

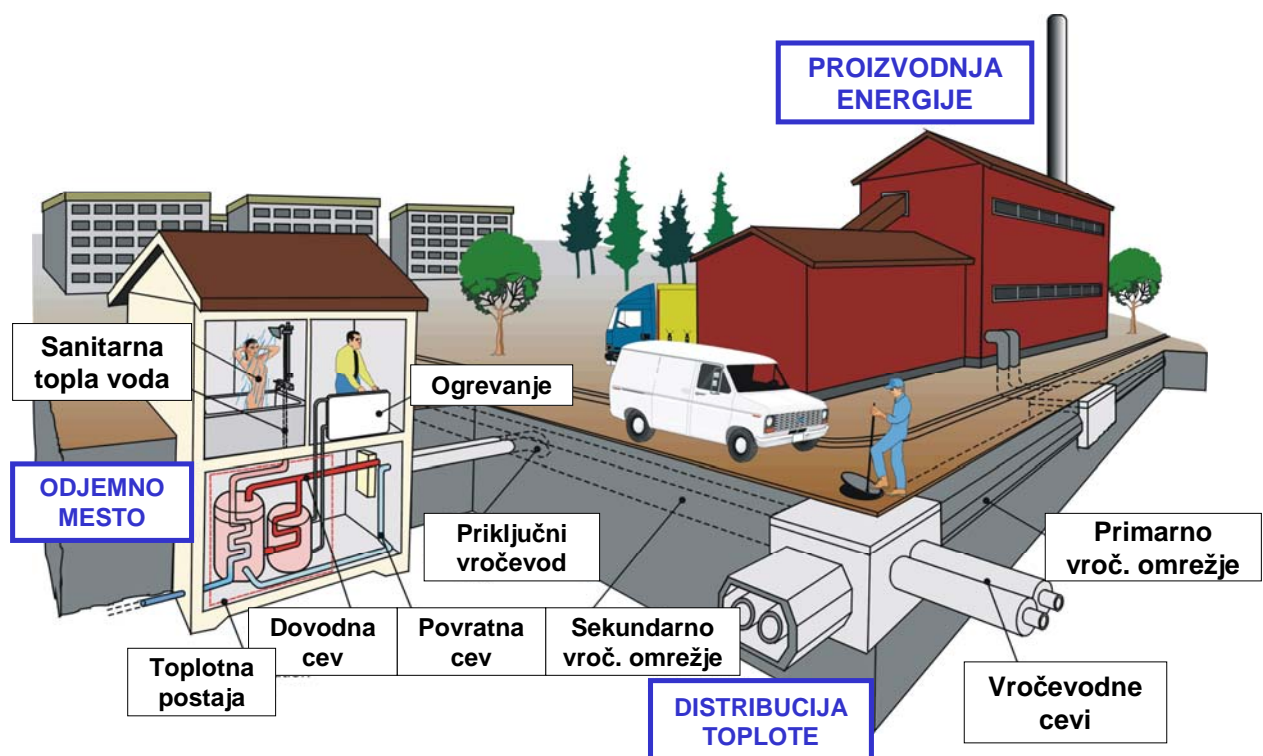
## 16.21 Možnosti prihrankov energije v sistemih daljinskega ogrevanja

Opis sistemov daljinskega ogrevanja povzemamo po magistrskem delu **Jože Torkar: Ekonomično vodenje kompleksnih sistemov daljinskega ogrevanja, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, 2007.** Povzeta so samo poglavja, ki so vezana na splošno razumevanje sistema daljinskega ogrevanja (poglavja 16.21.1, 16.21.2 in 16.21.3.)

Sistem daljinskega ogrevanja lahko razdelimo na tri osnovne gradnike (slika 16.21.1):

- odjemna mesta,
- distribucija toplote,
- proizvodnja energije.

Za doseganje optimalnega obratovanja je potrebno dobro poznavanje delovanja vseh gradnikov sistema in njihove medsebojne povezanosti. Za potrebe izvajanja simulacij delovanja sistema daljinskega ogrevanja je potrebno definirati gradnike sistema, popisati njihove funkcije in fizikalne lastnosti ter določiti medsebojne povezave.



Slika 16.21.1: Sistem daljinskega ogrevanja

### 16.21.1 Odjemna mesta

Odjemno mesto sestavljajo:

- priključna toplotna postaja,
- hišna toplotna postaja,
- sistemi za pripravo sanitarne tople vode,
- interne toplotne naprave odjemalca.

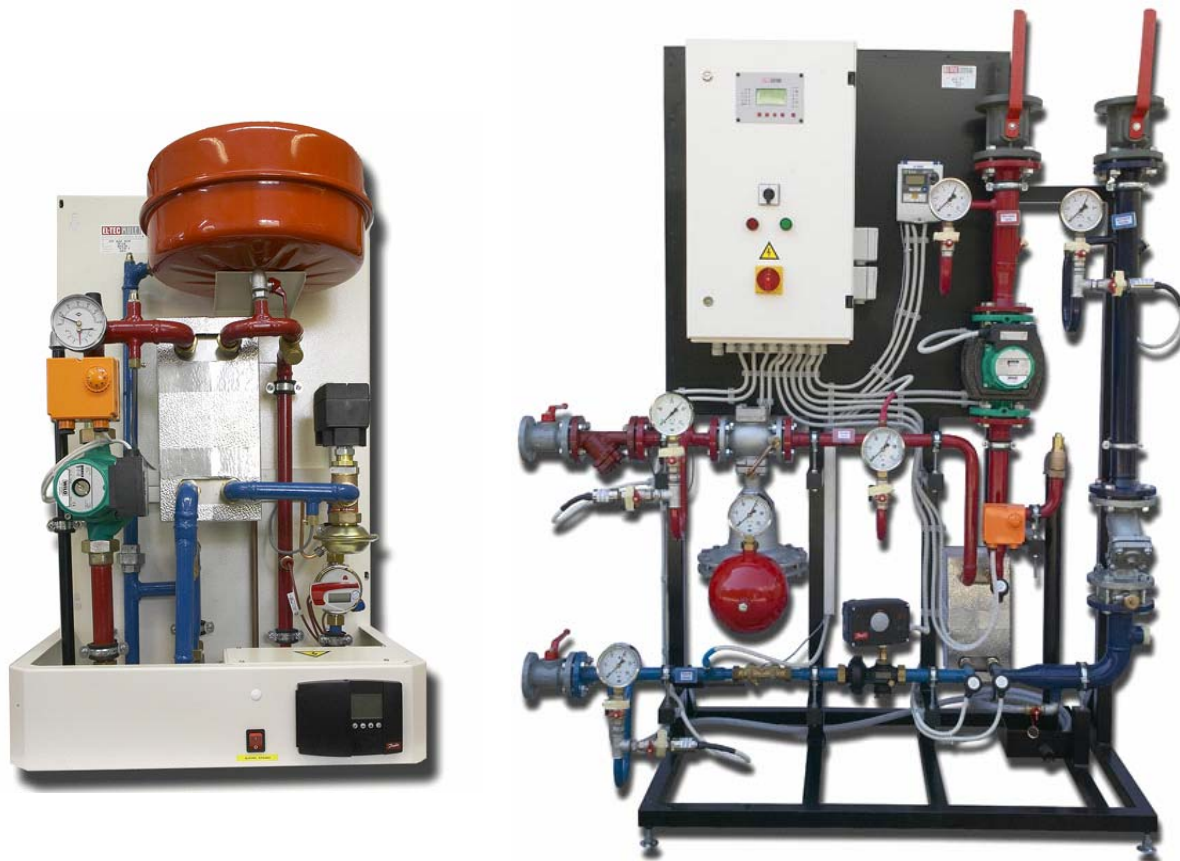
Toplotna postaja je vezni člen med vročevodnim omrežjem distributerja toplote in toplotnimi napravami odjemalca. Sestavljena je iz priključne in hišne postaje ter s svojim delovanjem uravnava dobavo toplote v toplotnih napravah. Namen priključne postaje je, da preda pogodbeno količino ogrevne vode, oziroma toplote toplotnim napravam odjemalca (slika 16.21.2).

Na eno priključno postajo je lahko priključenih več hišnih postaj. Toplotno postajo definira vgrajen količinski regulator, ostale postaje brez količinskega regulatorja so hišne postaje na skupni toplotni postaji. Načeloma je treba za vsako stavbo predvideti lastno toplotno postajo. Prav tako mora biti za vsako zaključeno funkcionalno enoto v sklopu skupnega gradbenega kompleksa predvidena lastna toplotna postaja. Konkretno pogoje za priključitev določi distributer s projektnimi pogoji, ki jih morata investitor ali projektant pridobiti pred začetkom projektiranja. Hidravlične vezave, ki omogočajo neposredno zvezo dovoda in povratka na primarni ali sekundarni strani toplotne postaje, brez predhodne ohladitve ogrevne vode, niso dopustne.

#### ***16.21.1.1 Priključna toplotna postaja***

Priključna postaja je del toplotne postaje, ki definira odjemno mesto. Sestavljajo jo naslednji elementi:

- zaporne in ostale armature,
- lovilnik nesnage,
- diferenčnotlačni regulator (v primeru potrebe),
- količinski regulator z omejitvijo pretoka,
- merilnik toplote,
- naprave za merjenje tlaka in temperature,
- toplotna izolacija.



*Slika 16.21.2: Kompaktna indirektna toplotna postaja*

### **Diferenčnotlačni in količinski regulator**

Diferenčnotlačni regulator regulira tlačno razliko med dovodom in povratkom na primarni strani priključne postaje. Vgradi se ga na področjih, kjer nastopa velika tlačna razlika med dovodom in povratkom vročevodnega omrežja.

Količinski regulator je namenjen za nastavitev največjega pretoka ogrevne vode, ki je določen na podlagi priključne moči toplotnih naprav z upoštevanjem doseganja čim nižjih temperatur povratka ogrevne vode na primarni strani. Njuna karakteristika delovanja mora biti zanesljiva in zvezna v celotnem območju delovanja ter poljubno nastavljiva.

### **Merilnik toplote**

Merilnik toplote, vgrajen na primarni strani toplote postaje, je edino obračunsko merilo za določanje rabe toplote stavbe. Uporabljajo se merilniki toplote z mehanskim ali z ultrazvočnim načelom merjenja pretoka nosilca toplote.

### ***16.21.1.2 Hišna toplotna postaja***

Hišna postaja je del toplotne postaje namenjen prenosu toplote od priključne postaje na interne toplotne naprave odjemalca. Sestavljajo jo naslednji elementi:

- zaporne armature,
- armature za regulacijo pretoka,
- lovilniki nesnage,
- armature in naprave za temperaturno regulacijo,
- prenosnik toplote,
- črpalke,
- razdelilniki,
- varnostne armature,
- raztezne posode, oz. naprave za vzdrževanje statičnega tlaka,
- naprave za merjenje tlaka in temperature,
- naprave za mehčanje sanitarne vode,
- električne napeljave.

Hišne postaje se glede na način priključitve na vročevodno omrežje delijo na:

- direktne hišne postaje,
- indirektne hišne postaje.

Direktna hišna postaja je tista, pri kateri interne toplotne naprave odjemalca in javno vročevodno omrežje nista ločena s prenosnikom toplote.

Indirektna hišna postaja je tista, pri kateri je ogrevna voda vročevodnega omrežja na primarni strani s prenosnikom toplote ločena od ogrevne vode na sekundarni strani. V večini večjih vročevodnih sistemov v Sloveniji je obvezna uporaba indirektnih toplotnih postaj.

Hišne postaje se glede na funkcijo internih toplotnih naprav odjemalca delijo na postaje za:

- ogrevanje,
- prezračevanje in klimatizacijo,
- pripravo sanitarne tople vode,
- tehnološke in druge namene.

### **Prenosnik toplote**

Površino prenosnika toplote je potrebno dimenzionirati na največjo moč toplotnih naprav odjemalca pri izbrani temperaturi ogrevne vode na primarni in sekundarni strani prenosnika. Pri dimenzioniranju prenosnika toplote je treba poleg tehnične zasnove toplotne postaje upoštevati tudi zadostno ohladitev ogrevne vode na primarni strani toplotne postaje v vseh obratovalnih razmerah. Med primarno in sekundarno nazivno povratno temperaturo temperaturna razlika ne sme biti višja od 5 K. Primarna stran mora biti dimenzionirana in izdelana glede na tehnične zahteve distributerja toplote, sekundarna stran pa mora biti dimenzionirana in izvedena za zahtevane najvišje obratovalne tlake in temperature toplotnih naprav odjemalca.

### Obtočne črpalke

Zaradi varčevanja z električno energijo in zaradi izboljšanja hidravličnih razmer v omrežju toplotnih naprav odjemalca je priporočljiva vgradnja obtočnih črpalk z zvezno regulacijo vrtilne hitrosti, oziroma vgradnja obtočnih črpalk z možnostjo stopenjskega preklopa vrtilne hitrosti v kombinaciji s prelivnim ventilom (če obstaja nevarnost prekinitve pretoka skozi sistem). Prelivni ventil mora biti vgrajen v obvod s priključkoma na tlačni in sesalni strani obtočne črpalke, ne pa kot kratkostična zveza med dovodom in povratkom.

### Krmiljenje temperature

Za pokrivanje potreb toplotnih naprav se izvaja krmiljenje temperature v odvisnosti od zunanje temperature na primarni strani toplotne postaje. Le-ta vpliva na spreminjajoči se pretok ogrevne vode iz vročevodnega omrežja. Pri tem moramo doseči čim nižjo možno temperaturo vode povratka. Vsaka vezava, ki omogoča vračanje nehlajene vode na primarni ali na sekundarni strani, je nedopustna.

Izvršni element krmiljenja temperature na primarju je prehodni ventil s pogonom, vgrajen v povratek primarja. Na sekundarni strani hišne postaje je možno dodatno krmiljenje posameznih krogov interne instalacije glede na različne obratovalne režime, ki se pojavljajo pri sistemih za oskrbo stavb s toploto. Možno je tudi dodatno lokalno krmiljenje na posameznih toplotnih napravah s termostatskimi ventili ali conskimi ventili, ipd. Prehodni ventil mora biti izbran tako, da zanesljivo deluje tudi v mejnih območjih (maksimalni in minimalni pretok). Zaradi racionalizacije se prednostno uporabljajo kombinirani prehodni ventili za krmiljenje prostorninskega toka in temperature.

Krmilnik mora imeti najmanj naslednje funkcije:

- uravnava temperaturo ogrevne vode v dovodu sekundarja v odvisnosti od zunanje temperature,
- uravnava najvišjo in najnižjo temperaturo v dovodu sekundarja,
- vodi najvišjo dopustno temperaturo povratka na primarni strani v odvisnosti od zunanje temperature,
- omogoča časovno programiranje obratovanja posameznih sistemov.

Krmilnik toplotne postaje je lahko vezan tudi na centralni nadzorni sistem celotnega objekta, obvezna pa je taka rešitev, ki omogoča tudi posluževanje krmilnika neodvisno od delovanja nadzornega sistema. Če je predvidena povezava nadzornega sistema stavbe z nadzornim sistemom distributerja, mora biti izvedena na način, ki omogoča povezavo na obstoječ nadzorni sistem distributerja. Zahteve za vsak konkreten primer poda distributer toplote.

#### ***16.21.1.3 Sistemi za pripravo sanitarne tople vode***

Odvisno od števila porabnikov ločimo naslednje sisteme za pripravo sanitarne tople vode:

- bojlerski sistem s sekundarne strani,

- bojlerski sistem s primarne strani,
- akumulatorski sistem s prenosnikom toplote,
- akumulatorski sistem s prenosnikoma toplote za predgrevanje in dogrevanje,
- pretočni sistem s prenosnikom toplote brez predgrevanja,
- pretočni sistem s prenosnikom toplote s predgrevanjem.

#### ***16.21.1.4 Interne toplotne naprave odjemalca***

K toplotnim napravam odjemalca spadajo vse naprave, ki so vezane na toplotno postajo in oddajajo toploto za različne namene. Glede na način oddaje toplote ločimo:

- radiatorsko ogrevanje,
- konvektorsko ogrevanje,
- talno ogrevanje,
- stropno ogrevanje,
- toplozračno prezračevanje s kaloriferji,
- toplozračno prezračevanje s klimati,
- toplozračno ogrevanje s kaloriferji,
- toplozračno ogrevanje s klimati,
- klimatizacijo, nepopolno s predgrevanjem,
- klimatizacijo, nepopolno z dogrevanjem,
- klimatizacijo, popolno s predgrevanjem,
- klimatizacijo, popolno z dogrevanjem,
- STV bojler na sekundarni strani,
- STV bojler na primarni strani,
- STV akumulatorski sistem s prenosnikom toplote,
- STV akumulatorski sistem s prenosnikoma toplote za predgrevanje in dogrevanje,
- STV pretočni sistem s prenosnikom toplote brez predgrevanja,
- STV pretočni sistem s prenosnikom toplote s predgrevanjem in dogrevanjem.

Interne toplotne naprave odjemalca morajo biti projektirane in izvedene po veljavnih splošnih normativih in standardih ter tehničnih zahtevah distributerja toplote. V stavbah s toplotnimi napravami za poslovne prostore in stanovanja se priporoča ločena izvedba razvodnih omrežij. Posamezni odcepi v toplotni postaji in priključki na razdelilnikih morajo biti na povratkih opremljeni z regulacijskimi ventili za nastavitev pretokov in na dovodih in povratkih s termometri ter po potrebi tudi z manometri in armaturo za polnjenje in praznjenje sistema. Kratkostična zveza s prehodom dovoda v povratek brez ohladitve ogrevne vode ni dopustna. Če je v veji vgrajena obtočna črpalka z zvezno spremenljivo vrtilno hitrostjo in možnostjo omejitve pretoka, je možno regulacijske ventile opustiti.

Za doseganje ustrezne hidravlične uravnoveženosti in posledično optimalnejšega delovanja ogrevalnega sistema je priporočljivo v cevno mrežo vgraditi armaturo za hidravlično urediljanje sistema.

Za prostorsko temperaturno regulacijo se v skladu s predpisi o toplotni zaščiti stavb in učinkoviti rabi energije uporabljajo termostatski radiatorski ventili ali conski ventili, ki omejujejo pretok ogrevne vode skozi ogrevalo. Termostatski ventili morajo biti take kvalitete, da držijo temperaturo prostora v toleranci  $\pm 1$  K. Kot radiatorski termostatski

ventili naj se uporabljajo ventili z možnostjo brezstopenjske prednastavitve nazivnega pretoka skozi ogrevalo in termostatske glave z možnostjo nastavitve proti zmrzovanju.

Cilj vseh krmilnih ukrepov je zagotavljanje čim nižje temperature na povratku sekundarnega sistema.

### 16.21.2 Distribucija toplote

Glavni sklopi distribucije toplote so:

- primarno vročevodno omrežje,
- sekundarno vročevodno omrežje,
- priključni vročevodi,
- črpališča,
- priprava mrežne vode,
- vzdrževanje statičnega tlaka.

Primarno vročevodno omrežje so vročevodi (dimenzije od vključno DN 250 in več), ki se uporabljajo za povezavo proizvodnih virov s sekundarnim vročevodnim omrežjem.

Sekundarno vročevodno omrežje (dimenzije do DN 200) poteka po območju oskrbe do priključnih jaškov ali odcepov za posameznega odjemalca.

Priključni vročevodi potekajo od priključnih jaškov ali odcepov do toplotnih postaj.

Črpališča so naprave, ki omogočajo pretok ogrevne vode po vročevodnem omrežju.

Naprave za pripravo mrežne vode skrbijo, da se v vročevodnem omrežju za distribucijo toplote uporablja kemično pripravljena, demineralizirana in odplinjena voda.

Naprave za vzdrževanje statičnega tlaka vzdržujejo primeren statični tlak v cevni mreži, dopolnjujejo manjkajočo vodo in odzračujejo sistem.

Elementi vročevodnega omrežja so:

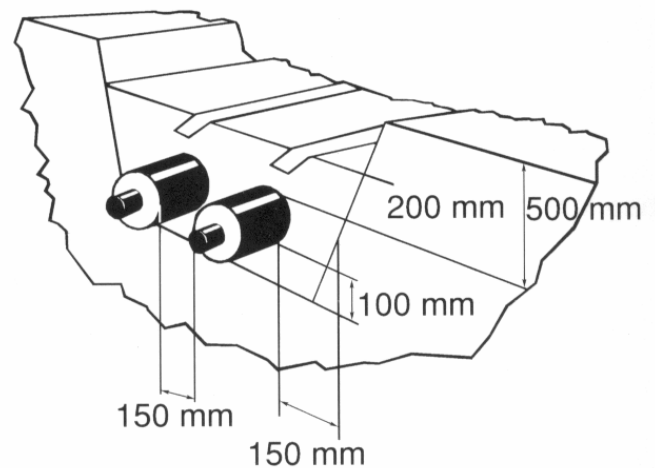
- cevna mreža (linije, odseki, zanke),
- regulacijske in zaporne armature,
- spojni elementi,
- kompenzatorji linijskih termičnih raztezkov cevne mreže,
- elementi za naslanjanje, vodenje, obešanje in fiksiranje,
- toplotna izolacija.

Vročevodna omrežja se po načinu gradnje delijo na:

- podzemne vročevode iz predizoliranih cevi,
- podzemne vročevode v betonskih kinetah,
- nadzemne vročevode (v stavbah ali nadzemno).

### 16.21.2.1 Podzemni vročevodi iz predizoliranih cevi

Glede na stanje tehnike se vročevodna omrežja izven stavb prednostno izdelujejo iz predizoliranih cevi in fazonskih kosov. Primer predizoliranega vročevoda je na sliki 16.21.3.



Slika 16.21.3: Vgradnja vročevoda iz predizoliranih cevi

Cevovodi iz predizoliranih jeklenih cevi se polagajo neposredno v zemljo. Cevi imajo vgrajene zaznavalne žice za kontrolo prisotnosti vlage, razen fleksibilnih predizoliranih cevi za izvedbo priključnih vročevodov individualnih stavb. Pri izvedbi je potrebno žice pravilno povezati, preveriti sklenjenost tokokroga in izmeriti začetno vrednost upornosti, ki je referenčni podatek za kasnejše kontrole vlažnosti. O meritvi je treba izdelati zapisnik, ki ga potrdi nadzorna služba distributerja in se arhivira pri distributerju. Sestavni del zapisnika mora biti posnetek ožičenja obravnavanega odseka vročevoda, izdelan na osnovi geodetskega posnetka izvedenega vročevoda. Za večja zaključena območja, ki bodo oskrbovana s toploto iz sistema daljinskega ogrevanja, je treba predvideti kontinuiran nadzor vlažnosti cevovodov z možnostjo lociranja poškodbe. V Sloveniji je najbolj razširjena uporaba nordijskega sistema nadzora vlažnosti toplotne izolacije (CWA).

Na predizoliranih odsekih vročevoda se vgrajujejo predizolirane krogelne pipe ustrezne tlačne in temperaturne stopnje. Vreteno mora biti zaščiten s cestno kapo na armiranobetonski temeljni plošči. Za pipe dimenzije DN 125 in večje je treba predvideti pogon s prigrajenim reduktorjem.

Spoje cevi in fazonskih kosov predizoliranega vročevoda je potrebno izvesti s termosteznimi spojki, prirejenimi za zalivanje s poliuretansko izolacijsko peno. Spojka mora biti opremljena z najmanj dvema termosteznima manšetama na koncih. V primeru vodenja vročevoda po vlažnem terenu je obvezna namestitve tretje spojke preko čepa odprtine za vlivanje izolacijske mase.



Zahteve za uporabo in montažo so navedene v navodilih proizvajalca predizoliranih cevovodov in jih je treba dosledno upoštevati. Posebno pozornost je potrebno posvečati kakovostni izdelavi spojev predizoliranih cevi, kar je osnovni predpogoj za doseganje pričakovane dobe trajanja vročevoda.

Gradbena dela je treba izvajati po predpisih za tovrstna dela in navodilih proizvajalca cevi. Dimenzije profila izkopa so odvisne od premera vročevodnih cevi načrtovanih za vgradnjo. Na primerno utrjeno podlago izkopa se najprej vgradi peščena posteljica (zrnatost  $\phi 0$  do 4 mm, brez ostrorobih delcev), zatem se položijo cevi, ki se jih z vseh strani zavaruje (obsipa) s peskom enake zrnatosti. Zaščitna globina med temenom cevi in terenom mora biti vsaj 50 cm, optimalna globina znaša 70 cm. Če te zaščitne globine ni mogoče doseči in je teren nad temenom cevi obremenjen še s koristno (prometno) obtežbo, je treba cevi dodatno zavarovati (npr. z armirano betonsko ploščo).

Na kompenzacijskih conah vročevoda je treba zagotoviti možnost ustreznega pomika zaradi toplotnih raztezkov vročevoda. To je možno izvesti z namestitvijo elastičnih blazin ali z odsutjem cevi s peskom enakomerne zrnatosti  $\phi 8$  do 10 ali  $\phi 10$  do 12 mm brez ostrorobih delcev (prodec), ki ga je treba oviti s polstjo.

Fiksne točke so izvedene iz predfabriciranega elementa v armiranobetonskem temelju ustreznih dimenzij, ki jih podaja proizvajalec pri določenih predpostavkah glede lastnosti zemljine. Če lastnosti v konkretnem primeru bistveno odstopajo od teh predpostavk, je treba dimenzije temelja preveriti.

Fiksne točke se v predizolirane cevovode vgrajujejo le izjemoma. Posebno pozornost je treba posvetiti prehodu predizoliranih vročevodnih cevi skozi temeljne zidove stavb. Zidno tesnilo mora biti ustrezno obbetonirano, da je zagotovljena tesnost preboja.

#### ***16.21.2.2 Podzemni vročevodi v betonskih kinetah***

Kjer izvedba s predizoliranimi cevmi ni možna ali gre za sanacijo obstoječe vročevodne mreže, se lahko vročevodno omrežje izvaja z jeklenimi cevmi, položenimi v betonski kineti.

### 16.21.3 Proizvodnja toplote

Kot primarno energijo za proizvodnjo toplote v Sloveniji najpogosteje uporabljajo sledeče vrste goriv:

- trda (premog, lesna biomasa,...),
- kapljevita (lahko kurilno olje, mazut,...),
- plinasta (zemeljski plin, tekoči naftni plin,...).

Proizvodnja toplote lahko poteka na sledeče načine:

- ločena proizvodnja toplote (toplovodni, vročevodni in parni kotli),
- sočasna proizvodnja elektrike in toplote – kogeneracija,
- sočasna proizvodnja elektrike, toplote in hladu – trigeneracija.

Sočasna proizvodnja več energetskih proizvodov ima številne prednosti pred ločeno proizvodnjo:

- povečanje skupnega izkoristka primarne energije,
- zmanjšanje emisij na enoto energetskega produkta,
- večji obremenitveni faktor in s tem nižja obremenitev cene energije s fiksnimi stroški.

Najpomembnejši toplotni pogonski stroji, primerni za sočasno proizvodnjo električne energije in toplote, so:

- parna postrojenja (parne turbine in parni batni stroji),
- plinska postrojenja (plinske turbine in plinski motorji),
- plinsko-parna postrojenja,
- motorji z notranjim zgorevanjem,
- gorivne celice.

Proizvodni viri lahko vključujejo tudi akumulatorje toplote. Namen akumulatorjev toplote je shranjevanje toplote proizvedene v procesih sočasne proizvodnje elektrike in toplote ali shranjevanje toplote za obdobje konične obremenitve toplovodne mreže in zagotovitev enakomernejšega delovanja proizvodnih virov katerih primarni energenti so obnovljivi viri energije.

### 16.21.4 Možni prihranki

Prihranki, ki jih lahko dosežemo v sistemih daljinskega ogrevanja z uporabo moderne regulacijske tehnike v sisteme daljinskega ogrevanja in sistema vodenja, so prikazane v prispevkih:

Milan Jungič, Jože Torkar, Blaža Perpar: **UČINKI UPORABE MODERNE REGULACIJSKE TEHNIKE, Konferenca Slovenskega društva za daljinsko energetiko 2006**

Tomaž Benedik, Jože Torkar, Blaženka Pospiš Perpar: **EKONOMIČNO VODENJE TEMPERATURE V DOVODU IN ČRPALIŠČ, Konferenca Slovenskega društva za daljinsko energetiko 2007**