

K.P. „Gradska toplana“ a.d. Pale

**TEHNIČKI USLOVI
za izgradnju toplovodne mreže i
toplotnih predajnih stanica**

1.izdanje

Pale, maj 2025.

SADRŽAJ

1. OPŠTE ODREDBE

1.1 Područje važnosti.....	4
1.2 Osnovne karakteristike distributivne mreže.....	4
1.3 Projektna dokumentacija.....	5
1.4. Nadzor nad izvođenjem.....	6

2. TEHNIČKI USLOVI ZA TOPLOVODNU DISTRIBUTIVNU MREŽU

2.1 Montažni radovi.....	6
2.2 Građevinski radovi.....	8

3. TEHNIČKI USLOVI ZA TOPLOTNE PREDAJNE STANICE

3.1 Opšti dio.....	11
3.2 Sistem priključenja na mrežu.....	11
3.3 Projektni parametri za dimenzionisanje TPS.....	12
3.4 Prostorija za postavljanje TPS.....	12
3.5 Priključna podstanica.....	14
3.6. Kućna podstanica.....	16

4. UNUTRAŠNJA TOPLOVODNA INSTALACIJA KORISNIKA

4.1 Opšti dio.....	19
4.2 Ispitivanje instalacije.....	19
4.3 Punjenje instalacije.....	19
4.4 Probni pogon.....	20
4.5 Tehnički prijem.....	20

5. ODRŽAVANJE TPS I PRIKLJUČNOG VODA.....

6. ZAVRŠNE ODREDBE.....	21
7. PRILOZI.....	22

1. OPŠTE ODREDBE

1.1 Područje važnosti

Tehnički uslovi za izgradnju toplovodne mreže i toplotnih predajnih stanica

(u daljem tekstu *Tehnički uslovi*) se primjenjuju za projektovanje, izgradnju i održavanje distributivne mreže, priključnih vodova i toplotnih predajnih stanica u sistemu daljinskog grijanja ***Komunalnog preduzeća „Gradske toplane“ a.d. Pale*** (u daljem tekstu *Toplana, Distributer*).

Tehnički uslovi takođe daju smjernice za unutrašnju toplovodnu instalaciju u objektima koji se priključuju ili su već spojeni na postojeću distributivnu mrežu daljinskog grijanja na Palama.

Namjena *Tehničkih uslova* je da uskladi i pojednostavi projektovanje, izvođenje, priključenje, rukovanje i održavanje distributivnih toplovoda, kućnih priključaka i toplotnih predajnih stanica (TPS).

Toplotna energija koju isporučuje distributer, može se koristiti isključivo za potrebe grijanja, ventilaciju i klimatizaciju (KGH) i pripremu potrošne tople vode (PTV) u objektima.

Eventualna isporuka toplotne energije za druge svrhe i namjene (npr. Tehnološke potrebe), posebno se ugovara sa Distributerom.

Distributer garantuje pouzdan rad distributivne mreže, TPS-a i unutrašnje toplovodne instalacije samo ako su izvedeni i korišteni u skladu sa ovim Tehničkim uslovima.

Distributer zadržava pravo na izmjenu predloženih tehničkih rješenja, ako bi se pokazalo da su nova rješenja kvalitetnija.

Tehnički uslovi su sastavni dio ugovornog odnosa između korisnika i Distributera.

Tehnički uslovi su javno dostupni na internet stranici distributera.

1.2 Osnovne karakteristike distributivne mreže

1.2.1 Izvedba mreže

Distributivnu toplovodna mreža je izvedena kao dvocijevni cijevni razvod (dovodni i povratni vod) sa cijevnim priključcima za indirektno povezivanje toplotnih predajnih stanica (TPS).

Na distributivnom mrežu Toplane, dozvoljeno je priključenje samo preko indirektnih TPS.

Razvodni vod se nalazi po pravilu desno, gledano od izvora toplotne energije prema konzumu i označen je crvenom bojom. Povratna cijev se nalazi lijevo, gledano od izvora toplotne energije i označena je plavom bojom.

Nosilac toplotne energije u distributivnoj mreži je hemijski pripremljena topla voda, obrađena u Toplani.

Distributivna mreža funkcionira kao zatvoreni sistem sa statičkim nad pritiskom, koji obezbjeđuju napojne pumpe u izvoru toplotne energije (Toplana). Cirkulaciju u primarnoj mreži obezbjeđuju cirkulacione pumpe iz Toplane.

1.2.2 Parametri distributivne mreže

Distributivna mreža i primarni dio TPS moraju biti izvedeni za nazivni pritisak PN16 i nazivnu temperaturu 130°C, nezavisno od pogonskih parametara.

Temperatura vode za grijanje u distributivnoj mreži se mijenja zavisno od spoljne temperature na izvoru toplotne energije.

Temperatura grejnog fluida, u skladu sa temperaturnim dijagramom, se održava svakog dana, (najkraći period između 06:00 i 21:00 časova).

Najviša temperatura ogrevnog medija koju garantuje distributer je 110 °C pri spoljnoj temperaturi -18 °C i brzini vjetra od 10 m/s.

Pritisak vode u priključnim vodovima ne prelazi vrijednost od 8.0 bar.

Diferencijalni pritisak na mjestu priključenja korisnika zavisi od udaljenosti priključnog mjesta od toplotnog izvora (Toplane) i pumpne stanice, dimenzije priključka i režima rada toplovodne mreže. Podatke o diferencijalnom pritisku daje Distributer prilikom izdavanja projektnih uslova.

Distributer toplote garantuje diferencijalni pritisak od min 100 kPa (1.0 bara).

Zbir padova pritiska predajne podstanice u TPS-u ne smije prelaziti navedenu vrijednost. Ukoliko je potreban veći diferencijalni pritisak od raspoloživog u tom dijelu sistema, dodatne pumpe moraju biti instalisane u TPS. Korisnik se o tome mora konsultovati sa Distributerom.

1.3 Projektna dokumentacija

Prije pristupu planiranja i projektovanja TPS sa priključnim vodovima, Investitor ili po njegovom ovlaštenju projektant, moraju pribaviti relevantne informacije za projektovanje, kojima distributer utvrđuje posebne zahtjeve za projektovanje, kao što su lokacija priključka na postojeći distributivni sistem, dimenzije distributivnih vodova i priključaka, hidrauličko stanje na mjestu priključenja (pogonski i diferencijalni pritisak).

Kod izbora pojedinih elemenata opreme (izmjenjivači toplote, cirk. pumpe, mjerila toplotne energije..) u svrhu tipizacije i unifikacije opreme, potrebno je konsultovati Distributera.

Projektna dokumentacija za priključne vodove i TPS, mora biti izrađena u skladu sa ovim *Tehničkim uslovima*, važećoj tehničkoj regulativi i opštim pravilima struke.

Projekat TPS mora sadržavati mašinski i elektro dio, sa svim neophodnim proračunima, specifikacijom materijala, opreme i radova, te detaljnim nacrtima za izvođenje.

Prije početka radova, Investitor ili projektant podnose zahtjev za stručni pregled projektne dokumentacije na osnovu koga Distributer izdaje *Načelnu saglasnost na projektno rješenje* i *Energetska saglasnost*.

1.4 Nadzor nad izvođenjem

Na poslovima izvođenja distributivnog sistema mogu se angažovati samo stručno osposobljeni izvođači radova, koji imaju stručne licence za izvođenje ovih vrsta radova. Tokom izvođenja radova, moraju se poštovati važeća zakonska regulativa u oblasti izgradnje objekata, uređenje prostora i naselja u RS.

Najmanje 14 dana prije početka izvođenja radova, Investitor ili Izvođač radova, zatražiće od distributera imenovanje nadzornog inženjera,

2. TEHNIČKI USLOVI ZA TOPLOVODNU DISTRIBUTIVNU MREŽU

2.1 Montažni radovi

2.1.1 Predizolovane cijevi i fitinzi

Nova toplovodna distributivna mreža u Palama, se izvodi od predizolovanih cijevi i fittinga. Vodovi od predizolovanih cijevi se polažu direktno u zemlju.

Ugrađene cijevi i fitinzi trebaju zadovoljiti zahtjeve iz slijedećih standarda:

- predizolovane cijevi: BAS EN 253
- predizolovani fazonski komadi: BAS EN 448
- predizolovana armatura: BAS EN 488
- spojevi za predizolovane cijevi: BAS EN 489
- predizolovane fleksibilne cijevi : BAS EN 15632-4

Standardna predizolovana cijev se sastoji od osnovne cijevi, poliuretanske pjene i spoljne zaštite od polietilena visoke gustoće.

Debljina izolacije predizolovanih cijevi je standardne serije 2 ili veća za sve dimenzije.

Distributer toplotne energije zadržava pravo da propisuje dimenzije toplovodnih vodova na osnovu hidrauličkog stanja u mreži i planiranih proširenja distributivnog sistema.

Minimalna dimenzija priključka za porodične kuće iznosi DN 25.

2.1.2 Armature

Na svim odvajanjima, ograncima i priključcima ugrađuje se zaporna armatura.

Predizolovani kuglasti ventil PN16 za temperature do 130°C ugrađuju se na predizolovane dijelove toplovoda kao interventni ventili.

Vreteno mora biti zaštićeno uličnom kapom na armiranobetonskoj temeljnoj ploči.

U šahtovima zaporna armatura nazivnog otvor $\geq$ DN125 mora imati prenos za smanjenje potrebne sile zatvaranja. Za nazivne otvore $\geq$ DN200 zaporni organ mora imati elektromotorni pogon.

2.1.3 Tehnologija povezivanja

Izvođač radova se mora e strogo pridržavati zahtjeva proizvođača predizolovanih cijevi navedenih u *Uputstvu za ugradnju i korištenje*.

Posebnu pažnju treba obratiti na kvalitet spojeva predizolovanih cijevi, što je osnovni uslov za postizanje očekivanog vijeka trajanja toplovoda.

Za spajanje osnovnih cijevi koristi se elektrolučno zavarivanje u zaštitnoj atmosferi.

Za dimenzije do DN80, moguće je zavarivanje gasnim plamenom (autogeno zavarivanje). Tokom operacije zavarivanja vrši se radiografsko snimanje zavara od strane specijalizovane organizacije za ove poslove i uz prisustvo nadzornog organa. Podaci o ispitivanju se unose u knjigu zavarivanja.

Spojevi zaštitne PE-cijevi i fittinga toplovodnih cijevi moraju biti izvedeni termoskupljajućim spojevima predviđenim za izlivanje poliuuretanske izolacione pjene. Spojnica mora biti opremljena sa najmanje dvije termoskupljajuće čahure na krajevima. U slučaju provođenja vrelovoda kroz vlažan teren, preko čepa otvora za sipanje izolacione mase obavezno je ugraditi treću spojnicu.

2.1.4 Kontrola vlažnosti

Cijevi moraju imati ugrađene senzorske žice za kontrolu prisustva vlage, sa izuzetkom fleksibilnih predizolovanih cijevi za izvođenje pojedinačnih priključaka objekta.

Tokom izvedbe žice moraju biti pravilno spojene. Svi mokri dijelovi izolacije na mjestima zavarivanja moraju biti uklonjeni. Prije zatrpavanja dionice cjevovoda potrebno je izmjeriti otpor mjerne petlje i izolacije. To je referentni podatak za kasnije provjere vlažnosti od strane distributera.

Poslije mjerenja se pravi *Zapisnik o izvršenom mjerenju*, potpisan od strane nadzornog organa i arhiviran kod Distributera. Sastavni dio *Zapisnika* mora biti i snimak ožičenja predmetne toplovodne dionice, sačinjen na osnovu geodetskog snimka toplovoda koji se gradi.

2.1.5 Ispitivanje na čvrstoću i nepropusnost

Nakon što su cijevne dionice spojene zavarivanjem, izvođač izvodi ispitivanje na čvrstoću i nepropusnost hladnom vodom pod pritiskom prema DIN 1988-2008 Ent.

Ispitivanje se može vršiti kada je temperatura vode i opreme minimalno 10°C.

Ispitni pritisak je 1,5 puta veći od pogonskog pritiska. Ispitne dionice se lagano pune hladnom čistom vodom i odzračuje. Povišenje pritiska u cjevovodu prati se i mjeri pomoću dva manometra, od kojih je jedan radni, a drugi je na osnovu isprave o baždarenju određen kao kontrolni. Koristi se mjerni instrument (manometar) na kome se može očitati promjena pritiska od 0,1 bar. Kontrolni manometar mora biti klase tačnosti 1.6 (za ispitni pritisak do 40 bar).

Mjerni instrumenti se obično postavlja na najnižoj tački cjevovoda koji se ispituje.

Ispitivanje se sastoji od pripremnog i glavnoj dijela.

Pripremno ispitivanje uključuje dvostepeno povećanje ispitnog pritiska u prvih 30 min.

U narednih 30 min pritisak može pasti za max. 0,6 bara. Poslije postizanja željenog probnog pritiska izvor napajanja (pumpa) mora biti odvojena od sistema razdvajanjem veze.

Glavno ispitivanje se dešava odmah nakon pripremnog i traje naredna 2 sata. Za to vrijeme max. dozvoljeni pad pritiska je 0,2 bara.

Ukoliko je pad pritiska veći, ispitivanje hidrauličkim pritiskom se ponavlja. Tokom ispitivanja se vrši vizuelna kontrola nepropusnosti varova i cijevnih spojeva.

Pri ispitivanju na čvrstoću i nepropusnost, pored ispitivača trebaju biti prisutni odgovorni predstavnik Izvođača radova i odgovorni predstavnik Distributera (nadzorni inženjer). Rezultati provedenog ispitivanja se unosi u *Zapisnik*, sa potpisom prisutnih stručnih lica. Nakon uspješnog ispitivanja i završetka radova sa termospojnica, pristupa se ispiranju cjevovoda vodom sa odgovarajućim hemijskim rastvorima u cilju odmašćivanja i odmuljivanja.

Poslije ispiranja cjevovodi se puni vodom hemijski pripremljenom u Toplani, čiji kvalitet zadovoljava važeće standarde za pogonski medij.

Toplovod se pušta u pogon, poslije dobivanja upotrebne dozvole od nadležnog organa.

2.2 Građevinski radovi

Građevinski radovi se moraju izvoditi u skladu sa propisima za ovu vrstu radova i uputstvima proizvođača predizolovanih cijevi.

2.2.1 Zemljani radovi

Dimenzija profila iskopa zavisi od prečnika dionice toplovoda (*Prilog br.3*). Iskop se vrši uz razapiranje rova.

Na primjereno poravnatu i utabanu podlogu rova, prvo se izvodi pješačka podloga sa ispranim pijeskom (granulacije § 0-4 mm, bez oštih ivica) debljine 10-15 cm, uz korištenje mehaničkog vibratora. Na noseću podlogu polažu se cijevi koje se sa svih strana zasipaju pijeskom iste granulacije. Nadsloj pijeska iznad vrha cijevi treba da bude 10-20 cm.

Ostatak rova se nasipa dobro nabijenom iskopanom zemljom ili šljunčanim tamponom. Na visini od 30 cm iznad vrha cijevi se postavlja traka upozorenja (PVC traka sa metalnom žicom).

Zaštitna dubina između vrha cijevi i gornjeg nivoa terena mora biti najmanje 60 cm, optimalna dubina je 80 cm.

Ukoliko se zaštitna dubina ne može ostvariti, a teren iznad vrha cijevi i dalje je pod korisnim (saobraćajnim) opterećenjem, toplovodne cijevi se na tom mjestu mora dodatno zaštititi (npr. armirano-betonskom pločom).

2.2.1 Zone kompenzacije

U zonama kompenzacije, potrebno je građevinski osigurati bezbjedno pomjeranje cjevovoda usljed termičkog širenja materijala.

To se može postići postavljanjem elastičnih jastuka i obziđivanjem cijevi sa vrećama pijeska granulacije § 8-10 ili § 10-12 mm bez oštih čestica (šljunak).

2.2.2 Fiksne tačke

Fiksne tačke su izrađene od predfabrikovanog elementa u armirano-betonskom temelju odgovarajuće dimenzije koje je dao proizvođač pod određenim pretpostavkama u pogledu karakteristike tla.

Ukoliko karakteristike tla u konkretnom slučaju značajno odstupaju od ovih pretpostavki, moraju se statički provjeriti dimenzije temelja. Kvalitet betona i armature određuje građevinski inženjer.

2.2.3 Zidne zaptivke

Posebnu pažnju treba obratiti i naprolaz predizolovanih toplovodnih cijevi kroz temeljne zidove objekata. Zidna zaptivka mora biti pravilno betonirana, a prodor mora biti hidroizolavan kako bi se osigurala nepropusnost prodora.

Poslije ulaska predizolovane cijevi u objekat, izolacioni plašt predizolovane cijevi, treba da je najmanje 100-250 mm udaljen od temeljnog zida, u skladu sa uputstvima proizvođača. Prečnik povrata za predizolovane cijevi mora biti najmanje 150 mm veći od prečnika spoljnog plašta cijevi ili u skladu sa uputama proizvođača cijevi shodno rješenju zaptivanja prodora.

2.2.4 Sigurnosne udaljenosti od drugih komunanih vodova i drugih objekata

Prilikom projektovanja distributivne mreže, uticaj drugih infrastrukturnih vodova, pomjeranje tla, drveća, objekata, opterećenja izazvnog saobraćajem treba svesti na najniže moguću i prihvatljivu mjeru. Prilikom ukrštanja i paralelnog vođenja distributivnih vodova, sa drugim infrastrukturnim vodovima, potrebno se pridržavati relevantnih propisa i zahtjeva distributera toplotne energije i operatora ostalih infrastrukturnih vodova.

Izuzetno, uz posebne bezbjednosne mjere i uz saglasnost operatora komunalnih mreža, propisane distance se mogu smanjiti.

U tampon zoni, pojas zemlje širine 1m sa svake strane toplovoda, mjereno od njene ose, nije dozvoljeno naknadno polaganje drugih instalacija i izvođenje drugih radova. Ovi radovi se mogu obaviti samo pod određenim uslovima koje propiše distributer, uz njegov obavezni stručni nadzor.

Neophodno se pridržavati preporuka o sigurnosnim distancama kod paralelnog ili unakrsnog vođenju ostalih infrastrukturnih vodova (Sl.....)

U tampon zoni od 1m sa svake strane podzemnih cjevovoda nije dozvoljena gradnja i sadnja drveća i žbunja.

Sigurnosne udaljenosti komunalnih vodova i drugih objekata od izvora toplotne energije dati su u donjoj tabeli.

Objekat / komunalni vod	Razmak (cm)	
	ukrštanje paralelni tok do 5m	paralelni tok do 5m
gasovod do 5 bar	<i>Prema " Pravilniku o tehn. normativima za distrib. gasovovodi od čel. i PE cijevi", Sl. glasnik RS br.22/21</i>	
gasovod preko 5 bar		
vodovod	30	40
drugi toplovod	30	40
kanalizacija	30	50
signalni kanal,telekom, en.kabal do 1 kV	30	30
više en.kablova do 10 kV ili jedan el.kabal 30 kV	60	70
više en.kablova do 30 kV, ili jedan en.kabal od 60 kV	100	150
min. odstojanje od postojećih toplovoda	100	
min. odstojanje od postojećih objekata	50	

2.2.5. Provodnice za optički kabal

U građevinskom dijelu projekta ,treba predvidjeti polaganje dvije alkaten cijevi SDR17.6 PN6 ,spoljnog prečnika Ø63 mm u nadsloju rova za predizolovane cijevi.Cijevi služe za provlačenje komunikacionih i signalnih kablova za potrebe sistema daljinskog nadzora i upravljanja (SCADA sistem).

2.2.5 Elementi označavanja trase

Položaj i tip ugrađenih elemenata u toplovodnoj mreži moraju biti označeni pozicijskim pločama u skladu sa DIN 4065 ili DIN 4069.

2.2.7 Geodetski snimak distributivne toplovodne mreže

Nakon završetka montažnih radova i prije nego što se rov zasipa ispunom, potrebno je napraviti geodetski snimak toplovodne mreže i proslijediti Distributeru. Osim položaja u prostoru (lokacija, nadmorska visina), geodetska slika mora sadržavati i podatke o dimenzijama i izvedbi toplovoda, te ugrađenim elementima (fiksne tačke, kompezatori, spojnice i zaporne armature) .

Potrebno je napraviti elaborat za katastar podzemnih instalacija u lokalnoj zajednici i za potrebe distributera.

2.1.6 Izvedba međusobnog izjednačavanja potencijala galvanskim povezivanjem metalnih elemenata

Toplovodna distributivna mreža sa TPS, mora biti uzemljena a svi prirubnički i navojni spojevi galvanski premošteni.

3. TEHNIČKI USLOVI ZA TOPLOTNE PREDAJNE STANICE

3.1 Opšti dio

Toplotna predajna stanica (u daljem tekstu TPS) je veza između distributivne toplotne mreže toplifikacionog sistema i sistema grijanja (kućna instalacija) objekta.

U TPS se vrši mjerenje, transformacija i regulacija potrošnje toplotne energije prema potrebama korisnika. Sve TPS trebaju biti integrisane u sistemu daljinskog nadzora i upravljanja (SCADA sistem),

3.2 Sistem priključenja na mrežu

U principu svaki objekat na distributivnom sistemu Toplane, trebao bi imati vlastitu TPS. TPS se sastoji se od priključne podstanice i kućne podstanice. Više kućnih podstanica može se povezati sa jednom priključnom podstanicom. Kućne instalacije u objektu se povezuju sa distributivnom mrežom preko toplotnih stanica indirektnog tipa (ITPS).

Grejni medij iz distributivne mreže, prenosi toplotnu energiju na grejni medij sistema grijanja objekta (kućna instalacija) preko izmjenjivača toplote.

U slučaju da se u objektu predviđa postojanje i alternativnog (vlastitog) izvora toplotne energije, tada taj izvor mora biti priključen na unutrašnju toplovodnu instalaciju paralelno, odnosno iza kućne podstanice i funkcionalno odvojen zapornim ventilima.

Rezervni izvor ne smije biti smješten u istoj prostoriji gdje i kućna podstanica kojom upravlja distributer.

Postojeće zastarjele i tehnološki neprikladne TPS moraju biti rekonstruisane na osnovu tipskih rješenja iz ovih Tehničkih uslova.

3.3 Projektni parametri za dimenzionisanje TPS

Toplotne potrebe objekata predviđenih za priključenje na distributivni sistem se utvrđuju prema standardu BAS EN 12831 ili DIN 4701/1983. Pri proračunu potreba za toplotnom energijom se uzima u obzir kontinuiran rad sa smanjenjenim režimom tokom noći.

Pogon toplotne predajne stanice je automatski sa periodičnim nadzorom.

Temperaturni režim tople vode na primarnoj strani TPS-a iznosi:

- za objekte do šahta Š4 105/65°C
- za objekte poslije Š4 100/60°C

Temperaturni režim tople vode na sekundarnoj strani TPS iznosi:

- za postojeće objekte sa unutrašnjom toplovodnom instalacijom max 85/65°C
- za postojeće objekte predviđene za rekonstrukciju unutrašnje toplovodne instalacije 70/55°C
- za novoprojektovanje objekte 70/55°C

Svi ugradbeni elementi na primarnoj strani TPS, moraju biti izabrani za temperaturu od 130°C i za nazivni pritisak PN16, bez obzira na hidrauličku sliku na mjestu priključenja.

Maksimalno rasploživi pad pritiska na primarnoj strani TPS može biti 100 kPa, osim u kritičnim područjima mreže kada je distributer u projektnom zadatku naznačio drugačije. Ugradbeni elementi na sekundarna strani TPS moraju biti dimenzionisani i izvedena na osnovu maksimalnog radnog pritiska (PN 6, PN 10) i temperature unutrašnjih uređaja za grijanje korisnika.

3.4 Prostorija za postavljanje TPS

3.4.1 Građevinsko-tehnički zahtjevi

1. Investitor ili naručilac je dužan osigurati prostoriju odgovarajuće veličine za ugradnju TPS, po mogućnosti što bliže položaju podzemnih priključnih vodova za objekat. Veličina i oblik prostorije TPS mora biti takav da omogućava lak pristup i manipulaciju elementima stanice, kao i njihovu montažu i demontažu. Ispred svakog uređaja treba da se obezbijedi manipulativni prostor od min. 0,8 m. Minimalne veličine prostorije za smještaj TPS, zavisno od nazivne toplotne snage unutrašnjih toplotnih uređaja i načina pripreme PTV, date su u sledećoj tabeli:

Instalisana snaga TPS	kW	< 100	100+350	350÷700	700÷1200	>1200
TPS bez PTV	m	3.5	4.5	5.0	5.5	6.0
	m	2.0	2.0	2.5	3.0	3.5
	m	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
TPS sa PTV	m	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0
	m	3.0	4.0	4.0	5.0	6.0
	m	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

Uz saglasnost distributera toplotne energije, moguće su druge dimenzije prostora za TPS od naznačenih.

Kod već izgrađenih objekata, koriste se prostori namijenjeni za te svrhe..

2. Ulazna vrata u prostoriju TPS-a moraju biti metalna sa standardnom bravom i cilindrom. Širina vrata najmanje 100cm i sa otvaranjem prema spoljnoj strani. Prije puštanja u pogon TPS-e, distributer toplotne energije ugrađuje u vrata sigurnosnu cilindričnom bravu, u cilju zaštite od neovlaštenog umnožavanja ključa. Primjerak ključa može posjedovati i ovlašteni predstavnik kolektivnih korisnika u objektu. Na ulazna vrata sa spoljne strane se postavlja natpis „*TPS-nezaposlenim ulaz zabranjen*“.
3. Izuzetno, ukoliko se ne može obezbijediti ulaz direktno spolja, onda komunikacije u objektu do prostorije TPS, moraju biti što kraće i takvih dimenzija, da se sva oprema TPS može unositi bez teškoća. Pristup službenim licima za rukovanje i održavanje mora biti bez ograničenja tokom 24 sata. U tom slučaju, ukoliko su okolne prostorije ostave sa drvenim vratima, odnosno podrumške šupe, vrata TPS moraju biti protivpožarna, vatrootpornosti 120 minuta (E120).
4. Ukoliko gabaritne mjere predviđenih uređaja TPS prevazilaze veličinu standardnih ulaznih vrata, treba predvidjeti montažno-demontažni otvor odgovarajućih dimenzija koji će omogućiti unošenje-iznošenje tih uređaja.
5. Pod prostorije mora biti izveden od zaglađenog (ferit) betona ili obložen negorivim i vodonepropusnim podnim oblogama. Treba ostvariti pad u prostoriji postavljanja prema podnom odvodu. Na ulaznim vratima postavlja se betonski prag visine cca 3cm, kao zaštita od nekontrolisanog izljeva vode.
6. Prostorija mora imati odvod otpadnih voda u kanalizaciju, preko podne rešetke sa sifonom dimenzije DN100.
7. U prostoriji TPS trebao bi postojati priključak za hladnu vodu sa kuglastom slavinom DN20 i priključkom za fleksibilno plastično crijevo, namijenjeno za punjenje sekundarne instalacije i eventualne ugradnje umivaonika.
8. Potrebno se pridržavati važećih propisa o toplotnoj izolaciji toplotnih uređaja i zaštite od buke. Prostorija postavljanja TPS u stambenim zgradama, ne bi trebala biti smještena pored ili ispod spavaće sobe ili drugih prostorija gdje je potrebna povećana zaštita od buke.
9. Prostorija TPS mora biti prirodno ili prinudno ventilisana, tako da temperatura vazduha u prostoriji ne prelazi 35°C i ne pada ispod +5°C. Kod prinudne ventilacije, termostatski kontrolisani odsisni ventilator mora biti instalisan uz adekvatni dovod svježeg vazduha.
10. Korištenje prostorije TPS u druge svrhe, izuzev mašinske opreme za KGH, nije dozvoljeno.
11. Za zaštitu od požara u TPS obavezno se postavljaju ručni protivpožarni aparat CO₂-5 za početno gašenje požara, neposredno iza ulazna vrata. Aparat mora biti redovno servisiran.
12. Poslije izvođenja toplovodnih instalacija postavlja se plastificirana ili na odgovarajući način zaštićena *Tehnološka šema TPS*, sa relevantnim podacima.

3.4.2 Zahtjevi za elektro instalacije

1. Električne instalacije TPS svojom koncepcijom i tehničkim rješenjima trebaju odgovarati tehnološkim potrebama, uz ostvarivanju maksimalne sigurnosti za ljude i imovinu u svim pogonskim uslovima.
2. Električna instalacija treba biti projektovana i izvedena u skladu sa važećim tehničkim propisima, normativima il standardima koji važi za vlažne prostorije. Projektovanje elektro instalacija vrši se na osnovu podloga i podataka koje dostavljaju projektanti mašinske i građevinske faze projekata.
3. Trofazni naponski kabal, preko koga se napaja TPS, treba biti adekvatno zaštićen u glavnom razvodnom ormanu objekta. Treba projektovati OG električni razvod u TPS.
4. TPS će imati vlastito mjerilo za registrovanje potrošnje el.energije, smješteno van prostorije postavljanja.
5. Utičnica napona 220V ili 380V, za priključak alata kod popravke ili za čišćenje, moraju biti izvedene sa zaštitnim kontaktom i poklopcem. Takođe, obavezna je ugradnja utičnice niskog napona (24V) za priključak prenosive ručne svetiljke.
6. Rasvjeta prostorije TPS može biti prirodna i/ili vještačka., izvedena tako da su svi mjerni i regulacioni uređaji dobro osvijetljeni. Vještačka rasvjeta treba imati osvijetljenje min 120 lux-a, pri čemu se rasvjetna tijela izvode u vodonepropusnoj izvedbi, tj sa klasom zaštite IP44.
7. Toplovodna instalacija u TPS mora biti uzemljena i zaštićena od atmosferskih pražnjenja.
8. Zaštita od indirektnog dodira strujnog kola ili oprema u slučaju kvara u izolaciju treba da bude "automatsko isključenje napajanja".
9. Električne instalacije drugih korisnika u objektu ne smije se nalaziti unutar i/ili niti prolaziti kroz TPS.

3.5 Priključna podstanica

3.5.1 Opšti dio

Priključna podstanica je dio TPS u kojoj korisnik preuzima ugovorenu količinu toplotne energije. Priključnu podstanicu čine slijedeći elementi:

- zaporne armature (kuglaste slavine) na priključcima na distributivnu mrežu
- "by-pass" ventil (kratka veza) između priključnih vodova na ulazu u podstanicu,
- hvatač nečistoće na polaznom vodu,
- indikator pritiska sa manometarskom slavinom, mjerni opseg 0÷16 bar, klasa tačnosti 2.5, prečnik skale Ø100, priključak R1/2"
- indikator temperature , mjerni opseg 0÷130°C ,priključak R1/2"
- senzori za mjerenje pritiska i temperature
- kombinovani uređaj sa regulatorom protoka i temperature ili kombinovani uređaj sa regulatorom temperature i regulatora diferencijalnog pritiska (ako je potrebno).

- mjerilo toplotne energije sa M-bus komunikacijom na povratnom vodu
- priključci za pražnjenje i ako je potrebno odzračivanje
- eventualno razvodna i povratna linija ka uređaju za pripremu PTV (zaporne armature,regulacioni ventili,indikatori pritiska I temperature,sensor..)
- cijevni vodovi sa toplotnom izolacijom

Sva gore navedena armatura priključne podstanice mora odgovarati nominalnom pritisku od PN16 i temperature 130°C.

3.5.2 Zaporna i ostale armature

U TPS mogu se koristiti armature sa prirubničkim spojevima ili sa krajevima za zavarivanje. Navojni spojevi su dozvoljeni u kompaktnim stanicama za grijanje do 75 kW. Konusne zaptivne površine nisu dozvoljene. Kuglasti ventili se koriste kao zaporna armatura. Ugradnja gumenih kompenzatora nije dozvoljena.

3.5.3 Regulator diferencijalnog pritiska i protoka

Regulator diferencijalnog pritiska održava konstantnu razliku pritisaka između dovoda i povrata u priključnoj podstanici. Distributer zahtijeva i precizira njegovo postavljanje u saglasnosti za priključenje. Pri normalnom protoku,regulator održava razliku pritisaka do 15 kPa.

Podešavanje regulatora se vrši prema kapacitetu dvokrakog regulacionog ventila sa elektromotornim pogonom u kućnoj podstanici i stvarnom padu pritiska u elementima primarnog dijela TPS. Regulator diferencijalnog pritiska je bez pomoćne energije, opremljen impulsnim vodovima za praćenje promjene vrijednosti pritiska u priključnim vodovima.

Alternativna mogućnost je korištenje kombinovanog uređaja koji sadrži regulator protoka i regulator diferencijalnog pritiska.

3.5.4 Mjerilo toplotne energije

Mjerilo toplotne energije („kalorimetar“) su ugrađeni na primarnoj strani TPS (predajna podstanica) je važeće obračunsko mjerilo za utvrđivanje potrošnje toplotne energije u objektu.

Dozvoljena je ugradnja samo novih mjerila sa rokom važenja (baždarenja) od 5 godina. Vrstu i tip mjerila propisuje distributer, koji je dužan mjerilo redovno održavati i mijenjati. Treba koristiti mjerila sa ultrazvučnim principom mjerenja protoka. Novi model svakog proizvođača, prije dozvole za korištenje na distributivnom području Toplane,treba biti odobren i verifikovani kod *Republičkog zavoda za standardizaciju i metrologiju RS*.

Računska jedinica mjerila mora omogućiti daljinski prenos podataka. Potrebno je ugraditi odgovarajući modul za daljinsko očitavanje.

Pojedinična ispitivanja, verifikacije i izdavanje odobrenja tipa i modela i mjerila regulisani su relevantnim propisima i zakonima. Plombe se ne smiju odštetiti ili ukloniti. Prvu ugradnju mjerila toplote korisnik vrši o svom trošku. Sve dalje radove na popravci, kao i zamjeni mjernih uređaja, obavlja distributer ili stručno lice koje on ovlasti o trošku korisnika.

Prilikom projektovanja, ugradnje, puštanja u rad i održavanja toplotne energije potrebno se pridržavati uputstva proizvođača i preporuka iz standarda BAS EN 1434.

Mjerilo toplotne energije (obračunska jedinica) mora biti povezana na regulator TPS preko M-bus izlaza za potrebe elektronsko kontinuirano ograničenje snage, temperature razvoda i povrata.

Napajanje mjerila toplotne energije (obračunske jedinice) je putem baterije ili napojnog modula 220V/50 Hz. Vrsta napajanja je predmet *Načelne saglasnosti* izdate od distributera. Mjerilo se ugrađuje u povratni vod, te kao takav mora biti unaprijed podešen.

Mjerenja potrošnje na sekundarnoj strani TPS je internog značaja i služi za raspodjelu troškova energije, među više korisnika u objektu.

Za kupce koji žele da imaju interna mjerenja, preporučuje se radi praktičnosti, ugradnja mjerila istog modela ili tipa.

3.6 Kućna podstanica

Kućna podstanica je izmjenjivačko-regulacioni dio TPS-a, namijenjen za prenos toplotne energije od priključne podstanice do unutrašnjih uređaja za grijanje korisnika.

Izmjenjivač toplote u kućnoj podstanici odvaja medij za grijanje sa primarne strane („primar“) od medija za grijanje sa sekundarne snage („sekundar“).

Kućnu podstanicu čine slijedeći elementi :

- izmjenjivač toplote
- cirkulacione pumpe sa frekventnom regulacijom
- nepovratni ventil
- sigurnosne armature
- uređaj za ekspanziju i održavanje pritiska
- uređaj za kontrolu sobne temperature
- senzori (ograničenja temperature, daljinsko upravljanje)
- sigurnosni termostati
- indikatori pritiska i temperature sa odgovarajućim mjernim opsegom i priključcima, prečnik skale Ø100
- zaporne armature
- filter za vodu
- uređaji za hemijsku pripremu vode
- armatura za punjenje i pražnjenje instalacije
- eventualno uređaji za pripremu PTV (izmjenjivač toplote, spremnik tople vode sa armaturom,
- cirkulaciona pumpa grejnog kruga, recirkulaciona pumpa u razvodu PTV,

- kontrolni uređaji, sigurnosni termostat, mjerni instrumenti, senzori, zaporna armature, priključci, vodomjer)
- cijevni vodovi sa toplotnom instalacijom

U zavisnosti od funkcije unutrašnjih uređaja za grijanje korisnika, kućne podstanice sa dijela na:

- podstanica za KGH
- podstanica za PTV
- podstanica za tehnološke i druge namjene

3.6.2 Izmjenjivači toplote

U TPS se primijenjuju pločasti izmjenjivači sa lemljenim ili rastavljivim pločama.

Površina izmjenjivača toplotne energije mora biti dimenzionisana shodno maksimalno instalisanim snagama unutrašnjih uređaja za grijanje i odabranim temperaturnim režimima rada medija na primarnoj i sekundarnoj strani toplotnog aparata.

Toplotni kapacitet pločastih izmjenjivača treba da ima rezervu od cca 10% nazivne vrijednosti, radi eventualnog povećanja konzuma u objektu.

Pri izboru veličine izmjenjivača potrebna je obratiti pažnju na ostvarenje povoljnog hlađenja ogrevne vode na primarnoj strani TPS u svim pogonskim uslovima.

Temperaturna razlika između primarne i sekundarne nazivne povratne temperature ne smije biti manja od 5°C.

Prilikom izbora pločastog izmjenjivača toplotne energije, pad pritiska na sekundarnoj strani izmjenjivača toplotne energije se bira na osnovu raspoloživog pritiska cirkulacione pumpe. Preporučena vrijednost je max. 25 kPa.

Pri izvođenju instalacije, predvidjeti mogućnost hemijskog pranja izmjenjivača toplote. U tu svrhu na izmjenjivaču treba obezbijediti odgovarajuće priključke i armature.

3.6.3 Sigurnosni elementi

Za izvedbu zaštite toplotnih uređaja potrošača moraju se poštovati zahtjevi BAS EN 12828, DIN 4747 i DIN 4751.

Za ekspanziju grejnog fluida u sekundarnom dijelu TPS preporučuje se korištenje:

- zatvorene ekspanzione posude za toplotne kapacitete do 360 kW
- „diktir sisteme“ ili ekvivalentne sisteme za održavanje dinamičkog pritiska za kapacitete iznad 360 kW

U slučaju korištenja „diktir“ sistema, broj pumpi za održavanje pritiska, definiše se u načelnoj saglasnosti.

Potrebno je provesti i u projektu prikazati proračun sistema ekspanzije.

3.6.4 Cirkulacione pumpe

U cilju ostvarenja bolje energetske efikasnosti kod korisnika, u cirkulacionim krugovima obavezno je projektovanje cirkulacionih pumpi (radna + rezervna) sa frekventnom regulacijom broja obrtaja. Ugradnja rezervne pumpe nije obavezna ali je Investitor (kod puštanja u pogon TPS) obavezan predati ovu pumpu spremne za eventualnu zamjenu radne pumpe. Ukoliko se u jednom objektu ugrađuje više pumpi istih hidrauličkih karakteristika, dovoljno je da Investitor dostavi samo jednu pumpu koja će biti rezerva.

Rad cirkulacione pumpe treba biti automatski preko diferencijalnog davača pritiska.

Uređaji za grijanje poslovnih prostora trebaju biti odvojeni od uređaja za grijanje u zajedničkoj TPS i izvedeni kao samostalni cirkulaciono / regulacioni krugovi sa mogućnošću nezavisnog temperaturno-vremenskog pogona i mjerenja potrošnje toplotne energije.

U cilju ravnomjerne distribucije toplotne energije, kod unutrašnjih instalacija sa više cirkulacionih krugova, u povratnim vodovima treba ugraditi ručne balansirajuće ventile za ograničenje protoka i prigušenje pritiska.

Projektom treba riješiti problem moguće pojave vibracija (pumpu ugraditi na temelj, odvojiti pumpu od cijevnih vodova kompezatorima i sl.).

3.6.5 Regulacija temperature tople vode

Temperatura ogrevnog medija u sekundaru se kontroliše promjenom protoka vode na primarnoj strani TPS, preko dvokrakog prolaznog ventila ugrađenom u povratnom vodu. Proces regulacije se vrši prema promjeni vrijednosti spoljne temperature vazduha. Treba ostvariti najnižu moguću temperaturu povrata na primarnoj strani.

3.6.6 Nadopuna sistema

U stanici treba predvidjeti uređaj za automatsko dopunjavanje vode u instalaciji.

3.6.7 Toplotna izolacija

Toplotna izolacija cjevovoda, izmjenjivača toplote i armatura se vrši nakon završene montaže i uspješno obavljenog ispitivanja na pritisak, te dvostrukog nanošenje osnovne boje, postojane za temperature do 130°C.

Minimalne debljine izolacija date su u slijedećoj tabeli:

Dimenzija cijevi	Primar	Sekundar
< DN40	40 mm	40 mm
DN50	50 mm	50 mm
DN65	60mm	60mm
DN80	80 mm	80 mm
≥DN100	100 mm	100 mm

Debljina izolacije za toplotne izmjenjivače i druge posude je 150 mm. Za izolacioni materijal treba koristiti staklenu vunu u oblozi od Al-limu ili neki drugi odgovarajući ekološki prihvatljiv materijal, čiju upotrebu prihvata distributer.

3.6.5 Označavanje instalacije

Po završetku montaže treba izvršiti obilježavanje opreme i cjevovoda u pogledu namjene i smjera strujanja. Cijevi mogu biti označene obojenim trakama i oznakom smjera strujanja. Kao alternativa, moguće je koristiti odgovarajuće natpise sa preporučenim oznakama u boji. Potrebne oznake u boji prema DIN 2403 prikazane su u slijedećoj tabeli:

Vrsta medija	Boja	Oznaka po RAL-u
Grijanje-primar-razvod	Crvena	RAL 3000
Grijanje-primar-povrat	Plava	RAL 5019
Grijanje-sekundar-razvod	Tamno crvena	RAL 3002
Grijanje-sekundar-povrat	Tamno plava	RAL 5013
PTV- vod hladne vode	Zelena	RAL 6001
PTV- vod tople vode	Narandžasta	RAL 2008
PTV – recirkulacioni vod	Ljubičasta	RAL 4005
Ispust	Smeđa- maslinasto zelena	RAL 6003
Odzračni vod	Boja medija	-
Kontzole	Crna	RAL 9005
Gasni vod	Žuta	RAL 1012

4. UNUTRAŠNJA TOPLOVODNA INSTALACIJA KORISNIKA

4.1 Opšti dio

Toplotni uređaji korisnika moraju biti projektovani i izvedeni u skladu sa važećim propisima, standardima i tehničkim zahtjevima.

Distributer nije odgovoran za smetnje u radu, uzrokovane kvarovima na unutrašnjim uređajima za grijanje korisnika.

U stambeno-poslovnim zgradama, unutrašnja toplovodna instalacija za poslovni i stambeni dio moraju biti izvedene posebno.

4.2 Ispitivanje instalacije

Nakon završene montaže priključnog voda i primarnog dijela TPS, Izvođač radova obavlja ispitivanje instalacije pod pritiskom hladne vode od 16 bara.

Ispitivanje mora trajati najmanje 2 sata, a u tom periodu manometar ne smije pokazivati nikakve promjene.

Tokom ispitivanja pritiska moraju biti prisutni rukovodilac radilišta, nadzorni organ i predstavnik Distributera. Potrebno je sačiniti Zapisnik (izvještaj) o ispitivanju.

Prije punjenja unutrašnje instalacije sa vodom odgovarajućeg kvaliteta, korisnik mora Distributera dostaviti pisanu izjavu o uspješnom provedenom ispitivanju iste.

Ispitivanje na pritisak i sve aktivnosti koje slijede mogu se izvesti u novim građevinama tek kada je objekat bezbjedan, bez opasnosti od oštećenja.

Zagrijavanje objekta tokom izvođenja završnih građevinskih radova se provodi samo ukoliko je objekat zatvoren i instalacije adekvatno izolovane u cilju zaštite od smrzavanja.

4.3 Punjenje instalacije

Nakon uspješnog ispitivanja pritiskom hladne vode potrebno je isprati cijelu instalaciju čistom vodom kako bi se uklonile sve nečistoće.

Primarni dio instalacije TPS se puni vodom iz vodovodne mreže ili eventualno preko instalisanog omekšivača vode na sekundarnoj strani.

Punjenje sekundarnog dijela TPS i unutrašnje toplovodne instalacije korisnika iz priključnog voda nije dozvoljeno bez pismenog zahtjeva korisnika i dozvole Distributera. Punjenje instalacije vodom iz distributivne mreže isključivo vrši osoblje Distributera.

Potrebno je predvidjeti ugradnju mjerila utroška vode (za visoke temperature) između dva zaporna organa. U ovom slučaju omekšivač vode nije potreban ukoliko se ugrađuju čelični radijatori.

Ukoliko se u objektu planira ugradnja aluminijskih radijatora, obavezno treba predvidjeti omekšivač vode sa automatskom regeneracijom i komandnom elektronskom jedinicom

koja će se napajati iz vodovodne mreže. Uz omekšivač se ugrađuje mjerilo potrošnje vode.

4.4 Probni pogon

Probni rad postrojenja u trajanju od 15 dana izvodi se u toku grejne sezone. U tom periodu, izvođač radova vrši funkcionalno ispitivanje i regulisanje parametara instalacije. Distributer ima pravo da kontroliše ispravnost i regulaciju svih unutrašnjih toplotnih uređaja.

4.5 Tehnički prijem

Poslije uspješno provedenog probnog rada, korisnik i Distributer prave odgovarajući dokument o tehničkom preuzimanju TPS na korištenje i održavanje od strane Distributera. Uz kvalitetnu odnosno tehničku provjeru, obavezno je priložiti i predati na trajno arhiviranje kod Distributera toplotne energije:

- Ateste, sertifikate, tehnička odobrenja ili druga dokumenta o kvalitetu izvedenih radova, instalacije i opreme
- Dokaze o osposobljenosti zavarivača priključnih vodova i priključne podstanice
- Zapisnik o ispitivanju na pritisak
- Zapisnik o probnom radu i izvršenoj regulaciji unutrašnje toplovodne instalacije
- Jedan primjerak, u pisanoj i digitalnoj formi, projekta izvedenog stanja TPS sa priključnim toplovodom (mašinska, elektro i građevinska faza)
- Pogonska uputstva za rad TPS
- Elaborat geodetskog snimanja priključnog toplovoda, u skladu sa zahtjevima distributera toplotne energije.

Distributer zadržava pravo internog tehničkog prijema priključnog voda i TPS, nezavisno od rada Komisije za tehnički prijem cijelog objekta, formirane od strane nadležnog organa uprave.

5. ODRŽAVANJE TPS I PRIKLJUČNIH VODOVA

Distributer je obavezan da obezbijedi pogonsku sigurnost, te bezbjedno i racionalno tehničko održavanje distributivnog cjevovodnog sistema.

Distributer vrši održavanje priključnog voda i TPS u skladu sa Operativnim godišnjim planom održavanja.

Redovni godišnji pregledi i popravke priključnog voda i TPS se moraju izvoditi van grejne sezone, ali najkasnije do 15 septembra tekuće godine.

O vremenu i trajanju redovnog godišnjeg pregleda TPS, Distributer obavještava korisnika pismenom najavom.

6. ZAVRŠNE ODREDBE

Izmjena i dopuna ***Tehničkih uslova za izgradnju toplovodne mreže i toplotnih predajnih stanica*** se vrši na način i po postupku propisanim za njegovo donošenje.

Ovi Tehnički uslovi, stupaju na snagu osmi dan poslije objavljivanja u **Službenim novinama Grada I.Sarajevo**.

Tehnički uslovi biće dostupni na web.stranici Distributera.

Pale, maj 2025.

Tehnička služba KP „Gradska Toplana“ a.d.

PRILOZI

PRILOG 1. : Indirektna toplotna predajna stanica – Opšti pojmovi

PRILOG 2. : Tehnološka šema indirektno toplotne predajne stanice

PRILOG 3. : Detalj rova za predizolovane cijevi

Objašnjenje oznaka u prilogima 1. i 2. (Legenda)

A) Priključak

1. Glavni zaporni organ V1 (dovodni vod) i V2 (povratni vod) – prirubnička veza
2. Kratka veza sa zapornim elementom –prirubnička veza

B) Priključna podstanica

3. Hvatač nečistoća
4. Manometar, 0 ÷ 16 bar
- 4a Manometarski ventil
5. Termometar, 0 ÷ 130 °C
6. Regulator diferencijalnog pritiska
- 7a. Zaporni element (linija za IT br.1)
- 7b. Zaporni element (eventualna linija za IT br.2)

8. Ispusna kuglasta slavina (primarna strana)
9. Mjerilo toplotne energije
10. Temperaturni senzor mjerila topl. energije

C) Kućna postanica sa unutrašnjim uređajima za grijanje

11. Dvokraki regulacioni ventil sa elektromotornim pogonom
12. Izmjenjivač toplote
13. Graničnik povratne temperature
14. Sigurnosni ventil
15. Manometar, 0 ÷ 6 bar (0 ÷ 10 bar)
- 15a Manometarski ventil
16. Termometar, 0 ÷ 130 °C
17. Cirkulaciona pumpa
18. Regulator protoka bez pomoćne energije
19. Hvatač nečistoća
20. Nepovratna zaklopka
21. Zaporni element
22. Zatvorena ekspanziona posuda
- 22a Zaporni ventil ekspanzione posude sa osiguračem
23. Zaporna kuglasta slavina