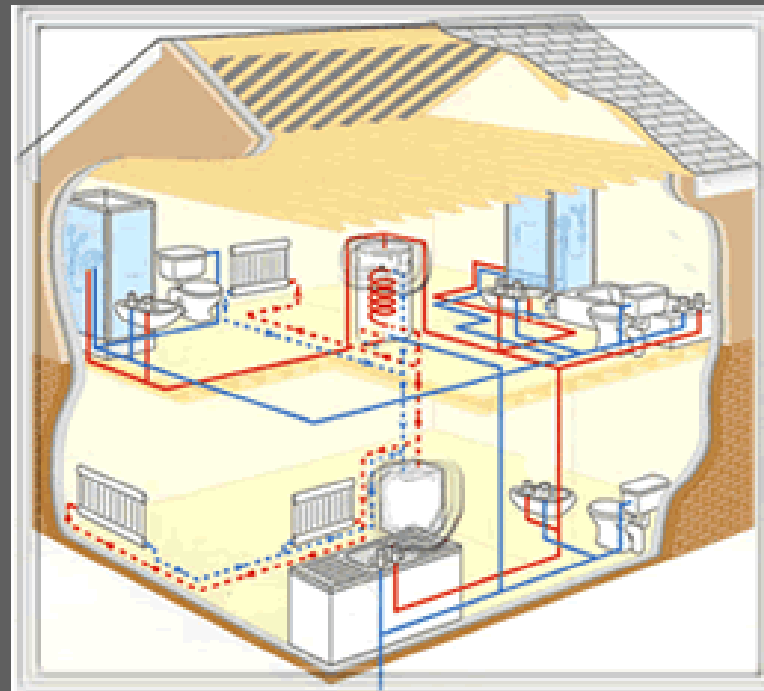


## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

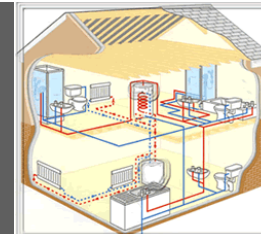
### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda



# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

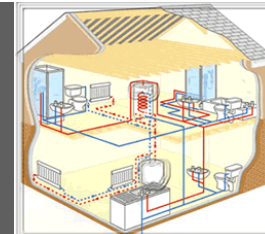
## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proračun vodovoda

Str. 2



Predmet: Instalacije, fond sati: 30+30, ECTS: 5

<i>Dvosat</i>	<i>Generalna Tema</i>	<i>Uža tema</i>	<i>Tema dvosata</i>
1	Vodovod i Kanalizacija	Vodovod (hladna i topla voda)	Opći dio, Prikupljanje vode, Vodovodne cijevi
2			Vodovodne armature, Vodovodni sustavi i sheme
3			Izvođenje vodovoda, Proračun vodovoda
4			Specijalna postrojenja (požarni vodovod, bazeni, fontane, voda za klimatizaciju)
5			Topla voda, Grijači tople vode
6		Kanalizacija	Opći dio, Sanitarni uređaji i predmeti
7			Sanitarni uređaji i predmeti, Cijevi i pribor
8			Sustavi i sheme, izvođenje i zaštita kanalizacije
9			Proračun kućne kanalizacije, Specijalna postrojenja
10		Zajednički dio	Sanitarne prostorije, Projektiranje ViK
11			Kvarovi i njihovo otklanjanje, Pregled tržišta
12	HVAC		
13			
14	Elektro instalacije		
15			



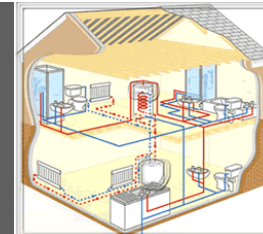
## IZVOĐENJE KUĆNOG VODOVODA - OPĆENITO

Kako je već naglašeno, cijevi u kućnom vodovodu se uvijek postavljaju pravocrtno, a granaju i savijaju pod pravim kutom. Na mjestima prolaza kroz zidove, cijev mora biti uvijek okomita na zid i ne smije se nastavljati.

Vodovi se postavljaju ili horizontalno ili vertikalno. Pod horizontalnim se uvijek podrazumijeva blagi nagib (2-5 %). Ovaj se nagib izvodi da bi se spriječilo skupljanje zraka u cijevima i da bi se omogućilo pražnjenje mreže.

Vodovodne cijevi se ne smiju postavljati u dimovodne instalacije (dimnjake) i ventilacijske kanale. Vodovi kućne vodovodne mreže u dvorištu i priključni vod polažu se u rovovima iskopanim u zemlji, kao i ulični.

Razvodni vodovi u zgradi se mogu postavljati po zidovima i stropu podruma, a izuzetno ispod podrumskog poda. Vertikale mogu biti vidljive (na zidu/stropu) ili u instalacijskom kanalu, rijetko ugrađene u zid (ne preporuča se). Grane i ogranci su obično ugrađene u zid.

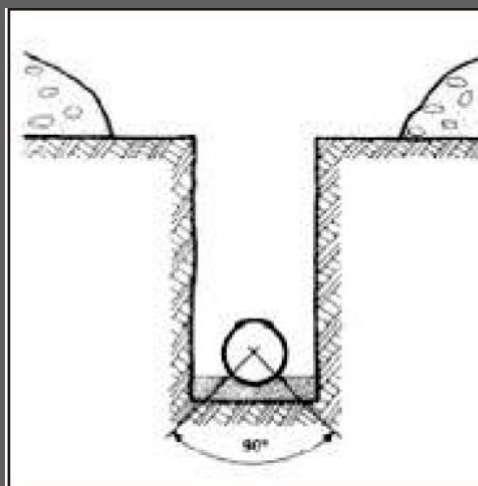


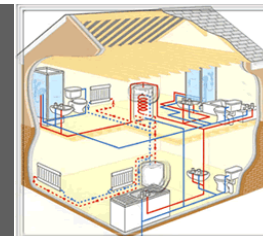
## VODOVI U ZEMLJI

Dvorišni i priključni vodovi postavljaju se uvijek u prethodno iskopane iskope, na dubini ispod zone smržavanja, čime su zaštićeni od promjene temperature i mehaničkog oštećenja.

Iskopi su obično širine 0.7-0.8 m, a dubine 1.2-1.5 m. Ovisno o kategoriji zemljišta rov je potrebno razupirati. Cijevi se polaže na dnu iskopa, obično na posteljicu od pijeska ili sitnog tucanika. Zatrpavanje treba izvesti pažljivo da ne dođe do oštećenja cijevi.

Pocinčane i čelične cijevi koje se polažu u zemlju treba prije polaganja zaštititi od korozije (bitumen, plastični zavoj i sl.).

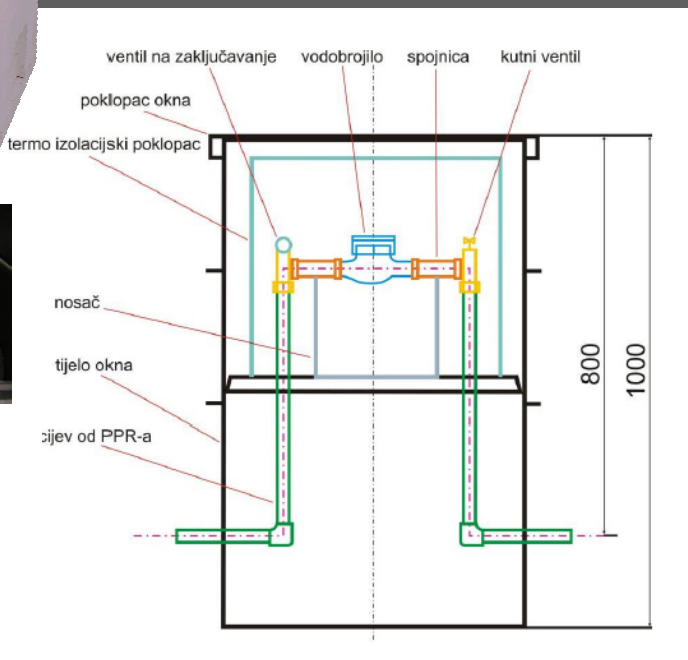
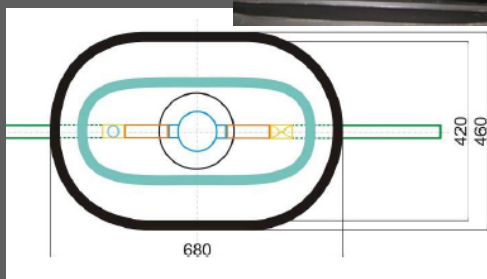


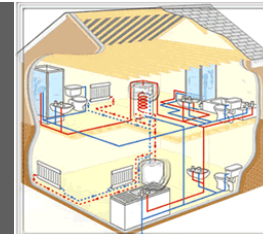


### OKNA U ZEMLJI – VODOMJERNO OKNO

Pravilo je da pristup vodovodnom mjerilu mora biti omogućen u bilo kojem trenutku. Stoga se vodomjerna mjerila najčešće postavljaju u oknima u dvorištu pred zgradom. U posljednje vrijeme prisutno je i postavljanje na samoj zgradi u zaštićenom ormariću (slično kao mjerila za struju).

Vodomjerno okno se može izraditi iz betona ili kupiti kao gotov proizvod (beton, čelik, PEHD).



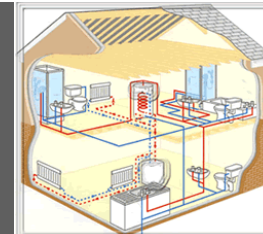


## VODOVI U ZGRADI - VERTIKALE

Vodovi u zgradama mogu se postavljati otvoreno: po zidovima ili stropovima i zatvoreno: u žljebovima i kanalima. Oba načina imaju dobra i loša svojstva.

Pri postavljanju na zidove/stropove postavljanje je jeftinije, lakša je kontrola, ali su cijevi manje zaštićene i nije estetski. Najbolje je kombinirati oba načina (prema namjeni prostorije) ili cijevi postavljati u lako dohvatne žljebove/kanale.





## VODOVI U ZGRADI – GRANE I OGRANCI

Grane i ogranci se također mogu postavljati otvoreno: po zidovima ili stropovima i zatvoreno: u žljebovima i kanalima ili podžbukno.

Otvoreno postavljanje se koristi kod zgrada gdje estetika nije primarna važnost, a znatno je važnija kontrola instalacija. U stambenim i javnim zgradama obično se koristi zatvoreno postavljanje. I ovdje je uputnije cijevi sprovoditi kroz žljebove i kanale, a ne ih čvrsto uzidati.

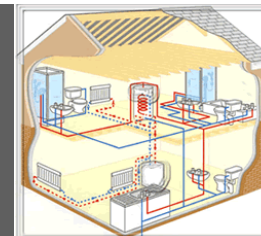


Instalacija pod žbuku



Instalacija na žbuku





### PRIČVRŠĆIVANJE VODOVA

Bez obzira da li su na vidnom mjestu ili u kanalu, cijevi se moraju pričvrstiti za konstrukciju pomoću držača cijevi. Držača ima raznih, prema podlozi na koju se cijev pričvršćuje i vrsti cijevi.

Razmak na koji se držači postavljaju također ovisi o vrsti cijevi i dan je u uputama proizvođača.

#### Plastične objumice za učvršćivanje

fleksibilno primjenjive na Fusiotherm®-cijevi 16-32 mm

broj artikla	mjera (dimenzija)	pakiranje	cijena/komad	cijena Euro	komad	kg/komad
60604	1-struka, Ø 8mm L.:45 mm	50 kom.	1			0,005
60606	1-struka, Ø 8mm L.:75 mm	50 kom.	1			0,007
60608	2-struka, Ø 8mm L.:45 mm	50 kom.	1			0,008
60610	2-struka, Ø 8mm L.:75 mm	50 kom.	1			0,009

Materijal: PA / Boja: crna

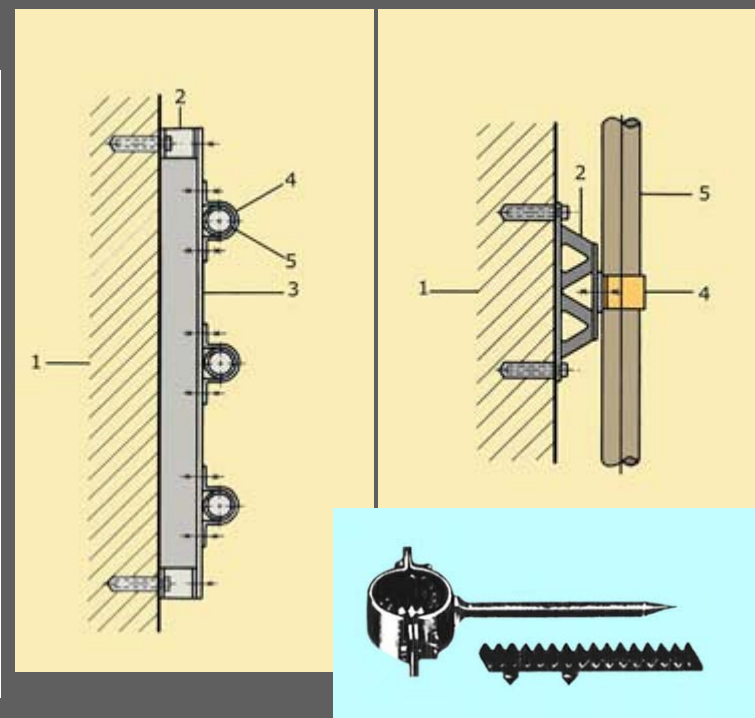
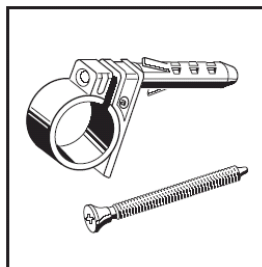


#### Plastične objumice za učvršćivanje

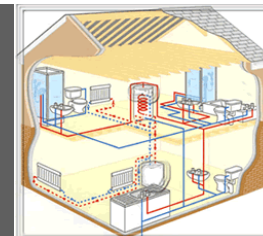
Fusiotherm®-cijevi

broj artikla	mjera (dimenzija)	pakiranje	cijena/komad	cijena Euro	komad	kg/komad
60616	16 mm	50 kom.	1			0,007
60620	20 mm	50 kom.	1			0,008
60625	25 mm	50 kom.	1			0,016

Materijal: Fusioten® PP-R (80) / Boja: zelena





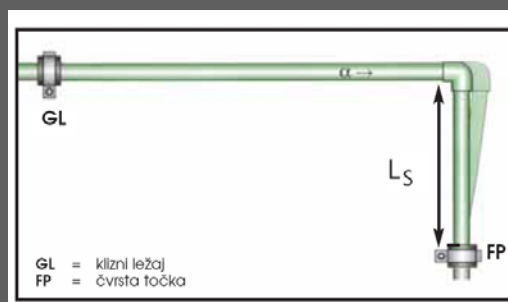


### TERMIČKI RAD CIJEVI

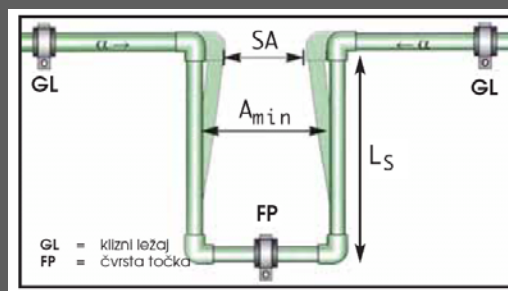
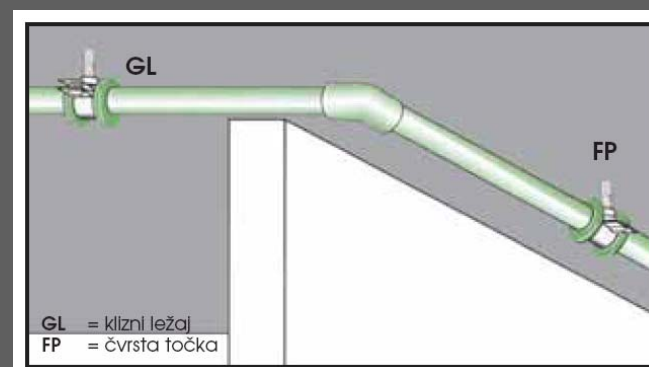
Ako se cijevi, posebice iz umjetnih materijala (PP i PEHD) postavljaju nadžbukno, potrebno je osigurati mogućnost za termički “rad” cijevi. PP cijevi imaju termički koeficijent oko  $0.03 \text{ mm/m}^\circ\text{K}$ , što kod slobodno položenih dužih cijevi može dovesti do značajne promjene duljine (rastezanja/stezanja).

Ovaj problem se rješava ugradnjom kompenzacijskih koljena (kod promjene smjera cijevi) ili kompenzacijskim lukom (lirom) kod vođenja cijevi u pravcu.

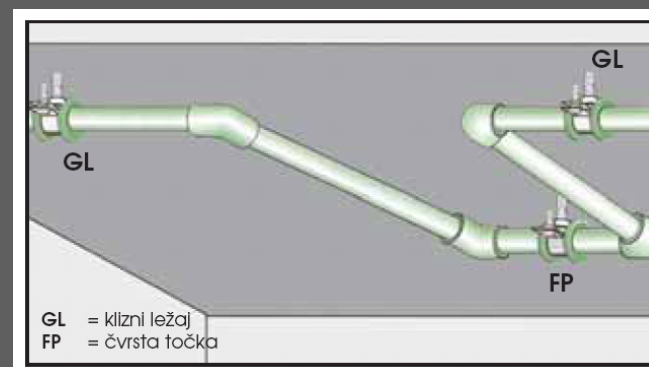
Ugradnja ovih sustava vrši se na duljim cijevima: dulje horizontale ili vertikale.

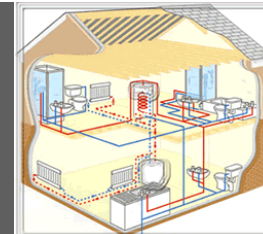


*Kompenzacijsko koljeno*



*Kompenzacijski luk*



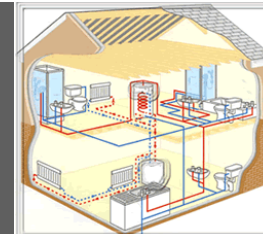


## ISPITIVANJE VODOVODA

Nakon montaže, a svakako prije nego se izvrši izoliranje, cjelokupnu vodovodnu mrežu je potrebno ispitati na nepropusnost i ispravno funkcioniranje. Ispitivanje treba izvršiti za to nadležna organizacija u prisutnosti organa komunalnog poduzeća, nadzornog organa i izvođača instalacija, te o rezultatima ispitivanja treba sastaviti zapisnik.

Ispitivanje se vrši na način da se prvo cjelokupna mreža napuni vodom. U tu svrhu potrebno je priključiti vodenu pumpu na zaporni ventil iza vodomjera. Da bi se istisnuo sav zrak iz mreže potrebno je ostaviti otvorene sve slavine, te ih zatvoriti tek kada voda počne u jednolikom mlazu teći kroz njih. Tlak vode je potrebno podesiti na 1.5 puta veći od maksimalnog radnog, tj. u iznosu ne manjem od 10 bara. Vrijeme ispitivanja (vrijeme punog tlačnog opterećenja cijele vertikale) treba biti najmanje 30 min. U tom vremenu ne smije doći do opadanja tlakova. Ako tlakovi opadnu (što se očitava na manometru), potrebno je prekinuti ispitivanje i popraviti mrežu.

Tek nakon što se ustanovi da je mreža nepropusna smije se početi s izoliranjem vodova, zatvaranjem žljebova kanala i okana, zatrpavanje rovova i ostalim završnim radovima na dovođenju instalacije u funkciju.



## ZAŠTITA VODOVODNIH INSTALACIJA

Cijevi koje se nalaze u zemlji (priključni vodovi) potrebno je zaštititi od korozije (čelične cijevi), tj od mehaničkih udara i sl. (sve cijevi).

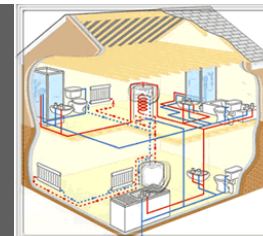
Za cijevi u zgradi (ovješene o strop podruma, u instalacijskoj šahti ili u zidane u zid) treba paziti da ne dođu u dodir s vlažnim gipsom, šljakom i pepelom – čelične cijevi, tj. u dodir s acetonom, eterom, benzinom – plastične, PEHD i PP cijevi.

Ako je moguće, vodovodnu mrežu bi trebalo odijeliti od kanalizacijske.

Ako je moguće, vodovodne cijevi se ne bi smjele postavljati u vanjske i druge “hladne” zidove. Vodovodne cijevi koje se nalaze u negrijanim prostorima treba zaštititi od smrzavanja.

Kad vodovodne cijevi s hladnom vodom dolaze u dodir s toplim zrakom na njima se javlja orošavanje (kondenzacija). Ova pojava sama po sebi nije štetna, osim kod čeličnih cijevi koje mogu korodirati, pa ih je potrebno zaštititi.

Prije prvog puštanja vodovodne mreže u upotrebu cijevi i armature je potrebno dobro isprati. Također treba paziti da se prilikom korištenja vodovodna mreža ne zagadi.



## PRORAČUN VODOVODNE MREŽE

Ispravna vodovodna mreža mora osigurati da se na svakom izljevnom mjestu, u svakom trenutku ostvari dovoljna količina i tlak vode.

Proračun gradske/ulične cijevne mreže vrši se prema površini naselja, prema broju stanovnika, očekivanom prirastu i sl.

Dimenzioniranje kućne cijevne mreže vrši se uvijek prema potrošnim (izljevnim) mjestima, odnosno sanitarnim predmetima.

Na dimenzije cijevi utiče više čimbenika, a naročito:

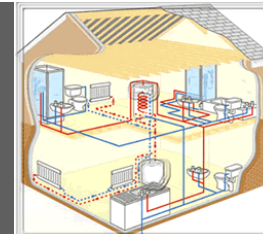
- količina vode na izljevnom mjestu,
- tlak vode u cijevnoj mreži,
- brzina vode u cijevima.



## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 13



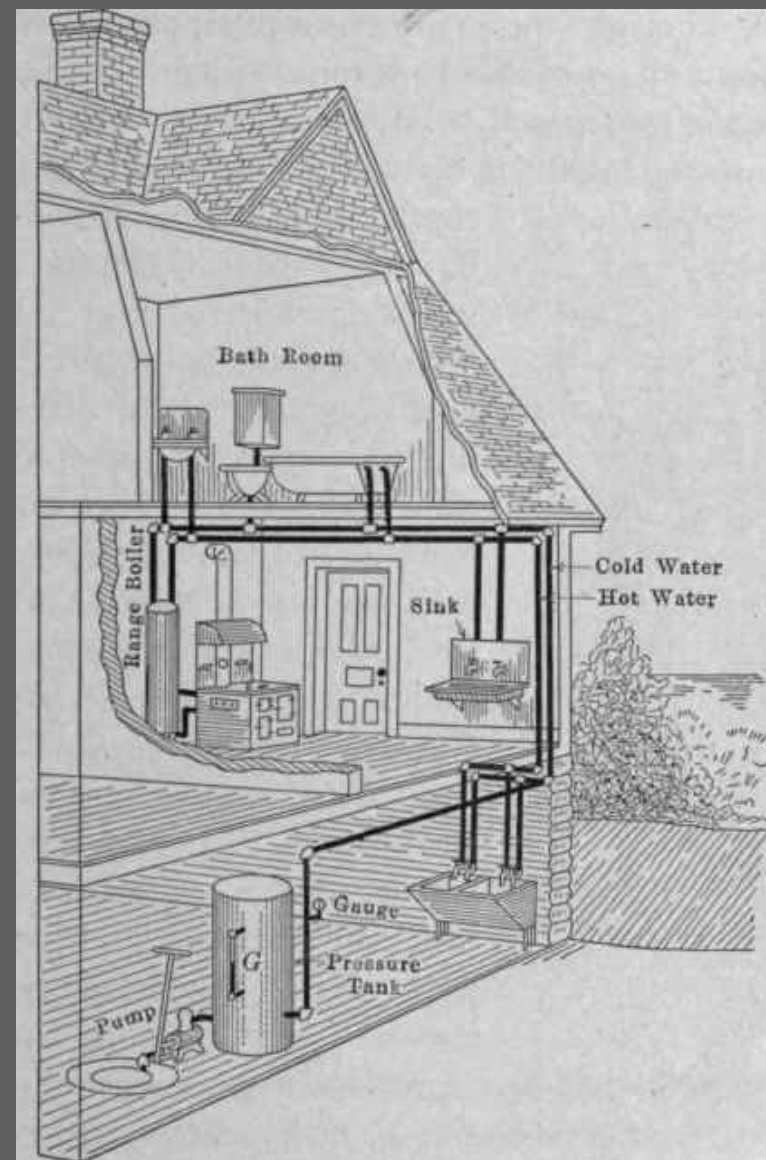
## PROJEKTIRANJE KUĆNE VODOVODNE MREŽE

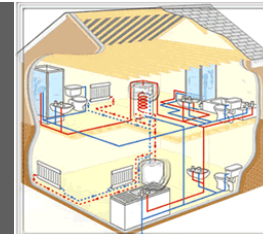
Projektiranje kućne vodovodne mreže uvijek je jednostavnije nego kućne kanalizacije, jer su cijevi manje i tečenje je pod tlakom.

Osnovni princip je da vodu treba najkraćim putem dovesti do potrošača, a vodove voditi tako da ih se, u slučaju njihova puknuća, može lako popraviti/zamijeniti.

Stoga, grane i ogranci moraju biti što kraće. Vertikale se u pravilu postavljaju skupa s kanalizacijskim, u istom žlijebu, iako bi ih bilo dobro razdvojiti.

U svakom slučaju, u svakom trenutku i na svakom mjestu (ispustu) u kućnoj mreži mora postojati dovoljan tlak i dovoljna količina vode.



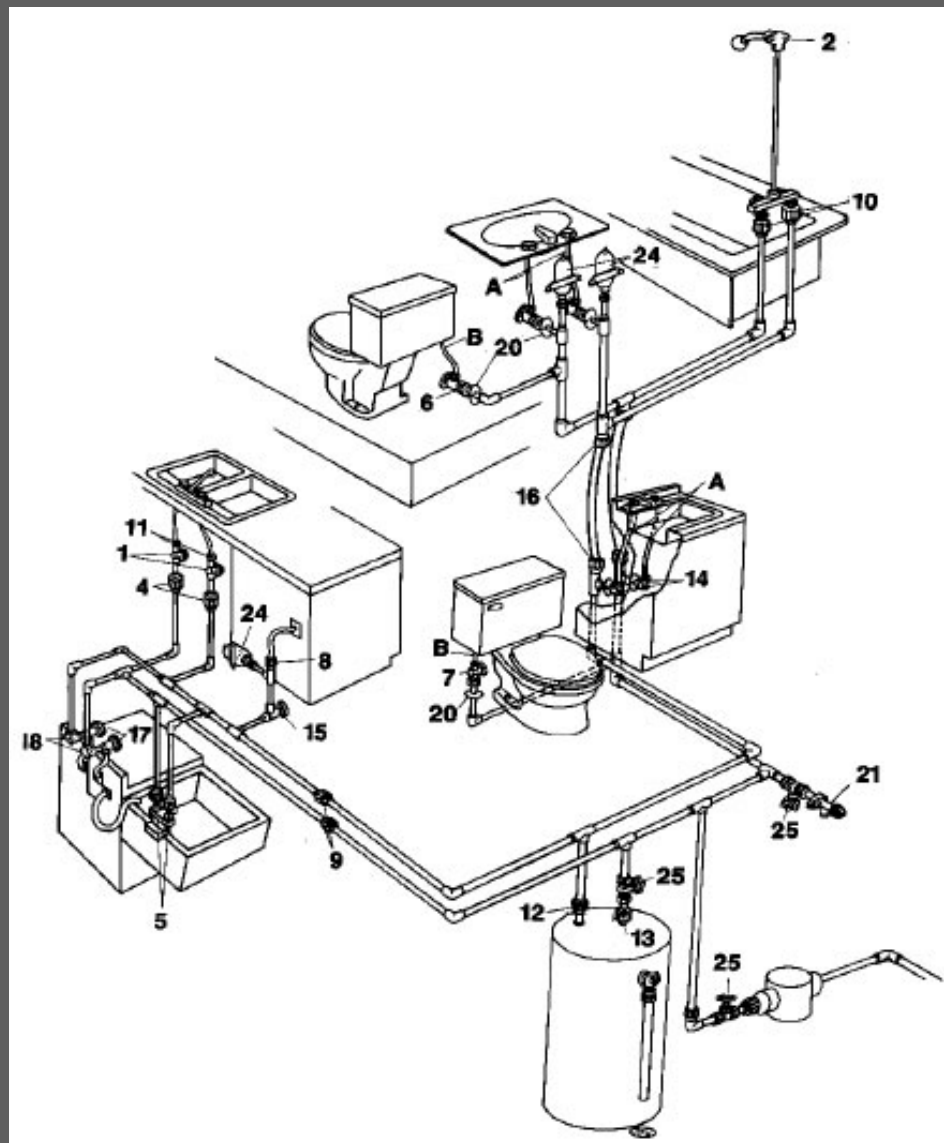


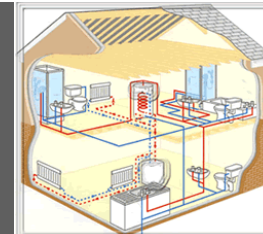
## PRORAČUN VODOVODNE MREŽE

Točan proračun vodovoda može se izvršiti principima hidraulike: tečenje u cijevima pod tlakom.

Ovaj proračun se rijetko upotrebljava kod kućnih vodovodnih mreža. Kod njih se obično koriste pojednostavljeni proračuni.

Jedan jednostavan, a za praksu dovoljno točan proračun je proračun preko izljevni jedinica.



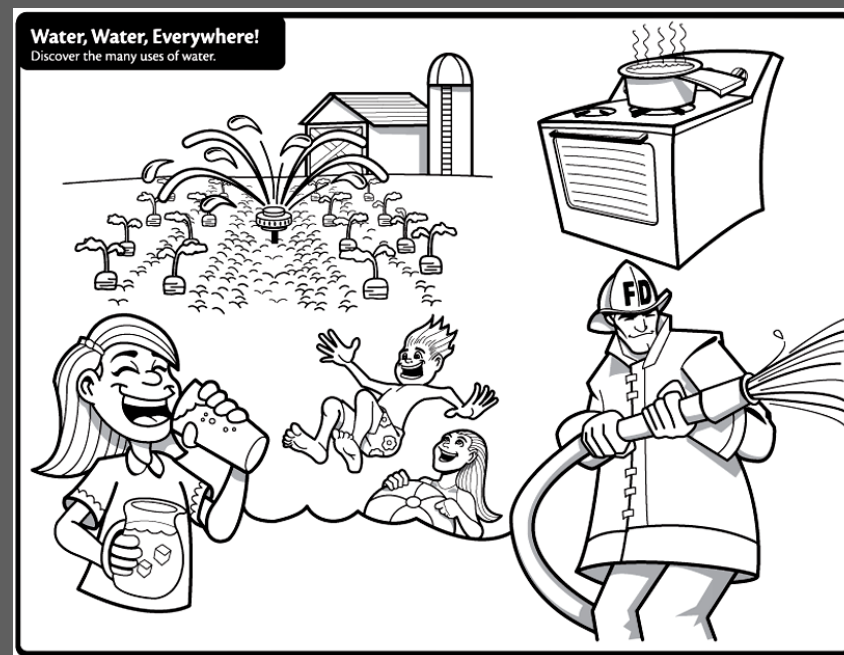


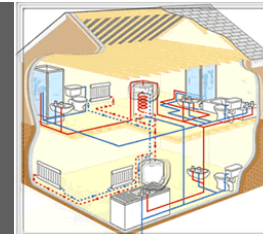
## KOLIČINA VODE NA IZLJEVNOM MJESTU

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

Količina vode se mijenja i ima tendenciju stalnog porasta, a izražava se na više načina:

- Izljevna količina je ona količina koja ističe na izljevu upotrebom ispusnica i drugih armatura u jedinici vremena, pri određenom izljevnom tlaku;
- Protok ( $q$ ) je količina vode u litrama koja u sekundi (s) protječe kroz cijev ili armaturu. Izljevna količina jednaka je protoku i mjeri se u l/s.





## KOLIČINA VODE NA IZLJEVNOM MJESTU

Trajanje uključenja armatura je u odnosu na pauze vrlo kratko. Kako se sva izljevna mjesta ne uključuju istovremeno, uzima se u obzir vjerojatnost istovremeno upotrijebljenih izljevni mjesta. Ovo se radi uvođenjem faktora istovremenosti  $\varphi$ . Ovaj faktor se može proračunati, ali se obično usvaja na osnovu iskustva i izvršenih mjerenja. Prema ovom obrascu, računski protok se dobiva tako da se stvarni protok pomnoži s faktorom istovremenosti:  $Q = \varphi \cdot q$ .

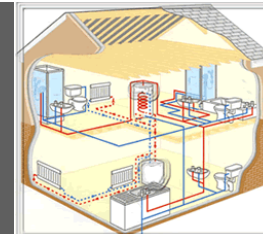
Izljevne jedinice (IJ) (nazivaju se i jedinice opterećenja - JO) uvode se da bi se pojednostavnio račun. Izljevnom jedinicom ovdje se smatra količina vode na potrošnom mjestu koju daje ispusnica dijametra  $\varnothing 10$  mm pri punom mlazu, a pri izljevnom tlaku od 5 mVS (metara vodnog stupca = 0.5 bara). Izljevne jedinice su stvar standarda zemlje, pa tako imamo:

1 IJ = 0.25 l/s – DIN standard (Njemačka) – koristi se i u Hrvatskoj

1 IJ = 0.47 l/s – SAD

1 IJ = 0.30 l/s – Švedska





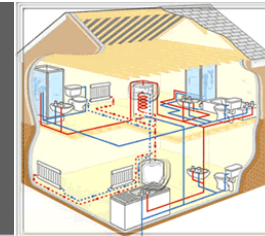
Odnos između protoka i izljevnih jedinica može se prikazati izrazom:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{IJ}$$

pri čemu se faktor istovremenosti nalazi baš u tome što se IJ ne uzimaju linearno već kao korijen. Ovo vrijedi za stambene, administrativne i druge zgrade sličnog režima potrošnje vode.

Izljevne jedinice dane su u literaturi, a ovdje se navode samo neke.

Oznaka	Vrsta izjeva	Izjevne jedinice
Z	Zahodska školjka s vodokotlićem	0.25
B	Bide	0.25
P	Perilica rublja ili suđa	1.50
U	Umivaonik	0.50
K	Kada	1.50
T	Tuš kada	1.50
S	Sudoper	0.50



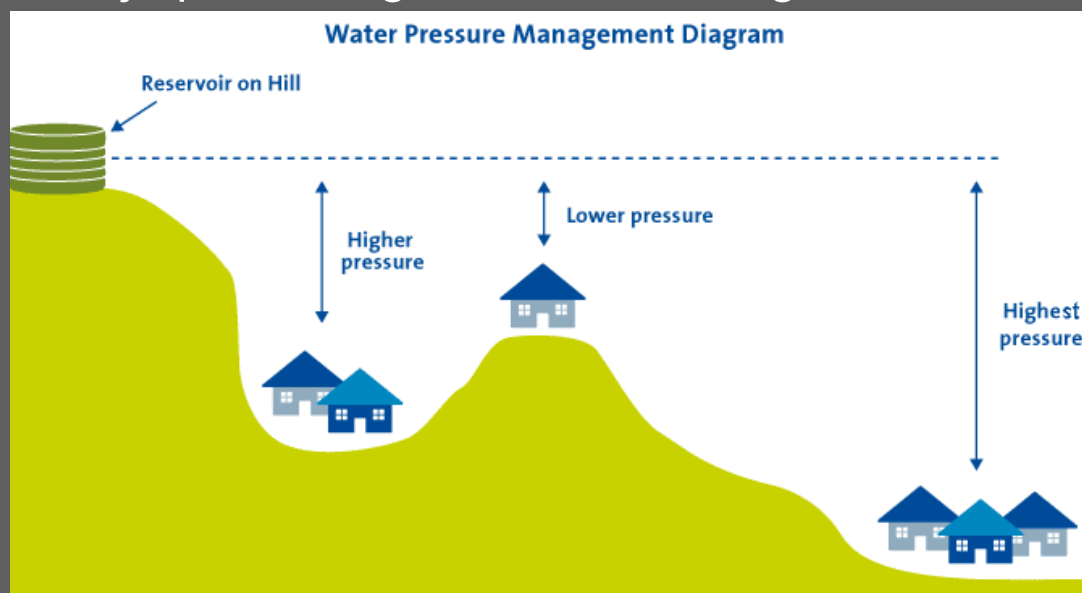
## TLAKOVI U CJEVNOJ MREŽI

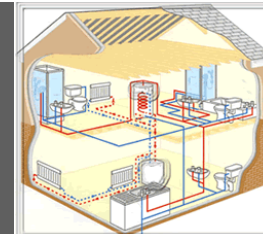
Da bi se mogla osigurati potrebna količina vode svim kućanstvima, a isto tako i na svim trošilima u kući, potrebno je osigurati minimalne tlakove u cijevnoj mreži. Općenito, javno komunalno poduzeće je dužno osigurati minimalni tlak od 2.5 bara (25 mVS) na priključku za svaku kuću. Normalni radni tlak je 5 bara (50 mVS), a maksimalni tlak koji se dopušta je 6 bara (60 mVS).

U slučaju nedostatka tlaka mora se ugraditi postrojenje za podizanje tlaka (hidrofor, pumpa, rezervoar), a u slučaju prevelikog tlaka mora se ugraditi redukcijski ventil.

Javno komunalno poduzeće (za područje Splita to je “Vodovod i Kanalizacija Split”) daje podatak o iznosu tlaka na priključku.

U slučaju da taj podatak ne postoji, u proračunu se koristi minimalni tlak.





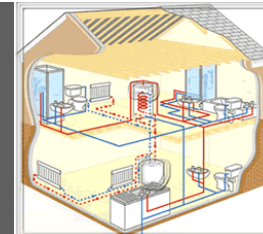
## BRZINA VODE U CIJEVIMA

Velika brzina vode u cijevima uzrokuje velike gubitke (gubici rastu s kvadratom brzine), te šumove i buku (preko 3 m/s). Mala brzina vode (ispod 0.5 m/s) uzrokuje veliko taloženje netopivih tvari te postupno sužavanje cijevi.

Preporučljiva brzina vode u kućnim ograncima je od 1.0 do 2.5 m/s.

Preporučljive brzine vode dane su u tablici:

Vrsta voda	Brzina vode (m/s)
Kućni priključci	1.0 - 2.5
Razvodni vodovi	1.0 - 2.0
Vertikale	1.0 - 2.0
Grane i ogranci	1.0 - 2.5
Vertikale i grane u bolnicama, hotelima i sl.	0.5 - 0.7
Topla voda-cirkulacijski vodovi	0.2 - 0.4



### GUBICI – LINIJSKI GUBICI

Gubici tlaka u kućnom vodovodu mogu se podijeliti na linijske gubitke koji nastaju zbog trenja ( $h_t$ ) i na lokalne gubitke koji nastaju na armaturama, račvama, koljenima i sl. ( $h_l$ ). Oba ova gubitka se iskazuju kao gubici visine vodnog stupca. Linijski gubici se mogu iskazati formulom:

$$h_t = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma$$

pri čemu je:

$\lambda$  – koeficijent trenja, prema Colebrookku:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0 \log \left( \frac{k/d}{3.71} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right)$$

Re – Reynoldsov broj  $\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$

d – promjer cijevi

$\nu$  – kin. viskoznost vode ( $\nu = 0.00000131 \text{ m}^2/\text{s}$ )

k – hrapavost (vidjeti tablicu)

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

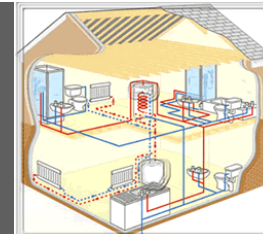
v – brzina vode

$\gamma$  – specifična težina vode ( $\gamma=1.0 \text{ t/m}^3$ )

## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

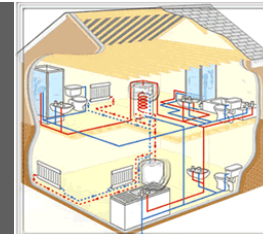
### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 21



Hrapavost za pojedine vrste cijevi je dana u tablici:

Materijal cijevi	Hrapavost k (mm)
Čelične pocinčane cijevi	0.15
Bakarne, mjedene i staklene cijevi	0.0015
Cijevi od lijevanog željeza	0.125
Polietilenske (PEHD) i Polipropilenske (PP) cijevi (nakon 20 god.)	0.020
Azbestcementne cijevi	0.06
Drenažne glinene cijevi	0.7
Betonske cijevi, glatke	0.5
Betonske cijevi, hrapave	2.0



### LOKALNI GUBICI

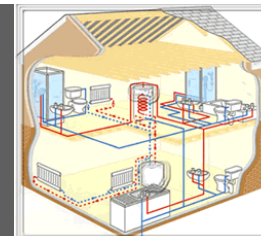
Lokalni gubici, kako je već rečeno, nastaju na mjestima naglih promjena pravaca, nagiba, promjera, na zapornicama i raznim armaturama.

Lokalni gubici se obično izražavaju formulom: 
$$h_l = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g}$$

gdje je  $\zeta$  koeficijent lokalnog otpora i zavisi o vrsti otpora, a određuje se eksperimentalno. Koeficijent  $\zeta$ , za dan je u tablici:

Element	Koeficijent $\zeta$
Račva T oblika - odvajanje	1.50
Račva T oblika - spajanje	1.00
Lučna račva - odvajanje	1.00
Lučna račva - spajanje	0.50
Izjev	1.00

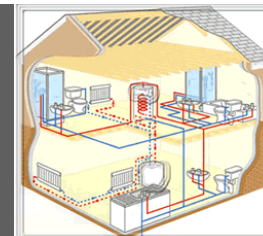
Element	Koeficijent $\zeta$
Račva X oblika - prolaz	2.00
Račva X oblika - skretanje	3.00
Prijelaznica - povećanje	1.00
Prijelaznica - smanjenje	0.50



### LOKALNI GUBICI

Za pojedine elemente lokalni gubici ovise o profilu cijevi. U donjoj tablici navedeni su neki elementi i njihovi lokalni gubici.

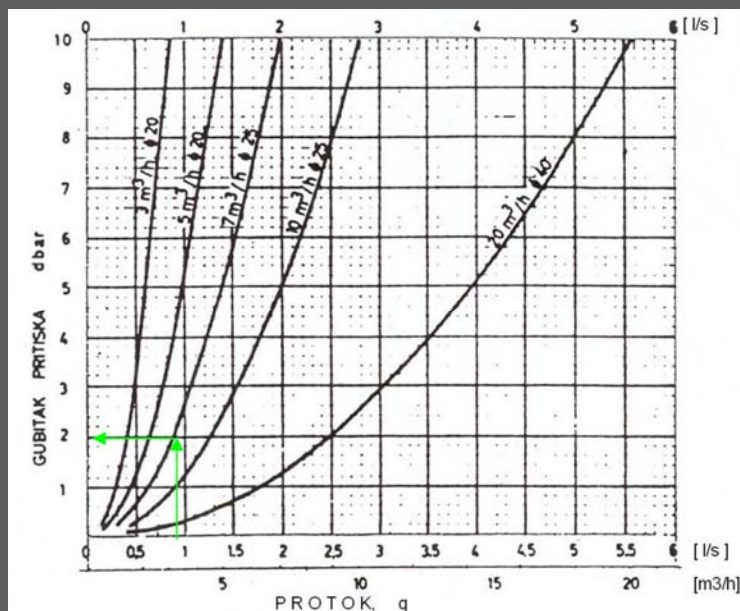
Element	Koeficijent $\zeta$ za profil cijevi (mm)						
	10, 15	20, 25	32, 40	50	65	80	100
Koljeno, 90°, r=1d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Luk, 90°, r=3d	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Zatvarač/Ventil	1.0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Zapornica	10.0	8.5	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Kosa zapornica	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0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



### GUBICI NA VODOMJERU

Gubici tlaka na vodomjeru mijenja se prema protoku. Gubitak tlaka na vodomjeru obično je do 1 mVS, a u svakom slučaju potrebno je da bude manji od 2 mVS.

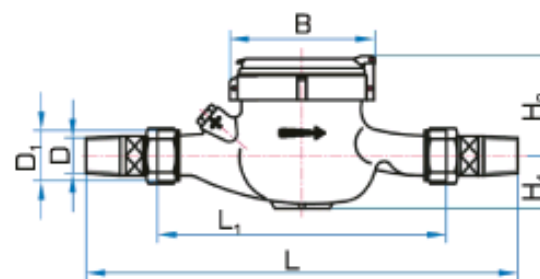
Gubitak na vodomjeru obično daju proizvođači vodomjera u tablici ili preko dijagrama.



### Kućanski vodomjeri tip VMA, VVMA, VMK, VVMK

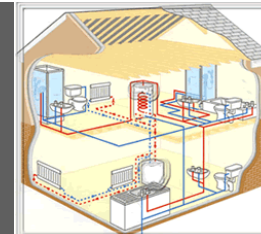
Navedeni tipovi vodomjera koriste se za mjerenje potroška vode u kućanstvima i blokovima stanova. Namjenjeni su za hladnu vodu temperature do 50°C.

### Horizontalni vodomjeri tip VMA, VMK



Nazivni promjer (DN mm)	15	15	20	20	25	32	40	50	50
Nazivni protok (Qn m3/h)	1,5	1,5	1,5	2,5	3,5	6	10	15	15
Najveći protok (Qmax)	3	3	3	5	7	12	20	30	30
Prijelazni protok (Qt)	0,12	0,12	0,12	0,2	0,28	0,48	0,8	3	3
Najmanje protok	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,12	0,10	0,45	0,45
Gubitak tlaka kod najvećeg protoka	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1	1
Dužina (L mm)	245	270	290	290	380	380	440	390	-
Dužina (L1 mm)	165	180	190	190	260	260	300	270	270
Navojni spoj (D)	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1/4"	1/4"	1/2"	2"	2"
Navojni spoj (D1)	G3/4"B	G3/4"B	G1"B	G1"B	G11/4"B	G11/2"B	G2"B	G11/2"B	pri.
Rastojanje (H1 mm)	31	32	31	31	43	43	46	46	68
Rastojanje (H2 mm)	84	87	84	84	87	87	107	107	92
Masa (kg)	1,5	2	1,6	1,6	2,2	2,5	37	4,5	8,5
Osjetljivost (l/h)	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	30	50	110	110



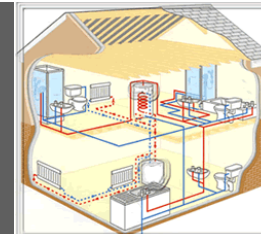


## PRORAČUN MREŽE

Proračun kućne vodovodne mreže vrši se na osnovu izrađenih nacрта vodovodne mreže i pretpostavljenih dimenzija vodova.

Za kućnu mrežu mogu se usvojiti sljedeće inicijalne dimenzije vodova:

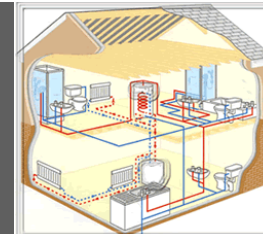
VOD	Orijentacijska dimenzija DN
Ogranci	15 - 20 mm (1/2" - 3/4")
Grane	20 - 25 mm (3/4" - 1")
Razvodi (vertikale)	25 - 32 mm (1" - 1 1/4")
Dovodni vod	32 - 90 mm (1 1/4" - 3 1/2")



### OZNAKE U NACRTIMA

U svijetu postoji niz načina označavanja pojedinih vodovodnih armatura (trošila). U tablici su navedeni neke najčešće korištene oznake.

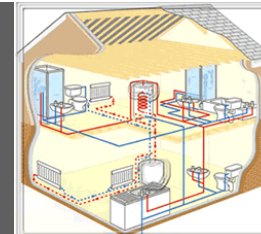
Grafička oznaka	Vrsta armature ili pribora	Grafička oznaka	Vrsta armature ili pribora
	Propusne slavine (ventili)		Klozetski kotlić sa slavinom 1/2"
	Propusne slavine (ventili) sa ispustom		Automatski klozetski patent ispirać 3/4" (1")
	Obična slavina (umivaonik ili česma) 1/2"		Slavina za kadu u kupatilu 1/2" (3/4")
	Slavina sa prirubnicom na česmi 1/2" (3/4)		Slavina za tuš 1/2"
	Slavina na sudoperu 1/2" – (5/8")		Požari hidrant 2"
	Slavina iznad pisoara 1/2"		Dvorišni (baštenski) hidrant 1/2" (3/4")
	Slavina na bideu 1/2"		Električni bojler u kupatilu 1/2"
	Slavina sa prirubnicom za mašinu za pranje rublja 1/2"		Vodomer sa propusnim i ispusnim ventilom
	Slavina sa prirubnicom za mašinu za pranje posuđa 1/2"		Ulična vodovodna cev sa ogrlicom za kućni priključak
	Slavina na perioniku (trokadero) 1/2"		



### PRIBLIŽNO DIMENZIONIRANJE CIJEVI

Približno dimenzioniranje cijevi može se sprovesti preko tablice u nastavku. Valja napomenuti da je ovakav način određivanja dimenzija cijevi vrlo neprecizan.

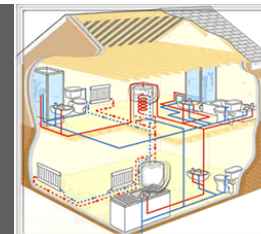
Promjer cijevi Ø (mm)	Izljevne jedinice (IJ)		
	Brzina vode (m/s)		
	1.0	1.5	2.0
10	0.1	0.5	1
15	0.5	1.5	2.5
20	2	5	8.5
25	6	13	22
32	17	38	65
40	34	65	125
50	85	175	325
65	250	500	900
80	450	950	1750
100	1350	2800	4900



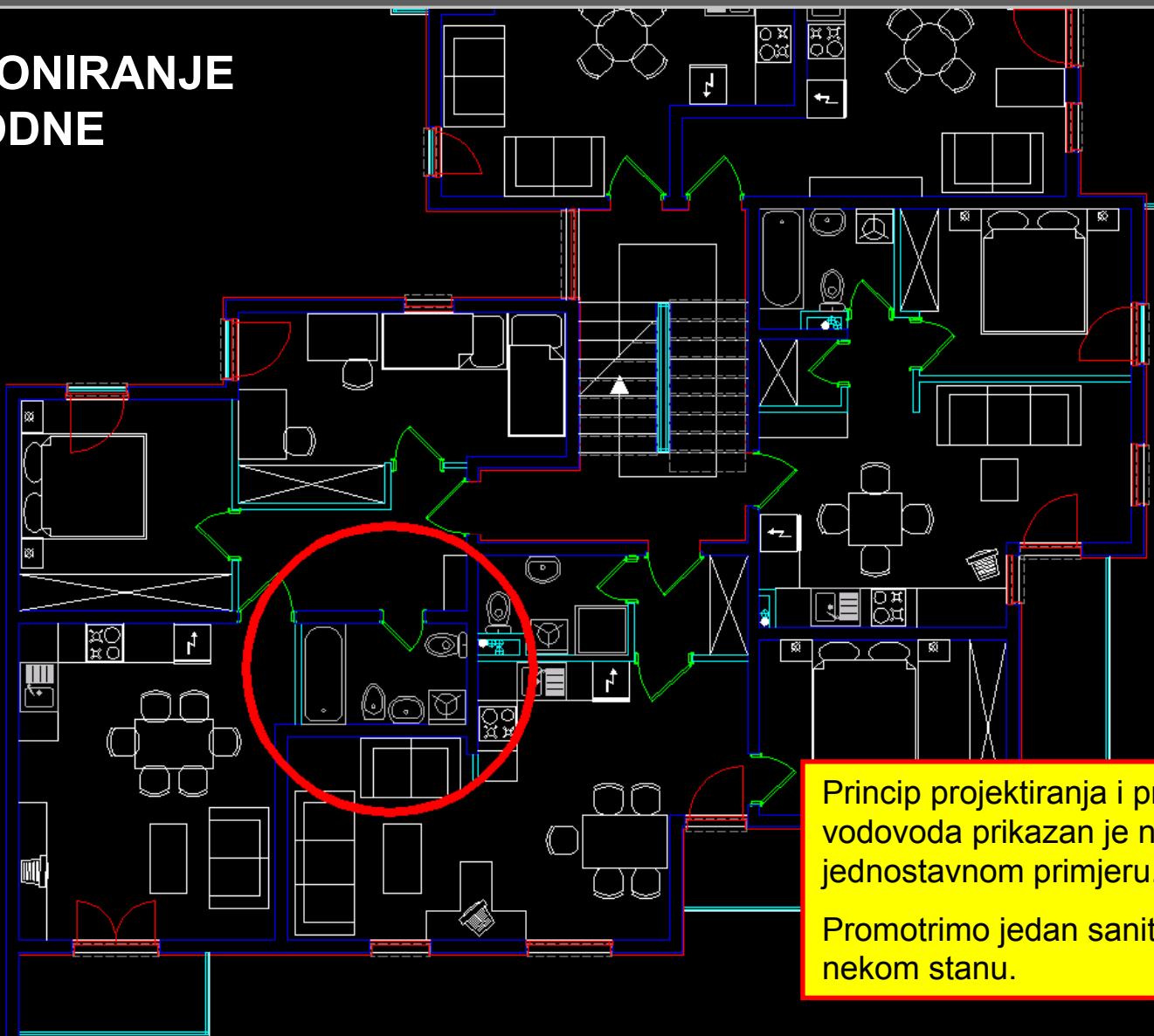
### PRIBLIŽNO DIMENZIONIRANJE CIJEVI

Još jedan primjer  
tablice za dimez.  
PP cijevi.

$\dot{V}$		di- men- zija	20,0 mm	25,0 mm	32,0 mm	40,0 mm	50,0 mm	63,0 mm	75,0 mm	90,0 mm	110,0 mm	125,0 mm	160,0 mm
0,90 l/s	54,0 l/min	R	123,97	40,10	11,90	4,14	1,41	0,47	0,20	0,08	0,03	0,02	0,01
		v	4,37m/s	2,75m/s	1,67m/s	1,08m/s	0,69m/s	0,43m/s	0,30m/s	0,21m/s	0,14m/s	0,11m/s	0,07m/s
1,00 l/s	60,0 l/min	R	150,58	48,60	14,39	5,00	1,70	0,56	0,24	0,10	0,04	0,02	0,01
		v	4,85m/s	3,06m/s	1,85m/s	1,20m/s	0,76m/s	0,48m/s	0,34m/s	0,24m/s	0,16m/s	0,12m/s	0,07m/s
1,20 l/s	72,0 l/min	R	211,10	67,87	20,02	6,94	2,35	0,78	0,33	0,14	0,05	0,03	0,01
		v	5,82m/s	3,67m/s	2,23m/s	1,44m/s	0,92m/s	0,58m/s	0,41m/s	0,28m/s	0,19m/s	0,15m/s	0,09m/s
1,40 l/s	84,0 l/min	R	281,32	90,12	26,49	9,17	3,10	1,02	0,44	0,18	0,07	0,04	0,01
		v	6,79m/s	4,28m/s	2,60m/s	1,68m/s	1,07m/s	0,67m/s	0,47m/s	0,33m/s	0,22m/s	0,17m/s	0,10m/s
1,60 l/s	96,0 l/min	R	361,15	115,34	33,81	11,67	3,94	1,30	0,55	0,23	0,09	0,05	0,01
		v	7,76m/s	4,90m/s	2,97m/s	1,92m/s	1,22m/s	0,77m/s	0,54m/s	0,38m/s	0,25m/s	0,20m/s	0,12m/s
1,80 l/s	108 l/min	R	450,55	143,49	41,95	14,45	4,87	1,60	0,68	0,29	0,11	0,06	0,02
		v	8,73m/s	5,51m/s	3,34m/s	2,16m/s	1,38m/s	0,87m/s	0,61m/s	0,42m/s	0,28m/s	0,22m/s	0,13m/s
2,00 l/s	120 l/min	R	549,50	174,56	50,90	17,51	5,89	1,93	0,82	0,34	0,13	0,07	0,02
		v	9,70m/s	6,12m/s	3,71m/s	2,40m/s	1,53m/s	0,96m/s	0,68m/s	0,47m/s	0,31m/s	0,24m/s	0,15m/s
2,20 l/s	132 l/min	R	657,95	208,53	60,67	20,83	7,00	2,29	0,98	0,41	0,16	0,08	0,03
		v	10,67m/s	6,73m/s	4,08m/s	2,64m/s	1,68m/s	1,06m/s	0,74m/s	0,52m/s	0,35m/s	0,27m/s	0,16m/s
2,40 l/s	144 l/min	R	775,89	245,39	71,25	24,42	8,20	2,68	1,14	0,48	0,18	0,10	0,03
		v	11,64m/s	7,34m/s	4,45m/s	2,88m/s	1,84m/s	1,16m/s	0,81m/s	0,56m/s	0,38m/s	0,29m/s	0,18m/s
2,60 l/s	156 l/min	R	903,30	285,14	82,62	28,28	9,48	3,10	1,32	0,55	0,21	0,11	0,04
		v	12,61m/s	7,95m/s	4,82m/s	3,11m/s	1,99m/s	1,25m/s	0,88m/s	0,61m/s	0,41m/s	0,32m/s	0,19m/s
2,80 l/s	168 l/min	R	1040,16	327,76	94,79	32,40	10,85	3,54	1,50	0,63	0,24	0,13	0,04
		v	13,58m/s	8,57m/s	5,19m/s	3,35m/s	2,14m/s	1,35m/s	0,95m/s	0,66m/s	0,44m/s	0,34m/s	0,21m/s
$\dot{V}$ = protok(l/s)			R = pad tlaka (mbar/m)					v = brzina (m/s)					



## DIMENZIONIRANJE VODOVODNE MREŽE



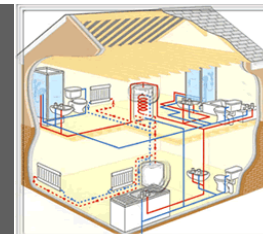
Princip projektiranja i proračuna vodovoda prikazan je na jednom jednostavnom primjeru.

Promotrimo jedan sanitarni čvor u nekom stanu.

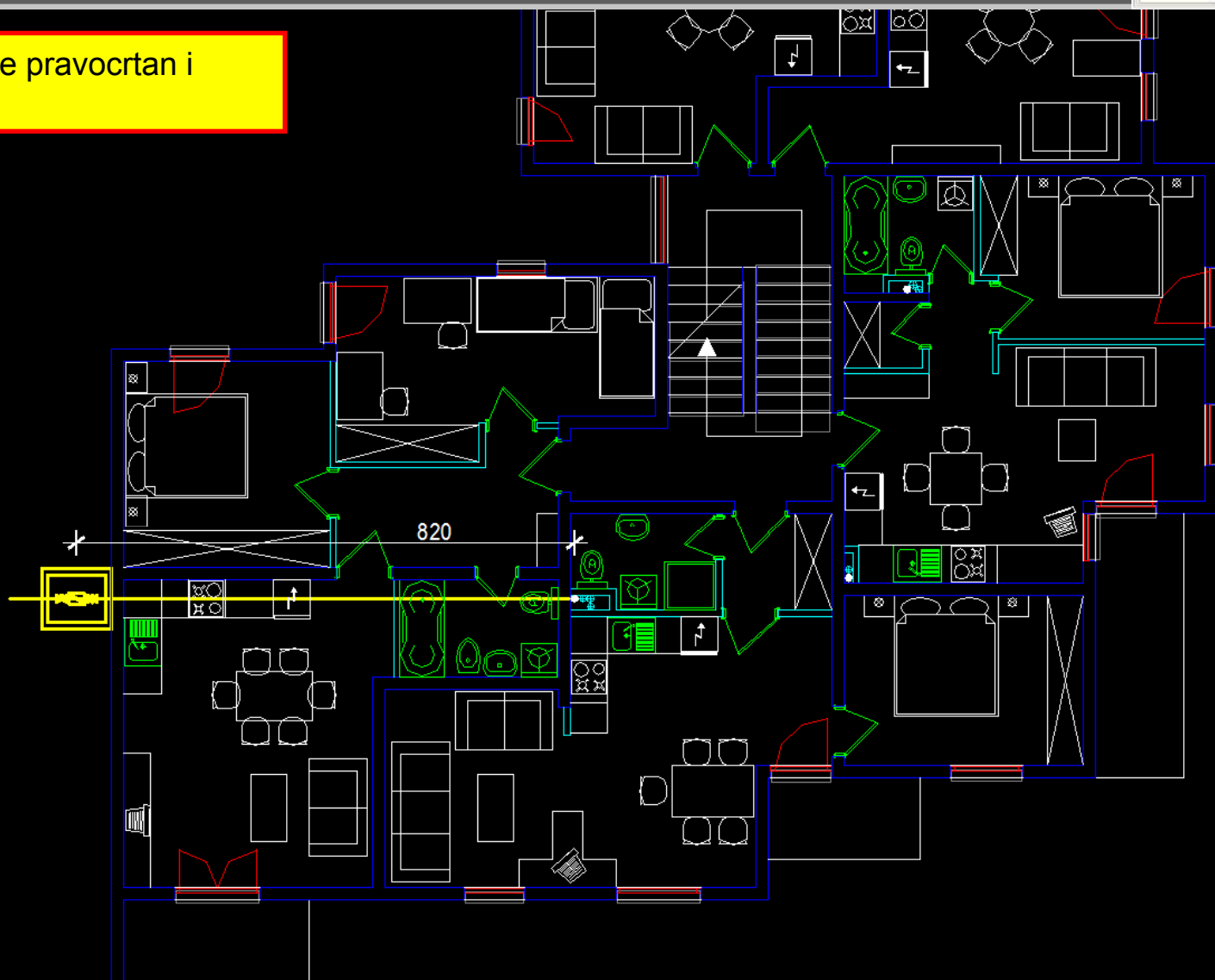
# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 30



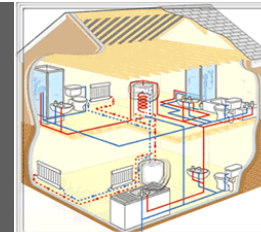
Temeljni razvod je pravocrtan i  
duljine je 8.20 m.



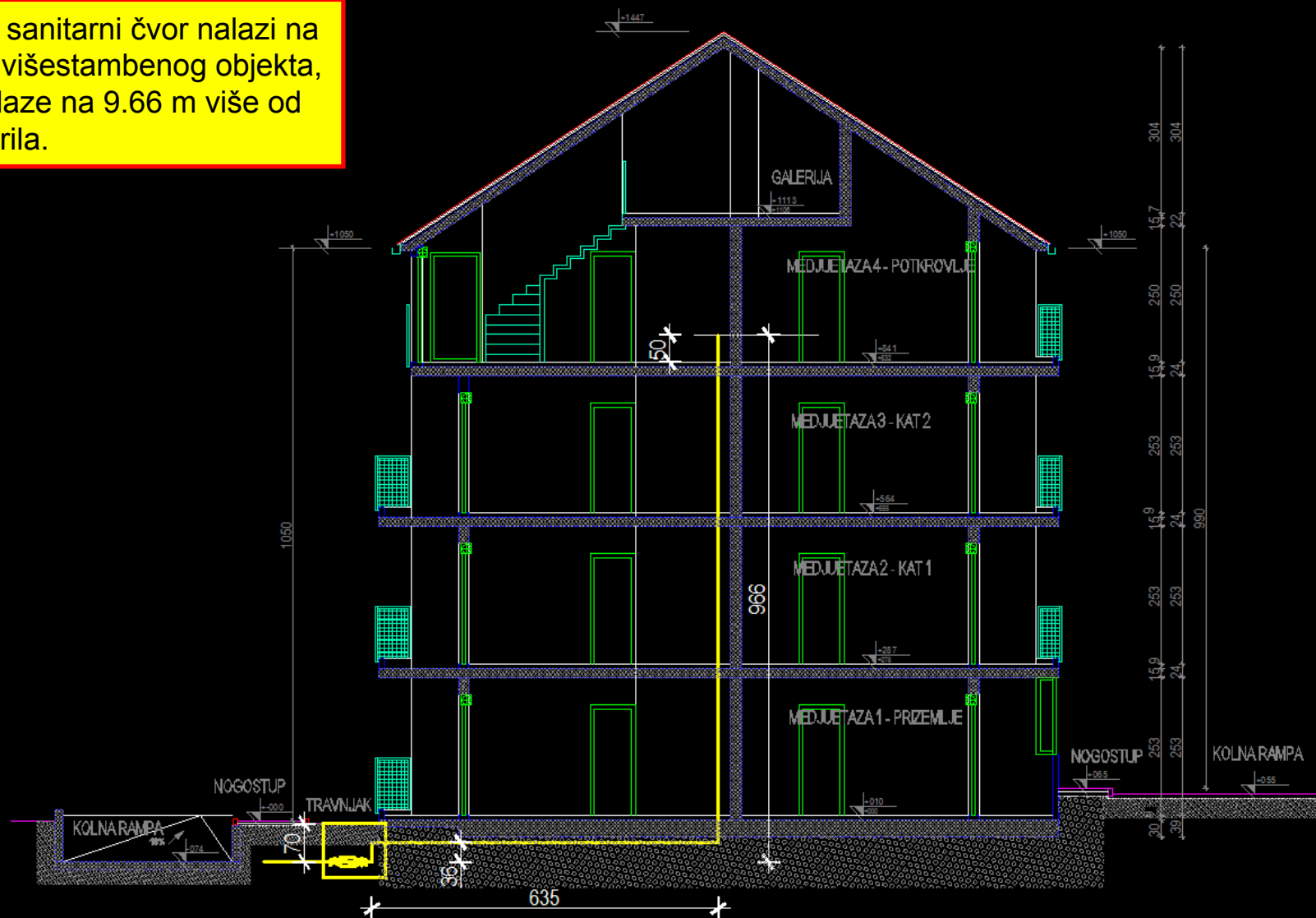
# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

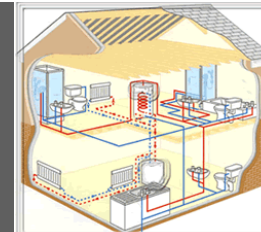
## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 31



Uzmimo da se sanitarni čvor nalazi na 4. etaži nekog višestambenog objekta, tj. grane se nalaze na 9.66 m više od nivoa vodomjerala.





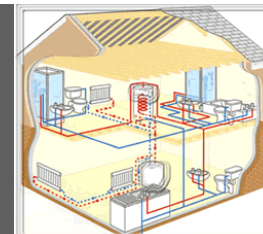
Vertikala je postavljena u instalacijski šaht, a priključak za sanitarni čvor je izveden probojem kroz nosivi zid. Pretpostavimo inicijalno da je vertikala Ø25.

Na početku priključka postavljen je glavni ventil.

### Vertikala Ø25

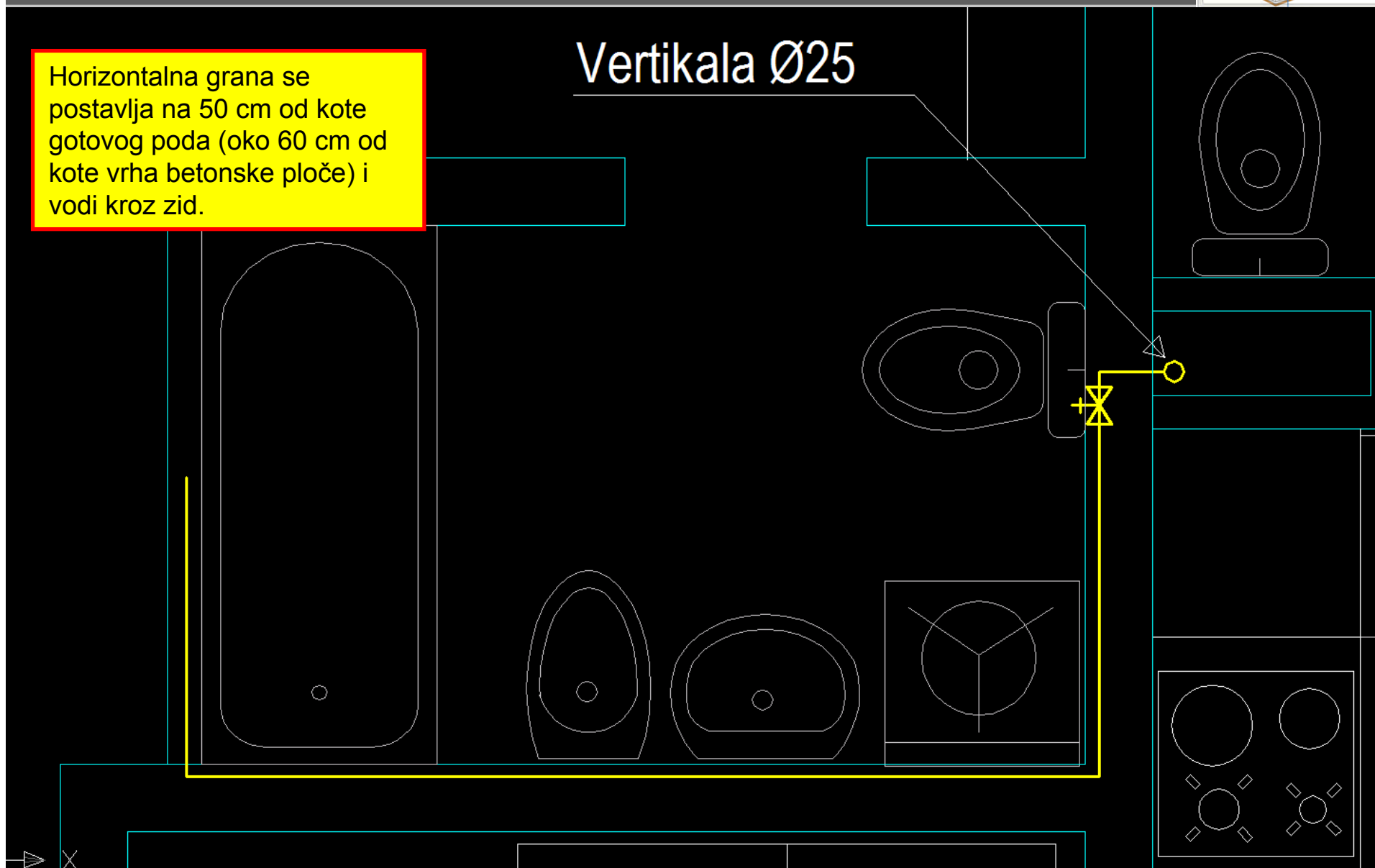






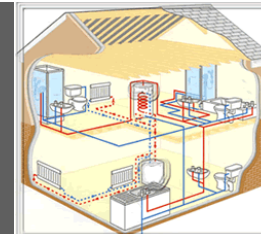
Horizontalna grana se postavlja na 50 cm od kote gotovog poda (oko 60 cm od kote vrha betonske ploče) i vodi kroz zid.

### Vertikala Ø25

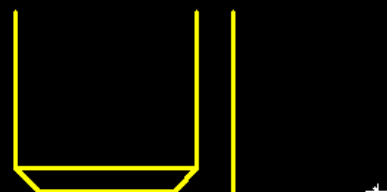


# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

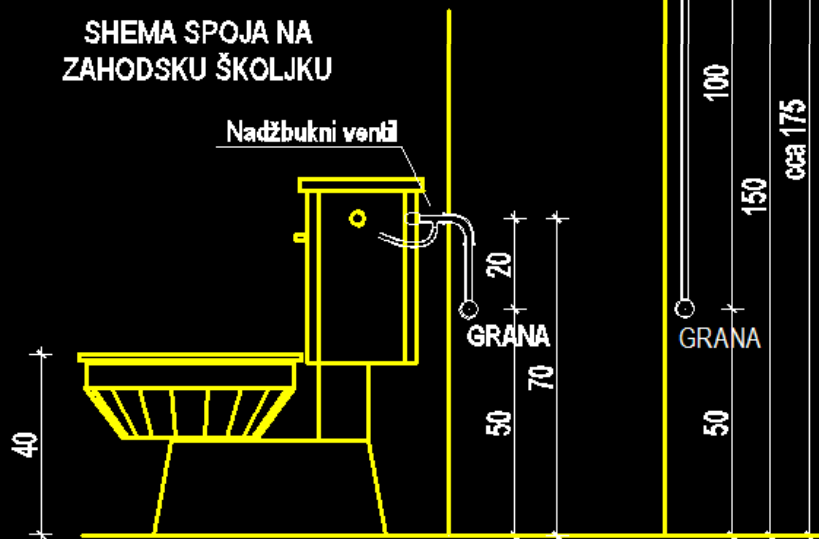


SHEMA SPOJA NA BOJLER



Podžbukni ventil

SHEMA SPOJA NA ZAHODSKU ŠKOLJKU

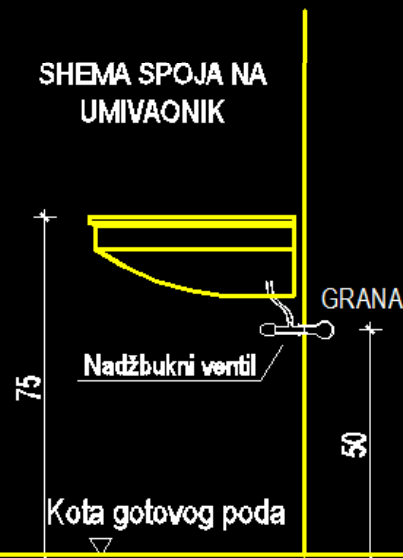


Nadžbukni ventil

GRANA

GRANA

SHEMA SPOJA NA UMIVAONIK

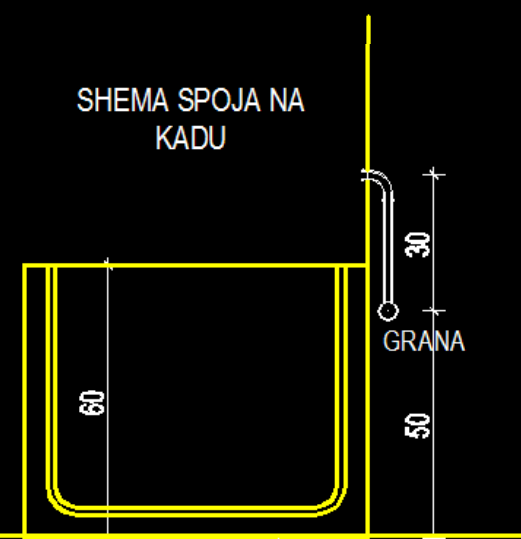


Nadžbukni ventil

GRANA

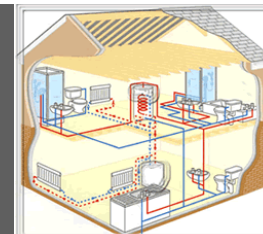
Kota gotovog poda

SHEMA SPOJA NA KADU



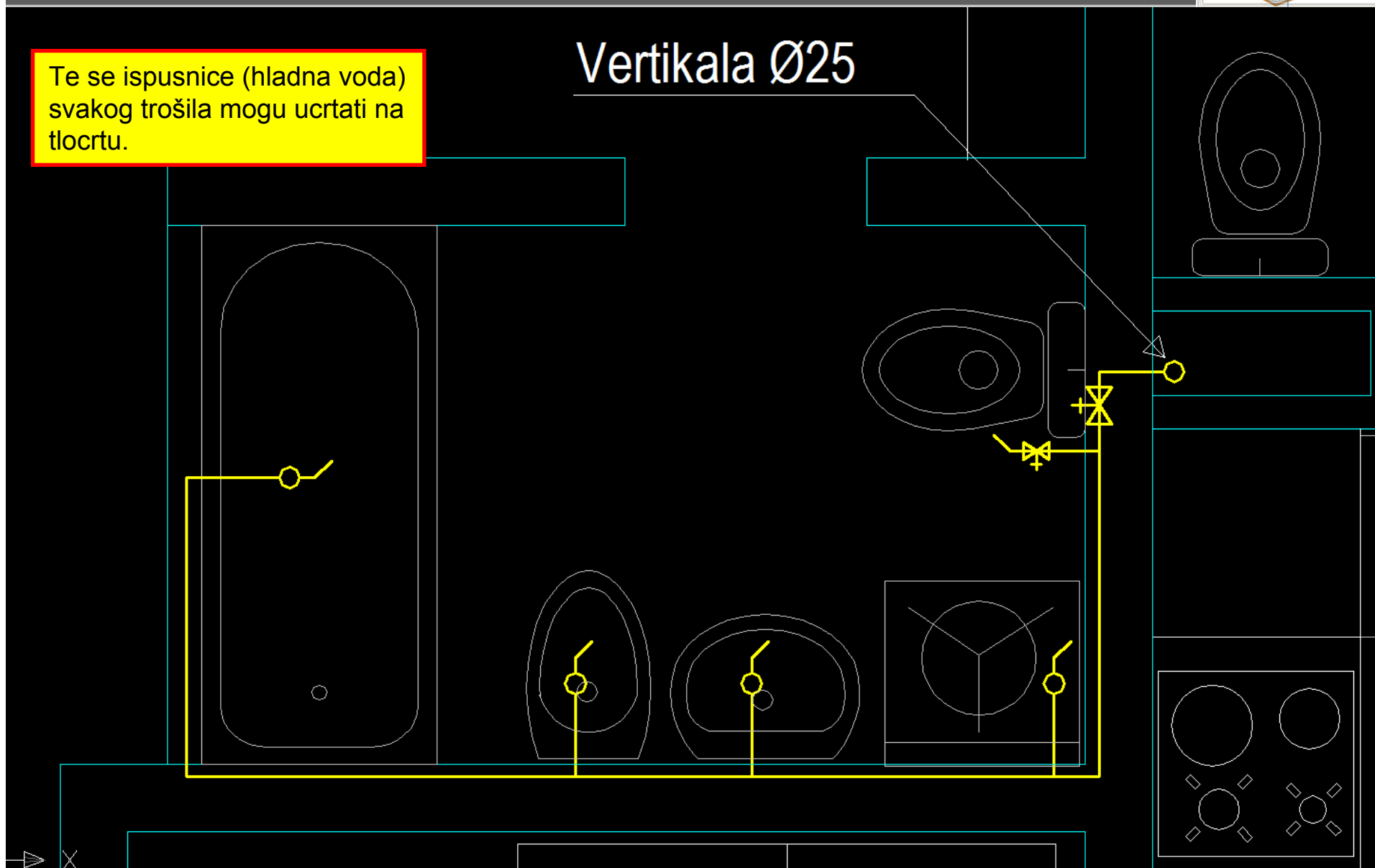
GRANA

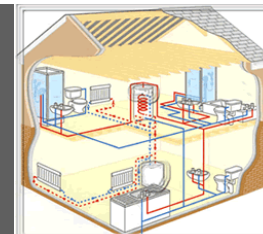
Ogranci se spuštaju na potrebnu visinu za svako pojedino trošilo.



Te se ispusnice (hladna voda) svakog trošila mogu ucrtati na tlocrtu.

### Vertikala Ø25

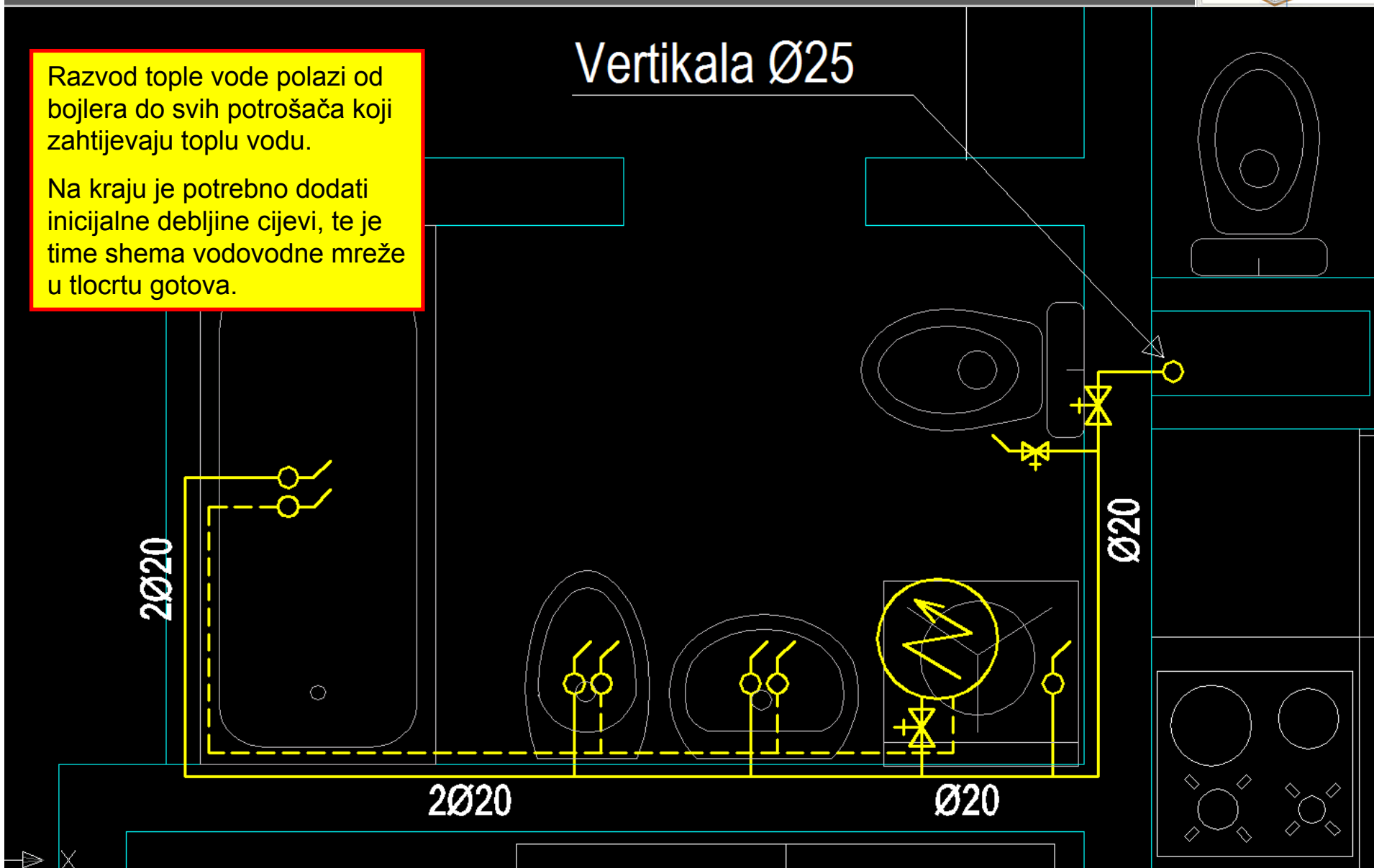




Razvod tople vode polazi od bojlera do svih potrošača koji zahtijevaju toplu vodu.

Na kraju je potrebno dodati inicijalne debljine cijevi, te je time shema vodovodne mreže u tlocrtu gotova.

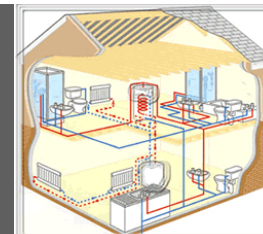
### Vertikala Ø25



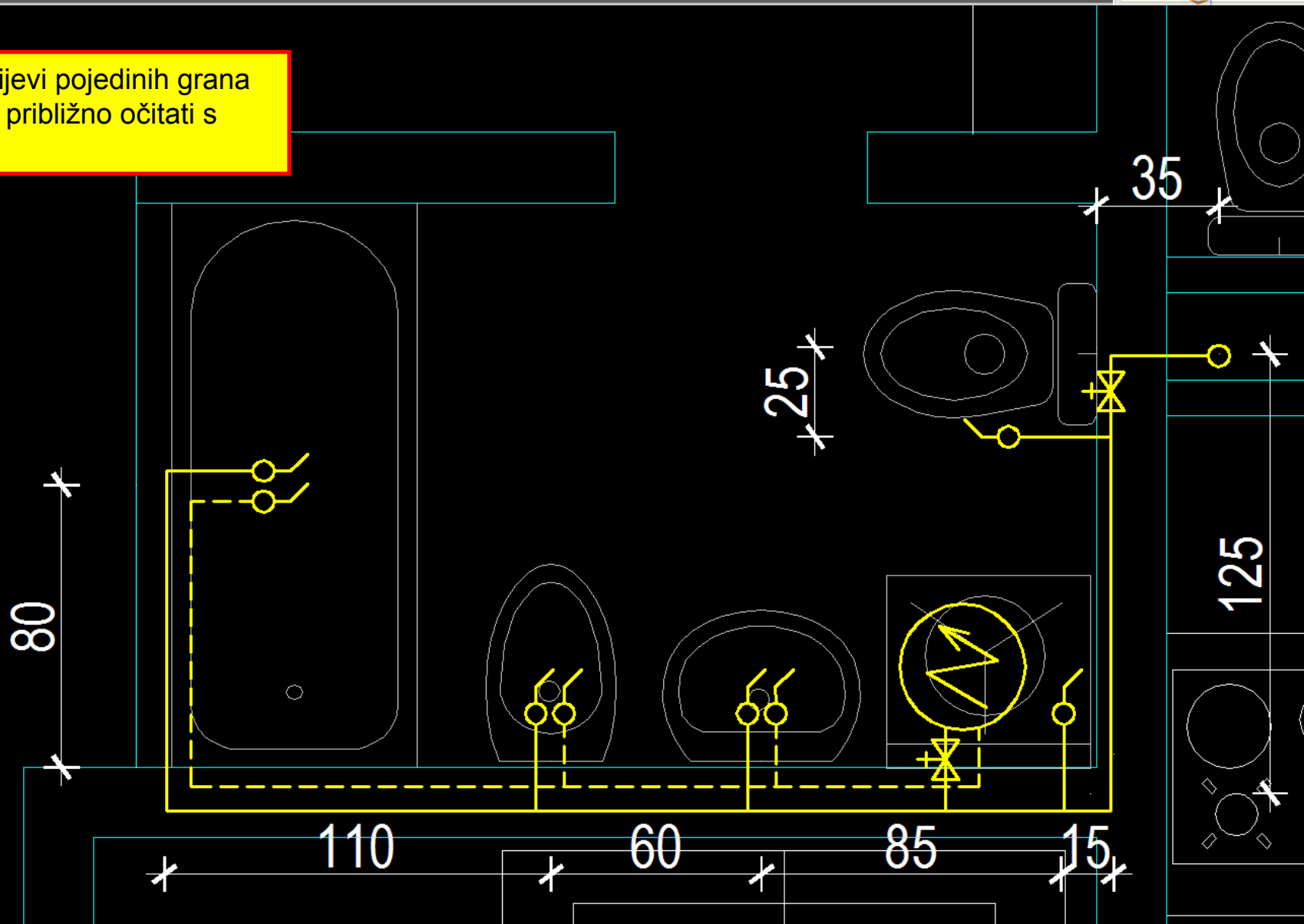
## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 37



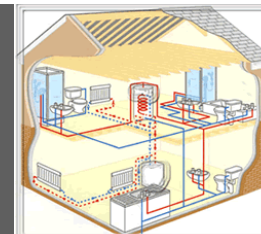
Duljine cijevi pojedinih grana mogu se približno očitati s tlocrta.



## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 38

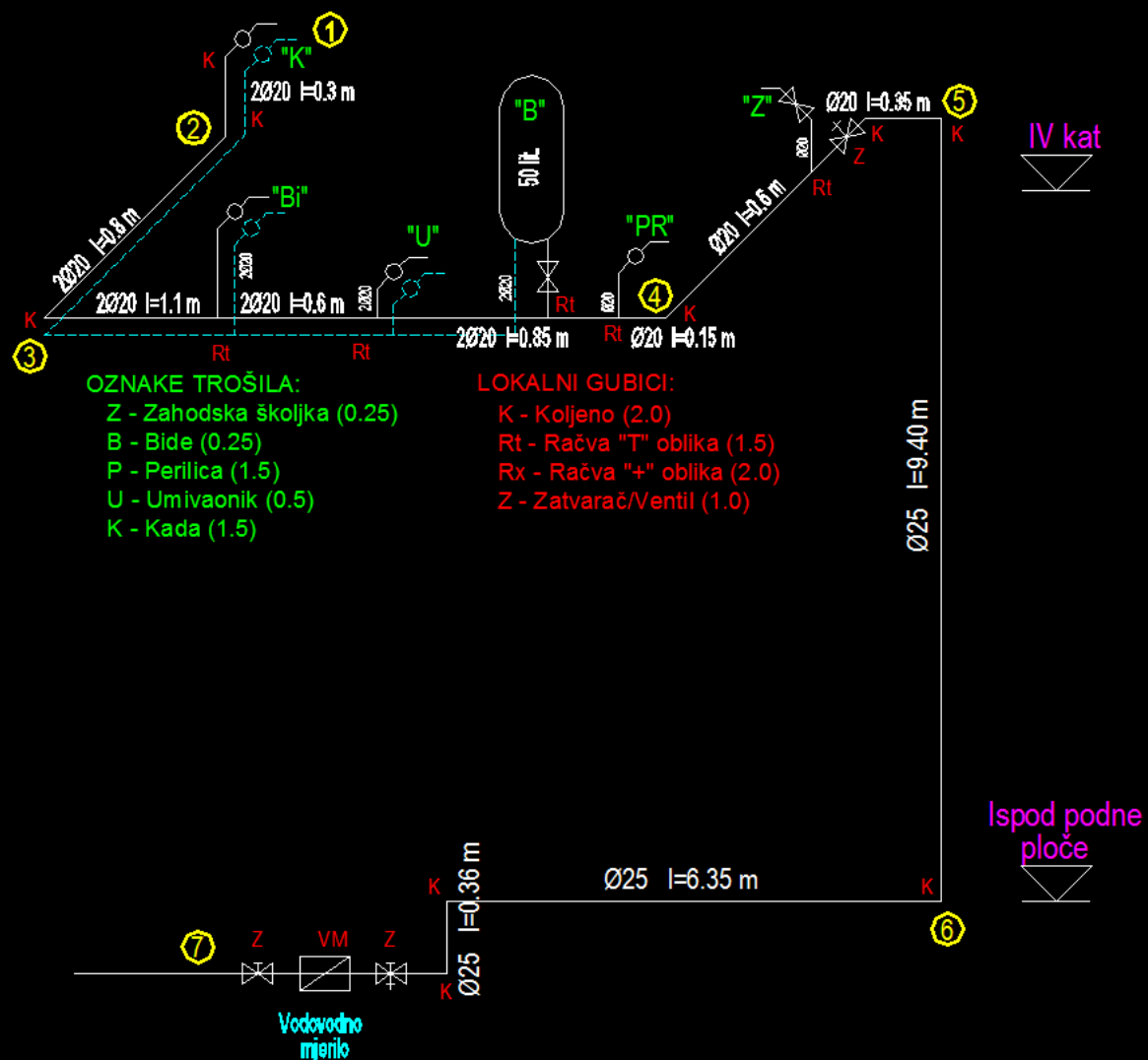


Za projektiranu granu i ogranke potrebno je nacrtati shemu razvoda sa svim duljinama i predviđenim dimenzijama cijevi.

Zelenom bojom su označena trošila, crvenom bojom fitinzi, a žutom bojom karakteristične točke razvoda.

Za proračun mreže možemo formirati tablicu u kojoj ćemo pratiti mrežu hladne vode po karakterističnim točkama.

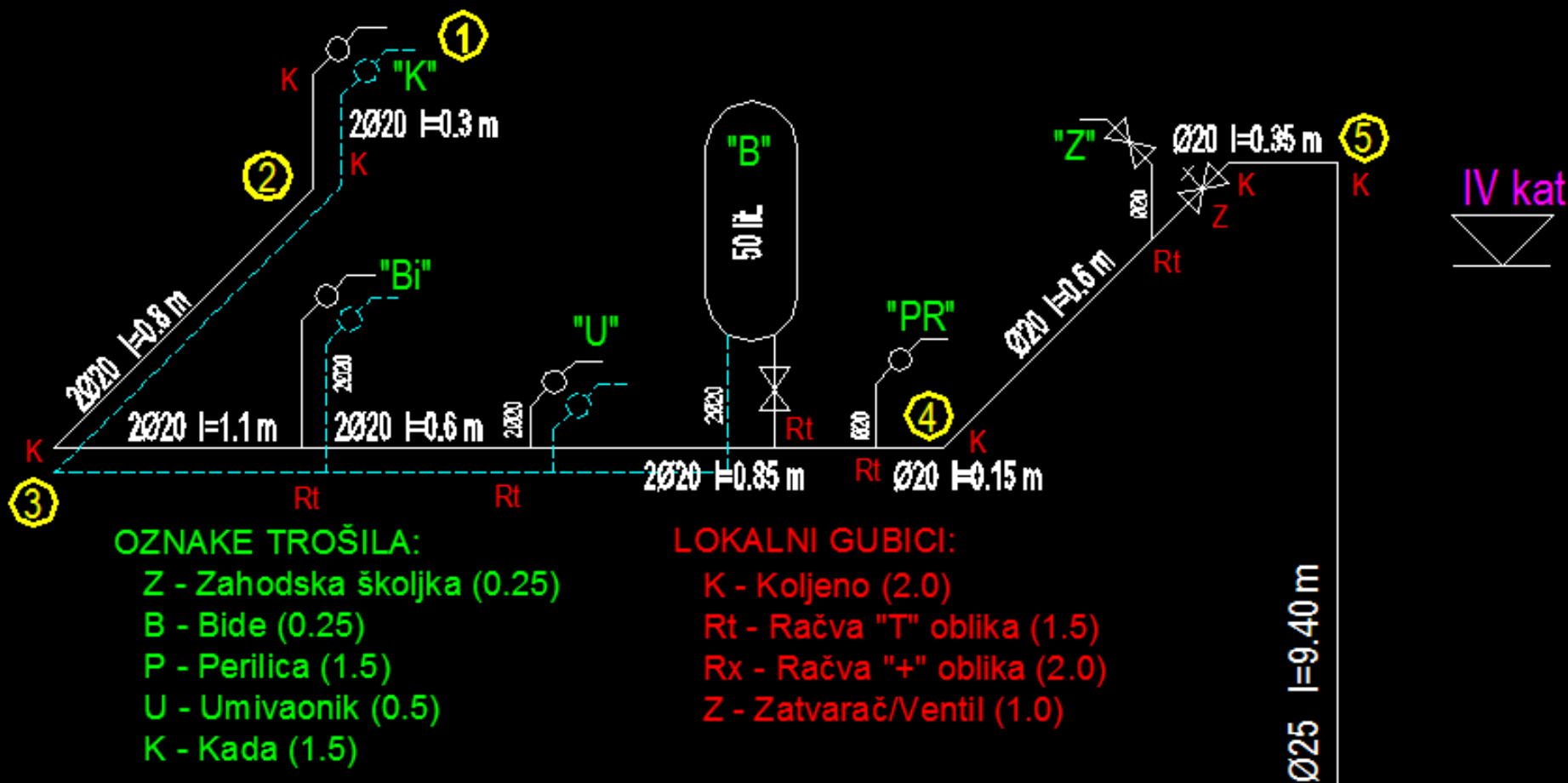
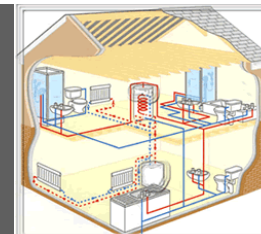
Krenimo od točke ①. Iz točke ① do točke ② imamo jedan ispust (slavinu) i jedno koljeno, te 0.30 m PP cijevi nazivnog promjera  $\text{Ø}20$  mm.



# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

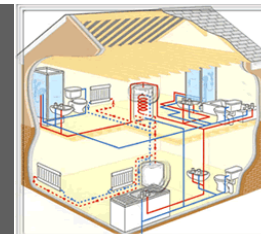
Str. 39



# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 40

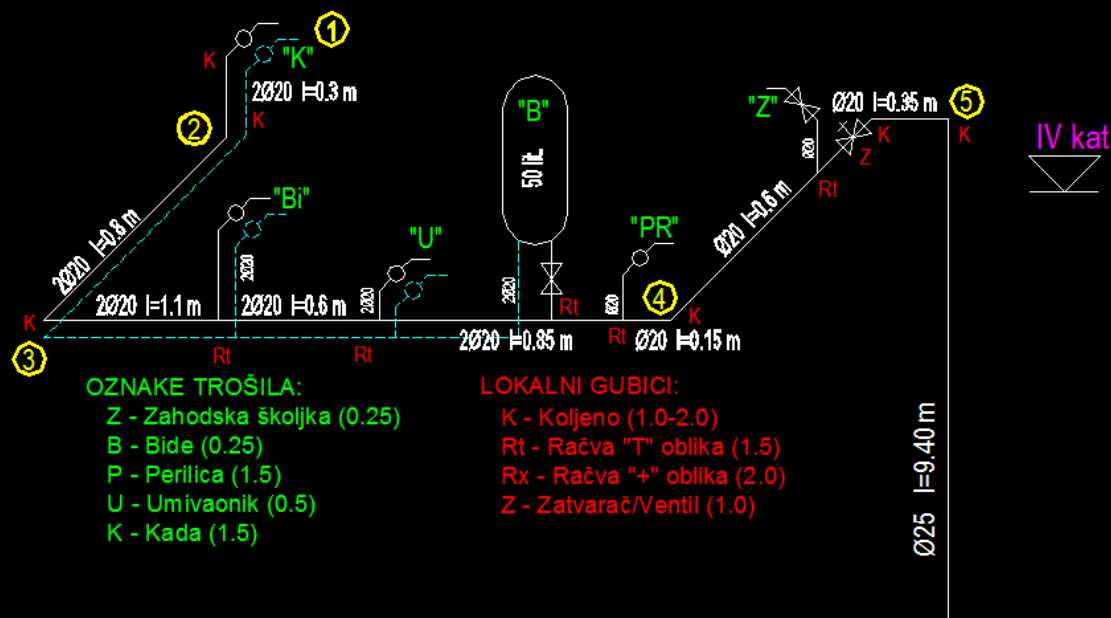


U točki ① imamo ispust za kadu (1.5 l/s), čisti profil cijevi 16.2 mm, pa možemo izračunati brzinu vode:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{lJ} = 0.25 \cdot \sqrt{1.5} = 0.306 \text{ l/s}$$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{1.62^2 \cdot 3.14}{4} = 2.06 \text{ cm}^2$$

$$v = \frac{q}{A} = \frac{0.306 \cdot 10^{-3}}{2.06 \cdot 10^{-4}} = 1.49 \text{ m/s}$$



Dionica	Dužina m	Izljevne jedinice l/s	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka				
					Linijski ( $h_f$ )		Lokalni ( $h_l$ )		
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni	
1-2	0.3	1.50	16.2	1.49					
SUMA:									
UKUPNA SUMA:							0.00		0.00
									0.00

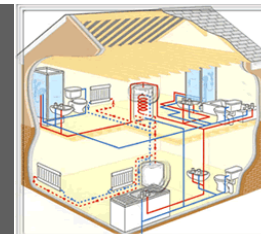




# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

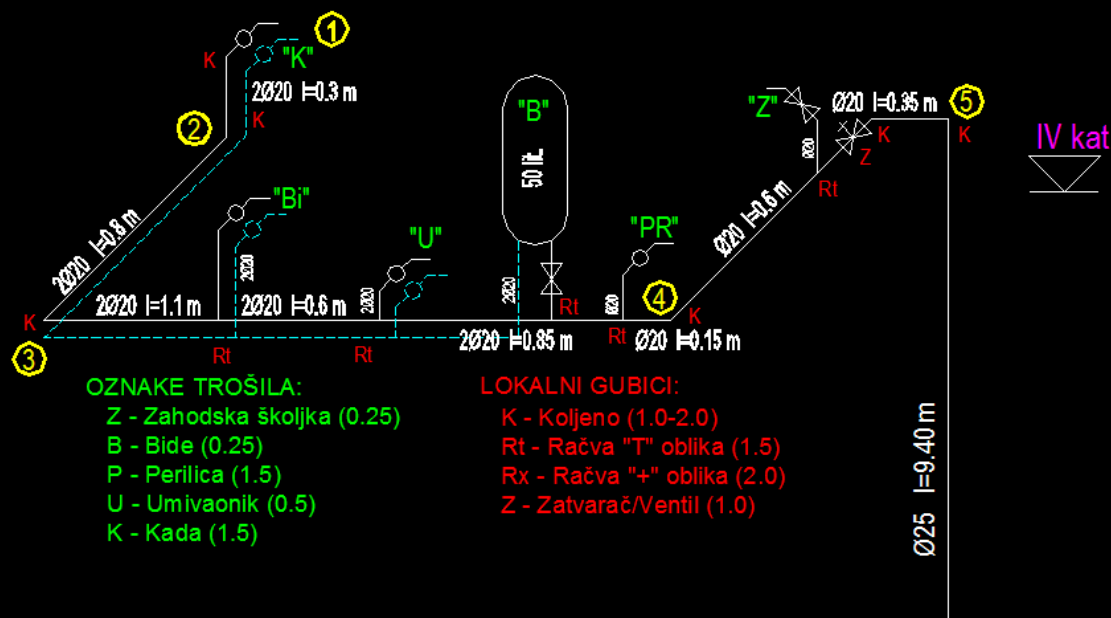
## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 42



Dionica ②-③ je dužine 0.80 m, profil cijevi je: Ø20 i ima jedno koljeno (iz točke ②,  $\zeta=1.5$ ).

Na dionici ②-③ nema novih potrošača, pa broj izljevni jedinica ostaje 1.5 (Kada).

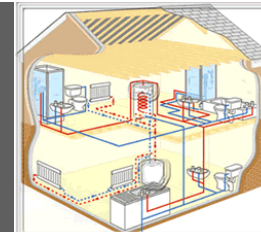


Dionica	Dužina m	Izljevne jedinice IJ	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni
1-2	0.3	1.50	16.2	1.49	0.20	0.06	2.5	0.28
2-3	0.8	1.50	16.2	1.49	0.20	0.16	1.5	0.17
3-4								
4-5								
5-6								
6-7								
SUMA:						0.22		0.45
UKUPNA SUMA:								0.67

# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

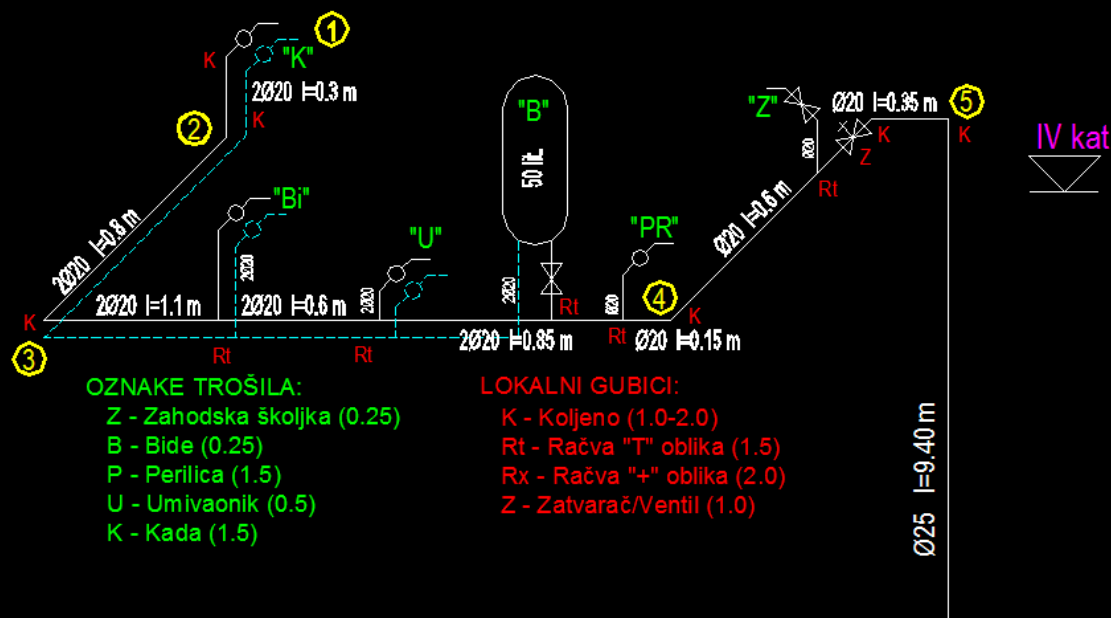
Str. 43



Dionica ③-④ je ukupne dužine 2.70 m, profil cijevi je i dalje: Ø20. Na ovom dijelu cjevovoda ima jedno koljeno ( $\zeta=1.5$ ) i četiri Rt račve ( $\zeta=1.5$ ), s prolazom vode, ukupno  $\zeta_{uk}=7.5$ .

Na dionici su novi potrošači: Bide (IJ=0.25), Umivaonik (IJ=0.5) i Perilica rublja (IJ=1.5). Ukupno s kadom, IJ=3.75.

Vidljivo je da je brzina vode u točki ④ na granici  $2.35 < 2.50$  m/s.

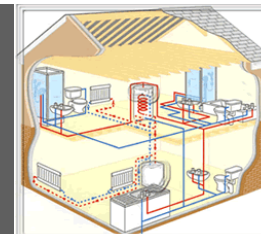


Dionica	Dužina m	Izljevne jedinice IJ	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni
1-2	0.3	1.50	16.2	1.49	0.20	0.06	2.5	0.28
2-3	0.8	1.50	16.2	1.49	0.20	0.16	1.5	0.17
3-4	2.7	3.75	16.2	2.35	0.46	1.25	7.5	2.11
4-5								
5-6								
6-7								
SUMA:						1.47		2.56
UKUPNA SUMA:								4.03

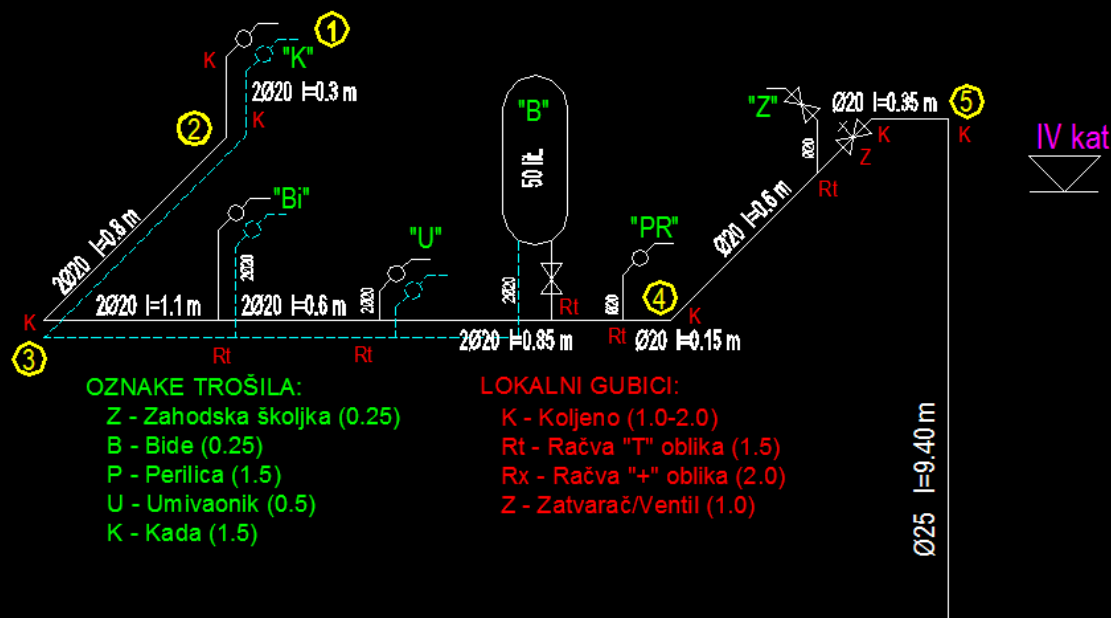
# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 44



Na sličan način može se popuniti i ostatak tablice.

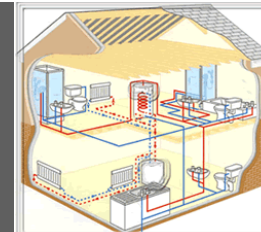


Dionica	Dužina m	Izljevne jedinice IJ	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka			
					Linijski ( $h_l$ )		Lokalni ( $h_l$ )	
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni
1-2	0.30	1.50	16.2	1.49	0.20	0.06	2.5	0.28
2-3	0.80	1.50	16.2	1.49	0.20	0.16	1.5	0.17
3-4	2.70	3.75	16.2	2.35	0.46	1.25	7.5	2.11
4-5	0.95	4.00	16.2	2.43	0.49	0.47	4.0	1.20
5-6	9.40	4.00	20.4	1.53	0.16	1.48	1.5	0.18
6-7	6.70	4.00	20.4	1.53	0.16	1.06	6.5	0.78
SUMA:						4.48		4.71
UKUPNA SUMA:								9.19

# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

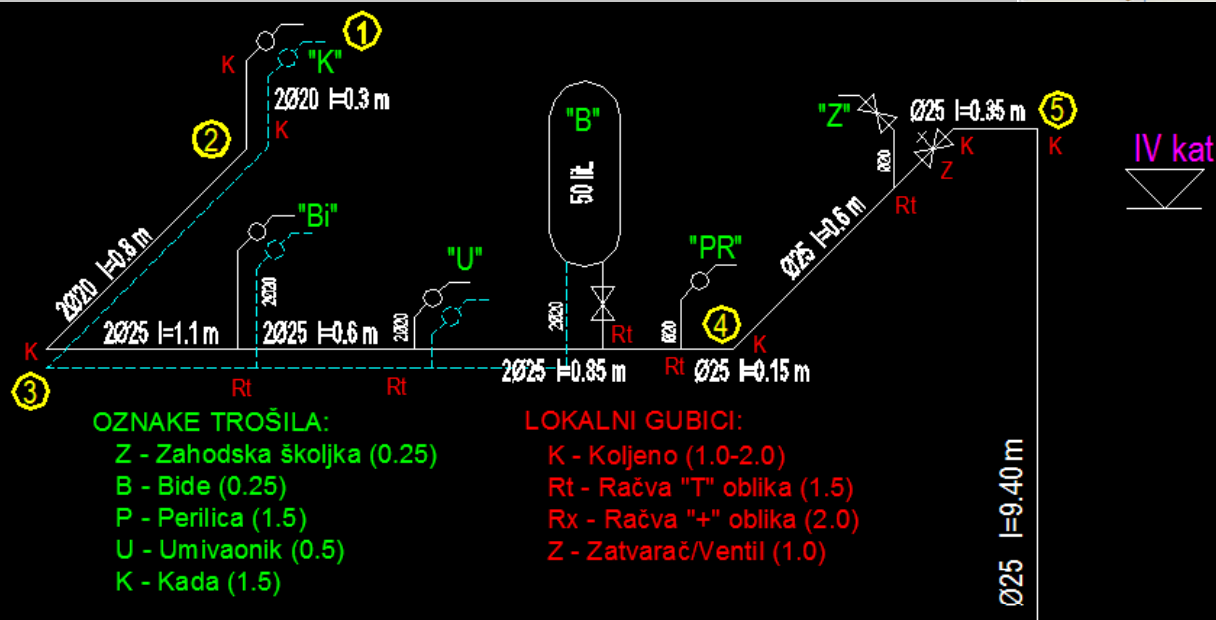
Str. 45



Varijantno rješenje je s cijevima nešto većeg profila ( $\text{Ø}25$ ) na dionicama: ③-④ i ④-⑤.

U ovom slučaju gubici su manji (6.03 u odnosu na 9.19), i brzina vode u cijevima je ujednačenija.

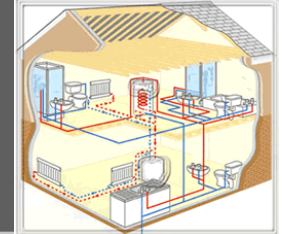
Dakle, varijanta s cijevima  $\text{Ø}25$  je bolje (i nešto skuplje) rješenje.



Dionica	Dužina m	Izjevne jedinice IJ	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka				
					Linijski ( $h_f$ )		Lokalni ( $h_l$ )		
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni	
1-2	0.30	1.50	16.2	1.49	0.20	0.06	2.5	0.28	
2-3	0.80	1.50	16.2	1.49	0.20	0.16	1.5	0.17	
3-4	2.70	3.75	20.4	1.48	0.15	0.40	7.5	0.84	
4-5	0.95	4.00	20.4	1.53	0.16	0.15	4.0	0.48	
5-6	9.40	4.00	20.4	1.53	0.16	1.48	1.5	0.18	
6-7	6.70	4.00	20.4	1.53	0.16	1.06	6.5	0.78	
SUMA:						3.31			2.72
UKUPNA SUMA:									6.03

# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

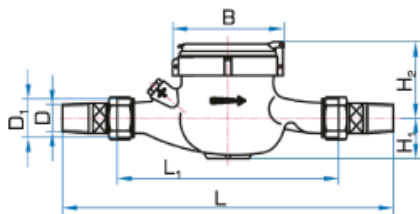


Ukupni broj IJ je 4.0. Na osnovu tog podatka može se izračunati ukupan protok:

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{IJ} = 0.25 \cdot \sqrt{4.0} = 0.50 \text{ l/s}$$

Prema tablici (dole) može se izabrati tip vodomjera za nazivni protok i očitati gubitak na vodomjeru

Horizontalni vodomjeri tip VMA, VMK



Nazivni promjer (DN mm)	15	15	20	20	25	32	40	50	50
Nazivni protok (Qn m <sup>3</sup> /h)	1,5	1,5	1,5	2,5	3,5	6	10	15	15
Najveći protok (Qmax)	3	3	3	5	7	12	20	30	30
Prijelazni protok (Qt)	0,12	0,12	0,12	0,2	0,28	0,48	0,8	3	3
Najmanje protok	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,12	0,10	0,45	0,45
Gubitak tlaka kod najvećeg protoka	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1	1
Dužina (L mm)	245	270	290	290	380	380	440	390	-
Dužina (L1 mm)	165	180	190	190	260	260	300	270	270
Navojni spoj (D)	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1/4"	1/4"	1/2"	2"	2"
Navojni spoj (D1)	G3/4"B	G3/4"B	G1"B	G1"B	G1 1/4"	G1 1/4"	G2"B	G1 1/2"	pri.
Rastojanje (H1 mm)	31	32	31	31	43	43	46	46	68
Rastojanje (H2 mm)	84	87	84	84	87	87	107	107	92
Masa (kg)	1,5	2	1,6	1,6	2,2	2,5	37	4,5	8,5
Osjetljivost (l/h)	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	30	50	110	110

### OZNAKE TROŠILA:

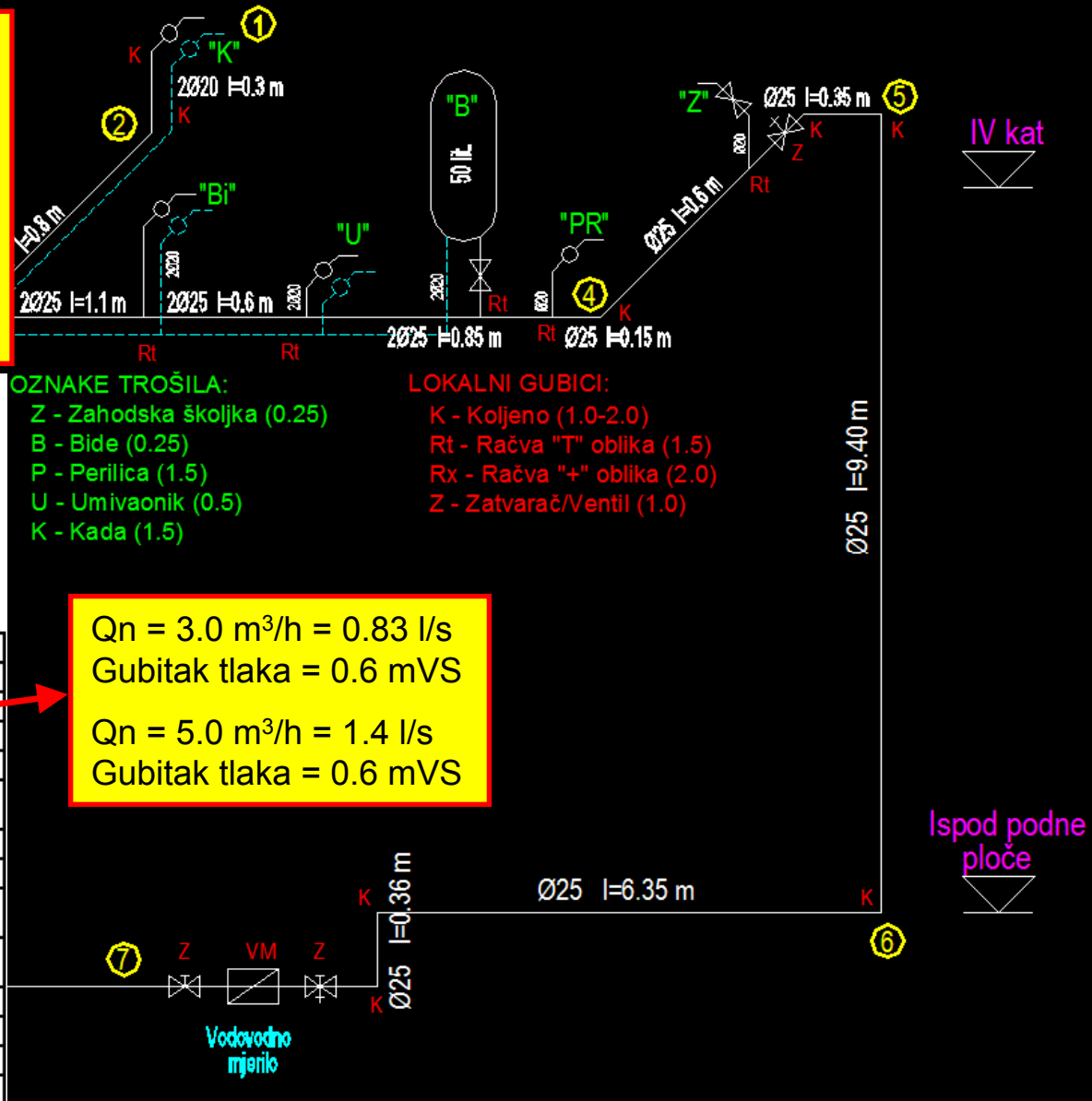
- Z - Zahodska školjka (0.25)
- B - Bide (0.25)
- P - Perilica (1.5)
- U - Umivaonik (0.5)
- K - Kada (1.5)

### LOKALNI GUBICI:

- K - Koljeno (1.0-2.0)
- Rt - Račva "T" oblika (1.5)
- Rx - Račva "+" oblika (2.0)
- Z - Zatvarač/Ventil (1.0)

Qn = 3.0 m<sup>3</sup>/h = 0.83 l/s  
Gubitak tlaka = 0.6 mVS

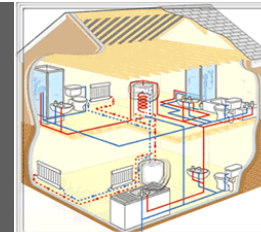
Qn = 5.0 m<sup>3</sup>/h = 1.4 l/s  
Gubitak tlaka = 0.6 mVS



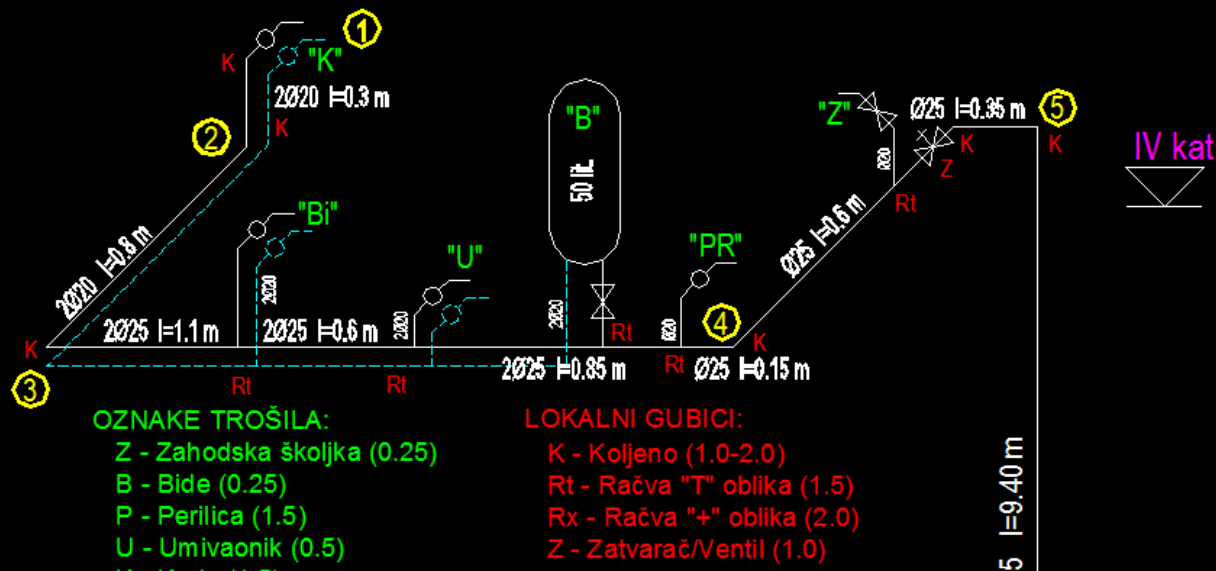
# Instalacije – Dio 1. - Vodovod

## Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

Str. 47



Dakle, kada se doda i vodomjer, tablica se može konačno ispisati:

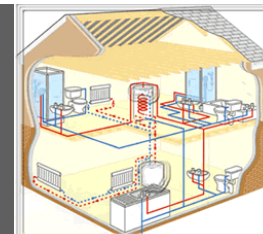


Dionica	Dužina m	Izljevne jedinice IJ	Čisti profil cijevi mm	Brzina m/s	Gubitak tlaka				
					Linijski ( $h_f$ )		Lokalni ( $h_l$ )		
					po m	ukupni	$\zeta$	ukupni	
1-2	0.30	1.50	16.2	1.49	0.20	0.06	2.5	0.28	
2-3	0.80	1.50	16.2	1.49	0.20	0.16	1.5	0.17	
3-4	2.70	3.75	20.4	1.48	0.15	0.40	7.5	0.84	
4-5	0.95	4.00	20.4	1.53	0.16	0.15	4.0	0.48	
5-6	9.40	4.00	20.4	1.53	0.16	1.48	1.5	0.18	
6-7	6.70	4.00	20.4	1.53	0.16	1.06	6.5	0.78	
SUMA (mVS):						3.31		2.72	
VODOMJER (mVS):								0.60	
UKUPNA SUMA (mVS):								6.63	

## Instalacije – Dio 1. - Vodovod

### Predavanje br. 3 – Izvođenje vodovoda, Proracun vodovoda

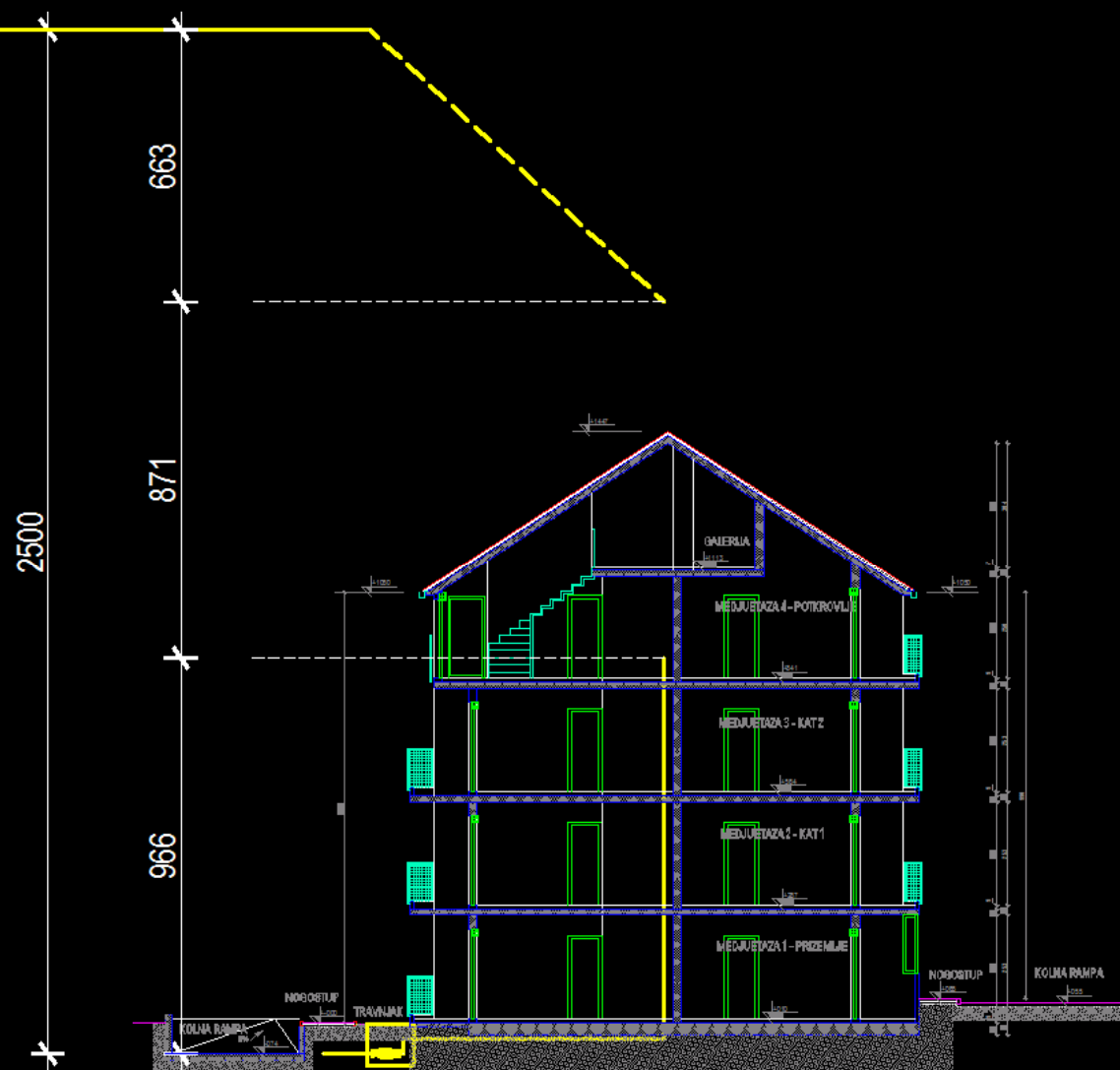
Str. 48



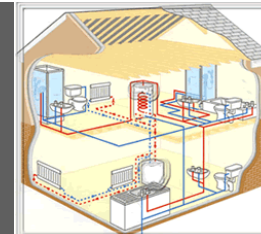
Pretpostavimo da je na priključku osiguran minimalni tlak (2.5 bara = 25 mVS). Najviše izljevno mjesto je 9.66 m iznad priključka, a gubici su 6.63 mVS, tada ostaje razlika tlaka:

$$25.0 - 9.66 - 6.63 = 8.71 \text{ mVS}$$

što osigurava da će i u slučaju najveće potrošnje na priključku biti dostatan tlak i količina vode.







### DIMENZIONIRANJE GLAVNOG DOVODA

Glavni dovod se dimenzionira prema ukupnoj potrebi za vodom u nekoj građevini. U prethodno prikazanoj građevini ukupna količina vode za prikazani sanitarni čvor je 4 lJ. Pretpostavimo da odabrani stan ima još potrošnju za sudoper (0.50 lJ) i perilicu suđa (1.50 lJ), dakle ukupnu potrošnju od 6.0 lJ. Pretpostavimo također da zgrada ima 10 identičnih stanova. Dakle ukupni zahtjev za količinom vode je:

$$Q_n = 10 \cdot 6 = 60 \text{ lJ}$$

$$q = 0.25 \cdot \sqrt{lJ} = 0.25 \cdot \sqrt{60} = 1.94 \text{ l/s} = 0.00194 \text{ m}^3/\text{s}$$

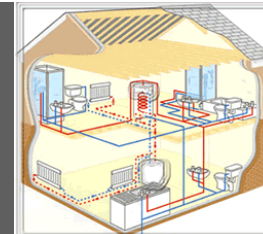
Prema maksimalnoj dozvoljenoj brzini vode u cijevima možemo izračunati:

$$v_{\max} = 2.0 \text{ m/s}$$

$$A_{\text{pot}} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{q}{v_{\max}} \Rightarrow d_{\text{pot}} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot q}{v_{\max} \cdot \pi}}$$

$$d_{\text{pot}} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot q}{v_{\max} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00194}{2.0 \cdot \pi}} = 0.0351 \text{ m} = 35.1 \text{ mm}$$

podaci o cijevi			promjer	debljina stjenke	unutarnji promjer	sadržaj vode	težina	
broj art.	mjere (dimenzije)	pakiranje	d mm	s mm	d <sub>i</sub> mm	l/m	kg/m	DN
70708	20 mm	100	20	2,8	14,4	0,163	0,152	15
70710	25 mm	100	25	3,5	18,0	0,254	0,236	20
70712	32 mm	40	32	4,4	23,2	0,423	0,379	25
70714	40 mm	40	40	5,5	29,0	0,661	0,590	32
70716	50 mm	20	50	6,9	36,2	1,029	0,919	40
70718	63 mm	20	63	8,6	45,8	1,647	1,444	40
70720	75 mm	20	75	10,3	54,4	2,324	2,054	50
70722	90 mm	12	90	12,3	65,4	3,359	2,943	65
70724	110 mm	8	110	15,1	79,8	5,001	4,403	80
70726	125 mm	4	125	17,1	90,8	6,475	5,669	80
70730	160 mm	4	160	21,9	116,2	10,604	9,710	100



## DIMENZIONIRANJE VODA TOPLE VODE

Vod tople vode dimenzionira se na isti način kao i vod hladne vode. U slučaju da je topla voda lokalne namjene (bojler i lokalni razvod) najčešće se uzima da je vod tople vode isti kao i vod hladne vode.

## DIMENZIONIRANJE CIRKULACIJSKOG VODA

Kako je ranije naglašeno, cirkulacijski vod služi za povratak neiskorištene tople vode u centralni grijač. Dijametar cirkulacijskog voda se odabire prema usvojenom dijametru voda tople vode, prema tablici:

TV	DN 20-32	DN 40-50	DN 65-80	DN 100
CV	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32