

VRELOVODNI SISTEM DALJINSKOG GRIJANJA DISTRICT HEATING HIGH TEMPERATURE SYSTEM

Nikola Bartula, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su date sve vrste pojedinačnih i centralnih načina grijanja, s tim da je akcenat stavljen na daljinsko vrelovodno grijanje. Prikazani su elementi daljinskog sistema, njegov način funkcionisanja, namena, koristi i mane. Pored teoretskog dijela, rad u sebi sadrži primjer projektovanja vrelovodne trase daljinskog grijanja, koja se pruža Dunavskom i ulicom Ive Lole Ribara, sa svim potrebnim proračunima neophodnim za izradu idejnog projekta.

Abstract - In this work are given all types of individual and central heating systems, with the accent placed on district heating. Elements of the district system, its mode of operation and purpose are shown in this work, with all advantages and disadvantages. In addition to the theoretical part, the work contains an example of designing a hot-water district heating line, which is placed on the Duavska and Ive Lola Ribara streets, with all the necessary calculations for the conceptual design.

Keywords: Heating, District heating systems, designing

1. UVOD

Pojam grijanja podrazumijeva obezbjeđivanje adekvatnih uslova u prostoriji u kojoj borave ljudi, kako bi boravak bio što prijatniji. Naravno, prvenstveno se misli na održavanje željene temperature unutar prostorije ali to nije jedini faktor koji treba regulisati. Kretanje vazduha kroz prostoriju kao i njegova higijenska ispravnost, bitni su kada je riječ o komforu, te shodno tome, različiti sistemi grijanja omogućavaju i različite komforne uslove.

Danas postoji niz različitih sistema, koji moraju biti podešivi, u zavisnosti od potrebne količine toplote i slično. Ono što karakteriše svaki od tih sistema, jeste izvor kojim se dobija ta toplota. Postoji više načina o kojima će nešto preciznije biti rečeno u samom radu. Jedan od najzastupljenijih, koji omogućava snabdevanje jako velikog broja potrošača jeste daljinski sistem grijanja.

Karakteristika ovog sistema jeste da se proizvodnjom energije na jednom mjestu (toplane, solarne kolektorske elektrane, termoelektre i sl.), putem sistema cijevi, kroz koje struji topao fluid potrošači snabdevaju. Iz ovog kratkog opisa, jasno se vidi da sistem daljinskog grijanja ima niz prednosti i nedostataka koje će biti predstavljene u daljem radu.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio doc. dr Aleksandar Anđelković.

2. SISTEMI GRIJANJA

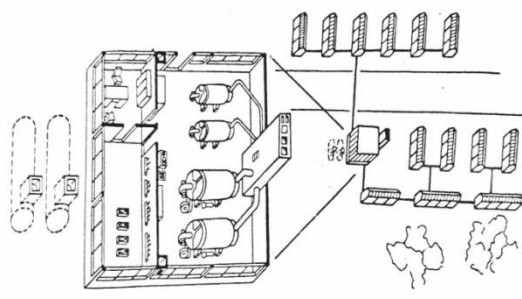
Sisteme grijanja delimo na dva osnovna tipa, individualni (grejno tijelo predstavlja zid kotla) i centralni (fluid se zagrijava te se sistemom cijevi šalje do ostalih grejnih tijela, na više lokacija).

U individualne sisteme ubrajamo kamine, kaljeve peći, gvozdene peći, gasne grijače itd.

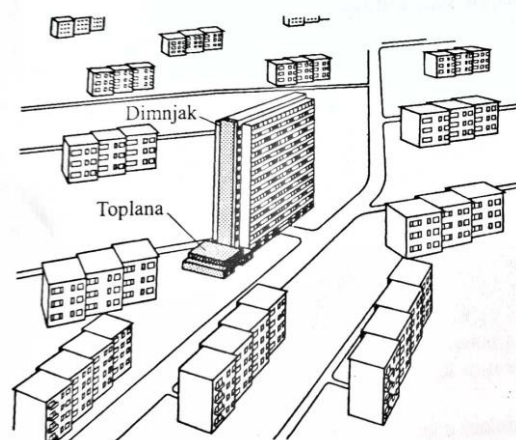
Daljinskih tipova ima više, i o njima će biti više riječi u daljem tekstu.

3. CENTRALNI SISTEMI GRIJANJA

Kako bi se povećao komfor, smanjili troškovi grejanja i ostvario što manji loš uticaj na okolinu, došlo je do razvoja centralnog sistema grijanja koji proizvodnju energije, odnosno zagrijavanje fluida vrši na jednom mjestu, a zatim ga šalje na više različitih lokacija. Ovi sistemi su prošli niz modifikacija od nastanka do danas. Najzastupljeniji vid ovog sistema jeste daljinsko grijanje, koje se javlja u svim gradskim naseljima i karakteriše ga priprema prenosnog medijuma u kotlarnici, koji se putem sistema cijevi, podzemnim putem prenosi do potrošača.



Slika 1. Blokovski sistem daljinskog grijanja



Slika 2. Daljinsko grijanje sa kotlanicom u sklopu najviše zgrade

Dva su osnovna tipa daljinskog sistema:

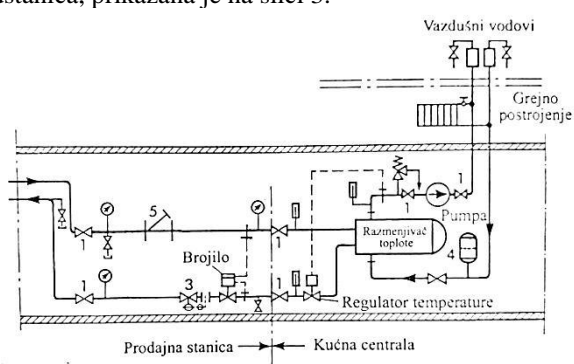
- a) Blokovsko daljinsko grijanje (slika 1.)

- b) Daljinsko grijanje sa kotlanicom u sklopu najviše zgrade (slika 2.)

Prema temperaturi fluida daljinski sistem grijanja se deli na:

- c) vrelovodno(toplovodno) grijanje sa fluidom temperature do 110°C,
 d) vrelovodni sistem daljinskog grijanja sa nosiocem toplote preko 110°C,
 e) parno grijanje

Ono što je karakteristika prvog sistema sa temperaturom preko 110°C jeste da zahtjeva niz dodatnih troškova, koji se tiču kvaliteta materijala opreme koja se koristi, kao što su pumpe, zaptivači, itd. Najveća razlika se uočava u kućnim podstanicama. Zbog povišene temperature, a i pritiska koji se ostvaruje u ovom sistemu, čest slučaj je da podstanice imaju u sebi razmjenjivač toplote, čime je kućna instalacija odvojena od vrelovodne trase. Razmjenjivač prouzrokuje manju količinu predate energije kućnoj instalaciji, često servisiranje, čišćenje... Jedna takva podstanica, prikazana je na slici 3.



Slika 3. Šematski prikaz kućne podstanice sa indirektnim priključkom na vrelovod(1-kugla ventil, 3-regulator protoka, 4-ekspanziona posuda, 5-hvatač nečistoća)

4. MOGUĆNOSTI POSTAVLJANJA VRELOVODNE MEŽE

Konfiguracija terena, zahtjevi potrošača, narušavanje infrastrukture i mnogi drugi faktori mogu da utiču na to, koji od načina upotrijebiti kako bi se vod postavio kroz željenu relaciju. Osnovna podjela predstavlja podzemno i nadzemno vođenje koje se koristi u situacijama samo kada je neophodno ili kada se traži namjenski.

4.1. Postupak podzemnog vođenja

U zavisnosti od potreba, zahtjeva ili mogućnosti terena, podzemno vođenje trase se može ostvariti na sledeće načine:

- f) postupak sa izolovanim cijevima kroz zemljani rov,
 g) postavljanje trase kroz betnoske kanale, različitih oblika i namjene,
 h) polaganje cijevi sa zalivanjem bitumenom,
 i) postupci posebne izvedbe koji se ne sreću tako često.

4.2. Postupak nadzemnog vođenja

Ukoliko ne postoji ni jedan drugi način za vođenje, osim nadzemnim putem, pristupa se toj metodi. U njih ubrajamo:

- j) spoljni vodovi na betonskom podnožju
 k) spoljni vodovi na nosačima
 l) spoljni vodovi na mostovima ili nosećim nosačima
 m) vodovi u podrumima
 n) vodovi u garažama

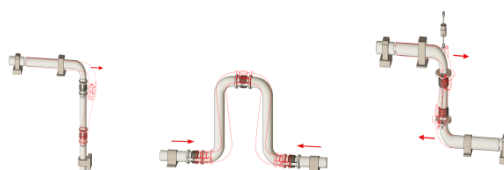
5. OSNOVNI ELEMENTI CIJEVOVODA

Kako bi se fluid transportovao, od jedne do druge lokacije, neophodno je obezbijediti niz elemenata koji čine:

1. Cjevi-osnovni element, zadužen za transport. Izrađuju se u komadima dužine 3m sa izolacijom od poliuretanske tvrde pjene i sa zaštitnom cijevi,
2. Elementi zaduženi za promjenu pravca trase, lukovi, paralelni ogranci i slično (slika 4.)
3. Elementi zaduženi za kompenzaciju termičkih dilatacija („L“, „Z“, „U“ kompezatori) (slika 5.)



Slika 4. Elementi zaduženi za promjenu pravca



Slika 5. Elementi zaduženi za kompenzaciju termičkih dilatacija

Energetski pasoši za stambene i nestambene zgrade se sastoje od pet strana, dok energetski pasoš za ostale zgrade ima 3 strane.

6. PROJEKTOVANJE VRELOVODNE TRASE

Projektovanje vrelovodne trase predstavlja niz postupaka i aktivnosti koje je potrebno izvesti po adekvatnim standardizovanim normama. Prvenstveno treba prikupiti dovoljno podataka koji će omogućiti projektovanje. To podrazumijeva katastarske podloge kao i izlazak na teren i snimanje situacije.

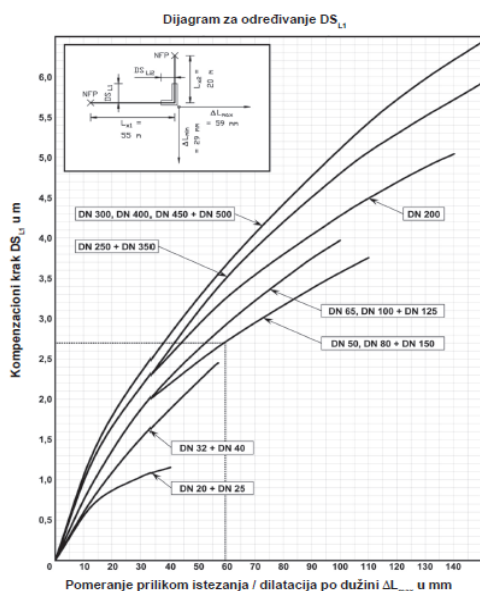
Na osnovu dobijenih energetskih saglasnosti i uspostavljanjem novoprojektovane trase, vrši se određivanje prečnika cijevovoda, njegovo ucrtavanje u katastarske podloge. Sve to je potrebno poslati javnim komunalnim preduzećima kako bi se ustanovilo da se trasa može izvesti po željenoj putanji. Na osnovu dobijenih saglasnosti, moguće je pristupiti projektovanju.

6.1. Statički proračun

Zbog visoke temperature fluida unutar cijevovoda, dolazi do širenja materijala. To širenje je potrebno izračunati i kompezovati ga elastičnim elementima. Ovaj proces se može odrediti na različite načine. Upotrebom obrasca (1) dobija se dužina dilatacije.

Na osnovu nje i prečnika cijevi dolazi se do dužine kompenzacionog kraka prema slici 6. ukoliko se radi o „L“ kompenzatoru. Ista procedura se vrši i za druge kompenzatore, s tim da je kriva dijaagrama drugačija.

$$\epsilon_L = \alpha \cdot L_x \cdot \Delta T \quad (1)$$



Slika 6. Određivanje dužine kompenzacijskog kraka „L“ kompenzatora

U slučaju se radi o velikoj trasi, koja ima veliki broj dionica, koje je potrebno kompenzovati, ovaj proračun je mnogo lakše odraditi u nekom od softvera koje imaju te mogućnosti, kao što su ISO Plus, LOGSTOR, SIS KMR i drugi. Ovim softverima, moguće je dobiti sve podatke koji se tiču statike, kao što su aksijalni i tanagencionalni naponi materijala cijevi, starenje, uticaj debljine rova, itd.

6.2. Hidraulički proračun

Pri strujanju fluida unutar cijevi vrelovoda, dolazi do pada pritiska. Taj pad pritiska je prouzrokovan trenjem kroz cijevovod kao i lokalnim otporima nastalih zbog raznih elemenata poput lukova, redukcija, odvajanja tokova i slično. Hidraulički proračun se može prikazati kroz niz obrazaca dazih ispod:

$$Q = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t \quad (2)$$

$$V = \frac{Q}{\Delta t \rho \cdot c_p} \quad (3)$$

$$w = \frac{V}{A} \quad (4)$$

$$\Delta p = \Delta p_{lok} + \Delta p_{lin} \quad (5)$$

$$\Delta p_{lin} = \frac{w^2 \cdot \lambda \cdot L \cdot \rho}{2 \cdot du} \quad (6)$$

$$\Delta p_{lok} = \frac{w^2 \cdot \rho \cdot \Sigma \xi}{2 \cdot du} \quad (7)$$

$$\lambda = 0.11 \cdot \sqrt[4]{u \cdot du} \quad (8)$$

Q - količina energije koju dionica treba da prenese [kW]

V - zapreminski protok [m³/s]

ρ - gustina tečnosti na temperaturi potisa [kg/m³]

c_p - specifična toplotna kapacitivnost vode [kJ/kg]

Δt - temperaturska razlika potisa i povrata [°C]

w - brzina strujanja fluida unutar cijevi [m/s]

A - površina unutrašnjeg poprečnog presijeka [m²]

Δp - ukupan pad pritiska [Pa]

Δp_{lok} - pad pritiska usled lokalnih otpora [Pa]

Δp_{lin} - pad pritiska usled linijskih otpora [Pa]

λ - koeficijent trenja [/]

u - apsolutna hrapavost [mm]

du - unutrašnji prečnik [m]

$\Sigma \xi$ - zbir lokalnih otpora na posmatranoj dionici [/]

7. PRIMJER PROJEKTA VRELOVODNE TRASE

U narednom primjeru koji predstavlja rekonstrukciju postojeće vrelovodne trase u Dunavskoj ulici, i ulici Ive Lole Ribara, biće dat idejni projekat sa priloženim statičkim proračunom i grafičkom dokumentacijom neophodnom za izradu projekta.

7.1. Projektni zadatak

Potrebno je dati projektno-tehničku i investicionu dokumentaciju za rekonstrukciju vrelovoda od ulice Ignjata Pavlasa, kroz Dunavsku a zatim kroz ulicu Ive Lole Ribara. Takođe, ovim projektom je predviđeno rekonstruisanje vrelovoda u bulevaru Mihajla Pupina broj 28. Projekat je potrebno izraditi u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, odnosno pravilnikom o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije.

Projektni uslovi koje je neophodno ostvariti:

- Postojeći magistralni vrelovod za priključenje novoprojektovane trase je dvocijevni i izveden je od predizolovanih cijevi, pa je će se i nova trasa izvoditi od istih cijevi,
- Potrebne količine toplote, koje je potrebno prenijeti u novoprojektovanoj trasi, i na osnovu koje će se izvršiti dimenzionisanje cijevi uzeti iz izdatih energetskih saglasnosti za pojedine objekte,
- pritisak na mjestu početka vrelovodne trase usvojiti da je 7,2 bara, dok u povratnom vodu pritisak ima vrijednost od 2 bara.
- Potrebno je usaglasiti ukrštanje vrelovoda sa ostalim instalacijama

Pri izradi projekta, neophodno je pridržavati se normi propisanih standardnom EN13941.

7.2. Tehnički opis

Ovim projektom je obuhvaćena Rekonstrukcija vrelovoda od Ignjata Pavlasa u bloku ulica Dunavska i Ive Lole Ribara u Novom Sadu, k.p. 9398, 9399 K.O. Novi Sad I i k.p. 7730, 75, 76, 77, 78/2, 100, 79, 102, 96, 97/1, 83, 80, 98, 111, 92, 101, 107/2, 108/1, 107/1, 74, 7732/1, 140 K.O. Novi Sad II. Projektovano je u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, odnosno Pravilnikom o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije, Pravila o radu distributivnog sistema JKP „Novosadska Toplana“.

Idejni projekat je urađen na osnovu Prethodne saglasnosti i kopije plana vodova koju je izradio Republički geodetski zavod iz Novog Sada.

Novoprojektovana trasa se nadovezuje na postojeći vrelovod, na uglu Dunavske i ulice Ignjata Pavlasa, odakle se ispod pješačke staze vodi do prve podstanice u Dunavskoj 31. Novoprojektovana trasa se pruža duž Dunavske ulice ka ulici Ive Lole Ribara gdje skreće normalnim lukom L2. Dalje, novoprojektovana trasa se vodi čitavom dužinom u ulicu Ive Lole Ribara, do podstanice u objektu br. 26-28 na Bulevaru Mihajla Pupina. Ono što je važno naglasiti, jeste da se trasa koja prolazi ispod bulevara Mihajla Pupina ne rekonstruiše, jer rekonstrukcija prethodno odrađena zbog sanacije kvara.

U ulici Ive Lole Ribara, paralelnim ogrankom Po5 DN250/100 novoprojektovana trasa skreće u ulicu Vojvode Putnika, napajajući 7 podstanica.

7.3. Statički proračun

Sataički proračun je moguće odraditi ručno, primjenjujući sve formule date u poglavlju 6.1. S obzirom da je riječ o velikom projektu, što se može viditi i u grafičkoj dokumentaciji, za proračun statike se upotrebljavaju dva softvera:

- ISOPLUS, kojim se proračunava statičko opterećenje „L“, „Z“, i „U“ kompenzatora,
- LOGSTOR, kojim se proračunava statičko opterećenje paralelnih i „T“ ogranaka.

7.4. Hidraulički proračun

O detaljima hidrauličkog proračuna, obrascima koji se koriste pri njegovom izvršenju te vrijednostima koeficijenta i ostalo, razmatrano je u poglavlju 6.2. Ako se uzme u obzir da sve potrebne veličine koje se koriste pri hidrauličkom proračunu imaju funkcionalnu zavisnost, jednostavnim povezivanjem ćelija u Microsoft Excelu, veoma lako se može doći do pada pritiska unutar mreže.

Pad pritiska za najudaljeniju tačku novoprojektovane trase dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Hidraulički proračun pada pritiska

				$t_{u=}$	140 °C												
$\Delta t=$		70 °C		$t_{iz=}$	70 °C												
$c_p=$		4,187 KJ/kg°K															
Br.	V	t	Qu	$\rho(t)$	DN	d_s	s	d_u	w	R	L	R x L	ξ	Z	RL+Z	Δp	
od	l/s	°C	W	kg/m ³		mm	mm	m	m/s	Pa/m	m	Pa		Pa	Pa	Pa	
1	62,1114	105	17.384.120	954,95	250	273	5	0,263	1,144	30,9	13,0	402	1	625	1027	1027	
2	62,0207	105	17.358.740	954,95	250	273	5	0,263	1,142	30,8	18,0	555	0,5	311	867	1894	
3	59,4948	105	16.651.780	954,95	250	273	5	0,263	1,096	28,5	194,0	5525	6,5	3726	9251	11144	
4	55,9219	105	15.651.780	954,95	250	273	5	0,263	1,030	25,3	28,0	708	1	506	1215	12359	
5	54,7164	105	15.314.380	954,95	250	273	5	0,263	1,008	24,3	26,0	631	1	485	1116	13475	
6	49,3037	105	13.799.420	954,95	250	273	5	0,263	0,908	19,9	61,0	1213	2,5	984	2197	15672	
7	47,8238	105	13.385.240	954,95	250	273	5	0,263	0,881	18,8	26,0	488	2,5	926	1414	17086	
8	42,6238	105	11.929.810	954,95	200	219,1	4,5	0,2101	1,230	47,1	19,0	895	1	722	1617	18703	
9	41,4454	105	11.600.000	954,95	200	219,1	4,5	0,2101	1,196	44,6	82,0	3658	2	1366	5025	23727	
10	1,2128	105	339.440	954,95	32	42,4	2,6	0,0372	1,116	340,3	67,0	22800	2,5	1488	24288	48016	

8. ZAKLJUČAK

Sistem daljinskog grijanja je jedno od najčešćih rješenja snadbjevanja objekata toplotom, naručito kada je riječ o većima naseljima, odnosno gradovima. Sama karakteristika ovog sistema, da se dobijanje energije ostvaruje na jednom mjestu, čime se smanjuju troškovi namjenjeni za kotlarnice, zatim smanjenje zagađenja i slično, govore o pogodnostima koje ovaj sistem sa sobom nosi.

Prvobitne vrelovodne mreže koristile su cijevi sa lošom izolacijom, a nerijetko se sreće slučaj da se ispod površine zemlje nađu cijevi vrelovoda koje nisu obložene nikakvom toplotnom izolacijom. Upravo takva situacija predstavlja ogroman prostor za uštedu, jer se transport fluida kroz neizolovanu cijev ispostavio kao totalno neefikasan. Ovim se daje na značaju da rekonstrukcija vrelovodne mreže ne predstavlja ništa drugo nego finansijska ulaganja koja će se brzo isplatiti uz povećanje kvaliteta sistema grijanja i mogućnosti usavršavanja rada toplane.

9. LITERATURA

- [1] Recknagel H, Sprenger E, Schramek E-R, Čeperković S, Grijanje i Klimatizacija, Interklima, Vrnjačka Banja, 2012.
- [2] Anđelković A, Grijanje, ventilacija i klimatizacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2017.

[3] Kozić Đ, Vasiljević B, Bekavac V, Priručnik za termodinamiku, IRO „Građevinska Knjiga“ Beograd, 1983.

[4] Hansjoachim M, Dietrich W, Selecting Centrifugal Pumps, KSB Aktiengesellschaft, Germany

[5] ISOPLUS, dostupno na: <https://isoplus.rs/>, [datum pristupa: 10.09.2019.]

[6] Logstor, dostupno na: <https://www.logstor.com/>, [datum pristupa: 15.09.2019.]

Kratka biografija:



Nikola Bartula, rođen u Sokocu, BiH RS 1995. godine.
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
Mašinstvo-Energetika i procesna tehnika
Osnovne studije završio 2018. godine

Email: galanikola95@gmail.com