

**Факултет инжењерских наука
Универзитет у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжињерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Енергетика и процесна техника
Предмет: Основе процесних апарата и постројења
Број индекса: 787/2010**

**Александар Р. Чаировић
Прилог истраживању карактеристика
топлотно-дистрибутивног система града
крагујевца (ТДСК)**

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Милун Бабић - ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да изврши анализу у истраживању карактеристика топлотно-дистрибутивног система града крагујевца (ТДСК).

Препоручена литература:

- [1] Пожар, Х . : Основе енергетике, 1 и 2 део
- [2] Вушковић, И. : Основне технике мерења
- [3] Милинчић, Д. : Систем транспорта топлоте на даљину
- [4] Михајлов, И. : Термоелектране. Пројектовање и изградња
- [5] Стојановић, Д. : Топлотне турбомашине
- [6] Тодоровић, Б. : Пројектовање постројења за одређивање потребне количине топлоте за грејање
- [7] Тодоровић Б. : Пројектовање постројења за централно грејање
- [8] Приручник за грејање и климатизацију
- [9] Проф. др Милун Ј. Бабић, дипл. маш. инж. Проф. Др Светислав Стојковић, дипл. маш. инж. : Турбомашине
- [10] Званична веб адреса Енергетика д.о.о.

Крагујевац, 07.06.2012

ментор:

др Милун Бабић

Резиме

У овом дипломском раду вршило се ИСТРАЖИВАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА ТОПЛОТНО-ДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА ГРАДА КРАГУЈЕВЦА (ТДСК).

Што је подразумевало следеће активности:

1. описивање функционалне целине (ТДСК),
2. дати осврт на разлоге изградње и коришћења ТДСК и изложити предности и мане таквих централизованих система за дистрибуцију топлоте,
3. дефинисати структуру базе података за опис ТДСК,
4. приказивање садржаја базе података у чијем је прикупљању учествовао,
5. извршавање симулације понашања дела ТДСК за који сам прикупљао податке на терену, уз помоћ програма који су развили експерти Регионалног евро центра за енергетску ефикасност у Крагујевцу,
6. изнети закључке опонашању е-симулираног дела ТДСК,
7. дати списак коришћене литературе.

Кључне речи: топлотни извор, потрошач, котларница, радни флуид.

Abstract:

This thesis describes the research performed on the characteristics of Thermal-DISTRIBUTION SYSTEM Of the City of Kragujevac (TDSK).

The research included the following activities:

1. describing the functional units (TDSK),
2. giving an overview for the reasons of the construction and use of TDSK and explaining the advantages and disadvantages of such central heat distribution system,
3. defining the database structure for describing TDSK,
4. displaying the contents of the database involved in the research,
5. performing the simulation for the part of TDSK activities of the data collected in the field, with the help of program developed by the experts from the Regional Euro Energy Efficiency Centre in Kragujevac,
6. Giving conclusions on part of e-TDSK simulated activities,
7. Giving a list of references.

Keywords: heat source, the consumer, boiler, working fluid.

Садржај:

Увод.....	8
1.Даљинско грејање општи појмови.....	9
1.1.Предности и мане даљинског грејања	11
2.Основни подаци о предузећу „Енергетика“ д.о.о.	12
2.1.Топлана – Енергана – Термоелектрана	14
2.2.Основна делатност	15
2.3.Остали важни подаци	15
2.4.Структура објеката који се греју	15
3.Листа котларница са правцима.....	16
3.1.Застава матична локација	16
3.1.1.Пумпе	19
3.1.2.Турбопумпе	19
3.1.3.Котловске турбопумпе.....	19
3.1.4.Вишестепена турбопумпа	20
3.1.5.Турбонапојна пумпа	21
3.1.6.Једностепена турбопумпа	23
3.1.7.Мазутне пумпе.....	24
3.2.Котларница Клинички центар	25
3.3.Котларница Ердоглија.....	25
3.3.1.Начин рада котларнице у Ердоглији	26
3.4.Котларница Маглић	32
3.5.Котларница Бубањ	32
3.6.Котларница Промет сервис.....	32
4.Приказ података о инсталисаним капацитетима топлотне енергије	33
5.Снабдевање потрошача топлотном енергијом.....	35
5.1.Снабдевање топлотном енергијом предузећа бивше групе “Застава”.....	35
5.2.Снабдевање топлотном енергијом правних и физичких лица на територији града Крагујевца.....	38
6.Грејна запремина корисника топлотне енергије.....	39
6.1.Корисници топлотне енергије на територији града Крагујевца	40
7.Хидраулички прорачун и режим мреже система даљинског грејања.....	41
7.1.Врсте мрежа даљинског система грејања које се могу користити у ТДСК.....	43
8.Проблеми снабдевања корисника топлотном енергијом у ТДСК	46

8.1.Мере за решавање дистрибутивних проблема у ТДСК	48
9.Приказ базе података прикупљених за топловодни правац “Ердоглија”	50
10.Прикупљање података	51
10.1.Прикупљање података о одвајањима (шахтама)	52
10.2.Прикупљање података о подстаницама.....	53
10.3.Поступак обраде прикупљених података са терена.....	55
11.Прорачун отпора	57
12.Најчешћи проблеми код подстаница и на одвајањима цевовода	59
13.Обрада података у ЕПАНЕТ-у	62
14.Закључак.....	64
15.Литература	65

Увод

У овом раду је описан сам почетак централног грејања у граду Крагујевцу, њен настанак развој, и све предности, мане и потешкоће које су уочаване у току дугогодишњег постојања оваквог вида грејања у нашем граду. Такође дати су основни подаци о предузећу “ЕНЕРГЕТКА”, листа котларница са правцима, исталисане снаге уређаја њихове могућности и капацитети свих котларница, погонско гориво које се користе за грејање на свакој локацији. Неки основни подаци о корисницима који су прикључени на дистрибутивну мрежу, било да се ради о правним или физичким лицима, и подаци о подстанцима и шахтама које су прикупљане на терену.

Даљинско грејање је инфраструктура која омогућава да се топлота произведена на некој локацији преноси до стамбених комерцијалних и производних објеката на ширем подручју града. Даљинско грејање је чисто, ефикасно и економично због своје флексибилности и оптималних услова за производњу топлоте.

1. Даљинско грејање општи појмови

Даљинско грејање се огледа у томе да се неки радни флуид, у овом случају вода, загреје, потом тако загрејан транспортује до крајњег потрошача где долази до размене топлотне енергије. Код даљинског грејања подразумевамо снабдевање топлотом свих потрошача грејања, санитарне топле воде, проветравања и технолошких потрошача, делова града или више одвојених целина са једног топлотног извора (ТИ) или више ТИ повезаних у један заједнички систем. Топлота из ТИ се преноси радним флуидом помоћу цевовода до подстанице потрошача. Подстанница представља везу између система даљинског грејања (СДГ) и инсталације крајњег потрошача.

Систем даљинског грејања се састоји од:

- > топлотног извора,
- > цевовода и
- > подстанице.

Док кућна инсталација припада објекту који користи топлоту.

Систем даљинског грејања се може одвијати на три начина и то:

- > Систем даљинског грејања на топлу воду. Код оваквог система флуид се загрева до 100°C. То су углавном мањи системи који су уједно јефтинији и мање опасни од повреда. Крајњи потрошач је директно укључен на вод без употребе топлотне подстанице у објекту који се греје. Пример за овакав систем грејања имамо у крагујевачком насељу Бубањ.
- > Систем даљинског грејања на пару. Код оваквог система радна температура флуида је око 250°C. Овакви системи се користе углавном за индустријске сврхе и за снабдевање станова од великог значаја. Главне мане оваквог система су:
 - постоје веће могућности повреда услед квара или пуцања цеви,
 - кондезација паре,

- повратак кондезата и
 - тешка расподела топлотне енергије.
- > Систем даљинског грејања на врелу воду. Радни флуид код овог система грејања се загрева до 150°C. Код оваквог система цеви које транспортују радни флуид су мањег пречника и потребно је да сваки објект засебно поседује сопствену подстанциу. Свака подстанциа треба да садржи следеће елементе:
- равне – запорне или кугла вентиле,
 - хватач нечистоће,
 - стубове за умирење струјања,
 - размењивач,
 - уређаје за мерење температуре и притиска,
 - неповратни вентил,
 - сигурносни вентил,
 - циркулациону пумпу,
 - експанзиону посуду,
 - регулациони вентил,
 - мерач утрошене топлотне енергије (калориметар)



Слика 1.1 и 1.2: Изглед подстанице

1.1.Предности и мане система даљинског грејања

Предности даљинског грејања би биле:

- сагоревање се обавља у технички савршенијем ложишту,
- лакша регулација,
- повољније искоришћење топлоте,
- чистије,
- радијатори заузимају мање простора,
- економичније,
- мања специфична потрошња горива,
- мање загађење животне средине,
- боља расподела топлоте...

Мане би биле:

- већи инвестициони трошкови,
- повреда у случају пуцања цеви,
- ограничен временски период грејања (од 05h до 22h)
- непогодно за прелазне периоде,
- могућност смрзавања радног транспортног флуида,
- корозија...

Овакав систем даљинског грејања на врелу воду у Крагујевцу обавља предузеће „ЕНЕРГЕТИКА“ д.о.о. Крагујевац, уз чију сарадњу смо прикупљали податке са терена за истраживање карактеристика ТДСК.

2.Основни подаци о предузећу „ЕНЕРГЕТИКА“ д.о.о.

Постоји пет фаза у развоју „ЕНЕРГЕТИКЕ“ и то:

- > ПРВА ФАЗА централно грејање у Крагујевцу се појавило као саставни део грејања Тополивнице и Војнотехничког завода. Делатност садашње “ЕНЕРГЕТИКЕ” за обезбеђење грејања започиње пре 1884.год., у тадашњој Кнежевини Србији. Поред грејања фабрике оружја те године Крагујевац добија први агрегат за производњу једносмерне струје у Србији и систем осветљења.
- > ДРУГА ФАЗА је релативно новијег датума. Почиње 1962.год., када Крагујевац добија градску топлану. Топлана је изграђена у центру града и била је у саставу тадашњег предузећа “ЧИСТОЋА”. Од тада у Крагујевцу постоје два већа система централног грејања: фабрички и градски.
- > ТРЕЋА ФАЗА почиње гашењем градског извора топлоте и везивањем градских инсталација цевовода на извор индустријских парних котлова у “ЗАСТАВИ” крајем 1978.год..
- > ЧЕТВРТА ФАЗА почиње нешто касније, 1986.год.. До тада су имали два организациона система грејања повезана јединственим техничким системом. У овој фази долази до организационог повезивања радника и администрације тадашње “ГРАДСКЕ ТОПЛАНЕ” и “ЕНЕРГЕТИКЕ”. Од тада до данас грејање Крагујевца чини један заокружени, технички и организациони систем.
- > ПЕТА ФАЗА почиње септембра 2002.год. када је извршено декомпоновање система групе “ЗАСТАВА”. “ЕНЕРГЕТИКА” д.о.о. постаје самостално независно предузеће за производњу и дистрибуцију свих енергетских флуида.

Одавде видимо да је “ЕНЕРГЕТИКА” д.о.о. моћан и сложен енергетски систем који није само битан и виталан за грејање града већ и за производне процесе бивше Групе “ЗАСТАВА”. У пракси су веома ретки случајеви да су вреловодни даљински системи централног грејања

везани за изворишта топлоте у фабрикама. Реткост је да су саставни делови постројења за грејање и парне турбине за производњу електричне енергије. Јако су ретки и случајеви да су извори топлоте на чврсто гориво – угаљ. Ретко имамо и да су саставни делови постројења за производњу топлотне енергије и моћна постројења:

- > Турбокомпресори инсталисане снаге преко 10 MW
- > Агрегати за производњу електричне енергије од 30 MW
- > Трафостанице великих електричних капацитета 2x63 MW
- > Постројења за хемијску припрему воде капацитета 4x50 m³/h
- > Постројења техничких гасова
- > И главно извориште топлотне енергије од 400 MW

2.1.Топлана – Енергана – Термоелектрана

Друштво са ограниченом одговорношћу “ЕНЕРГЕТИКА” је веома комплексно постројење како са становишта послова којима се бави, (производња и дистрибуција топлотне енергије, производња и дистрибуција електричне енергије, производња и дистрибуција компримованог ваздуха, производња и дистрибуција ДК и ДМ воде, дистрибуција техничких гасова...) тако и са становишта разуђености својих постројења.

Све ове послове у Енергетици обавља око 500 запослених.

На матичној локацији за производњу топлотне енергије укупна инсталисана снага у граду Крагујевцу износи 315 MW од чега је око:

- > 70% капацитета на угаљ,
- > 20% капацитета на гас и
- > 10% капацитета на мазут.



Слика 2: Предузеће „ЕНЕРГЕТИКА“ д.о.о.

2.2.Основна делатност

Основне делатности Енергетике су:

- > Производња и дистрибуција топлотне енергије
 - за потребе грејања града
 - за потребе технологије “Заставе”
 - за потребе грејања “Заставе”
- > Производња и дистрибуција електричне енергије
- > Производња и дистрибуција компримованог ваздуха
- > Дистрибуција техничких гасова
- > Дистрибуција воде

2.3.Остали важни подаци

Енергетика послује са шест котларница у којима се налази укупно деветнаест котлова.

Инсталисана снага електро извора у систему је 28 MW

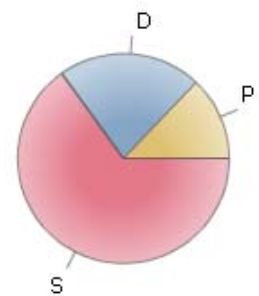
Где је енергетски флуид изворишта:

- > водена пара у Застави, 140/80°C
- > врела вода у Ердоглији, Болници и Авали, 250°C и
- > топла вода на Бубњу 90/70°C

2.4.Структура објеката који се греју

Имају стамбене, привредне, школске и универзитетске, здравствене, друштвене, војне и спортске објекте.

Категорија корисника	Запремина (m ³)	Број корисника
Стамбени простор (С)	2492226	17937
Друштвене делатности (Д)	837277	208
Пословни простор (П)	493106	1234



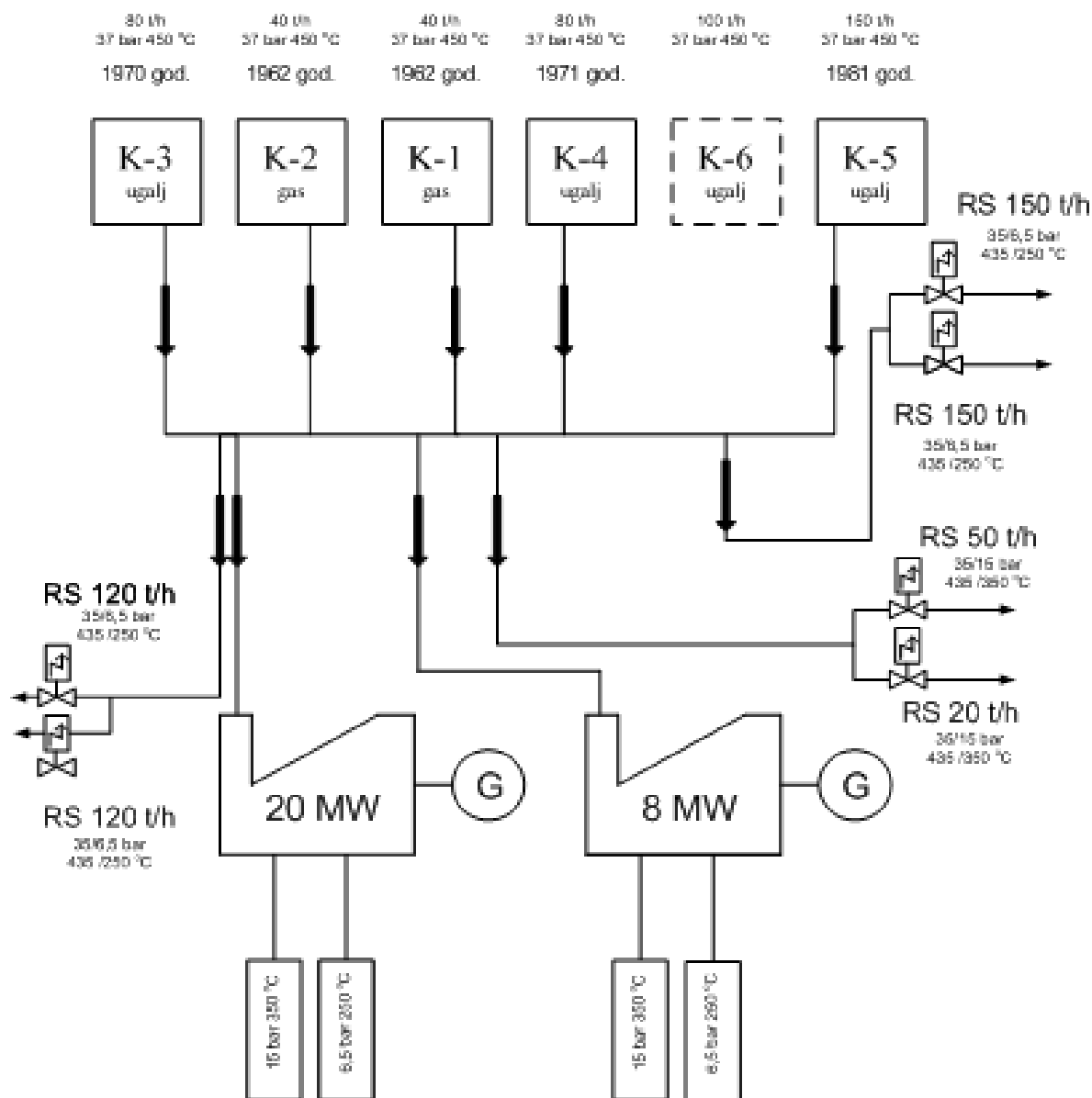
Табела 2.4.1: Преглед грејних запремина и потрошача

3.Листа котларница са правцима

3.1.Застава матична локација (304 MW)

Погонско гориво	Угаљ (мазут)	Угаљ (мазут)	Угаљ (мазут)	Гас	Гас
Капацитет (MW)	63	63	115	31.5	31.5
Ознака котловског постројења	К3	К4	К5	К1	К2
Тип котла	парни	парни	парни	парни	парни
Година производње	1970	1971	1980	1961	1962
Излазни параметри	$t_p=450^{\circ}\text{C}$ $p=37\text{ bara}$				
Енергетски облик који се шаље потрошачима	технолошка пара		$p=6.5\text{ bara}$	$t=250^{\circ}\text{C}$	
	технолошка пара		$p=15\text{ bara}$	$t=250^{\circ}\text{C}$	
	технолошка вода			$t=140^{\circ}\text{C}$	
	врела вода за грејање			$t=140/80^{\circ}\text{C}$	

Матична локација је лоцирана у кругу бивше Групе "Застава" и снабдева топлотном енергијом фабрике бивше Групе "Застава" као и већи део града Крагујевца.



Слика 3.1.1: Шема постројења за производњу топлоте на "Матичној локацији"

Матична локација је лоцирана у кругу бивше Групе "ЗАСТАВА" и снабдева топлотном енергијом фабрике бивше групе "ЗАСТАВА" као и већи део града Крагујевца. Зачеци централног грејања јавили су се још давне 1884.год., Кнежевини Србији у склопу Тополивнице и Војнотехничког завода. Њен развој је трајао у пет фаза, и у том периоду "ЕНЕРГЕТИКА" је претрпела промене како у техничком тако и у административном смислу. Пета фаза је почела 2002.год., и траје све до данас. У овом раздобљу од пет фаза дошло је до великих промена. Поред индустриског појавио се и градски систем грејања који је био у склопу "ЧИСТОЋЕ" па је касније угашен и превезан на индустриско постројење. Поред тога дошло је и до удруживања радника и администрације ове две фирме у једну заједничку. "ЕНЕРГЕТИКА" је један веома сложен систем који се састоји од различитих типова и врсти машина (котлова, пумпи, експанзионих посуда и тд.), са различитим радним карактеристикама. Све те машине и уређаји чине једну компактну целину које омогућавају нормално функционисање система, при чему се већи значај придаје пумпама пошто систем пумпом започиње процес и завршава своје функционисање. Сама њена распрострањеност у грејном систему, доприноси и да је јој на значају.



На матичној локацији налазе се следеће врсте пумпи:

- Вишестепена турбопумпа
- Турбонапојна пумпа
- Једностепена циркулациона пумпа
- Мазутне пумпе

3.1.1.Пумпе

Пумпе представљају хидрауличне машине у којима се механички рад претвара у струјну енергију радне течности. Оне спадају међу најраспрострањеније хидрауличне машине, а примењују се у различите сврхе, почев од водо-снабдевања до снабдевања ракетних мотора горивом.

3.1.2.Турбопумпе

Турбопумпе су турбомашине у којима се механички рад, посредством радног кола, претвара у струјну енергију радне течности. Претварање механичког рада у струјну енергију радне течности врши се у радном колу у току динамичке интеракције лопатица радног кола и течности која протиче кроз међулопатичне канале.

3.1.3.Котловске турбопумпе

Котловске турбопумпе (вишестепена и турбонапојна пумпа) служе за напајање и допуну парних котлова водом која се троши у технолошком процесу у оквиру кога котао функционише. Пошто се при производњи вреле воде, или водене паре у котловима, најчешће достижу високи радни притисци, неопходно је да котловске турбопумпе остварују веће притиске на својим излазима од притиска

који влада унутар котлова, како би могле омекшалу и прегрејану воду да ињектују у саме котлове. Високи радни притисци условљавају да се котловске турбопумпе конструкциски изводе као вишестепене. С друге стране ове турбопумпе раде са топлом водом која на локацијама где влада критично низак притисак (као нпр. у усисном грлу турбопумпе), лако мења агрегатно стање и прелази у парну фазу условљавајући појаву кавитације, чије дејство може да битно утиче на погоршање радних карактеристика турбопумпи и век њихових виталних проточних и радних органа. Зато се ове турбопумпе пројектују као и кондезатне и редовно се позиционирају на најнижим котама у котларници да би се обезбедио надкритичан притисак у њиховим усисним грлима.

3.1.4.Вишестепена турбопумпа

Вишестепена турбопумпа (пумпа високог притиска) карактеристична је по томе што се на њеном вратилу налази више радних кола, кроз која редно у току обртања протиче радна течност повећавајући струјну енергију при проласку кроз свако радно коло. Притисак на излазу код ових пумпи је од 70 до 80 бара, а на улазу у пумпу 1 бар. Вишестепене пумпе имају осам радних кола који су везани на ред.

Делови вишестепене турбопумпе:

- Електромотор
- Спојница
- Лежај
- Радна кола



Радне карактеристике:

Погон:	Електро
Тип:	KSB HAD 100/7
Проток:	$Q=131 \text{ m}^3/\text{h}$
Број обртаја:	$n=2980 \text{ o/min}$
Снага електромотора:	$P=270 \text{ kW}$

3.1.5.Турбонапојна пумпа

Она служи за напајање котлова када дође до нестанка електричне енергије, јер у том случају електронапојна пумпа не може да ради а котлоу не сме да остане без напајања са водом. Пошто је продукт сагоревања у котловима пара високог притиска, та пара се доводи до турбине покреће њене лопатице и тако се остварује кретање вратила на коме се налазе радна кола пумпе. За рад

турбонапојне пумпе потребан параметар паре је минимално 25 bara, и мора бити константан тј. да нема великих осцилација. Пошто овај услов није увек испуњен ове пумпе се не користе за стално напајање котлова, већ само кад нема електричне енергије како пумпа неби трпела велике ударе у току рада.

Делови пумпе:

- Турбина
- Спојница
- Лежај
- Радна кола



Радне карактеристике:

Тип:	AF 3,5 GS
Снага:	Нормална 186 KS, Максимална 195 PS
Број обртаја турбине:	8930 o/min
Погонски број обртаја:	2955 o/min
Највећи дозвољени:	3250 o/min

3.1.6.Једностепена турбопумпа

Основна одлика једностепене турбопумпе је у чињеници да се на вратилу такве турбопумпе налази само једно радно коло и да радна течност приликом протикања кроз њене проточне органе само једном пролази кроз радно коло. Она се искључиво користи за побољшање циркулације радног флуида, у овом случају топлотне енергије од извора до крајњег потрошача.

Делови пумпе:

- Електромотор
- Спојница
- Лежајеви
- Радно коло





Радне карактеристике:

Произвођач:	Јастребац(фабрикс пумпи Ниш)
Тип:	SPS 10 1
Проток:	$Q=9000 - 14400 \text{ l/minH}$
Снага:	$P=250 \text{ kW}$
Број обртаја:	$n=1479 \text{ o/min}$

3.1.7.Мазутне пумпе

Мазутне пумпе њихова основна улога је да мазут који се налази у танкеру допреме до котла који ради на ту врсту горива. На путу од танкера до котла смештене су две врсте мазутних пумпи. Прва која се налази код резервоара њена улога је да мазут из резервоара гони ка котлу и оне раде под мањим притиском 2.5 до 3 bara. А пумпа испред самог котла оне повећавају радни притисак мазут за 10 пута (25 до 30 bara), који се убацује у котло.

3.2. Котларница Клинички центар (34 MW)

Погонско гориво	Гас (мазут)	Гас (мазут)	Гас (мазут)	Мазут	Гас (мазут)	Мазут
Капацитет (MW)	7.5	7.5	7.5	7	2.57	1.92
Ознака котловског постројења	K1	K2	K3	K5	K4	K6
Тип котла	Вреловодни	Вреловодни	Вреловодни	Вреловодни	Парни	Парни
Година производње	1977	1977	1979	1976	1967	
Енергетски облик који се шаље потрошачима	Пара за технологију $p=4 \text{ bara}$ Врела вода за грејање Санитарна вода за потребе болнице					$t=250^{\circ}\text{C}$ $t=140/80^{\circ}\text{C}$

Котларница Клинички центар (КБЦ) се налази у самом кругу клиничког центра и са њом се снабдевају КБЦ Крагујевац, потрошачи насеља Аеродром и део насеља Бубањ.

3.3. Котларница Ердоглија (40.1 MW)

Погонско гориво	Гас (мазут)	Гас (мазут)	Гас (мазут)
Капацитет (MW)	7.7	16.2	16.25
Ознака котловског постројења	K1	K2	K3
Тип котла	Вреловодни	Вреловодни	Вреловодни
Година производње	1973	1979	2009
Енергетски облик који се шаље потрошачима	Врела вода за грејање $t=130/80^{\circ}\text{C}$		

Котларница је смештена у насеље Ердоглија и користи се за снабдевање топлотном енергијом насеље Ердоглија. Она се користи као независни систем за грејање овог насеља.



Начин рада котларнице у Ердоглији:

За складиштење мазута се користи велики танкер (слика 1.) у који се мазут пуни или црпи уз помоћ мазутних пумпи. Такође треба рећи да се у резервоару налазе грејачи за одржавање температуре мазута. Да нема тих грејача у танкеру зими у току грејне сезоне могло би да дође до згушћавања мазута (до повећања густине), што би могло довести да пумпе раде под већим притиском, а последично би у дужем временском интервалу произвело прегоривање пумпи. У подстаници (слика 2.) која се налази до самог танкера поред мазутних пумпи (за истакање и утакање мазута у танкер), смештене су и пумпе (слика 3.) које служе да мазут из танкера гоне ка котлу цевоводом под притиском од 2.5-3

bara. На том путу мазут наилази на још једну пумпну станицу (слика 4.) која се налази испред самог котла која служи да повећа притисак мазута и до 10 пута (25-30 bara). Одатле се шаље у догрејач који треба да мазут припреми тј. загреје на одговарајућу температуру од 100-120°C, а одатле се директно шаље у горионик (слика 5.) где се гориво меша са ваздухом и распршује уз помоћ распршивача (пиштоља). На горионику се такође налазе 3 серво мотора за ваздух мазут и гас. Они служе да праве правилан однос између мазута и ваздуха, гаса и ваздуха у зависности на које погонско гориво ради котла. Такође треба напоменути да се са доње стране горионика налази вентилатор који има улогу да хлади електронику која се налази на горионику да не би дошло до њеног топљења приликом грејања котла на мазут. Јер се том приликом ослобађа велика количина топлоте и котла се греје а самим тим и горионик. Кад котла ради на гас онда нема потребе за укључивањем вентилатора јер се котла уопште не греје. Унутар горионика се налази електрода која варнички када дође до пуштања првог млаза смеше кроз горионик и тада долази до паљења котла (слика 6.). Пре паљења котла ложиште мора да се проветри због одређене концентрације гасова која је остала од предходног сагоревања. У случају да се то не одради може доћи до експлозије котла. За то служи вентилатор који поред дозирања ваздуха за сагоревање смеше за грејно гориво (мазут, гас) служи и за проветравање котла (слика 7.).

Након паљења пламен пролази кроз први пролаз тј. пламеницу где долази до ослобађања дима који исто представља једну врсту топлотне енергије и они скрећу у цевну повратну комору у други пролаз (први сноп димних цеви) кроз који струји према предњем крају котла где се у предњој комори поново скрећу у трећи пролаз (други сноп димних цеви) кроз који струје према задњем крају котла, где се кроз излаз на горњем делу задње димне коморе (слика 8.) одводе у димњак или димни канал (слика 9.). На овај начин се постиже искоришћење топлоте чак до ~ 95%. Цео процес је аутоматизован и врши се преко радног ормара (слика 10. и 11.).

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.



Котао и читав систем грејања мора се напунити омекшаном водом. Пуњење сировом (тврдом) водом није дозвољено јер ће се соли тврдоће из читавог садржаја воде система таложити у облику каменца, првенствено на најтоплијим местима што може довести до оштећења котла. Систем грејања се према потреби допуњава из експанзионих посуда (слика 12.) капацитета ($2 \times 20 \text{ m}^3$, $1 \times 5 \text{ m}^3$, $1 \times 1.5 \text{ m}^3$), али пре уласка воде у систем она мора проћи кроз катјонско-јонски измењивач (слика 13.).

Првенствено се мора водити рачуна о томе да се остави довољно времена за пуњење система јер је омекшивач воде обично малог капацитета пошто током погона служи у већини случајева само за надокнаду губитка воде из система.

Хемијска припрема воде састоји се од два катјонска измењивача капацитета обраде воде 179 m^3 сирове воде (тврдоће 8.2°dH -немачких степена), са сврхом свођења те тврдоће на 0°dH јер само таква може ићи у котао јер би у супротном стварао каменац због високе температуре.

Део процеса је кондиционирање воде односно додатак адитива који имају за сврху повишење рН вредности до рН11, редукцију кисеоника као корозивног средства и спречавање стварања каменца за ту сврху служи хидроикс који у себи садржи осам једињења који обављају све те функције. Повратни кондезати се сакупљају и након проласка кроз котловски систем, примарну мрежу се контролишту на рН вредност и у зависности од тога врши се додатно дозирање хидроикса. Поред тога постоји и филтрација повратних кондезата у води евентуално присутних депозита и елемената корозије (врећасти и магнетни филтер).

12.



13.



Када се изврше све неопходне припреме радни флуид се уз помоћ пумпи и цевовода (слика 14.) транспортује до крајњег корисника, тј. до њихових подстанци. На овој слици (слика 15.) је приказан фреквентивни регулатор за пумпе и подстанице.

Пумпе	
Произвођач:	Grunfost
Снага:	160 kW
Комада:	3

14.



15.



3.4. Котларница Маглић (0.6 MW)

Погонско гориво	Гас	Гас
Капацитет (MW)	0.3	0.3
Ознака котловског постројења	K1	K2
Тип котла	Топловодни	Топловодни
Година производње	1994	1994
Енергетски облик који се шаље потрошачима	Топла вода за грејање $t=90/70^{\circ}\text{C}$	

Котларница “Маглић” се налази у насељу Лепеница и топлотном енергијом снабдева станбене зграде у свом окружењу.

3.5. Котларница Бубањ (1.4 MW)

Погонско гориво	Мазут	Мазут
Капацитет (MW)	0.7	0.7
Ознака котловског постројења	K1	K2
Тип котла	Топловодни	Топловодни
Година производње	1967	1967
Енергетски облик који се шаље потрошачима	Топла вода за грејање $t= 90/70^{\circ}\text{C}$	

Котларница на Бубњу користи се само за снабдевање топлотном енергијом станбених зграда у њеном окружењу

3.6. Котларница Промет сервис (5.2 MW)

Погонско гориво	Мазут	Мазут	Мазут
Капацитет (MW)	1.92	1.92	1.92
Ознака котловског постројења	K1	K2	K3
Тип котла	Парни	Парни	Парни
Година производње	1966	1966	1966
Енергетски облик који се шаље потрошачима	Пара $p=3\text{bara}$ $t=140^{\circ}\text{C}$ Грејна вода $t=90/70^{\circ}\text{C}$		

Котларница “Промет сервис” врши снабдевање топлотном енергијом само ову фирму.

4.Приказ података о инсталисаним капацитетима топлотне енергије

Локација	“Застава-матична локација”					Мед.центар “Др. Михајло Илић”						Бу-бањ		Ердогли-ја		Промет и сервис			Маглићка	
Погонско гориво	Гас	Гас	Угаљ (Мазут)	Угаљ (Мазут)	Угаљ (Мазут)	Гас (Мазут)	Гас (Мазут)	Гас (Мазут)	Гас (Мазут)	(Мазут)	(Мазут)	Мазут	Мазут	Гас(Мазут)	Гас(Мазут)	Мазут	Мазут	Мазут	Гас	Гас
	1961.	1962.	1970.	1971.	1981.	1977.	1977.	2009.	1967.	1989.	1971.	1967.	1967.	1979.	1973.	1966.	1966.	1966.	1994.	1994.
	31.5	31.5	63	63	115	6,6	6.6	7,5	2.57	7,0	0.82	0,7	0,7	7,7	16.2	1,92	1,92	1,92	0,3	0,3
	304					30,47						1,4		23.9		5,76			0,6	
	K1	K2	K3	K4	K5	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K3	K1	K2
Тип котла	парни					вреловодни			парни	вреловодни		вреловодни	вреловодни	вреловодни	вреловодни	парни			топловодни	

Постоје котлови у насељу Авала који су недавно додати и они снабдевају топлотном енергијом стамбене зграде у свом окружењу. Додата су два топоводна котла која за погонско гориво користе гас укупне снаге 1.5 MW чији је енергетски облик који шаљу потрошачима је топла вода за грејање $t=90/70^{\circ}\text{C}$.

Такође имамо недавно додат топоводни котао који снабдева топлотном енергијом насеље Багремар. Котао као погонско гориво користи гас чија је снага 0.35 MW а енергетски облик који шаље потрошачима је топла вода за грејање $t=90/70^{\circ}\text{C}$

“Енергетика” д.о.о. планира да проширује своју топоводну мрежу тако да се у скоријој будућности очекује градња још три нове котларнице у насељима Аеродром, Централна радионица и Звезда.

5.Снабдевање потрошача топлотном енергијом

Снабдевање топлотном енергијом за сва правна и физичка лица можемо поделити на:

- > снабдевање топлотном енергијом предузеће бивше групе “Застава”
- > снабдевање топлотном енергијом сва остала правна и физичка лица на територији града Крагујевца.

5.1.Снабдевање топлотном енергијом предузеће бивше групе “Застава”

Друштво са ограниченом одговорношћу “Енергетика” на територији бивше група “Застава” снабдева више предузећа топлотном енергијом.

Бивша група “Застава” топлотну енергију користи за технолошке потребе као и за потребе грејања. Корисници топлотне енергије у друштвима бивше групе “Застава” користе неку од следећих врста енергије:

- > технолошка пара $p=15 \text{ bara}$ $t=240^{\circ}\text{C}$
- > технолошка пара $p=6.5 \text{ bara}$ $t=24^{\circ}\text{C}$
- > врела вода за технологију $t=140/90^{\circ}\text{C}$
- > врела вода за грејање $t=140/90^{\circ}\text{C}$

Да би се обезбедили пројектовани параметри у Енергетици инсталирано је пет котловских јединица. Радни пројектовани излазни параметри су: $p=37 \text{ bara}$ и $t=450^{\circ}\text{C}$

Табела 5.1.1: Капацитет котловских јединица:

Котао	t/h паре	Капацитет (MW)	Погонско гориво
K1	40	31.5	гас
K2	40	31.5	гас
K3	80	63	угаљ
K4	80	63	угаљ
K5	150	112	угаљ

Као што видимо из табеле котлови K1 и K2 као погонско гориво користе природни гас а котлови K3, K4 и K5 користе угаљ, док се мазут користи за потпалу и евентуалну помоћ приликом сагоревања. Сви котлови поседују пратећу опрему и постројења за функционисање технолошког процеса.

За напајање и загревање напојне воде и дегазацију уграђена су на термичкој припреми воде четири дегазатора следећих карактеристика:

- > запремина $\sim 350 \text{ m}^3$
- > радни притисак $p = 1.25 - 2.0 \text{ bara}$
- > радна температура $t = 105 - 130^\circ\text{C}$

Дегазатори се напајају са заједничког колектора. За загревање и дегазацију напојне воде користи се технолошка пара $p = 2.5 \text{ bara}$ $t = 240^\circ\text{C}$

За редукацију котловске паре $p = 37 \text{ bara}$ и $t = 450^\circ\text{C}$ на параметре потребна потрошачима и за даље технолошке процесе користе се редуцир станице и то:

- > PC 37/15 bara 450/350°C капацитета 20 t/h
- > PC 37/15 bara 450/350°C капацитета 50 t/h
- > PC 37/6.5 bara 450/240°C капацитета 2x120 t/h
- > PC 37/6.5 bara 450/240°C капацитета 2x150 t/h

За потребно функционисање енергане уграђени су:

- > систем за лагеровање и допрему угља од депоније до котловских бункера,
- > млинови за млевање угља,
- > систем за одпепељивање и одшљакивање,
- > постројење за хемијску припрему воде
- > термичка централа (ТЦ – 1 и ТЦ – 2),
- > разводни систем топлодалеководна и паровода.

Потрошач	Грејање (MW)	Технологија (MWh)	Укупно (MWh)
Застава возила	120	/	120
Застава оружије	10500	6500	17000
Застава аутомобили	/	40407	40407
Застава камиони	3400	4250	7650
Застава ковачница	1490	/	1490
Застава тапацирница	80	/	80
Застава алати	1875	/	1875
Застава машине	725	/	725
Застава процесна опрема	51	/	51
Застава безбедност	92	/	92
Застава ИТ турс	70	/	70
Застава 333Р	720	/	720
Застава промет	1190	/	1190
УКУПНО Σ	20295	51157	71452

Табела 5.1.2: Потребе бивше групе „Застава“ за топлотном енергијом

У табели 5.1.2. је приказан план потреба за топлотном енергијом друштва бивше групе "Застава". Видимо да је бивше друштво "Застава" исказало планске потребе од 71452 MWh топлотне енергије, што чини 36% од укупне планске производње топлотне енергије са матичне локације за све потрошаче топлотне енергије, односно 26.8% од укупне планиране производње топлотне енергије са свих изворишта.

5.2.Снабдевање топлотном енергијом правних и физичких лица на територији града Крагујевца

Снабдевање топлотном енергијом у граду Крагујевцу Енергетика обавља са пет локација. Највећи број корисника снабдева се са изворишта Енергетика – матична локација која се налази у бившој групи Застава. Са овог изворишта снабдевају се потрошачи са три полазна правца и то:

- > Лепеница,
- > Центар и
- > Ердоглија

Са матичне локације се снабдевају и корисници топлотне енергије у насељу Звезда с'тим што се из Енергетике шаље пара у подстаницу "Звезда" где се у класичном измењивачу вода – пара припрема врела вода за грејање па се даље од постанице "Звезда" врела вода разводи до крајњег потрошача где се у измењивачу врела вода претвара у топлу воду за грејање станова.

Снабдевање топлотном енергијом Клиничког центра, насеља Аеродром и дела насеља Бубањ врши се са изворишта лоцираног у Клиничко болничком центру Крагујевца. Други део насеља Бубањ топлотном енергијом се снабдева са изворишта "Бубањ".

Корисници насеља Ердоглија топлотну енергију добијају из изворишта "Ердоглија".

Корисници насеља Лепеница топлотну енергију добијају из изворишта "Маглић"

6. Грејна запремина корисника топлотне енергије

Грејни простор који се греје са матичне локације					
Ред. Бр.	ПРАВАЦ	$V_{st} (m^3)$	$V_p (m^3)$	$V_{dd} (m^3)$	V_u (укупно) m^3
1.	Ердоглија	568.470	39.388	80.074	687.932
2.	Звезда	46.457	6.045	/	52.502
3.	Центар и Лепеница	657.975	307.558	413.238	1.378.771
	УКУПНО	1.272.902	352.991	493.312	2.119.205
Грејни простор који се греје из котларница са ванматичне локације					
1.	Котларница „КБЦ“ грејање „КБЦ“-а	/	/	90.347	90.347
2.	Котларница „КБЦ“ грејање насеља „Аеродром“	496.938	37.942	109.489	617.369
3.	Котларница „Бубањ“	33.272	/	/	33.272
4.	Котларница „Маглић“	15.008	1.155	/	16.163
5.	Котларница „Ердоглија“	297.593	3.691	26.873	310.157
	УКУПНО:	797.811	42.788	226.709	1.067.308
	С В Е Г А:	2.070.713	395.779	720.021	3.186.516

6.1. Корисници топлотне енергије на територији града Крагујевца

На територији града Крагујевца имамо око 15672 корисника топлотне енергије који се деле на физичка и правна лица, тако имамо 14417 физичких лица и 1265 правних лица. Од 1265 корисника само њих 276 има уграђене мераче за обрачун утрошене топлотне енергије а осталим корисницима обрачунавање се обавља паушално на основу кубатуре грејног простора, односно по m^3 .

Табела 6.1.1: Број корисника топлотне енергије на територији града крагујевца

Физичка лица	14417
Правна лица	1265
Укупан број корисника	15672

Снабдевање наведених корисника топлотном енергијом врши се помоћу двоцевног топловодног система чија је укупна дужина око 126 km од чега:

- > око 46 km цевовода има пречник преко 250 mm а
- > око 80 km цевовода има пречник испод 250 mm.

Цевоводи, за пренос топлотне енергије, су најчешће постављени у бетонске канале у земљи док се у новије време користе предизоловане цеви које се директно постављају у земљу. Енергетика снабдева крајњег потрошача тако што шаље топлотну енергију до измењивача смештених у подстаницама и овакав цевовод се назива примарни вод док цевни развод у објекту припада секундарном воду. Примарни део топловода до прикључног вентила на измењивачу припада Енергетици док измењивач и сва пратећа опрема припада крајњем кориснику. У крагујевцу тренутно постоји око 19000 подстанлица.

Табела 6.1.2: Снаге измењивача и број подстаница

Снага измењивача (kW)	Број подстаница
до 20	20
20 – 50	1500
50 – 100	50
100 – 250	120
250 – 500	110
500 – 750	50
750 – 1000	30
преко 1000	10

7. Хидраулични прорачун и режим мреже система даљинског грејања

Хидраулички прорачун цевне мреже и других елемената је веома битан у системима даљинског грејања јер од њега зависи расподела топлоте до потрошача. За неко подручје где се планира даљинско грејање (које се одликује неком конфигурацијом терена, распоредом предајних станица потрошача датог оптерећења као и геодетским профилем мреже) хидрауличким прорачуном најважније је:

- > одредити пречнике цевовода,
- > одредити пад притиска (напора),
- > одредити величине притиска (напора) у разним тачкама система,
- > оценити стање у погледу висине притиска код различитих статистичких и динамичких режима у смислу обезбеђења дозвољеног граничног притиска у разним тачкама и потребног притиска код потрошача.

Резултати оваквих хидрауличких прорачуна служе као улазни подаци за следеће задатке:

- > одређивање инвестиционих улагања у топловодну мрежу,
- > избор мрежних (циркулационих) пумпи, напојних пумпи, експанзионих судова и остале пратће опреме,
- > избор начина везе мреже даљинског грејања са кућном инсталацијом,
- > избор елемената предајних станица,
- > разрада режима експлатације...

7.1 Врсте мрежа даљинског система грејања које се могу користити у ТДСК

Врста мреже даљинског система грејања одређује се у односу на потрошаче, карактер топлотног оптерећења, врсте носиоца топлоте и индустријских зона. Постоје два основна циља које треба постићи и то су :

- > сигурност и
- > економичност.

Да би се остварили ови циљеви треба тежити што једноставнијим решењима.

Пара као носилац топлоте примењује се најчешће за снабдевање технолошких потрошача. Док када је у питању вода као носилац топлоте избор је сложенији због мање концентрације топлотних оптерећења, велике разуђености мреже, великог броја потрошача и сл. Због тога се мора посветити посебна пажња обезбеђењу сигурности снабдевања потрошача топлотом. Никако се не препоручује непосредно прикључивање потрошача на магистрални цевовод. У чворовима где се спајају секундарне линије са магистралама треба поставити разводно – контролне тачке у којима се постављају елементи за затварање ради могућности одвајања појединих делова мреже. Код већих систем постављају се попречне резервне мреже између више магистрала.

У зависности од локализације извора топлоте имамо три основне мреже даљинског система грејања и то:

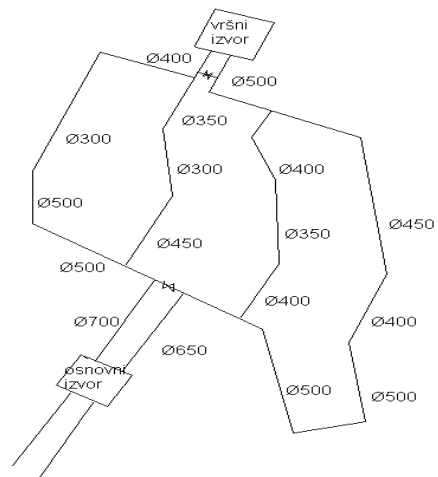
прстенаст,

прстенасто – окаст

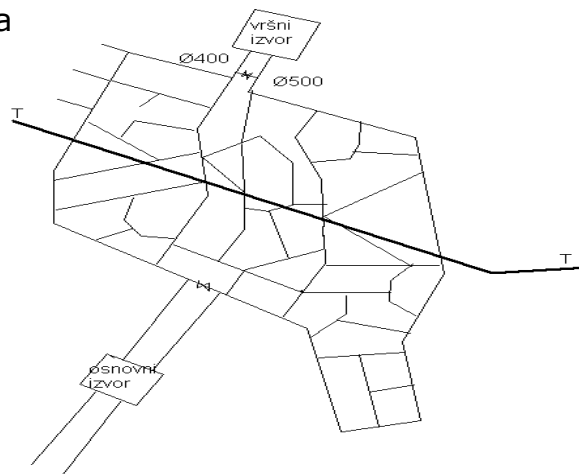
зракаст.

Приказ горе поменутих мрежа даљинског система грејања

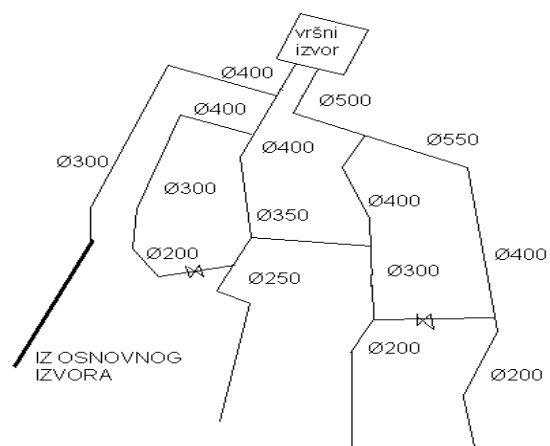
а.) Прстенаста мрежа



б.) Прстенасто – окаста мрежа



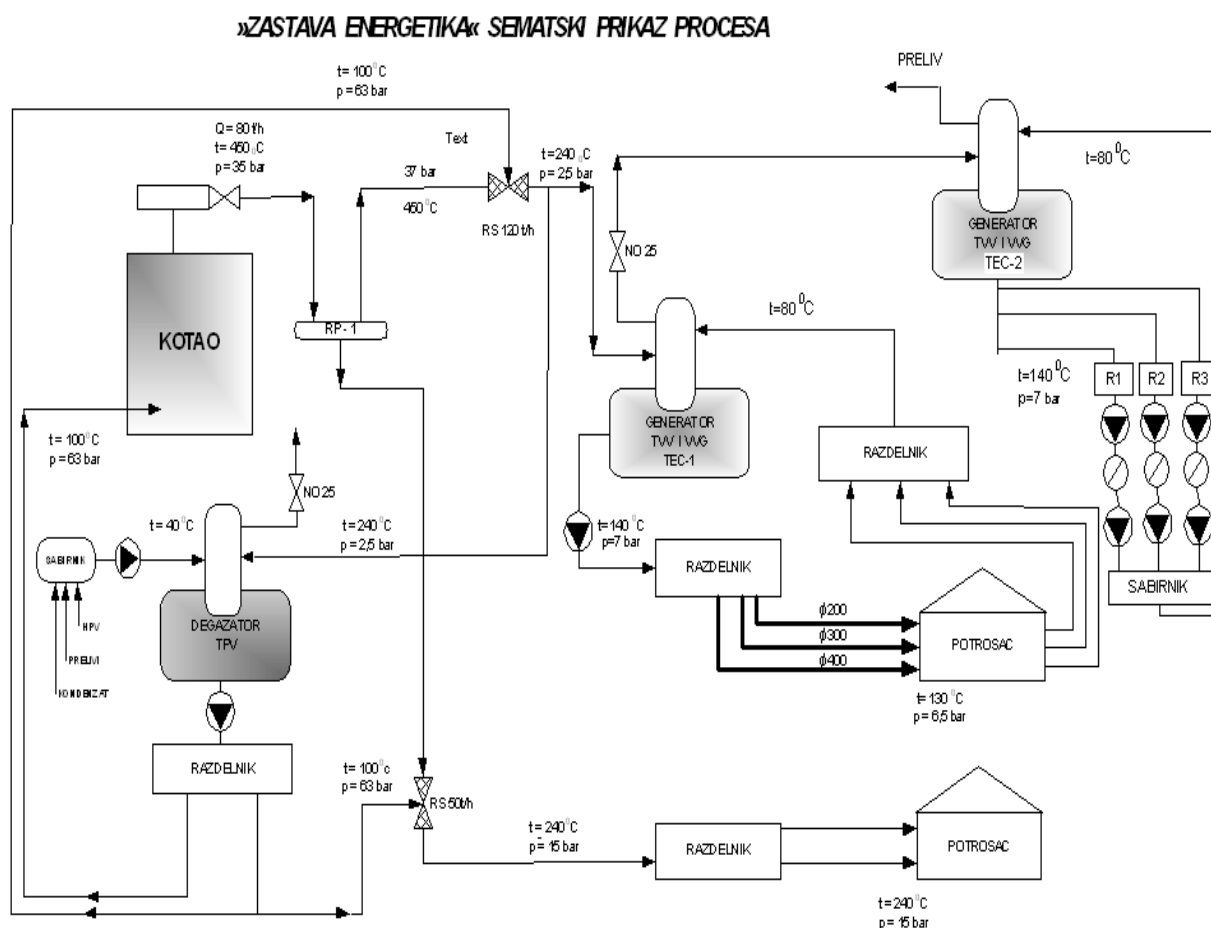
ц.) Зракаста мрежа



Избор мреже или комбинације мрежа углавном зависе од:

- > инвестиционих и експлатационих трошкова,
- > степена сигурности погона,
- > локације извора (ако систем има више извора) и
- > распореда потрошача топлоте и фаза градње.

Прстенаста, односно прстенасто – окаста мрежа даје оптималну хидрауличку расподелу носиоца топлоте, за потрошаче, мање погонске трошкове а већу погонску сигурност снабдевања потрошача топлоте у односу на зракасту мрежу. Из овога видимо да на облик мреже највише утичу урбанистички и економски фактори.



Слика 7.1.1: Приказ процеса производње топлотне енергије

8. Проблеми снабдевања корисника топлотном енергијом у ТДСК

Када се прича о проблемима у снабдевању топлотне енергије морамо их поделити у три дела и то:

- > производња,
- > дистрибуција и
- > потрошња.

Што се тиче производње на први поглед се уочава да Енергетика располаже са постројењима која су јако стара (поједина чак и више деценија), застареле конструкције. Лоше регулације, недовољно аутоматизоване, са уграђеним мерним инструментима и показивањем на најнижем степену техничког нивоа за рад постројења високог притиска.

Имајућу у виду да Енергетика ради са угљем на матичној локацији у самом центру града је још једна отежавајућа околност, јер је веома тешко са тако застарелим системом испунити све еколошке норме које су последње време све ригорозније.

Поред свих проблема застоји у производњи топлотне енергије су сведени на најмању могућу меру, скоро да их и нема. Сваки настали проблем се решава брзо, ефикасно и у ходу.

Када је реч о проблемима много значајнији су проблеми у дистрибуцији. Ову врсту проблема делимо на више делова и то:

- > извориште,
- > топоводи,
- > подстанице и
- > кућне инсталације.

Градска топлодалеководна мрежа у граду је као што смо рекли преко 100 km. Топловоди су веома стари, имамо велики број пуцања топовода и евидентан је велики губитак вреле воде на систему даљинског грејања. На

неким деловима топловода који пролази ваздушном линијом визуелним запажајем уочавамо недостатке изолационог материјала што доводи до великог расипања топлотне енергије.

Такође имамо проблем који се односи на циркулацију воде у дистрибутивном систему и у том погледу морамо сваки од дистрибутивних праваца посматрати посебно.

Са матичне локације из изворишта се пружају три крака за снабдевање топлотном енергијом: Лепеница, Центар и Ердоглија.

Проблем у циркулацији се најчешће појављује због неправилно димензионисаних цеви тј. оне су обично мањег пречника него што би то требало. Проблеми у циркулацији су настали углавном због тога што су градски топоводи веома стари а врменом се повећао број потрошача који су се прикључили на постојећи цевовод. Овакви проблеми се најчешће решавају уградњом циркулационе пумпе. Ово јесте можда најекономичније и најбрже решење али са собом може повући додатне проблеме јер се ове пумпе уграђују стихијски и без икаквог прорачуна. На појединим трасама уграђене су пумпе на примарном воду било у подстаницама било у шахтама на топоводу. Пример за ово је уградња пумпе на примарном воду у подстаници Рудничке број 9, ово се одразило на проток остале три подстанице па су и у њих уграђене пумпе што се даље одразило на околне потрошаче из суседних улица Д.М.Бене, Златиборске, Тршћанске, Крагујевачког Одред где су се такође морале уградити пумпе. Што је даље изазивало проблеме на наредним краковима па су се морале уграђивати и пумпе у подстаницама приватних кућа. Наравно оволики број уграђених пумпи није решио проблем јер су се пумпе уграђивале без икаквог прорачуна па су због тога неки потрошачи остали без квалитетног грејања. Проблем овако насумичне уградње пумпи на примарне водове је у томе што се нарушава пројектовано стање протока код свих потрошача у окружењу.

Трећи од наведених проблема су подстанице. Подстанице су углавном класичног типа са измењивачима "вода – вода". Од мерних инструмената углавном постоје термометри и манометри за мерење температуре и

притиска. Док даљинског очитавања параметара воде нема као ни мерења протока кроз измењивач. На појединим местима је и неадекватан избор врсте измењивача.

8.1. Мере за решавање дистрибутивних проблема у ТДСК

Имајући у виду да је дистрибуциони систем веома сложен, решавање проблема у дистрибуцији можемо сврстати у три групе и то:

- > тренутне,
- > краткорочне и
- > дугорочне.

Тренутне мере се предузимају при сваком поремећају система и одрађују се у најкраћем могућем року како би систем несметано функционисао. Тренутне мере се најчешће предузимају када за време грејне сезоне дође до цурења на топловоду тада стручне екипе одржавања отклањају квар у најкраћем могућем року. Још у тренутне мере спада чишћење хватача нечистоће, испирање стубова за умирење струјања... Од почетка грејне сезоне до данас на топловодима санирано је око 70 цурења.

Краткорочне мере се такође изводе у току грејне сезоне или одмах након завршетка и огледају се у интервенцијама замене дела топловода, испирање измењивача и сви други послови који су уочени у току грејне сезоне, уз минимални застој у производњи и дистрибуцији топлотне енергије.

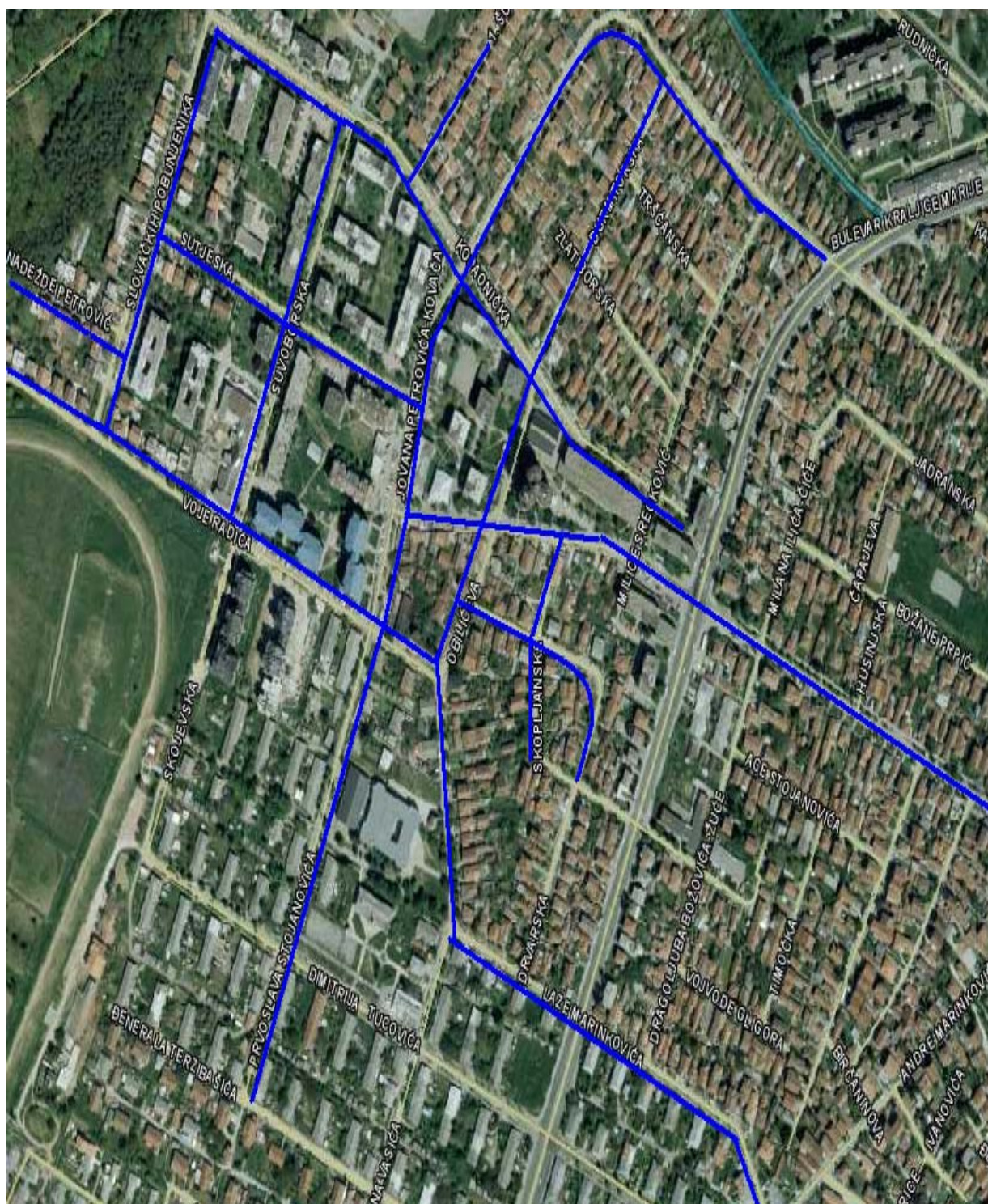
Дугорочне мере обављају се планом ремонтних радова за наредну годину са планираним инвестиционим улагањем за извођење свих радова, са припремом техничке документације, избором извођача радова као и дефинисањем динамике свих радова.

Дефинисна су три стратешка правца развоја Енергетике који треба да омогуће несметан наставак функционисања система даљинског грејања

проширење производних капацитета и ширење мреже уз повећање рентабилности пословања.

- I. Санација и техничко унапређење постојеће опреме и постројења.
- II. Изградња нових капацитета и нове мреже у функцији прикључења нових потрошача,
- III. Покретање нове активности – производња електричне енергије.

9. Приказ базе података прикупљаних за топловодни
правац “Ердоглија”



10.Прикупљање података

Приликом прикупљања података на другом краку топловодног правца Ердоглија, прикупљено је око 206 читавања за подстанице и око 170 читавања за шахте. Приликом читавања на терену било је потребно да се детаљно снимим:

- > свако одвајање (шахта),
- > прикупљање кубатуре објекта који се греју,
- > инсталисана снага објекта,
- > улазни пречници цеви у објекат,
- > улазни пречник цеви у подстаницу,
- > пречник топловода и
- > сваки параметар у подстаници и на топловоду (компезатори, кривине, вентили, хватачи нечистоће, редукције, регулатори протока...)

Тако да смо приликом рада на терену прикупљали две врсте података и то:

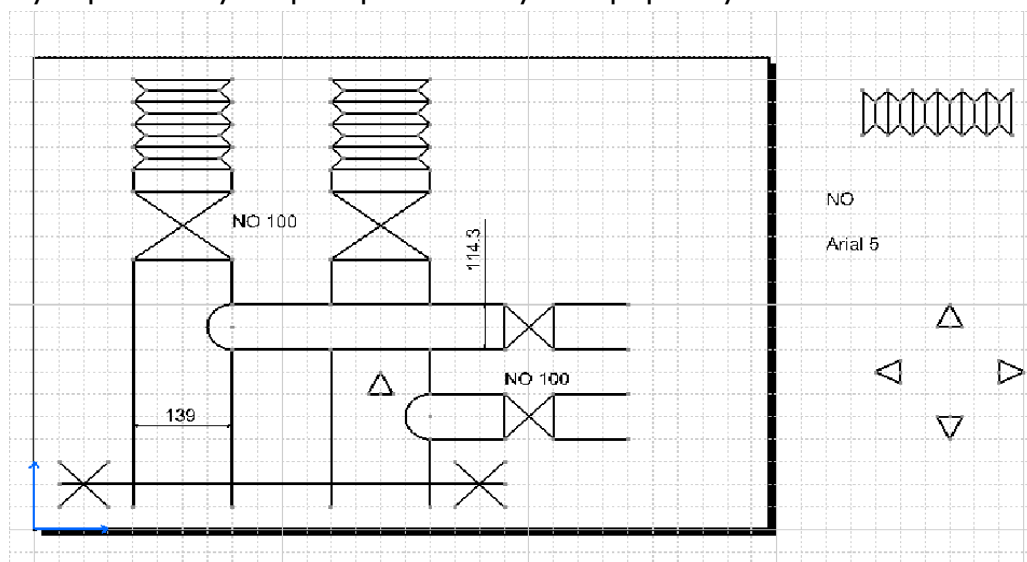
I. податке о одвајањима (шахтама) и

II. податке о подстаницама.

10.1.Прикупљање података о одвајањима (шахтама)

Приликом прикупљања података на терену поред одвајања на топоводу наилазили смо на одвајања у подстаницама, као и на каналу без шахти и вентила. Наш задатак је био узимање података за свако одвајање што се огледало у томе да се нацрта скица одвајања, измере пречници цеви на примарном воду (одлазном и повратном), на скретањима, цевима за одмуљаване, испуштање и цевима за одзраку. Било је потребно снимити све величине вентила као и остале елементе који су се налазили у шахтама (фиксне тачке, компензаторе, редукције...)

Сав тај рад на терену се настављао даље у просторијама Факултета инжењерских наука где су све прикупљене вредности уношене у рачунар ради лакшег прегледа свих података. Свако снимљено одвајање (шахта) смо са свим прикупљеним елементима цртали на рачунар помоћу софтвера CATIA у 2D формату.



Слика 10.1.1: Изглед одвајања нацртаног помоћу софтвера CATIA са свим поменутих елементима

10.2.Прикупљање података о подстаницама

Приликом прикупљања података о подстаницама било је потребно обратити пажњу на више елемената приликом снимања стања у подстаници. Елементи подстаница за које су узимани подаци:

- > име, презиме и адреса власника,
- > улазни пречник прикључног вода,
- > тип, врста и снага измењивача,
- > тип и врста калориметра и водомера,
- > тип, врста и количина циркулационих пумпи,
- > стубови за умирење струјања,
- > проширења са сондама,
- > вентили (равни запорни, кугла, лептир, шибер вентил, трокраки, електромоторни...)
- > неповратни вентил,
- > регулациони вентил,
- > број колена од 90°, 45° и U – колена,
- > одмуљивачи и сакупљачи нечистоће,
- > сужења и проширења,
- > експанзионе посуде,
- > уграђене ваздушне коморе...

Приликом снимања ових елемената обраћала се пажња на исправност постављене инсталације у подстаници и могућим кваровима на инсталацији (запрљан измењивач или контра везан). Имало је случајева мада веома ретко да је корисник грешком укључио обадве пумпе или отворио вентил на бај – пасу тако да смо оваке проблеме лако отклањали на лицу места.

Све ове податке уносимо у картон подстанице па касније у просторијама Факултета инжињерских наука уносимо у рачунар помоћу софтвера Microsoft Office Access.

10.3.Поступак обраде прикупљених података са терена

Било је потребно извршити неке прорачуне и корекције на податцима са терена како би даљи рад био регуларан и исправан.

А то су:

- > прорачун унутрашњег пречника цеви топловода,
- > добијање инсталисане снаге објекта,
- > израчунавање хидрауличких губитака на топловоду и
- > на сваком одвајању било је потребно уочити:
 - број колена,
 - број скретања и промене правца,
 - број вентила и
 - остале елементе који утичу на прорачун (проширења, сужења, компезатори...)

Приликом прорачунавања унутрашњег пречника цеви на топловоду није било већих проблема. Потребно је да се од постојећег пречника који смо очитали на терену одуземо дебљине зидова који су се континуално повећавали, затим смо тако добијена пречнике уносили у софтвер EPANET у којем је већ уцртана топловодна мрежа града.

У табели 10.3.1. имамо пречнике цеви које смо користили приликом одређивања унутрашњег пречника цеви топловодне мреже.

Табела 10.3.1: Приказ пречника цеви

Табеларни приказ пречника цеви			
Спољни пречник (mm)	Дебљина зида цеви (mm)	Унутрашњи пречник (mm)	
21.3	2	17.3	1/2 "
25	2	21	
26.9	2.3	22.3	3/4"
30	2.6	24.8	
31.8	2.6	26.6	
33.7	2.6	28.5	1"
38	2.6	32.8	
42.4	2.6	37.2	5/4"
44.5	2.6	39.3	
48.3	2.6	43.1	6/4"
51	2.6	45.8	
57	2.9	51.2	
60.3	2.9	54.5	2"
63.5	2.9	57.7	
70	2.9	64.2	
76.1	2.9	70.3	2 1/2"
82.5	3.2	76.1	
88.9	3.2	82.5	3"
101.6	3.6	94.4	
108	3.6	100.8	
114.3	3.6	107.1	4"
127	4	119	
133	4	125	
139.7	4	131.7	5"
152.4	4.5	143.4	
159	4.5	150	
165.1	4.5	156.1	6"
168.3	4.5	159.3	
177.8	5	167.8	
193.7	5.4	182.9	
219.1	5.9	207.3	
244.5	6.3	231.9	
267	6.3	254.4	
273	6.3	260.4	
298.5	7.1	284.3	

323.9	7.1	309.7	
355.6	8	339.6	
368	8	352	
406.4	8.8	388.8	
419	10	399	
457.2	10	437.2	
508	11	486	

11.Прорачун отпора

Приликом прорачуна отпора морали смо пребројати сва колена, вентиле као и промене праваца у шахтама да би се уз одређени коефицијент израчунао губитак у шахти.

Коефицијент отпора колена се обележава са ξ_k и износи око 1,129, коефицијент скретања ξ_c износи 0,23 а коефицијент вентила ξ_v износи 0,36.

Табела 11.1: Приказ прорачунатих губитака у одвајањима (шахтама)

Шифра	Број колена	Број скретања	Вентили	Укупан отпор
593	0	0	0	0
594	8	4	4	11.392
597	8	2	4	10.932
598	9	4	4	12.521
601	0	0	2	0.72
603	4	2	2	5.696
604	4	2	2	5.696
606	6	2	0	7.234
607	2	2	2	3.438
608	4	2	2	5.696
611	2	2	2	3.438
612	1	2	2	2.309
613	2	2	0	2.718
614	4	2	4	6.416
619	0	0	2	0.72
622	2	4	2	3.898
627	6	4	2	8.414

628	2	2	2	3.438
636	6	4	2	8.414
638	6	4	2	8.414
639	2	2	2	3.438
641	8	4	2	10.672
642	6	4	4	9.134
643	2	2	2	3.438
645	2	0	2	2.978
646	6	2	2	7.954
648	4	2	2	5.696
651	2	2	4	4.158
653	4	2	0	4.976
654	0	0	2	0.72
655	8	8	4	12.312
657	6	4	2	8.414
600	6	6	0	8.154
662	6	8	6	10.774
663	4	2	2	5.696
664	4	8	4	7.796
669	4	4	4	6.876
673	0	2	0	0.46
674	3	3	0	4.077
677	2	2	2	3.438
679	2	2	2	3.438
682	2	0	0	2,258
685	10	2	2	12.47
690	14	2	5	17.706
692	3	1	2	4.337
693	2	0	0	2.258
695	2	2	2	3.438
696	2	2	2	3.438
697	2	2	2	3.438
699	4	2	2	5.696
700	2	2	2	3.438
704	4	2	0	4,976
705	2	2	2	3.438
706	2	0	2	2.978
708	4	4	4	6.876
710	0	2	0	0.46
711	4	4	4	6.876
712	6	2	2	7.954
717	4	2	2	5.696

720	4	2	2	5.696
722	2	2	2	3.438
724	2	4	2	3.898
727	0	0	3	1.08
728	2	2	2	3,438
729	4	2	2	5.696
730	4	4	2	6.156
731	2	2	2	3.438
1087	6	2	2	7.954
1089	9	3	4	12.291
1090	3	2	2	4.567
1093	2	2	2	3,438
1095	8	4	4	11.392
1098	4	2	4	6.416
1100	6	4	4	9.134
1103	6	4	4	9.134
1106	2	2	6	4.878
1117	5	2	4	7.545
1120	12	4	4	15.908
1121	3	4	2	5.027

12.Најчешћи проблеми код подстаница и на одвајања цевовода

Главни проблеми на одвајањима су :

- > дотрајалост,
- > предимензионисаност неких цеви,
- > цеви затрпане земљом и муљем,
- > лоша изолација цеви на неким деловима је начисто скинута,
- > слаба дренажа шахти,
- > пуно неофарбаних и корозираних цеви,
- > пуно неодговарајућих поклопаца за шахте,
- > многе шахте су потопљене фекалијама,
- > неправилно постављени вентили и неодговарајућа величина...

Затечено станеј на терену одвајања (шахте)



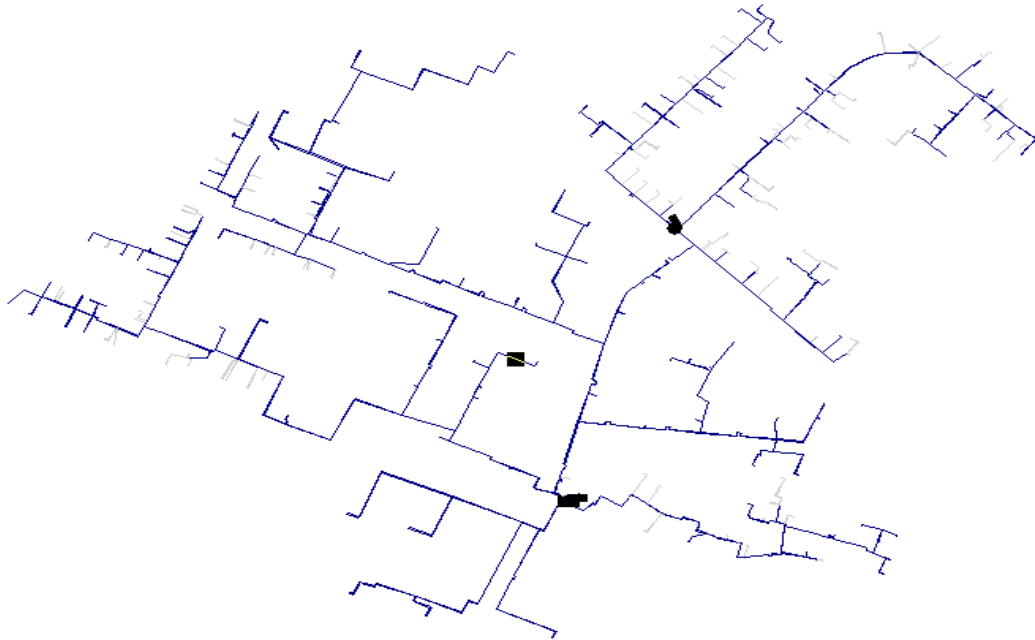
Слике 12.2; 12.3; 12.4 и 12.5: Приказ затеченог стања на одвајањима (шахтама)

Главни проблем са подстаницама:

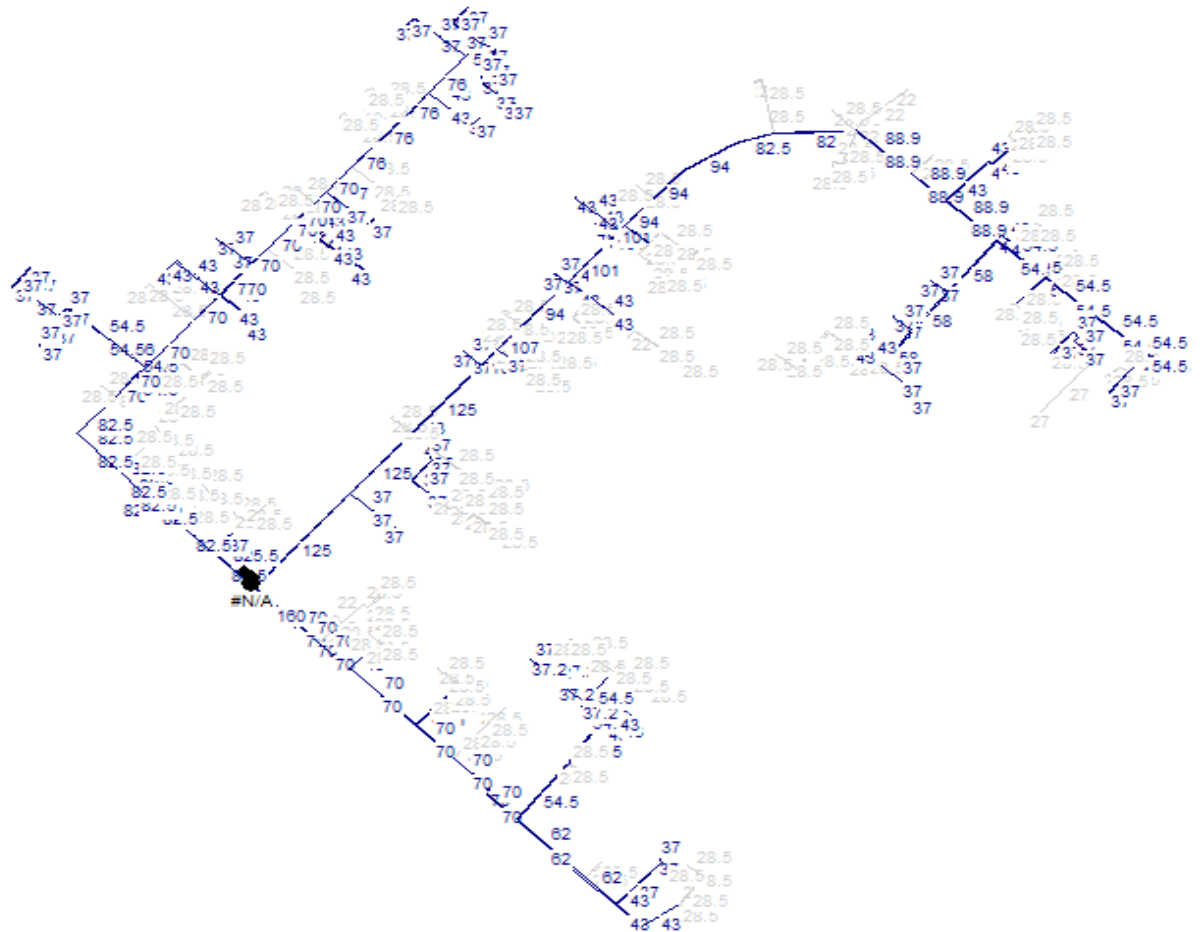
- > недостатак неких елемената (хватач нечистоће, стуб за умирење струјања, вентила...)
- > недостатак мерних инструмената (манометар, термометар, калориметар)
- > различити пречници цеви и колена у подстаницама,
- > недостатак вентила за одмуљавање и одзрачивање система,
- > неправилно постављени измењивачи...

Има пуно подстаница где треба одрадити потпуни ремонт јер пуно делова фали а веома је тешко накнадно уградити. У неким подстаницама има елемената који се већ годинама не користе нпр. клима коморе, омекшивачи за воду који чак нису ни исправни и тд.

13.Обрада података у Epanet-u



Унутрашњи пречник насеља Ердоглија



14.Закључак

Да би се унапредио систем грејања потребно је:

- > Заменити дотрајале топоводе у систему тиме би се смањили губици вреле воде у систему и грејање би било квалитетније и без учесталих ситних застоја.
- > Потребно је уградити калориметре у свим постојећим постаницама а нове потрошаче обавезати да то учине. Нови закон о енергетици каже да свака од подстанца мора имати мерач утроска енергије.
- > Инсталирати нове котлове у котларници Болница.
- > Уградити даљинске команде за све подстанице.
- > Потребно је чишћење готово свих шахти, дренажа топовода, фарбање и замена дотрајале изолације на цевној мрежи.
- > Закључавања подстанца ради спречавања манипулације.

15.Литература

- 📖 Пожар, Х.: Основе енергетике, 1 и 2 део
- 📖 Вушковић, И.: Основе технике мерења
- 📖 Милинчић, Д.: Системи транспорта топлоте на даљину
- 📖 Михајлов, И.: Термоелектране. Пројектовање и изградња
- 📖 Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине
- 📖 Тодоровић, Б.: Пројектовање постројења за одређивање потребне количине топлоте за грејање
- 📖 Тодоровић, Б.: Пројектовање постројења за централно грејање
- 📖 Приручник за грејање и климатизацију
- 📖 Проф. др Милун Ј. Бабић, дипл. маш. инж. Проф. Др Светислав Стојковић, дипл. Маш. Инж. : Турбомашине
- 📖 Званичана веб адреса „Енергетика“ д.о.о.