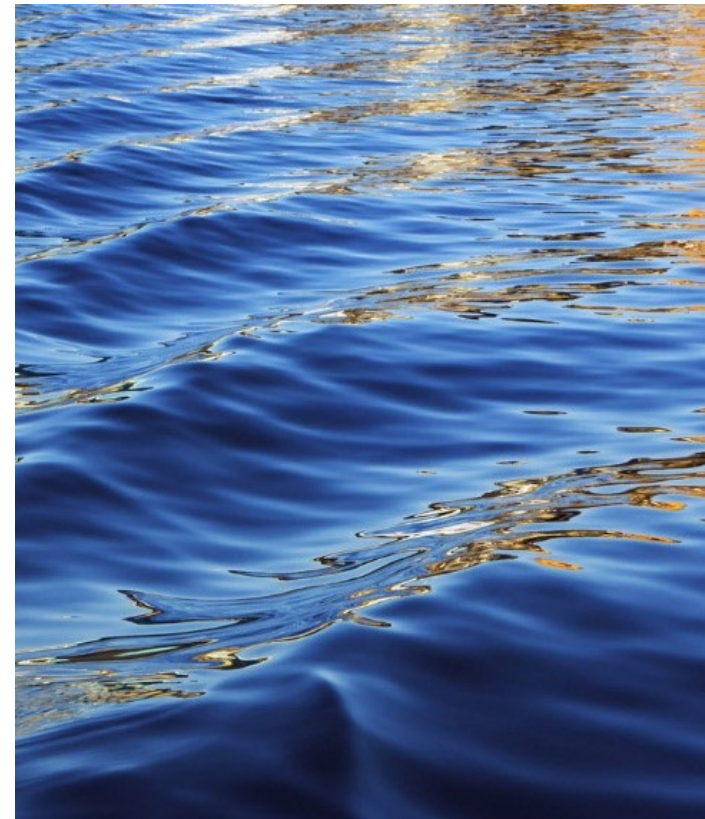


# Концепция за локален геотермален проект на територията на София - център

Автор: Руслан Тунтов, Енергия – БГ, Energia Design



# Заснемане и изходни данни

---

През 2011 година ни беше поставена задача да направим предварително проучване за възможностите да се използва минерална вода за отопление на сгради в центъра на София.

За периода от 24.01.2011 до 16.02.2011 бяха заснети абонатните станции, мощностите, температури, дебители и т.н. на следните сгради:

- НАГ Направление "АРХИТЕКТУРА И ГРАДОУСТРОЙСТВО";
- Министерски съвет;
- Министерство на регионалното развитие и благоустройството;
- Агенция по заетостта;
- Министерство на труда и социалната политика;
- Регионален исторически музей - София;
- Народно събрание (бившия Партиен дом).

Заснемането на температурите и мощностите се проведе при ниски външни температури  $-10^{\circ}\text{C}$  /-  $11^{\circ}\text{C}$ , което ни дава голяма сигурност при нашите изчисления.

Основното, което може да се каже от направените заснемания и проучвания е следното:

- Температурите на подаване от ТЕЦ при максимална външна изчислителна температура  $-16^{\circ}\text{C}$  не надхвърлят  $87^{\circ}\text{C}$ -  $89^{\circ}\text{C}$ ;
- При външни температури от  $-10^{\circ}\text{C}$  измерихме подаване от ТЕЦ максимално  $+81^{\circ}\text{C}$ ;
- Температурите на топлоносителя в сградите бяха сравнително ниски;
- Бяха отчетени ефективни годишни консумации на енергия (ТЕЦ) на всички съществуващи абонатни станции;
- Реално консумираната енергия и мощности на заснетите сгради се оказаха по - малки от предварителните ни очаквания.

# Максимални мощности

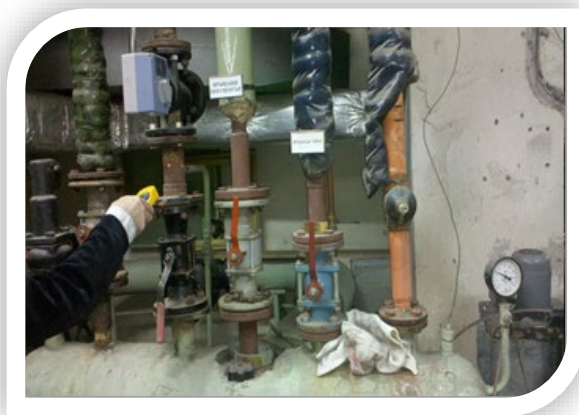
Необходимата максимална топлинна мощност за сградите на  
НАГ и Музей А и Б, СПА центар, Министерски съвет, Агенция по заетостта и Народно събрание е

**5'642 МВтч.**

Ще се отопляват общо около **109'000 м<sup>2</sup>.**

Максимални топлинни мощности на ОВК инсталациите при външна температура -16° С

Отчетни данни 2011 год.	Необходима мощност за отопление	Необходима мощност за ТВБН	Обща топлинна мощност
	кВт	кВт	
НАГ	225	30	255
Министерски съвет	1'642	150	1'792
Музей/СПА	591	260	851
Агенция по заетостта	270	50	320
Народно събрание	2'244	180	2'424
<b>Общо</b>	<b>4'972</b>	<b>670</b>	<b>5'642</b>



# Отчетни косумации на енергия - 2021 година

През последните години известна част от абонатните станции в сградите в София бяха подменени с нови.

Там където са санирани абонатните станции има икономия на енергия. Например сградата на НАГ и сградите на МС отчитат значителни икономии.

**За подобряване на ефективността на геотермалната централа ще се включат и следните консуматори:**

**ЦУМ** - бул. "Княгиня Мария Луиза" № 2 и **Министерство на енергетиката** - ул. "Триадица" № 8.

Получихме данните за консумацията на енергия от абонатните станции през 2021 година.

Наименование	пълен обем	коригиран обем	Енергия за отопление, МВтч												Общо 2021
			Jan 21	Feb 21	Mär 21	Apr 21	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Aug 21	Sep 21	Okt 21	Nov 21	Dez 21	
НАГ	17'746	17'746	38.2555	28.5728	21.5113	14.2582	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.6800	16.3901	23.5190	149.1869
НАГ	7'450	7'450	16.0601	11.9952	9.0307	5.9858	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.8044	6.8808	9.8736	62.6306
Министерски съвет	73'092	73'092	292.4815	253.7845	251.5548	187.6147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	85.0873	223.1816	311.8035	1'605.5080
Министерство на труда и социалната политика	17'101	17'101	68.4306	59.3768	58.8551	43.8953	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	19.9075	52.2168	72.9512	375.6333
Министерство на труда и социалната политика	3'200	928	6.6916	5.4815	5.7886	4.0581	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2440	4.8304	6.7692	35.8633
Министерство на труда и социалната политика	1'288	1'288	5.1540	4.4721	4.4328	3.3061	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4994	3.9328	5.4945	28.2917
Министерство на труда и социалната политика	1'209	1'209	4.8379	4.1978	4.1609	3.1033	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4074	3.6916	5.1575	26.5564
Министерство на труда и социалната политика	1'371	1'371	5.4861	4.7603	4.7185	3.5191	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.5960	4.1863	5.8486	30.1148
Народно събрание	1'901	1'042	6.8227	5.2042	5.5555	4.0993	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.6192	5.0840	6.7962	36.1811
Народно събрание	106'770	106'770	733.7269	581.6816	622.2966	271.0416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	13.5755	351.4585	454.2296	3'028.0103
Регионален исторически музей София	681	534	7.3516	5.5902	5.8456	3.9930	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.7107	5.4614	6.3154	37.2679
Регионален исторически музей София	82	0	0.1346	0.1021	0.1172	0.0757	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0526	0.0902	0.1270	0.6994
Регионален исторически музей София	493	493	6.5644	4.9920	5.2027	3.5611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4156	4.8928	5.6204	33.2489
ЦУМ	62'542	62'542	198.8000	130.2000	171.2000	111.2000	24.0000	17.2000	17.0000	9.3000	16.5400	50.9500	91.5000	159.7000	997.5900
Обща консумация	294'926	291'566	1'390.7973	1'100.4111	1'170.2702	659.7114	24.0000	17.2000	17.0000	9.3000	16.5400	193.5495	773.7974	1'074.2057	6'446.7825

# Абонатни станции, максимални мощности

Ще трябва да се направи нов преглед на всички абонатни станции. Изминали са 12 години от нашето първо проучване. За всички сгради включени към термопомпената централа се предвиждат и нови абонатни станции.

Предвиждат се и необходимите резервоари за ТВБН във всяка сграда.

Всички консуматори ще бъдат захранени както от централата, така и от ТЕЦ.

По този начин ще се осигури 100 % консумацията на сградите и ще се оптимизират в техническо и експлоатационно отношение. Максималната отопителна мощност на всички консуматори е **6'670** кВт.

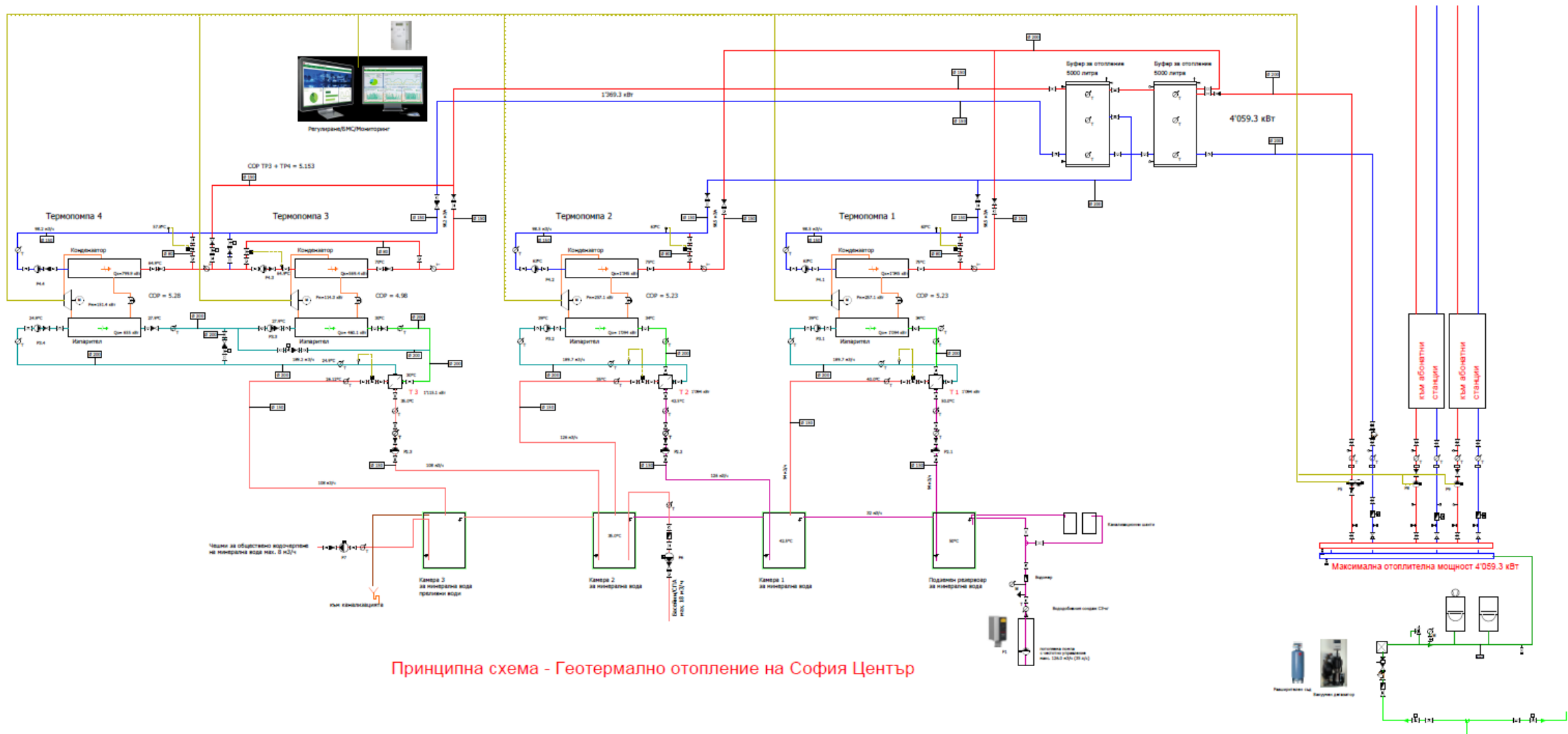
Отчетни данни 2021 год.	Необходима мощност за отопление	Необходима мощност за ТВБН	Обща топлинна мощност
	кВт	кВт	кВт
НАГ	225	30	255
Министерски съвет	1'642	150	1'792
Музей/СПА	591	260	851
Агенция по заетостта	270	50	320
Народно събрание	2'244	180	2'424
Министерство на енергетиката	300	75	375
ЦУМ	552	100	652
<b>Общо</b>	<b>5'824</b>	<b>845</b>	<b>6'669</b>

# Годишна консумация на енергия

Месечна консумация на енергия, съгласно отчетените данни от абонатните станции.

Годишна консумация на енергия						
Месец	Дни в месеца	Отоплителни дни в месеца	Средно-месечна температура на вн. в-х		ТВБН КВтч/м-ц	ОиВ & ТВБН КВтч/м-ц
			°С	Денгр./н.м		
1	31	31	-1	582	6'138	1'390'797
2	28	28	1	473	5'544	1'100'411
3	31	31	6	384	6'138	1'170'270
4	30	23	10	240	5'940	659'711
5	31	0	14	112	24'000	24'000
6	30	0	18	6	17'200	17'200
7	31	0	20	0	17'000	17'000
8	31	0	20	0	9'300	9'300
9	30	0	17	39	16'540	16'540
10	31	16	12	195	6'138	193'549
11	30	30	4	408	5'940	773'798
12	31	31	1	539	6'138	1'074'206
<b>Общо:</b>	<b>365</b>	<b>190</b>	<b>10</b>	<b>2'978</b>	<b>126'016</b>	<b>6'446'782</b>
<b>Общ годишен разходи само на ТЕЦ, лв.</b>						<b>1'066'491</b>

# Принципна схема Геотермално отопление на София Център



# Геотермално отопление на София Център 2023 год.

---

Предвиждаме монтаж на четири термopомпи в ново машинно помещение към помпената станция.

Две работят в паралел, а третата и четвъртата са последователно свързани, като осигуряват първа степен на подгрев на циркулиращата вода към абонатните станции.

Предвиждат се и два резервоара всеки по 5000 литра, свързани в серия.

Инсталираната мощност на термopомпите се увеличава на **4.06 МВт.**

Коефициент на трансформация на системата е **над 5,30.**

През летните месеци работи само четвъртата термopомпа за топла вода битови нужди.

Средната годишна консумация на минералната вода за термopомпите ще бъде от порядъка на **7 л/с.**

Ще се използват съществуващите резервоари, камери и преливници в сутерена на помпената станция.

Ще се преработят всички тръбни връзки и инсталации в нея.

Минерална вода с температура над +35 градуса ще се подава за бъдещите басейни и спа дейности.

След използването на енергията на минералната вода за термopомпите част от нея отива и за чешмите за обществено водочерпене на минерална вода. Температурата ще варира от порядъка на +26 градуса до +45 градуса в зависимост от сезона.

Максимална мощност на термopомпите се увеличава с 40 % спрямо концепцията от 2011 година.



# Технически данни на термопомпите 1 и 2

## Heat Pump 1 and Heat Pump 2

Condenser / heating : 75.0 °C / 63.0 °C, 98.5 m<sup>3</sup>/h, 1'345 kW

Evaporator / cooling: 39.0 °C / 34.0 °C, 189.7 m<sup>3</sup>/h, 1'094 kW

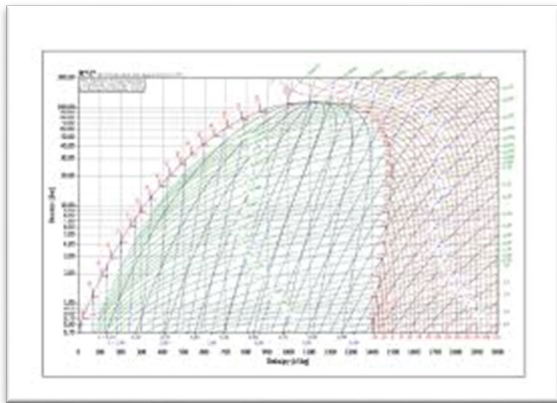
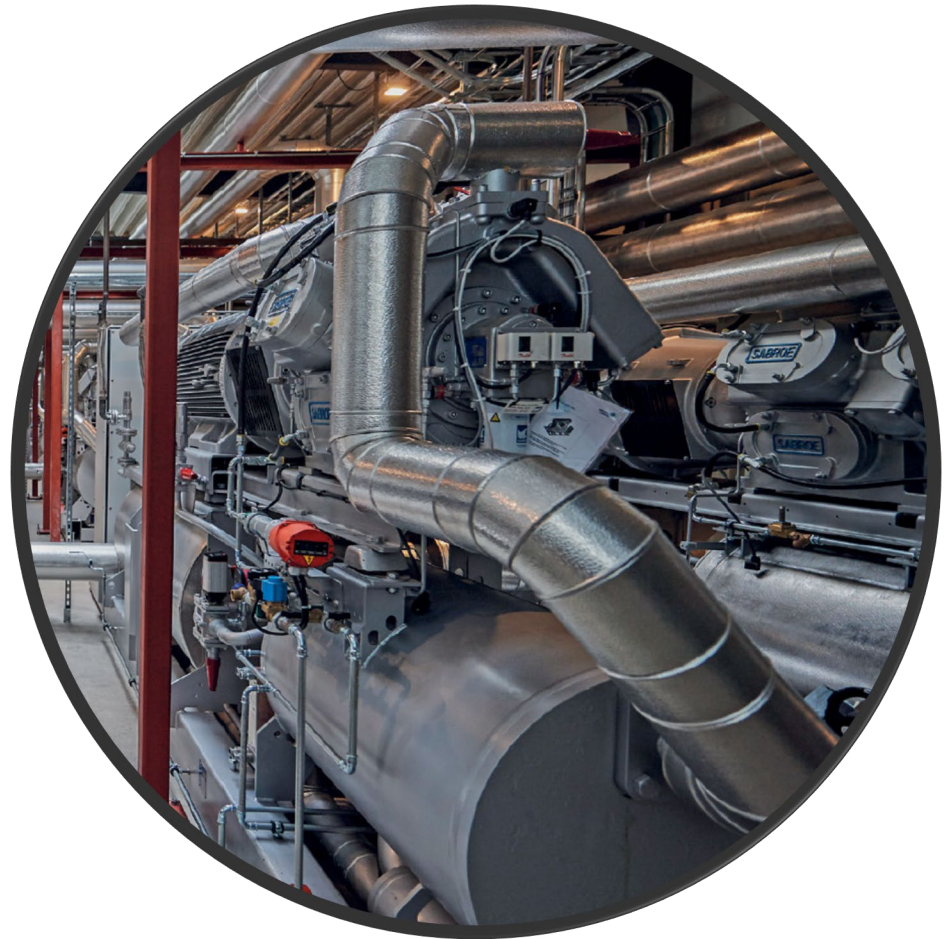
Power consumption : 257.1 kW, **COP = 5.23**

Refrigerant R 717

## Total:

Condenser / heating: 75.0 °C / 63.0 °C, **2'690 kW**

Evaporator / cooling: 39.0 °C / 34.0 °C, **2'188 kW**



# Технически данни на термопомпите 3 и 4

## Heat Pump 3, low stage:

Condenser / heating : 64.9°C / 57.8 °C, 98.2 m<sup>3</sup>/h, 799.9 kW

Evaporator / cooling: 27.9/24.9 °C, 189.2 m<sup>3</sup>/h, 655 kW

Power consumption : 151.4 kW, COP = 5,28

## Heat Pump 4, high stage:

Condenser / heating : 70°C / 64.9 °C, 98.2 m<sup>3</sup>/h, 569.4 kW

Evaporator / cooling: 30°C / 27.9°C, 189.2 m<sup>3</sup>/h, 460.1 kW

Power consumption : 114.3 kW, COP = 4,98

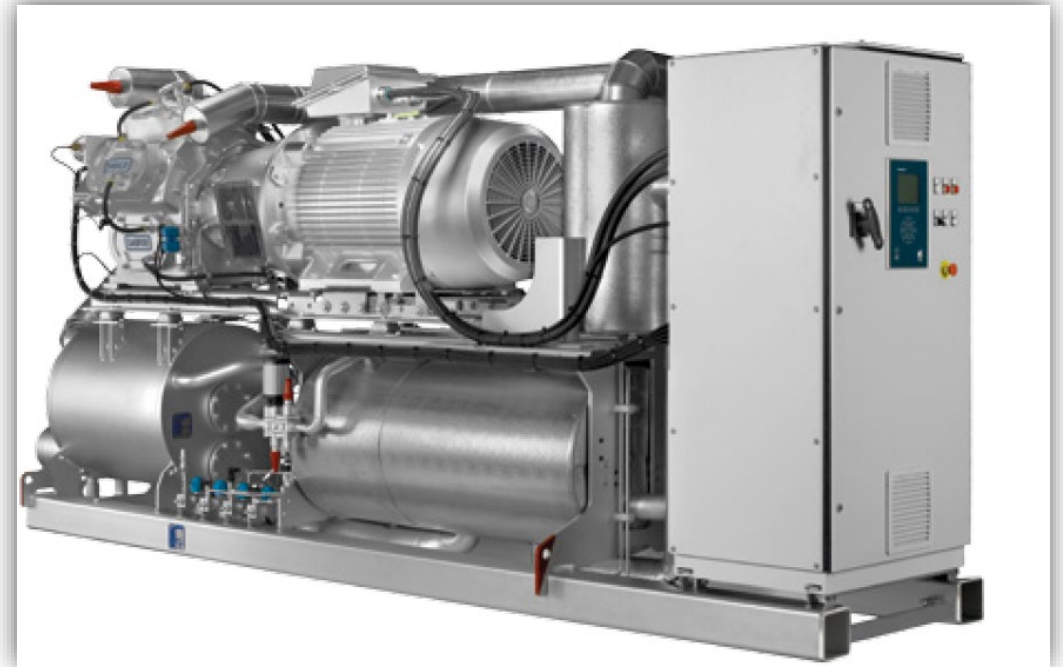
## Total in series:

Condenser / heating: 70°C / 57.8 °C, 98.2 m<sup>3</sup>/h, **1'369.3 kW**

Evaporator / cooling: 30°C / 24.9°C, 189.2 m<sup>3</sup>/h, **1'115.1 kW**

Power consumption : 265.7 kW, **COP = 5.153**

Refrigerant R 717



# Произведена Енергия от ТЕЦ и Термопомпи

Графика на честотата на външните температури, мощности за отопление и необходимата енергия от термопомпи и ТЕЦ. Годишна консумация на енергия за отопление и топла вода на избраните сгради е **6'446.782 МВтч** на стойност над 1 Милион лева годишно при сегашните цени на топлофикация. Съществува възможност за присъединяване и на други консуматори към централата като: Президентството, МОН, Храм „Свети Георги“.

Максимална консумация във функция от външната температура		
Външна температура	Мощност от ТЕЦ	Мощност от Термопомпи
°C	КВт	КВт
-16.00	2'390.00	4'059.00
-15.00	2'228.00	4'059.00
-14.00	2'066.00	4'059.00
-13.00	1'905.00	4'059.00
-12.00	1'742.00	4'059.00
-11.00	1'581.00	4'059.00
-10.00	1'419.00	4'059.00
-9.00	1'257.00	4'059.00
-8.00	1'095.00	4'059.00
-7.00	934.00	4'059.00
-6.00	772.00	4'059.00
-5.00	610.00	4'059.00
-4.00	449.00	4'059.00
-3.00	287.00	4'059.00
-2.00	125.00	4'059.00
-1.00	0.00	4'022.00
0.00	0.00	3'861.00
1.00	0.00	3'699.00
2.00	0.00	3'537.00
3.00	0.00	3'375.00
4.00	0.00	3'213.00
5.00	0.00	3'051.00
6.00	0.00	2'890.00
7.00	0.00	2'728.00
8.00	0.00	2'566.00
9.00	0.00	2'405.00
10.00	0.00	2'243.00
11.00	0.00	2'081.00
12.00	0.00	1'919.00
13.00	0.00	625.00
14.00	0.00	625.00
15.00	0.00	625.00
16.00	0.00	625.00
17.00	0.00	625.00
18.00	0.00	625.00
19.00	0.00	625.00
20.00	0.00	625.00
> 20,0	0.00	625.00
<b>Общо</b>		
<b>%</b>		

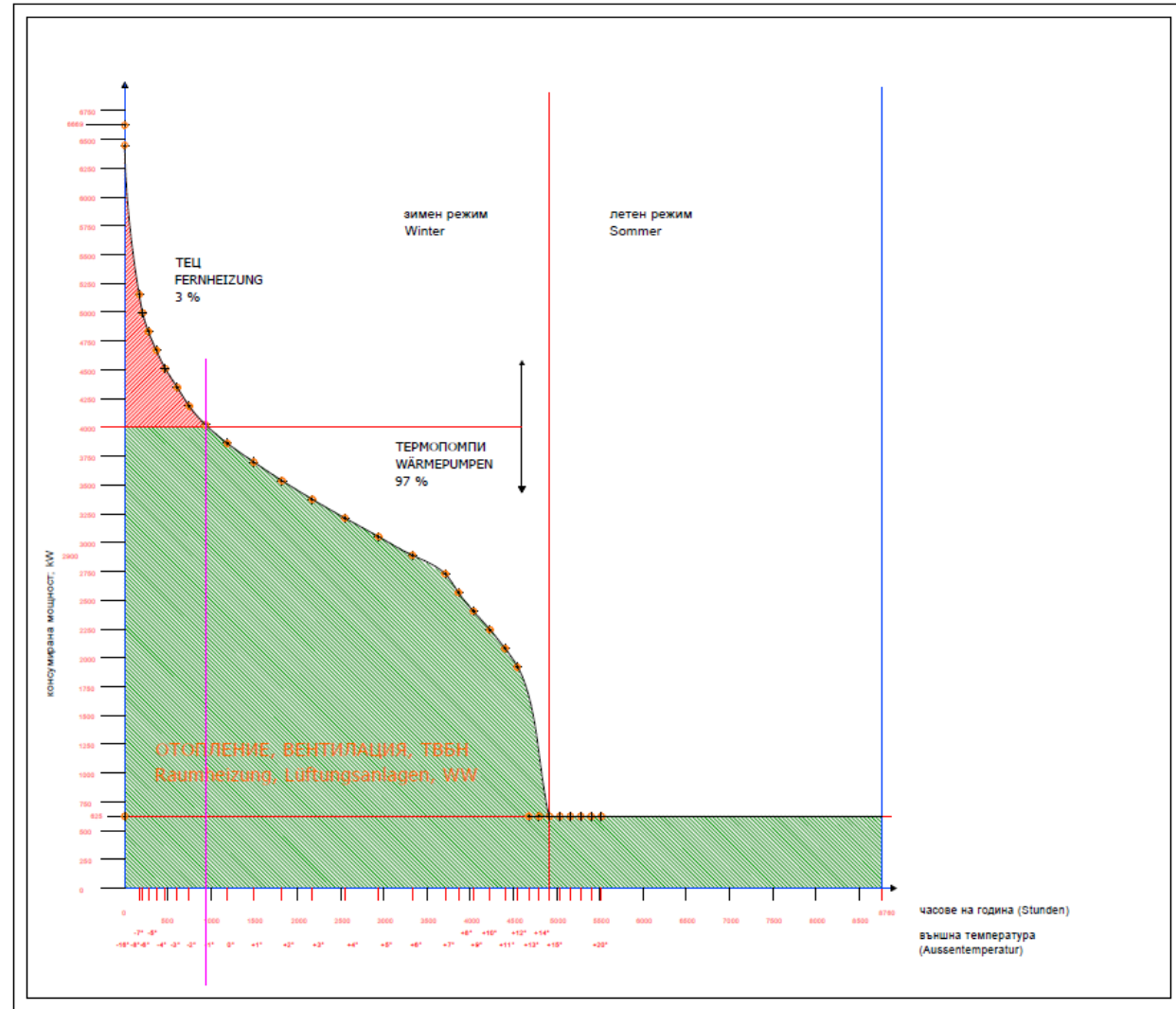
Произведена енергия		
Часове на година	Мощност от ТЕЦ	Мощност от Термопомпи
год.	КВт	КВт
2.00	1'923.95	3'172.00
5.00	4'483.85	7'931.00
6.00	4'989.39	9'518.00
12.00	9'201.15	19'036.00
15.00	10'517.33	23'795.00
20.00	12'727.05	31'727.00
33.00	18'847.87	52'350.00
35.00	17'707.99	55'523.00
40.00	17'629.50	63'455.00
42.00	15'789.27	66'628.00
68.00	21'129.64	107'874.00
89.00	21'851.73	141'188.00
105.00	18'975.86	166'571.00
138.00	15'941.42	218'922.00
138.00	6'943.13	218'922.00
188.00	0.00	295'523.00
253.00	0.00	381'778.00
306.00	0.00	442'381.00
327.00	0.00	452'037.00
351.00	0.00	462'990.00
375.00	0.00	470'905.00
392.00	0.00	467'433.00
390.00	0.00	440'508.00
380.00	0.00	405'153.00
153.00	0.00	153'440.00
173.00	0.00	162'612.00
193.00	0.00	169'191.00
173.00	0.00	140'705.00
140.00	0.00	105'001.00
135.00	0.00	18'843.00
121.00	0.00	16'889.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
120.00	0.00	16'750.00
3'242.00	0.00	452'529.00
<b>8'760.00</b>	<b>198'659.11</b>	<b>6'325'030.00</b>
	<b>3.05</b>	<b>96.95</b>

# Годишни консумации, енергия от Термопомпи, ТЕЦ

Графика на годишна произведена енергия от термопомпи, както и консумация на сградите от топлофикация София.

Термопомпите са оразмерени на **60%** от максималните мощности, но покриват **97 %** от годишният товар.

ТЕЦ допълва само **3 %** от годишните енергийни нужди.



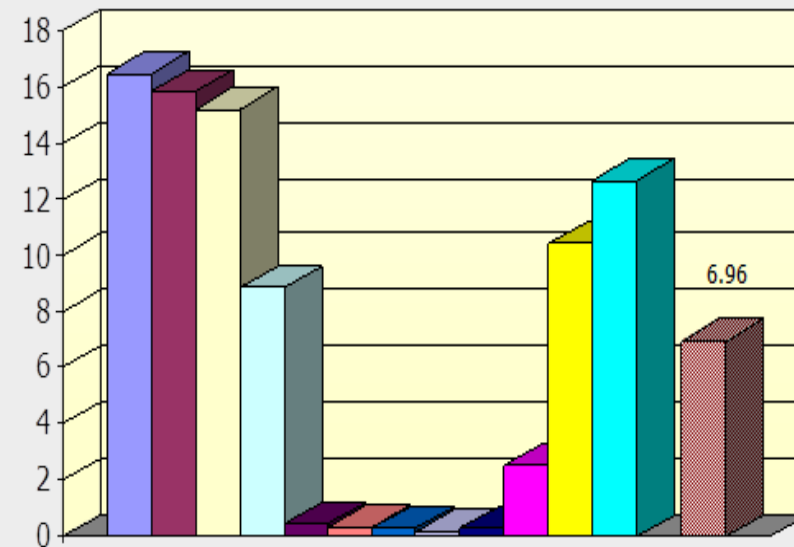
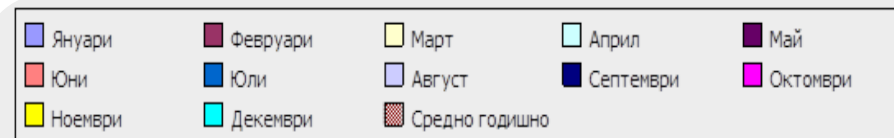
# Кръг минерална вода

След отнемането на енергията и охлаждането и, тя ще се подава за СПА и питейни фонтани. Дебита на минералната вода ще варира в зависимост от натоварването на термопомпите. Това ще се постига чрез помпи с регулиране на оборотите. Ще се осигури минимално изисквано количество вода за консуматорите, даже и да не работят термопомпите. Съгласно оценките на проф. Щерев може да се консумира средно годишно дебит от 20-22 л/сек. минерална вода.

Максимална консумация на минерална вода: **35,0 л/сек**

Средногодишна консумация на минерална вода за термопомпите: **6.96 л/сек**

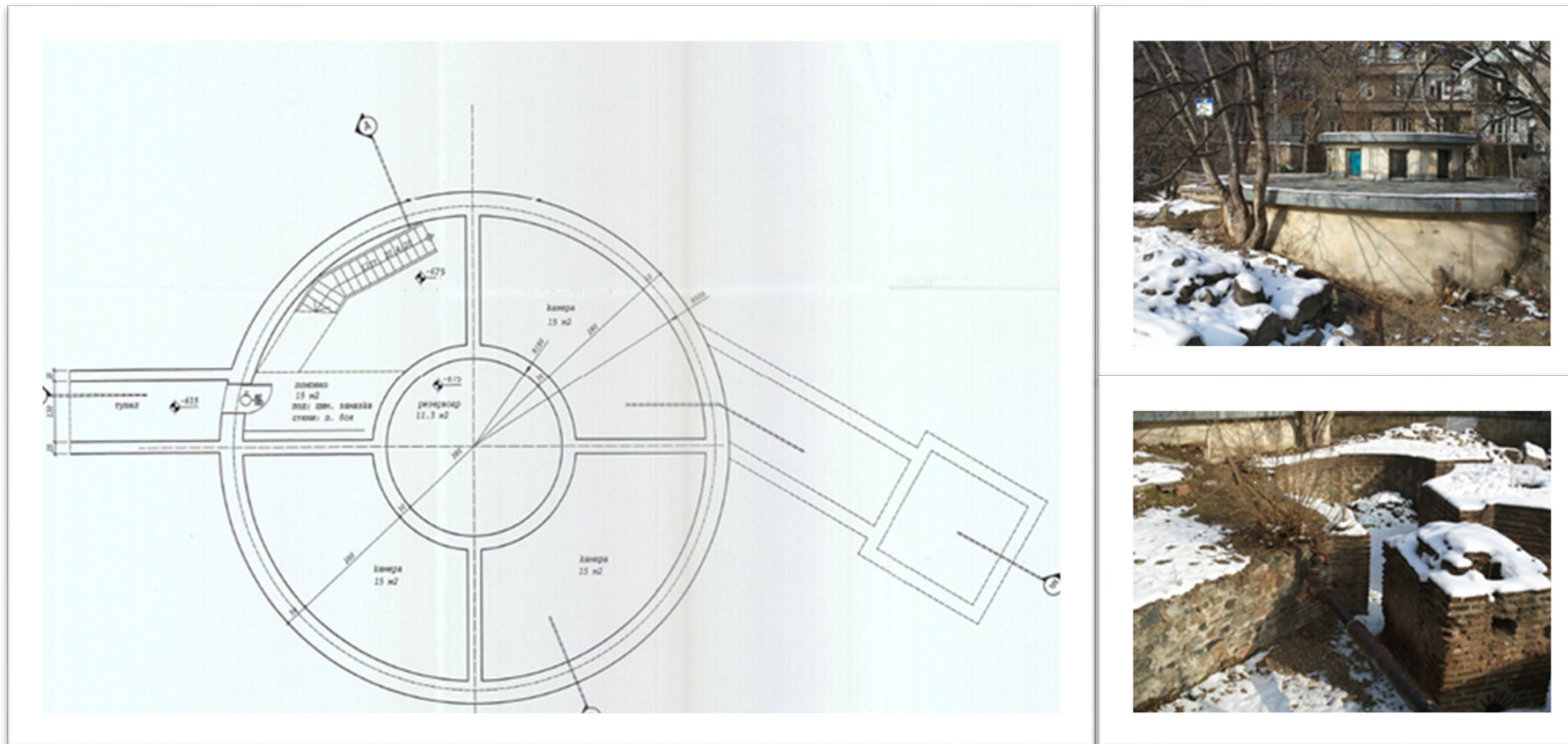
Годишна консумация на минерална вода						
Месец	Дни в месеца	Отопителни дни в месеца	Средно-месечна температура на външният въздух		Мощност от термопомпи	Средна консумация на минерална вода за термопомпите
			°C	Денгр./н.м		
1	31	31	-1	582	1'269'050	16.50
2	28	28	1	473	1'100'411	15.84
3	31	31	6	384	1'170'270	15.22
4	30	23	10	240	659'711	8.86
5	31	0	14	112	24'000	0.42
6	30	0	18	6	17'200	0.31
7	31	0	20	0	17'000	0.29
8	31	0	20	0	9'300	0.16
9	30	0	17	39	16'540	0.30
10	31	16	12	195	193'549	2.52
11	30	30	4	408	773'794	10.40
12	31	31	1	539	1'074'205	12.70
<b>Общо:</b>	<b>365</b>	<b>190</b>		<b>2'978</b>	<b>6'325'030</b>	
<b>Средна консумация на минерална вода за термопомпи, л/сек.:</b>						<b>6.96</b>
<b>Максимална консумация на минерална вода, л/сек.:</b>						<b>35.00</b>



Средна консумация на минерална вода за термопомпи

# Машинно помещение, помпена станция

Предвиждаме изграждане на машинно помещение в старата помпена станция. Ще се използват съществуващите резервоари и преливници. Същата трябва да се преустрои и да се настрои за новите нужди, както и да се изгради над ниво терен ново машинно помещение. Трябва да се обърне особено внимание на шумоизолациите. Големите съоръжения ще се пускат през покрива на помещението.



# Топлопреносни мрежи

От термопомпите, чрез саморегулиращи се помпи, топлата вода ще се подава към консуматорите.

Първият клон ще бъде "термопомпена централа – СПА център".

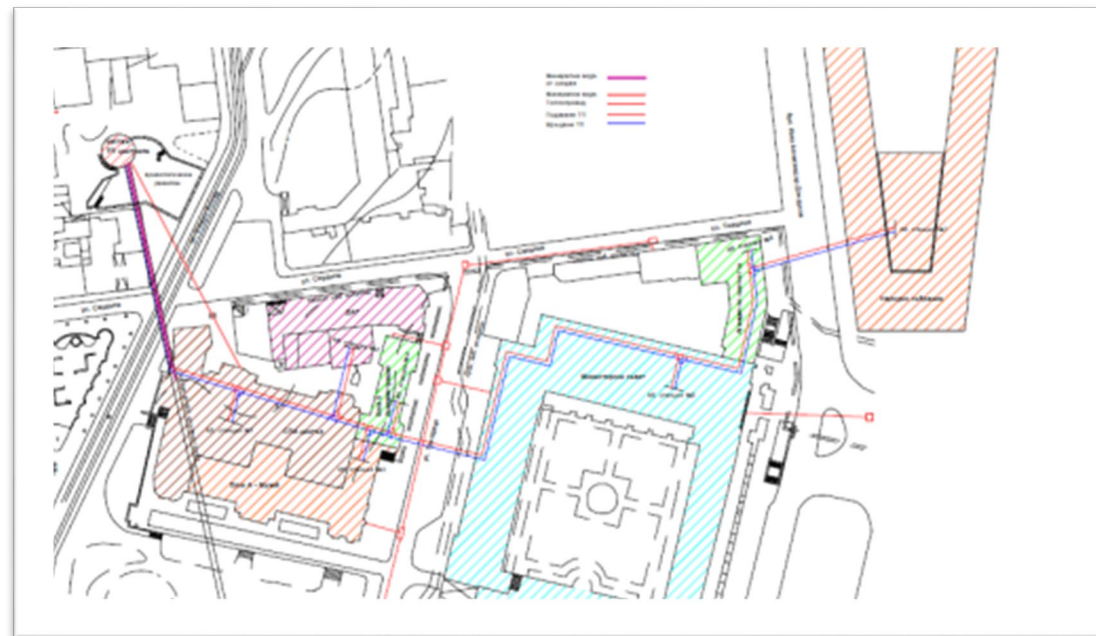
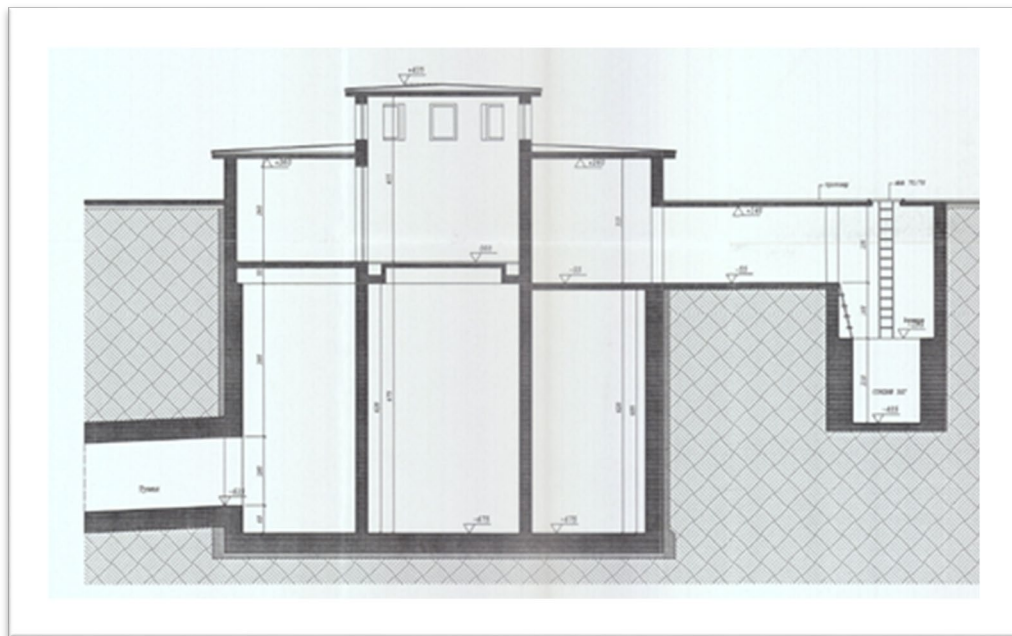
Ще се използва съществуващия проходим тунел, по който се е подавала минералната вода.

По такъв начин ще улесним връзките с централата и няма да се копае наново в центъра на града.

В сутерените на новия СПА ще се направи разпределител за минерална вода.

Там е първата абонатна станция. Връзките ще са в сутерените на сградата.

Ще бъде пресечен бул. Княз Александър Дондуков с полагане на тръби по безизкопен метод, така че да не се налага спиране на движението.

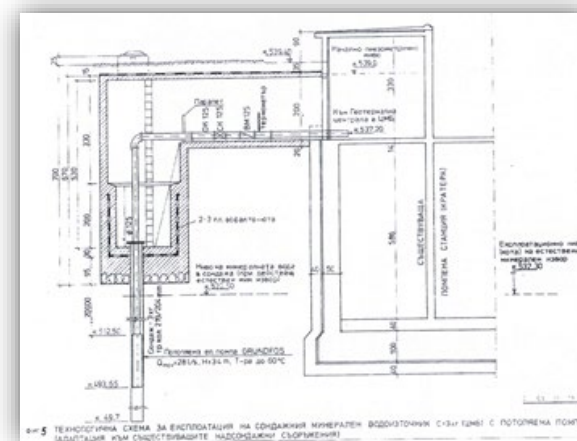
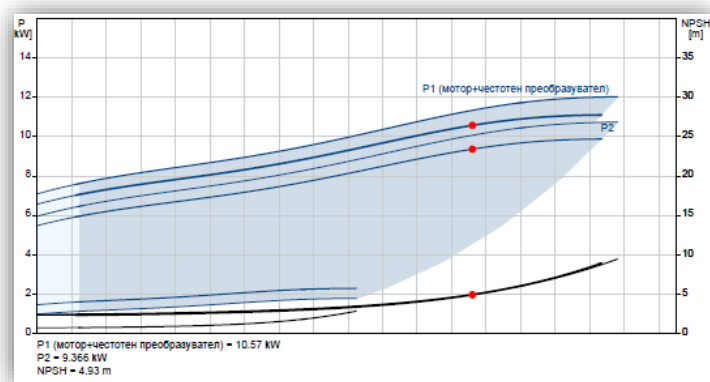
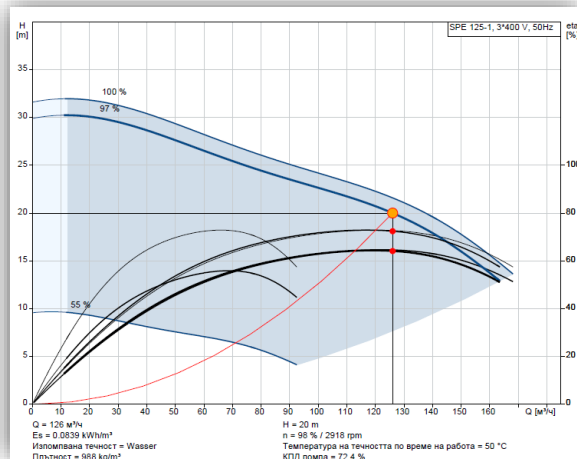


# Водочерпене на минерална вода

Бърза промяна на мястото и начина за добив на минерална вода и експлоатация на хидрогеотермалното находище. Промяната е наложителна и поради въздействието на метростроителните работи върху режима на естествения минерален извор. Добивът на минерална вода се премества от каптажа на извора към изградения в 1970 г дълбок сондажен водоизточник С-3хг, разположен в съседство с хидротермалната помпена станция. За целта сондажа се оборудва с потопяема помпа с честотно регулиране. Помпата е с максимален дебит 38-40 л/с, напор 2 бара.

## Преустройство на сондажа

Освен обезпечаването на сигурен и безопасен добив на минерална вода за обществено водоползване, това преустройство е абсолютно необходимо за хидродинамично тестване на сондажния водоизточник и определяне на неговите реални експлоатационни ресурси и характеристики след 40-годишно престояване и бездействие. Геофизична (каротажна) ревизия на сондажния ствол, състоянието на тръбната конструкция и задтръбните циментации, актуалния температурен (геотермичен) и хидрогеоложки профил до дълбочина 490 м; Продължително (до 2-3 месеца) опитно-експлоатационно водочерпене и хидродинамично тестване на сондажния водоизточник с успоредно следене и документиране на промените в режима на естествения извор. Анализ и интерпретация на данните от тестването. Определяне на реалните експлоатационни ресурси на водоизточника и техническите условия за тяхното извличане. Изготвяне и изпълнение на проект за постоянна експлоатация на сондажния водоизточник с възможни върхови добиви от порядъка на 35л/с и температура на водата 50°C. Ще се увеличи вътрешният диаметър на сондажния ствол за да се постави в него мощна потопяема помпа. Това предполага удълбочаване и разширяване на водочерпателната суха камера (шахта) със шест до седем метра под сегашното дъно или до 13-14 м под равнището на терена.



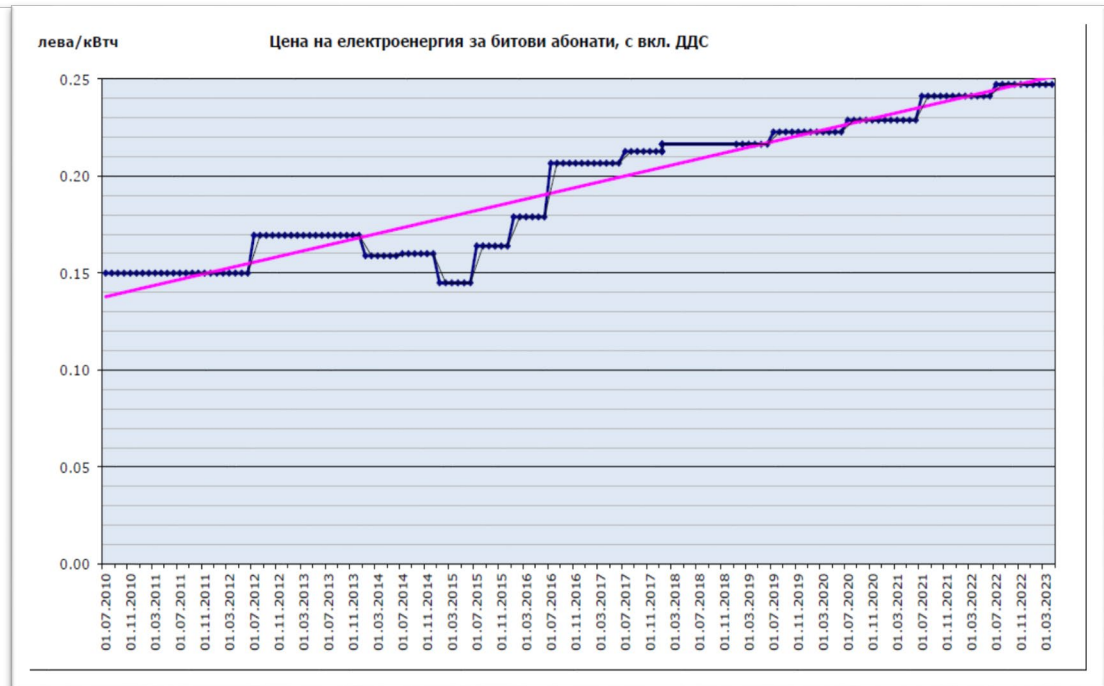
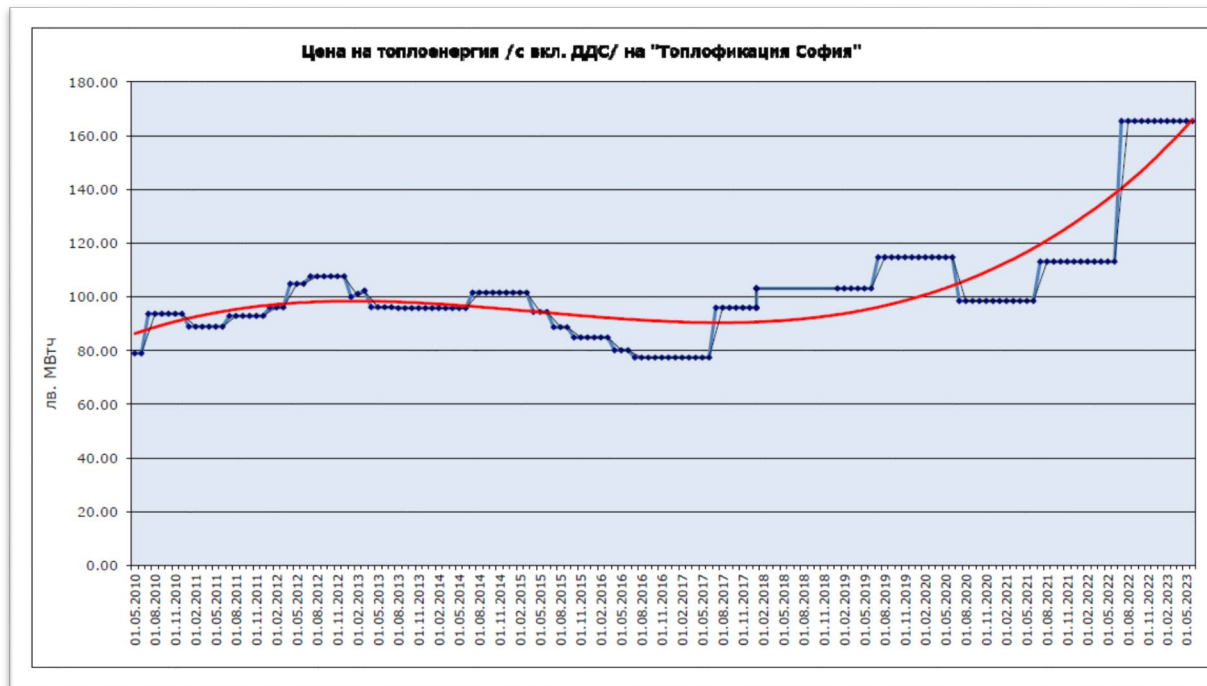


# Цени на енергоносители

Средното увеличение на цените на топлофикация София за последните 12 години осреднено е с около **6.5 %** на година.

Средното увеличение на цените на електроенергията за бита за последните 12 години осреднено е с около **5.0 %** на година.

Тези данни трябва да залегнат в една бъдеща икономическа оценка на проекта.



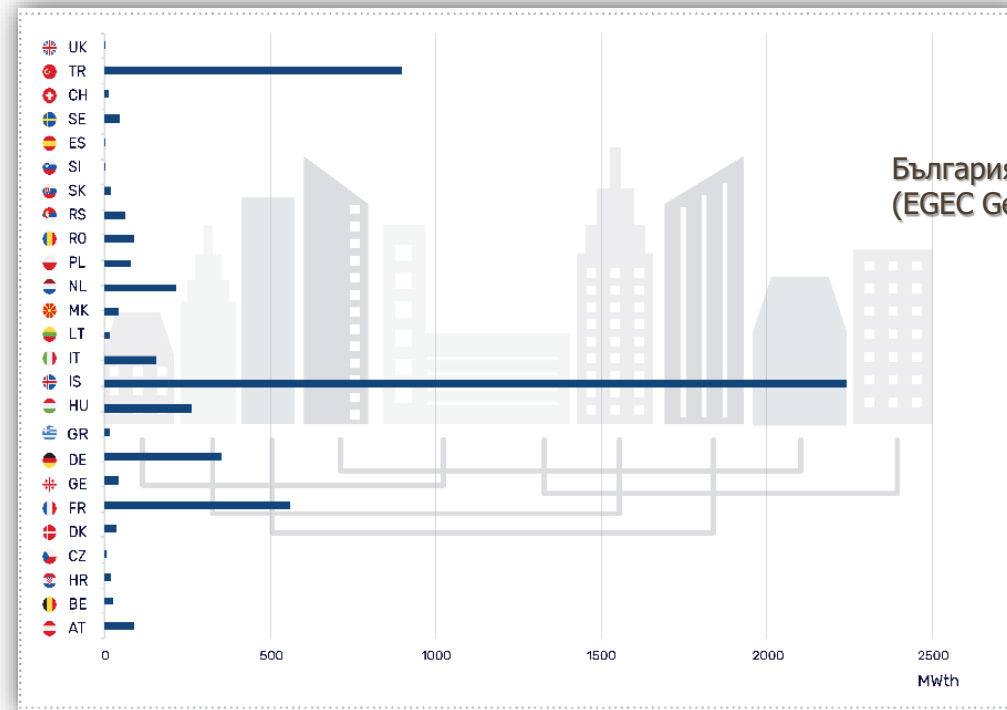
# Геотермално отопление в Европа

През 2018 г. в цяла Европа бяха пуснати в експлоатация или обновени 12 централи с топлинна мощност 149 MW. Повече от три четвърти от тези централи са в Нидерландия, Франция и Германия. Геотермалната система за централно отопление и охлаждане задоволява енергийните нужди както на сгради, така и на промишлени потребители. Тя може да бъде адаптирана към различни нужди: жилищни сгради, оранжерии, промишлени предприятия, офиси и безброй други.

Днес много европейски градове - като Париж, Мюнхен, Милано, Саутхемптън - се отопляват от части с геотермална енергия.

В бъдеще геотермалните мрежи за централно отопление биха могли да осигурят енергия за 25 % от населението

България е втора в Европа след Исландия и изпреварва държави, с доказани традиции в балнеологията, по отношение на съществуващи, развити и регистрирани (сертифицирани) ресурси на минерална вода.



България отсъства от тези карти (EGEC Geothermal Market Report)

# Заклучение, препоръки

---

От показаните резултати е видна икономическата ефективност на инвестицията.

КПД на термopомпените агрегати надвишава 5.3 на годишна база.

Така избраната термopомпена инсталация осигурява максимален коефициент на трансформация и икономии на енергия.

С този пилотен проект ще се покаже възможността за ефективно използване на геотермията за цялата страна.

Град София може само да се гордее, ако се реализира този проект.

София има уникален шанс и простор България да направи своята първа и решаваща крачка към цивилизовано и благодатно оползотворяване на своите големи и неразработени още хидрогеотермални богатства.

Използвани източници на информация и снимки

- Професор Костадин Щерев
- Инж. Руслан Тунтов
- Столична община
- EGEC

**Благодаря за вашето внимание**