spajanje cijevi s naglavkom vrši se tako da se jedan kraj cijevi uvuče u naglavak druge cijevi, nabije se kudeljom i zalije rastopljenim olovom. Postupak spajanja s prirubnicama se vrši umetanjem prstena od gume i stezanjem prirubnice. Postupci spajanja prikazani su na slici 1 i slici 2. [1]



Slika 1. Spoj lijevane cijevi s kudeljom i olovom[1] Slika 2. Spoj lijevane cijevi prirubnicom[1]

Zbog velike trajnosti lijevano željezne cijevi se koriste i u kanalizacijskim mrežama gdje dolaze u kontakt s nagrizaćim tekućinama. Na slici 3. prikazane su lijevano željezne cijevi različitih promjera.



Slika 3. Lijevano željezne cijevi različitih promjera [2]

2.3. Čelične vodovodne cijevi

2.3.1. Čelične bešavne cijevi

Čelične bešavne cijevi upotrebljavaju se za ulične i dvorišne vodove kada je zahtjev veći tlak. Nisu otporne na koroziju pa se moraju zaštititi – iznutra su asfaltirane, a izvana obložene jutom u bitumenu. Takve se cijevi izrađuju na posebnim strojevima za valjanje i imaju neograničene mogućnosti. Spajaju se plinskim zavarivanjem (cijevi s tankim stijenkama) ili električnom opremom (cijevi s debelim stijenkama). Najveći nedostatak bešavnih cijevi je njihova velika cijena pa se rijetko koriste u vodoopskrbnim kućnim sustavima. Na slici 4. prikazane su čelične bešavne cijevi. [3]



Slika 4. Čelične bešavne cijevi [3]

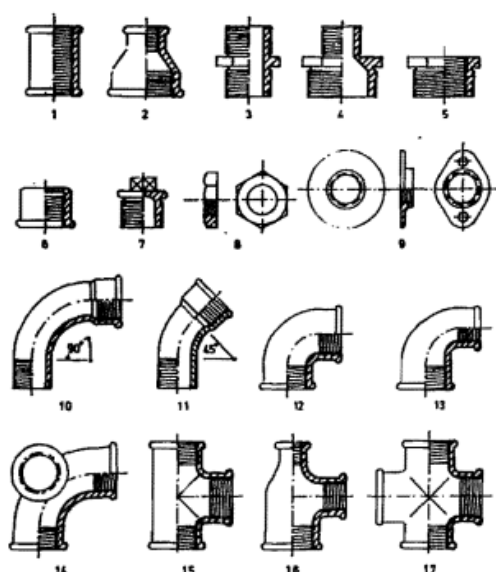
2.3.2. Čelične navojne cijevi

Čelične navojne cijevi upotrebljavaju se u unutrašnjosti stambenih objekata i za dvorišne vodove, no danas se slabo koriste. Mogu biti sa šavom i bez šava. Šavne se cijevi upotrebljavaju do tlaka od 10 bara, dok se bešavne koriste za veći tlak. Izvana i iznutra su presvučene tankim slojem cinka kako bi bile zaštićene od hrđe. Cijevi na svojim krajevima imaju cilindrični navoj koji služi za spajanje raznih vodovodnih armatura (Slika 5.).



Slika 5. Čelične navojne cijevi [4]

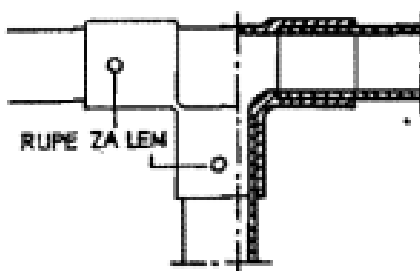
Međusobno spajanje cijevi vrši se upotrebom nazuvice (mufe) (1) ili uvtke (3), mijenjanje promjera cijevi ostvaruje se prijelaznicama (2,4,5), zatvaranje kraja kapama (6) i čepovima (7), promjena smjera lukovima (10,11) i koljenima (12,13) i rašljanje pomoću T-komada (15,16) i križa (17). (Napomena: brojevi u zagradama predstavljaju naziv cijevnica na slici 6.)



Slika 6. Cijevnice čeličnih navojnih cijevi [1]

2.4. Bakrene vodovodne cijevi

Bakrene cijevi koriste se za unutarnju instalaciju posebno tople vode i za priključne vodove. Na unutrašnjim stranicama stvara se tanki sloj oksida u doticaju s vodom koji štiti cijev pa posebna zaštita nije potrebna. Prednosti cijevi su da su trajne i elastične, rijetko pucaju kod smrzavanja i lako se oblikuju. Njihovo međusobno spajanje vrši se zavarivanjem, tvrdim lemljenjem, specijalnim cijevnicama sa zavrtanjem i najčešće cijevnicama s kapilarnim lemljenjem. Izgled spoja metodom kapilarnog lema dan je na slici 7. [1]



Slika 7. Spoj bakrenih cijevi kapilarnim lemom [1]

Valja napomenuti da su se bakrene cijevi najčešće koristile kod centralnih sustava grijanja prostora objekta (Slika 8.) (danas se umjesto bakrenih cijevi koriste PP-R i PEX cijevi).



Slika 8. Bakrena cijev spojena na radijator [5]

2.5. Plastične vodovodne cijevi

2.5.1. Općenito o plastičnim cijevima

Definitivno najviše upotrebljavana grupa vodovodnih cijevi za kućnu instalaciju i općenito za vodoopskrbnu mrežu u današnje vrijeme je grupa plastičnih vodovodnih cijevi. Njihova popularnost leži u činjenici da su glatke izvana i iznutra (manji gubici na trenju), obrađuju se uobičajenim alatom, otporne su na koroziju, imaju veliku trajnost, lagane su, inertne su (znači da voda u njima ne poprima nikakav okus ni miris) i materijal od kojeg su napravljene je dobar električni i toplinski izolator. Jedina mana im je to što ih se mora zaštititi od sunca (zbog pucanja). Najpopularnije plastične cijevi su polivinilske (PVC), polietilenske (PEHD) i polipropilenske (PP) cijevi.

2.5.2. Polivinilske (PVC) cijevi

Primjenjuju se za vodovodne cijevi u stambenim objektima i u dvorišnim vodovima. Izrađene su od polivinilklorida (PVC) koji je teško zapaljiv i pri niskim temperaturama cijevi su jako lomljive. Proizvode se za tlak od 6 i 10 bara, nazivnog promjera $\phi 16$ - $\phi 400$ mm. Duljine su od 4 do 6 m. Spajanje se vrši pomoću gumene brtve usađivanjem naglavka koji ima žlijeb gdje se umetne gumeni prsten i onda se drugi kraj cijevi može spojiti. Naglavak i drugi kraj cijevi je potrebno dobro očistiti i namazati ljepilom te umetnuti jedan kraj u drugoga. Na slici 9. prikazane su PVC cijevi za vodu.



Slika 9. PVC cijevi za vodu [6]

2.5.3. Polietilenske (PEHD) cijevi

Polietilenske cijevi se upotrebljavaju ili kao mekane (namotane u kolute do 75m) za dvorišne i priključne vodove ili kao tvrde (pojedinačni komadi duljine 6 i 12m) za unutarnje vodove u stambenim objektima. Lakše su od PVC cijevi, a tvrde PEHD cijevi imaju veću otpornost prema višim temperaturama. Proizvode se za tlakove: 1) mekane cijevi: 2, 5, 6 i 10 bara

2) tvrde cijevi: 6 i 10 bara

Promjer cijevi iznosi od $\phi 10$ do $\phi 160$ mm za mekane cijevi i $\phi 10$ do $\phi 400$ mm za tvrde cijevi.

Spoj polietilenskih cijevi najčešće se vrši zavarivanjem sučeonim spojem ili pomoću cijevnica tj. spojnice od metala ili polipropilena. Mogući sustavi spajanja prikazani su na slici 10.

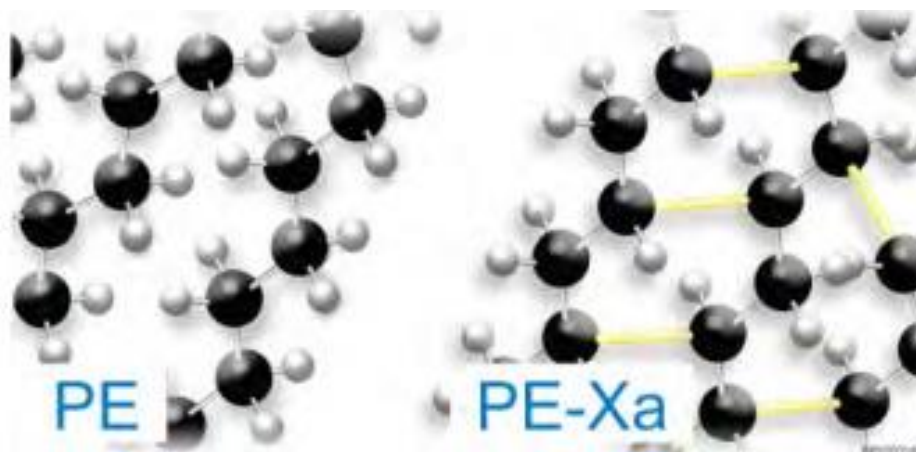


Slika 10. Načini spajanja PEHD cijevi [7]

Specifičnost ovih cijevi je ta da se mogu spojiti i izvan rova pa stoga rov ne mora biti izrazito širok (dovoljno je 3-5 promjera cijevi za postavljanje cjevovoda). Takav način ugradnje svoju primjenu ima za vanjske vodove tj. od priključnog voda do vodomjernog okna i dalje do objekta.

2.5.4. PEX cijevi

PEX cijevi su napravljene od umreženog polietilena sa izrazito velikom molekularnom težinom. Dobivaju se postupkom zvanim Engelov postupak za koji su potrebne visoke temperature i visoki tlak. [9] Na slici 11. prikazana je struktura PEX cijevi u odnosu na obične PE cijevi. Te cijevi su pogodne za instalacije tople i hladne vode kao i za sustave grijanja.

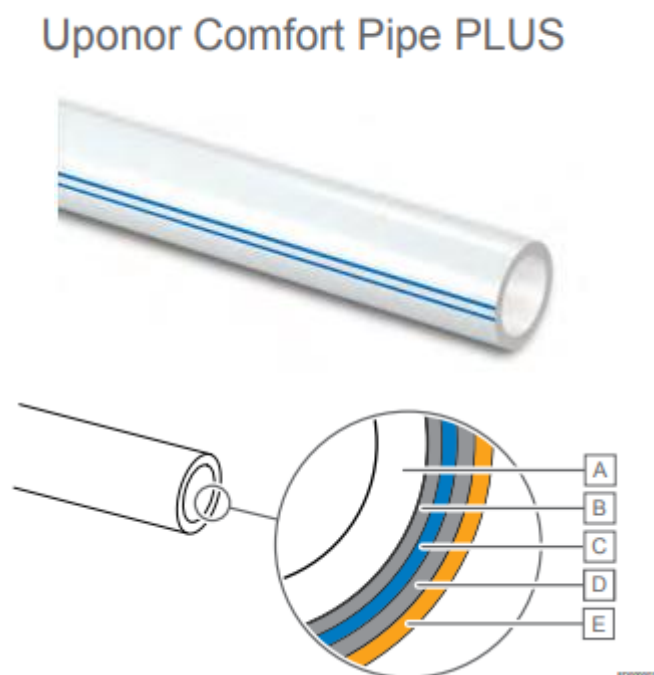


Slika 11. Molekularna struktura PE i PEX cijevi [9]

Svojstva materijala i karakteristike cijevi:

- 1) PEX cijevi su higijenske i ne sadrže toksine koji se mogu prenijeti u vodu (cijevi ne ispuštaju nikakve supstance koje bi promijenile okus i miris vode) i također cijevi nisu plodno stanište za razvoj bakterija
- 2) Dugoročni vijek trajanja - cijevi su prošle mnogobrojna ispitivanja u kojima je potvrđen njihov uporabni vijek od 50 godina
- 3) Toplinska memorija – zagrijavanjem PEX cijevi do 130 °C materijal se vraća u prvobitno stanje (to svojstvo dolazi do izražaja kod uređaja za brtvljenje)
- 4) Temperaturna otpornost – cijevi se mogu koristiti do temperature od 120 °C unutar predviđenog vremenskog intervala i ograničene veličine tlaka. Također njihova otpornost na udarce ostaje nepromijenjena i do temperature od -100 °C. Valja napomenuti da je u uvjetima gdje je moguće doći do smrzavanja potrebno cijevi zaštititi izolatorom.
- 5) Nisko trenje – iznimno niski koeficijent trenja kod cijevi zaslužan je za mali gubitak tlaka u sustavu i minimalni iznos količine naslaga (uzrokovane kamencom)
- 6) Otpornost na abraziju – erozija materijala cijevi se ne događa ni kod velikih brzina vode
- 7) Kemijska otpornost – materijali poput betona i morta ne djeluju loše na cijevi
- 8) Otpornost na ogrebotine – manje ogrebotine ne utječu na daljnje širenje oštećenja što je korisno kod ugradnje cijevi u neko kameno tlo
- 9) Zvučna izolacija – u slučaju naglog zatvaranja ventila elastičnost cijevi je zaslužna za apsorpciju zvuka koji se javlja.
- 10) Apsorpcija vibracija – materijal zbog svojih elastičnih svojstva može smanjiti iznos vodnog udara za 30%
- 11) Električna izolacija – materijal ne provodi struju
- 12) Nizak utjecaj na okoliš kod proizvodnje i ušteda energije u odnosu na druge materijale
- 13) PEX cijevi ne smiju biti izložene zrakama sunca jer sunčevo UV zračenje loše utječe na materijal

PEX cijevi su proizvedene po normi EN ISO 15875 u dvije klase – cijevi koje mogu izdržati pritisak do 6 i do 10 bara. Postoje različite vrste PEX cijevi. Tako razlikujemo obične PEX cijevi koje su sastavljene samo od umreženog polietilena (PE-Xa) i cijevi koje imaju više slojeva (npr. cijev naziva Uponor Comfort Pipe PLUS proizvođača Uponor ima sloj koji je odgovoran za sprečavanje difuzije kisika kod cijevi. Taj sloj se sastoji od etil vinil alkohola). Spomenuta cijev i njezini slojevi prikazani su na slici 12. (A - umreženi polietilen (PE-Xa), B i D – modificirani polietilen (PE), C – sloj za blokadu difuzije kisika od etil vinil alkohola (EVOH), E – vanjski sloj polietilena (PE))



Slika 12. Cijev proizvođača Uponor i njezini slojevi [9]

Spojni elementi

Spojni elementi se izrađuju od mjedi ili polifenilsulfona (PPSU), plastične mase otporne na visoke temperature i mehanička opterećenja. Spojni elementi, isto kao i cijevi, imaju maksimalnu radnu temperaturu od 95 °C i maksimalni radni tlak od 10 bara. Na slici 13. prikazani su mjedeni i PPSU spojni elementi dok su na slici 14. prikazani najčešće korišteni mjedeni spojni elementi.



Mjedeni spojni elementi

PPSU spojni elementi

Slika 13. Mjedeni i PPSU spojni elementi [10]



Slika 14. Najčešće korišteni mjedeni spojni elementi [10]

Sam postupak spajanja cijevi sa spojnim elementima je vrlo jednostavan. Obavlja se tako da se prikladni spojni element gurne u cijev do krajnjeg graničnika cijevi i onda se koriste alati za prešanje. Ti alati mogu biti ili strojni ili ručni. Strojevi za prešanje (s aku-baterijom i strojevi koji se napajaju s električne mreže) su najjednostavniji i pogodni su za sve dimenzije cijevi. Ručna kliješta za prešanje su pogodna za spojeve cijevi malih dimenzija (D16 – D26). Na slici 15. prikazani su redom stroj za prešanje s aku – baterijom, zatim stroj za prešanje koji se napaja s električne mreže i ručna kliješta za prešanje. [10]



Slika 15. Strojevi (alati) za prešanje

2.5.5. Polipropilenske (PP) cijevi

Polipropilenske cijevi koriste se za unutarnju vodoopskrbnu mrežu. Proizvode se od polipropilena i mogu imati razne dodatke (tzv. random kopolimere). Tako npr. cijev PP-R ima bolju primjenu na visokim temperaturama i raspolaže velikom otpornošću na stvaranje pukotina uslijed vanjskih naprezanja.

Polipropilenske cijevi su otporne na djelovanje kiselina, lužina i slabih otapala, no nisu na djelovanje oksidirajućih kiselina i halogena. PP cijevi se ne smiju izlagati sunčevom zračenju tj. ne smiju se skladištiti na otvorenom jer dolazi do pukotina. Prednosti PP cijevi su te da imaju visok stupanj otpornosti na stvaranje taloga, to da su zbog svoje elastičnosti otporne na manja oštećenja tijekom transporta i ugradnje i da su lagane. Spojevi kod ovih cijevi se izvode isto kao i kod PEHD cijevi. Na slici 11. prikazane su PP cijevi.



Slika 16. Polipropilenske cijevi [8]

2.5.6. PP-R cijevi

Primjena PP-R cijevi je široka stoga postoje različite vrste PP-R cijevi od kojih svaka ima posebna svojstva. Neke od tih cijevi su zelene, plave i lila PP-R cijevi (cijevi proizvođača Aquatherm). Njihova primjena prikazana je u tablici 1.

Tablica 1. Područja primjene zelenih, plavih i lila PP-R cijevi [11]

Preporučuje se sustav zbog svojih tehničkih prednosti: ●

Primjena sustava prikladna je: ○

	aquatherm green pipe	aquatherm blue pipe	aquatherm lilac pipe
pitka voda	●		
sustav grijanja	○	●	
klimatizacijska tehnika	○	●	
rashladna tehnika	○	●	
bazenska tehnika	●	●	
transport kemikalija uz provjeru kemijske otpornosti	●	●	
kišnica	○		●
navodnjavanje	○	●	●
sustavi sa stlačenim zrakom	○	●	
sustavi podnog grijanja	○	●	
brodogradnja	●	●	
cjevovodni sustavi za toplane	●	●	
geotermalno		●	
poljoprivreda	●	●	●

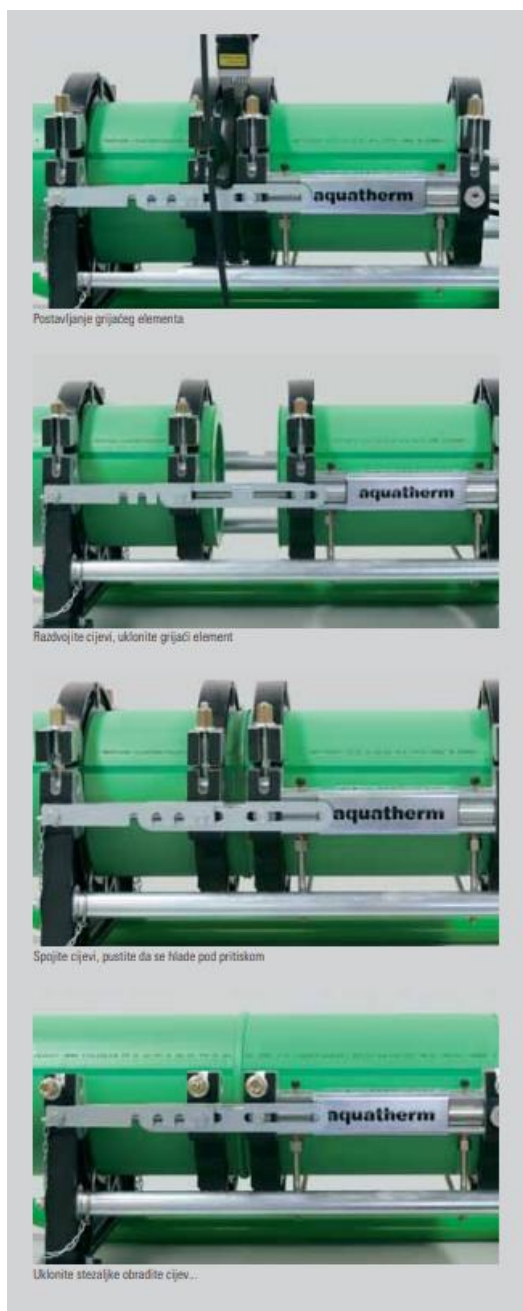
Zelene cijevi se najviše koriste za cjevovodnu mrežu za pitku vodu u stambenim objektima i s konteksta kućnih instalacija vodovoda su pravi odabir. Plave cijevi su razvijene s ciljem da spriječe koroziju u cijevima sustava za klimatizaciju, a kasnije su se proširile i našle primjenu u drugim područjima. Plava cijev u odnosu na zelenu nudi više vrijednosti volumnog protoka zbog manje debljine stijenki i također ima bolja svojstva što se tiče otpornosti na koroziju (iako i zelena ima dobre vrijednosti). Najveća primjena plavih cijevi je kod sustava grijanja i klimatizacije. PP-R cijevi lila boje su svoju primjenu pronašle zbog sve značajnije brige o okolišu i recikliranju. Tako je glavna primjena lila cijevi vođenje reciklirane i iskorištene vode npr. kišnice i ponovno korištenje te iste vode za različite namjene (npr. za navodnjavanje).

Sve cijevi u nazivaju imaju dodatni naziv SDR (SDR 6, SDR 7.4, SDR 9, SDR 11 itd.) što znači standardni omjer dimenzija tj. omjer promjera cijevi / debljina stijenke. To znači da cijevi s manjim brojem imaju veću debljinu stijenke u odnosu na veće brojeve kojima je stijenka tanja.

Svojstva i karakteristike PP-R cijevi:

- 1) Ekološki prihvatljiv materijal polipropilen fusiolen PP-R može se reciklirati i koristiti za druge namjene
- 2) Dugoročna otpornost na visoke temperature
- 3) Cijevi napravljene od PP-R-a su bakteriološki neškodljive
- 4) Predviđeni vijek trajanja cijevi >50 godina
- 5) Ultraljubičasto zračenje loše utječe na cijevi pa su razvijene cijevi kojima se taj loš utjecaj smanjuje
- 6) Prijenos šuma je puno niži u usporedbi s metalnim cijevima
- 7) Zahtjevi za protupožarnu zaštitu mogu se ispuniti postavljanjem instalacije izolacije cjevovoda
- 8) Moguća je kemijska i termička dezinfekcija cijevi u slučaju kontaminacije bez bojazni za same cijevi

Spojevi kod PP-R cijevi izvode se čeonim zavarivanjem cijevi uz pomoć aparata za zavarivanje ili se cijevi spajaju spojnica uz pomoć elektrofuzijskog uređaja. Čeono zavarivanje funkcionira tako da se dvije cijevi pričvrste pomoću steznih elemenata i onda možemo pristupiti postupku zavarivanja. Nakon postavljanja grijača cijevi se izlažu definiranom tlaku i pritisnu se na grijaču površinu. Nakon što se dosegne propisana visina ispupčenja rastopljenog materijala tlak se reducira. Tim postupkom počinje vrijeme zagrijavanja i služi da se završeci cijevi postignu temperaturu zagrijavanja. Grijači element se nakon toga miče i cijevi se ponovno spajaju. Postupak spajanja spojnica koristi spojnicu kao vezu između cijevi. Spojnica se postavi na krajeve cijevi i onda se uključuje stroj za zavarivanje koji spaja cijevi. Proces spajanja čeonim zavarivanjem prikazan je na slici 17. dok je na slici 18. prikazano spajanje spojnica.



Slika 17. Čeono zavarivanje [11]



Slika 18. Spajanje spojnica [11]

3. SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE

3.1. Općenito o izvođenju kućnog vodovoda

Osnovni princip kod projektiranja vodovodne mreže je vodu dovesti najkraćim mogućim putem do potrošača. Vodovi se vode tako da ih je, u slučaju puknuća, lako moguće zamijeniti ili popraviti. Postavljaju se pravocrtno, a granaju i savijaju pod pravim kutom. Kod prolaska kroz zidove cijev uvijek mora biti okomita na zid i ne smije se nastavljati.

Horizontalni vodovi se izvode s blagim nagibom od 2-5 % kako bi se omogućilo pražnjenje mreže i kako se zrak ne bi zadržavao u cijevima.

U vodomjernom oknu koje se obično postavlja na lako dostupnom mjestu pred objektom nalaze se vodomjeri.

Glavni cilj proračuna kućnog vodovoda je osigurati da na svakom izljevnom mjestu u mreži u bilo koje vrijeme bude dovoljna količina vode.

Na dimenzioniranje cijevi tj. na unutrašnji presjek cijevi d_i utječe više čimbenika a posebno:

1. količina vode na izljevnom mjestu
2. tlak vode u cijevnoj mreži
3. brzina vode u cijevima

3.2. Količina vode na izljevnom mjestu

Količina vode koja se troši u kući ovisi o broju korisnika te o vrsti i broju izljevnih mjesta. Ona se utvrđuje eksperimentalno, prema svrsi, načinu uporabe i konstrukciji izljeva, a ovisi i o godišnjem dobu, stupnju kulture, navikama, običajima i drugim čimbenicima.

Količina vode ima tendenciju stalnog porasta (prati društveni razvoj – razvijenije društvo = veće količine vode). Projektna količina vode izražava se preko: - izljevne količine

- protoka

Izljevi u kućnoj mreži uključuju se isprekidano i u nepravilnim intervalima (preko noći se obično ni ne uključuju). Zbog tog razloga nema smisla zbrajati sva izljevna mjesta jer bi se tako dobile nerealno velike količine vode i preveliki promjeri cijevi. Zbog tog razloga se uvodi faktor istovremenosti ϕ . Ovaj faktor može proračunati ali se zbog jednostavnosti proračuna uzima na temelju iskustva i izvršenih mjerenja. Slijedeći tu logiku dolazimo do zaključka da se računski protok dobiva tako da se stvarni protok pomnoži s faktorom istovremenosti.

$$Q = \phi * q \quad (1)$$

Q – računski protok [l/s]

q – stvarni protok [l/s]

ϕ – faktor istovremenosti [-]

Izljevnom jedinicom smatra se količina vode na potrošnom mjestu koju daje ispusnica a dijametra $\varnothing 10$ mm pri punom mlazu, a pri izljevnom tlaku od 5 mVS (metara vodnog stupca = 0.5 bara).

Izljevne jedinice su obično propisane standardom zemlje, pa tako imamo:

1 JO = 0.25 [L/s] (DIN1988-W308) – (Njemačka) – koristi se i u Hrvatskoj

1 JO = 0.47 [L/s] -SAD

1 JO = 0.30 [L/s] -Švedska

1 JO = 0.20 [L/s] – Rusija

Odnos između protočne količine hladne vode i izljevnih jedinica definiran je kao:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{IJ} \text{ [l/s]} \quad (2)$$

(izljevne jedinice se ne uzimaju u punom broju nego kao drugi korijen tog broja. U tome se nalazi faktor istovremenosti ϕ)

Izljevne jedinice za različite vrste izljeva dane su u tablici 2.

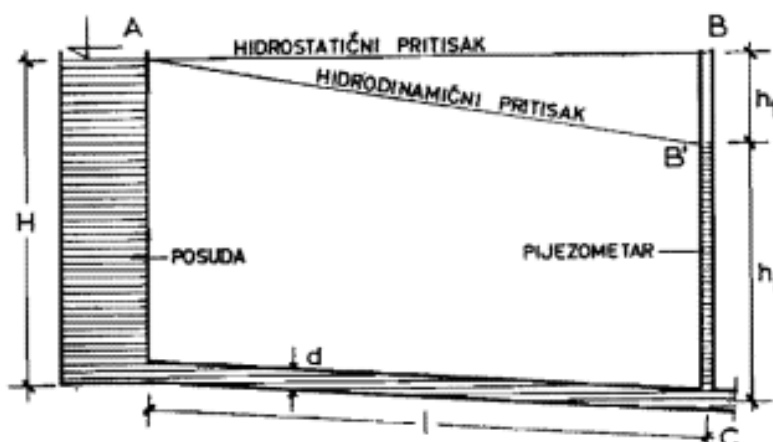
Tablica 2. Izljevne jedinice za različite vrste izljeva

Oznaka	Vrste izljeva	Izljevne jedinice
Z	Zahodska školjka s vodokotlićem	0.25
B	Bide	0.25
P	Perilica rublja ili suđa	1
U	Umivaonik	0.5
K	Kada	1.5
S	Sudoper	1

3.3. Tlak vode u cijevnoj mreži

Da bi se mogla osigurati potrebna količina vode na svakom ispusnom mjestu, potrebno je voditi računa o tlaku u cijevnoj mreži.

Na slici 12. prikazana je pojava tlaka koji se javlja u sustavu cijevi u mirovanju (hidrostatički tlak) i pri tijeku vode u njemu.



Slika 19. Vrijednosti tlaka u sistemu cijevi [1]

Visina vode u posudi u točki A i njezin tlak H predstavljaju ulazni tlak u kod sustavu kućnog vodovoda. Ulazni tlak je određen hidrauličkim uvjetima u javnom cjevovodu (javni isporučitelj vodnih usluga svojim općim uvjetima priključenja obično propisuje vrijednost tlaka koji se pušta prema stambenom objektu) i označava minimalni tlak koji mora biti uvijek dostupan. Taj tlak mora biti minimalno 2.5 bara (25 Mvs). Normalni radni tlak je obično 4-5 bara, dok je maksimalni tlak koji se dopušta 6 bara. Stvarni tlak varira u odnosu na potrošnju vode u cijelom vodovodnom sustavu (noću, ako potrošnja skroz prestane, tlak može biti znatno veći – može dostići vrijednost hidrostatskog tlaka). Zbog tog razloga se ugrađuje regulator tlaka koji ograničava maksimalnu vrijednost tlaka na vrijednost od 4-5 bara (najčešće).

Izljevni tlak je tlak neposredno ispred izljeva i on osigurava potrebne količine vode na izljevu. Na slici 12. izljev je u točki C dok h_i predstavlja izljevni tlak. Za funkcioniranje sustava potrebno je osigurati izljevni tlak u svim armaturama koje se nalaze u sustavu. Manji izljevni tlak od propisanog znači i nedovoljan protok i nefunkcionalnost ispusnih armatura, dok preveliki znači smetnje u funkcioniranju istih.

3.4. Brzina vode u cijevima

Brzina vode u cijevima je važan parametar kod proračuna cijevi jer:

1. bitno utječe na pad tlaka (koji raste s kvadratom brzine)
2. suviše mala brzina (ispod 0.5 m/s) ubrzava taloženje i stvaranje sloja naslaga(kamenca) uslijed čega dolazi do sužavanja cijevi
3. suviše velika brzina (iznad 3 m/s) izaziva šumove, buku i vodni udar u cijevnoj mreži

U tablici 3. prikazane su preporučene brzine vode u cijevima za razne vrste vodova.

Tablica 3: Preporučene brzine vode u cijevima za razne vrste vodova:

VRSTA VODA	Brzina vode u [m/s]
Kućni priključci	1.0 – 2.5
Razvodni vodovi	1.0 – 2.0
Vertikale	1.0 – 2.0
Grane i ogranci	1.0 – 2.5
Vertikale i grane u bolnicama, hotelima i sl.	0.5 – 0.7
Topla voda-cirkulacijski vodovi	0.2 – 0.4

Brzina vode u cijevima može se izračunati iz izraza:

$$q = v \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (3)$$

Tako dobivamo da je brzina v:

$$v = \frac{q}{\frac{d^2 \cdot \pi}{4}} \text{ [m/s]} \quad (4)$$

gdje je:

q – protok [l/s]

d- promjer cijevi

3.5. Gubitak tlaka

Prema slici 12. u točki C razlika između statičkog i dinamičkog tlaka (od točke B do B') označava veličinu otpora koji nastaje zbog djelovanja trenja. Trenje se javlja uslijed međusobnog djelovanja čestica tekućine i uslijed trenja vode o stijenke pri protjecanju kroz cijev. Ta razlika označena na slici 12. sa h_t pokazuje koliko je potrebno izgubiti od raspoloživog tlaka (visine) kako bi se postiglo kretanje vode u cijevi određenom brzinom.

Visina h_t je apsolutni pad tlaka. Kako bi se dobio specifični tlak po jedinici duljine potrebno je h_t/l . Tako dolazimo do formule za linijske gubitke tlaka u cijevi:

$$\Delta H_t = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \quad (5)$$

gdje je: λ – koeficijent trenja[-]

L – duljina cijevi [m]

D – promjer cijevi [m]

v – srednja brzina tijeka vode [m/s]

g – ubrzanje sile teže 9.81 [m/s²]

γ – specifična težina vode 1 [t/m³]

Koeficijent trenja λ utvrđuje se empirijski. Koristi se Colebrookova formula koja glasi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{k}{3.71D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \quad (6)$$

gdje je: k - hrapavost [mm]

D – promjer cjevovoda [mm]

Re – Reinoldsov broj

Reinoldsov broj ovisi o brzini vode v , njenoj viskoznosti ν i promjeru D cijevi d.

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (7)$$

Osim linijskih gubitaka u cijevnoj mreži dolazi i do lokalnih gubitaka koji nastaju na mjestima naglih promjena pravaca, nagiba i promjera cijevi i u raznim armaturama. Lokalni gubici se označavaju formulom:

$$H_{Lok} = \xi_{lokalno} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

gdje je: ξ – koeficijent lokalnog otpora [-]

v – srednja brzina tijeka vode [m/s]

g - ubrzanje sile teže 9.81 [m/s²]

Koeficijent lokalnog otpora ξ ovisi o vrsti otpora i određuje se eksperimentalno.

Neke vrijednosti ξ dane su u tablici 4.

Tablica 4. Vrijednosti koeficijenta lokalnog otpora u ovisnosti o profilu cijevi

Element	Koeficijent ζ za profil cijevi (mm)						
	10, 15	20, 25	32, 40	50	65	80	100
Koljeno, 90°, r=1d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Luk, 90°, r=3d	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Zatvarač/Ventil	1.0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Zapornica	10.0	8.5	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Kosa zapornica	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
Kutna zapornica	6.0	5.5	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Odbojni ventil	16.0	12.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Navrtnica	2.0	3.5	3.0	2.7	2.4	2.2	2.0

4. PROJEKT INSTALACIJA TOPLE I HLADNE VODE OBITELJSKE KUĆE

4.1. Tehnički opis

Na osnovu projektnog zadatka izrađen je glavni projekt vodovoda građevine s 3 stana na k.č. 3780/55 k.o.Hvar.

Na navedenoj parceli nalazi se objekt u 3 etaže (prizemlje, 1.kat, potkrovlje) do kojeg treba dovesti vodu iz uličnog vodoopskrbnog cjevovoda PEHD, DN40.

Prvo je potrebno odrediti trasu cjevovoda i odrediti pozicije vodomjernog i zasunskog okna. Spoj na ulični cjevovod nalazi se na južnoj strani objekta. Vanjski dio cjevovoda prolazi pokraj objekta po dvorištu gdje imamo dovoljno prostora za smještaj okana i cjevovoda. Taj dio cjevovoda je izveden od PEHD materijala. Razlog potrebe zasunskog okna je u tome da vlasnik želi imati pristup vodovodnoj mreži u dvorištu. Unutarnji dio cjevovoda se vodi podžbukno po zidovima i po podovima. U tu svrhu potrebno je izvesti šliceve u zidovima koji služe za smještaj cijevi.

Instalacije vodovoda rade se posebno za svaku etažu jer je objekt podijeljen na 3 individualna stana koji imaju svaki svoj odvojak vodovodne mreže.

Unutarnji dio cjevovoda vodi u horizontalno u ravnini gotovog poda u potkrovlju, 1. katu i dijelu prizemlja dok većim dijelom prizemlja razvod ide na visini od 50 cm od ravnine gotovog poda. Valja napomenuti da su kote poda različite na dijelovima etaže(etaža ima dvije ravnine poda) i razlikuju se za 42 cm. Vertikalni dio cjevovoda služi kako bi se cjevovod povezao sa različitim ispusnicama vode. Tako je npr. vertikalna visina ogranka wc školjke 70 cm, bojlera 1.2 m, umivaonika 50 cm, perilice rublja 1.1 m, kade 80 cm itd. (detalnije u usponskoj shemi).

Topla voda u sustavu kućnog vodovoda dovedena je iz bojlera do izljevniha mjesta koja koriste toplu vodu (kada, umivaonik, bide, sudoper).

Spojevi između cijevi kod PEHD cijevi izvode se uporabom mjedenih ili polifenilsulfon (PPSU) spojnih elemenata uz korištenje alata za prešanje tj. spajanje. Za spajanje PP-R cijevi koristimo elektrofuzijski uređaj za spajanje spojnih elemenata.

Radove započinjemo geodetskim iskolčavanjem odabrane trase cjevovoda i pozicioniranjem vodomjernog i zasunskog okna.

Zatim se pristupa strojnom iskopu jame za smještaj vodomjernog i zasunskog okna ukupne kubikaže od 30.58 m³. Također se radi strojni iskop rova za smještaj cjevovoda širine od 40 cm.

Izrađuje se posteljica od kamene sitneži debljine 10 cm duž rova, dok se dno vodomjernog i zasunskog okna nivelira mršavim betonom debljine 10 cm.

Pristupa se postavljanju oplata u građevnoj jami s ciljem dobivanja vodomjernog i zasunskog okna. Vršni se armiranje okna armaturom B500/b i izlivanje betona C30/37 ukupne količine od 4.74 [m³].

U vodomjernom oknu pristupa se izradi potpornog bloka dimenzija 20*10*15 [cm] C16/20 betonom dok se u zasunskom oknu izvodi potporni blok dimenzija 40*15*35 [cm] C16/20 betonom s pripadajućim navojnim šipkama (3 kom) koje služe kao stabilizacija elemenata u oknima. Naime promjenom smjera u zasunskom oknu stvara se rezultantna sila na vodoopskrbne cijevi, armature i fitinge zasunskog okna koju je potrebno ukloniti.

Izrada ploče vodomjernog i zasunskog okna s otvorom za smještaj šahta dimenzija 50*50 [cm]. Dimenzije okna prilagođene su elementima koji se nalaze u samom oknu (mora ostati prostora za manevriranje i rad radnika u oknu). Također izvedene su i stupaljke od B500/b, profila 20 [mm] na međusobnoj udaljenosti od 30 [cm].

Izvedba proboja u svrhu vođenja vodovodnih cijevi kroz potporne zidove i okna. U rupe koje su nastale probijanjem ubacujemo zaštitne cijevi PEHD (PE 100), DN 50. Te cijevi imaju funkciju zaštite cjevovoda na kritičnim mjestima u sustavu (mjestima gdje cjevovod prolazi kroz beton).

Izvedba spoja uličnog cjevovoda sa kućnim priključnim vodom. Spajanje se vrši uz pomoć elektrofuzijskog sedla s nožem i ventilom. Elektrofuzijsko sedlo dopušta spajanje kućnog priključka na javni cjevovod bez potrebe za zatvaranjem vode u ostalim dijelovima vodoopskrbnog sustava.

Izvedba 3 odvojka sa pripadajućim vodomjerima tipa SENSUS 420 u vodomjernom oknu sa svim potrebnim elementima. Elementi su prikazani u monterskom planu vodomjernog okna.

Izvedba kućnih vodova (3 kom) PEHD CIJEV, d 25 [mm] ($D_{unutarne} = 20.4$ [mm]). Navedene dimenzije cijevi dobivene su proračunom.

Izvedba svih elemenata vodoopskrbnog cjevovoda u zasunskom oknu. Elementi su prikazani u monterskom planu zasunskog okna.

Izvedba šliceva u podu i u zidu građevine (šlic je veličine 10*5 [cm]). Šlicevi su namijenjeni vođenju cijevi kućnog vodovoda.

Izvedba vodoopskrbne mreže u objektu počevši od prizemlja pa do 1. kata i na kraju do potkrovlja. Cijevi koje se koriste za hladnu vodu su PP-R cijevi, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 20.4$ [mm]), S 5 - SDR 11 (PN 10), dok se za toplu vodu koriste PP-R cijevi, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 16.6$ [mm]), S 2.5 - SDR 6 (PN 20).

Količina potrebnih fittinga i cijevi potkrovlja prikazana je u tablici 5:

Tablica 5. Količina potrebnih fittinga i cijevi potkrovlja

POTKROVLJE	DULJINA [m] BROJ KOMADA
CIJEV d25	42.45
KOLJENO d25	30
T komad d25	14
VENTIL d25	13
WC	2
BIDE	1
KADA	2
UMIVAONIK	2
PERILICA RUBLJA	1
SUDOPER	1
BOJLER	1

Količina potrebnih fittinga i cijevi 1. kata prikazana je u tablici 6:

Tablica 6. Količina potrebnih fittinga i cijevi 1. kata

1. KAT	DULJINA [m] BROJ KOMADA
CIJEV d25	44.51
KOLJENO d25	30
T komad d25	12
VENTIL d25	12
WC	2
BIDE	1
KADA	2
UMIVAONIK	2
PERILICA RUBLJA	1
SUDOPER	1
BOJLER	1

Količina potrebnih fittinga i cijevi prizemlja prikazana je u tablici 7:

Tablica 7. Količina potrebnih fittinga i cijevi prizemlja

PRIZEMLJE	DULJINA [m] BROJ KOMADA
CIJEV d25	20.2
KOLJENO d25	17
T komad d25	7
VENTIL d25	7
WC	1
BIDE	0
KADA	1
UMIVAONIK	1
PERILICA RUBLJA	1
SUDOPER	1
BOJLER	1

Ispitivanje vodovodnih cijevi

Nakon završetka montiranja cjevovoda potrebno je pristupiti tlačnoj probi cjevovoda. Uzima se kritična duljina dionice kao mjerodavna. Kritična duljina su dvije najudaljenije točke u sustavu (horizontalno i vertikalno). U najvišoj točki cjevovoda potrebno je ostvariti barem radni tlak. Uobičajeni postupak zahtijeva da se cijev napuni vodom i tlak podigne na ispitnu razinu nakon čega se cijev zabrtvi. Prati se stanje tlaka u cjevovodu. U slučaju da se tlak smanji, mjeri se volumen vode koji je potreban dodati u sustav da se tlak vrati na ispitnu razinu. Sustav se smatra nepropusnim ako je volumen vode manji od dozvoljenih gubitaka.

Dozvoljeni gubici ovise o:

- dužini ispitivane dionice,
- promjeru cijevi,
- temperaturnim promjenama,
- razini ispitnog tlaka,
- brzini porasta tlaka,
- postojanju zraka u cjevovodu,
- relativnim pomacima mehaničkih spojeva,
- učinkovitosti posteljice i nabijenosti popune u sprečavanju pomicanja cijevi,
- učinkovitosti i točnosti mjernih uređaja.

Dozvoljeni gubitak uzrokovan nabrojanim čimbenicima treba biti u granicama od po 2 litre po metru nazivnog promjera cjevovoda, po kilometru dužine cjevovoda, po metru razlike geodetske visine, po 24 sata trajanja probe:

$$Q = 2 [l] \cdot \text{promjer [m]} \cdot \text{dužina [km]} \cdot \text{razlika geodetske visine [m]} \text{ po danu}$$

Kako u sustavu imamo PE cijevi potrebno je dodatno analizirati pad tlaka izazvan puzanjem i popuštanjem naprezanja.

Preporučeni su sljedeći ispitni tlakovi (prema normi HRN EN 805:2005):

-u slučaju da je hidrauličkim proračunom uvažena pojava vodnog udara:

$$\text{ispitni tlak [bar]} = \text{radni (maksimalni proračunski) tlak [bar]} + 1 \text{ [bar]}$$

-u slučaju da u hidraulički proračun nije uključena pojava vodnog udara:

$$\text{ispitni tlak [bar]} = \text{radni (maksimalni proračunski) tlak [bar]} + 5 \text{ [bar]}$$

Nakon ispitivanja kritične dionice prelazi se na ispitivanje cijelog sustava cjevovoda. Ispituje se pogonskim tlakom od 10 bara u trajanju od 12 sati. Moguće greške na cjevovodu moraju se popraviti i ponovno je potrebno napraviti tlačnu probu.

Nakon tlačne probe pristupa se ispiranju cjevovoda od mehaničkih nečistoća, a nakon toga i dezinfekciji cjevovoda.

Dezinfekcija cjevovoda provodi se uz pomoć natrijevog hipoklorita, kalcijevog hipoklorita i klornog vapna. Funkcionira tako da se cjevovod napuni vodom s preparatima klora i otvore se sve ispusnice. Nakon nekog vremena zatvaraju se ispusnice i napunjena mreža ostaje u stanju mirovanja od 24 sata. Poslije toga se kontrolira razina klora i ako je zadovoljavajuća dezinfekcija je uspješno provedena.

4.2. Hidraulički proračun vodovodnih instalacija

Dimenzioniranje kućne vodovodne mreže vrši se prema sanitarnim predmetima. Hidraulički proračun proveden je prema jedinicama opterećenja (skr. JO), tj. prema pojedinim izljevnim mjestima, pri čemu jedna JO predstavlja onu količinu vode koja istječe na izljevnom mjestu kroz cijev promjera \varnothing 10 [mm] pri punom mlazu i tlaku istjecanja od 0.5 bara. Sukladno usvojenim smjernicama dobivamo

1 JO = 0.25 [L/s] (DIN1988-W308) – Njemačka

1 JO = 0.47 [L/s] -SAD

1 JO = 0.30 [L/s] -Švedska

1 JO = 0.20 [L/s] – Rusija

Koristit ćemo prvu jednadžbu.

Odnos između protočne količine hladne vode i jedinica opterećenja definiran je kao:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{IJ} \text{ [L/s]}$$

(jedinice opterećenja se ne uzimaju u punom broju nego kao drugi korijen tog broja. U tome se nalazi faktor istovremenosti ϕ)

Proračun je proveden sukladno zahtjevu da je tlak za većinu sanitarnih izljevni mjesa minimalno 0.5

[bar], osim za WC s ispiralicom gdje je usvojena vrijednost 1.2 [bar].

Za odabir odgovarajućeg promjera cjevovoda, spojnih i prijelaznih elemenata mjerodavni su najveći protok te ukupan pad tlaka u instalaciji. Ukupan protok prema izljevnim mjestima potrebno je odgovarajućim izrazima preračunati u najveći satni protok objekta sukladno odgovarajućim izrazima te namjeni objekta (npr. $q_{maks} = 1.7 \cdot (\Sigma VR)^{0.21} - 0.7$ [L/s]).

Tablica 8. Izrazi za protoke

Table 1. Water flow acc. PN-92/B-01706 [15] and DIN 1988 [17].

Type of building	Formula	Note	Water flow rate	
			$\Sigma q_n=1.54$ dm ³ /s	$\Sigma q_n=40$ dm ³ /s
Residential buildings	$q = 0.682(\Sigma q_n)^{0.45} - 0.14$	$0.07 < \Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s ; $q_n < 0.5$ dm ³ /s	0.69	-
	$q = 1.7(\Sigma q_n)^{0.21} - 0.7$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s ; $q_n \geq 0.5$ dm ³ /s	-	2.99
Office buildings	$q = 0.682(\Sigma q_n)^{0.45} - 0.14$	$\Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s	0.69	-
	$q = 0.4(\Sigma q_n)^{0.54} + 0.48$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s	-	3.41
Hotels and department stores	$q = (\Sigma q_n)^{0.366}$	$1 < \Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s ; $q_n > 0.5$ dm ³ /s	-	-
	$q = 0.698(\Sigma q_n)^{0.5} - 0.12$	$0.1 < \Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s ; $q_n < 0.5$ dm ³ /s	0.75	-
	$q = 1.08(\Sigma q_n)^{0.5} - 1.83$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s ; hotels	-	5.00
	$q = 4.3(\Sigma q_n)^{0.27} - 6.65$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s ; department stores	-	4.99
Hospitals	$q = 0.698(\Sigma q_n)^{0.5} - 0.12$	$\Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s	0.75	-
	$q = 0.25(\Sigma q_n)^{0.65} + 1.25$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s	-	4.00
Schools	$q = 4.4(\Sigma q_n)^{0.27} - 3.41$	$1.5 < \Sigma q_n \leq 20$ dm ³ /s ; $q_n < 0.5$ dm ³ /s	1.53	-
	$q = \Sigma q_n$	$\Sigma q_n \leq 1.5$ dm ³ /s	-	-
	$q = -22.5(\Sigma q_n)^{-0.5} + 11.5$	$\Sigma q_n > 20$ dm ³ /s	-	7.97
Minimal value			0.69	2.99
Maximum value			1.53	7.94

Unutrašnji promjer cijevi kućne instalacije ovisi o: potrebnoj količini vode na izljevnom mjestu (sukladno broju jedinica opterećenja), tlaku vode u cijevnoj mreži te brzina vode u cijevima. Za predmetni proračun usvojena je mjerodavna brzina tečenja vode u iznosu 1 - 2.0 [m/s]. Suviše mala brzina vode (ispod 0.5 m/s) ubrzava proces taloženja i stvaranje sloja usred čega dolazi do sužavanja cijevi. Isto tako suviše velika brzina (iznad 3 m/s) izaziva šumove, buku i udarce u cijevnoj mreži.

Priključak vanjskog (vrtnog) izljevnog mjesta usvojen je s protokom od 0.7 [L/s] i ne unosi se u jedinicaopterećenja nego se njegov ukupni protok pridodaje ukupnom protoku ostalih izljevni mjesta. Vanjski priključak upotrebljava se neovisno o dobu dana, tj. istovremeno s ostalim izljevnim mjestima.

Ukupni gubitak tlaka do izljevnog mjesta ne smije biti veći od iznosa koji osigurava potreban tlak na izljevnom mjestu, uz uvažavanje raspoloživog tlaka na mjestu priključka na uličnom cjevovodu, tj. u odnosu na izlaznu vrijednost tlaka ventila za smanjenje tlaka na kućnom priključku.

Dozvoljeni tj. raspoloživi gubitak tlaka iznosi:

$$h_t = H_u - h_g - h_i - h_v$$

H_u - minimalni tlak u uličnom vodu na mjestu priključka (od uprave komunalnog vodovoda)

h_g - visina najvišeg izljevno mjesta (visinska razlika od uličnog cjevovoda do najvišeg izljeva)

h_i - izljevni tlak (tlak istjecanja – sanitarni izljevi 0.5 bara, Sprinkler mlaznica 0.7 bara)

h_v - gubitak tlaka u vodomjeru (mora biti manji od 0.5 bara, vodomjer se bira iz dijagrama na osnovu maksimalne potrošnje vode u l/s za cijelu zgradu)

ETAŽA	NAMJENA PROSTORA	UREĐAJ (TOPLA/HLADNA VODA)	BROJ UREĐAJA	JEDINICA OPTEREĆENJA	UKUPNO
Prizemlje	Kuhinja	Sudoper (T.V./H.V.)	1	1	4.25 (3.0 T.V.) (4.25 H.V.)
	Kupaonica	Umivaonik (T.V./H.V.)	1	0.5	
		Kada (T.V./H.V.)	1	1.5	
		Zahodska školjka s visokim vodokotličem (H.V.)	1	0.25	
		Perilica rublja (H.V.)	1	1	
1. kat	Kuhinja	Sudoper (T.V./H.V.)	1	1	7.25 (5.25 T.V.) (7.25 H.V.)
		Perilica suđa (H.V.)	1	0.5	
	Kupaonica 1 (3.5 [m ²])	Umivaonik (T.V./H.V.)	1	0.5	
		Kada (T.V./H.V.)	1	1.5	
		Zahodska školjka s niskim vodokotličem (H.V.)	1	0.25	
	Kupaonica 2 (4.52 [m ²])	Umivaonik (T.V./H.V.)	1	0.5	
		Kada (T.V./H.V.)	1	1.5	
		Zahodska školjka s niskim vodokotličem (H.V.)	1	0.25	
		Perilica rublja (H.V.)	1	1	

		Bide (T.V./H.V.)	1	0.25	
Potkrovlje	Kuhinja	Sudoper (T.V./H.V.)	1	1	6.75 (4.75 T.V.) (6.75 H.V.)
	Kupaonica 1 (5.15 [m ²])	Umivaonik (T.V./H.V.)	1	0.5	
		Kada (T.V./H.V.)	1	1.5	
		Zahodska školjka s niskim vodokotlićem (H.V.)	1	0.25	
	Kupaonica 2 (4.78 [m ²])	Umivaonik (T.V./H.V.)	1	0.5	
		Kada (T.V./H.V.)	1	1.5	
		Zahodska školjka s niskim vodokotlićem (H.V.)	1	0.25	
		Bide (T.V./H.V.)	1	0.25	
		Perilica rublja (H.V.)	1	1	
	UKUPNO:				

Priključni vod

Sumarni protok priključnog voda:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{I\bar{I}} = 0.25 \cdot \sqrt{18.25} = 1.07 \text{ [L/s]}$$

S obzirom na malu razliku između sumarnog protoka priključnog voda i najveće satne potrošnje objekta, usvojena je vrijednost izračunatog sumarnog protoka kao mjerodavna.

$$q_{\text{maks}} = 1.7 \cdot (\Sigma VR)^{0.21} - 0.7 = 1.7 \cdot (1.07)^{0.21} - 0.7 = 1.02 \text{ [l/s]}$$

Promjer priključnog voda:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.07/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.03 \text{ [m]} = 30 \text{ [mm]}$$

Odabrano: PEHD (PE 100) DN 32 ($D_o = 32$ [mm]; $D_i = 28$ [mm]), PN 10 (SDR 17)

Brzina tečenja:

$$v = \frac{q}{A} = \frac{q}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{1.07/1000}{\frac{0.028^2 \cdot \pi}{4}} = 1.74 \text{ [m/s]}$$

Prizemlje

Sumarni protok prizemlja: $q_{HV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{4.25} = 0.52 \text{ [L/S]}$
 $q_{TV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{3} = 0.43 \text{ [L/S]}$

Najveći satni protok prizemlja

Najveći satni protok prizemlja:

$$q_{maks,HV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45-0.14} = 0.682 \cdot 0.52^{0.45-0.14} = 0.37 \text{ [L/s]}$$

$$q_{maks,TV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45-0.14} = 0.682 \cdot 0.43^{0.45-0.14} = 0.33 \text{ [L/s]}$$

Promjer grana prizemlja:

$$D_{HV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.37/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.018 \text{ [m]} = 18 \text{ [mm]}$$

$$D_{TV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.33/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.017 \text{ [m]} = 17 \text{ [mm]}$$

Odabrano za hladnu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 20.4$ [mm]), S 5 - SDR 11 (PN 10)

Odabrano za toplu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 16.6$ [mm]), S 2.5 - SDR 6 (PN 20)

Brzina tečenja u granama:

$$v_{HV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.37/1000}{\frac{0.0204^2 \cdot \pi}{4}} = 1.13 \text{ [m/s]}$$

$$v_{TV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.33/1000}{\frac{0.0166^2 \cdot \pi}{4}} = 1.53 \text{ [m/s]}$$

1 kat

Sumarni protok 1.Kata:

$$q_{HV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{7.25} = 0.67 [L/S]$$

$$q_{TV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{5.25} = 0.57 [L/S]$$

Najveći satni protok prizemljNa

Najveći satni protok 1. kata:

$$q_{maks,HV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45} - 0.14 = 0.682 \cdot 0.67^{0.45} - 0.14 = 0.43 [L/s]$$

$$q_{maks,TV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45} - 0.14 = 0.682 \cdot 0.57^{0.45} - 0.14 = 0.39 [L/s]$$

Promjer grana 1. kata:

$$D_{HV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.43/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.019 [m] = 19 [mm]$$

$$D_{TV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.39/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.018 [m] = 18 [mm]$$

Odabrano za hladnu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 20.4$ [mm]), S 5 - SDR 11 (PN 10)

Odabrano za toplu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25$ [mm]; $D_i = 16.6$ [mm]), S 2.5 - SDR 6 (PN 20)

Brzina tečenja u granama:

$$v_{HV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.43/1000}{\frac{0.0204^2 \cdot \pi}{4}} = 1.32 [m/s]$$

$$v_{TV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.39/1000}{\frac{0.0166^2 \cdot \pi}{4}} = 1.8 [m/s]$$

POTKROVLJE

Sumarni protok potkrovlja:

$$q_{HV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{6.75} = 0.65 [L/S]$$

$$q_{TV} = 0.25 \cdot \sqrt{JO} = 0.25 \cdot \sqrt{4.75} = 0.54 [L/S]$$

Najveći satni protok potkrovlja:

$$q_{maks,HV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45} - 0.14 = 0.682 \cdot 0.65^{0.45} - 0.14 = 0.42 [L/s]$$

$$q_{maks,TV} = 0.682 \cdot \Sigma VR^{0.45} - 0.14 = 0.682 \cdot 0.54^{0.45} - 0.14 = 0.38 [L/s]$$

Promjer grana potkrovlja :

$$D_{HV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.42/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.0189 [m] = 18.9 [mm]$$

$$D_{HV} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{maks}}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.38/1000}{1.5 \cdot 3.14}} = 0.018 [m] = 18 [mm]$$

Odabrano za hladnu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25 [mm]$; $D_i = 20.4 [mm]$), S 5 - SDR 11 (PN 10)

Odabrano za toplu vodu: PP-R, DN 25 ($D_o = 25 [mm]$; $D_i = 16.6 [mm]$), S 2.5 - SDR 6 (PN 20)

Brzina tečenja u granama:

$$v_{HV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.42/1000}{\frac{0.0204^2 \cdot \pi}{4}} = 1.28 [m/s]$$

$$v_{TV} = \frac{q_{maks}}{A} = \frac{q_{maks}}{\frac{D_i^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.38/1000}{\frac{0.0166^2 \cdot \pi}{4}} = 1.76 [m/s]$$

Odabrani promjeri priključnog cjevovoda, kao i grana te ogranaka, zadovoljavaju tražene uvjete. S obzirom na brzine tečenja postoji mogućnost zadovoljenja i nešto veće potrošnja vode od ovdje predviđene.

Kako bi hidraulički proračun bio potpun potrebno je provesti proračun gubitaka tlaka. Taj proračun se provodi na kritičnoj dionici dovoda hladne vode a u ovom slučaju ta kritična dionica je od spoja na javni vodovod preko vodomjernog okna i zasunskog okna do kritičnog izljevno mjesto u potkrovlju objekta. Kritično izljevno mjesto odgovara umivaoniku potkrovlja u kupaonici 2, za koju se do vertikalnog dovoda etaže hladne vode usvajaju svi lokalni hidraulički gubici nastali uslijed skretanja i račvanja cjevovoda. Za etažu potkrovlja usvojeno je ukupno pet loma trase od 90 [°] ($\xi_{lokalno} = 2.0 [1]$) te sedam T račvanja ($\xi_{lokalno} = 1.5 [1]$). Za dovod vode od priključnog voda do vertikale etaže potkrovlja, usvajaju se dodatna četiri loma trase od 90 [°], te sumarni lokalni hidraulički gubitak na vodomjeru i ostalim fasonskim komadima vodomjernog okna od $\xi_{okno, lokalno} = 6.0 [1]$.

Ukupni koeficijent lokalnih hidrauličkih gubitaka kritičnog izljevno mjesto:

$$(\xi_{lokalno, sumarno} = 34.5 [1])$$

Lokalni hidraulički gubici kritične dionice iznose :

$$\Delta H_{Lok} = \Delta H_{obl} = \xi_{lokalno,sumarno} \cdot \frac{v^2}{2g} = 34.5 \cdot \frac{1.28^2}{2 \cdot 9.81} = 2.88 \text{ [m]}$$

Duljina kritične dionice, od spoja na javni vodoopskrbni cjevovod do kritičnog izljevog mjesta iznosi oko 37 [m], dok pretpostavljena visinska razlika istih (točna dubina javnog vodoopskrbno cjevovoda nije poznata), sukladno poznatim visinskim odnosima etaža predmetnog objekta, iznosi 7 [m].

Sukladno računskoj brzini tečenja hladne vode potkrovlja od 1.28 [m/s], unutarnjem promjeru grana i ogranaka hladne vode ($D_i = 20.4$ [mm]) te računskoj vrijednosti kinematske viskoznosti vode $1.308 \cdot 10^{-6}$, vrijednost Reynoldsovog broja iznosi:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1.28 \cdot 0.0204}{1.308 \cdot 10^{-6}} = 19963 \text{ [1]}$$

Apsolutan pogonska hrapavost cijevi u vremenu eksploatacije od oko 20 godina usvaja se, uvažavajući odabranu vrstu cijevnih materijala, s vrijednosti 1 [mm]. Stoga, relativna hrapavost cjevovoda iznosi:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{1}{20.4} = 0.049 \text{ [1]}$$

Vrijednost koeficijenta trenja uslijed tečenja vode „ λ “ definirana je Colebrook-Whiteovom jednačbomkoja za turbulentno prijelazni režim tečenja glasi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3.71 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}}\right)$$

Rješavanjem iterativne jednačbe dobiva se vrijednost koeficijenta trenja uslijed tečenja od $\lambda = 0.071$ [1].

Vrijednost ukupnih linijskih hidrauličkih gubitaka iznosi:

$$\Delta H_{lin} = \Delta H_{tr} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0.071 \cdot \frac{37}{0.0204} \cdot \frac{1.28^2}{2 \cdot 9.81} = 10.75 \text{ [m]}$$

Iznos raspoložive tlačne visine na kritičnom izljevnom mjestu iznosi:

$$p_{raspoloživo} = p_{javni \ cjevovod} - H_{geodetski} - \Delta H_{ukupno} = 40 - 7 - (2.88 + 10.75) = 19.37 \text{ [m]}$$

Raspoloživi tlak na mjestu kritičnog izljevog mjesta iznosi 1.9 [bar].

4.3. Troškovnik

R.br.stavke	Opis stavke	J.m.	Kol.	Jed. Cijena
1. Pripremni radovi				
1.1	Iskolčenje trase cjevovoda od priključka na vodooprsrbni cjevovod do ulaska cjevovoda u objekt (trasa vanjskog cjevovoda je dugačka 16 metara), određivanje pozicije vodomjernog i zasunskog okna,	kom	1	
2. Zemljani radovi				
2.1	Strojni iskop jame za smještaj vodomjernog i zasunskog okna (tlo je II. Kategorije) (građevna jama za jedno okno je dimenzija 2.6*2.8 m i visine 2.1m)	m3	30.58	
2.2	Strojni iskop rova u tlu II. kategorije za polaganje cjevovoda širine 40 cm i dubine 80 cm	m3	3.77	
2.3	Izrada posteljice od kamene sitneži krupnoće do 6 [mm] debljine 10 [cm] (stavka obuhvaća dobavu i razastiranje potrebnog materijala). Tražena zbijenost po standardnom Proctorovom postupku iznosi 98 [%], odnosno modul stišljivosti mjeren metodom kružne ploče prema HRN U.B1.046 (iznosi minimalno $M_s = 3$ [MN/m ²]).	m3	0.48	

2.4	Zatrpavanje PEHD cijevi kamenom sitneži krupnoće do 6 [mm] u skladu s HRN EN 932 i HRN EN 933 u sloju debljine 0.3 m iznad tjemena cijevi, prema HRN EN 805 i DVGW W 400-2. [stavka obuhvaća dobavu i razastiranje potrebnog materijala)	m3	1.49
2.5	Nasipavanje materijalom krupnoće do 90 [mm] prema HRN EN 13285 u slojevima do 30 [cm] s nabijanjem do projektirane kote [stavka obuhvaća dobavu i razastiranje potrebnog materijala) (2.1 m3 u rovovima ostalo za zatrpavanje građ. jame kod okana)	m3	25.6
2.6	Odvoz viška materijala od iskopa na gradski deponij. Stavka obuhvaća utovar, prijevoz i istovar materijala	m3	8.75
2.7	Prodor potpornih zidova debljine 20 [cm] (dimenzije proboja- f50 [mm])	m1	3.6
2.8	Prodor nosivih i pregradnih zidova kao i temeljne ploče u svrhu vođenja vodovodnih cijevi u objektu (dimenzije proboja- f50 [mm])	m1	2.1
3. Betonski radovi			
3.1	Niveliranje jame vodomjernog i zasunskog okna mršavim betonom C 12/15 debljine sloja od 10 [cm]	m3	0.34

3.2

Dobava i ugradnja betona C 30/37 za izradu vodomjernog i zasunskog okna. Dno, zidovi i gornja ploča okana su debljine 20 [cm]. Stavka obuhvaća izradu i montažu oplata i armature te, demontažu oplata, potrebno podupiranje i razupiranje. U cijenu uključen sav potreban materijal i rad.

beton C30/37	m3	4.74
oplata glatka	m2	35.6
armatura B500/b	kg	1500
lijevano željezni poklopac dimenzija 50*50 [cm]	kom	2
stupaljke od B500/b, profila 20 [mm] na razmaku od 30 cm prema HRN EN 124:2005	kom	10

3.3

Izrada betonskog potpornog bloka dimenzija 20*10*75 [cm], C16/20 u vodomjernom oknu	m3	0.015
---	----	-------

3.4

Izrada betonskog potpornog bloka dimenzija 40*15*35 [cm], C16/20 u zasunskom oknu u kojeg su ubetonirane navojne šipke	m3	0.021
navojne šipke M10 duljine oko 80 [cm] s pripadajućim metalnim navojem i gumenom obujmicom za cijev D25	kom	3

3.5

Izvedba šliceva u podu i u zidu građevine za polaganje vodovodnih cijevi, te zatvaranje istih nakon montaže cijevi cementnim mortom (šlic je veličine 10*5 [cm])	m1	197
--	----	-----

4. Radovi na vodoopskrbnoj mreži

4.1

Nabava, transport i montaža elemenata vodoopskrbnog priključka (u svrhu spoja na vodoopskrbni cjevovod). Stavka uključuje cijenu priključka, i svih davanja, te sav potreban spojni materijal i rad

SEDLO S NOŽEM (MONOBLOK) PRIKLJUČNOG VODA, d 40/32 [mm], PE 100, SDR 17, PN 10	kom	1
ELEKTROSPOJNICA S INTEGRIRANOM SPREGOM, d 32 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kom	3
KUGLASTA SLAVINA (ELGEF), d 32 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kOM	1
TELESKOPSKA UGRADBENA GARNITURA ZA KUGLASTU SLAVINU (ELGEF), KOMPLET, d20-63 [mm], L=0.55-0.95[m]	kom	1
CESTOVNA LŽ KAPA ZA TELESKOPSKU UGRADBENU GARNITURU, tipa Hawle 20/25 [cm]	kom	1
PRIKLJUČNI VOD, PEHD CIJEV SA ZAŠTITNIM PLAŠTEM OD POLIPROPILENA, d 32 [mm], PE 100 RC, SDR 17, PN 10 sukladno HRN EN 12201 i HRN EN ISO 3126	m1	2.1

4.2

Nabava, transport i montaža elemenata vodomjernog okna. U stavku uključen spoj cjevovoda od vodomjernog do zasunskog okna. Stavka uključuje sav potreban spojni materijal i rad

ELEKTROSPOJNICA S INTEGRIRANOM SPREGOM, d 32 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kom	1
T-KOMAD, ISTOSTRANI, d 32 [mm], z = 170 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kom	2
ELEKTRO T-KOMAD, ISTOSTRANI, d 32 [mm], L = 102 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kom	1
PRIJELAZNI ELEKTROKOMAD PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 32 / R = 1.1/4" , L = 135 [mm], PN 16	kom	1
KOLJENO, MESING, VANJSKI I UNUTARNJI NAVOJ, R = 1.1/4" , PN 16	kom	1
KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI NAVOJ R = 1.1/4" , MESING, PN 16	kom	1
ODZRAČNO DOZRAČNI VENTIL, TIP 591 PVC-U, KOMPLET S MESING VANJSKIM NAVOJEM, d 32 [mm], PN 16	kom	1
PRIJELAZNA ELEKTROSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 32 [mm] / R = 1/2" , L = 121 [mm], PN 16	kom	3
KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI I VANJSKI NAVOJ, R = 1/2" , MESING, PN 16	kom	3
HVATAČ NEČISTOĆA, MESING, UNUTARNJI NAVOJ, R = 1/2" , PN 16	kom	3
VIŠEMLAZNI VODOMJER, MOKRI MEHANIZAM, R = 1/2" , Q maks = 3.125 [m ³ /h], PN 16, tipa SENSUS 420, FITING ZA VANJSKI NAVOJ, L/I = 165/245 [mm]	kom	3
KUGLASTI VENTIL S ISPUSTOM, UNUTRAŠNJI I VANJSKI NAVOJ, R=1/2" , MESING, PN 16	kom	3

	NEPOVRATNI VENTIL (ZOPT), R = 1/2", UNUTARNJI NAVOJ, MESING, PN 16	kom	3
	VENTIL ZA REGULACIJU TLAKA S MANOMETROM, 1 - 6 [bar], R = 1/2", VANJSKI NAVOJ, tipa BRAUKMANN DO6F, PN 16 BRAUKMANN DO	kom	3
	PRIJELAZNA REDUKCIJA MESING S VANJSKOG 1/2" NA UNUTRAŠNJI 3/4" NAVOJ, PN 16	kom	3
	PRIJELAZNA ELEKTOSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 3/4", L = 111 [mm], PN 16	kom	3
	KUĆNI DVORIŠNI VOD, PEHD CIJEV, d 25 [mm] (Dunutarnje = 20.4 [mm]), PE 100, SDR 13.6, PN 12.5 sukladno HRN EN 12201 i HRN EN ISO 3126	m1	34.2
	ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, za CIJEV d = 25 [mm], tipa MASTER SEAL ili sl.	kom	3
	ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, za CIJEV d = 32 [mm], tipa MASTER SEAL ili sl.	kom	1
	KOMAD ZAŠTITNE CIJEVI, DN 50, PEHD, L=0.4 [m]	kom	12
4.3	Nabava, transport i montaža elemenata zasunskog okna. U stavku uključen spoj cjevovoda od zasunskog okna do ulaska u objekt. Stavka uključuje sav potreban spojni materijal i rad		
	ELEKTRO T-KOMAD ISTOSTRANI S INTEGRIRANIM STEGAMA, d 25 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16	kom	3
	PRIJELAZNA SPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 3/4", L = 76 [mm], PN 16	kom	3
	PRIJELAZNA REDUKCIJA MESING S UNUTARNJEG NAVOJA 3/4" NA UNUTARNJI NAVOJ 1/2", PN 16	kom	3
	ISPUSNA SLAVINA ZA PRAŽNENJE S KUGLASTIM VENTILOM, VANJSKI NAVOJ 1/2", PN 10	kom	3

4.4	PRIJELAZNA ELEKTOSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 1" , L = 124 [mm], PN 16	kom	6
	KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI NAVOJ, R = 1", MESING, PN 16	kom	3
	PEHD CIJEV, d 25 [mm] (Dunutarnje = 20.4 [mm]), PE 100, SDR 13.6, PN 12.5	m1	7.8
	ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, tipa MASTER SEAL ili sl.	kom	6
	KOLJENO, PEHD, za cijev d25 [mm]	kom	3
	Nabava, transport i montaža elemenata vodoopskrbne mreže unutar objekta. Stavka uključuje sav potreban spojni materijal i rad		
	PP-R cijevi, DN 25 (D _o = 25 [mm]; D _i = 20.4 [mm]), S 5 - SDR 11 (PN 10), koriste se za hladnu vodu sukladno HRN EN ISO 15874	m1	83
	PP-R cijevi, DN 25 (D _o = 25 [mm]; D _i = 16.6 [mm]), S 2.5 - SDR 6 (PN 20), koriste se za toplu vodu sukladno HRN EN ISO 15874	m1	36
	Plastične obujmice za pričvršćivanje f25 [mm], postavljaju se na udaljenosti 1.5-2.0 [m]	kom	120
	PP-R spojnice za cijevi f25 [mm]	kom	30
	PP-R Koljeno 90° ,zavarivanje sa spojnicama za cijevi f25 [mm]	kom	77
	PP-R T komadi, zavarivanje sa spojnicama za cijevi f25 [mm]	kom	33
	Nadžbukni ventil za cijevi f25 [mm]	kom	26
	Podžbukni ventil kromirani za cijevi f25 [mm]	kom	6

5. Ostali radovi

5.1.

Ispitivanje cjevovoda na tlak vodom prema HRN EN 805, sa izdavanjem atesta o vodonepropusnosti. Punjenje cjevovoda vodom, tlačenje sa uporabom tlačne pumpe na tlak od 10 [bar], trajanje tlačne probe 12 sati, te pražnjenje cjevovoda nakon dovršene tlačne probe.

kom 1

5.2.

Dezinfekcija i pranje cjevovoda nakon uspješno provedene tlačne probe (otopinom klora 30 mg/l) u trajanju 24 sati

kom 1

6. Sanitarni uređaji

6.1.

Nabava, dobava, prijenos i ugradnja montažnog instalacijskog elementa WC školjke, sljedećih karakteristika: montažni instalacijski element za WC školjku s čeličnim okvirom, visine ugradnje 112 [cm], s niskošumnim ugradbenim vodokotlićem za ispiranje s 6/3 [L] vode, izrađenim prema HRN EN 14055:2011. Instalacijski element za ugradnju u čvrste zidove ili u predzidnu konstrukciju nosivosti 400 [kg], komplet s integriranim kutnim ventilom priključka vode 1/2", niskošumnim uljevnim ventilom, odvodnim koljenom d 90/110 [mm] sa zvučno izoliranom obujmicom, spojnim komadom za WC školjku s brtvenim manžetama i setom zvučne izolacije, vijcima za učvršćenje keramike i svim potrebnim priborom za ugradnju prema uputama odabranog proizvođača (tipa Geberit Duofix sa Sigma ugradbenim vodokotlićem).

kom 5

6.2.

Nabava, dobava, prijenos i montaža konzolne WC školjke koja se sastoji od:

- konzolne keramičke WC školjke bez unutarnjeg ruba (tipa GEBERIT Selnova Rimfree Square closed) dimenzije 54x33,5x26 [cm] izrađene prema EN 997.
- sjedala bijele boje s poklopcem izrađeno od Duroplasta, sa funkcijom SoftClosing i Quickrelease za brzu demontažu te okovima od kromiranog mesinga.
- zidnog nosača od inoxa s WC četkom
- držača toalet papira izrađenog od nehrđajućeg čelika.

Obračun se vrši po komadu kompletno montirane i funkcionalne WC školjke te ostale navedene opreme, uključivo sav potreban brtveni i prijelazni materijal.

kom

5

6.3.

Nabava, dobava, prijenos i montaža kompletnog umivaonika, ovalnog oblika dimenzija 520x390 [mm] (tipa Laufen Pro B 52) ili kvadratnog oblika dimenzija 600x400 [mm] (tipa Concepto Viva 85), koji se može montirati na zid ili na kuponski element kao nasadni umivaonik koji se sastoji od: • keramički umivaonik s otvorom za armaturu i prelivom te poniklanim samočistećim sifonom s ispustom d 32 [mm]

- stojeće jednoručne mješalice za umivaonik, TV+HV, s perlatorom i ograničenjem protoka vode, dva gibljiva crijeva R $\frac{3}{8}$ " za priključak vode sa sitima protiv nečistoća i nepovratnim ventilima. Obračun se vrši po komplet montiranom umivaoniku sa spojem na dovod i odvod vode, uključivo sav potreban brtveni i prijelazni fasonski materijal, armature te fleksibilna crijeva.

kom

5

6.4.

Nabava, dobava, prijenos i montaža tuš kade dimenzija 900 [mm] x 900 [mm] x 120 [mm], a koja se sastoji od:

- tuš kade od akrila (tipa Voxort Image 90), kvadratna s kliznom stijenom, (tipa Voxort Blue 90/90), s izlazom DN 50, kuglastim priključkom, sifonskim umetkom s 24 [mm] vodenog stupca koji se može izvaditi radi lakšeg čišćenja, te tuš garnitura (konzolom i tuš ružom, crijevom duljine 2 [m]), (tipa Grohe Tempesta Cosmopolitan 160).
- zidne jednoručne mješalice za tuš prostor, TV+HV, s perlatorom s ograničenjem protoka vode (tipa Grohe Eurostyle Cosmopolitan).

Obračun se vrši po komadu kompletno montirane i funkcionalne tuš kade, uključivo i sav potreban brtveni, spojni i prijelazni fasonski materijal, armature te fleksibilna crijeva.

kom 5

6.5.

Nabava, dobava i ugradnja dvodjelnog sudopera od inoksa koji se sastoji od: sudopera dimenzija 780x440 [mm] sa stojećim mješalicama za toplu i hladnu vodu uz raspršujuću slušalicu na izvlačenje (tipa Grohe Minta), kutnim ventilima Ø 1/2" te s otvorima za odvod i preljev s ventilom, odvodni filter, lančić sa zaptivačem i sifon kromirani za ugradnju u zid, s cijevima za produženje i rozetom sve od kromirane mjedi, materijali komplet s priborom za učvršćenje za ugradnju u zidnoj konstrukciji (tipa Concepto Venus-S AS12). Obračun se vrši po komadu kompletno montiranog i funkcionalnog sudopera, uključivo i sav potreban brtveni, spojni i prijelazni fasonski materijal, armature te fleksibilna crijeva.

kom 3

6.6.

Nabava, dobava, prijenos i montaža visećeg bidea koji se sastoji od: • keramički bide dimenzija 520x355 (tipa Concepto Desire) s otvorom za armaturu i prelivom te sifonom s ispustom d 32 [mm]

- jednoručne mješalica za bide visokotlačnog tipa srednjih dimenzija s priborom za montažu i dva priključna crijeva M10 x 3/8" (tipa Voxort Dolphin).

Obračun se vrši po komadu kompletno montiranog i funkcionalnog bidea, uključivo i sav potreban brtveni, spojni i prijelazni fazoni materijal, armature te fleksibilna crijeva.

kom 2

6.7.

Nabava, dobava, prijenos i montaža električnog bojlera za vertikalno/horizontalno postavljanje na zid s termometrom te termostatom s bipolarnim sigurnosnim uređajem za maksimalni radni tlak 8 [bar], maksimalne temperature 75 [°C] zagrijavanja, snage 2 [kW] (tipa ARISTON Lydos R V 2K). Obračun sve kompletno po komadu montiranog bojlera sa svim pomoćnim monterskim materijalom, sigurnosni ventil, ventili, fleksibilne cijevi, fazoni komadi te građevinskom pripomoći s materijalom i izvršenim priključkom.

kom 3

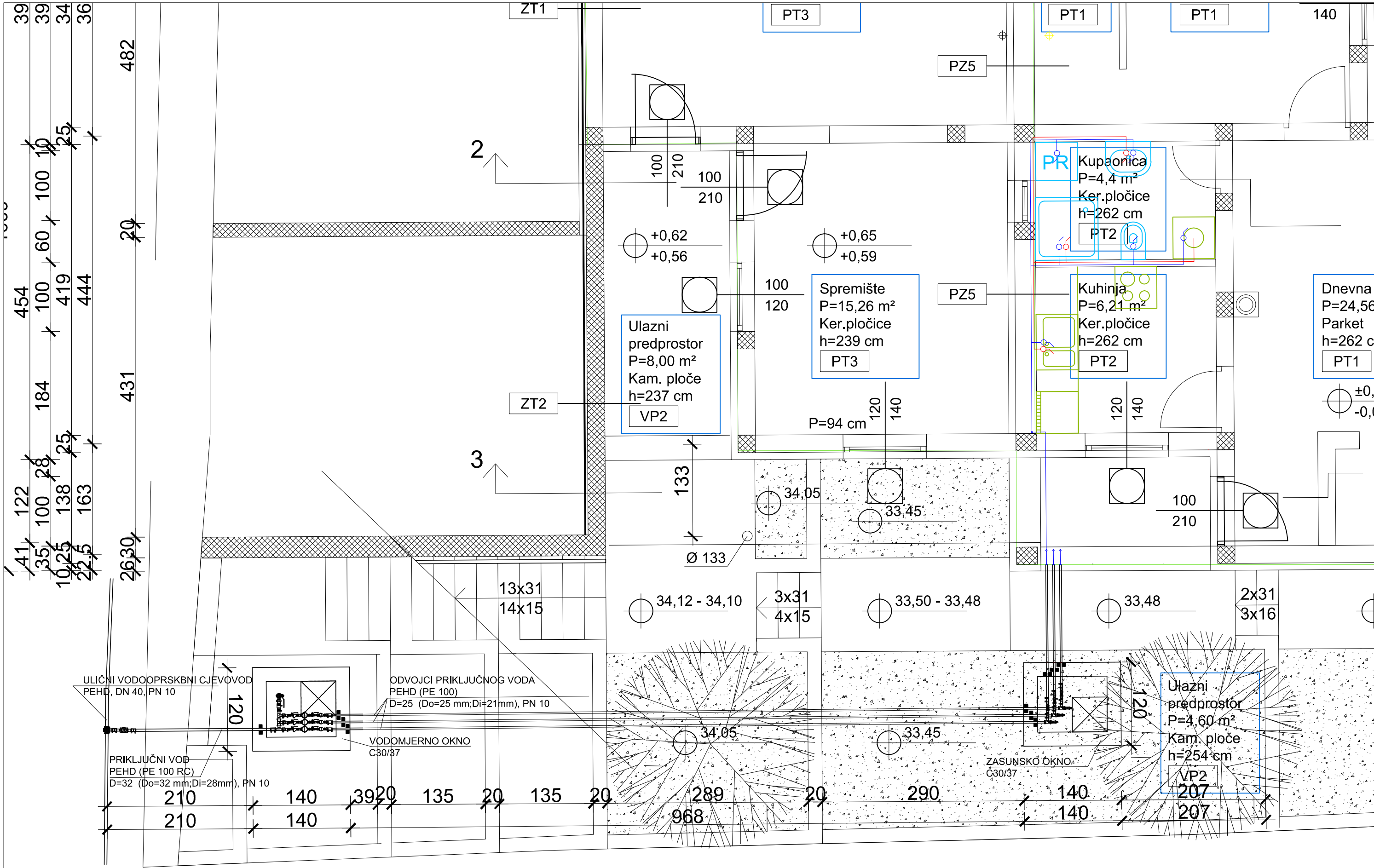
4.3.1. Aproximativni troškovnik

Trošak svih radova navedenih u troškovniku procijenjen je na 65 000 [kn].

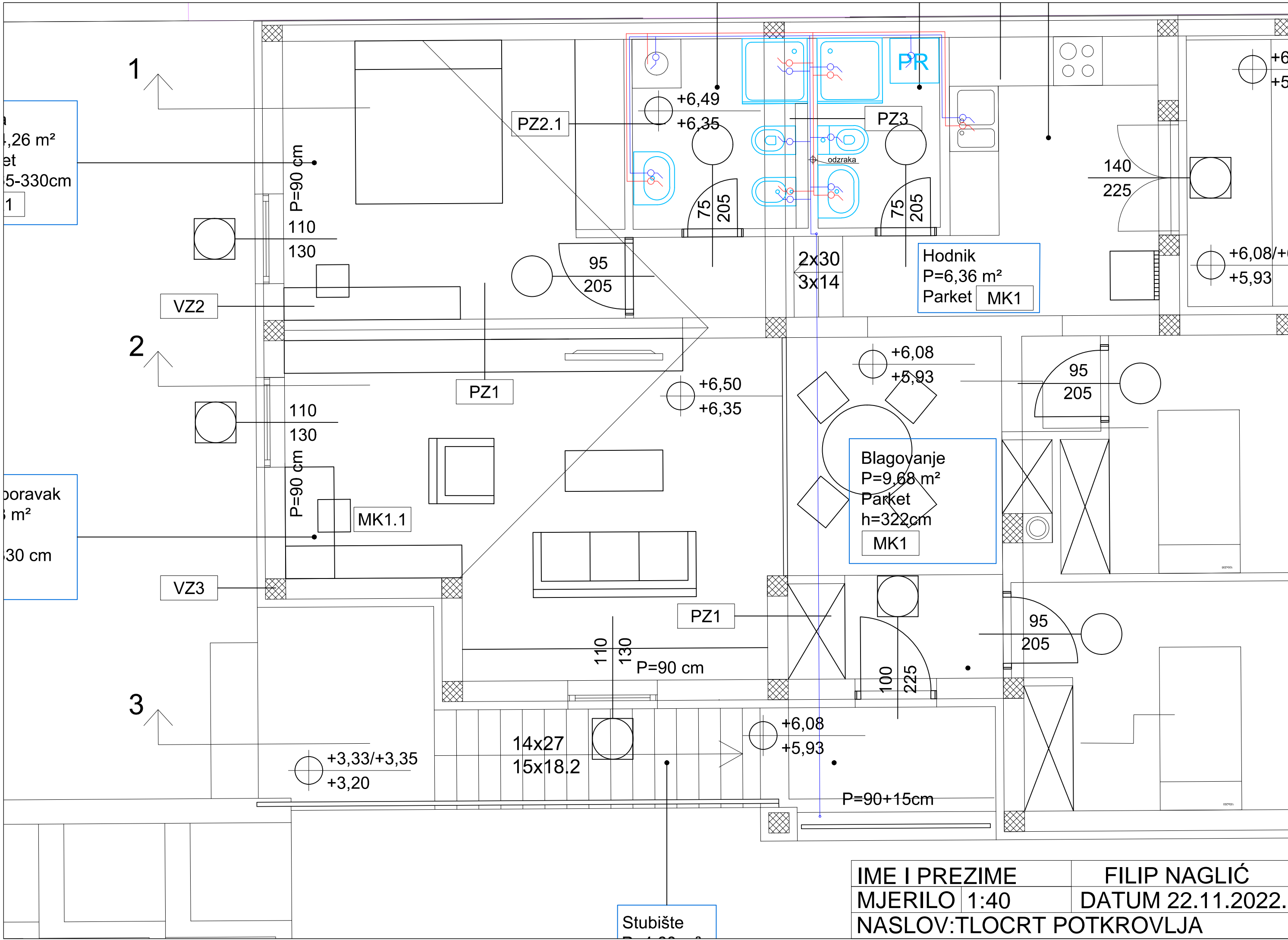
5. LITERATURA

- [1] Radonić M. *Vodovod i kanalizacija u zgradama*, obnovljeno izdanje, Zagreb: Croatiaknjiga; 2003.
- [2] Borutsky V. Cijevi od lijevanog željeza za vanjsku kanalizaciju: vrste, značajke primjene i ugradnje, *engineer.decorexpro*, 2019., Dostupno: <https://engineer.decorexpro.com/hr/kanaliz/k-drugoe/chugunnye-truby-dlya-naruzhnoj-kanalizacii.html> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [3] serruriershouilles.fr , Bešavne cijevi: što je to i koje su prednosti?, 2019. Dostupno: <https://hr.serruriershouilles.fr/besavne-cijevi-sto-je-to-i-koje-su-prednosti-258> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [4] Credit, Cijev od pocinčanog čelika s navojem, *creditsteeltube.com* 2020. Dostupno: <http://m.hr.creditsteeltube.com/hot-dipped-galvanized-steel-pipe/hot-dipped-galvanized-round-pipe/threaded-galvanized-steel-pipe.html> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [5] Borutsky V. Ugradnja bakrenih cijevi za grijanje: značajke tehnologije rada, *engineer.decorexpro* , 2019., Dostupno: <https://engineer.decorexpro.com/hr/otoplenie/o-drugoe/montazh-mednyx-trub-otopeniya.html> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [6] Hlad u.t.o. , PVC cijevi za vodu, *hlad-uto.hr*, Dostupno: <https://www.hlad-uto.hr/indexd32a.html?PVC-cijevi-za-vodu> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [7] Harapin A., Galić M. *Kućne instalacije* , predavanja iz predmeta Kućne instalacije, Split: 2012.
- [8] Termometal, PPR cijevi, *termometal.hr*, Dostupno: <https://termometal.hr/pp-r-cijevi-grupa-171/> [Pristupljeno: 23.11.2022.]
- [9] Uponor Corporation, *PEX piping systems* (katalog), Uponor , Vantaa: 2021.
- [10] Pipelife Radopress, *Distribucija hladne i tople vode, centralnog i podnog grijanja* (katalog), Pipelife, Kerestinec: 2020.
- [11] Aquatherm, *Cjevovodni sustavi aquatherm*, (katalog), Aquatherm, Attendorn: 2012.

6. GRAFIČKI PRILOZI



IME I PREZIME	FILIP NAGLIĆ
MJERILO 1:50	DATUM 22.11.2022.
NASLOV: TLOCRT PRIZEMLJA	



1,26 m²
et
5-330cm
1

poravak
m²
30 cm

Hodnik
P=6,36 m²
Parket MK1

Blagovanje
P=9,68 m²
Parket
h=322cm
MK1

Stubište

IME I PREZIME	FILIP NAGLIĆ
MJERILO 1:40	DATUM 22.11.2022.
NASLOV:TLOCRT POTKROVLJA	

USPONSKA SHEMA

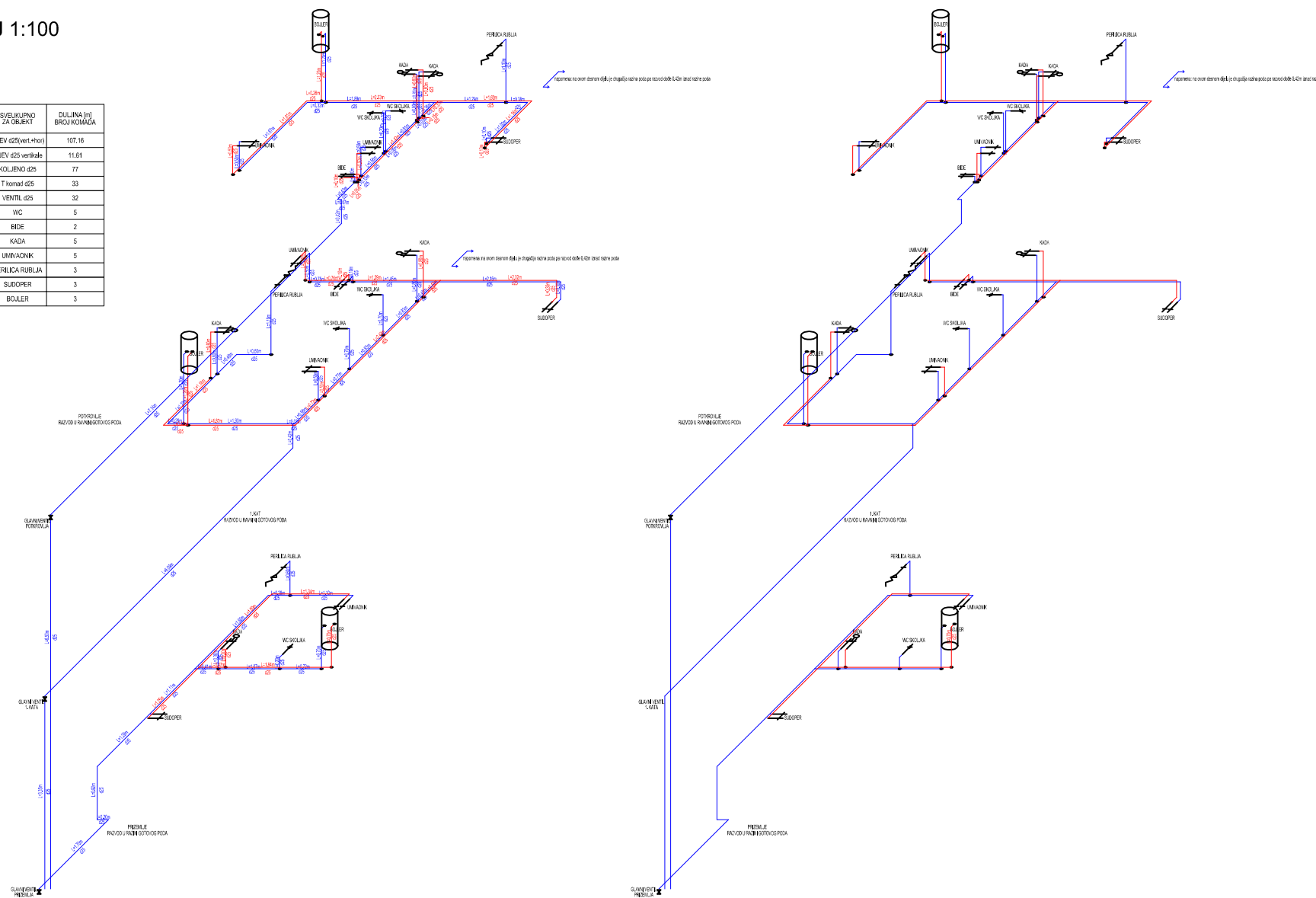
MJ 1:100

POTKROVLJE	DULJINA (m) BROJ KOMADA
CIJEV Ø25	42,45
KOLJENO Ø25	30
T komad Ø25	14
VENTIL Ø25	13
WC	2
BIDE	1
KADA	2
UMIVAONIK	2
PERIČICA RUBLJA	1
SUŠOPER	1
BOJLER	1

UKUPNO ZA OBJEKT	DULJINA (m) BROJ KOMADA
CIJEV Ø25 (vert-hor)	107,16
CIJEV Ø25 vertikal	11,61
KOLJENO Ø25	77
T komad Ø25	33
VENTIL Ø25	32
WC	5
BIDE	2
KADA	5
UMIVAONIK	5
PERIČICA RUBLJA	3
SUŠOPER	3
BOJLER	3

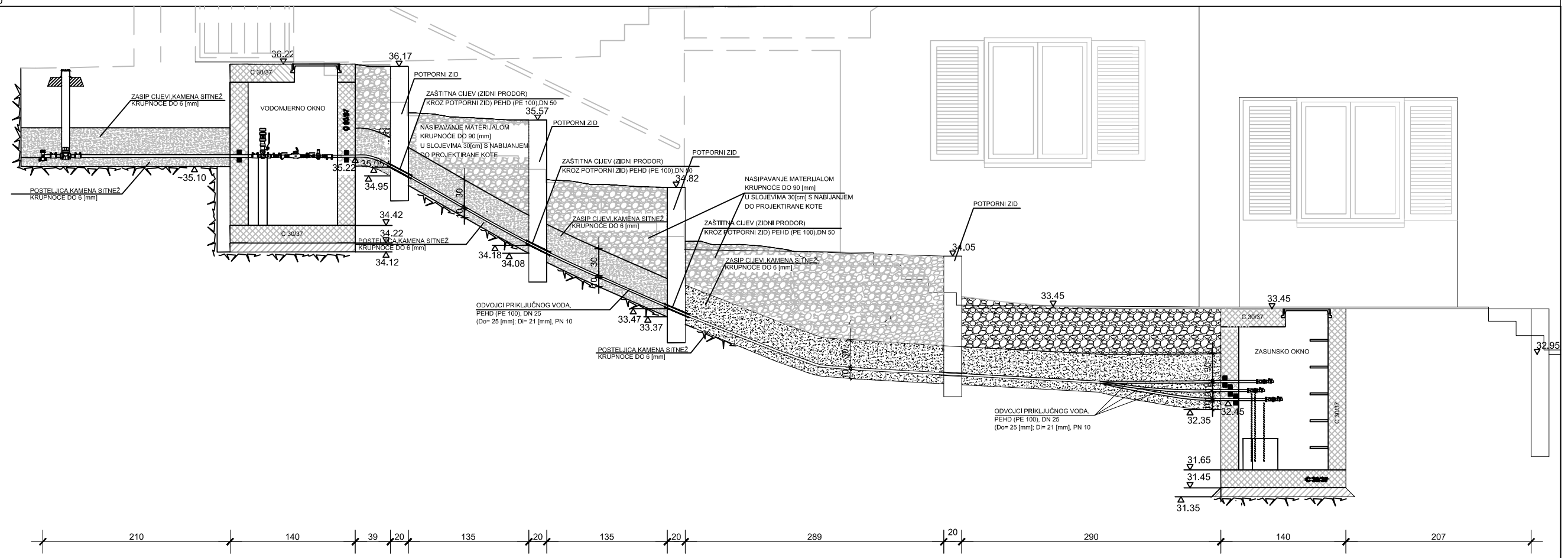
1. KAT	DULJINA (m) BROJ KOMADA
CIJEV Ø25	44,51
KOLJENO Ø25	30
T komad Ø25	12
VENTIL Ø25	12
WC	2
BIDE	1
KADA	2
UMIVAONIK	2
PERIČICA RUBLJA	1
SUŠOPER	1
BOJLER	1

PRIZEMLJE	DULJINA (m) BROJ KOMADA
CIJEV Ø25	20,2
KOLJENO Ø25	17
T komad Ø25	7
VENTIL Ø25	7
WC	1
BIDE	0
KADA	1
UMIVAONIK	1
PERIČICA RUBLJA	1
SUŠOPER	1
BOJLER	1



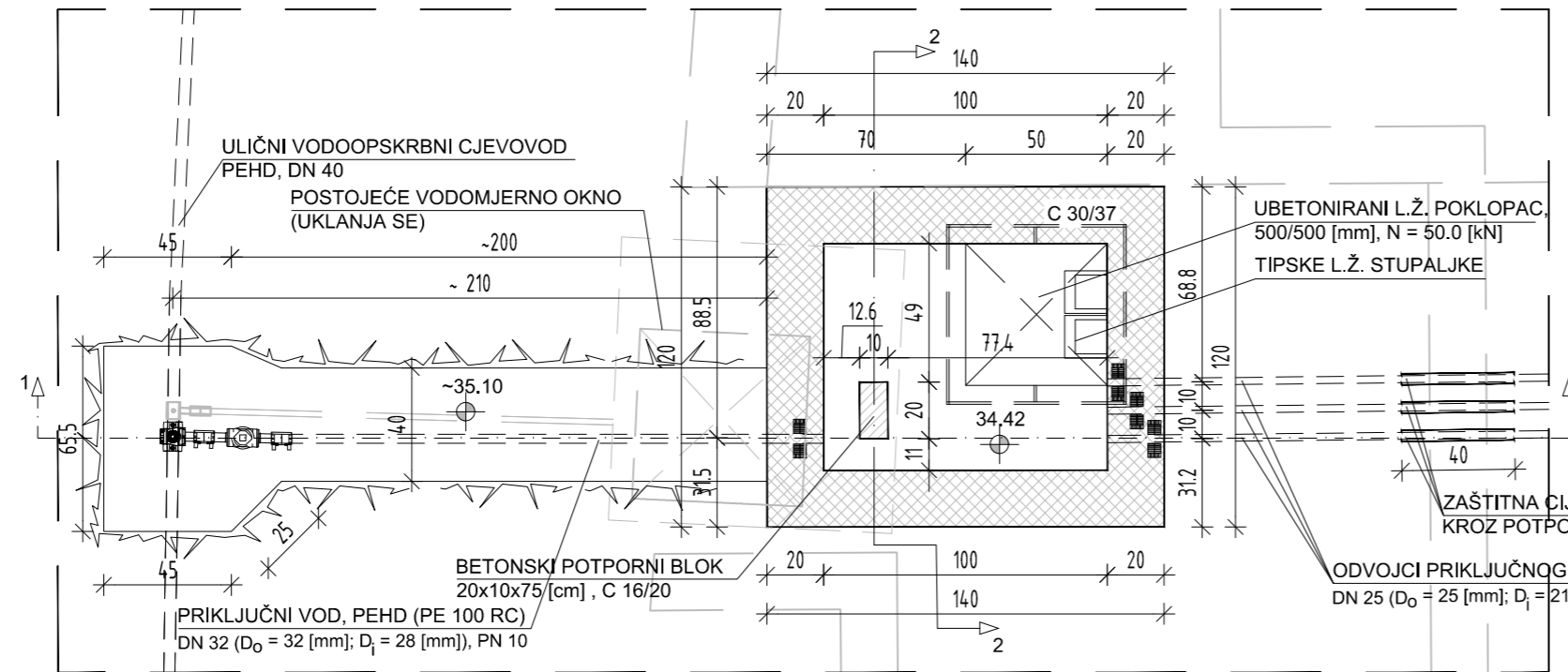
IME I PREZIME	FILIP NAGLIĆ
MJERILO 1:100	DATUM 22.11.2022.
NASLOV: USPONSKA SHEMA	

UZDUŽNI PRESJEK PRIKLJUČNOG VODA I ODVOJAKA KUĆNIH PRIKLJUČAKA
 M.J. 1:50

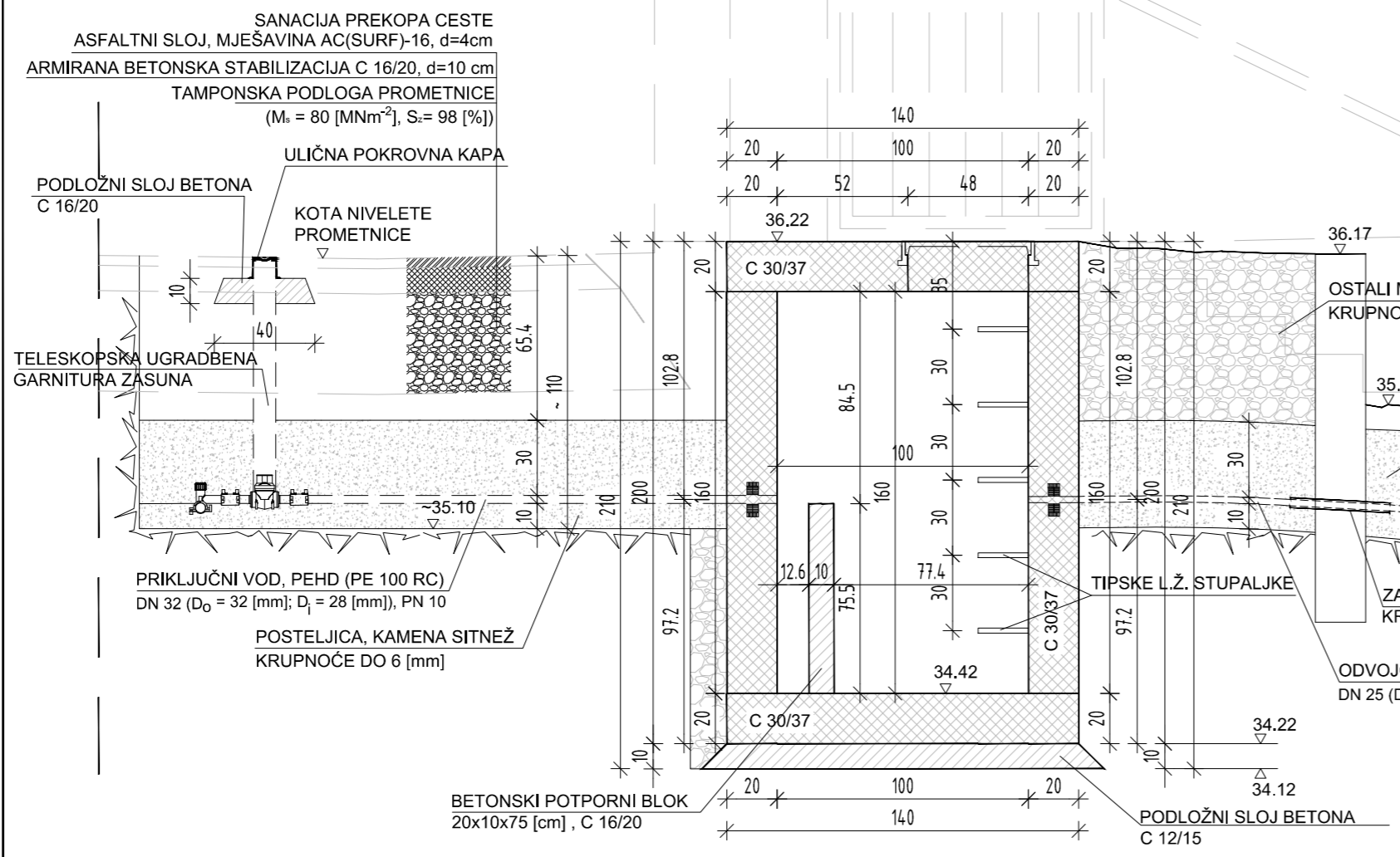


IME I PREZIME	FILIP NAGLIĆ
MJERILO 1:50	DATUM 22.11.2022.
NASLOV: UZDUŽNI PRESJEK	

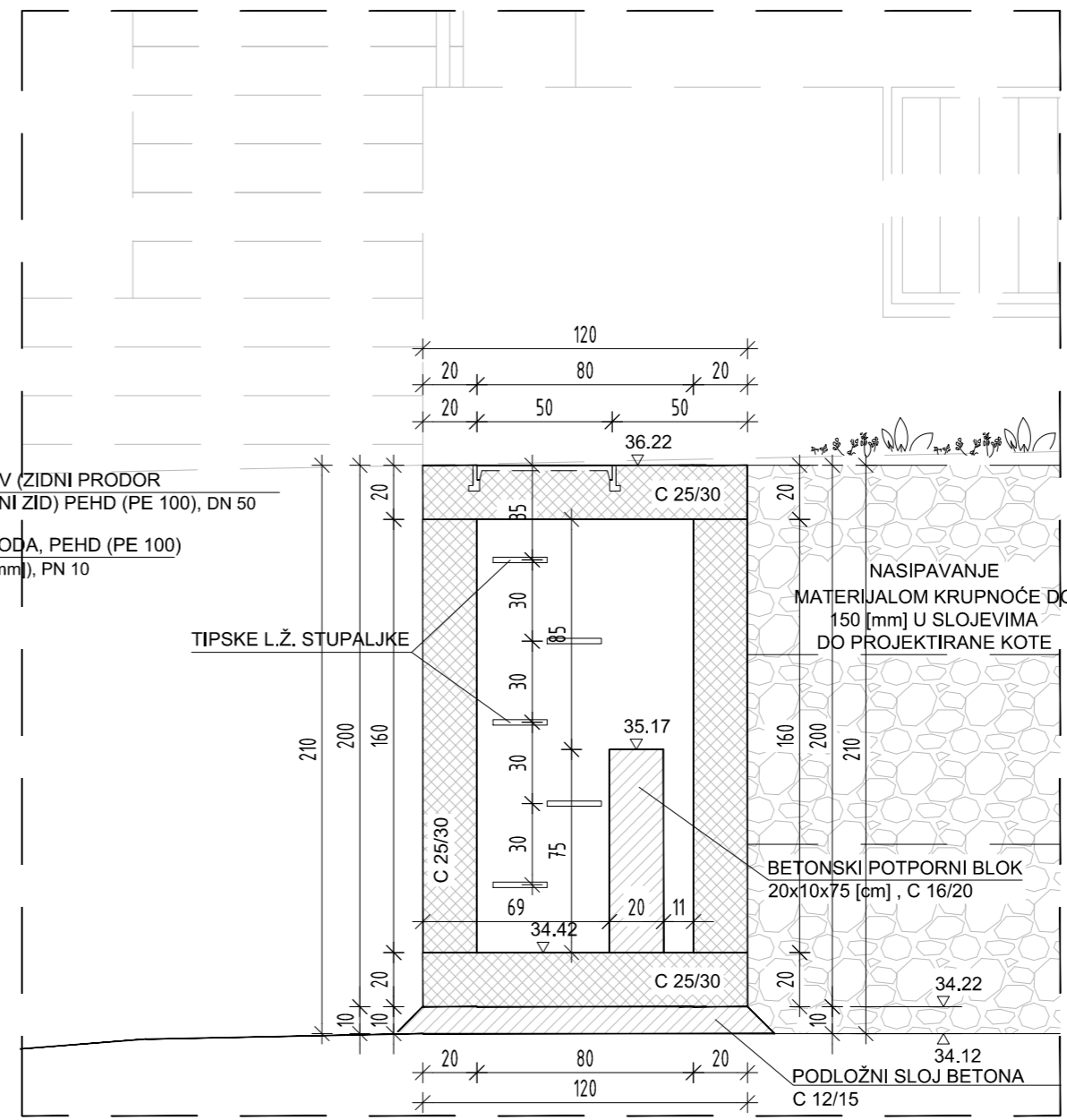
GRAĐEVINSKI NACRT VODOMJERNOG OKNA
MJ. 1:25 TLOCRT



PRESJEK 1-1

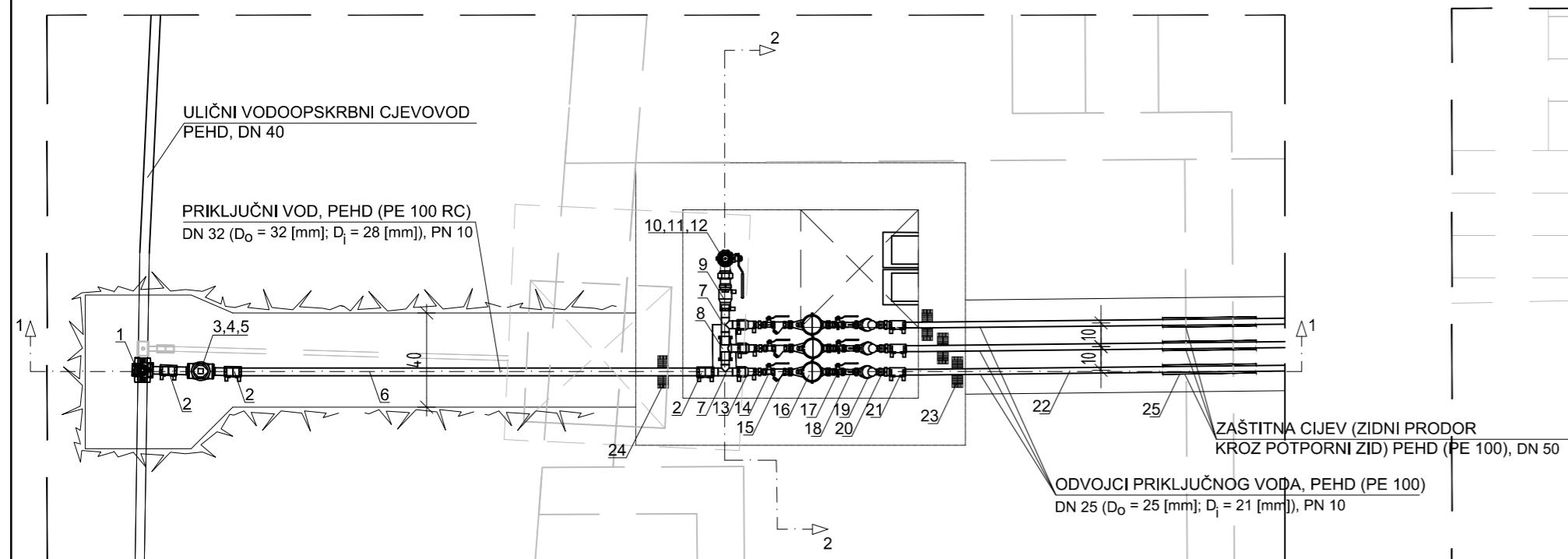


PRESJEK 2-2

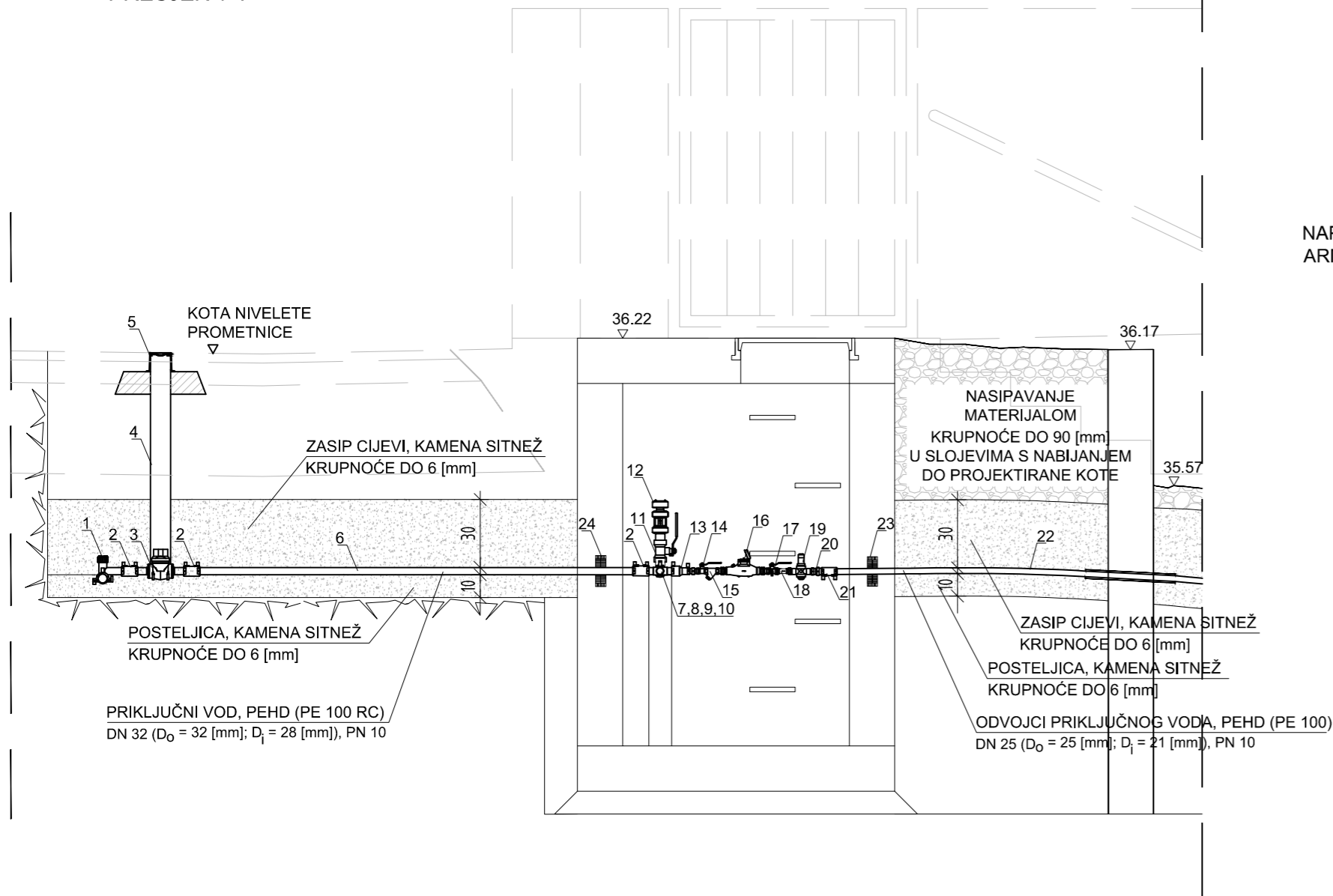


MONTERSKI PLAN VODOMJERNOG OKNA, MJ. 1:25

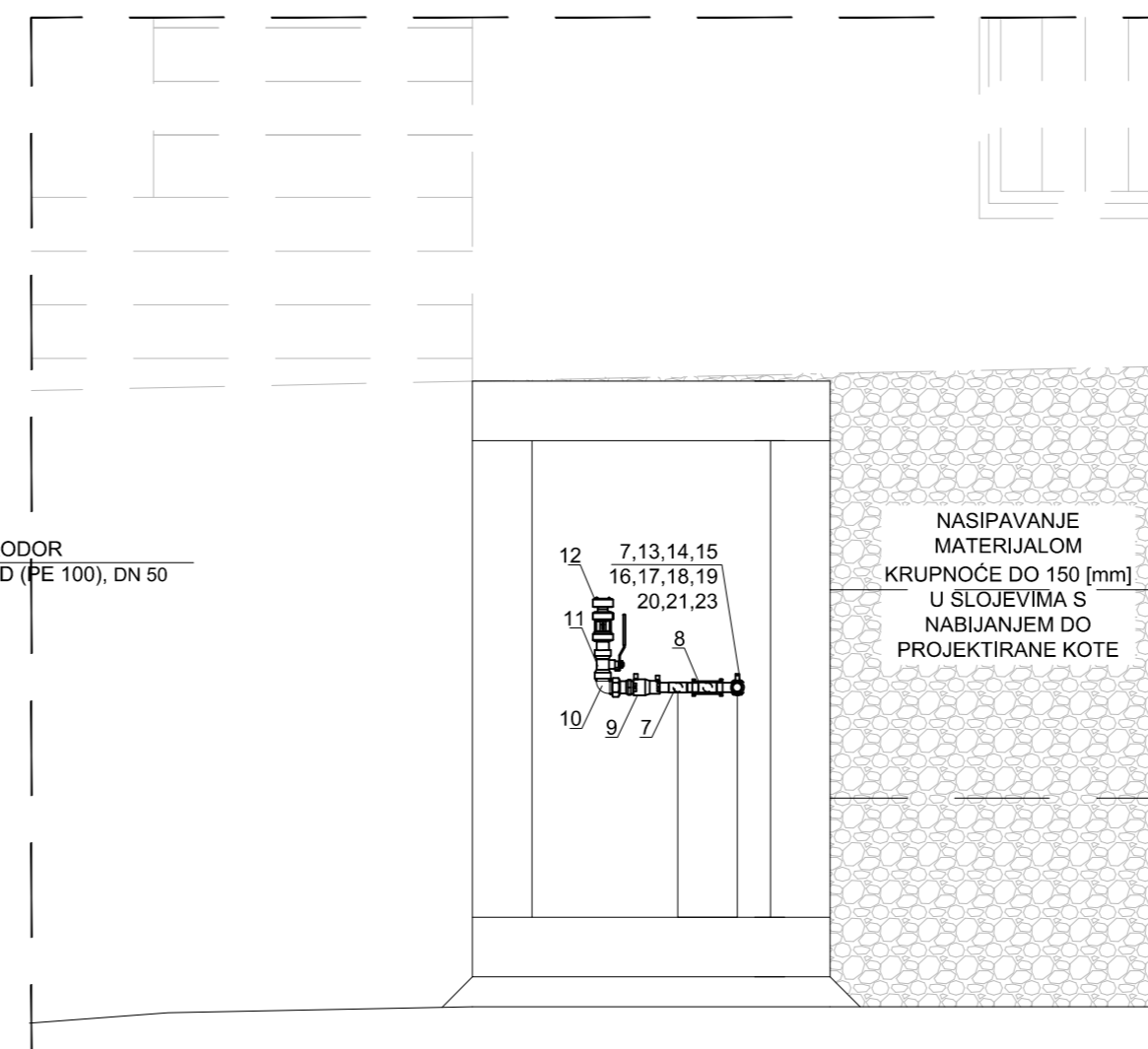
TLOCRT



PRESJEK 1-1



PRESJEK 2-2



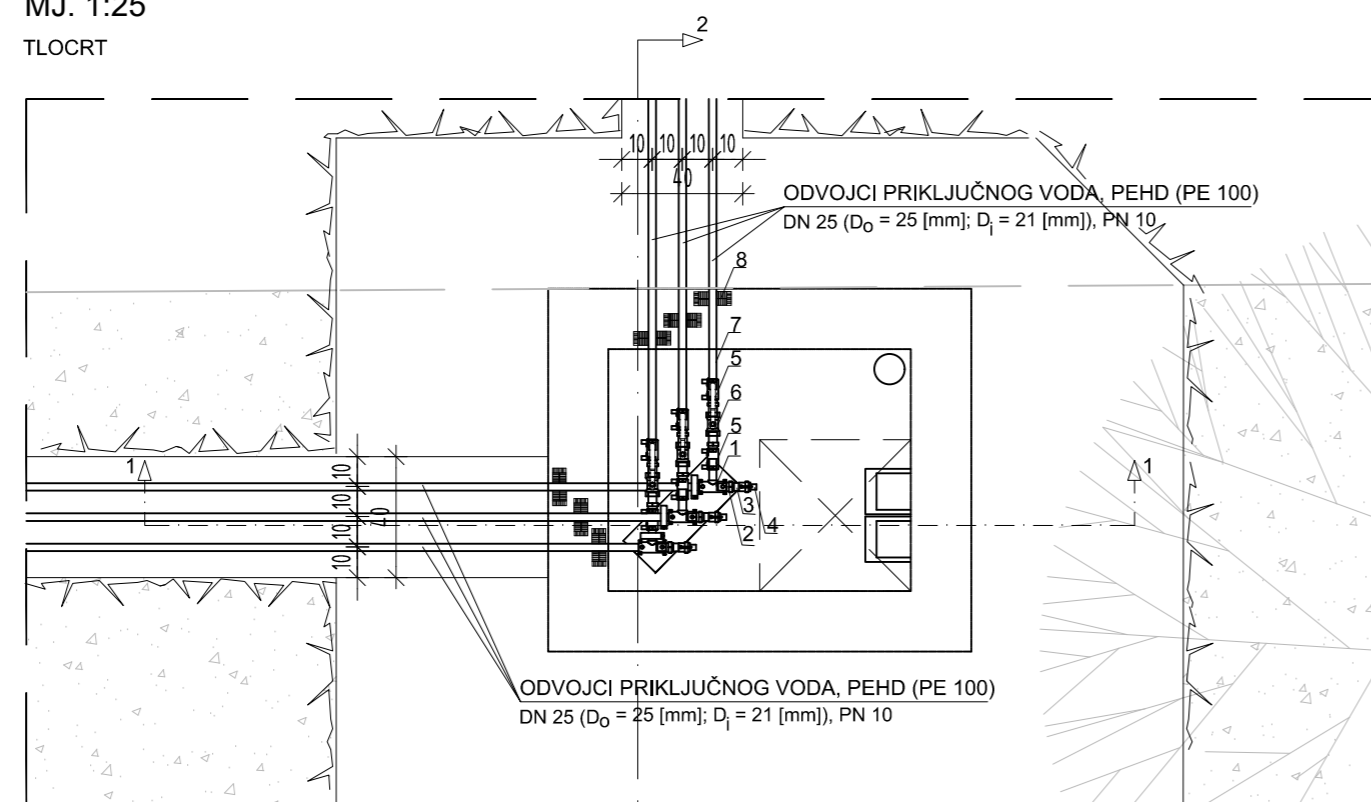
NAPOMENA: SVA TRI ODVOJKA KUĆNIH PRIKLJUČAKA IZVODE SE SA SLJEDEĆIM FASONSKIM I ARMATURNIM KOMADIMA:

1. SEDLO S NOŽEM (MONOBLOK) PRIKLJUČNOG VODA, d 40/32 [mm], PE 100, SDR 17, PN 10, kom 1
2. ELEKTROSPOJNICA S INTEGRANOM SPREGOM, d 32 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16, kom 3
3. KUGLASTA SLAVINA (ELGEF), d 32 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16, kom 1
4. TELESKOPSKA UGRADBENA GARNITURA ZA KUGLASTU SLAVINU (ELGEF), KOMPLET, d 20 - 63 [mm], L = 0.55-0.95 [m], kom 1
5. CESTOVNA LŽ KAPA ZA TELESKOPSKU UGRADBENU GARNITURU, tipa Hawle, 20/25 [cm], kom 1
6. PRIKLJUČNI VOD, PEHD CIJEV SA ZAŠTITNIM PLAŠTEM OD POLIPROPILENA, d 32 [mm], PE 100 RC, SDR 17, PN 10, L = 4 [m]
7. T-KOMAD, ISTOSTRANI, d 32 [mm], z = 170 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16, kom 2
8. ELEKTRO T-KOMAD, ISTOSTRANI, d 32 [mm], L = 102 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16, kom 1
9. PRIJELAZNI ELEKTROKOMAD PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 32 / R = 1.1/4", L = 135 [mm], PN 16, kom 1
10. KOLJENO, MESING, VANJSKI I UNUTARNJI NAVOJ, R = 1.1/4", PN 16, kom 1
11. KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI NAVOJ, R = 1.1/4", MESING, PN 16, kom 1
12. ODZRAČNO DOZRAČNI VENTIL, TIP 591 PVC-U, KOMPLET S MESING VANJSKIM NAVOJEM, d 32 [mm], PN 16, kom 1
13. PRIJELAZNA ELEKTROSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 32 [mm] / R = 1/2", L = 121 [mm], PN 16, kom 3
14. KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI I VANJSKI NAVOJ, R = 1/2", MESING, PN 16, kom 3
15. HVATAČ NEČISTOĆA, MESING, UNUTARNJI NAVOJ, R = 1/2", PN 16, kom 3
16. VIŠEMLAZNI VODOMJER, MOKRI MEHANIZAM, R = 1/2", $Q_{maks} = 3.125 [m^3/h]$, PN 16, tipa SENSUS 420, FITING ZA VANJSKI NAVOJ, L/I = 165/245 [mm], kom 3
17. KUGLASTI VENTIL S ISPUSTOM, UNUTRAŠNJI I VANJSKI NAVOJ, R = 1/2", MESING, PN 16, kom 3
18. NEPOVRATNI VENTIL (ZOPT), R = 1/2", UNUTARNJI NAVOJ, MESING, PN 16, kom 3
19. VENTIL ZA REGULACIJU TLAKA S MANOMETROM, 1 - 6 [bar], R = 1/2", VANJSKI NAVOJ, tipa BRAUKMANN DO6F, PN 16, kom 3
20. PRIJELAZNA REDUKCIJA MESING S VANJSKOG 1/2" NA UNUTRAŠNJI 3/4" NAVOJ, PN 16, kom 3
21. PRIJELAZNA ELEKTROSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 3/4", L = 111 [mm], PN 16, kom 3
22. KUĆNI DVORIŠNI VOD, PEHD CIJEV, d 25 [mm] ($D_{unutarne} = 20.4 [mm]$), PE 100, SDR 13.6, PN 12.5, $L_{ukupno} \approx 30 [m]$
23. ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, za CIJEV d = 25 [mm], tipa MASTER SEAL ili sl., kom 3
24. ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, za CIJEV d = 32 [mm], tipa MASTER SEAL ili sl., kom 1
25. KOMAD ZAŠTITNE CIJEVI, DN 50, PEHD, L = 0.4 [m], kom 3

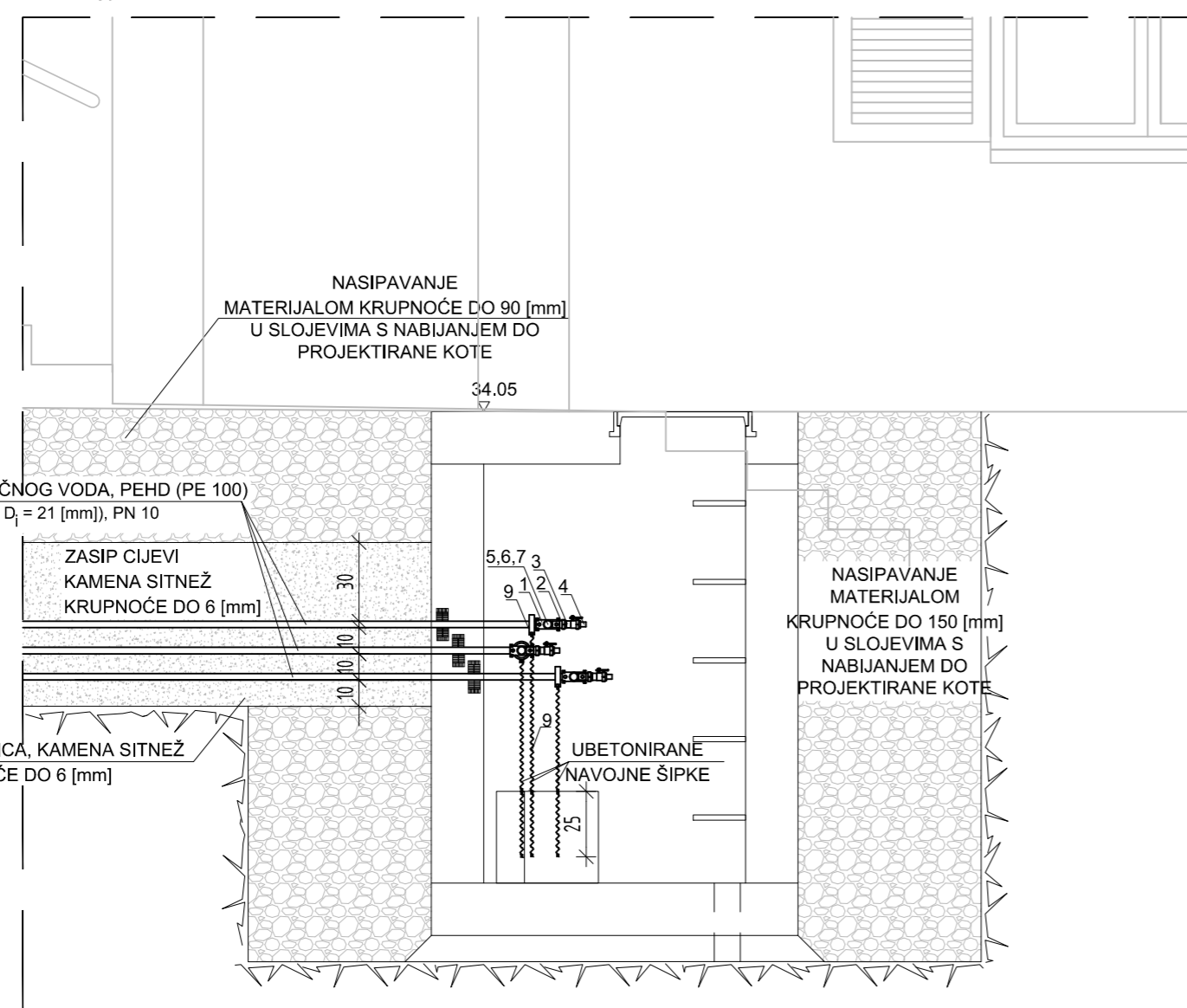
MONTERSKI PLAN ZASUNSKOG OKNA

MJ. 1:25

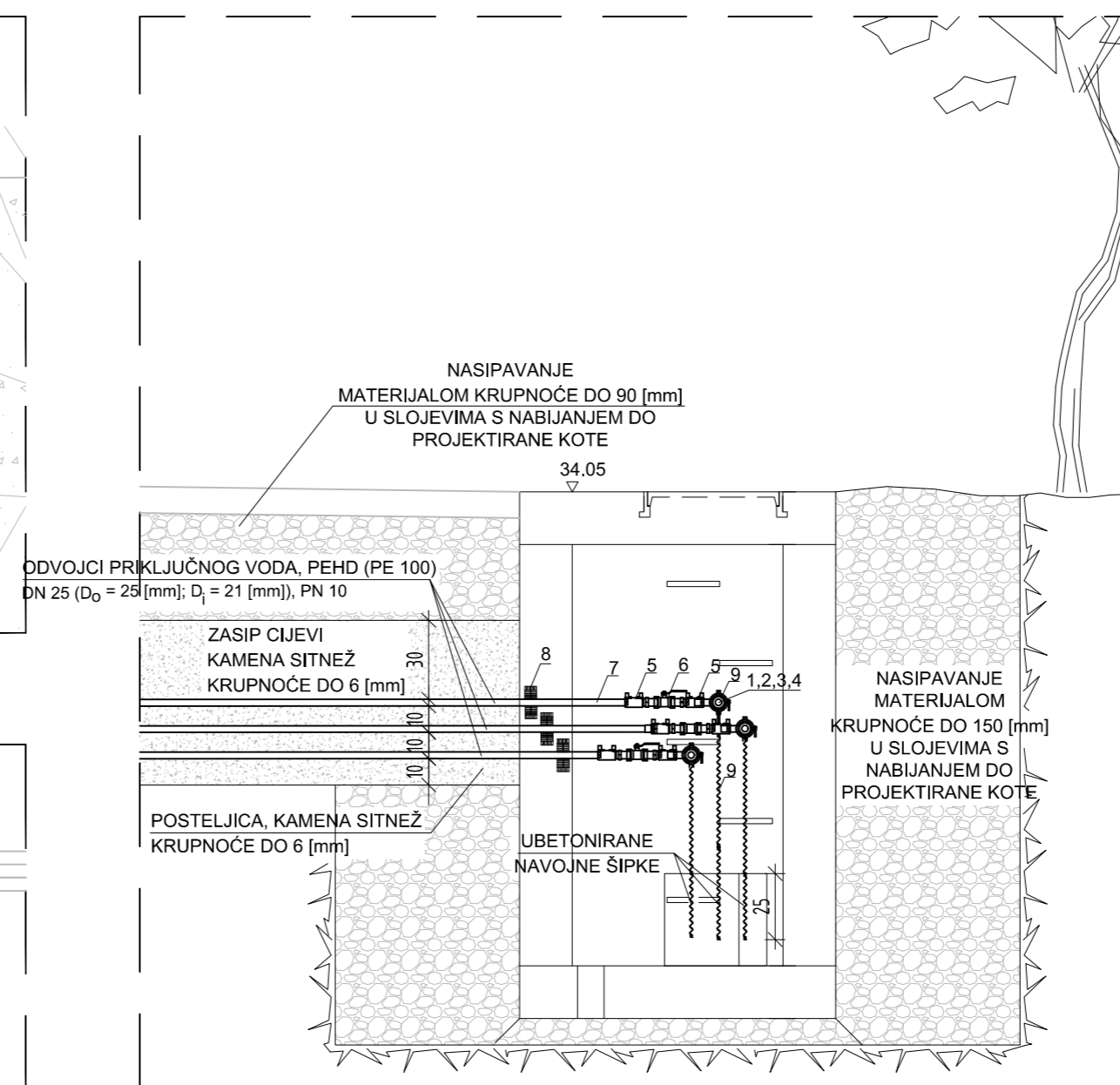
TLOCRT



PRESJEK 1-1



PRESJEK 2-2



NAPOMENA: SVA TRI ODVOJKA KUĆNIH PRIKLJUČAKA IZVODE SE SA SLJEDEĆIM FASONSKIM I ARMATURNIM KOMADIMA:

1. ELEKTRO T-KOMAD ISTOSTRANI S INTEGRIRANIM STEGAMA, d 25 [mm], PE 100, SDR 11, PN 16, kom. 3
2. PRIJELAZNA SPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 3/4", L = 76 [mm], PN 16, kom 3
3. PRIJELAZNA REDUKCIJA MESING S UNUTARNJEG NAVOJA 3/4" NA UNUTARNJI NAVOJ 1/2", PN 16, kom 3
4. ISPUSNA SLAVINA ZA PRAŽNENJE S KUGLASTIM VENILOM, VANJSKI NAVOJ 1/2", PN 10, kom 3
5. PRIJELAZNA ELEKTOSPOJNICA PE/MESING S VANJSKIM NAVOJEM, d 25 [mm] / R = 1", L = 124 [mm], PN 16, kom 6
6. KUGLASTI VENTIL, UNUTRAŠNJI NAVOJ, R = 1", MESING, PN 16, kom 3
7. PEHD CIJEV, d 25 [mm] ($D_{unutarne} = 20.4$ [mm]), PE 100, SDR 13.6, PN 12.5, $L_{ukupno} \approx 12$ [m]
8. ZIDNA BRTVENA PROVODNICA, ČLANKOVITA ILI PRSTENASTA, tipa MASTER SEAL ili sl., kom 6
9. NAVOJNA ŠIPKA M10 S PRIPADAJUĆOM NAVOJNOM METALNOM I GUMENOM OBUJMICOM ZA CIJEV DN 25, kom 3