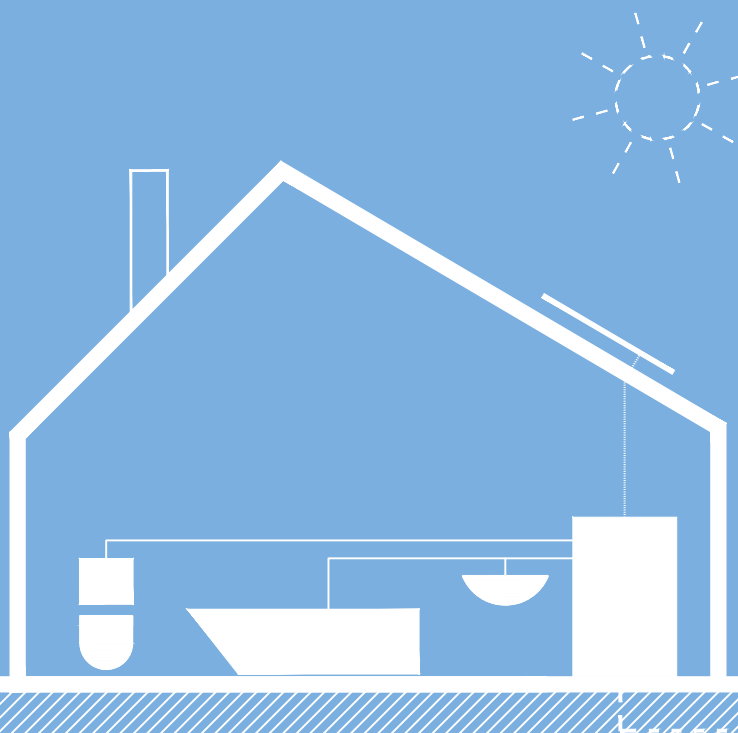


# INSTALACIJE VODOVODA

Skripta za studente Arhitektonskog fakulteta



# Instalacije vodovoda – skripta za studente Arhitektonskog fakulteta

## **Autori:**

pred. Ivana Abrashi, dipl. ing. stroj.

v. pred. Tihomir Rengel, dipl. ing. stroj.

v. pred. Damir Prodan-Abramović, dipl. ing. stroj.

## **Nakladnik:**

Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Kačićeva 26, Zagreb

## **Urednik:**

v. pred. Damir Prodan-Abramović, dipl. ing. stroj.

## **Recenzenti:**

izv. prof. dr. sc. Ivan Halkijević, dipl. ing. građ.

prof. dr. sc. Zoran Veršić, dipl. ing. arh.

## **Oblikovanje naslovnice**

v. pred. Stanka Ostojić, dipl. ing. arh.

## **Lektura:**

Iva Udiković, prof.

Publikaciju je za objavu prihvatilo Povjerenstvo za nakladničku djelatnost Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na sjednici održanoj 15.11.2024.

ISBN 978-953-8042-96-6

Sve ilustracije unutar skripte koriste se isključivo u nastavne svrhe.

Zagreb, siječanj, 2025.

© Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## Sadržaj

|        |                                                                              |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | UVOD .....                                                                   | 10 |
| 2.     | VODA.....                                                                    | 10 |
| 2.1.   | SVOJSTVA VODE.....                                                           | 10 |
| 2.2.   | VRSTE VODE.....                                                              | 11 |
| 2.3.   | KVALITETA VODE.....                                                          | 11 |
| 2.3.1. | Zahtjevi .....                                                               | 13 |
| 2.4.   | KOLIČINA VODE.....                                                           | 14 |
| 2.5.   | OBRADA VODE.....                                                             | 16 |
| 2.5.1. | TALOŽENJE .....                                                              | 16 |
| 2.5.2. | FILTRIRANJE .....                                                            | 16 |
| 2.5.3. | PROVJETRAVANJE .....                                                         | 17 |
| 2.5.4. | KEMIJSKI POSTUPCI.....                                                       | 18 |
| 2.5.5. | SPECIJALNI POSTUPCI .....                                                    | 18 |
| 2.6.   | PRIKUPLJANJE VODE .....                                                      | 19 |
| 2.6.1. | SPREMNICI .....                                                              | 19 |
| 2.6.2. | SMJEŠTAJ SPREMNIKA .....                                                     | 19 |
| 2.6.3. | HIDROFOR – PODIZANJE TLAKA U INTERNOJ VODOVODNOJ MREŽI .....                 | 20 |
| 2.6.4. | HIDROBLOK SUSTAV – PODIZANJE TLAKA U INTERNOJ VODOVODNOJ MREŽI KUĆANSTVA.... | 23 |
| 3.     | DIMENZIONIRANJE VODOVODA.....                                                | 25 |
| 3.1.   | OPĆENITO .....                                                               | 25 |
| 3.2.   | OSNOVNI NAZIVI I JEDINICE.....                                               | 25 |
| 3.3.   | ZNAČAJKE INSTALACIJA.....                                                    | 25 |
| 3.4.   | POJEDNOSTAVNjeni POSTUPAK PRORAČUNA.....                                     | 27 |
| 4.     | CIJEVI I ARMATURE .....                                                      | 31 |
| 4.1.   | ČELIČNE CIJEVI .....                                                         | 31 |
| 4.2.   | BAKRENE CIJEVI.....                                                          | 32 |
| 4.3.   | PLASTIČNE CIJEVI .....                                                       | 33 |
| 4.4.   | KOMPOZITNE CIJEVI.....                                                       | 34 |
| 4.5.   | VODOVODNA CRIJEVA .....                                                      | 37 |

|        |                                            |    |
|--------|--------------------------------------------|----|
| 4.6.   | ARMATURE .....                             | 38 |
| 4.6.1. | ZASUNI .....                               | 38 |
| 4.6.2. | VENTILI .....                              | 39 |
| 4.6.3. | KUGLASTE SLAVINE .....                     | 39 |
| 4.6.4. | SLAVINE .....                              | 40 |
| 4.6.5. | REGULACIJSKA ARMATURA .....                | 45 |
| 4.6.6. | VODOMJERI .....                            | 46 |
| 5.     | VODOVODNI SUSTAVI .....                    | 50 |
| 5.1.   | KOMUNALNI VODOVODI .....                   | 50 |
| 5.2.   | POJEDINAČNI (INDIVIDUALNI) VODOVODI .....  | 50 |
| 5.3.   | KUĆNI PRIKLJUČAK .....                     | 50 |
| 5.4.   | KUĆNI VODOVOD .....                        | 54 |
| 5.5.   | PROJEKTIRANJE I IZVOĐENJE VODOVODA .....   | 57 |
| 5.5.1. | PRIČVRŠĆIVANJE VODOVA .....                | 57 |
| 5.5.2. | INSTALACIJSKI ŠAHTOVI .....                | 58 |
| 5.5.3. | ZAŠTITA OD SMRZAVANJA .....                | 61 |
| 5.5.4. | ZAŠTITA OD BUKE .....                      | 62 |
| 6.     | POTROŠNA TOPLA VODA .....                  | 64 |
| 6.1.   | LOKALNA PRIPREMA POTROŠNE TOPLE VODE ..... | 64 |
| 6.1.1. | ELEKTRIČNI GRIJAČI .....                   | 64 |
| 6.1.2. | PLINSKI GRIJAČI .....                      | 67 |
| 7.     | PRIPREMA I UPOTREBA KIŠNICE .....          | 74 |
| 7.1.   | KAKVOĆA KIŠNICE .....                      | 74 |
| 7.2.   | SUSTAVI ZA UPOTREBU KIŠNICE .....          | 74 |
| 7.2.1. | KROV (SLJEVNA POVRŠINA) .....              | 75 |
| 7.2.2. | CIJEVI ZA DISTRIBUCIJU KIŠNICE .....       | 75 |
| 7.2.3. | FILTRACIJA .....                           | 75 |
| 7.2.4. | SPREMNIK .....                             | 75 |
| 7.2.5. | USISNE CIJEVI I PUMPE .....                | 76 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 7.2.6. ISPUSNA MJESTA ..... | 76 |
|-----------------------------|----|

## Popis ilustracija

|                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sl. 2-1 Zatvoreni pješčani filtri promjera 2 m [3M d.o.o.] .....                                                                                                                                                                                          | 17 |
| Sl. 2-2 Sustav za doziranje natrijeva hipoklorita [3M d.o.o.] .....                                                                                                                                                                                       | 18 |
| Sl. 2-3 Otvoreni spremnik [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                                                                                                                                                                         | 19 |
| Sl. 2-4 Nisko postavljeni spremnik [1] .....                                                                                                                                                                                                              | 20 |
| Sl. 2-5 Ukopani spremnik [Aquos] .....                                                                                                                                                                                                                    | 20 |
| Sl. 2-6 Hidrofor [Aquos] .....                                                                                                                                                                                                                            | 21 |
| Sl. 2-7 Hidrofor [1] .....                                                                                                                                                                                                                                | 21 |
| Sl. 2-8 Smještaj hidrofora s prekidnim spremnikom (komorom) [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                                                                                                                                       | 22 |
| Sl. 2-9 Hidroblok sustav [Grundfos] .....                                                                                                                                                                                                                 | 23 |
| Sl. 2-10 Dijelovi hidroblok sustava [Grundfos] .....                                                                                                                                                                                                      | 24 |
| Sl. 3-1 Projektirani protočni volumen s uračunatim faktorom istovremenosti $Q_D$ u l/s za standardne instalacije u ovisnosti o ukupnom protočnom volumenu cijelog sustava $Q_T$ [ilustraciju izradila I. Abrashi, izvorNIK Norma HRN EN 806-3:2007] ..... | 26 |
| Sl. 3-2 Primjer instalacije zgrade za pojednostavnjeni postupak proračuna [ilustraciju izradila I. Abrashi, izvorNIK Norma HRN EN 806-3:2007] .....                                                                                                       | 28 |
| Sl. 4-1 Cijevi od plemenitog čelika za instalaciju pitke vode [Geberit] .....                                                                                                                                                                             | 32 |
| Sl. 4-2 Geberit Mapress bakreni fitinzi [Geberit] .....                                                                                                                                                                                                   | 33 |
| Sl. 4-3 PE-Xa cijevi [Uponor] .....                                                                                                                                                                                                                       | 33 |
| Sl. 4-4 Sastav kompozitne cijevi [Uponor] .....                                                                                                                                                                                                           | 34 |
| Sl. 4-5 Kompozitne cijevi [Uponor] .....                                                                                                                                                                                                                  | 35 |
| Sl. 4-6 Primjena press čeljusti za spajanje cijevi [Uponor] .....                                                                                                                                                                                         | 36 |
| Sl. 4-7 Uspješno izveden press spoj [Uponor] .....                                                                                                                                                                                                        | 36 |
| Sl. 4-8 Elementi cjevovoda (fitinzi) T-komad i koljeno 90° [Uponor] .....                                                                                                                                                                                 | 37 |
| Sl. 4-9 Plastično crijevo za tuš [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                                        | 37 |
| Sl. 4-10 Zasun za spoj s priрубnicom [Metalska industrija Varaždin d.d.] .....                                                                                                                                                                            | 38 |
| Sl. 4-11 Kutni ventil [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                                                   | 39 |
| Sl. 4-12 Kuglasta slavina [Ferro Adriatica d.o.o.] .....                                                                                                                                                                                                  | 40 |
| Sl. 4-12 Kuglasta slavina s crijevnom spojkom [Ferro Adriatica d.o.o.] .....                                                                                                                                                                              | 40 |
| Sl. 4-14 Zidna jednoručna miješalica za kadu s ručicom [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                  | 41 |
| Sl. 4-15 Jednoručna miješalica za kadu za podžbuknu ugradnju [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                            | 41 |
| Sl. 4-16 Samostojeća jednoručna miješalica za umivaonik s ručicom [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                       | 42 |
| Sl. 4-17 Samostojeća dvoručna miješalica za kadu [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                        | 42 |
| Sl. 4-18 Termostat za tuš za nadžbuknu ugradnju [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                         | 43 |
| Sl. 4-19 Samozatvarajuća miješalica za umivaonik [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                                                        | 44 |
| Sl. 4-20 Elektronička miješalica za umivaonik s regulacijom napajana baterijom [Hansgrohe] .....                                                                                                                                                          | 44 |
| Sl. 4-21 Ventil s povratnom zaklopkom [Metalska industrija Varaždin d.d.] .....                                                                                                                                                                           | 45 |
| Sl. 4-22 Redukcijski ventil [IMI International d.o.o.] .....                                                                                                                                                                                              | 45 |

|          |                                                                                                                  |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sl. 4-23 | Zračni ventil [Metalska industrija Varaždin d.d.] .....                                                          | 46 |
| Sl. 4-24 | Jednostruki ZOPT [Ikom].....                                                                                     | 46 |
| Sl. 4-25 | Woltmanov (turbinski) vodomjer [Ikom] .....                                                                      | 47 |
| Sl. 4-26 | Ultrazvučni vodomjer [Ikom] .....                                                                                | 48 |
| Sl. 4-27 | Višemlazni mokri vodomjer [Ikom] .....                                                                           | 48 |
| Sl. 4-28 | Vodomjer s daljinskim očitanjem [Ikom] .....                                                                     | 49 |
| Sl. 5-1  | Primjeri vodomjernih ormarića [Ikom].....                                                                        | 54 |
| Sl. 5-2  | Osnovne dimenzije ugradnje sekundarnog vodomjera [Ikom] .....                                                    | 54 |
| Sl. 5-3  | Glavni razdjelnik [Uponor] .....                                                                                 | 55 |
| Sl. 5-4  | Načini vođenja instalacije [Uponor] .....                                                                        | 56 |
| Sl. 5-5  | Cijevna obujmica [Geberit].....                                                                                  | 58 |
| Sl. 5-6  | Navojna šipka [Geberit].....                                                                                     | 58 |
| Sl. 5-7  | Vođenja instalacije unutar instalacijskog šahta [TECE] .....                                                     | 59 |
| Sl. 5-8  | Primjer instalacijskih šahtova [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                           | 60 |
| Sl. 5-9  | Primjer instalacijskih šahtova [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                           | 60 |
| Sl. 5-10 | Prodor cijevi kroz zid [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                                   | 61 |
| Sl. 5-11 | Primjer podzemnog vođenja cjevovoda izvan zgrade [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                         | 61 |
| Sl. 5-12 | Primjer nadžbuknog vođenja cjevovoda unutar negrijanih prostorija zgrade [ilustraciju izradila I. Abrashi] ..... | 62 |
| Sl. 5-13 | Kompozitne cijevi tvrtke Uponor tvornički ugrađene u toplinsku izolaciju [Uponor] .....                          | 62 |
| Sl. 5-14 | Komplet za zvučnu zaštitu [Uponor].....                                                                          | 63 |
| Sl. 5-15 | Komplet za zvučnu zaštitu [Uponor].....                                                                          | 63 |
| Sl. 6-1  | Akumulacijska električna grijalica vode [Bosch].....                                                             | 65 |
| Sl. 6-2  | Akumulacijska električna grijalica vode [Bosch].....                                                             | 65 |
| Sl. 6-3  | Primjer montaže [ilustraciju izradila I. Abrashi] .....                                                          | 66 |
| Sl. 6-4  | Primjer armature uz visokotlačnu akumulacijsku električnu grijalicu [ilustraciju izradila I. Abrashi] ....       | 66 |
| Sl. 6-5  | Primjer plinskog grijača [Bosch] .....                                                                           | 67 |
| Sl. 6-6  | Primjer pozicije za instalaciju plinskog grijača [Bosch].....                                                    | 68 |
| Sl. 6-7  | Kombinirani plinski uređaj [Bosch].....                                                                          | 69 |
| Sl. 6-8  | Neizravno zagrijavani spremnik za montažu na zid [Bosch].....                                                    | 69 |
| Sl. 6-9  | Dimenzije neizravno zagrijavanog spremnika volumena 65 litara za montažu na zid [Bosch] .....                    | 70 |
| Sl. 6-10 | Dimenzije neizravno zagrijavanog spremnika volumena od 120 do 300 litara za montažu na pod [Bosch].....          | 71 |
| Sl. 6-11 | Prikaz smještaja spremnika i plinskog kondenzacijskog bojlera [Bosch].....                                       | 71 |
| Sl. 6-12 | Shematski prikaz spajanja spremnika s plinskim kondenzacijskim bojlerom [Bosch] .....                            | 72 |
| Sl. 6-13 | Transport akumulacijskog spremnika [Bosch] .....                                                                 | 72 |
| Sl. 6-14 | Shematski prikaz dizalice topline s vanjskom i unutarnjom jedinicom te spremnikom tople vode [Bosch].....        | 73 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Sl. 7-1 Sustav za upotrebu kišnice [ilustraciju izradila I. Abrashi] ..... | 75 |
|----------------------------------------------------------------------------|----|



## Popis tablica

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabl. 2-1: Maksimalno dopušteni sastojci u vodi za piće u RH [1].....                                                                                      | 13 |
| Tabl. 2-2: Prosječna potrošnja vode u naselju [1] .....                                                                                                    | 14 |
| Tabl. 2-3: Potrošnja vode u javnim zgradama [1] .....                                                                                                      | 15 |
| Tabl. 2-4: Potrošnja vode po sanitarnim uređajima [1].....                                                                                                 | 15 |
| Tabl. 3-1 Nominalni protočni volumen za potrebe proračuna $Q_A$ , minimalni protočni volumen $Q_{min}$ i jedinice opterećenja sanitarnih uređaja [4] ..... | 27 |
| Tabl. 3-2 Jedinice opterećenja za određivanje promjera pocinčanih cijevi [4] .....                                                                         | 29 |
| Tabl. 3-3 Jedinice opterećenja za određivanje promjera bakrenih cijevi [4].....                                                                            | 29 |
| Tabl. 3-4 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PE-X cijevi [4].....                                                                                | 29 |
| Tabl. 3-5 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PP cijevi [4] .....                                                                                 | 29 |
| Tabl. 3-6 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PVC-C cijevi [4] .....                                                                              | 30 |
| Tabl. 3-7 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PEX/AL/PE-HD cijevi [4].....                                                                        | 30 |
| Tabl. 3-8 Jedinice opterećenja za određivanje promjera cijevi od nehrđajućeg čelika [4] .....                                                              | 30 |

## 1. UVOD

Nakon što smo u skripti „Instalacije grijanja – I.“ obradili sustave grijanja u skladu s programom kolegija Instalacije II., ovom je skriptom obuhvaćen dio instalacija koji se odnosi na vodovod, odnosno kolegij Instalacije I.

Voda, njezina svojstva, materijali za izradu vodovodnih instalacija, prikupljanje vode te ostali tehnički aspekti uporabe vode vrlo su važni jer bez vode nema života. Voda za piće, dakle sanitarna pitka voda, nezaobilazan je element pri projektiranju zgrada i instalacija. Topla voda za pranje posuđa, tuširanje i sl. ne zaostaje po važnosti u današnjim zgradama s obzirom na kriterije udobnosti i ugodnosti stanovanja.

Svrha ove skripte je pružiti osnovna znanja o sustavima za opskrbu vodom studentima Arhitekture. U skripti je posebno poglavlje posvećeno proračunu vodovoda i odvodnje te je dan prikaz skraćenog proračuna. Kako bi se arhitektima olakšala integracija tih sustava u zgrade, a uz udovoljavanje svim zahtjevima koji se postavljaju u modernom građenju, dan je prikaz preporučenih udaljenosti sanitarija u odnosu na dijelove zgrade kao i mogući načini prijevoza. Osim za kolegij Instalacije, skripta je namijenjena i za Studio 3 i 4, odnosno za projektiranje višenamjenskog paviljona. Pri izradi projekta studenti odabiru sanitarne uređaje i vodomjerna okna te ih smještaju u paviljonu. Skriptom se studentima olakšava odabir sustava s potrebnim elementima instalacija i optimalno pozicioniranje u zgradi.

Ovim putem zahvaljujemo na pomoći dipl. ing. arh. Tajani Jaklenec u vezi s nakladništvom i prijelomom „Instalacije grijanja – I.“ kao i ove skripte.

## 2. VODA

Voda je potrebna svim živim bićima. Voda je osnovni sastojak svih živih organizama. U nekih organizama čini i 99 % njihove mase, a u čovjeka oko 70 %. Svi biološki procesi odvijaju se isključivo u vodenoj sredini, iako postoje organizmi koji mogu dugotrajno preživjeti stanje potpune dehidracije. Voda kao dobro otapalo opskrbljuje biljke mineralnim tvarima i nužna je za fotosintezu, a u ljudskom organizmu kao glavni sastojak tjelesnih tekućina opskrbljuje sve organe hranjivim sastojcima i uklanja otpadne tvari iz organizma.

Osim za zadovoljenje osnovnih fizioloških potreba, čovjek vodu upotrebljava i za higijenu tijela, pranje posuđa i rublja kao i u gospodarske svrhe, npr. u industriji, u poljoprivredi za zalijevanje kultura itd. Uzevši u obzir navedeno, opskrba vodom iznimno je važna za ljudsku zajednicu.

### 2.1. SVOJSTVA VODE

Zbog zagrijavanja Zemljine površine voda u prirodi kruži. Voda zbog zagrijavanja isparava s površine mora, rijeka i jezera te se na većim visinama kondenzira zbog nižih temperatura i skuplja kao sitne kapljice koje formiraju oblake. Zbog težine, odnosno gravitacije, voda u obliku padalina (kiša, snijeg ili tuča) pada na Zemljinu površinu gdje dio prodire u tlo, a dio se slijeva površinom u mora i oceane kao potoci ili rijeke. Slijedom toga kruženje vode možemo podijeliti na:

- atmosfersku
- površinsku
- podzemnu.

U prirodi vodu možemo naći u tri agregacijska stanja:

- čvrsto
- tekuće
- plinovito.

Važno svojstvo vode je gustoća koja se mijenja s promjenom temperature pa se voda zagrijavanjem širi, a pri hlađenju skuplja. No navedeno vrijedi samo do temperature +4 °C na kojoj voda ima najveću specifičnu

težinu. Daljnjim hlađenjem voda se širi i postaje lakšom što je fizička anomalija vode. Zbog toga led pliva na vodi. Na temperaturi +4 °C i tlaku 100 kPa vrijedi:

- $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litra} = 1 \text{ kg vode}$ .

Važno je znati da se volumen vode pri pretvaranju u led povećava za desetak posto što može dovesti do pucanja cijevi, oluka i sl., ako se u njima voda zamrzne. Osim toga, pri projektiranju treba znati da je voda nestješnjava, odnosno ne mijenja volumen pri promjeni tlaka. U slučaju naglog zaustavljanja ili pokretanja vode u cjevovodima dolazi do udara (promjene količine gibanja i promjene tlaka, tzv. vodni udar) koji uzrokuje deformaciju cijevi i buku.

Kemijski čistu vodu čine dva atoma vodika povezana s atomom kisika u molekulu, ali u prirodi voda nikada nije čista, nego sadržava razne otopljene tvari. Tvrdća vode ovisi o količini rastvorenih soli u vodi. Jedan od načina mjerenja je u njemačkim stupnjevima pa je 1 njemački stupanj tvrdoće 10 mg vapna otopljenih u 1 litri vode (CaO/l). Prema ovome voda se dijeli na:

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| • vrlo mekanu    | 0 – 4°      |
| • mekanu         | 4 – 8°      |
| • srednje tvrdu  | 8 – 12°     |
| • prilično tvrdu | 12 – 18°    |
| • tvrdu          | 18 – 30°    |
| • vrlo tvrdu     | 30° i više. |

## 2.2. VRSTE VODE

- *Mineralnom vodom* naziva se prirodna voda koja u jednoj litri sadržava više od 1 g svih otopljenih soli.
- *Destilirana voda* dobiva se destilacijom, tj. isparivanjem vode i ukapljivanjem vodene pare, čime se uklanjaju otopljene čvrste tvari i otopljeni plinovi.
- *Teška voda* u kemijskom je smislu deuterijev oksid,  $\text{D}_2\text{O}$ , a u praktičnom smislu naziv za vodu koja je tehničkim postupkom obogaćena deuterijem.
- *Pitka voda*, podzemna, bunarska i površinska, bistra je voda, bez mirisa i boje, a da bi bila za piće, treba sadržavati otopljeni kisik, ugljikov dioksid i topive soli. Sadržava li bakterije, organske tvari, nitrati, nitriti i amonijak, manganove soli (daju vodi loš okus) ili druge štetne tvari, mora se prije uporabe pročititi i dezinficirati. Kao pitka voda sve se više rabi i voda dobivena desalinizacijom slane jezerske ili morske vode.
- *Oborinska voda* sadržava prašinu i nešto otopljenih plinova iz atmosfere, a nema otopljenih soli, pa je bljutava okusa, no ipak se ponegdje rabi za piće.
- *Otpadna voda* je voda uporabljena u kućanstvu, obrtu ili industriji i obično je toliko onečišćena da se ne smije ispuštati u vodene tokove bez pročišćivanja.

## 2.3. KVALITETA VODE

Neka od temeljnih ljudskih prava su pravo na zdravstvenu zaštitu i zaštitu okoliša. Slijedom toga 16. prosinca 2020. donesena je Direktiva (EU) 2020/2184 Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, kako bi se utvrdili minimalni zahtjevi koje bi voda korištena u tu svrhu morala

ispunjavati radi zaštite zdravlja od negativnih učinaka bilo kakvih zagađenja vode namijenjene ljudskoj potrošnji i osiguranja njezine zdravstvene ispravnosti te poboljšati pristup takvoj vodi za sve u sklopu EU-a.

Praćenjem i razmatranjem podataka o javnom zdravlju regionalni ured za Europu Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) 2017. je preispitao popis i vrijednosti parametara patogenih tvari u vodi. Posebno valja testirati vodu za ljudsku potrošnju na enteralne patogene mikroorganizme i bakteriju *Legionella* te na tvari i kemijske spojeve koji se mogu naći u samom opskrbnom sustavu vodovoda zbog uporabe neprihvatljivih i loših materijala instalacija. Navedenom Direktivom trebalo bi „utvrditi posebne minimalne higijenske zahtjeve u pogledu materijala uspostavom metodologija za ispitivanje i prihvaćanje ulaznih sirovina, smjesa i sastojaka, europskih pozitivnih popisa ulaznih sirovina, smjesa i sastojaka, metoda i postupaka za uvrštavanje ulaznih sirovina, smjesa i sastojaka na europske pozitivne popise ili za preispitivanje njihova uvrštavanja na popis, kao i postupaka i metoda za ispitivanje i prihvaćanje konačnih materijala kako se upotrebljavaju u proizvodu izrađenom od kombinacija ulaznih sirovina, smjesa ili sastojaka na europskim pozitivnim popisima.”

Tako je, na primjer, u vezi s olovom maksimalna vrijednost parametara 10 µg/l, ali se u roku od 15 godina od stupanja na snagu Direktive vrijednost mora prepoloviti. Problem nastaje u tome što neke države članice EU-a nemaju odgovarajuće tijelo koje bi nametnulo obaveznu zamjenu olovnih cijevi, koje su kontinuirani problem, u kućama i zgradama. Međutim, kad je riječ o svim novim materijalima koji dolaze u dodir s vodom namijenjenom za ljudsku potrošnju, neovisno o tome jesu li namijenjeni upotrebi u sustavu opskrbe ili u kućnoj vodoopskrbnoj mreži, trebala bi se primjenjivati vrijednost od 5 µg/l u slavini da bi bili odobreni u skladu sa spomenutom Direktivom.

Kad je potrebno zaštititi ljudsko zdravlje unutar njihova državnog područja, države članice trebale bi biti obvezne odrediti vrijednosti za dodatne parametre te pratiti onečišćujuće parametre koje utvrde kao relevantne (npr. nitrata, pesticide, farmaceutske proizvode...).

Prema podacima SZO (za EU) *Legionella*, od svih patogenih organizama prisutnih u vodi, izaziva najveće opterećenje u vezi sa zdravljem. Bakterija *Legionella* prenosi se udisanjem, a glavni izvor su topl vodovodni sustavi!

U Hrvatskoj je od 16. 3. 2023. na snazi Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN30/23) kojim smo preuzeli, među ostalim, i navedenu Direktivu EU-a. Predmet zakona je (prema članku 1.):

- zaštita zdravlja ljudi od negativnih učinaka bilo kakvog zagađenja vode namijenjene za ljudsku potrošnju osiguravanjem njezine zdravstvene ispravnosti i čistoće, uređuje zdravstvena ispravnost vode namijenjene za ljudsku potrošnju (kvaliteta vode), nadležna tijela i zadaće nadležnih tijela, službeni laboratoriji i način ovlašćivanja službenih laboratorija, parametri sukladnosti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, provedba pristupa za sigurnost vode temeljena na procjeni rizika i upravljanje rizikom, prava i obveze isporučitelja vode i ostalih subjekata, minimalni higijenski zahtjevi materijala koji dolaze u dodir s vodom namijenjenom za ljudsku potrošnju, minimalni zahtjevi za kemikalije za obradu i medije za filtriranje koji dolaze u dodir s vodom namijenjenom za ljudsku potrošnju, način provedbe monitoringa, njihovo financiranje i način izvješćivanja Europske komisije, načini postupanja i izvješćivanja u slučaju odstupanja od parametara za provjeru sukladnosti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, odstupanja, način informiranja i obavješćivanja stanovništva, način provedbe službenih kontrola zdravstvene ispravnosti vode namijenjene za ljudsku potrošnju i njihovo financiranje te se propisuju upravne mjere i prekršajne odredbe za provedbu odredaba ovog Zakona.
- utvrđivanje zahtjeva za zaštitu zdravlja stanovništva od radioaktivnih tvari u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju te vrijednosti parametara, učestalost i metode za praćenje radioaktivnih tvari u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju.

### 2.3.1. ZAHTJEVI

Zahtjevi koji se postavljaju za kvalitetu vode su različiti, ali su u skladu s namjenom kojoj služe. Tako voda za piće mora biti higijenski i tehnički zadovoljavajuća, kao i ukusna za piće.

Higijenska obrada vode je važna zbog očuvanja zdravlja ljudi i životinja, jer higijenski loša voda sadržava bakterije koje mogu izazvati epidemije tifusa, dizenterije i sl. Voda za piće mora biti bez mirisa, temperature od 7 – 12 °C, tvrdoće 8° i bezbojna. Voda koja je mutna, izraženog mirisa ili okusa, pretopla, nije prikladna za piće. Da bi voda bila tehnički upotrebljiva, mora ispuniti razne zahtjeve ovisno o namjeni. U industriji gdje je potrebna para veliku važnost ima priprema vode s obzirom na tvrdoću, a isto vrijedi u pripremi tople vode kako bi se izbjeglo taloženje kamenca.

Tvrda voda nije prikladna ni za pranje ni za kuhanje jer ostavlja talog na posudama. U industriji i grijanju ne smije se upotrebljavati jer taloži kamenac na kotlovima i izmjenjivačima. Kamenac svojim taloženjem sužava promjer cijevi povećavajući otpore strujanja, a djeluje i kao toplinski izolator čime povećava potrošnju goriva u kotlovima. Zbog kamenca može doći i do pucanja samoga kotla.

Meka voda može se rabiti za pripremu potrošne tople vode i ogrjevnice vode zbog male opasnosti od taloženja kamenca. Također je dobra za pranje u kućanstvima zbog manje potrošnje sapuna. Kvaliteta vode ne ovisi samo o izvorištu nego i o objektima i uređajima kojima prolazi. Prije početka uporabe objekata za opskrbu vodom vodu treba ispitati. To podrazumijeva terenski pregled i ispitivanja u laboratoriju. Terenskim pregledom se na samoj lokaciji ispituje mogućnost zagađenja. Laboratorijskim ispitivanjem utvrđuju se kemijska, fizička i biološka svojstva vode. U tablici 2-1 dane su maksimalne dopuštene količine sastojaka u vodi.

Tabl. 2-1: Maksimalno dopušteni sastojci u vodi za piće u RH [1]

|                |                                              |                          |                              |
|----------------|----------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Fizikalni      | o boja, po PtCo ljestvici                    | mg/l                     | 20°                          |
|                | o mutnoća, po SiO <sub>2</sub> ljestvici     | mg/l                     | 10                           |
|                | o miris                                      | mg/l mg/l                | 0                            |
|                | o okus                                       |                          | 0                            |
| Kemijski       | o olovo                                      | mg/l kao Pb              | 0,05                         |
|                | o bakar                                      | mg/l kao Cu              | 0,5                          |
|                | o željezo i mangan                           | mg/l kao Fe i Mn         | 0,3                          |
|                | o sulfati                                    | mg/l kao SO <sub>4</sub> | 200,0                        |
|                | o živa                                       | mg/l kao Hg              | 0,005                        |
|                | o tvrdoća vode                               | mg/l                     | 150 – 250                    |
|                | o pH-vrijednost                              |                          | 6,5 – 9                      |
| Radioaktivnost | o beta i gama-zračenje                       |                          | 10 <sup>-8</sup> mCi/ml vode |
|                | o alfa-zračenje                              |                          | 10 <sup>-9</sup> mCi/ml vode |
| Bakteriološki  | o sve žive bakterije u pročišćenoj vodi      |                          | 0 u 100 ml                   |
|                | o sve žive bakterije u prirodnoj vodi        |                          | 10 u 100 ml                  |
|                | o sve žive bakterije iz zatvorenih izvorišta |                          | 100 u 1 ml                   |
|                | o sve žive bakterije iz otvorenih izvorišta  |                          | 300 u 1 ml                   |

Neki od ciljeva i programa praćenja za vodu namijenjenu za ljudsku potrošnju (prema Direktivi (EU) 2020/2184):

- provjerava se jesu li mjere uspostavljene radi kontroliranja rizika za zdravlje ljudi u cijelom lancu opskrbe vodom, od područja vodozahvata preko obrade i skladištenja do distribucije, djelotvorne i je li voda namijenjena za ljudsku potrošnju u točki usklađenosti zdravstveno ispravna i čista
- pružaju se informacije o kvaliteti vode koja se isporučuje za ljudsku potrošnju kako bi se dokazalo ispunjavanje utvrđenih obveza i zadovoljavanje vrijednosti utvrđenih parametara
- utvrđuju se najprikladniji načini smanjivanja rizika za zdravlje ljudi
- prikupljanje i analizu zasebnih uzoraka vode
- mjerenja koja se bilježe u trajnom postupku praćenja
- inspekcijski pregledi i evidencije o funkcionalnosti i stanju opreme
- inspekcijski pregledi područja zahvaćanja te infrastrukture za obradu, skladištenje i distribuciju, ne dovodeći u pitanje zahtjeve u pogledu praćenja.

## 2.4. KOLIČINA VODE

Osim kvalitete vode važno je osigurati dovoljnu količinu. Nedostatak vode izaziva sniženje higijenskoga i kulturnog standarda. Količine vode ovise o namjeni, veličini naselja, navikama i kulturnoj razini potrošača. U **Error! Reference source not found.** navedeni su podaci o potrošnji javno dostupne vode u naseljima, a u Tabl. 2-3 potrošnja vode u javnim zgradama.

Tabl. 2-2: Prosječna potrošnja vode u naselju [1]

| Vrste upotrebe vode           | Dnevna potrošnja vode |            |            |
|-------------------------------|-----------------------|------------|------------|
|                               | Standard              |            |            |
|                               | nizak                 | srednji    | visok      |
| Piće, kuhanje                 | 5                     | 5          | 5          |
| Pranje bez kupanja            | 10                    | 15         | 40         |
| Pranje posuđa                 | 10                    | 20         | 40         |
| Upotreba WC-a                 | 20                    | 30         | 40         |
| Kupanje, tuširanje            | 10                    | 30         | 90         |
| Pranje rublja                 | 20                    | 15         | 10         |
| <b>UKUPNO [l/dan, osoba]:</b> | <b>75</b>             | <b>115</b> | <b>225</b> |

Tabl. 2-3: Potrošnja vode u javnim zgradama [1]

| Vrsta ustanove                                                           | l/dan                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Administrativne zgrade po zaposlenom                                     | 20...60                 |
| Ambulante po pacijentu                                                   | 15                      |
| Lječilišta, po postelji                                                  | 250                     |
| Bolnice, po postelji                                                     | 250...600               |
| Dječje jaslice, po djetetu                                               | 75                      |
| Dječji vrtić, po djetetu                                                 | 100                     |
| Hoteli, po gostu – soba s kupaonicom i tušem                             | 200...250               |
| Hoteli, po gostu – soba s kupaonicom i kadom                             | 250...300               |
| Vrsta ustanove                                                           | l/dan                   |
| Domovi, po postelji                                                      | 100...300               |
| Klubovi, po posjetitelju                                                 | 3...5                   |
| Škole, po učeniku – bez tuševa<br>– s tuševima<br>– s tuševima i bazenom | 5...10<br>20<br>30...50 |
| Plivališta, po posjetitelju                                              | 50...150                |
| Kazališta, po posjetitelju                                               | 3...5                   |
| Restorani, po sjedištu                                                   | 30...80                 |
| Robne kuće, po zaposlenom                                                | 25...50                 |
| Sportska igrališta, po vježbaču                                          | 10...60                 |
| Trgovine, po zaposlenom                                                  | 15                      |
| Tržnice, po zaposlenom                                                   | 15                      |
| Tržnice, po m <sup>2</sup>                                               | 3...5                   |

Za proračun najvažniji podaci prikazani su u Tabl. 2-4.

Tabl. 2-4: Potrošnja vode po sanitarnim uređajima [1]

| Sanitarni uređaj              | Količina za jednu upotrebu [l] | Trajanje upotrebe [min] | Koliko puta po osobi na |                  |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
|                               |                                |                         | dan <sup>1</sup>        | sat <sup>2</sup> |
| Bide                          | 18                             | 8                       | 3                       | 10               |
| Tuš u stanu<br>javni<br>nožni | 50                             | 8                       | 1                       | 2                |
|                               | 100                            | 8                       | -                       | 2                |
|                               | 10                             | 2                       | -                       | 5                |
| Kuhinjski izljev              | 10                             | 1                       | -                       | -                |
| Kada 1.6...1.8 m              | 150 – 200                      | 20                      | 1                       | 2                |

| Sanitarni uređaj                                                   | Količina za jednu upotrebu [l] | Trajanje upotrebe [min] | Koliko puta po osobi na |                  |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
|                                                                    |                                |                         | dan <sup>1</sup>        | sat <sup>2</sup> |
| Polikada 1,2 m                                                     | 130                            | 20                      | 1                       | 2                |
| Stepenasta kada                                                    | 100                            | 20                      | 1                       | 2                |
| Dječja kada                                                        | 30 – 40                        | 15                      | 1                       | -                |
| Pisoar                                                             | 3                              | 20 s                    | 3                       | 10               |
| Sudoper:<br>kuhinjski<br>za velike kuhinje<br>laboratorijski       | 15                             | 15                      | 3                       | -                |
|                                                                    | 60 – 100                       | 20                      | -                       | -                |
|                                                                    | 30                             | 15                      | -                       | -                |
| Biatex                                                             | 8                              | 5                       | -                       | 5                |
| Perilica rublja                                                    | 50 – 100                       | 120 – 180               | -                       | -                |
| Perilica posuđa                                                    | 50                             | 100                     | -                       | -                |
| Umivaonik<br>ručni<br>pod mlazom<br>pranje ruku<br>medicinski mlaz | 8                              | 3                       | 2                       | 4 – 10           |
|                                                                    | 3                              | 1                       | 2                       | 10               |
|                                                                    | 18                             | 3                       | 2                       | 10               |
|                                                                    | 4                              | 1                       | 2                       | 15               |
|                                                                    | 30                             | 5                       | -                       | 6                |
| WC<br>s kotlićem<br>s ispirnicom                                   | 8                              | 20                      | 3                       | 3                |
|                                                                    | 7                              | 20                      | 3                       | 3                |

## 2.5. OBRADA VODE

Ako voda dobivena iz prirodnih izvorišta ne ispunjava zahtjeve s obzirom na kvalitetu, potrebno ju je obraditi kako bi se traženi zahtjevi postigli. Obrada vode obavlja se postupcima sličnima u prirodi: voda prolazeći kroz tlo prima ili gubi neke sastojke. Postupci obrade vode su:

- taloženje
- filtriranje
- provjetravanje
- kemijski i specijalni postupci.

### 2.5.1. TALOŽENJE

Ovaj način obrade izvodi se u taložnicama u kojima se voda sporo kreće pa se čestice iz nje talože na dnu. Dobiveni talog se uklanja. Na ovaj način voda se mehanički očisti do određene mjere, ali se najčešće mora dodatno filtrirati.

### 2.5.2. FILTRIRANJE

Filtriranje se izvodi propuštanjem vode kroz slojeve pijeska, šljunka, kamena i aktivnog ugljena. Filtri od pijeska mogu biti otvoreni i zatvoreni. Pješčana filtracija postupak je u kojem se obrada vode ostvaruje prolaskom vode kroz slojeve pijeska. Na taj se način zarobljavaju čestice prisutne u vodi. Pješčani filter može biti u raznim izvedbama, a filtracija može biti potpomognuta drugim fizikalnim/biološkim procesima koji se također



odvijaju u pješčanom filtru te slijedom toga iz vode odstranjuju različite tvari (poput željeza, mangana, amonijaka). Filtri se dijele na otvorene i zatvorene. Otvoreni su najčešće betonski što ih čini otpornima na koroziju, a proces filtriranja je vidljiv. Protjecanje je gravitacijsko pa za daljnju dobavu vode treba koristiti pumpe. Zatvoreni filtri (Sl. 2-1) zauzimaju manje prostora od otvorenih. Proces filtracije odvija se u zatvorenoj cilindričnoj posudi od čeličnog lima ispunjenoj pijeskom te je sam proces nevidljiv pa se upotrebljavaju dodani elementi za kontrolu procesa što ih čini složenijima. U novije su vrijeme u primjeni i membranski postupci filtracije koje, ovisno o vrsti upotrijebljenog membranskog filtra (membrane), karakteriziraju viši pogonski troškovi i veća učinkovitost procesa filtracije.



Sl. 2-1 Zatvoreni pješčani filtri promjera 2 m [3M d.o.o.]

### 2.5.3. PROVJETRAVANJE

Provjetravanje ili aeracija je postupak kojim se u vodu prisilno dovodi atmosferski zrak čime se postiže visoka zasićenost kisikom potrebnim za oksidaciju neželjenih čestica (npr. željeza, nitrifikaciju amonijaka, otplinjavanje prisutnog sumporovodika, a djelomično i ugljikova dioksida). Aeracija se može postići i rasprskavanjem vode pod visokim tlakom kako bi se dobile što sitnije kapljice (tuševi, raspršivači i slično). Nakon aeracije voda se propušta kroz filter kako bi se otklonile neželjene čestice.

#### 2.5.4. KEMIJSKI POSTUPCI

Ovime se podrazumijeva dodavanje kemikalija u vodu zbog promjene njezinih svojstava. To se izvodi na razne načine. Vodi se dodaju: klor, ozon, vapno itd.

Kloriranje je i dalje najčešći proces za kontrolu rasta mikroorganizama u vodama za industrijsku upotrebu ili za postizanje higijenskih standarda u pripremi pitke vode, kao i za sterilizaciju bazenskih voda. Razlog je u njegovoj iznimnoj učinkovitosti pri suzbijanju rasta mikroorganizama u vodi, ali i pristupačnoj cijeni. Brojni su čimbenici koji utječu na postupak dezinfekcije. Najvažniji su koncentracija ili količina klora te vrijeme kontakta s klorom (vrijeme u kojem klor može reagirati s nečistoćama u vodi uz razvoj za zdravlje štetnih nusprodukata).

Ipak, kloru treba neko vrijeme da deaktivira sve mikroorganizme koji mogu biti prisutni u vodi koja se tretira. Što je više vremena klor u kontaktu s mikroorganizmima, to će postupak biti učinkovitiji. Vrijeme kontakta je vrijeme otkad se klor prvi put dodaje do trenutka kad se voda koristi ili troši. Na Sl. 2-2 prikazan je primjer sustava za doziranje natrijeva hipoklorita.



Sl. 2-2 Sustav za doziranje natrijeva hipoklorita [3M d.o.o.]

#### 2.5.5. SPECIJALNI POSTUPCI

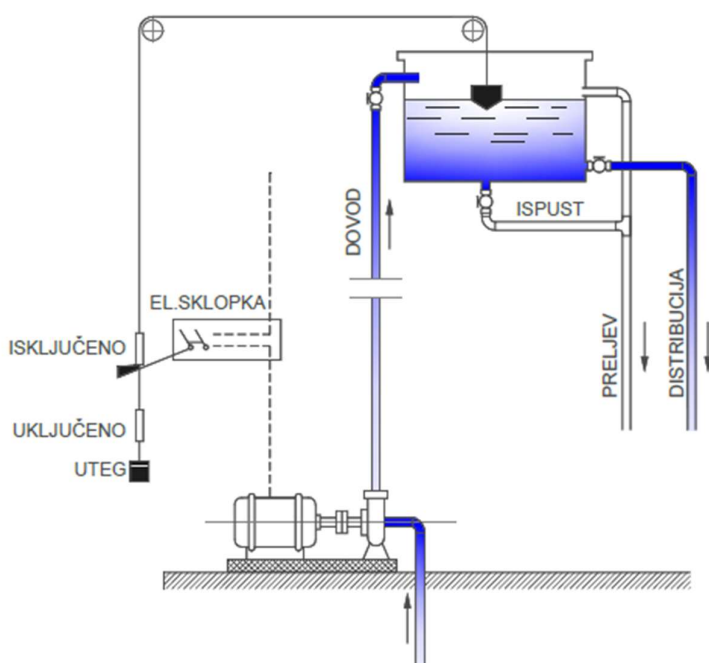
Riječ je o postupcima poput dekontaminacije, fluorizacije, elektrokemijskih procesa i sl.

## 2.6. PRIKUPLJANJE VODE

U visokim zgradama, iako postoji gradski vodovod, tlak u mreži često nije dovoljan za opskrbu svih katova vodom. Tada se moraju koristiti spremnici vode. Osiguranje potrebnog tlaka postiže se postavljanjem spremnika na etažu iznad mjesta potrošnje. Spremnik se upotrebljava i za izjednačavanje promjena tlaka u gradskoj mreži kao i prevelikog tlaka u blizini pumpnih postrojenja te za pričuvu vode.

### 2.6.1. SPREMNICI

Spremnici se rade od čelika, linearnog polietilena visoke čvrstoće i sl. Limeni spremnici moraju biti pocinčani ili premazani zaštitnim sredstvom protiv korozije. S obzirom na veliku težinu spremnika ispunjenog vodom, obavezno je izraditi statički proračun dijela zgrade predviđenog za njegov smještaj. Prikaz otvorenog spremnika dan je na Sl. 2-3



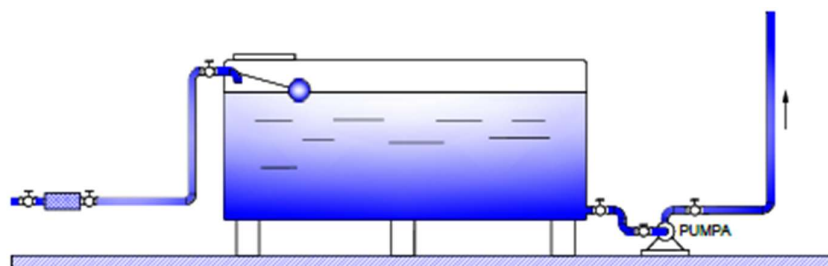
Sl. 2-3 Otvoreni spremnik [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Dovodna cijev završava na gornjem dijelu spremnika. Preljevna cijev mora biti dimenzionirana tako da u kanalizaciju odvede svu vodu koja iz bilo kojih razloga postane višak. Zato ona treba biti minimalnog promjera jednakoga ili većeg od dovodne. Preljevanje na krov ili krovni žlijeb nije dopušteno. Iz sanitarnih razloga preliv se ne smije spajati izravno na kanalizaciju. Za pražnjenje i pranje spremnika mora se predvidjeti ispusna cijev koja ima grlo na dnu spremnika, a spojena je s prelivnom cijevi. Razvodna cijev za instalaciju unutar zgrade mora biti spojena na visini od  $\geq 10$  cm tako da talog s dna spremnika ne ulazi u vodovodnu instalaciju.

### 2.6.2. SMJEŠTAJ SPREMNIKA

Spremnici se postavljaju na najvišem mjestu u zgradi ili u nedostatku mjesta u podrumu. Visoko smješteni spremnici zbog gravitacije postižu potreban tlak vode. Nisko postavljeni spremnici imaju samo pričuvu vode, ali potreban tlak ostvaruju uz pomoć pumpi. Ovako smješteni spremnici često služe zaštiti vodomjera i ostalih

potrošača u unutarnjoj instalaciji koji tako nisu izravno povezani s gradskom vodovodnom mrežom pa ne može doći do oštećenja zbog nagle promjene tlaka ili prekida opskrbe vodom (Sl. 2-4).



Sl. 2-4 Nisko postavljeni spremnik [1]

Ako se spremnici postavljaju u potkrovlju, ljeti su izloženi zagrijavanju, a zimi postoji opasnost od smrzavanja vode pa moraju biti dobro izolirani. Kako bi se to izbjeglo, potrebno je grijati prostoriju za smještaj spremnika. Osim onih za nadzemnu montažu postoje i spremnici koji se ukopavaju u zemlju što je prikazano na Sl. 2-5.



Sl. 2-5 Ukopani spremnik [Aquos]

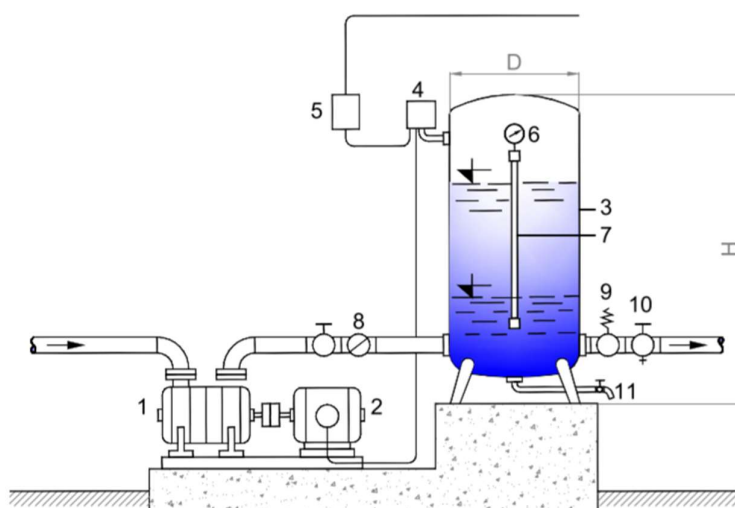
### 2.6.3. HIDROFOR – PODIZANJE TLAKA U INTERNOJ VODOVODNOJ MREŽI

Hidrofori (Sl. 2-6) uređaji su namijenjeni podizanju tlaka u internoj vodovodnoj mreži (npr. kućanstva) ako je tlak javne vodovodne mreže previše nizak. Hidrofori se najčešće koriste u objektima u kojima je potrebno imati veću količinu vode pod tlakom.



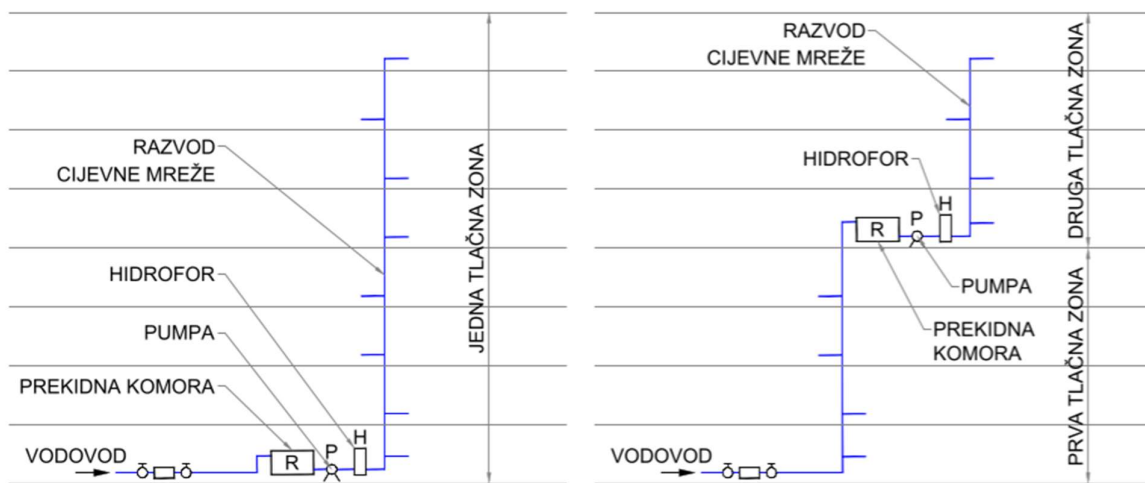
Sl. 2-6 Hidrofor [Aquos]

Glavni je dio hidrofora (Sl. 2-7) spremnik (3) u kojem se nalazi voda u donjem dijelu, a u gornjem dijelu je zrak. Voda se iz vodovoda pumpom (1) pokretanom elektromotorom (2) ubacuje u spremnik te komprimira zrak u gornjem dijelu spremnika koji tako održava tlak vode u mreži vodovoda unutar zgrade. Trošenjem vode volumen zraka raste, a tlak se smanjuje te se sustav automatski ponovno pokreće zahvaljujući presostatu pumpe (4) koja dobavlja vodu u spremnik. Pumpu od hidrauličkih udara štiti nepovratni ventil (8). Na tlačnom vodu hidrofora je sigurnosni ventil (9) koji u slučaju prevelikog tlaka ispušta dio vode. Zaporni ventil (10) služi za odvajanje sustava od vodovoda u slučaju servisa ili popravka te pražnjenja. Na ispusnoj slavini (11) ispušta se voda iz spremnika.



Sl. 2-7 Hidrofor [1]

Hidrofor mora biti smješten u prostoriji u kojoj je omogućeno provjetravanje i koja je zaštićena od smrzavanja. Položaj s obzirom na visinu može biti na donjoj, srednjoj ili najvišoj etaži zgrade kao što je vidljivo na Sl. 2-8. Postavljanje hidrofora na najnižu etažu je povoljno jer se ovdje najčešće nalaze spremišta, garaže ili sl., pa je stoga jednostavan pristup upravljanju i održavanju. Također je jednostavnije riješiti problem temeljenja, a jedini nedostatak su potrebni viši tlakovi. Hidrofor na srednjoj etaži podrazumijeva otežani pristup servisima te zauzimanje vrednijih prostora, dok smještaj na najvišoj etaži znači dulje cjevovode što podrazumijeva veći inicijalni trošak. Upravo je zbog toga najčešća pozicija hidrofora na donjoj etaži zgrade. Često se hidrofor ne spaja izravno na gradski vodovod, nego s pomoću spremnika za vodu, odnosno prekidnog spremnika (komore) kao što je vidljivo na Sl. 2-8. Na ovaj se način sprečava vraćanje vode iz kućne instalacije u gradsku kao i mogućnost da pumpa hidroferskog sustava utječe na opskrbu ostalih potrošača u ulici.



Sl. 2-8 Smještaj hidrofora s prekidnim spremnikom (komorom) [ilustraciju izradila I. Abrashi]



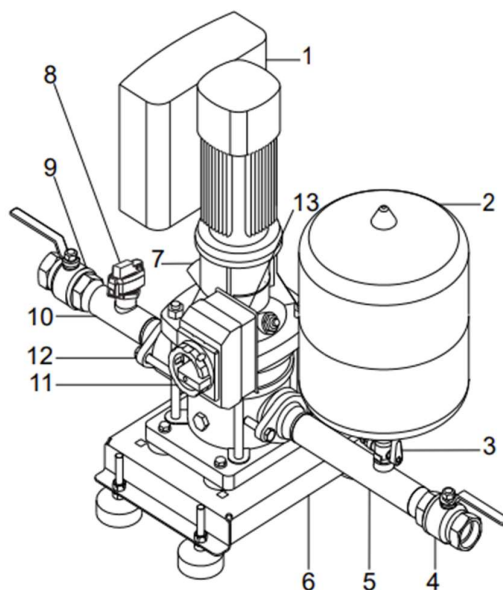
#### 2.6.4. HIDROBLOK SUSTAV – PODIZANJE TLAKA U INTERNOJ VODOVODNOJ MREŽI KUĆANSTVA

Hidroblok sustavi rabe se ondje gdje su zahtjevi za vodom manji (vikendice). Glavna značajka ovih uređaja (Sl. 2-9) jest da voda i zrak u posudi nisu u izravnom kontaktu, nego se između njih nalazi gumena membrana kako bi spriječila otapanje zraka u vodi i time umanjila učinkovitost uređaja.



Sl. 2-9 Hidroblok sustav [Grundfos]

Dijelovi ovog sustava prikazani su na Sl. 2-10 kako slijedi:



1. pumpa
2. membranska tlačna posuda
3. ventil tlačne posude
4. zaporna kuglasta slavina
5. spojna cijev, izlaz
6. antivibracijsko postolje
7. presostat za kontrolu rada pumpi
8. osjetnik tlaka
9. zaporna kuglasta slavina
10. spojna cijev, usisni vod
11. sklopka za paljenje/gašenje
12. nepovratni ventil
13. tablica s tehničkim podacima

Sl. 2-10 Dijelovi hidroblok sustava [Grundfos]

Puštanje crpki u rad ovisi o trenutačnoj potrošnji, a crpke se uključuju ili isključuju sustavom automatske regulacije koji dobiva signal od presostata.

Niskotlačni presostat ugrađuje se u usisnom vodu crpki i ne dopušta uključenje crpki ako vrijednost tlaka u usisnom vodu nije ista ili veća od prednamještene.

Presostat za kontrolu rada pumpi isključuje crpku u trenutku kad se u vodovodnoj mreži postigne zadana vrijednost tlaka.

Broj membranskih posuda ovisi o visini tlaka koji treba osigurati u sustavu i potrebnoj količini vode.

Posude se mogu postavljati u svakom položaju, a visinski mogu biti u pozicionirane kao i hidrofori.

Hidroblok postrojenje obično ima najmanje tri crpke u paralelnom radu (broj crpki ovisi o potrebnoj količini vode i tlaku u mreži za normalnu opskrbu vodom).



### 3. DIMENZIONIRANJE VODOVODA

#### 3.1. OPĆENITO

Dimenzioniranjem (proračunom) vodovoda određuje se promjer cijevi kojim se ostvaruje tražena količina vode na svakom izljevnom mjestu u bilo koje doba dana. Norme HRN EN 806-1:2000, HRN EN 806-2:2005 i HRN EN 806-3:2007 definiraju pojednostavnjeni postupak dimenzioniranja cjevovoda kao i osnovne nazive i korištene mjerne jedinice. Na dimenziju cijevi, tj. na unutrašnji presjek cijevi, utječe više čimbenika:

- količina vode na izljevnome mjestu
- tlak vode u cijevnoj mreži
- brzina vode u cijevima.

Potrebna količina vode ovisi o:

- broju korisnika
- vrsti i broju izljevnikih mjesta
- namjeni, upotrebi i konstrukciji izljeva
- stupnju kulture, navika, običaja i dr.

#### 3.2. OSNOVNI NAZIVI I JEDINICE

Osnovni nazivi i jedinice koji se rabe u proračunu (iz norme HRN EN 806-3) jesu:

|               |                                                                                              |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $v$           | brzina strujanja (m/s)                                                                       |
| $Q$           | protočni volumen ( $\text{m}^3/\text{h}$ )                                                   |
| $Q_{\min}$    | minimalni protočni volumen koji zadovoljava normu ( $\text{m}^3/\text{h}$ )                  |
| $Q_A$         | pretpostavljeni nominalni protočni volumen za potrebe proračuna ( $\text{m}^3/\text{h}$ )    |
| $Q_T$         | ukupni protočni volumen cijelog sustava ( $\text{m}^3/\text{h}$ )                            |
| $Q_D$         | projektirani protočni volumen s uračunatim faktorom istovremenosti ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) |
| $p_R$         | statički tlak, tlak izmjeren manometrom kad nema protoka vode u sustavu (Pa)                 |
| $p_{FI}$      | protočni tlak, tlak izmjeren manometrom kad ima protoka vode u sustavu (Pa)                  |
| $p_{\min FI}$ | tlak izmjeren manometrom pri nominalnom protoku vode u sustavu (Pa)                          |
| $\Delta p$    | razlika tlaka između dvije dionice u sustavu (Pa)                                            |
| $\Delta p_e$  | promjena tlaka zbog razlike u visini (Pa)                                                    |
| $l$           | dužina cjevovoda (m)                                                                         |
| $d_i$         | unutarnji promjer cijevi (mm)                                                                |
| $d_a$         | vanjski promjer cijevi (mm)                                                                  |
| $s$           | debljina stijenke cijevi (mm)                                                                |
| JO            | jedinica opterećenja, 1 JO jest nominalni protočni volumen vode $Q_A$ od 0,1 l/s             |

#### 3.3. ZNAČAJKE INSTALACIJA

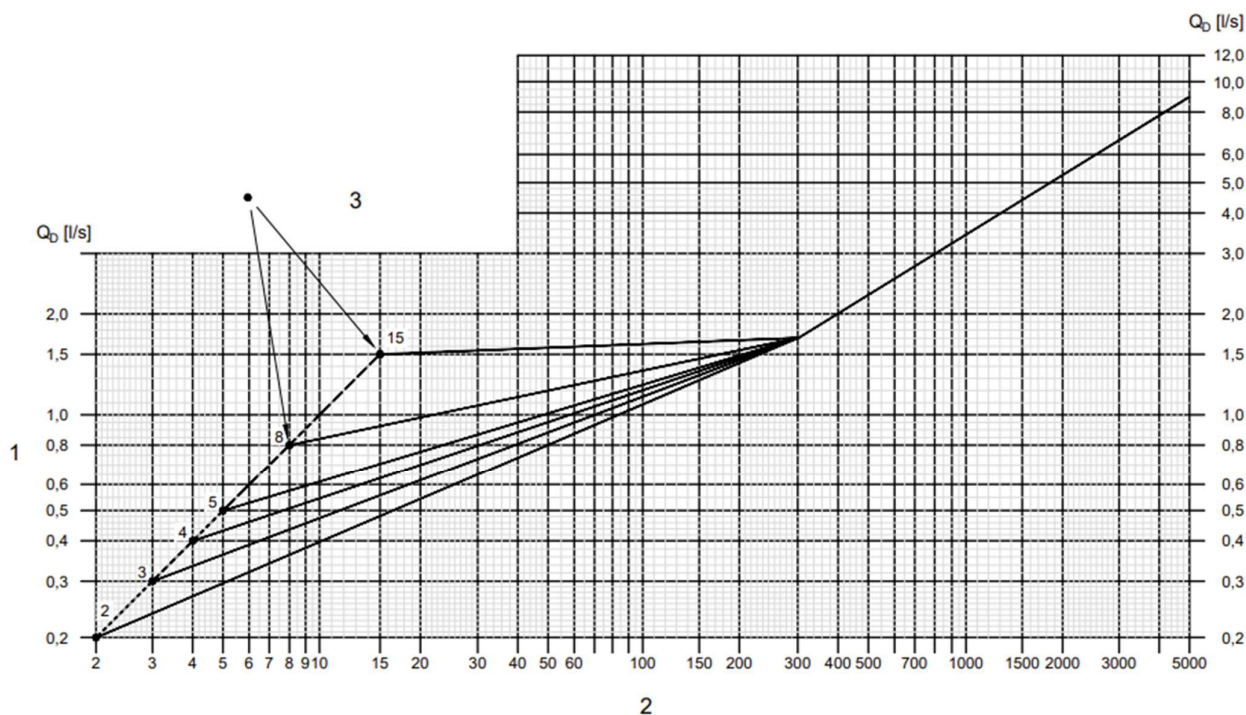
U zgradama postoje standardne i specijalne instalacije vode. Standardne su kad zadovoljavaju sljedeće uvjete:

- nominalni protočni volumeni ne prelaze vrijednosti dane u Tabl. 3-1
- zahtjevi instalacije ne prelaze vrijednosti projektnih prikazanih na Sl. 3-1
- instalacija nije predviđena za stalan protok vode, stalnim protokom se smatra protok koji traje dulje od 15 min.

Statički tlak na izljevnome mjestu ne smije biti veći od 500 kPa (iznimka su vrtne slavine na kojima je dopušteno 1000 kPa). Dinamički tlak na izljevnome mjestu je minimalno 100 kPa.

Proračun se zasniva na sljedećim vrijednostima brzina strujanja u cijevima:

- spojni cjevovodi, ogranci i sl. maks. 2,0 m/s
- temeljni razvod, sabirni razvod maks. 4,0 m/s



Sl. 3-1 Projektirani protočni volumen s uračunatim faktorom istovremenosti  $Q_D$  u l/s za standardne instalacije u ovisnosti o ukupnom protočnom volumenu cijelog sustava  $Q_T$  [ilustraciju izradila I. Abrashi, izvor normi HRN EN 806-3:2007]

### 3.4. POJEDNOSTAVNJENI POSTUPAK PRORAČUNA

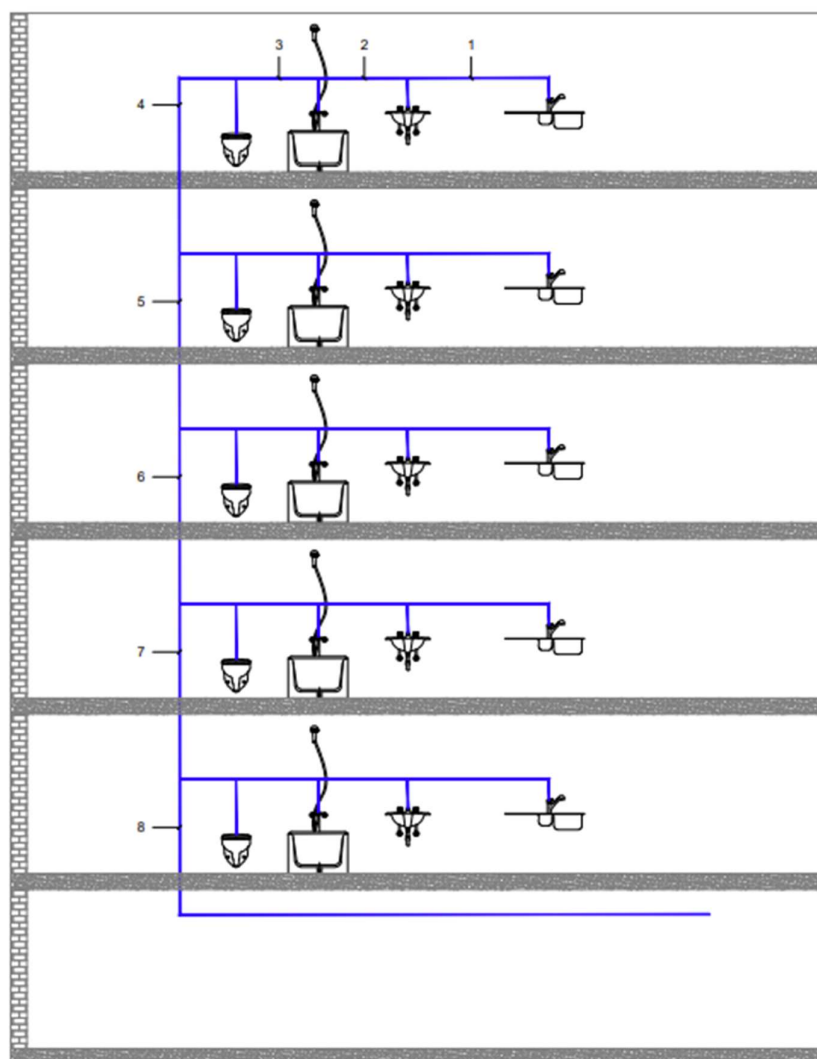
Ovim proračunom nisu obuhvaćeni cjevovodi za potrošnu toplu vodu s obzirom na to da oni moraju ispuniti neke dodatne zahtjeve. Također nisu uzete u obzir specijalne instalacije vode.

Tabl. 3-1 Nominalni protočni volumen za potrebe proračuna  $Q_A$ , minimalni protočni volumen  $Q_{min}$  i jedinice opterećenja sanitarnih uređaja [4]

| Izljevno mjesto                                                                                              | $Q_A$ | $Q_{min}$ | jedinica opterećenja |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------------------|
|                                                                                                              | l/s   | l/s       |                      |
| Umivaonik, bide<br>WC školjka                                                                                | 0,1   | 0,1       | 1                    |
| Kućni kuhinjski sudoper, perilica posuđa                                                                     | 0,2   | 0,15      | 2                    |
| Pisoar                                                                                                       | 0,3   | 0,15      | 3                    |
| Kada za kupanje za instalaciju u kućama i stanovima                                                          | 0,4   | 0,3       | 4                    |
| Vrtna slavina                                                                                                | 0,5   | 0,4       | 5                    |
| Sudoper u većim kuhinjama (restorani, hoteli i sl.)<br>DN 20, kade za javna kupališta, wellness-centre i sl. | 0,8   | 0,8       | 9                    |
| Ventil za ispiranje DN 20                                                                                    | 1,5   | 1,0       | 15                   |

Na Sl. 3-2 prikazana je instalacija koja će poslužiti kao primjer proračuna. **U ovom primjeru** cijevi su čelične pocinčane, instalacija je standardna, a u svakom stanu su predviđeni:

- kada
- ugradbeni vodokotlić
- umivaonik
- sudoper za kuhinje u stanovima.



Sl. 3-2 Primjer instalacije zgrade za pojednostavnjeni postupak proračuna  
[ilustraciju izradila I. Abrashi, izvornik norma HRN EN 806-3:2007]

Prema normi HRN EN 806-3:2007 koja definira pojednostavnjeni proračun prvo treba očitati vrijednosti jedinice opterećenja sanitarnih uređaja iz Tabl. 3-1 koje iznose:

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 1 kada                           | 4 JO |
| 1 vodokotlić                     | 1 JO |
| 1 umivaonik                      | 1 JO |
| 1 sudoper za kuhinje u stanovima | 2 JO |

Zatim se zbrajaju vrijednosti jedinice opterećenja sanitarnih uređaja po dionicama:

| Dionica | Potrošač                        | Količina | JO | Ukupno JO za dionicu | Dimenzija cijevi, DN | DN očitao iz: |
|---------|---------------------------------|----------|----|----------------------|----------------------|---------------|
| 1       | Sudoper za kuhinje u stanovima  | 1        | 2  | 2                    | 15                   | Tabl. 3-2     |
| 2       | Sudoper za kuhinje u stanovima  | 1        | 2  | 3                    | 15                   | Tabl. 3-2     |
|         | Umivaonik                       | 1        | 1  |                      |                      |               |
| 3       | Sudoper za kuhinje u stanovima  | 1        | 2  | 7                    | 20                   | Tabl. 3-2     |
|         | Umivaonik                       | 1        | 1  |                      |                      |               |
|         | Kada za instalaciju u stanovima | 1        | 4  |                      |                      |               |

| Dionica | Potrošač                        | Količina | JO | Ukupno JO za dionicu | Dimenzija cijevi, DN | DN očitano iz: |
|---------|---------------------------------|----------|----|----------------------|----------------------|----------------|
| 4       | Sudoper za kuhinje u stanovima  | 1        | 2  | 8                    | 20                   |                |
|         | Umivaonik                       | 1        | 1  |                      |                      |                |
|         | Kada za instalaciju u stanovima | 1        | 4  |                      |                      |                |
|         | Vodokotlić                      | 1        | 1  |                      |                      |                |
| 5       | 2 Stana                         |          |    | 16                   | 20                   | Tabl. 3-2      |
| 6       | 3 Stana                         |          |    | 24                   | 25                   | Tabl. 3-2      |
| 7       | 4 Stana                         |          |    | 32                   | 25                   | Tabl. 3-2      |
| 8       | 5 stanova                       |          |    | 40                   | 25                   | Tabl. 3-2      |

Prema ovome za instalaciju na Sl. 3-2 treba cjevovod dimenzije DN 25.

Tabl. 3-2 Jedinice opterećenja za određivanje promjera pocinčanih cijevi [4]

| Pocinčane cijevi             |    |    |      |      |      |      |     |      |
|------------------------------|----|----|------|------|------|------|-----|------|
| Maks. opterećenje            | JO | 6  | 16   | 40   | 160  | 300  | 600 | 1600 |
| Najveća vrijednost           | JO | 4  | 15   |      |      |      |     |      |
| DN                           |    | 15 | 20   | 25   | 32   | 40   | 50  | 65   |
| d <sub>i</sub>               | mm | 16 | 21,6 | 27,2 | 35,9 | 41,8 | 53  | 68,8 |
| maksimalna duljina cjevovoda | m  | 10 | 6    |      |      |      |     |      |

Tabl. 3-3 Jedinice opterećenja za određivanje promjera bakrenih cijevi [4]

| Bakrene cijevi               |    |          |   |   |          |   |   |          |          |          |
|------------------------------|----|----------|---|---|----------|---|---|----------|----------|----------|
| Maks. opterećenje            | JO | 1        | 2 | 3 | 3        | 4 | 6 | 10       | 20       | 50       |
| Najveća vrijednost           | JO |          |   | 2 |          |   | 4 | 5        | 8        |          |
| d <sub>a</sub> x s           | mm | 12 x 1,0 |   |   | 15 x 1,0 |   |   | 18 x 1,0 | 22 x 1,0 | 28 x 1,5 |
| d <sub>i</sub>               | mm | 10,0     |   |   | 13,0     |   |   | 16,0     | 20,0     | 25       |
| maksimalna duljina cjevovoda | m  | 20       | 7 | 5 | 15       | 9 | 7 |          |          |          |

Tabl. 3-4 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PE-X cijevi [4]

| PE-X cijevi                  |    |          |   |   |          |   |   |          |          |          |
|------------------------------|----|----------|---|---|----------|---|---|----------|----------|----------|
| Maks. opterećenje            | JO | 1        | 2 | 3 | 4        | 5 | 8 | 16       | 35       |          |
| Najveća vrijednost           | JO |          |   |   |          | 4 | 5 | 8        | 8        |          |
| d <sub>a</sub> x s           | mm | 12 x 1,7 |   |   | 16 x 2,2 |   |   | 20 x 2,8 | 25 x 3,5 | 32 x 4,4 |
| d <sub>i</sub>               | mm | 8,4      |   |   | 11,6     |   |   | 14,4     | 18,0     | 23,2     |
| maksimalna duljina cjevovoda | m  | 13       | 4 | 9 | 5        | 4 |   |          |          |          |

Tabl. 3-5 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PP cijevi [4]

| PP cijevi                    |    |          |    |   |          |   |   |          |          |          |
|------------------------------|----|----------|----|---|----------|---|---|----------|----------|----------|
| Maks. opterećenje            | JO | 1        | 2  | 3 | 3        | 4 | 6 | 13       | 30       | 70       |
| Najveća vrijednost           | JO |          |    |   |          |   | 4 | 5        | 8        |          |
| d <sub>a</sub> x s           | mm | 16 x 2,7 |    |   | 20 x 3,4 |   |   | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 |
| d <sub>i</sub>               | mm | 10,6     |    |   | 13,2     |   |   | 16,6     | 21,2     | 26,6     |
| maksimalna duljina cjevovoda | m  | 20       | 12 | 8 | 15       | 9 | 7 |          |          |          |

Tabl. 3-6 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PVC-C cijevi [4]

| PVC-C cijevi            |    |          |   |   |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Max. opterećenje        | JO | 3        | 4 | 5 | 10       | 20       | 45       | 160      | 420      |
| Najveća vrijednost      | JO |          |   | 4 | 5        | 8        |          |          |          |
| $d_a \times s$          | mm | 16 x 2,0 |   |   | 20 x 2,3 | 25 x 2,8 | 32 x 3,6 | 40 x 4,5 | 50 x 5,6 |
| $d_i$                   | mm | 12,0     |   |   | 15,4     | 19,4     | 24,8     | 31       | 38,8     |
| maks. duljina cjevovoda | m  | 10       | 6 | 5 |          |          |          |          |          |

Tabl. 3-7 Jedinice opterećenja za određivanje promjera PEX/AL/PE-HD cijevi [4]

| PEX/AL/PE-HD cijevi          |    |          |   |   |        |          |        |        |          |
|------------------------------|----|----------|---|---|--------|----------|--------|--------|----------|
| Max. opterećenje             | JO | 3        | 4 | 5 | 6      | 10       | 20     | 55     | 180      |
| Najveća vrijednost           | JO |          |   | 4 | 5      | 5        | 8      |        |          |
| $d_a \times s$               |    | 16 x 2,0 |   |   | 18 x 2 | 20 x 2,5 | 26 x 3 | 32 x 3 | 40 x 3,5 |
| $d_i$                        | mm | 11,5     |   |   | 14     | 15       | 20     | 26     | 33       |
| maksimalna duljina cjevovoda | m  | 9        | 5 | 4 |        |          |        |        |          |

Tabl. 3-8 Jedinice opterećenja za određivanje promjera cijevi od nehrđajućeg čelika [4]

| PVC-C cijevi            |    |          |   |   |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Max. opterećenje        | JO | 3        | 4 | 6 | 10       | 20       | 50       | 165      | 430      |
| Najveća vrijednost      | JO |          |   | 4 | 5        | 8        |          |          |          |
| $d_a \times s$          | mm | 15 x 1,0 |   |   | 18 x 1,0 | 22 x 1,0 | 28 x 1,2 | 35 x 1,5 | 42 x 1,5 |
| $d_i$                   | mm | 13,0     |   |   | 16,0     | 19,6     | 25,6     | 32       | 39       |
| maks. duljina cjevovoda | m  | 15       | 9 | 7 |          |          |          |          |          |

## 4. CIJEVI I ARMATURE

Nekada su se u vodovodnim instalacijama u zgradama najčešće koristile metalne cijevi, a danas se koriste cijevi od više slojeva, npr. plastike i aluminijska naziva PE-X. Za ulične vodovode upotrebljavaju se uglavnom lijevanoželjezne (nodularni lijev), čelične, a od plastičnih PE cijevi. PVC se izbjegava radi loših mehaničkih značajki; nakon nekoliko godina postane jako krut zbog toplinskih oscilacija zima/ljeto pa često puca. Za promjene dimenzije cijevi skretanja (koljeno) koristi se cijevni pribor (fitinzi) materijala kao i cijevi. Usvajanjem Direktive EU o pitkoj vodi iz 1998. započet je petnaestogodišnji prijelazni rok za zamjenu starih olovni cjevovodnih instalacija. To znači da od 2013. vrijedi nova granična vrijednost za olovne instalacije od 10 µg/l za sve europske zemlje, koju prekoračuju olovne instalacije s naslagama kamenca i one tretirane inhibitorima korozije. To u pravilu znači da se cjelokupna cjevovodna mreža od olova mora zamijeniti.

### 4.1. ČELIČNE CIJEVI

Čelične cijevi dijele se na šavne i bešavne.

Bešavne čelične cijevi upotrebljavaju se za ulične i dvorišne vodove jer podnose veće tlakove. Nisu otporne na koroziju pa ih izvana treba zaštititi (bitumen i juta). Proizvode se u dužinama od 7 do 16 m. Zastarjeli i već pomalo napušten način spajanja je se da se slobodni kraj cijevi uvuče u naglavak (kolčak) druge cijevi, premaže kudeljom i rastopljenim olovom. Problem ovakvog spajanja je razlika u koeficijentu toplinske vodljivosti cijevi i olova zbog kojeg pri promjeni temperature može doći do deformacija i lomova cijevi (posebno lijevanoželjeznih). Danas se najčešće rabe spojnice s navojem ili specijalizirane spojnice (ista spojница može biti za različite cijevne materijale, pa i čelik), nazuvnice, a postoji i mogućnost spojeva s holenderom koji su lako rastavljivi.

Veći profili najčešće se zavaruju. Postoje i cijevi sa žljebovima na unutarnjoj strani naglavka, a brtvljenje se provodi s dva gumena prstena.

Čelične navojne cijevi (plinske) koriste se za instalacije unutar zgrada. Da bi ih se zaštitilo od hrđanja, izvana i iznutra presvučene su slojem cinka. Dolaze u komadima duljine 4 – 8 m. Ne smiju se savijati dok su hladne jer može doći do napuknuća zaštitnog sloja od cinka. Spajaju se na isti način kao i cijevi za vodu.

U modernim sustavima vodovoda koriste se cijevi od nehrđajućeg čelika (Sl. 4-1) koje zadovoljavaju najviše standarde u kvaliteti sanitarne pitke vode. Ovakve cijevi koriste se za:

- vodu za piće koja nije ograničena uvjetima europskog Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće
- radnu temperaturu od 85 °C;  $T_{maks.} = 110\text{ °C}$
- radni tlak  $p_{max} \leq 16\text{ bar}$ .

Pri prijevozu, ugradnji i spajanju cijevi treba voditi računa da ne dođe do oštećenja cijevi jer površinska oštećenja mogu izazvati koroziju. Cijevi od nehrđajućeg čelika ne bi trebalo skladištiti na betonskim podovima niti vući preko utovarnih bridova. Pri spajanju cijevi svi dijelovi nisu nužno od istog materijala. Kad govorimo o čeliku, neki materijali su „više plemeniti“ od drugih, a s time imaju i različiti korozijski potencijal. Korozijski potencijal manje plemenitih materijala je veći i time su oni više skloni koroziji. U dodiru dva metala različitog korozijskog potencijala otporniji metal je katoda, manje otporan metal je anoda te u prisustvu elektrolita (npr. vlage iz zraka) dolazi do korozije manje otpornog materijala, njegova trošenja i u konačnici pucanja spojeva. Kako bi se spriječila ili maksimalno umanjila mogućnost korozije, koriste se razni premazi, otopine, trake i izolacija.

Visoka kvaliteta ovakvih cijevi potvrđuje se i međunarodno priznatom PRE-vrijednošću (vrijednošću otpornosti na koroziju). Nova Geberit Mapress Inox cijev može se povezati s pomoću alata za prešanje (Sl. 4-1).



Sl. 4-1 Cijevi od plemenitog čelika za instalaciju pitke vode [Geberit]

#### 4.2. BAKRENE CIJEVI

Bakrene cijevi (Sl. 4-2) koriste se za unutarnje vodove sanitarne pitke vode. Bakrene cijevi i spojnice (Sl. 4-2) mogu se bez ograničenja koristiti za pitku vodu samo ako

- je pH-vrijednost 7,4 ili veća ili
- vrijednost TOC ne prelazi 1,5 g/l pri pH-vrijednosti od 7,0 do 7,4.

Cijevi se koriste za:

- radnu temperaturu od  $\leq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{maks.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$
- radni tlak  $p_{\text{max}} = \leq 16\text{ bar}$ .

Gledano u smjeru strujanja, bakrene komponente cjevovodne instalacije ne smiju biti instalirane ispred komponenata od pocinčanih željeznih materijala. Na bakrenim cijevima s unutarnje strane nastaje sloj oksida koji štiti daljnje nagrizanje cijevi. Prednost bakrenih cijevi je što teško pucaju pri smrzavanju, lijepo izgledaju i vrlo su trajne. Istezanje im je 50 % veće nego kod čeličnih što treba uzeti u obzir pri montaži. Spajaju se tvrdim lemljenjem, a u novije vrijeme spojnica i specijalnim alatom.

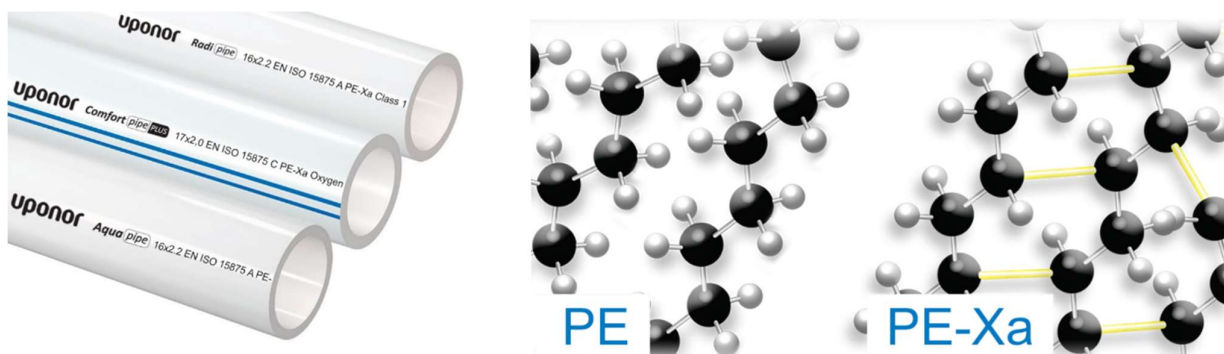




Sl. 4-2 Geberit Mapress bakreni fitinzi [Geberit]

### 4.3. PLASTIČNE CIJEVI

Osnovna cijev PEX izrađena je od polietilena visoke gustoće (HDPE) na Sl. 4-3, iznimno visoke molekulske mase. Pri visokom tlaku i temperaturi stvaraju se kemijske veze, mreža umreženih veza, između dugih molekularnih lanaca polietilena. Trodimenzionalna mreža koja se tako stvara poboljšava svojstva neobrađenog materijala do te mjere da se pretvara u potpuno nov materijal s novim svojstvima. PEX materijal minimalno utječe na okoliš u proizvodnji i obnovi energije. U slučaju potpunog izgaranja nastaju samo ugljikov dioksid i voda. Cijevi PEX ne smiju se skladištiti niti postavljati na mjestima na kojima su izložene izravnoj Sunčevoj svjetlosti. UV zračenje utječe na materijal, narušavajući njegova dugoročna svojstva.



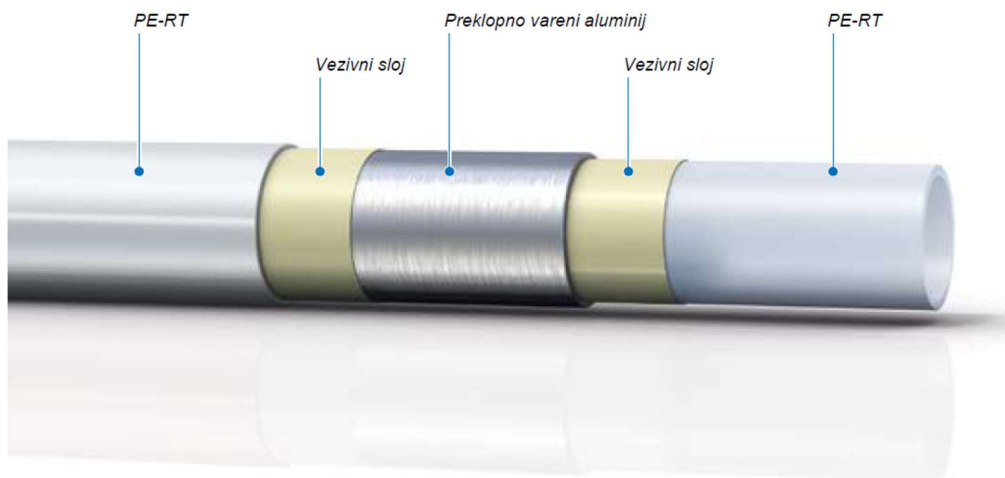
Sl. 4-3 PE-Xa cijevi [Uponor]

PEX materijal, poput brojnih plastičnih materijala, omogućuje prolazak molekula kisika. U sustavu pitke vode ne dolazi do difuzije kisika jer pitka voda već sadržava razinu kisika do točke zasićenja. Obložene cijevi moraju zadovoljiti zahtjeve za otpornost na difuziju kisika u skladu sa standardima DIN 4726 i ISO 17455, te zahtjeve za mikrobiološki rast prema standardu W270 udruženja DVGW-a. Svi cjevovodi mogu se upotrebljavati u temperaturnom rasponu okoline od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+120^{\circ}\text{C}$ . Međutim, kao i sve cijevi ispunjene vodom, cijevi od

PEX-a moraju se zaštititi od zaleđivanja. Materijal je elastičan i u uobičajenim uvjetima podnosi zaleđivanje. Pri zaleđivanju cijev se proširi, ali se vrati u svoj izvorni oblik jednom kad se ledeni čep otopi. Opetovano zaleđivanje oslabit će cijev. Cijevi PEX lijevane u beton neće podnijeti zaleđivanje. U betonu su uvijek prisutni mjehurići zraka ili šupljine. Ako šupljine dodiruju cijev i dođe do zaleđivanja, stijenka cijevi utiskuje se u te šupljine i perforira se, što dovodi do curenja.

#### 4.4. KOMPOZITNE CIJEVI

Kompozitna cijev (Sl. 4-5) objedinjuje sve prednosti metalnih i plastičnih cijevi. Vrlo je otporna na ogrebotine i na širenje napuknuća. Unutarnji aluminijski sloj cijevi potpuno je nepropustan za kisik (Sl. 4-4). Kompenzira dužinsko i poprečno širenje koji nastupe pri temperaturnim promjenama. Sustav se temelji na jednostavnoj, sigurnoj i brzom ugradnji cijevi s pomoću dokazane tehnologije prešanja. Višeslojna kompozitna cijev izrađena je od aluminijskog sloja s uzdužnim zavarenim spojem te je iznutra i izvana premazana slojem polietilena otpornoga na visoku temperaturu (prema normi DIN 16833). Svi slojevi trajno su spojeni ljepljivim slojem. Posebna tehnika zavarivanja omogućuje maksimalnu sigurnost. Debljina aluminijskog sloja odabrana je za višeslojne kompozitne cijevi precizno je prilagođena kako bi ispunjavala zahtjeve u vezi sa značajkama tlačnog otpora i savijanja.



Sl. 4-4 Sastav kompozitne cijevi [Uponor]



Sl. 4-5 Kompozitne cijevi [Uponor]

Spajanje se obavlja specijalnim spojnicama (zaustavni prsteni) i alatom kao i kod modernih cijevi od bakra i nehrđajućeg čelika što je prikazano na Sl. 4-6 i Sl. 4-7.



Umetanje kompozitne cijevi u fitting. Na završetku cijevi nije potrebno prethodno ukloniti srh.



Postavljanje čeljusti za prešanje iste kodne boje kao fitting do graničnika na čahuri za prešanje od nehrđajućeg čelika.

Sl. 4-6 Primjena press čeljusti za spajanje cijevi [Uponor]



Nakon prešanja vidljiva je jasna deformacija press čahure od nehrđajućeg čelika. Također se nakon uspješnog prešanja folija može lako ukloniti (vizualna provjera).

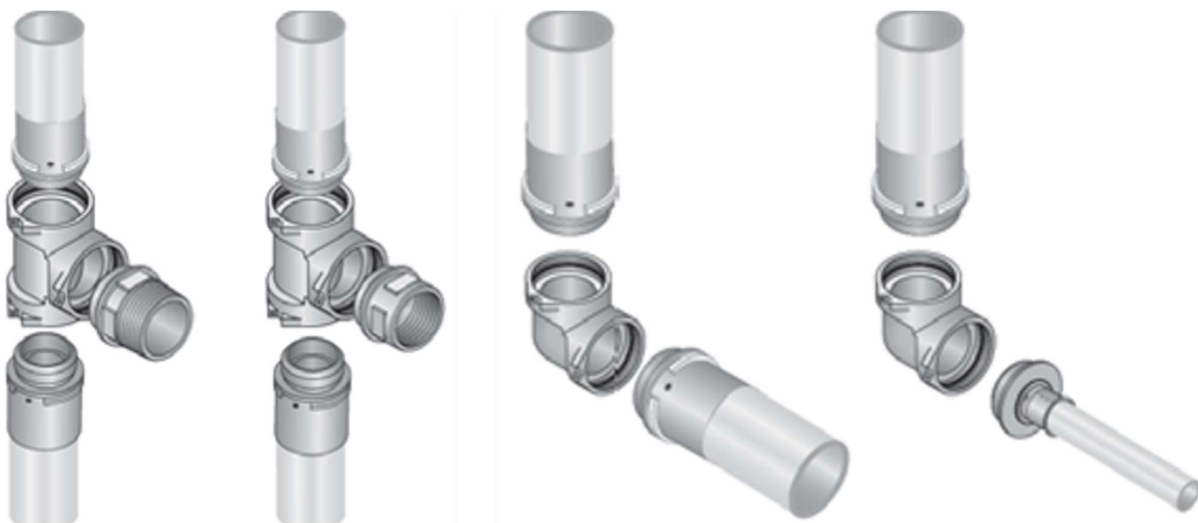


Propuštanje neuprešanih spojeva pouzdano se otkriva tijekom ispitivanja vodonepropusnosti (tlačna proba) zahvaljujući funkciji „neuprešano – ne brtvi”.

Također neuprešani fitting jasno se ističe zbog folije pokazatelja prešanja.

Sl. 4-7 Uspješno izveden press spoj [Uponor]

Ovakav modularni sustav fittinga (Sl. 4-8) za distribucijske i dovodne cijevi omogućuje sigurnu i jednostavnu izradu svih potrebnih uprešanih spojeva na radnom stolu. Samo su u toj fazi potrebni teški alati za prešanje spojeva. Na gradilištu se unaprijed sastavljene sekcije kompozitnih cijevi zatim umeću u fittinge bez alata te se blokiraju. Tako se osigurava brza i sigurna instalacija, čak i u najnepovoljnijim prostornim uvjetima. Na ovaj je način izbjegnuta težak rad teškim press alatima u slučajevima skučenih gradilišta ili na položajima iznad glave.



Sl. 4-8 Elementi cjevovoda (fitinzi) T-komad i koljeno 90° [Uponor]

#### 4.5. VODOVODNA CRIJEVA

Na izljevnome mjestu za spoj fiksne vodovodne instalacije u zidu sa slavinom na umivaoniku ili kadi koriste se vodovodna crijeva radi lakše montaže. Gumena se koriste za vrtne slavine i pumpe. Mogu biti posve od gume ili ojačane platnenim ulošcima. Plastična crijeva koriste se za tuševe zbog lijepog izgleda.



Sl. 4-9 Plastično crijevo za tuš [Hansgrohe]

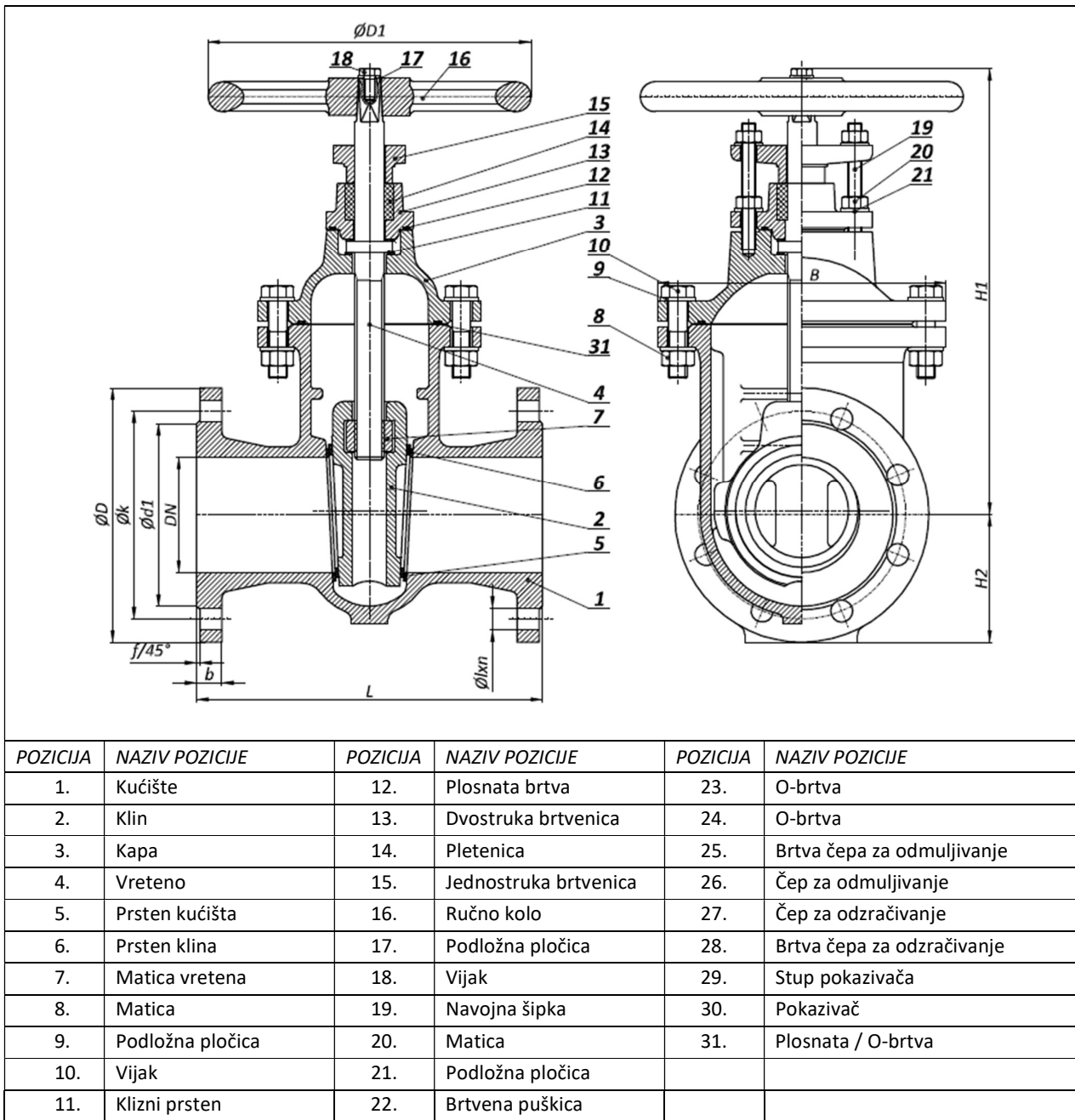
Osim navedenih koriste se i metalna ili savitljiva crijeva uglavnom za spoj slavine s instalacijom vode.

## 4.6. ARMATURE

Armature u instalacijama vodovoda služe za zaustavljanje, prigušivanje i reguliranje protoka vode, ali i za regulaciju tlaka (ako za time postoji potreba). Izrađuju se od željeza, mesinga i drugih legura. Trebaju imati što manje pokretnih dijelova radi lakšeg održavanja. Vidljivi dijelovi armatura uglavnom su presvučeni slojem nikla ili kroma.

### 4.6.1. ZASUNI

Zasuni (Sl. 4-10) služe za zaustavljanje protoka vode u cijevima.



Sl. 4-10 Zasun za spoj priрубnicom [Metalska industrija Varaždin d.d.]

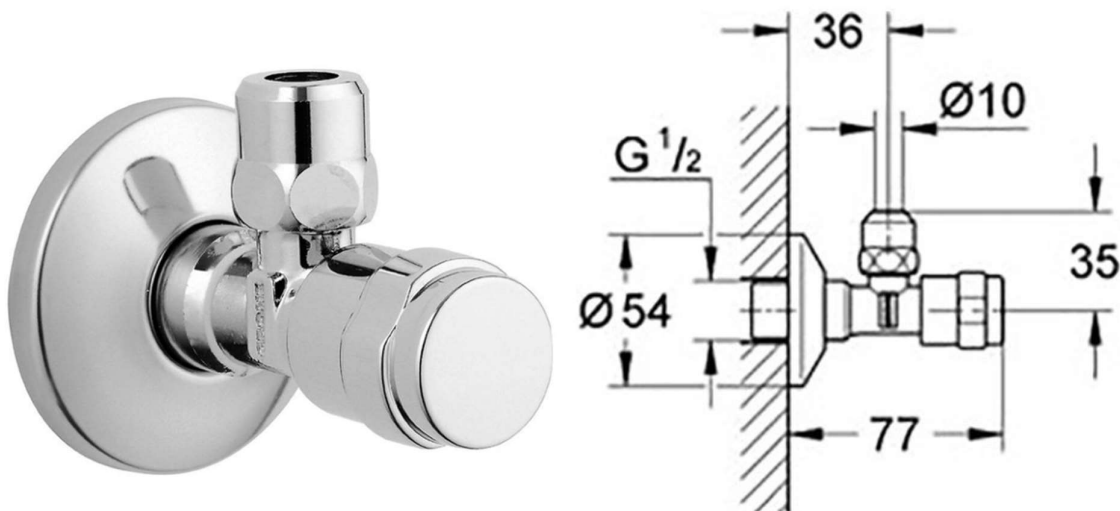
Čini ih kućište u kojem se okretanjem ručnoga kotača okreće vreteno s kružnom pločom konusnog presjeka. Kad je ploča podignuta, voda slobodno teče cjevovodom. Pri zatvaranju i otvaranju zasuna, posebno zasuna većih profila ( $> DN 80$ ), potrebno je radi izbjegavanja pojave hidrauličkog (vodnog) udara voditi računa o dovoljno dugom vremenu otvaranja/zatvaranja zasuna. Ako se zasun prebrzo zatvori, npr. pri sanaciji cjevovoda zbog puknuća, postoji velika vjerojatnost da će zbog hidrauličkog udara doći do novog puknuća u nekom drugom dijelu cjevovoda. Zatvaranje, pogotovo pri manjim dimenzijama zasuna, nije uvijek potpuno jer nečistoće u vodi ne dopuštaju potpuno nalijeganje konusa na ležište, što je nedostatak ove vrste armature. Kućište je uglavnom od lijevanog željeza dok su ostali dijelovi od mesinga ili bronce. Zasuni mogu biti kružni, ovalni i plosnati.

#### 4.6.2. VENTILI

Zaporni ventili služe za zatvaranje i prigušivanje protoka. Okretanjem ručnoga kola okreće se i vreteno koje pomiče gore ili dolje pločicu s gumenom brtvom. Pločica s gumenom brtvom naliježe na sjedište u kućištu i tako zaustavlja protok vode. S obzirom na konstrukciju, zatvaranje protoka ventilom je potpuno. Postoji mnogo vrsta ventila s obzirom na:

- položaj – ravni i kutni
- vrstu spoja – prirubnički i navojni
- vanjsku obradu – kromirani, mesing ili poniklani.

Postoje i samozaporni ventili koji propuštaju vodu određeno vrijeme, a nakon toga se automatski zatvaraju. Najčešća primjena im je u javnim tuševima i sl. zbog uštede vode. Na Sl. 4-12 prikazan je izgled kutnog ventila.



Sl. 4-11 Kutni ventil [Hansgrohe]

#### 4.6.3. KUGLASTE SLAVINE

Često se koriste i slavine (Sl. 4-12) ondje gdje je dopušteno naglo zatvaranje odnosno sprečavanje protoka. Kuglaste slavine imaju metalni konus (šuplja kugla) s otvorima koji u otvorenom položaju cijeli profil ostavlja slobodnim. Otpor kuglastih slavina mnogo je manji nego kod ventila, ali pri zatvaranju može doći do neželjenih hidrauličkih udara. Zato se ne koriste u vodovodnoj mreži.



Sl. 4-12 Kuglasta slavina [Ferro Adriatica d.o.o.]

Za ispuštanje vode i vodovodnih cijevi služi ispusna armatura ili slavine za vodu. Razlikuju se po obliku, namjeni i konstrukciji. Na slici je prikazana slavina s crijevnom spojkom koja se koristi u kotlovnica, praonicama ili u vrtu.



Sl. 4-13 Kuglasta slavina s crijevnom spojkom [Ferro Adriatica d.o.o.]

#### 4.6.4. SLAVINE

Slavina je naprava za zatvaranje i otvaranje dotoka vode iz cjevovoda ili spremnika. Posebna izvedba slavine su miješalice za miješanje tople i hladne vode u željenom omjeru. Miješanje tople i hladne vode pritom je potrebno kako bi se topla voda dovela na prihvatljivu, ugodnu temperaturu, između 38 i 40 °C. Kod suvremenih je kupaoničkih miješalica uobičajeno označavanje vodova, odnosno ručica za toplu i hladnu vodu bojom te položajem ili smjerom zakretanja ručice. Topla se voda označava crvenom bojom, a strana s koje se postavlja ručica ili smjer u kojem je valja zakrenuti trebali bi biti lijevi.

Zidne ili nadžbukne miješalice (Sl. 4-14) postavljaju se izravno na zid iz kojeg izlaze dva voda, jedan za toplu, a drugi za hladnu vodu.





Sl. 4-14 Zidna jednoručna miješalica za kadu s ručicom [Hansgrohe]

Podžbukne ili podzidne miješalice (Sl. 4-15) postavljaju se u posebno izvedene otvore u zidu i pokrivaju se odgovarajućim pokrovom, iz kojeg se vidi samo ručica za namještanje željene temperature vode i/ili protoka, dok izljev čak ne mora biti na istome mjestu.



Sl. 4-15 Jednoručna miješalica za kadu za podžbuknu ugradnju [Hansgrohe]

Samostojeće miješalice (Sl. 4-16) postavljaju se na rubove kupaoničkih elemenata (kade, umivaonika i sl.), pri čemu se dovodi hladne i tople vode provode kroz za to predviđene otvore u samom elementu.



Sl. 4-16 Samostojeća jednoručna miješalica za umivaonik s ručicom [Hansgrohe]

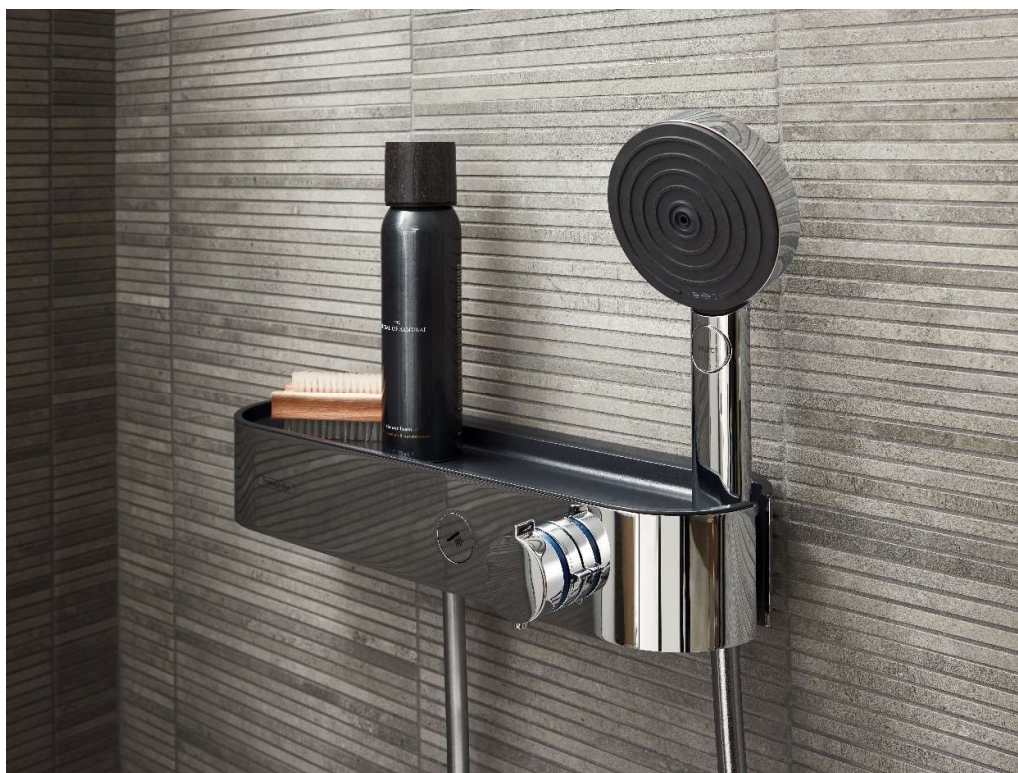
Dvoručne miješalice (Sl. 4-17) sastoje od dva ventila s miješalištem te imaju dvije ručice za toplu odnosno hladnu vodu. Odvrtanjem i zavrtanjem svake ručice u miješalište ulazi željena količina tople i hladne vode. Cijena im je vrlo prihvatljiva, jednostavno se popravljaju i imaju prilično dug vijek trajanja.



Sl. 4-17 Samostojeća dvoručna miješalica za kadu [Hansgrohe]

Jednoručne miješalice (Sl. 4-14 ÷ Sl. 4-17) omogućuju istodobno namještanje temperature i protoka izlazne vode jednostavnim pomicanjem ručice u odgovarajućem smjeru. Pomicanjem u smjeru lijevo-desno mijenja se temperatura, a gore-dolje protočna količina. Opremaju se nepovratnim (protupovratnim) ventilom kako bi se spriječilo povratno strujanje i mogući hidraulički udari u mreži. Njihovo se miješalište sastoji od tzv. kartuše i upravljačkoga klipa ili miješajuće zaklopke, a za njihovu se izradu u pravilu koriste keramički materijali. Jednostavne su za rukovanje, a namještena vrijednost temperature ostaje i nakon zatvaranja protoka.

Termostatske miješalice (Sl. 4-18) omogućuju automatsko namještanje željene temperature vode pri čemu namještena vrijednost ostaje bez obzira na zatvaranje protoka, promjenu tlaka ili temperature u instalaciji. S vanjske se strane nalazi jedna ili dvije ručice. Na jednoj se ručici nalazi ucrtana temperaturna ljestvica koja služi za namještanje osnovnog položaja bimetalnog ili tekućinskog regulacijskog elementa koji se nalazi unutar kućišta, dok druga služi za regulaciju protoka (ručice su često objedinjene u jednu). Ako je temperatura vode preniska, regulacijski se element steže i tako otvara protok tople vode, a ako je pak temperatura previsoka, element se rasteže i zatvara, odnosno smanjuje protok tople vode u miješalište. Slavine se često opremaju sigurnosnim elementom koji onemogućuje protok izlazne vode temperature više od neke određene vrijednosti (npr. 38 °C), osim ako to korisnik izričito želi, što se može promijeniti okretanjem ručice.



Sl. 4-18 Termostat za tuš za nadžbuknu ugradnju [Hansgrohe]

Samozatvarajuće miješalice (Sl. 4-19) osobito su prikladne za javne sanitarne prostorije (npr. u ugostiteljskim i turističkim objektima, školama, bolnicama, proizvodnim pogonima i sl.) koje imaju vrlo veliku potrošnju vode. Najčešće su robusne izvedbe, a osnovu njihova rada predstavlja opružni ventil koji se otvara pritiskanjem ručice te zatvara sam, vraćanjem opruge u prvobitni položaj nakon određenog vremena. Odgovarajuća izlazna temperatura vode pritom se može namjestiti okretanjem ručice u određenom smjeru čime se otvara ili prekida dovod hladne ili tople vode do miješališta.



Sl. 4-19 Samozatvarajuća miješalica za umivaonik [Hansgrohe]

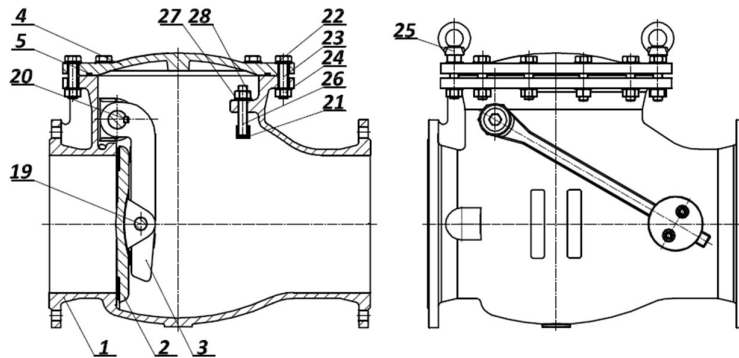
Automatske (elektroničke) miješalice (Sl. 4-20) također su vrlo prikladne za javne sanitarne prostorije, osobito one s velikim protokom ljudi. Njihovom se primjenom izbjegava dodirivanje mokrih dijelova armature rukama većeg broja ljudi, čime se postiže visoka higijenska razina uporabe. Usto se smanjuje i potrošnja jer voda protječe samo kad je potrebna, to jest kad je dio tijela (npr. ruke) u dometu signala primopredajnog osjetnika koji može biti infracrveni, mikrovalni ili radarski. Kod ovih miješalica katkad je potrebno predvidjeti i dovod struje (230 V, 50 – 60 Hz). Vod se mora osigurati nadstrujnom zaštitnom sklopkom (RCD/FI) s nazivnom diferencijalnom strujom  $\leq 30$  mA. U redovitim vremenskim intervalima treba provjeravati ispravnost zaštitne sklopke. Postoji i opcija uporabe baterije.



Sl. 4-20 Elektronička miješalica za umivaonik s regulacijom napajana baterijom [Hansgrohe]

#### 4.6.5. REGULACIJSKA ARMATURA

U ovu se armaturu ubrajaju regulacijski, redukcijski i sl. ventili. Nepovratni ventili (Sl. 4-21) služe da spriječe povratni protok vode u cjevovodima. Uz pomoć poklopca (19) u obliku klapne dopuštaju protok vode u samo jednom smjeru.



Sl. 4-21 Ventil s povratnom zaklopkom [Metalska industrija Varaždin d.d.]

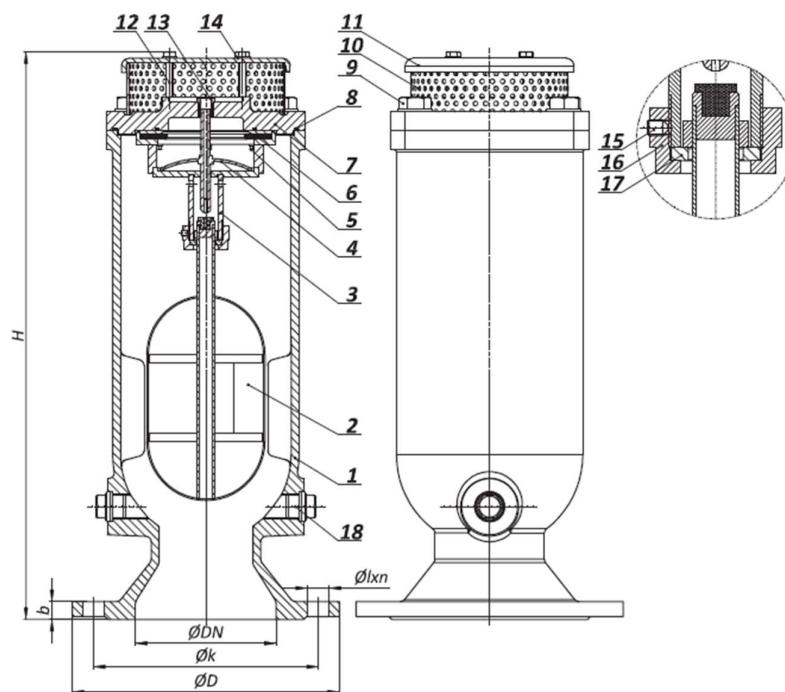
Redukcijski ventili služe za smanjenje tlaka u vodovodu, odnosno reguliraju tlak na namještenu vrijednost (Sl. 4-22).



Sl. 4-22 Redukcijski ventil [IMI International d.o.o.]

Ventil za smanjenje tlaka smanjuje varijabilni ulazni tlak na jedan konstantni izlazni tlak. Oscilacije ulaznog tlaka i protoka ne utječu na regulirani izlazni tlak. U osnovnoj verziji izlazni tlak je namjestiv u području od 1,5 do 12 bara. Osim navedenih u praksi se, u skladu s potrebom (npr. kod protupožarnih sustava ili specifičnih tehnoloških procesa), koriste i tzv. proporcionalni ventili koji reguliraju protok i/ili tlak.

Za ispuštanje odnosno uzimanje zraka iz cjevovoda služe zračni (odzračni; odzračno-dozračni) ventili izgleda kao na Sl. 4-23. Ovi ventili služe za sprečavanje nastanka vakuuma u instalaciji i ugrađuju se na najvišem dijelu svake vertikale. Zbog njih se pri pražnjenju instalacije usisava zrak, a ne voda iz npr. vodokotlića. Isto tako rješavaju probleme zračnih džepova ispuštanjem zraka zadržanog u vodi.



Sl. 4-23 Zračni ventil [Metalska industrija Varaždin d.d.]

Da bi se spriječio odljev vode iz kućne instalacije vodovoda u uličnu kad u njoj dođe do pojave vakuma ili razlike u tlaku, potrebno je ugraditi zaštitnike od povratnog toka vode (Sl. 4-24).



Sl. 4-24 Jednostruki ZOPT [Ikom]

#### 4.6.6. VODOMJERI

Služe za mjerenje protoka vode, odnosno obračun potrošnje vode. Na osnovi očitavanja vodomjera, odnosno isporučene količine vode, javna vodoopskrbna tvrtka naplaćuje potrošnju. Vodomjere možemo podijeliti kako slijedi:

##### 1. Prema radnom mediju:

- za hladnu vodu, temperature do 50 °C
- za toplu vodu, temperature do 90 °C.

##### 2. Prema mjestu postavljanja:

- vodoravni
- okomiti.

### 3. Prema izvedbi mehanizma brojila:

- mokri – za tlak vode do 10 bara i protok do 20 m<sup>3</sup>/h, s prijenosom brzine vrtnje rotora na brojčanik mehaničkim putem (preko) zupčanika, pri čemu je cijeli mehanizam u stalnom doticaju s vodom
- suhi – prijenos brzine vrtnje rotora na brojčanik je preko magnetske spojke čime je mehanizam zaštićen od utjecaja vode.

### 4. Prema promjeni protoka vode

- obični – linija s jednim vodomjerom – male promjene protoka vode
- kombinirani – linija s glavnim i pomoćnim vodomjerom s prestrujnim ventilom – služe za mjerenje u sustavima u kojima je potrebno mjeriti velike i male količine vode.

### 5. Prema načinu rada

- turbinski – radi na načelu okretaja turbine koja okreće osovinu, preko koje se okreće brojčanik na vodomjeru, za veće količine vode koristi se Woltmanov vodomjer Sl. 4-25.

### 6. Prema točnosti mjerenja (definirano u HRN EN ISO 4064)



Sl. 4-25 Woltmanov (turbinski) vodomjer [Ikom]

- ultrazvučni senzori – vodomjer (Sl. 4-26) sadržava dva senzora koja se ugrađuju u cijevi i šalju impulse u smjeru tečenja vode i suprotno, na temelju brzina i udaljenosti izračunava se količina vode koja je protekla





Sl. 4-26 Ultrazvučni vodomjer [Ikomp]

- višestručni (s krilastim rotorom) koji se najviše koristi u zgradama Sl. 4-27, u kojem voda pri prolazu okreće rotor s krilcima koji prenosi okretaje na brojčanik koji pokazuje potrošnju.



Sl. 4-27 Višestručni mokri vodomjer [Ikomp]

Danas se koriste vodomjeri s daljinskim očitavanjem s kompaktnim radijskim modulom (odašiljačem) (Sl. 4-28) s pomoću kojega se na daljinu očitava potrošnja vode. Radijski modul (odašiljač) odašilje podatke o potrošnji vode u prosjeku svakih 8 sekundi na radijskoj frekvenciji 868 MHz. Očitavanje podataka provodi se s pomoću dlanovnika sparenoga s radijskim prijamnikom koji zajedno čine komplet za očitavanje vodomjera. Osim podataka o potrošnji vode, moguće je očitati manipulacije na mjerilu i curenje na instalacijama vode korisnika. Očitani podaci prebacuju se u PC računalu automatski postavljanjem dlanovnika na baznu stanicu koja je kabelom povezana s PC računalom ili udaljeno internetskom vezom s pomoću aplikacije Ikomp Reader.





Sl. 4-28 Vodomjer s daljinskim očitanjem [Ikom]

## 5. VODOVODNI SUSTAVI

Vodovodi služe za distribuciju vode od mjesta zahvata do krajnjega korisnika. Prema namjeni upotrebe vode mogu se podijeliti na:

- komunalne, tj. javne (opskrbljuju vodom naselja i sl.)
- industrijske
- poljoprivredne
- specijalne.

Prema načinu dovođenja vodovodi mogu biti:

- gravitacijski (objekt za zahvat vode nalazi se iznad mjesta potrošnje, vode se prenosi slobodnim padom, pod utjecajem sile gravitacijskog polja)
- s umjetnim podizanjem vode (voda se mora prenositi pumpama).

Prema veličini zahvata dijele se na:

- regionalne za opskrbu više gradova
- centralne za cijela naselja
- pojedinačne (individualne) za jednu zgradu ili kućanstvo.

### 5.1. KOMUNALNI VODOVODI

Ovi sustavi sastavljeni od cjevovoda (vodovodne mreže), vodozahvata, pumpne stanice i spremnika namijenjeni su za opskrbu gradova. Pri tome se potreba za količinom vode određuje prema budućim potrebama naselja. To znači da pri dimenzioniranju sustava treba uzeti u obzir razvoj gradova i porast stanovništva. Voda se mora podizati na visinu dovoljnu da se u svakom trenutku osigura zadovoljavajući tlak na zadnjim katovima najviših zgrada. Cijevna mreža za opskrbu gradova mora biti projektirana tako da bude što kraća. Da se spriječi mogućnost prestanka opskrbe u slučaju kvara, cijevna mreža projektira se u obliku prstena tako da voda do korisnika može doći iz dva smjera. Brzina na koju se dimenzioniraju cijevi približno je 1 m/s. Dubina na koju se postavljaju ulični vodovi je između 1 i 1,8 m, čime se izbjegava utjecaj vanjske temperature na vodu u njima (smrzavanje zimi).

Također treba predvidjeti određenu količinu zasuna kako bi se pojedini dijelovi grada mogli odvojiti od ostatka mreže u slučaju kvara.

### 5.2. POJEDINAČNI (INDIVIDUALNI) VODOVODI

Ovi vodovodi izvode se za zgrade koje su izdvojene iz naseljenih područja ili se ne mogu priključiti na centralni vodovod. Sastoje se od mjesta zahvata (npr. bunar), uređaja za podizanje tlaka (hidrofor) i kućne vodovodne mreže.

### 5.3. KUĆNI PRIKLJUČAK

Pod kućnim priključkom podrazumijeva se cijev od uličnog voda do zapornog organa (zasuna), iza glavnog vodomjera, smještenoga u vodomjernom oknu koje se nalazi na parceli vlasnika nekretnine [1]. Dio kućnog priključka od uličnog voda do glavnog vodomjera (uključujući i njega) unutar vodomjernog okna održavaju djelatnici javnog isporučitelja vodnih usluga koji je osnovala jedinica lokalne samouprave na području obuhvata o svojem trošku. Dio instalacije od spoja s vodomjerom te vodomjerno okno u vlasništvu je korisnika usluge.

Korisnik usluge je pravna ili fizička osoba koja troši vodu, dakle vlasnik nekretnine ili osoba koja ima pravo upotrebe nekretnine (najmoprimac, stanar). Javni isporučitelji vodnih usluga svojim *Općim i tehničkim uvjetima isporuke vodnih usluga* propisuje uvjete pod kojima fizička ili pravna osoba može dobiti suglasnost za priključenje na javnu vodoopskrbu.

Prema namjeni razlikujemo sljedeće vodomjere [1]:

- glavni vodomjer koji se nalazi neposredno na završetku spojnog voda priključka, a u vlasništvu je javnog isporučitelja vodnih usluga
- sekundarni vodomjer koji se nalazi iza glavnoga, a namijenjen je mjerenju potrošnje vode za zasebnu cjelinu (stan). Ugrađen je u vodovodnu instalaciju zgrade.
- kontrolni vodomjer za posebni dio zgrade isključivo namijenjen vlasnicima posebnog dijela zgrade za utvrđivanje osobne potrošnje.

Svaki vodomjer mora biti obilježen plombama Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo. Vodomjerno okno je mjesto za smještaj vodomjera s pripadajućom armaturom i cijevima, a gradi se maksimalno 3 metra unutar linije čestice i mora biti pokriveno odgovarajućim poklopcem. Ako na parceli nema mjesta za vodomjerno okno, glavni vodomjer može se smjestiti u zgradi koja se priključuje. Prostorija za smještaj glavnih vodomjera u pravilu treba biti uz pročelni zid ulice u kojoj je ulični vod te treba zadovoljiti sljedeće uvjete [1]:

- mora imati rešetku za odvodnju
- pod mora biti najmanje 2 cm niži od poda ostalih prostorija
- prostorija mora biti namijenjena isključivo za vodomjere
- mora biti zatvorena čvrstim zidovima; ploče od knaufa ili sličnih ploča nisu dopuštene
- vrata se moraju otvarati prema van.

U novim se zgradama vodomjeri mogu izvesti na dva načina [1]:

- sustav glavnih vodomjera – sustav GV
- sustav glavni – sekundarni vodomjeri ili sustav GS.

### **Vodomjerno okno [1]**

Prema Općim i tehničkim uvjetima isporuke vodnih usluga javnog isporučitelja Vodoopskrbe i odvodnje Zagrebačke županije traži se sljedeće [1]:

- Glavni vodomjeri s pripadajućom armaturom i fazonskim komadima smještaju se u prostoriju za smještaj glavnih vodomjera koja može biti vodomjerno okno ili prostorija unutar objekta. Položaj prostorija na nekretnini mora osigurati zaštitu od oštećenja ugrađenih vodomjera i armature, kao i zaštitu od smrzavanja.
- Vodomjerno okno mora biti armirano betonsko. Zidovi moraju biti statički dimenzionirani na bočni pritisak zemlje, a ploča mora biti dimenzionirana tako da podnese opterećenje koje se odnose na položaj (prilazni put).
- Veličina vodomjernog okna određena je profilom priključka, brojem glavnih vodomjera i pripadajućom armaturom koja se ugrađuje u vodomjerno okno. Svijetla visina vodomjernog okna za priključke iznosi  $\varnothing$  50 mm i 180 cm.
- Za spuštanja u vodomjerno okno postavljaju se penjalice od punog rebrastog čelika  $\varnothing$  20 mm.
- Poklopac ulaza u vodomjerno okno je lijevano željezni četverokutni, vodonepropusni, veličine 60 x 60 cm, s natpisom „VODA“.

- Vodomjerno okno ne spaja se na odvodnju, već se voda u slučaju kvara ispumpava. Zbog toga se ispod poklopca u podu vodomjernog okna izvodi udubljenje  $\varnothing$  30 cm, dubine 40 cm, a pod okna izvodi se u padu prema tom udubljenju.
- Prostorije glavnih vodomjera višestambenih, stambeno-poslovnih i poslovnih objekata moraju imati ugrađenu rasvjetu.

#### **Prostorija za smještaj glavnih vodomjera unutar zgrade [1]**

- Ako na parceli nema dovoljno prostora za izvedbu odgovarajućeg vodomjernog okna za smještaj glavnih vodomjera, glavni vodomjeri mogu se smjestiti u podrumu objekta koji se priključuje.
- Prostorija za smještaj glavnih vodomjera locira se uz pročelni zid ulice iz koje se priključuje. Nije dopušteno prostoriju za smještaj glavnih vodomjera locirati dalje u dubinu zgrade niti voditi spojni vod kroz zgradu.
- Prostorija za smještaj glavnih vodomjera u podrumu zgrade mora imati podnu rešetku odvodnje i pod izveden u padu prema njoj. Pod mora biti najmanje 2 cm niži od poda ostalih prostorija podruma.
- Prostorija za smještaj glavnih vodomjera u podrumu objekta mora biti namijenjena isključivo za vodomjere i u njoj ne smije biti drugih sadržaja. Prostorija mora biti zatvorena čvrstim zidovima. Nisu dopuštene rešetke od armaturnih mreža ili drvenih roštilja, kao ni montažni panoi od knauf ili sličnih ploča. Isto tako, nije dopušteno smještanje vodomjera u spremišta, garaže ili bilo kakve druge prostorije privatne namjene.
- Pri projektiranju vrata treba voditi računa da vrata pri otvaranju ne udaraju u postavljenu vodovodnu armaturu. Ako je moguće, najbolje je da se vrata otvaraju prema van.
- Standardno vodomjerno okno za obiteljske kuće i jedan vodomjer ima dimenzije 140 x 80 x 130 cm (d x š x h). Za svaki daljnji vodomjer okno treba proširiti za 20 cm.
- U vodomjerno okno standardno se ugrađuje vodomjer  $\varnothing$  20 mm i  $Q_n = 2,5$  m<sup>3</sup>/h. Ako na parceli postoje veći potrošači, mogu se u vodomjerno okno, umjesto navedenoga, ugraditi vodomjeri odgovarajućih dimenzija ( $\varnothing$  25 mm ili  $\varnothing$  32 mm). Ispred vodomjera ugrađuje se kuglasti ventil s teleskopskom spojnicom, iza vodomjera ugrađuju se kratka spojnica i kuglasti ventil s ispuštom te zaštitnik od povratnog toka.
- Ako zbog povećanih potreba obiteljske kuće za vodom (zalijevanje okoliša, bazen i sl.) navedeni tip priključka ne zadovoljava, može se izvesti priključak profila  $\varnothing$  50 mm, s glavnim vodomjerom dimenzioniranim prema hidrauličkom proračunu.

#### **Montaža vodomjera u novim zgradama – sustav GV [1]**

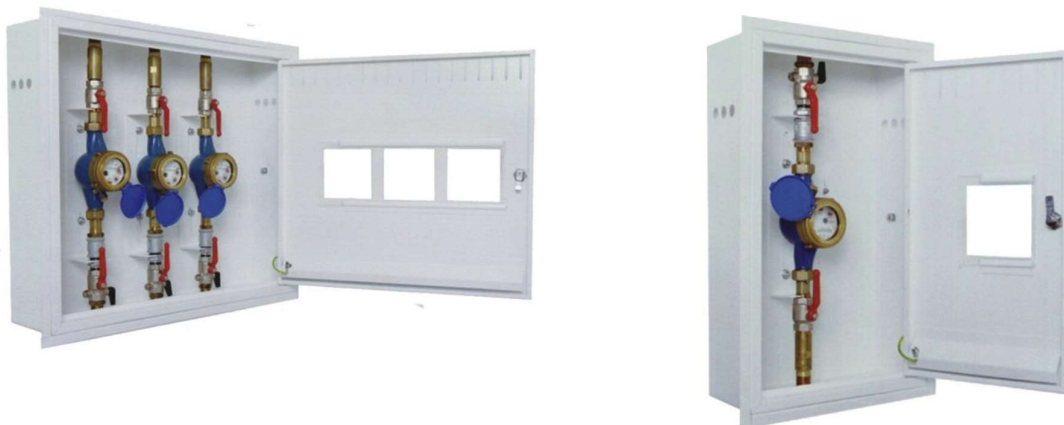
- Na sustavima glavnih vodomjera (sustav GV) svi se vodomjeri nalaze na jednome mjestu – u vodomjernom oknu ili u prostoriji vodomjera na završetku spojnog voda. Ovaj je sustav primjenjiv za manje stambene zgrade s do 16 stambenih jedinica.

#### **Montaža vodomjera u novim zgradama – sustav GS [1]**

- Glavni vodomjeri hladne vode dimenzioniraju se prema ukupnoj potrošnji sanitarne hladne vode i unutarnje hidrantske mreže i sprinkler instalacije etažirane cjeline, glavni vodomjer za toplinsku stanicu dimenzionira se prema ukupnoj potrošnji sanitarne tople vode pojedine etažirane cjeline, dok se sekundarni vodomjeri hladne i tople sanitarne vode dimenzioniraju prema potrošnji hladne i tople vode pojedinog stana ili poslovnog prostora.

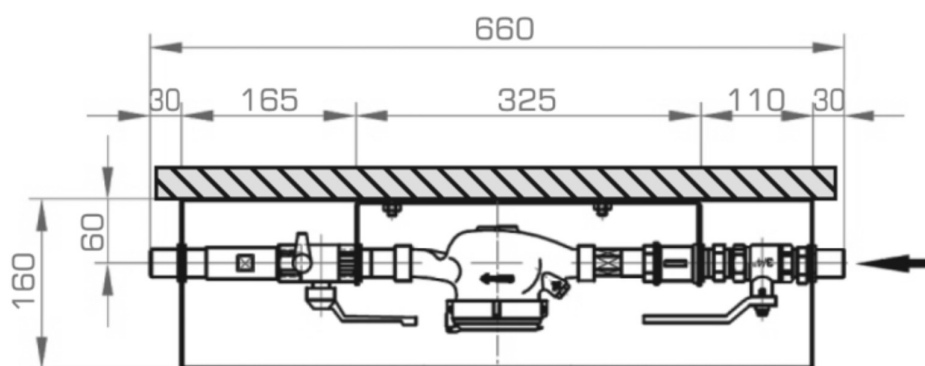
- Minimalni je broj stanova za primjenu ovog sustava 17 sekundarnih vodomjera.
- Sekundarni vodomjeri mogu se nalaziti iza glavnog vodomjera u vodomjernom oknu, u prostoriji za vodomjere u podrumu zgrade ili u vodomjernim ormarićima unutar zgrade.
- Sekundarni vodomjeri obvezno se ugrađuju u vodomjernom oknu iza glavnog vodomjera ako je položaj potrošača takav da nema pristupačnog mjesta za smještaj vodomjernih ormarića. Tada se u vodomjerno okno mogu postaviti ormarići u koje se ugrađuju sekundarni vodomjeri.
- Vodomjerni ormarići smještaju se u zajedničke prostorije (hodnici, stubišta, zajedničke prostorije u podrumu), a **nikako u stanove, poslovne prostore ili garaže**. Položaj im mora biti pristupačan i mora se omogućiti normalno očitavanje. Visina na koju su postavljeni sekundarni vodomjeri mora biti 100 – 160 cm od gotovog poda.
- Prostori u koje se smještaju vodomjerni ormarići za unutarnju ugradnju moraju biti unutar objekta i u njima temperatura nikad ne smije pasti ispod +5 °C.
- Vodomjerni ormarići za unutarnju ugradnju ne smiju se postavljati na otvorene galerije ili hodnike otvorenog tipa. U tom slučaju, vodomjere treba smjestiti u vodomjerne ormariće za vanjsku ugradnju (tzv. IZO ormariće) ili u zajedničke prostore zatvorenog tipa.

Primjeri vodomjernih ormarića s ugrađenim vodomjerima prikazani su na Sl. 5-1





Sl. 5-1 Primjeri vodomjernih ormarića [Ikom]



Sl. 5-2 Osnovne dimenzije ugradnje sekundarnog vodomjera [Ikom]

#### 5.4. KUĆNI VODOVOD

- Kućni vodovod, odnosno interna vodovodna instalacija su vodovi, uređaji i naprave iza glavnog vodomjera u zgradama koje su spojene na sustav javne vodoopskrbe [1]. Potrebna količina vode ovisi o namjeni zgrade i zahtjevima za kvalitetu vode.
- Od vodomjera cijevni se razvod vodi horizontalno do mjesta na kojima prelazi u vertikale od kojih se po etažama odvajaju grane i ogranci do pojedinih izljevniha mjesta.
- Temeljni razvod obično se vodi prema načelu grananja, ali tada potreba popravka na instalaciji zahtijeva zatvaranje većeg djela interne instalacije. Zato prstenasti sustav nema takvih nedostataka jer voda može doći s dvije strane. Temeljni razvod vodi se ispod stropa podruma ili ispod stropa najniže etaže. Za higijensku distribuciju tople i hladne pitke vode na pojedinim etažama preporučuje se prstenasta instalacija uz kružno provlačenje opskrbnih cijevi. Tako se omogućuju mali presjeci vodova i male količine vode u vodovima, ali i protok kroz sve dijelove cijevi, neovisno o tome koja se mjesta ispusta koriste često ili rijetko ili se uopće ne koriste. Tako

se sprečava stagnacija u jednokatnom distribucijskom sustavu tijekom uobičajene potrošnje. U slučaju zaobilaženja prepreka treba predvidjeti mogućnost pražnjenja toga dijela instalacije. Ako se cjevovod vodi iznad prepreke, treba predvidjeti odzračni ventil da se izbjegne stvaranje zračnih džepova.

U velikim se zgradama razdjelnik (Sl. 5-3) postavlja odmah na ulazu u zgradu, u za to prikladnu prostoriju. Služi kako bi se postigla lakša upotreba, odnosno održavanje instalacije zbog preglednosti i mogućnosti odvajanja pojedinih dijelova zgrade zapornim organima.

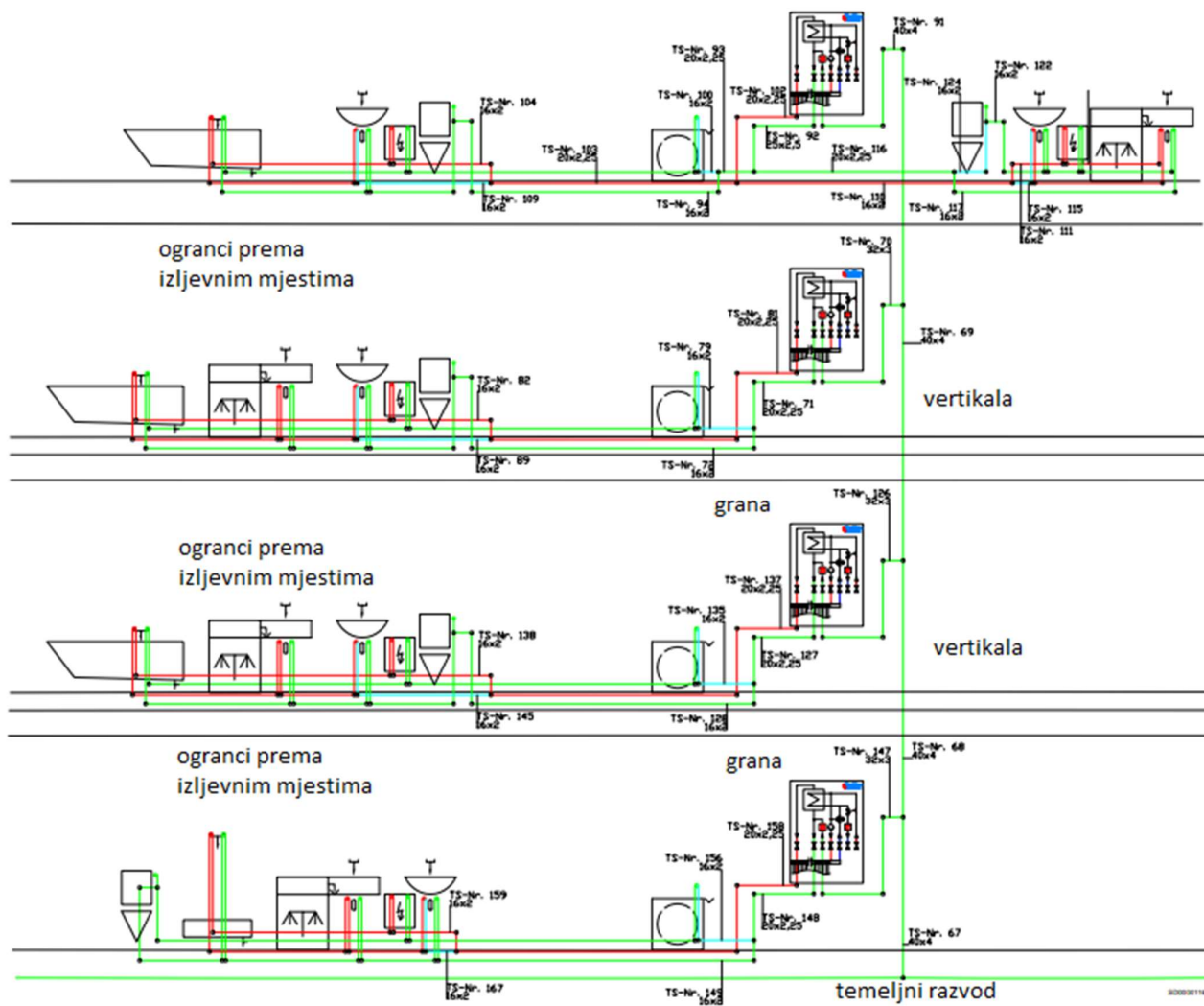


Sl. 5-3 Glavni razdjelnik [Uponor]

Vertikale se odvajaju od horizontalnih vodova i služe za distribuciju vode do viših etaža (

Sl. 5-4). Na mjestu odvajanja obično se postavlja zaporni element s ispusnom slavinom kako bi se u slučaju popravka vertikala mogla odvojiti od ostatka instalacije. Tako se u velikim zgradama olakšava odražavanje vodovodnih instalacija. Svaki zaporni element treba biti na vidljivome mjestu obilježen pločicom kako bi se znalo kojoj vertikali pripada.

Sl. 5-4). Od njih se nastavljaju ogranci do pojedinih izljevniha mjesta obično po zidovima. Pri tome treba paziti na visinu postavljanja spoja na zaporne ventile na svakom sanitarnom elementu. Preporučuje se da visina postavljanja bude oko 20 cm iznad gotovog poda. Ne treba ih postavljati unutar spuštenih stropova i slično jer su onda nepristupačni, a u slučaju puknuća instalacije mogu izazvati veliku štetu.



Sl. 5-4 Načini vođenja instalacije [Uponor]



## 5.5. PROJEKTIRANJE I IZVOĐENJE VODOVODA

Cijevi se postavljaju horizontalno ili vertikalno. Pri postavljanju horizontalnog razvoda treba uzeti u obzir da cijevi trebaju imati blagi pad od 2 do 5 % prema ispusnoj slavini. Tako se sprečava skupljanje zraka u instalaciji i olakšava pražnjenje. Nije dopušteno postavljanje vodovodnih cijevi u dimnjake ili odzračne kanale. Vodovodi se mogu postavljati vidljivo (nadžbukno) ili nevidljivo. Pri nadžbuknom postavljanju cijevi su lako dostupne, sama instalacija je brža i jeftinija, ali zato ih treba redovito čistiti, bojiti i smetaju za smještaj namještaja. Pri podžbuknom vođenju cijevi ne smetaju za namještaj, ali nisu lako dostupne za popravak.

Vodovodne i kanalizacijske instalacije u sanitarnim prostorijama mogu se voditi nevidljivo na tri osnovna načina:

- podžbukno
- u instalacijskom oknu
- s pomoću predzidnih instalacijskih sustava.

Podžbukno polaganje instalacija koristi se u najvećem broju slučajeva. Instalacije se pri tome polažu u utore u zidu na koje se potom postavlja odgovarajuća obloga. Ti utori **trebaju biti predviđeni pri gradnji**, a njihovu naknadnu izradu (obijanjem ili urezivanjem) valjalo bi izbjegavati. Na podžbukno položenim instalacijama često je teško naknadno izvoditi popravke ili dodavati nove priključke jer se mora skidati obloga (žbuka, pločice i sl.).

Polaganje u instalacijskom oknu vrlo je prikladno jer se instalacije u pravilu pričvršćuju na zid i nalaze se u posebnom međuprostoru, gdje su od pogleda i vanjskih utjecaja skrivene posebnim pokrovnim zidom.

Instalacije se na osnovni, nosivi zid pri tome pričvršćuju s pomoću uobičajenih pričvršnih elemenata ili posebnih čeličnih montažnih okvira. Ipak, međuprostor i pokrovni zid smanjuju ukupnu raspoloživu površinu sanitarne prostorije, a valja reći kako je međuprostor savršeno okružen za razvoj i boravak raznih organizama (kukci i sl.).

Polaganje s pomoću predzidnih sustava sve se češće susreće, osobito u novogradnjama. Za postavljanje i provođenje instalacija (cijevi i priključaka) pri tome služe tzv. pomoćni montažni okviri ili instalacijski blokovi na koje se potom vrlo jednostavno i brzo postavljaju pripadni sanitarni elementi (umivaonici, kade, zahodske školjke itd). Prostor između pojedinih predzidnih elemenata u pravilu se pokriva odgovarajućim materijalom (npr. gipskartonskim pločama) na koji se potom postavlja žbuka, pločice itd.

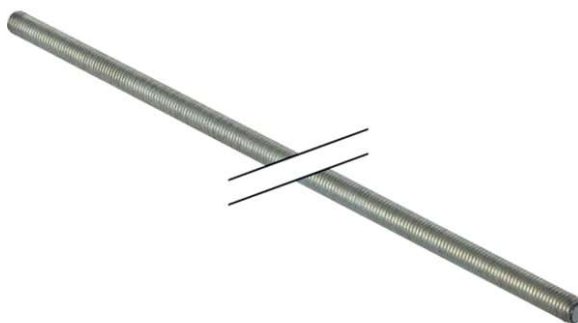
### 5.5.1. PRIČVRŠĆIVANJE VODOVA

Neovisno o odabiru postavljanja cjevovoda za pitku vodu, cijevi se moraju učvrstiti uz pomoć držača cijevi. Oni se montiraju u zidove, a najviše se koriste obujmice prikazane na Sl. 5-5, koje se učvršćuju u zid s pomoću navojne šipke Sl. 5-6. Cijevi se mogu vješati i na stropove za što se koriste držači u obliku vješalica. Držači su opremljeni gumenim obručem, prstenom, kako bi se osigurala elastična veza i spriječio prijenos buke s instalacija na podlogu.

Kako bi se izbjegla mogućnost savijanja cijevi, za svaku vrstu materijala propisani su razmaci na kojima se držači postavljaju. Uobičajena udaljenost između zida i cijevi je 2 – 4 cm.



Sl. 5-5 Cijevna obujmica [Geberit]



Sl. 5-6 Navojna šipka [Geberit]

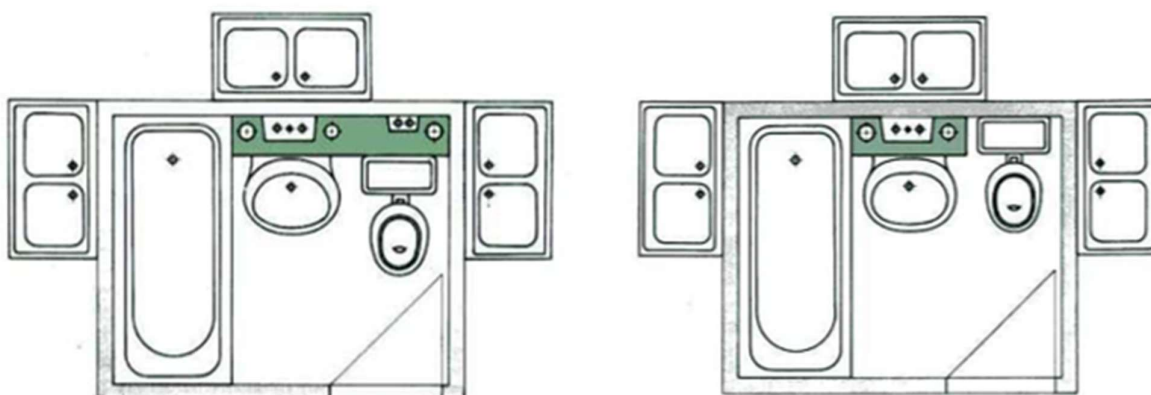
### 5.5.2. INSTALACIJSKI ŠAHTOVI

Instalacijski šahтови za vođenje cijevi (Sl. 5-7) služe za vođenje vertikala od temeljnog razvoda na najnižoj etaži. Dimenzije im ovise o broju i veličini cijevi, a omogućuju jednostavno vođenje cijevi u smislu skrivanja instalacija uz dobru pristupačnost pri održavanju.



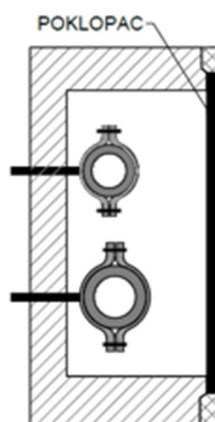
Sl. 5-7 Vođenja instalacije unutar instalacijskog šahta [TECE]

Ovisno o obradi zidova i konačnom izgledu prostorije, instalacijski šahтови obzidavaju se opekom ili gipsanim kartonskim pregradama kao što se vidi na Sl. 5-8. Cijevi vođene unutar šahta moraju biti izolirane i toplinski i zvučno. Pozicije šahtova treba razraditi pri izradi projektne dokumentacije. Ovo je važno jer se šahтови rade pri izgradnji. Naknadno urezivanje skup je i nepotreban posao, pogotovo ako je riječ o armiranom betonu kao materijalu. Pravilnim razmještajem šahtova u fazi projektiranja postižu se znatne uštede pri izgradnji, a na kraju i izgled prostora.



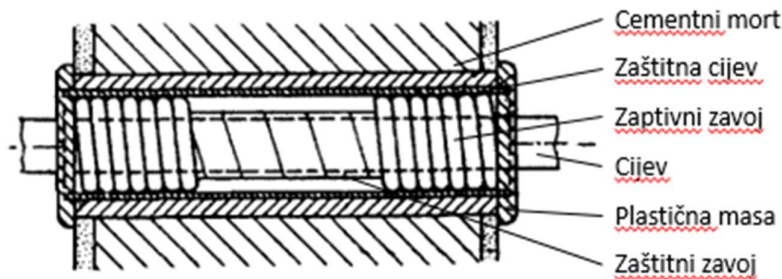
Sl. 5-8 Primjer instalacijskih šaftova [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Ako zidovi nisu dovoljne debljine, nemoguće je voditi cijev a da se ne naruši funkcija zida. Zato je u takvim slučajevima potrebno dodati zid (gipsanu kartonsku pregradu) kako bi se omogućio smještaj cijevi (Sl. 5-9).



Sl. 5-9 Primjer instalacijskih šaftova [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Prodore cijevi kroz zidove i stropove treba pomno izvesti kako bi se izbjeglo razaranje cijevi zbog toplinske dilatacije zgrade i samih cijevi, kao i svih drugih pomicanja zbog vibracija od prometa, potresa, slijeganja tla itd. Prodori se izvode tako da se cijev provuče kroz drugu, zaštitnu cijev čiji je promjer 4 cm veći od vanjskog promjera vodovodne cijevi. Prostor između cijevi ispunjava se kudeljom u bitumenu i sl. Danas se brtvljenje obavlja i gumenim prstenima.



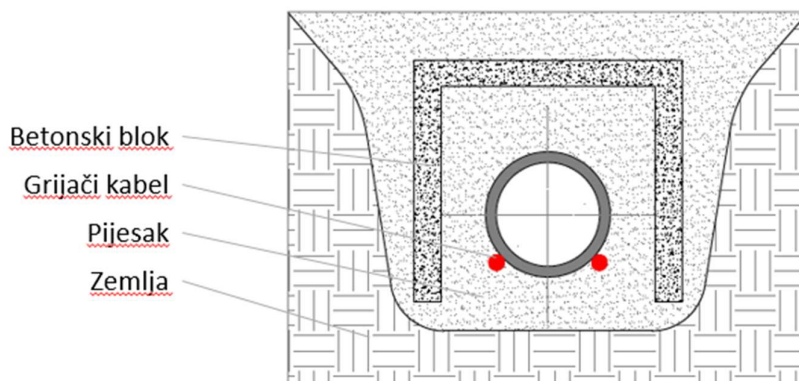
Sl. 5-10 Prodor cijevi kroz zid [ilustraciju izradila I. Abrashi]

### 5.5.3. ZAŠTITA OD SMRZAVANJA

Ako je voda u cijevima dugo izložena temperaturama ispod 0 °C, dolazi do smrzavanja. Kod vode toplinsko rastezanje nije pravilno kao kod drugih tekućina. Voda se, naime, steže zagrijavanjem do +4 °C i tu ima najmanji volumen i najveću gustoću. Kod hlađenja ispod +4 °C voda se širi, a ne steže kao druge tvari pa ovu nepravilnost nazivamo anomalija vode. Zbog ove pojave dolazi do pucanja cjevovoda za pitku vodu pa ih je potrebno zaštititi. Cjevovode možemo zaštititi pravilnim pozicioniranjem, grijanjem cijevi, toplinskom zaštitom ili jednostavno pražnjenjem cijevi kad se zgrada ne koristi dulje vrijeme.

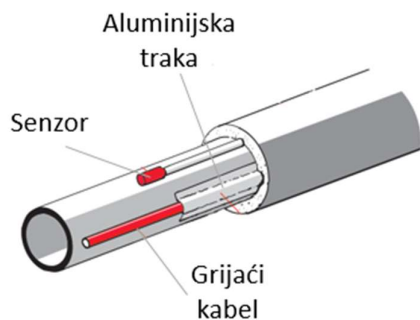
Pri projektiranju vodovoda cijevi ne treba postavljati u vanjske dijelove zida ili negrijanje dijelove zgrade. Kad se zgrade ne koriste dulje vrijeme zimi, treba predvidjeti na dijelovima instalacije ventile za punjenje/pražnjenje kako bi se sustav mogao isprazniti te spriječiti opasnost od smrzavanja.

Cijevi se mogu zagrijavati električnim grijačima. Na Sl. 5-11 prikazan je način vođenja u zemlji s grijaćim kabelom kao zaštitom od smrzavanja.



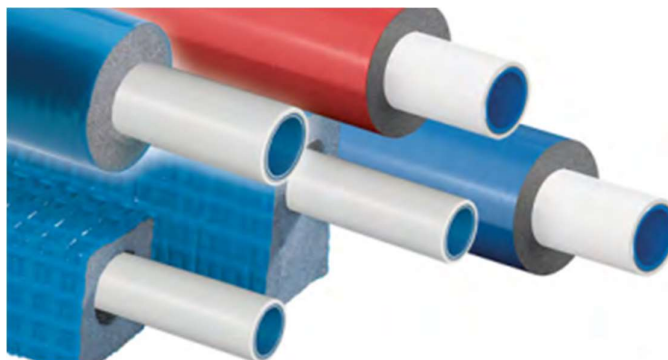
Sl. 5-11 Primjer podzemnog vođenja cjevovoda izvan zgrade [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Cijevi vođene unutar negrijanih podruma ili tavanjskih prostora također mogu biti zaštićene od smrzavanja što je vidljivo na Sl. 5-12.



Sl. 5-12 Primjer nadžbuknog vođenja cjevovoda unutar negrijanih prostorija zgrade [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Zaštita od smrzavanja može se ostvariti upotrebom toplinske izolacije pri čemu se koriste materijali kao što je mineralna vuna, polietilenska pjena (Sl. 5-13) i sl.



Sl. 5-13 Kompozitne cijevi tvrtke Udonor tvornički ugrađene u toplinsku izolaciju [Udonor]

#### 5.5.4. ZAŠTITA OD BUKE

Uzroci nastanka buke u instalaciji vodovoda su:

- prevelika brzina vode u cijevi
- promjene u dimenziji ili smjeru vođenja cijevi
- hidraulički udari
- mjehurići zraka
- vibracije i buka pumpi
- buka mlaza vode pri istjecanju.

Ovi se uzroci mogu spriječiti dobrim vođenjem instalacija, kao i zvučnom izolacijom. Pod time podrazumijevamo da projektant rasporedi vodove u skupine, odnosno da unutar instalacijskih šahtova sanitarija smjesti cijevi pitke sanitarne vode i kanalizacije koje se tada mogu zvučno izolirati. Tako je izbjegnuto vođenje



instalacija kroz dnevni boravak, spavaće sobe i slične prostorije u kojima treba zadovoljiti kriterij ugodnosti boravka. Dakle, arhitektonsko rješenje zgrade u ovome ima veliku važnost. To znači da se toaleti trebaju projektirati uz kuhinje jer obje prostorije trebaju pitku vodu i odvodnju.

Buka koja nastaje zbog prevelike brzine strujanja vode opet je posljedica lošeg projekta vode i kanalizacije jer to znači da cijevi nisu dobro dimenzionirane. Preporučljiva brzina strujanja vode iznosi od 1 do najviše 2 m/s i mora biti podjednaka u cijeloj instalaciji, a proračun treba biti prema normama i na način opisan u poglavlju 3.

Komplet za zvučnu zaštitu tvrtke Uponor (Sl. 5-13) smanjuje prijenos buke koja nastaje u strukturi od instalacije do zidne strukture i kompatibilan je s montažnim pločama i priрубnicama, kao i s montažnim šinama istog proizvođača.



Sl. 5-14 Komplet za zvučnu zaštitu [Uponor]

Neki proizvođači razvili su priključne kutije za instalaciju u sustave pregradnih zidova (Sl. 5-14) s izolacijskim tijelom od visokokvalitetne poliuretanske (PU) pjene, zatvorenih ćelija, s optimalnom zvučnom izolacijom u skladu sa standardima DIN 4109 i VDI 4100:2012-10, kao i dobrim izolacijskim značajkama.



Sl. 5-15 Komplet za zvučnu zaštitu [Uponor]

## 6. POTROŠNA TOPLA VODA

Sustavi pripreme tople vode trebaju osigurati dovoljnu količinu tople vode za higijenske potrebe, pripremu hrane i pranje te tehničke potrebe na svakom potrošnom mjestu u zgradi.

Sustave za pripremu PTV-a možemo podijeliti:

1. **Prema mjestu postavljanja** sustava u odnosu na potrošače:
  - individualna priprema tople vode – lokalni
  - uređaj smješten na jednome mjestu za više potrošača – središnji.
2. **Prema tlaku vode** u sustavima pripreme:
  - niskotlačni (atmosferski tlak u bojleru i mreži)
  - visokotlačni (tlak u sustavu jednak je ili veći od tlaka u vodovodnoj mreži).
3. **Prema vremenu zagrijavanja** tople vode uređaji se dijele na:
  - protočne (voda se zagrijava tijekom potrošnje pri protjecanju kroz grijač)
  - akumulacijske (veća količina vode zagrijava se prije početka potrošnje)
  - kombinirane (koriste oba načina pripreme istodobno).
4. **Prema vrsti energenta (goriva)** u sustavima pripreme tople vode mogu biti:
  - uređaji s izravnim izgaranjem
  - električni uređaji
  - uređaji koji koriste posredni medij za grijanje.

### 6.1. LOKALNA PRIPREMA POTROŠNE TOPLE VODE

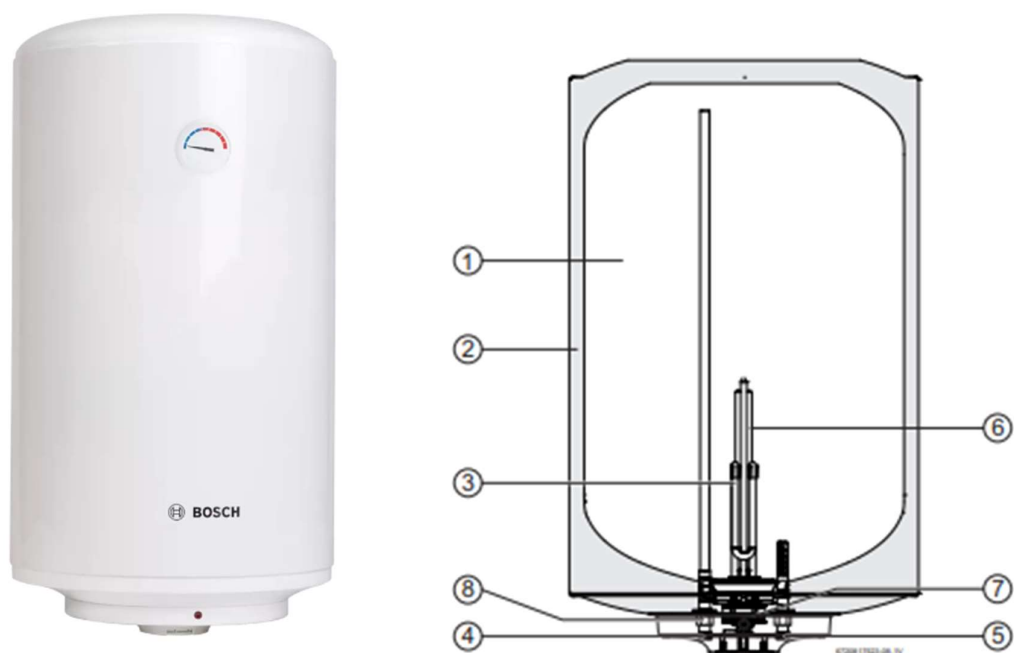
Značajka lokalnih uređaja je priprema potrošne tople vode na samome mjestu upotrebe. Pri ovom načinu pripreme voda iz vodovoda dovodi se do grijača gdje se zagrijava neposredno prije upotrebe.

#### 6.1.1. ELEKTRIČNI GRIJAČI

U ovim se uređajima voda zagrijava s pomoću električne energija koja se pretvara u toplinsku. Neke od prednosti upotrebe električnih bojlera su jednostavnost montaže (potrebno je samo dovesti električne vodove, ne treba dimnjak), jednostavno rukovanje i nije potrebno rješavati skladištenje goriva, odnosno njegov transport i priključenje na komunalnu infrastrukturu.

Najčešće se koriste akumulacijski električni grijači u kojima se veća količina vode zagrije te je stalno na raspolaganju Sl. 6-1.





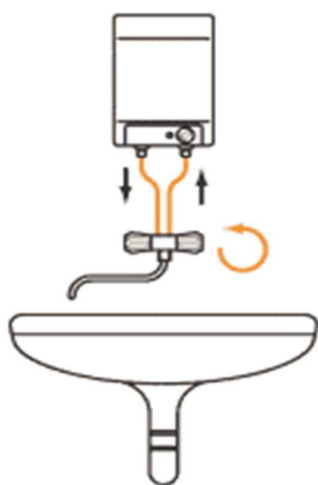
Sl. 6-1 Akumulacijska električna grijalica vode [Bosch]

Sastoje se od posude spremnika za pitku vodu (1) u koji je uronjen električni grijač (3), a izvana se bojler oblaže omotačem od čeličnog lima. Prostor između ispunjen je izolacijom (2) koja sprečava brzo gubljenje topline. Bojler se na vodovodnu mrežu unutar zgrade spaja s pomoću priključaka 4 i 5. Magnezijeva anoda (6) služi zaštiti od korozije, a za upravljanje je predviđen sigurnosni graničnik temperature i regulacija (7).

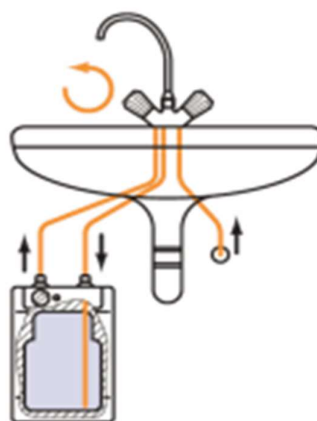
Za izljevna mjesta s manjom potrošnjom ili u slučajevima kad kupaoonica i kuhinja nisu blizu koriste se male električne akumulacijske grijalice vode kapaciteta od 10 do 15 litara, mogućnost donje (T) montaže prikazane na Sl. 6-2 ili gornje (B) montaže. Načini montaže prikazani su na Sl. 6-3. Priključci dovoda i odvoda vode od nehrđajućeg su čelika.



Sl. 6-2 Akumulacijska električna grijalica vode [Bosch]



B-montaža

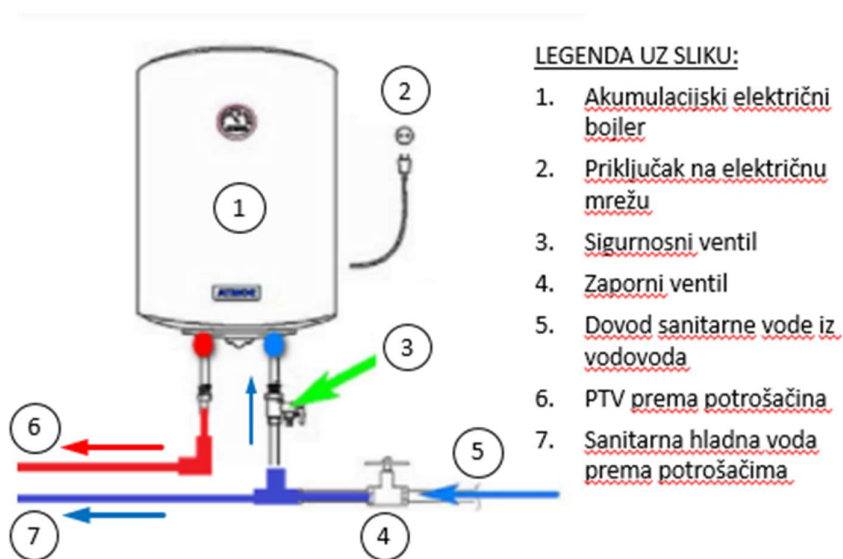


T-montaža

Sl. 6-3 Primjer montaže [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Ovakvi uređaji mogu se postaviti ispod sudopera unutar kuhinjskih elemenata. Glavna prednost im je mala instalirana električna snaga (do 2 kW).

Električne grijalice vode mogu biti niskog tlaka kad je u spremniku atmosferski tlak ili visoki tlak u slučaju tlaka vodovodne mreže u spremniku. Uglavnom se koriste uređaji visokog tlaka Sl. 6-4 jer mogu opskrbiti više izljevni mjesta. Zbog većih tlakova ovakvi sustavi obavezno trebaju imati sigurnosni ventil.



Sl. 6-4 Primjer armature uz visokotlačnu akumulacijsku električnu grijalicu [ilustraciju izradila I. Abrashi]

Osim ovih akumulacijskih koriste se i protočne električne grijalice vode. Ovakve su grijalice manjih dimenzija jer nemaju spremnik, ali zato imaju grijače veće snage od 12, 18 i 21 kW. Postavljanje ovakvih protočnih električnih grijača zahtijeva trofaznu mrežu i veće presjeke električnih kabela od uobičajenih. S obzirom na navedeno, potrebno je ishoditi dozvolu lokalnog distributera električne energije. Kako ne postoji

akumulirana zagrijana voda, punjenje kade traje mnogo duže nego kod akumulacijskih uređaja pa je upotreba protočnih grijalica ograničena za pripremu vode za kuhinjski sudoper ili sl.

### 6.1.2. PLINSKI GRIJAČI

Priprema vode u ovim uređajima je temeljena na izgaranju gradskoga ili zemnog plina u ložištu. Zagrijavanje vode s pomoću ovih uređaja je brzo, a stupanj iskoristivosti je visok. Nedostatak je potreba za plinskom instalacijom, odnosno priključenjem na javnu mrežu distributera plina. Osim toga, potrebno je predvidjeti dimnjak za odvod produkata izgaranja u ložištu. Plinski grijači potrošne tople vode uvijek su visokotlačni i uglavnom protočni.

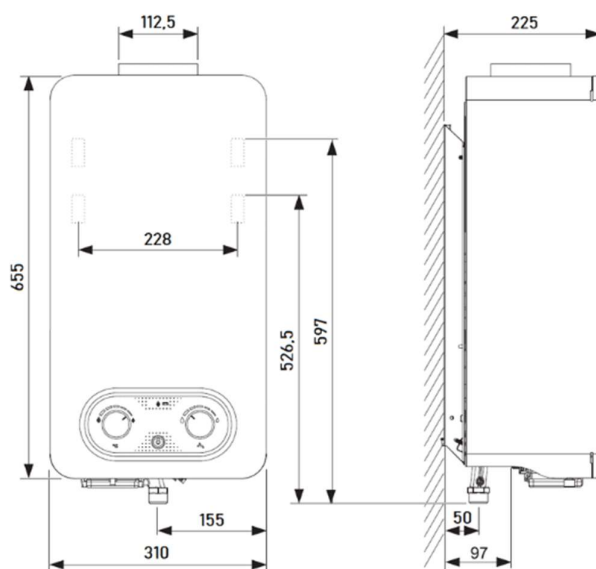
Voda se u bojleru zagrijava neposredno prije potrošnje, pri čemu izmjena topline počinje otvaranjem protoka kroz trošilo.

#### Prednosti protočnih sustava:

- potrošači su uvijek opskrbljeni svježom neustajalom vodom
- grijanje vode u protoku
- zauzimaju malo prostora u odnosu na proizvedenu količinu tople vode.

#### Nedostaci protočnih sustava:

- taloženje vodenoga kamenca u grijaćim cijevima
- nisu prikladni za pogone s promjenjivom potrošnjom tople vode.



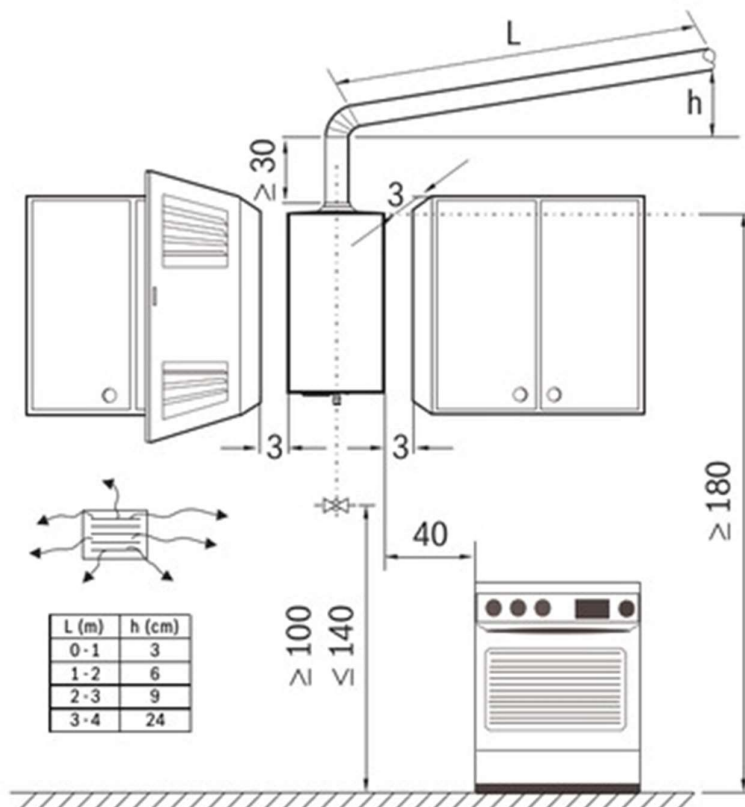
Sl. 6-5 Primjer plinskog grijača [Bosch]

Na Sl. 6-5 prikazan je protočni plinski uređaj namijenjen samo grijanju potrošne tople vode. Ovakav uređaj je malih dimenzija pa je jednostavan za ugradnju. Veliki nedostatak ovih uređaja je uzimanje zraka za izgaranje iz prostora u kojem se nalaze. Prostorija zato mora ispunjavati dva uvjeta:

1. Prostorija u kojoj je smješten bojler mora imati volumen jednak ili veći od  $1 \text{ m}^3/\text{kW}$  nazivne snage bojlera (npr.  $Q_B = 17.5 \text{ kW}$ , prostorija mora imati  $V \geq 17.5 \text{ m}^3$ ).

2. Volumen prostorije potreban da se iz prostorije može uzimati zrak potreban za izgaranje iznosi 4 m<sup>3</sup>/kW nazivne snage uređaja.

Potreban volumen može se dobiti, ako je prvi uvjet zadovoljen, povezivanjem prostorije u kojoj je uređaj sa susjednom prostorijom ugradnjom rešetke pri dnu i vrhu vrata površine od 150 cm<sup>2</sup> svaka. Ovakvi grijači vežu se na klasičan dimnjak. Zbog navedenoga ovakvi se uređaji rijetko koriste.



Sl. 6-6 Primjer pozicije za instalaciju plinskoga grijača [Bosch]

Najčešće se koriste kombinirani plinski uređaji (Sl. 6-7 ) koji služe za grijanje prostora i potrošne tople vode. U skladu s odredbom EU-a o prelasku na kondenzacijsku tehnologiju zbog povećanja energetske učinkovitosti danas se u novim zgradama, u kojima je predviđeni energent za grijanje i pripremu PTV plin, projektiraju isključivo kondenzacijski bojleri koji zrak za izgaranje uzimaju izvana preko zrakodimovodne cijevi.



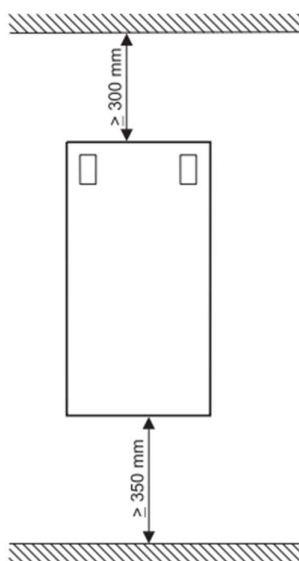
Sl. 6-7 Kombinirani plinski uređaj [Bosch]

Ovi uređaji kao i spajanje na dimnjak opisani su u skripti Instalacije grijanja – skripta za studente Arhitektonskog fakultet, 1. dio, ISBN: 978-953-8042-76-8.

I na plinskim uređajima postoje akumulacijski spremnici potrošne tople vode koji dolaze u dvije varijante:

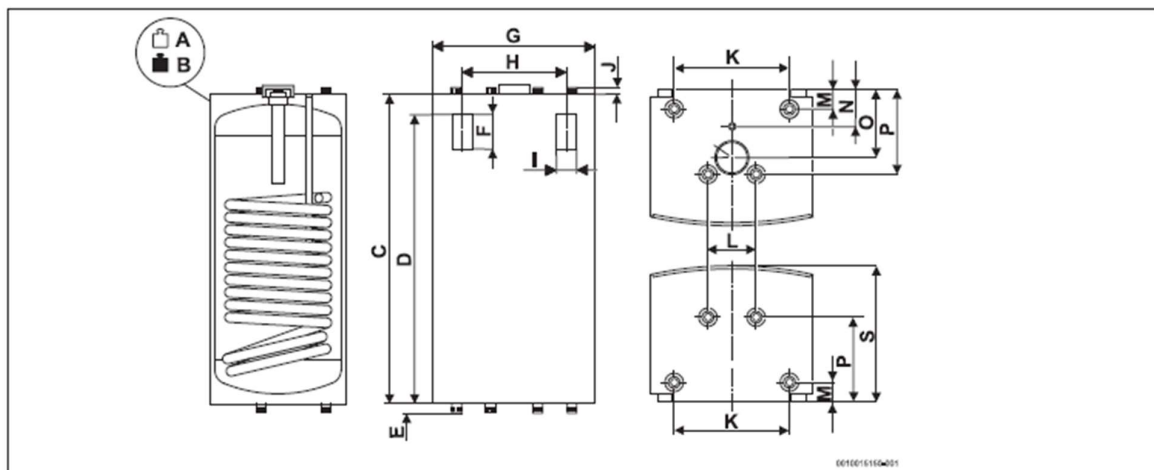
- mogućnost montaže na zid
- mogućnost montaže na pod.

Akumulacijski spremnici koji se montiraju na zid manjih su volumena (do 65 l). Na Sl. 6-6 prikazane su preporučene udaljenosti pri smještaju ovih spremnika.



Sl. 6-8 Neizravno zagrijavani spremnik za montažu na zid [Bosch]

S obzirom na dimenzije (Sl. 6-9), mogu se koristiti u manjim stanovima gdje se mogu montirati uz plinski kondenzacijski grijač.



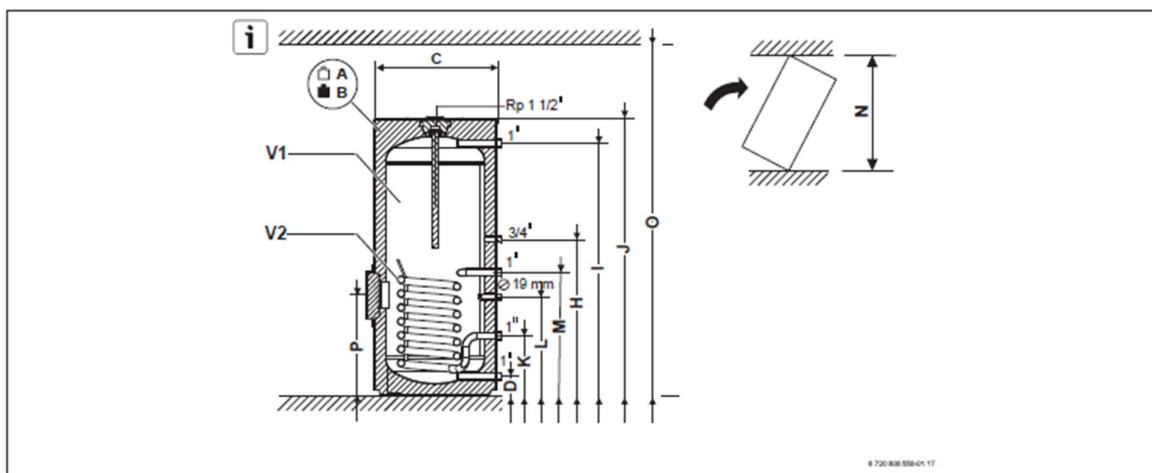
| Jedinica |    | W 65 OB |
|----------|----|---------|
| A        | kg | 47      |
| B        | kg | 112     |
| C        | mm | 840     |
| D        | mm | 808     |
| E        | mm | 24,5    |
| F        | mm | 90      |

| Jedinica |    | W 65 OB |
|----------|----|---------|
| G        | mm | 440     |
| H        | mm | 318     |
| I        | mm | 50      |
| J        | mm | 20      |
| K        | mm | 314     |
| L        | mm | 130     |

| Jedinica |    | W 65 OB |
|----------|----|---------|
| M        | mm | 53      |
| N        | mm | 100     |
| O        | mm | 185     |
| P        | mm | 230     |
| S        | mm | 370     |

Sl. 6-9 Dimenzije neizravno zagrijavanog spremnika volumena 65 litara za montažu na zid [Bosch]

Akumulacijski spremnici koji se montiraju na pod (Sl. 6-9) većih su volumena (120 – 300 l). Obično se koriste u većim stanovima (više od 100 m<sup>2</sup>) i obiteljskim kućama.

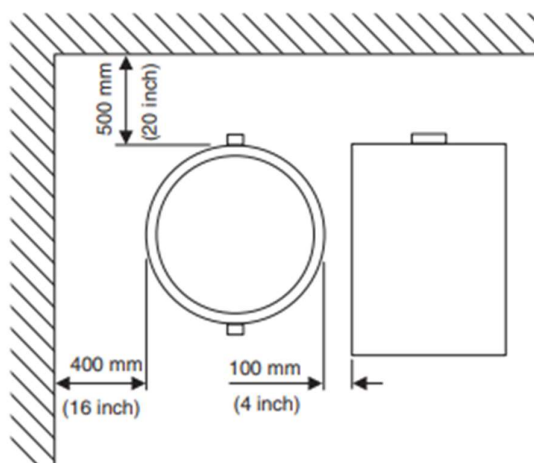


|   | Jedinica | WSTB 160 | WSTB 200 | WSTB 300 C |
|---|----------|----------|----------|------------|
| A | kg       | 42       | 48       | 74         |
| B | kg       | 198      | 245      | 371        |
| C | mm       | 550      | 550      | 670        |
| D | mm       | 81       | 81       | 81         |
| E | mm       | 265      | 265      | 318        |
| F | mm       | 443      | 443      | 617        |
| G | mm       | 553      | 553      | 722        |
| H | mm       | 703      | 878      | 903        |
| I | mm       | 1138     | 1398     | 1355       |
| J | mm       | 1193     | 1453     | 1406       |
| K | mm       | —        | —        | —          |

|    | Jedinica | WSTB 160 | WSTB 200 | WSTB 300 C |
|----|----------|----------|----------|------------|
| L  | mm       | –        | –        | –          |
| M  | mm       | –        | –        | –          |
| N  | mm       | 1320     | 1560     | 1560       |
| O  | mm       | 1760     | 2020     | 1980       |
| P  | mm       |          | –        | 428        |
| V1 | l        | 156      | 197      | 297        |
| V2 | l        | –        | –        | –          |
|    | m²       | –        | –        | –          |
| V3 | l        | 4,4      | 4,4      | 7,1        |
|    | m²       | 0,6      | 0,6      | 1,05       |

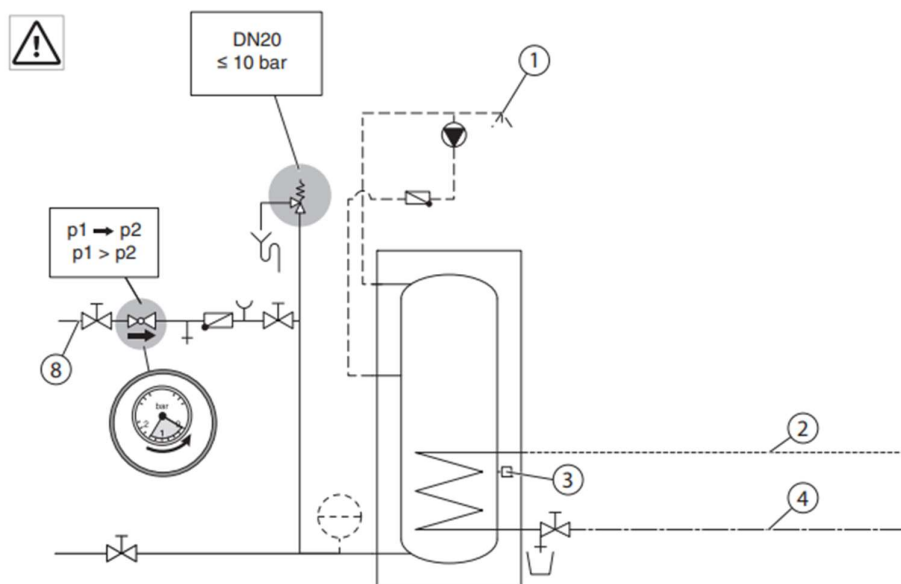
Sl. 6-10 Dimenzije neizravno zagrijavanog spremnika volumena od 120 do 300 litara za montažu na pod [Bosch]

Na slici 6-11 prikazane su preporučene udaljenosti pri smještaju stojećih spremnika.



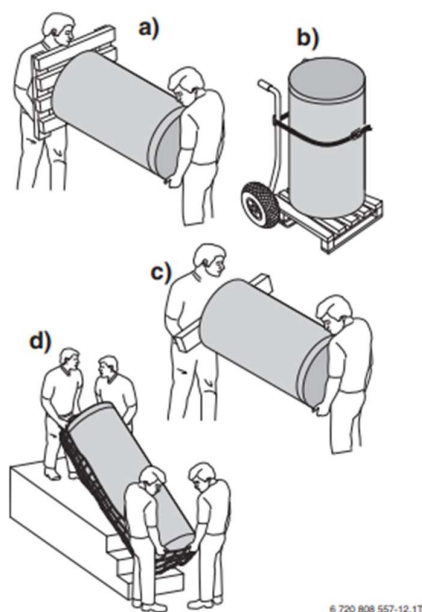
Sl. 6-11 Prikaz smještaja spremnika i plinskoga kondenzacijskog bojlera [Bosch]

Shematski prikaz spajanja spremnika s plinskim kondenzacijskim uređajem prikazan je na Sl. 6-12. Vodovi 2 i 4 spajaju se na plinski kondenzacijski grijač. Oznaka 1 označava vod tople vode u zgradi. Oznakom 3 obilježen je osjetnik temperature potrošne tople vode, a 8 je vod hladne pitke vode iz vodovoda.



Sl. 6-12 Shematski prikaz spajanja spremnika s plinskim kondenzacijskim bojlerom [Bosch]

S obzirom na veličinu i težinu ovih spremnika, na Sl. 6-13 prikazani su načini transporta, pri čemu treba paziti da se pri projektiranju vrata i hodnika do prostorije za njihov smještaj uzmu u obzir dimenzije spremnika.



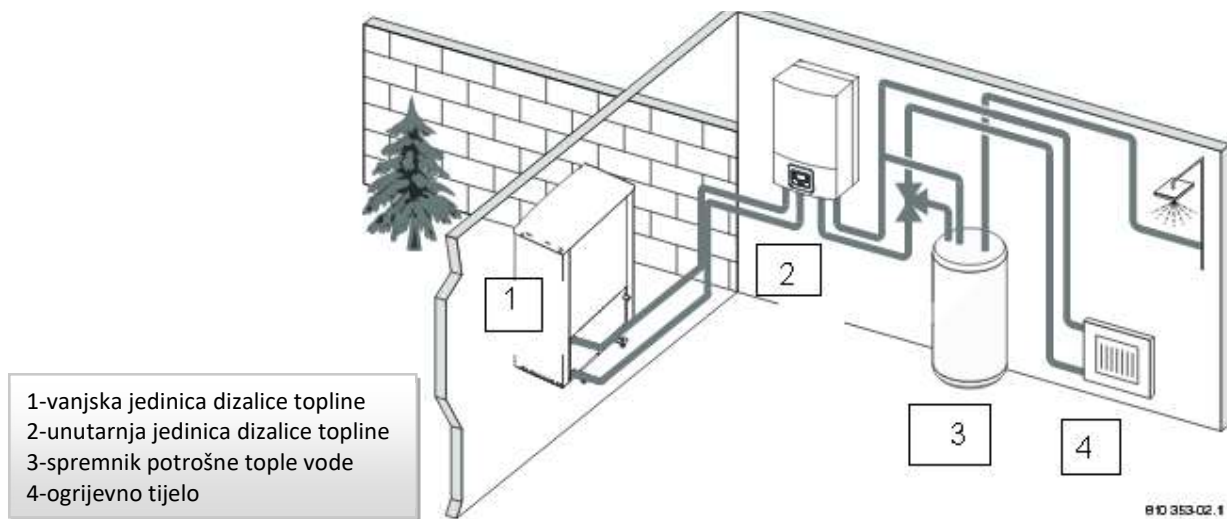
Sl. 6-13 Transport akumulacijskog spremnika [Bosch]

Kad spremnik nose dvije osobe (a i b varijanta), treba ostaviti dovoljno prostora za lakše nošenje. Varijanta b, odnosno kolica ili viljuškar su najpovoljnije, a na varijanti d monter moraju koristiti mrežu, stoga tijekom transporta spremnika treba izbjegavati stubišta. Ovo vrijedi i za zidne spremnike volumena većeg od 65 litara.



Uporaba Sunčeve energije za pripremu potrošne tople vode je sve češća, pogotovo u našem priobalnom području i na otocima. Najčešće se koriste solarni sustavi s prisilnom cirkulacijom s pomoću pumpe. Ovi uređaji kao i spajanje opisani su u skripti Instalacije grijanja – skripta za studente Arhitektonskog fakultet, 1. dio, ISBN: 978-953-8042-76-8.

Ako se dizalica topline koristi za grijanje i pripremu potrošne tople vode, potrebno je priključiti spremnik potrošne tople vode (Sl. 6-14).



Sl. 6-14 Shematski prikaz dizalice topline s vanjskom i unutarnjom jedinicom te spremnikom tople vode [Bosch]

## 7. PRIPREMA I UPOTREBA KIŠNICE

Svaki čovjek može mnogo učiniti za smanjenje potrošnje vode za piće. Svakog se dana potroši oko 45 litara vode za radnje koje trebaju pitku vodu (ispiranje zahoda, praonice rublja, čišćenje, pranje automobila, zalijevanje vrta). Stoga se voda koja nije za piće može zamijeniti kišnicom. **KAKVOĆA KIŠNICE**

Kišnica, koja se prikuplja preko krovova i drugih uređaja, mora u higijenskom, tehničkom i estetskom smislu zadovoljavati sljedeće zahtjeve:

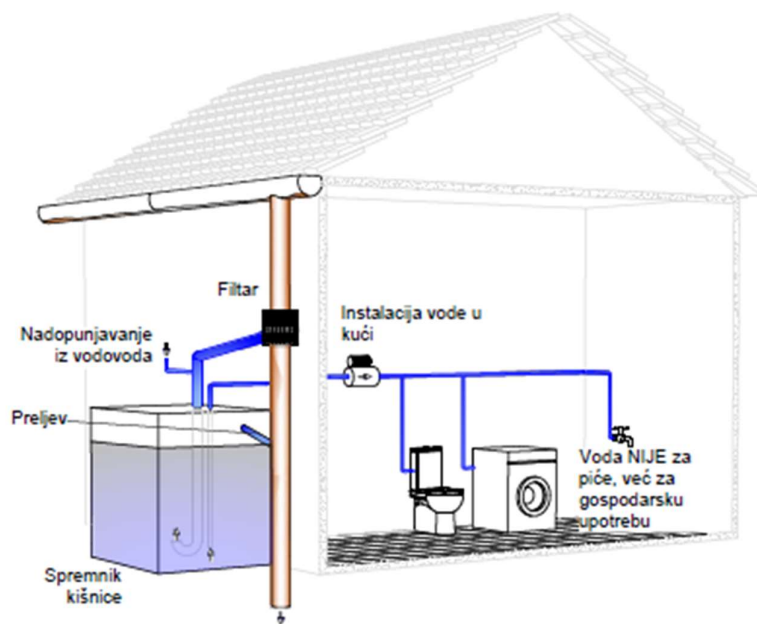
- mora biti higijenski besprijekorna
- ne smije uzrokovati koroziju, što znači da ne smije imati agresivnih primjesa
- ne smije sadržavati tvari koje uzrokuju zamućenja, masti i pjene.

Obilježje kišnice je da je mekana i ne sadržava nikakve minerale, što je velika prednost prema podzemnim vodama koje otapaju minerale iz tla. Kišnica zbog svojih svojstava ima prednost pri uporabi u perilicama rublja jer pri uporabi ne nastaje kamenac. Smanjuje se potreba prašaka za pranje jer u prašku nisu potrebne tvari za omekšavanje vode (polifosfati) koji su štetni za okoliš. Kišnica je pogodnija od podzemne vode i za zalijevanje vrtova jer ne sadržava željezo, mangan i ostale metale. Njezinom uporabom pri ispiranju zahoda, u kadama za kupanje i grijačima ne nastaje kamenac.

Kišnica može sa sobom donijeti lišće, grančice, čestice prašine koje preuzima tijekom prolaska kroz atmosferu ili u kontaktu s neodgovarajuće odabranim materijalima sustava. Protiv većih naslaga (lišće, grančice) pomažu fine rešetke, a zatim filteri koji sadržavaju aktivni ugljen. Ugradnja tih filtara sasvim je dovoljna, a ugradnja pješčanih filtara znatno bi poskupjela uporabu. Kišnica za uporabu mora biti besprijekorno čista. Ne smije sadržavati tvrde čestice, sluzaste tvari i masnoće te razne kemikalije i mikroorganizme. Da bi se izbjegli problemi s bakterijama i algama, kišnica se sprema u neprozirne spremnike koji mogu biti od nehrđajućeg čelika ili plastike, a najbolje je da su od fino obrađenog betona.

### 7.2. SUSTAVI ZA UPOTREBU KIŠNICE

Kišnica koja dolazi s krova vodi se po cijevima za skupljanje, tj. žljebovima do vertikalnih cijevi koje vode u glavni spremnik, odakle se crpi u dnevni spremnik (pri manjim sustavima nije potreban), a zatim u mrežu do pojedinih trošila. Ako se kišnica rabi samo za zalijevanje vrta, dovoljan je spremnik ispod odvoda s krova koji se samostalno puni. Dobro je da je takav spremnik u podnožju zida da bi se spriječilo prolijevanje vode po okolini. Sustav za kuće shematski je prikazan na Sl. 6-14.



Sl. 7-1 Sustav za upotrebu kišnice [ilustraciju izradila I. Abrashi]

#### 7.2.1. KROV (SLJEVNA POVRŠINA)

Najpovoljnije su glatke površine, a zatim glineni pokrovi, umjetne tvari ili škrljevac. Neprimjereni su krovovi s grubim betonskim crijepom, bitumenskim pokrovom. U tim se krovovima zadržava prašina i ostale nečistoće. Ako je krov pokriven metalnim pokrovom, mora se računati s višim sadržajem metala u vodi.

#### 7.2.2. CIJEVI ZA DISTRIBUCIJU KIŠNICE

U odabiru materijala te izvedbi cijevi potrebno je razmotriti valjane tehničke propise odvodnje oborinskih voda s građevina i tla. Mreža mora biti označena da bi se razlikovala od mreže za pitku vodu.

#### 7.2.3. FILTRACIJA

U vertikalnom žlijebu koji se proteže od krova nalaze se dva filtra. Najprije tzv. skupljač lišća koji ima oblik sita i umetnut je u žlijeb te se na njemu zaustavljaju veće čestice, lišće i grančice. Čisti se ručno. Drugi filtar, tzv. separator, smješten je prije ulaska u spremnik. Prije ulaska u distribucijsku mrežu voda putuje i kroz fini filtar s aktiviranim ugljenom. Ovaj i ostali postupci obrade vode obrađeni su u ovoj skripti u poglavlju 2.5.

#### 7.2.4. SPREMNIK

Spremnici mogu biti:

- u zemlju ukopane plastične cisterne
- napuštene cisterne za loživo ulje (nakon unutarnjeg čišćenja i plastičnog premaza)
- plastične cisterne smještene u podrum
- betonske cisterne
- razni drugi spremnici.

Za novogradnje se preporučuju spremnici koji su ukopani u zemlju gdje su zaštićeni od sunca i topline. U postojećim građevinama plastični se spremnici često postavljaju u podrum, što je povoljnije nego u razna spremišta ili garaže jer je u podrumu najmanja opasnost od zamrzavanja pa vodu zimi ne treba ispuštati.

#### **7.2.5. USISNE CIJEVI I PUMPE**

Usisna cijev (može biti pričvršćena ili pokretna) povezuje spremnik s tlačnom crpkom, odnosno s uređajem za povećanje pritiska. Kako kišnica u spremniku nije pod pritiskom, mora se postaviti sustav za povećanje pritiska koji je potreban da bi se kišnica dovela do pojedinih ispusta. Za ovu namjenu mogu se koristiti sustavi spomenuti u skripti u poglavlju 2.6.

#### **7.2.6. ISPUSNA MJESTA**

Potrebno je vidljivo označivanje mjesta za ispust kišnice s upozorenjem da voda nije pitka. Ako su slavine dostupne djeci, preporučuje se uklanjanje gornjeg dijela slavine s kojim se otvara.

Popis literature:

- [1] OPĆI I TEHNIČKI UVJETI VIOŽŽ d.o.o. (Glasnik Zagrebačke županije br. 10/2017)  
[<https://viozz.hr/zakoni-uredbe-i-pravilnici>]
- [2] Specifikacije za instalacije unutar zgrada za dovod vode za ljudsku uporabu – 1. dio: Općenito  
norma HRN EN 806-1:2000
- [3] Specifikacije za instalacije unutar zgrada za dovod vode za ljudsku uporabu – 2. dio: Projektiranje  
norma HRN EN 806-2:2005
- [4] Specifikacije za instalacije unutar zgrada za dovod vode za ljudsku uporabu – 3. dio: Određivanje  
veličine cijevi – Pojednostavnjena metoda norma HRN EN 806-3:2007
- [5] Vodomjeri za hladnu pitku i vruću vodu – 1. dio: Mjeriteljski i tehnički zahtjevi  
norma HRN EN ISO 4064-1:2017