ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

„ВОДОСНАБДЯВАНЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ“ ЕООД - СОФИЯ

Помпена станция – „Правец“

Януари 2019г.

Изготвено от „ЕФЕКТИВА“ ЕООД
Удостоверение от Агенция за Устойчиво Енергийно Развитие
№ 00069 / 31.10.2016г.

Екип разработил обследването :

1. Специалист в областта на топлотехника:

Любомир Николаев ……..

2. Специалист в областта на топлоенергетика:

Иван Евстатиев ……..

3. Специалист в областта на електротехниката

Иван Тричков ……..

Управител : .....
/ Ивайло Стефанов /

Съдържание

1. „ВОДОСНАБДЯВАНЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ“ ЕООД КАТО ОБЕКТ НА ЕНЕРГИЕН ОДИТ 5

1.1. Предпоставки за извършване на Енергиен одит на „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – гр. София 5

1.2. Описание на „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД - София 6

1.3. Ситуационен план с предназначение на сградите 6

1.4. Обща схема на основните енергийни потоци в “Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – Помпена станция „Правец“ 8

1.5. Обща консумация, временни характеристики и базови линии на потреблението на енергоносители 9

2. ОСНОВНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ СИСТЕМИ И ПРОЦЕСИ В ОБСЛЕДВАНИТЕ ПОМПЕНИ СТАНЦИИ 16

2.1. Технологична схема на подаване на питейна вода от разглежданите помпени станции. 16

2.2. Енергиен мениджмънт 17

2.2.1. Функции и отговорности 17
2.2.2. Измервателни системи 18

3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ОСНОВНИТЕ ПОДСИСТЕМИ В ПРЕДПРИЯТИЕТО ЗА ПРОИЗВОДСТВО, ПРЕНОС, РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ, ИЗМЕРВАНЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ 19

3.1. Подсистема за доставка, производство, разпределение, измерване и потребление на електрическа енергия 19

3.1.1. Схеми на захранване, трансформация и разпределение. 19
3.1.2. Основни консуматори на електрическа енергия 20

3.2. Подсистема за доставка, производство, разпределение и потребление на топлинна енергия. 21

3.2.1. Газоснабдяване на територията на помпените станции 21
3.2.2. Производство и разпределение на пара 21
3.2.3. Производство и разпределение на топлинна енергия за отопление 21

3.3. Електропроизвеждащи системи 21

3.4. Системи за подготовка на сгъстен въздух. 21

3.5. Система за производство на вакуум 22

3.6. Системи за студопроизводство. 22

4. ЕНЕРГИЕН БАЛАНС НА РАЗГЛЕЖДАНАТА ПОМПЕНА СТАНЦИЯ 22

4.1. Теоретична основа за анализ на енергопотреблението в помпени станции.....22
4.1.1. Дефиниране на проблема.....22
4.2. Анализ на консумацията на ел. енергия.....36
4.3. Изводи и препоръки относно енергопотреблението 40

5. ТЕХНИЧЕСКИ ПРЕПОРЪКИ И МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ.....41
5.1. Подмяна на основна работна помпа в ПС „Правец“.....41
5.2. Подмяна на топлинен източник за отопление на помещение на дежурен помпиер.....43
5.3. Изграждане на енергоефективна система за външно изкуствено осветление и подмяна на вътрешни осветителни тела.....44
5.4. Доставка и монтаж на 1 бр. система за подгряване на вода за битови нужди чрез слънчева енергия.....46
5.5. Обобщение на предложените енергоспестяващи мерки.....48
5.6. Финансов анализ на предложените ЕСМ.....49
6. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ.....53
6.1. Съществуващо положение 53
6.2. Състояние след реализиране на ЕСМ.....54

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....55

1. „ВОДОСНАБДЯВАНЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ“ ЕООД КАТО ОБЕКТ НА ЕНЕРГИЕН ОДИТ

1.1. Предпоставки за извършване на Енергиен одит на „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – гр. София.

Този енергиен одит е изготвен съгласно изискванията на Закона за енергийна ефективност (ЗЕЕ) и произтичащите от него наредби.

Основна цел на обследването е да се идентифицират енергоспестяващи мерки с оглед по-нататъшното им прилагане за понижаване консумацията на енергоносители, амортизация и поддръжка от „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – помпена станция „Правец“, както и да се направят предложения за ефективно управление на енергопотреблението на водоснабдителната система.

Енергийният одит е проведен от екип на Ефектива ЕООД, която е лицензирана по ЗЕЕ.

Разглежданото предприятие подлежи на задължително обследване за енергийна ефективност, тъй като потребява повече от 3000MWh енергия годишно.

Фигура 1 – модел на устойчиво развитие



1.2. Описание на „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД - София

Предприятието обслужва водоснабдителните и канализационните системи на територията на Софийска област в общините: Антон, Божурище, Годеч, Горна Малина, Драгоман, Долна баня, Елин Пелин, Етрополе, Златица, Ихтиман, Копривщица, Костенец, Костинброд, Мирково, Правец, Пирдоп, Самоков, Своге, Сливница, Чавдар и Челопеч.

Предмет на настоящото обследване е:

- Помпена станция „Правец“ – доставя питейна вода за гр. Правец

1.3. Ситуационен план с предназначение на сградите

- **Помпена станция „Правец“**

Помпената станция е разположена в една основна сграда на територията на имот с площ от около 4500м2. Тя е изградена на един етаж като вътре е разположено едно машинно помещение, ремонтна работилница, хлораторно, санитарен възел, трансформаторен пост. В съседна сграда е разположена дежурната стая за дежурен помпиер. Реализирана е стоманобетонна конструкция със стени от тухлена зидария без положена топлоизолация. Дограмата на сградата на помпеното е нова, PVC такава, в отлично техническо състояние. Дограмата на дежурното помещение е стара, дървена слепена, в лошо техническо състояние. Отоплява се единствено дежурното помещение.

Тук са разположени 6 броя помпи, подаващи питейна вода към междинен резервоар за питейните нужди на гр. Правец и към ПСОВ – Правец. 3 броя черпателни помпи от сондажни кладенци подаващи вода към два броя черпателни резервоари разположени на територията на помпената станция.

Помпената станция се води „II – ри подем”от системата за водоснабдяване на гр. Правец. Черпателните резервоари на територията на ПС са 1х200м2 и 1х100м3. ПС е разположена на кота 387,20 метра надморска височина. Едната помпена група състояща се от една работна и една резервна помпа (стари помпи) качва вода към напорни резервоари (2х500м3) разположени на кота 484,22 метра. Денивелацията между ПС и напорните резервоари е 97 метра. Дължината на трасето е 700 метра като положената

тръба е стоманена с диаметър ф273mm. Напорните резервоари осигуряват питейна вода за гр. Правец.

Другата помпена група (4 бр. нови инверторни помпи Wilo) осигурява вода за нуждите на ПСОВ „Правец“.



Снимка 1



Снимка 2



Фигура 2 – местоположение на обекта

Фигура 3 – характеристики на имота



1.4. Обща схема на основните енергийни потоци в “Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – Помпена станция „Правец“

За нуждите на помпената станция предприятието закупува единствено електроенергия.

Доставката на електроенергия става от далекопровод средно напрежение (20kV), свързан директно към трансформаторният постов на помпената станция.

Доставчиците на посочените енергоносители са показани в таблицата по – долу:

Таблица 1 – основни доставчици на енергоносители

Основни доставчици на енергия за нуждите на предприятието		
№	*Доставчик*	*Тип доставка*
1.	ЧЕЗ Електро България АД	Ел. енергия

Разходната част на енергийния баланс на разглежданата помпена станция включва:

- електрическа енергия, използвана непосредствено за задвижване на електродвигатели на помпите, отопление на сграден фонд, осветление, битово горещо водоснабдяване.

1.5. Обща консумация, временни характеристики и базови линии на потреблението на енергоносители

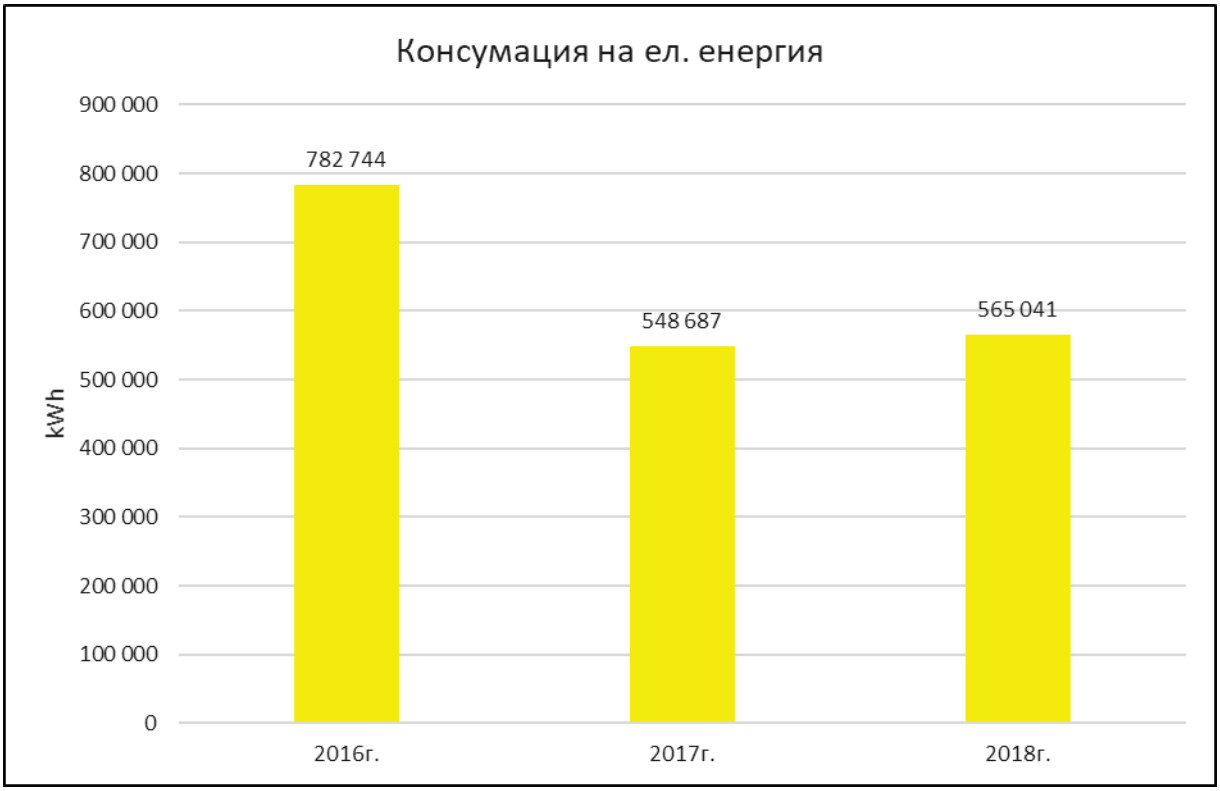
Разходите за енергия за помпената станция се формира от закупуването на електроенергия. Ще бъде представена консумацията на електроенергия за периода 2016 – 2018 година

Таблица 2 - Консумация на ел. енергия за периода 2016-2018г

Година	**2016г.**	**2017г.**	**2018г.**
kWh	**782 744**	**548 687**	**565 041**
Средно	**632 157**		

На фигурата по - долу са представени в графичен вид данните за годишното потребление на ел. енергия по години. Забелязва се равномерна консумацията на ел. енергия за 2017 и 2018 година като за 2016 година тя е била 782MWh, а за 2018 година намалява до 565 MWh или намаление с около 38 %. Средно за периода консумацията на ел. енергия е била 632,157 MWh / у.

Фигура 4 - Годишно потребление на ел. енергия за периода 2016-2018г. в MWh



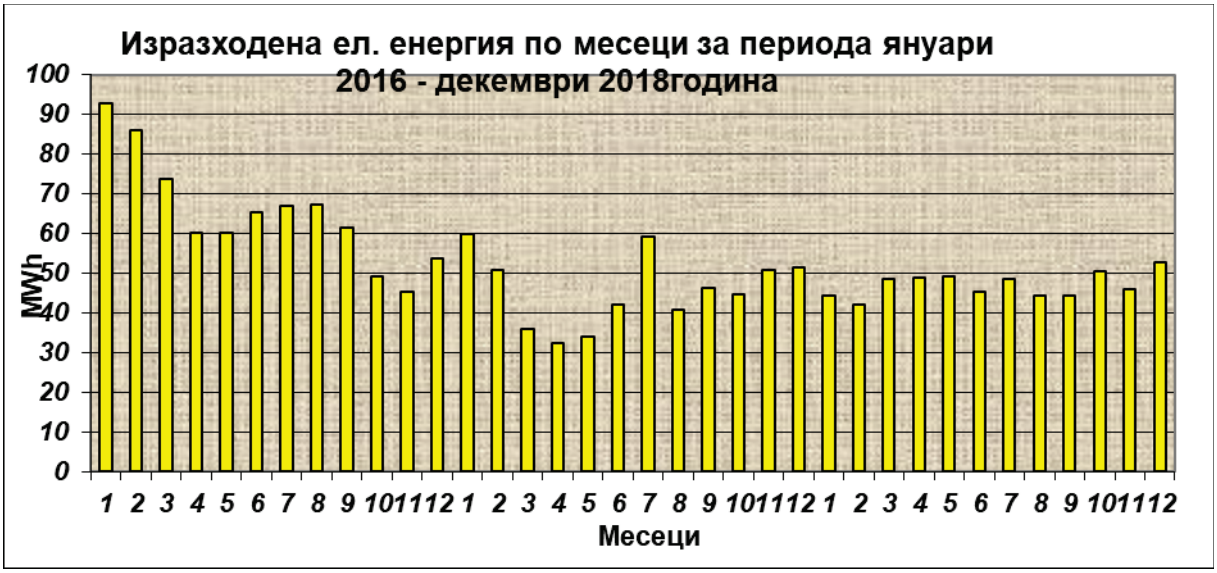
В таблиците по – долу е представена разбивка на консумацията на ел. енергия по месеци и изразходените средства за закупуване на ел. енергия.

Таблица 3 – консумация на ел. енергия по месеци

		Ел. енергия					
		2016		2017		2018	
		kWh	BGN	kWh	BGN	kWh	BGN
Месец	Януари	92856	13556,98	59701	8716,35	44446	6311,33
	Февруари	86168	12580,53	50969	7441,47	42061	5972,66
	Март	73835	10779,91	35869	5236,87	48510	6888,42
	Април	60151	8782,05	32483	4742,52	48839	6935,14
	Май	60151	8782,05	34049	4971,15	49090	6970,78
	Юни	65212	9520,95	41991	6130,69	45442	6452,76
	Юли	66959	9776,01	59271	8653,57	48473	6883,17
	Август	67439	9846,09	40900	5971,40	44397	6304,37
	Септември	61521	8982,07	46408	6775,57	44476	6315,59
	Октомври	49299	7197,65	44595	6510,87	50400	7156,80
	Ноември	45289	6612,19	50973	7442,06	46066	6541,37
	Декември	53864	7864,14	51478	7515,79	52841	7503,42
	Общо	782744	114280,62	548687	80108,30	565041	80235,82

Месечната консумация на ел. енергия се запазва стабилна.

Фигура 5 – графично представяне на месечната консумация на ел. енергия

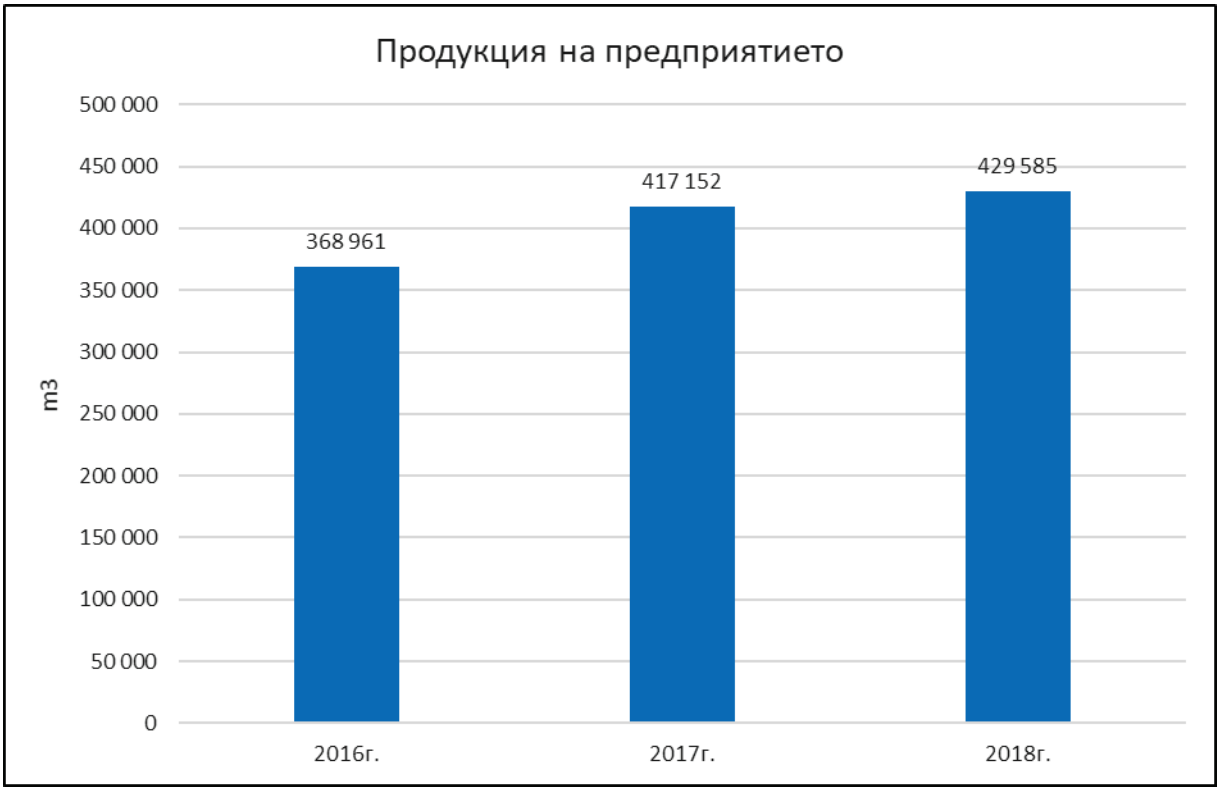


Продукцията на помпената станция се отчита в изпомпена вода към захранваните населени места. Тя се отчита в кубични метри (m^3). В таблицата по – долу е представено количеството изпомпена вода от помпената станция за периода 2016 – 2018 година.

Таблица 4 – годишно разпределение на изпомпената вода

Година	**2016г.**	**2017г.**	**2018г.**
m3	**368 961**	**417 152**	**429 585**
Средно	**405 233**		

Фигура 6 – графично представяне на продукцията на предприятието



Забелязва се почти равномерно ниво на изпомпената вода като през 2018 година тя е 429 585 m3.

Таблица 5 – разпределение на продукцията на предприятието по месеци

		Продукция 2016 m3	Продукция 2017 m3	Продукция 2018 m3
Месец	Януари	43769	45389	33791
	Февруари	40617	38750	31978
	Март	34804	27270	36881
	Април	28353	24696	37131
	Май	28353	25887	37322
	Юни	30739	31925	34548
	Юли	31562	45062	36853
	Август	31789	31095	33754
	Септември	28999	35283	33814
	Октомври	23238	33904	38318
	Ноември	21348	38753	35023
	Декември	25390	39137	40174
	Общо	368961	417152	429585

Фигура 7 – графично представяне на продукцията по месеци



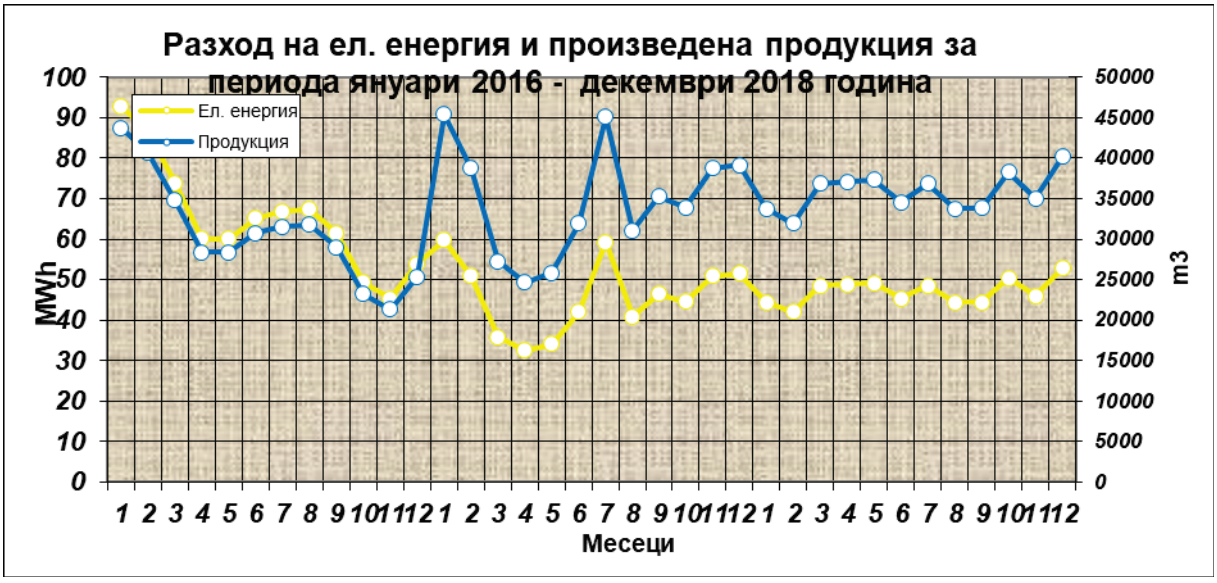
В таблиците по – долу ще бъдат представени специфичните консумации на енергоносители за единица продукция.

Таблица 6 – специфични консумации на ел. енергия

		Продукция	Специф. разход на ел. енергия	Разход на ел. енергия
		m3	kWh/m3	kWh
2016	Януари	43769	2,12148	92856
	Февруари	40617	2,12148	86168
	Март	34804	2,12148	73835
	Април	28353	2,12148	60151
	Май	28353	2,12148	60151
	Юни	30739	2,12148	65212
	Юли	31562	2,12148	66959
	Август	31789	2,12148	67439
	Септември	28999	2,12148	61521
	Октомври	23238	2,12148	49299
	Ноември	21348	2,12148	45289
	Декември	25390	2,12148	53864
2017	Януари	45389	1,31532	59701
	Февруари	38750	1,31532	50969
	Март	27270	1,31532	35869
	Април	24696	1,31532	32483
	Май	25887	1,31532	34049
	Юни	31925	1,31532	41991
	Юли	45062	1,31532	59271
	Август	31095	1,31532	40900

	Септември	35283	1,31532	46408
	Октомври	33904	1,31532	44595
	Ноември	38753	1,31532	50973
	Декември	39137	1,31532	51478
2018	Януари	33791	1,31532	44446
	Февруари	31978	1,31532	42061
	Март	36881	1,31532	48510
	Април	37131	1,31532	48839
	Май	37322	1,31532	49090
	Юни	34548	1,31532	45442
	Юли	36853	1,31532	48473
	Август	33754	1,31532	44397
	Септември	33814	1,31532	44476
	Октомври	38318	1,31532	50400
	Ноември	35023	1,31532	46066
	Декември	40174	1,31532	52841
Средно 2016г.		30747	2,12148	65229
Средно 2017г.		34763	1,31532	45724
Средно 2018г.		35799	1,31532	47087

Фигура 8 – графично сравнение на произведената продукция и изразходената ел. енергия



В графиката по – горе се забелязва пълна корелация между консумацията на ел. енергия и произведена продукция. Този факт показва липса на увеличен разход на ел. енергия в следствие на повреди или отклонение от нормалния производствен цикъл. Също така почти цялото количество енергия се изразходва от помпите директно за

изпомпване на вода и много малка част от консумацията на енергия е свързана с непроизводствени нужди.

Фигура 9 – специфична консумация на ел. енергия по месеци



В графиките по – горе се наблюдава равномерна консумация за единица продукция в последните две години. Специфичният разход на енергия за изпомпване на 1 m3 вода е 1,31532 kWh / m3. и остава постоянен през последните две години. През 2016 година е подменена помпена група и поради това специфичната консумация на ел. енергия намалява през 2017 година.

На база на направените по – горе анализи бяха определени следните стойности на специфично потребление за различните енергоносители на база единица продукция. За представителна година е приета 2018 година.

Таблица 7

	Продукция	Специф. разход на ел. енергия	Общо
	m3	kWh/m3	kWh/m3
Общо 2018г.	592886	1,31532	1,31532

2. ОСНОВНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ СИСТЕМИ И ПРОЦЕСИ В ОБСЛЕДВАНИТЕ ПОМПЕНИ СТАНЦИИ

2.1. Технологична схема на подаване на питейна вода от разглежданите помпени станции.

Помпената станция се състои от девет помпи принципно разделени на три групи – сондажни, питателни за водоснабдяване на гр. Правец и питателни за водоснабдяване на ПСОВ „Правец“. Сондажните помпи са потопяеми, изпомпват питейна вода от подземните кладенци и я подават към два броя черпателни резервоари 1х200м3 и 1х100м2, разположени в близост до основното помещение на помпената станция. Тези помпи са в сравнително добро техническо състояние. И трите са включени в обща автоматизирана система за управление следяща нивото на водата в черпателните резервоари. Следващите помпи са 2 броя стари питателни подаващи вода към два броя напорни резервоари 2х500м3 с денивелация 97 метра над помпената станция и дължина на трасето от 700 метра. Едната е работна (28МТ45х3), а другата резервна (18МТ32х4). И двете помпи са с голям срок на експлоатация, лошо техническо състояние и влошени работни параметри. Основно се експлоатира първата от тях като другата се използва само в случай на повреда. Останалата помпена група състояща се от 4 броя Wilo Helix V 5208-3/25/E (2 работни и 2 резервни) осигуряват вода за нуждите на ПСОВ Правец.

На територията на ПС няма монтиран разходомер отчитащ подадената в различни направления вода. Посочените данни за продукцията на ПС са на база направени изчисления и замервания на консумираната ел. енергия, подаваната вода и работният режим на помпите.



Снимка 3



Снимка 4

Фигура 10 – принципна схема на водоснабдяване на гр. Правец



2.2. Енергиен мениджмънт

2.2.1. Функции и отговорности

Управлението на енергопотреблението е част от системата за управление на фирмата. Оперативното управление на производствената дейност осъществява ежемесечно и при нужда - ежедневно отчитане на произведената продукция и на консумацията на ел. енергия.

Въпросите на ефективното и икономично използване на енергията стоят на вниманието на ръководството на фирмата, което разглежда анализи на енергийната ефективност и при необходимост набелязва мерки за повишаването й.

Функциите по управление на енергийното стопанство се осъществяват от експлоатационния персонал едновременно с изпълнение на оперативните задачи. Основните функции по следене и оперативно управление на енергийното стопанство в най-общи линии се състоят в:

- Договаряне и контрол на енергоснабдяването;
- Поддръжка на оборудването със собствени ресурси и подизпълнители;

- Ежедневно отчитане, контрол и анализ на:
  - Консумацията енергия и на разходите за нея по видове енергоносители
  - Обща специфична консумация;
  - Трендовете в показателите за енергопотреблението и др.
- Предложения, организация и контрол за реализацията на мерки за икономия на енергия

Наред с това има добра координация между различните служби и специалисти с отношение по въпросите на използване на енергията.

2.2.2. Измервателни системи

Измерването на общата консумация на ел. енергия се осъществява чрез приборите за търговско мерене.

Помпената станция има осигурено собствено електрозахранване посредством линия средно напрежение (20kV) и собствен трансформаторен пост.

За нуждите на оборудването се използва единствено електроенергия. Отчитането и става посредством трифазен, тритарифен електромер, които е инсталиран на страна „ниско напрежение“. Отчитането му става ежемесечно и дистанционно. Приборът за мерене е нов, калибриран и в добро техническо състояние.

За всяка помпа е предвидено измерване на работното напрежение и работния ток. При по – голяма част от помпите се мери единствено работния ток. Измерването на напрежението е или морално остаряло или не функционира.

Не е предвидено мерене на подадената към ПСОВ и гр. Правец вода. Няма монтирани разходомери в предвидените за целта шахти.



Снимка 5



Снимка 6

В процеса на обследването бяха извършени контролни измервания на характеристиките на всички работещи помпи в различните им режими на работа.

3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ОСНОВНИТЕ ПОДСИСТЕМИ В ПРЕДПРИЯТИЕТО ЗА ПРОИЗВОДСТВО, ПРЕНОС, РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ, ИЗМЕРВАНЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ

3.1. Подсистема за доставка, производство, разпределение, измерване и потребление на електрическа енергия

3.1.1. Схеми на захранване, трансформация и разпределение.

Захранването на помпената станция с електроенергия се осъществява от разпределителна мрежа СН (20 kV) чрез отделен ввод. Предвиден е отделен понижаващ трансформатор. Той е разположен в непосредствена близост до товарите, които захранва. Трансформаторът 20/0.4 kV е маслен, с мощност 320 kVA (2011 година) и е комплектуван с необходимата защитна и комутираща апаратура.

Трансформаторът е нов и в отлично техническо състояние.



Снимка 7



Снимка 8

3.1.2. Основни консуматори на електрическа енергия

Потреблението на електрическата енергия е свързано с нейното преобразуване в предприятието и използването и в различните консуматори:

- помпено оборудване – основният консуматор в разглежданите помпени станции
- комунално битови нужди (осветление, отопление и други малки консуматори) – заемат много малка част от потреблението на ел. енергия. Загуби в предприятието
- трансформация 20/0,4KV- загубите при трансформация не са включени в баланса на предприятието, тъй като всички мерения са разположени на страна ниско напрежение.

Списък с консуматорите и техните мощности са показани в таблицата по – долу:

Таблица 8

ПС Правец						
№	тип помпа	година	Q[m3/s]	Q[m3/h]	H[m]	P [kW]
-	-	-	m3/s	m3/h	m	kW
ПС Правец						
1	28MT45x3	стара	0,02610	93,96	100,0	70,80
2	18MT32x4	стара	0,01800	64,80	100,0	43,00
3	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00
4	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00
5	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00
6	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00
7	БПС1 SP 77-4	стара	0,0214	77,04	48,0	21,00
8	БПС2 SP 60-3	стара	0,0167	60,12	22,0	17,00
9	БПС3 SP 77-3	стара	0,0214	77,04	36,0	21,00

10	БГВ	старо				3,00
11	Осветление	старо				0,65
12	Отопление	старо				2,00
						290,45

За осветление на сградата изцяло се използват лампи с нажежаема жичка. Техническото състояние на всички елементи от осветителните инсталации е много лошо. Всички осветителни тела се нуждаят от подмяна.

Като цяло е необходимо през нощните часове помпената станция да е добре осветена отвън с цел предотвратяване на кражби. В момента външно осветление няма инсталирано и практически не се използва. Необходимо е разполагане на осветителни тела за външно изкуствено осветление.

3.2. Подсистема за доставка, производство, разпределение и потребление на топлинна енергия.

3.2.1. Газоснабдяване на територията на помпените станции

На територията на помпената станция няма изградена и не се използва газоснабдителна мрежа.

3.2.2. Производство и разпределение на пара

На територията на разглежданите обекти не се използва пара за технологични нужди.

3.2.3. Производство и разпределение на топлинна енергия за отопление

В момента в помпената станция се отоплява едно помещение, което се обитава от дежурния помпиер. Отоплението се осъществява от отоплителна електрическа печка с ел. мощност от 2kW.

3.3. Електропроизвеждащи системи

На територията на разглежданите обекти не функционират електропроизвеждащи системи. Тъй като има налична площ около самата сграда е възможно разполагане на фотоволтаична инсталация.

3.4. Системи за подготовка на сгъстен въздух.

На територията на разглежданите обекти не се използва сгъстен въздух.

3.5. Система за производство на вакуум

В предприятието не функционира система за производство на вакуум.

3.6. Системи за студопроизводство.

На територията на разглежданите обекти не функционират системи за студопроизводство.

4. ЕНЕРГИЕН БАЛАНС НА РАЗГЛЕЖДАНАТА ПОМПЕНА СТАНЦИЯ

4.1. Теоретична основа за анализ на енергопотреблението в помпени станции

4.1.1. Дефиниране на проблема

Във водоснабдителните системи (ВС) е налице относително неефективна работа на помпените агрегати в системата, както при автономната така и при съвместната им работа в паралел. При проектиране на помпените станции е често срещан случай да се избират помпи със запас по отношение на разход и налягане, което води до работата им в режими различни от номиналните и е свързано с повишена консумация на електроенергия. Настройката на помпените агрегати във ВС се свежда до функционирането им при задължителното условие да бъде предпазен от претоварване електродвигателя, задвижващ дадена центробежна помпа. Това се постига чрез широко използване на дроселиращи устройства.

От казаното се налага извода, че във ВС са налице резерви чието оползотворяване води до реална икономия на енергия. Това се постига чрез подобряване на енергийната ефективност на центробежните помпи във ВС. За постигане на целта е необходимо диагностика на ВС, в резултат на което се определят режимите на работа на помпите и характеристиките на помпените системи. Експерименталното им определяне дава възможност за подходящ избор при подмяната на помпените агрегати във ВС, които са в процес на експлоатация.

4.1.2. Параметри и характеристики на центробежни помпи

Обемен разход ***Q***

$$\text{обемен разход} = \frac{\text{обем вода преминала през помпата}}{\text{времето за праминаване на този обем}}$$

В стари литературни източници параметъра разход се нарича дебит.

Обемният разход Q се измерва в m^3/s, m^3/min, m^3/h или l/s, l/m, l/h,

*Напор **H** (налягане **p**)* - Представлява нарастването на енергията на течността от входа до изхода на помпата. Между напора H и налягането p съществува зависимостта:

$$H = \frac{p}{\rho_{H_2O}\, g}, \quad m$$

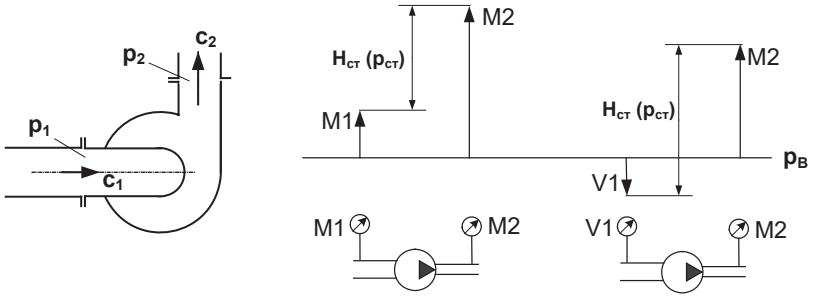
където:

g е земното ускорение в m/s^2 .

ρ_{H_2O} - плътност на водата в kg/m^3.

Напора на помпата H представлява сбор на статичния напор $\boldsymbol{H_{СТ}}$ и динамичния напор $\boldsymbol{H_{ДИН}}$ и се определя по зависимостта:

$$H = H_{СТ} + H_{ДИН}, \quad m$$



Фигура 11 - Измерване на напор *H* (налягане *p*)

Ако на входа на помпата е измерено надналягане, статичния напор $H_{СТ}$ се определя по зависимостта:

$$H_{СТ} = M2 - M1, \text{ m}$$

Ако е измерен вакуум по зависимостта:

$$H_{ДИН} = M2 + V1, \text{ m}$$

Динамичния напор на помпата се определя по зависимостта:

$$H_{ДИН} = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g}, \quad \text{m}$$

Напорът *H* се измерва в m (метри воден стълб) а налягането *p* в Pa(Паскал), hPa, кPa, MPa, bar или at.

Полезна (ефективна) мощност ***Pe*** - Представлява енергията, предадена от помпата на водата за единица време (1s). Определя се от зависимостта:

$$P_e = \frac{p.Q}{1000} = \frac{\rho g H Q}{1000}, \quad \text{kW}$$

където: *Q* - обемен дебит m^3/s;

p-налягане, Pa;

H- напор , m;

ρ-плътността на водата, kg/m^3;

g-земното ускорение, m/s^2.

Консумирана мощност ***P*** - Представлява мощността, предадена от двигателя на вала на помпата. Определя се от зависимостта:

$$P = \frac{M.\omega}{1000} = \frac{M}{1000} \cdot \frac{\pi.n}{30}, \quad \text{kW}$$

където: *M* –въртящ момент предаван на вала на помпата, Nm

ω - ъглова скорост на вала на помпата, s^{-1}

n – честота на въртене на вала на помпата, min^{-1} .

Измерването на консумираната мощност *P* в експлоатационни условия се извършва, като се измерва консумираната електрическата мощност от двигателя задвижващ помпата P_{el} и се използва зависимостта:

$$P = P_{el}\ \eta_{el}, \quad kW$$

където: η_{el} - коефициент на полезно действие на електродвигателя.

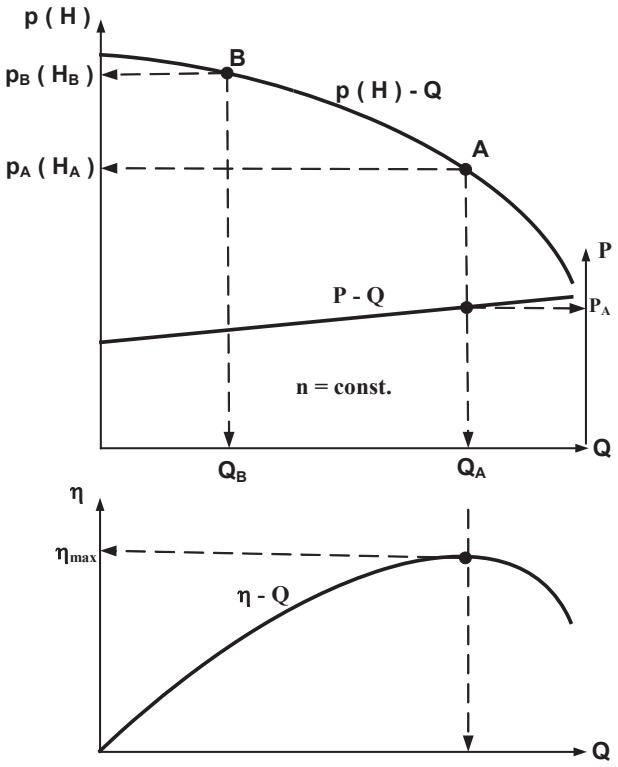
Коефициент на полезно действие (к.п.д.) $\boldsymbol{\eta}$ - Представлява отношението на полезната мощност на машината Ре към консумираната Р. Определя се по зависимостта:

$$\eta = \frac{P_e}{P}, - \qquad \text{или} \qquad \eta = \frac{P_e}{P}100, \ \%$$

Характеристики на центробежни помпи

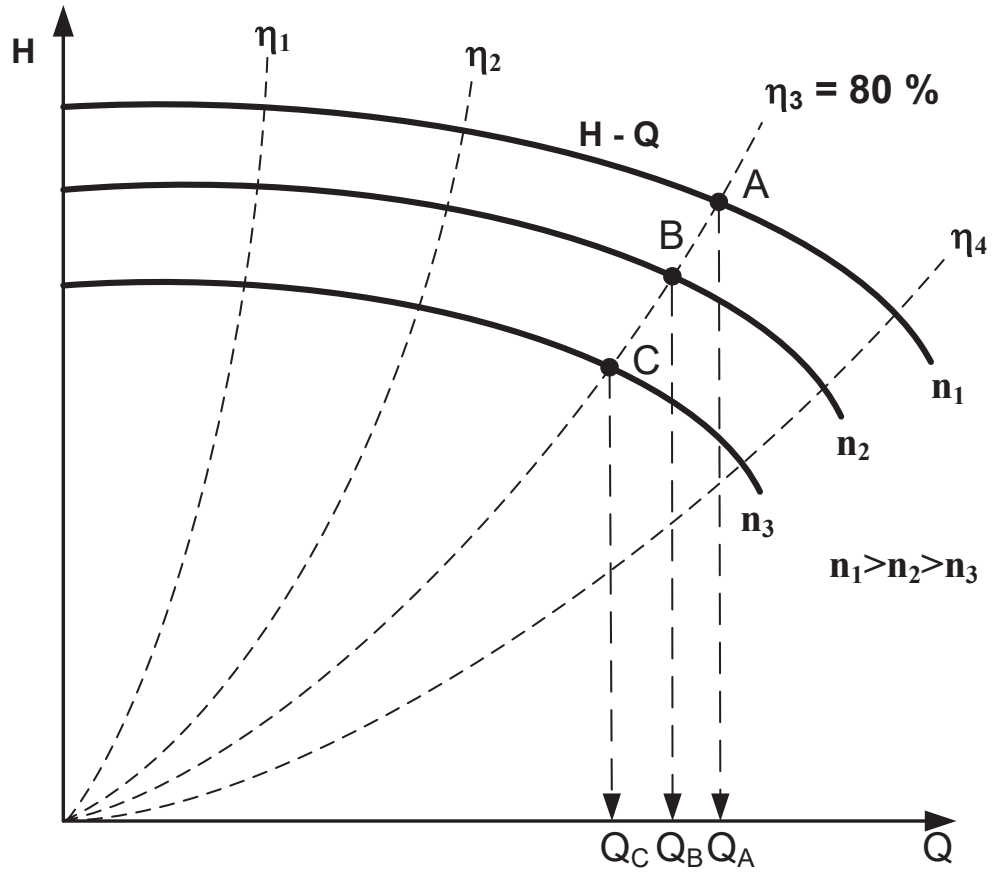
Характеристиките на помпите дават в графичен вид зависимостите между основните параметри – напор *H*, подадена мощност на вала *P*, коефициент на полезна действие η, разход *Q* и честота на въртене *n.*

Работни характеристики - зависимостите между параметрите на помпата са дадени за една честота на въртене (n=const.). На фиг.1 са показани едни примерни работни характеристики на центробежна помпа.



Фигура 12 - Работни характеристики на центробежна помпа

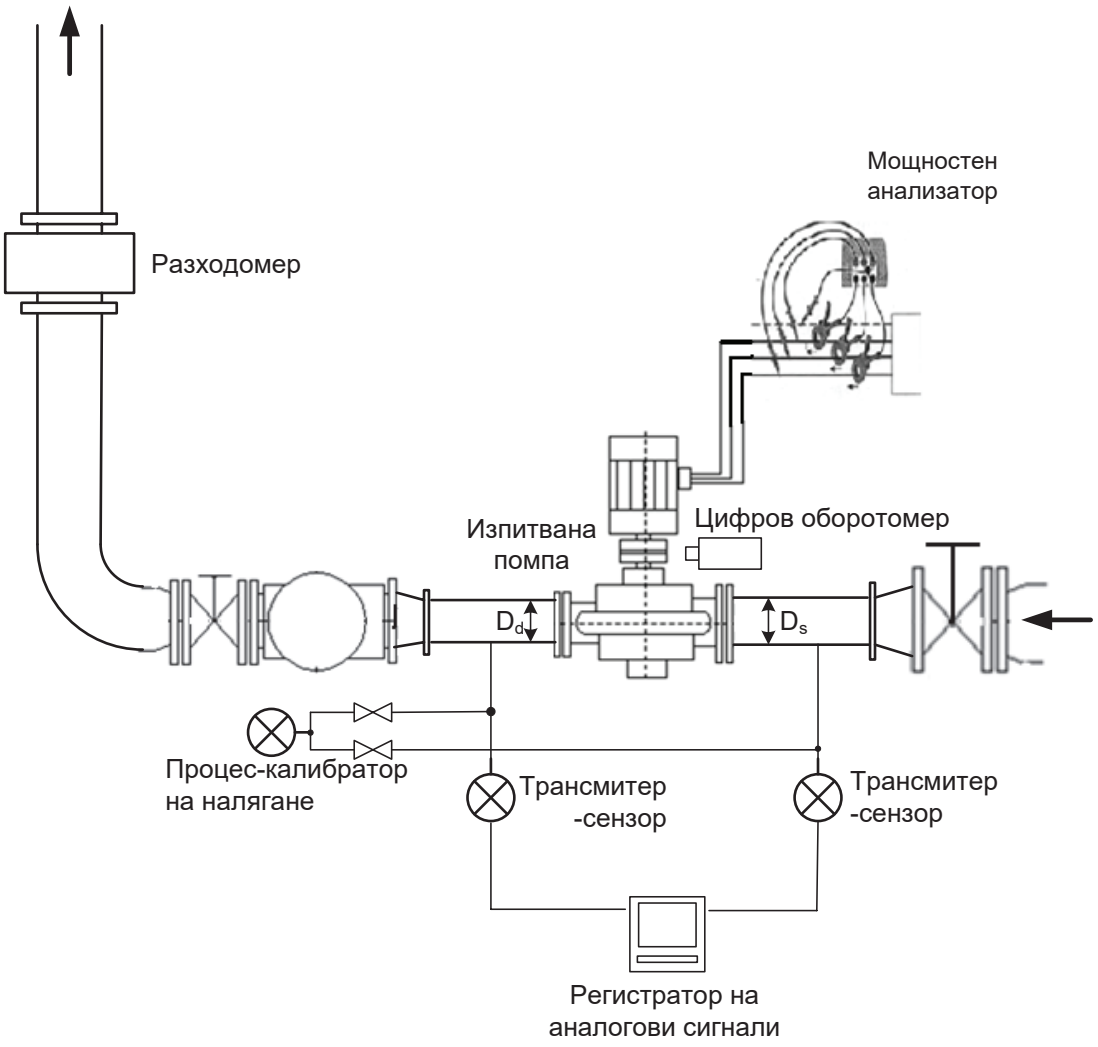
Универсални характеристики - зависимостите между основните параметри са дадени за няколко честоти на въртене - n_1, n_2 и n_3. На фигурата по – долу е показана една примерна универсална характеристика на центробежна помпа:



Фигура 13 - Универсални характеристики на центробежна машина

4.1.3. Определяне в експлоатационни условия параметрите и характеристиките на центробежни помпи

Измерването на параметрите помпи в трябва да се извършва съобразно изискванията на ISO 9906 Rotodynamic pump – Hydraulic performance acceptance tests – Grades 1 and 2. Примерна схема за присъединяване на измервателните средства е показана на фигурата по – долу:



Фигура 14

4.1.4. Ефективност при режими на работа и регулиране дебита на центробежни помпи

Режимът на работа на дадена центробежна помпа се определя от пресечната точка на разходно-напорната характеристика с тази на системата. Под помпена система се разбира съвкупността от резервоари, присъединени тръбопроводи, спирателна и регулираща арматура, които съвместно с помпата осигуряват транспортирането на определено количество вода. По принцип ротодинамичните помпи (центробежни, диагонални, осови и вихрови) се саморегулират, т.е. самонагаждат се към съпротивлението на помпената система.

На фигурата по долу е показана съвместната работа на центробежна помпа със система. Характеристиката на системата H_C на ВС се определя от израза:

$$H_c = H_g + h_v = H_g + k_i Q^2, \quad m$$

където: H_g – геодезична височина на помпената система, m;

k_i – коефициент на съпротивление на системата, s^2/m^5;

h_v – сума от линейни и местни хидравлични загуби, m.

Под регулиране на центробежна помпа във ВС се разбира изменението на разхода им. То се постига чрез дроселно, стъпално и честотно регулиране.

Дроселно регулиране

Дроселното регулиране намира широко приложение при центробежните помпи работещи във ВС. Наложило се е преди всичко от необходимостта да се предпазят от претоварване електродвигателите, задвижващи помпите, нормалното функциониране на системата и сравнително ниската му цена. Степента на дроселиране зависи от характеристика на центробежната помпа и стойностите на разхода, които за даден конкретен случай, се налага постигането им. Различните стойности на разхода се получават като резултат от изменението на характеристиката на водоснабдителната система. За илюстрация на казаното на фиг.6 са показани три режима на работа на помпата в помпената система. Първия означен като A_1 отговаря на напълно отворен дросел, а режимите A_2 и A_3 се отнасят за различна степен на затваряне на дросела. Разбира се, че при безстъпално изменение на съпротивлението на дросела се постига и безстъпално регулиране на дебита.

Хидравличната мощност ΔP , която се “гаси” преминава в топлина и се пресмята по израза:

$$\Delta P = \frac{\rho g \Delta H_i Q_i}{1000} = c \rho Q_i \Delta t, \quad kW$$

където: ΔH_i – напора, който се губи в дросела, m;

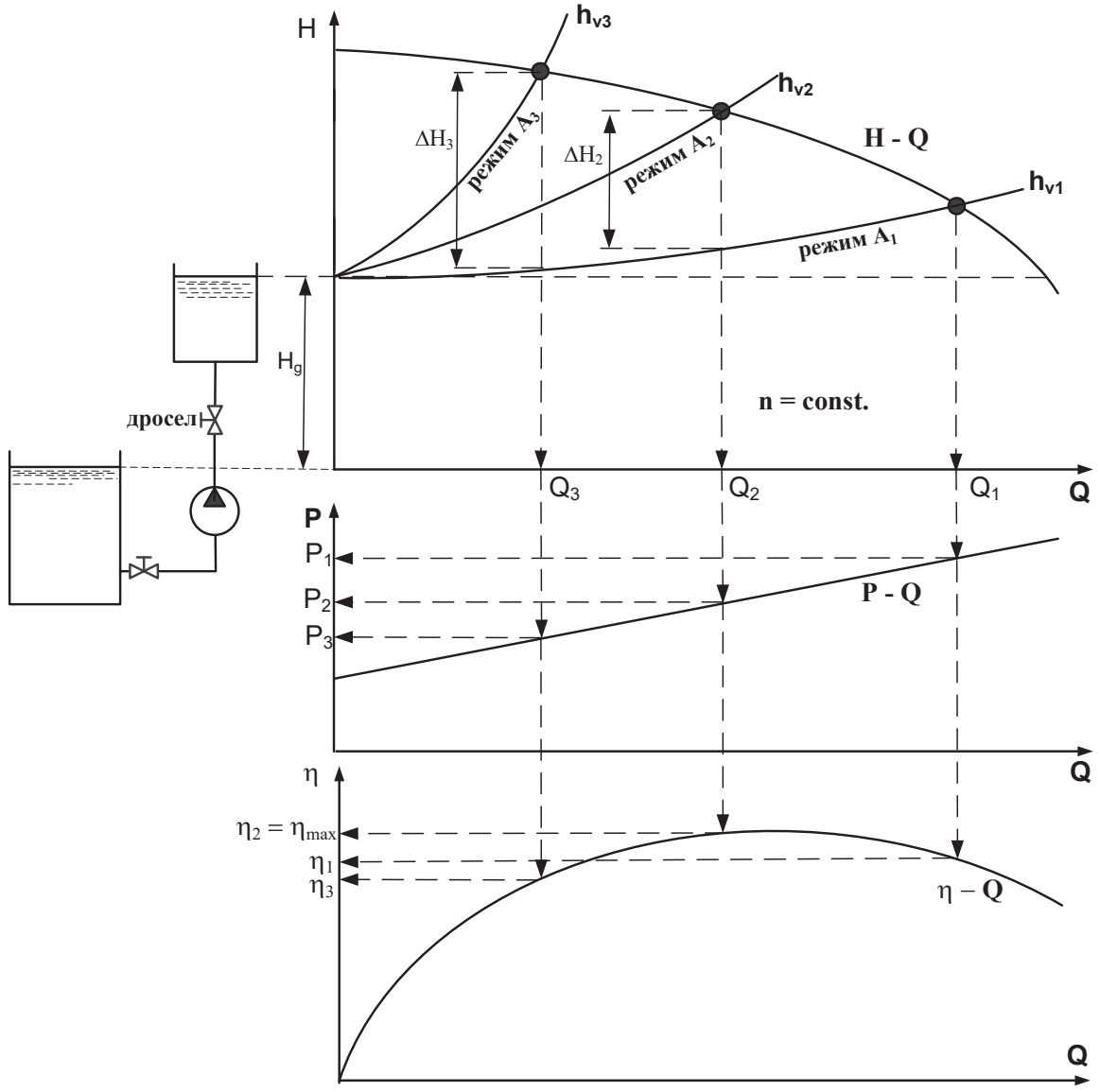
Q_i – разхода с който помпата работи, m^3/s;

ρ – плътност на водата, kg/m^3;

g – земното ускорение, m/s^2;

c – специфичен топлинен капацитет на водата, c = 4.186 kJ/kg.^{0}K;

Δt- разлика между температурата на водата преди и след дросела, ^{0}K.

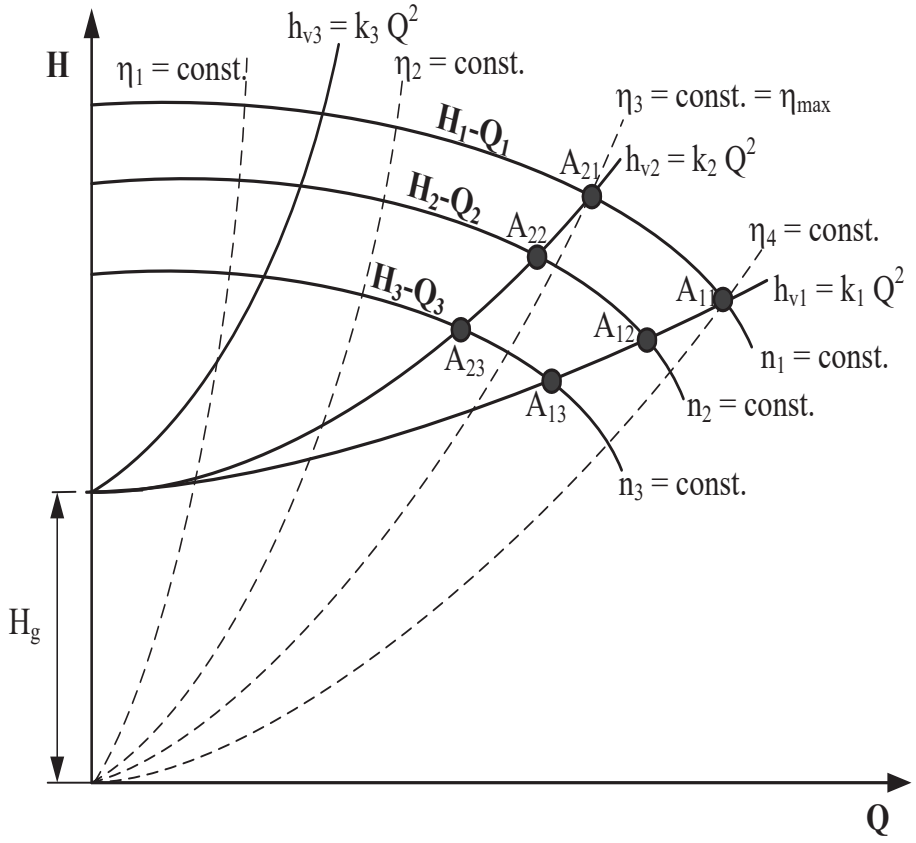


Фигура 15 - Дроселно регулиране на центробежна помпа

Честотно регулиране

За подобряване на енергийната ефективност на центробежните помпи във ВС се използва честотно регулиране, при което помпите променят разходно-напорните характеристики. То е с безспорни предимства при помпени системи, при които е наложително изменението на дебита в широк диапазон. За отбелязване, е че все още относително високата му цена не го прави незаменим начин за регулиране разхода на центробежните помпи. В зависимост от конкретните условия и изисквания на дадена ВС е за предпочитане използването на дроселно, стъпално, честотно или смесено регулиране.

На фигурата по - долу са показани три разходно- напорни характеристики H_1–Q_1, H_2-Q_2 и H_3-Q_3 при параметър честотата на въртене, съответно n=par. Дадени са и четири параболи η_1, η_2, η_3 и η_4 известни като линии на подобните режими, при които съгласно теорията на подобието коефициентът на полезно действие на помпата се запазва постоянен.



Фигура 16 - Честотно регулиране на центробежна помпа

На същата фигура са нанесени и три характеристики на помпената система. Тя може да бъде една и съща или за три отделни системи, при което и в двата случая хидравличните им съпротивления са различни.

Анализ на ефективността на работа и регулиране на помпи в системи

На базата на изложеното до сега се анализира енергийната ефективност на центробежните помпи във ВС. За да се оцени коректно енергийната им ефективност е необходимо да се намери критерий, с който при равни други условия се отчита икономията на енергия. Известно е, че при центробежните помпи с нарастването на разхода расте и консумираната от нея мощност. В крайна сметка, най-важното е определено количество обем вода да бъде транспортирано с минимален разход на енергия. В потвърждение на казаното се въвежда коефициент на ефективност, който се изразява с отношението на разхода на помпата към консумираната електрическа мощност:

$$k_e = \frac{Q}{P},\ \mathrm{m^3/s.kW}$$

Ако сравним двата режима на работа на една помпа в помпената система, то по-икономичен е този, при който $к_e$ е с по-голяма стойност. Казаното е в сила и при подмяна на даден помпен агрегат с друг с различаващи се енергетични характеристики. Режимът на работа на центробежна помпа означен с A_1 показва, че помпата е неподходящо избрана. За този режим е удачен избора на помпа с по-висока специфична честота на въртене, която е с по-нисък напор и по висок к.п.д. Независимо от това използването на дроселно регулиране е оправдано понеже се стига до разход и напор близки до номиналните и се предпазва електродвигателя от претоварване. Казаното е в сила ако е изпълнено условието:

$$k_{e1} = \frac{\eta_1}{\rho g H_1} = \frac{Q_1}{P_1} < \frac{Q_2}{P_2} = \frac{\eta_2}{\rho g H_2} = k_{e2},$$

или: $к_{e2} > к_{e1}$

Ако за дадена конкретна ВС е налице обратното неравенство $k_{e1}>k_{e2}$ това показва, че се налага подмяна на съществуващата помпа с друга с енергетични

параметри близки до тези определени от режима означен с A_1. За целта е задължително експерименталното определяне на характеристиката на ВС. Подмяната на съществуващите помпени агрегати с нови дублиращи техническите им параметри не е целесъобразно, както от енергетична така и от хидравлична гледна точка.

С прилагането на честотното регулиране се избягва дроселирането на центробежните помпи във ВС. От принципа на действие на ротодинамичните помпи и теорията на подобие се доказва, че при промяна на честотата им на въртене разходът се изменя линейно, налягането по квадратичен, а консумираната мощност по кубичен закон. Увеличаването на честотния диапазон на регулиране води до неизгодни режими на работа на задвижващия електродвигател понеже изходящата му мощност се изменя на трета степен в зависимост от изменението на честотата му на въртене.

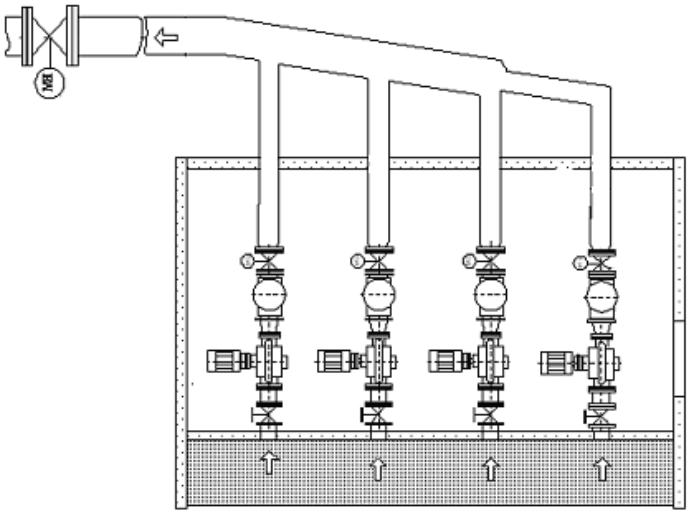
Ако приемем, че режимът на работа на центробежната помпа се определя от т. A_{11} при честота на въртене $n_1 = n_{max.}$ и приложим честотно регулиране, то режимите на действие се определят от $h_1 = k_1 Q^2$ и A_{12} , A_{13} и т.н., к.п.д.ще се запазва относително постоянен със стойности близки до тези определени от параболата означена с $\eta_1 =$ const. Това показва, че и при честотното регулиране центробежната помпа работи в режими различни от номиналните, т.е. $k_{e11}<k_{e21}$, $k_{e12}<k_{e22}$ и $k_{e13}<k_{e23}$. Режимите означени с A_{21}, A_{22} и A_{23} са близки до номиналните, понеже не се отличават много от тези определени от параболата на оптималните режими означена с $\eta_2 = \eta_{max.}$.От казаното е ясно, че и при използването на честотно регулиране най-важното е първоначалния правилен избор на помпения агрегат, което при съществуващите ВС е свързано с експерименталното определяне на характеристиките им.

От казаното до тук може да се направи извода, че в помпените ВС е налице резерв от енергия чиято икономия е пряко свързана с повишаване на енергийната им ефективност. Този резерв е в резултат на:

- работа на центробежните помпи в режими различаващи се от номиналните им;
- наличие на запас на налягане , което води до задължителното му гасене чрез дроселиране;
- необоснован не най-икономичен избор на броя помпените агрегати в дадена ВС.

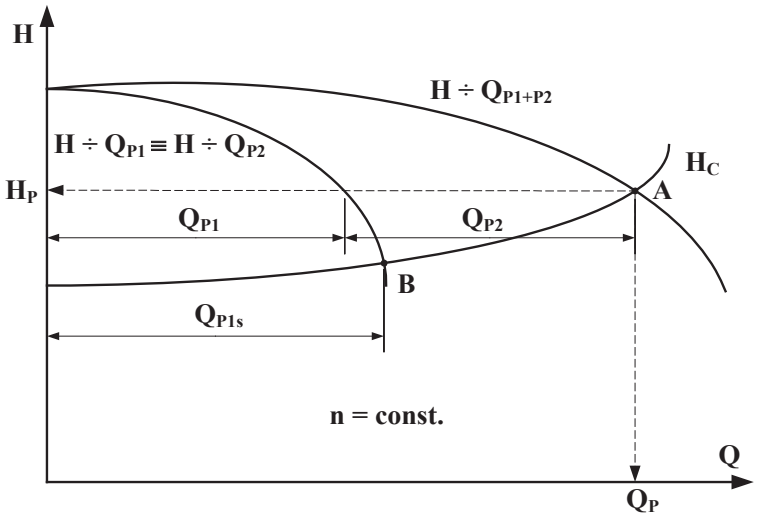
4.1.5. Ефективност при паралелна работа на помпи

Паралелна работа на две и повече помпи се осъществява тогава когато тези помпи изпращат течност в общ нагнетателен тръбопровод. Този случай намира приложение, когато разхода на една помпа е недостатъчен за даден консуматор, или режима на консуматора е променлив. На фиг.8 е показана принципна схема на помпена станция, при която четири помпи могат да работят в паралел.

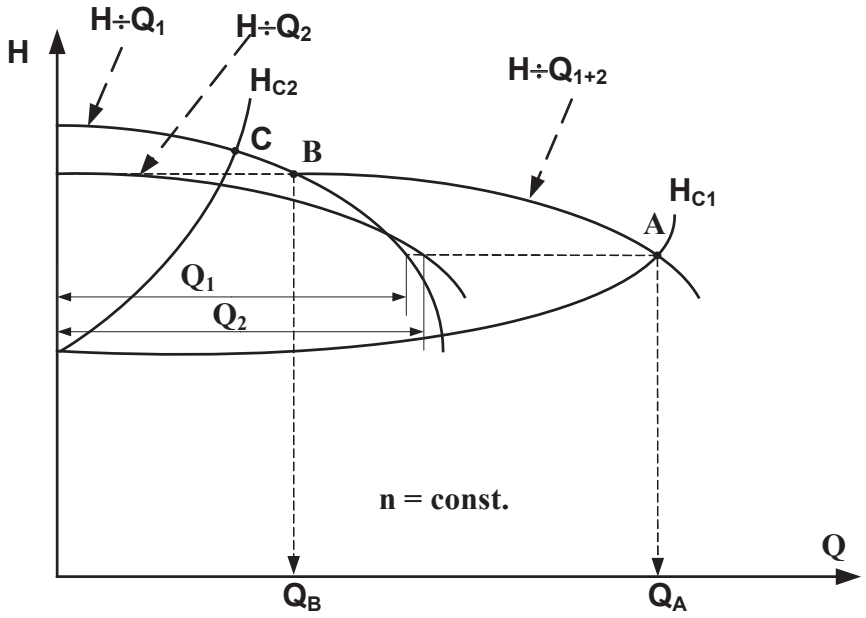


Фигура 17 - Принципна схема на помпена станция

При паралелна работа на центробежни помпи трябва да се построи тяхната обща работна характеристика $H \div Q_{P1+P2}$. Това става като за даден напор на помпите се събират разходите. В разглеждания случай разходите са еднакви $Q_{P1} = Q_{P2}$. Там където характеристиката на инсталацията Нс – Q пресече общата работна характеристика $H \div Q_{P1+P2}$ е работната точка на двете помпи, показана като т. А на фиг. 22. Двете помпи Р1 и Р2 ще изпращат в нагнетателния тръбопровод разход Q_P и ще работят с един и същи напор H_P. Двете помпи ще работят с еднакви разходи като подавания разход в системата е $Q_P = Q_{P1} + Q_{P2}$.



Фигура 18 - Характеристики при паралелна работа на две еднакви центробежни помпи



Фигура 19 - Характеристики при паралелна работа на две различни центробежни помпи

4.2. Анализ на консумацията на ел. енергия

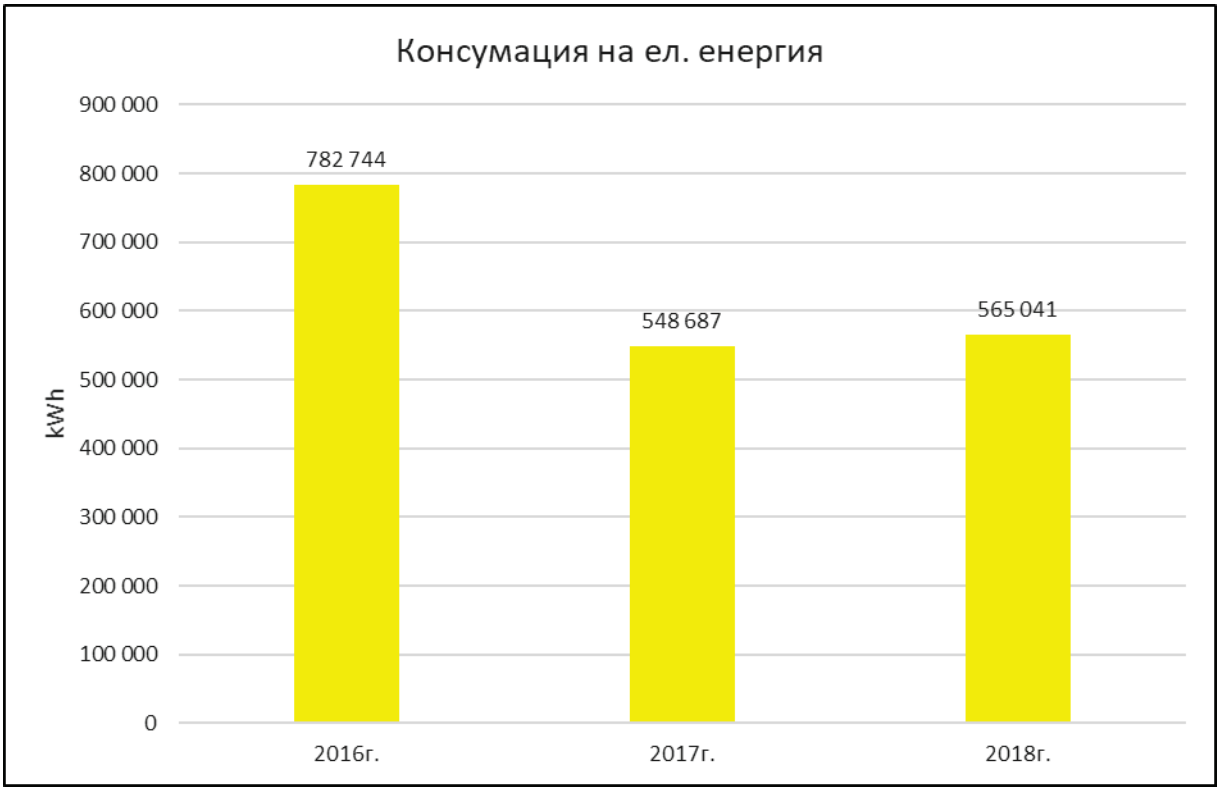
Захранването на разглежданата помпена станция с електроенергия се осъществява от разпределителна мрежа СН (20 kV) чрез собствен трансформаторен пост. Трансформаторът 20/0.4 kV е маслен, с мощност от 320kVA и е комплектуван с необходимата защитна и комутираща апаратура. Меренето на изразходената ел. енергия се извършва на страна ниско напрежение.

Таблица 9 – обща консумация на ел. енергия от предприятието

		Ел. енергия					
		2016		2017		2018	
		kWh	BGN	kWh	BGN	kWh	BGN
Месец	Януари	92856	13556,98	59701	8716,35	44446	6311,33
	Февруари	86168	12580,53	50969	7441,47	42061	5972,66
	Март	73835	10779,91	35869	5236,87	48510	6888,42
	Април	60151	8782,05	32483	4742,52	48839	6935,14
	Май	60151	8782,05	34049	4971,15	49090	6970,78
	Юни	65212	9520,95	41991	6130,69	45442	6452,76
	Юли	66959	9776,01	59271	8653,57	48473	6883,17
	Август	67439	9846,09	40900	5971,40	44397	6304,37
	Септември	61521	8982,07	46408	6775,57	44476	6315,59
	Октомври	49299	7197,65	44595	6510,87	50400	7156,80
	Ноември	45289	6612,19	50973	7442,06	46066	6541,37
	Декември	53864	7864,14	51478	7515,79	52841	7503,42
	Общо	782744	114280,62	548687	80108,30	565041	80235,82

От таблицата са вижда, че консумацията на ел. енергия през периода се запазва почти постоянно.

Фигура 20



Основен консуматор в помпената станция е помпеното оборудване. Останалите консуматори са осветителните тела и отоплителни тела. Тяхната консумация е пренебрежимо малка и анализът ще бъде извършен за консумацията на енергия от помпеното оборудване.

В процесът на обследване бяха извършени серия от измервания на всяка една работеща помпа по отделно.

Измерванията бяха извършени с калибрирано оборудване, отговарящо на изискванията на БДС и Европейската нормативна рамка.

За измерване на дебита изпомпвана вода беше използван ултразвуков дебитомер.

Посредством механични манометри и вакуум – метри бяха измерени налагането на входа на помпата и на изхода веднага след нея.

Едновременно с горните показатели посредством комбиниран клещовиден измерител бяха измерени показателите на консумираната ел. енергия – големина на тока – I (ампери), Работно напрежение – U (волтове) , Фазово отклонение – cosφ (-).

Направените множество измервания бяха обединени в представителни данни за всяка една помпа, показани в таблиците по – долу:

- ПС „Правец“

ПС „Правец“						
Помпа 28MT45x3						
№	Напрежение	Ток	Напор	Дебит	Дебит	Cosф
	V	A	mH2O	m3/h	l/s	-
1	400	110	98	93,96	0,02610	0,93
2	400	110,3	98	94,14	0,02615	0,93
Помпа 18MT32x4						
№	Напрежение	Ток	Напор	Дебит	Дебит	Cosф
	V	A	mH2O	m3/h	l/s	-
1	400	67	98	64,8	0,0180	0,93
2	400	67	98	63,0	0,0175	0,93

На база на направените замервания бяха получени следните резултати за консумацията на енергия и ефективността на работа на различните помпи:

Таблица 10

ПС Правец													
№	тип помпа	година	Q[m3/s]	Q[m3/h]	H[m]	P [kW]	P хидр.[kW]	КПД условно	Работен режим	Работни дни годишно	Годишна консумация	Изпомпана вода	Консумация по фактури
-	-	-	m3/s	m3/h	m	kW	kW	%	h/d	day / y	kWh	m3/y	kWh
ПС Правец													
1	28MT45x3	стара	0,02610	93,96	100,0	70,80	25,60	0,362	12,7	360	323698	429585	
2	18MT32x4	стара	0,01800	64,80	100,0	43,00	17,66	0,411	0,0				
3	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40320	72000	
4	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0				
5	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40 320	72000	565 041
6	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0		0		
7	БПС1 SP 77-4	стара	0,0214	77,04	48,0	21,00	10,08	0,480	7,45	360	56 322	206621	
8	БПС2 SP 60-3	стара	0,0167	60,12	22,0	17,00	3,60	0,212	7,45	360	45 594	161242	
9	БПС3 SP 77-3	стара	0,0214	77,04	36,0	21,00	7,56	0,360	7,45	360	56 322	206621	
10	БГВ	старо				3,00					2 400		

11	Осветление	старо				0,65					650		
12	Отопление	старо				2,00					2 000		
						290,45					567626	573585	565041

От направените по – горе анализи се забелязва, че ефективността на работа на основната помпа за водоснабдяване на гр. Правец (28Мт45х3) е под нормалната за такъв тип инсталации. Коефициентът на полезно действие е под 0,6, което е нисък показател.

Отделно от този факт помпата функционира целогодишно, средно 13 часа дневно, без прекъсване и в комбинация на работна точка с нисък КПД е предпоставка за значителен преразход на енергия.

Срокът на експлоатация на помпата е много голям. Извършва се редовна поддръжка, но разходите за нея са големи и допълнително оскъпяват процес на водоснабдяване.

Като цяло може да се заключи, че е необходима подмяна на основната помпа доставяща питейна вода до гр. Правец.

4.3. Изводи и препоръки относно енергопотреблението

1. Използваното в ПС „Правец“ помпено оборудване за водоснабдяване на гр. Правец е с голям срок на експлоатация и лошо техническо състояние.
2. Няма изградена система за мониторинг на потреблението на отделните консуматори. Няма инсталирани контролни електромери, чрез които може да се прави разделение на консумацията на енергия по отделни консуматори.
3. Предприятието има изградена система за наблюдение и управление на помпеното оборудване, но тя не покрива нуждите за анализ на потреблението на ел. енергия и такъв чрез нея е практически невъзможен.
4. Основният консуматор на енергия на територията на помпената станции е помпеното оборудване с дял близък до 100%.
5. Съвсем малка част от енергията (под 1%) се използва за отопление и осветление на сградния фонд.
6. Трансформаторът е в много добро техническо състояние и функционира в добри режимни параметри.
7. След направените измервания се установи че работната точка на основната помпа за водоснабдяване на гр. Правец е с коефициент на полезно действие много по – нисък от нормалният за такива инсталации.
8. Основната помпа функционира 13 часа дневно. Този факт в комбинация на работа при нисък КПД предпоставя значителен преразход на енергия.
9. Отоплението на постоянно обитаваното помещение в помпената станция се реализира посредством морално остарели и енергоемки отоплителни уреди. Необходимо е внедряване на по – ефективен източник на топлина.
10. Помпената станция е окомплектована с КК уредба, която функционира, и предприятието не заплаща глоби за дефазиране на електрозахранването.
11. Осветлението на територията на ПС е в много лошо техническо състояние. Липсват осветители. Районното осветление е в лошо техническо състояние.

12. За покриване на нуждите от БГВ на територията на ПС се използва електрически бойлер с обем от 80 литра. Този начин на подгряване на вода е скъп и енергоемък и не оползотворява възобновяем енергиен източник.

5. ТЕХНИЧЕСКИ ПРЕПОРЪКИ И МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Подмяна на основна работна помпа в ПС „Правец“.

Сегашно състояние

В момента на територията на ПС „Правец“ основен консуматор на ел. енергия е стара неефективна помпа подаваща вода към напорни резервоари за водоснабдяване на гр. Правец. Тя е с голям срок на експлоатация, влошени технически характеристики и висок разход на енергия за единица водно количество.

Таблица 11

ПС Правец													
№	тип помпа	година	Q[m3/s]	Q[m3/h]	H[m]	P [kW]	P хидр.[kW]	КПД условно	Работен режим	Работни дни годишно	Годишна консумация	Изпомпана вода	Консумация по фактури
-	-	-	m3/s	m3/h	m	kW	kW	%	h/d	day / y	kWh	m3/y	kWh
ПС Правец													
1	28MT45x3	стара	0,02610	93,96	100,0	70,80	25,60	0,362	12,7	360	323698	429585	565 041
2	18MT32x4	стара	0,01800	64,80	100,0	43,00	17,66	0,411	0,0				
3	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40320	72000	
4	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0				
5	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40 320	72000	
6	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0		0		
7	БПС1 SP 77-4	стара	0,0214	77,04	48,0	21,00	10,08	0,480	7,45	360	56 322	206621	
8	БПС2 SP 60-3	стара	0,0167	60,12	22,0	17,00	3,60	0,212	7,45	360	45 594	161242	
9	БПС3 SP 77-3	стара	0,0214	77,04	36,0	21,00	7,56	0,360	7,45	360	56 322	206621	
10	БГВ	старо				3,00					2 400		
11	Осветление	старо				0,65					650		
12	Отопление	старо				2,00					2 000		

						290,45					567626	573585	565041

Предложена мярка

Мярката предвижда подмяна на основната работна помпа подаваща питейна вода към напорни резервоари за водоснабдяване на гр. Правец. Планира се да се подмени с нова такава, с работна точка с показатели като посочените по – долу. В таблицата по – долу в синьо е означена подлежащата на подмяна помпа и нейните характеристики след подмяната, заложени в обследването. Използвано е остойностяване по оферта да доставчик на подобен тип оборудване и заложените технически показатели са на действителни помпи. Към подменената помпа да се предвиди мониторинг на потреблението на ел. енергия.

Таблица 12

ПС Правец													
№	тип помпа	година	Q[m3/s]	Q[m3/h]	H[m]	P [kW]	P хидр.[kW]	КПД условно	Работен режим	Работни дни годишно	Годишна консумация	Изпомпана вода	Спецтявания
-	-	-	m3/s	m3/h	m	kW	kW	%	h/d	day / y	kWh	m3/y	kWh
ПС Правец													
1	WRH 100/5-45/4	нова	0,02610	93,96	100,0	48,00	25,60	0,533	12,7	360	219456	429585	104242
2	18MT32x4	стара	0,01800	64,80	100,0	43,00	17,66	0,411	0,0				
3	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40320	72000	
4	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0				
5	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	4,0	360	40 320	72000	
6	Wilo Helix V 5208-3/25/E	нова	0,01389	50,00	170,0	28,00	23,16	0,827	0		0		
7	БПС1 SP 77-4	стара	0,02214	77,04	48,0	21,00	10,08	0,480	7,45	360	56 322	206621	
8	БПС2 SP 60-3	стара	0,01167	60,12	22,0	17,00	3,60	0,212	7,45	360	45 594	161242	
9	БПС3 SP 77-3	стара	0,02214	77,04	36,0	21,00	7,56	0,360	7,45	360	56 322	206621	
10	БГВ	старо				3,00					2 400		
11	Осветление	старо				0,65					650		
12	Отопление	старо				2,00					2 000		
						267,65					463384	573585	104241,6

Очаквани икономии на енергия

Очакваната годишна икономия на енергия е в размер на 104,242MWh. Спестените средства са в размер на 17 721 лева.

Необходими инвестиции

Необходимите инвестиции за реализиране на мярката са в размер на 47 116 лева без ДДС.

Срок на откупуване:

Очакваният срок на откупуване на инвестициите е в размер на 2,66 години.

Таблица 13

Мярка за енергийна ефективност - 1	**Димeнсия**	**Параметри**
Инвестиции	лева	47 116
Оценени икономии на енергия	MWh/год.	104,2416
Годишни икономии	лева	17 721
Годишна Е & П	лева	-
Нето икономии	лева	17 721
Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)	%	37,3
Нетна сегашна стойност (NPV)	лева	189 869
Срок на откупуване (PB)	години	2,66
Срок на изплащане (PO)	години	2,7
Коефициент на нетна настояща стойност (NPVQ)	-	4,03
Намаление на емисиите на CO_2	Тон	85,37

5.2. Подмяна на топлинен източник за отопление на помещение на дежурен помпиер.

Сегашно състояние

В момента дежурен помпиер е назначен и пребивава постоянно. През зимните месеци с цел осигуряване на комфортни условия на обитаване се отоплява по едно помещение с площ от 20м2. В момента това помещение се отопляват посредством електроуреди – електрическа печка. Този начин на отопление е скъп и енергоемък. Необходима е неговата замяна с по – ефективен такъв. Средният годишен разход за отопляване на помещение за 1 м2 площ е около 100kWh/m2 или за цялата 100*20= 2,000 MWh за година.

Предложена мярка

Мярката предвижда инсталиране на 1бр. термопомпен климатичен агрегат, тип „сплит“ система с отоплителна мощност от 2,64 kW (9 000 Btu). Той ще е с висок коефициент на трансформация на енергия – SCOP > 3,5 с цел реализиране на икономия на енергия за отопление.

Очаквани икономии на енергия

Очакваната годишна икономия на енергия е в размер на 1,415MWh. Спестените средства са в размер на 241 лева.

Необходими инвестиции

Необходимите инвестиции за реализиране на мярката са в размер на 2000 лева без ДДС.

Срок на откупуване:

Очакваният срок на откупуване на инвестициите е в размер на 8,30 години.

Таблица 14

Мярка за енергийна ефективност - 2	**Димeнсия**	**Параметри**
Инвестиции	лева	2 000
Оценени икономии на енергия	MWh/год.	1,415
Годишни икономии	лева	241
Годишна Е & П	лева	-
Нето икономии	лева	241
Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)	%	8,5
Нетна сегашна стойност (NPV)	лева	1 223
Срок на откупуване (PB)	години	8,31
Срок на изплащане (PO)	години	8,9
Коефициент на нетна настояща стойност (NPVQ)	-	0,61
Намаление на емисиите на CO_2	Тон	1,16

5.3. Изграждане на енергоефективна система за външно изкуствено осветление и подмяна на вътрешни осветителни тела.

Сегашно състояние

В момента на територията на помпената станции практически на функционира система за външно изкуствено осветление. Поради този факт има значителен риск от

кражби и компрометиране на водоснабдяването на населените места. По проект такава система е предвидена, но поради големият и срок на експлоатация тя е морално и технически остаряла и не функционира. По проект е планирано разполагане на 5 бр. осветителни тела от типа НЛВН (натриева лампа високо налягане). Общата годишна консумация на инсталацията за външно изкуствено осветление за 4100 работни часа годишно би била 5*100*4100=2,050 MWh.

Осветлението на сградния фонд на ПС е реализирано от ЛНЖ с мощност от 60W. Цялата инсталация е в много лошо техническо състояние. Годишната консумация за вътрешно сградно осветление е около 450kWh

Предложена мярка

Мярката предвижда изграждане на система за външно изкуствено осветление. Тя ще се състои от 5 бр. LED осветителни тела с единична мощност от 30W - прожектор, за открит монтаж, с устойчивост на влага IP 65. Те ще се монтират на рогатки директно в четирите ъгъла на сградата на помпената станция. Стартирането на осветлението ще става посредством таймер за улично осветление с вградени часове на залязване и изгряване на слънцето спрямо азимутното разположение на обекта.

За вътрешно сградно осветление е предвиден монтаж на 17 бр. LED осветителни тела на фасунга Е27 с ориентировъчна мощност от 10W всяко. Предвижда се и подмяна на всички ключове за стартиране на осветлението.

Консумацията на енергия след реализиране на мярката ще е в размер на 610kWh за външното осветление и 85kWh за сградното осветление.

Очаквани икономии на енергия

Очакваната годишна икономия на енергия е в размер на 1,805MWh. Спестените средства са в размер на 307 лева за година.

Необходими инвестиции

Необходимите инвестиции за реализиране на мярката са в размер на 2500 лева без ДДС.

Срок на откупуване:

Очакваният срок на откупуване на инвестициите е в размер на 8,15 години.

Таблица 15

Мярка за енергийна ефективност - 3	**Димeнсия**	**Параметри**
Инвестиции	лева	2 500
Оценени икономии на енергия	MWh/год.	1,805
Годишни икономии	лева	307
Годишна Е & П	лева	-
Нето икономии	лева	307
Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)	%	8,8
Нетна сегашна стойност (NPV)	лева	1 606
Срок на откупуване (PB)	години	8,15
Срок на изплащане (PO)	години	8,7
Коефициент на нетна настояща стойност (NPVQ)	-	0,64
Намаление на емисиите на CO_2	Тон	1,48

5.4. Доставка и монтаж на 1 бр. система за подгряване на вода за битови нужди чрез слънчева енергия

Сегашно състояние

В момента на територията на ПС „Правец“ има изградена система за подгряване на вода за битови нужди чрез електрически водогреен бойлер. Сградата се обитава от един човек постоянно и необходимото количество е около 100 литра / ден при 365 работни дни годишно.

Предложена мярка

Мярката предвижда изграждане на 1 бр. система за подгряване на вода за битови нужди чрез слънчева енергия състояща се от следните компоненти:

- 2 бр. колектори за преобразуване на слънчевата енергия в топлинна окомплектован със следящи слънцето линейни параболични рефлектори разположени в правоъгълен корпус с площ на колектора със следните технически характеристики:

Захранване	
– номинална стойност (Uн)	12 V DC
Соларна течност	
Състав и концентрация на соларната течност	Пропилен гликол 35% или вода
Количество соларна течност в колектора	0.280 l
Максимален дебит на соларната течност	60 l/h
Работна температура на соларната течност	120 °C
Температура на стагнация на соларната течност	199° C
Пространствена ориентация на соларния панел	
Ориентация по меридиана	0 ^{0} юг
Наклон на панела спрямо хоризонта	38 ^{0}
Начин на монтаж	*вертикален*
Ориентиране на параболичните огледала	*автоматично*
Тип на интерфейса от локален панел към операторска станция	
Сериен интерфейс	RS 485 / RS 232
– максимална скорост	9.6 Kbaud/s;
Конструкция	
Конструктивно оформление	Еднокорпусна конструкция
Габаритни размери	2000mm x 1000mm x 130mm
Брутна колекторна площ	2 m^2
Ефективна колекторна площ	1,75 m^2
Брутна площ на абсорбера	0,207m^2
Маса на колектор	< 38 kg
Степен на защита	IP54–
Тестове и стандарти	
Хидравлични	
Обем на абсорбера	0,280 l
Номинален дебит	50 l/h
Максимален дебит на соларната течност в панел	60 l/h
Макс. работно налягане на топлоносителя	50 bar

- Циркулационна помпа
- 200 литров водогреен бойлер от неръждаема стомана с една серпентина и електронагревател 3kW
- Комплект тръбна мрежа, фитинги, топлоизолация, управление на системата

Очаквани икономии на енергия

Очакваната годишна икономия на енергия е в размер на 5,800MWh. Спестените средства са в размер на 986 лева за година.

Необходими инвестиции

Необходимите инвестиции за реализиране на мярката са в размер на 8 800 лева без ДДС.

Срок на откупуване:

Очакваният срок на откупуване на инвестициите е в размер на 8,92 години.

Таблица 16

Мярка за енергийна ефективност - 4	**Димeнсия**	**Параметри**
Инвестиции	лева	8 800
Оценени икономии на енергия	MWh/год.	5,800
Годишни икономии	лева	986
Годишна Е & П	лева	-
Нето икономии	лева	986
Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)	%	7,3
Нетна сегашна стойност (NPV)	лева	4 386
Срок на откупуване (PB)	години	8,92
Срок на изплащане (PO)	години	9,6
Коефициент на нетна настояща стойност (NPVQ)	-	0,5
Намаление на емисиите на CO_2	Тон	4,75

5.5. Обобщение на предложените енергоспестяващи мерки.

Обобщени данни за размера на инвестициите по всяка от предложените мерки, спестеното количеството електрическа енергия и въглеродни емисии, както и срока на откупуване на предложените мерки са представени в таблицата по – долу:

Таблица 17 – обобщаване на енергоспестяващите мерки

№	**Енергоспестяваща мярка**	**Спестявания**		**Инвестиция**	**Срок на възвръщаемост**	**Спестени емисии въглероден двуокис**
		MWh	*лв./год.*	*лв.*	*год.*	*tCO2/год.*
1	ECM-1	104,2416	17 721	47 116	2,66	85,37
2	ECM-2	1,415	241	2 000	8,31	1,16
3	ECM-3	1,805	306,85	2 500	8,15	1,48
4	ECM-4	5,8	986	8 800	8,92	4,75
Общо	**-**	**113,262**	**19 254**	**60 416**	**3,14**	**92,76**

5.6.Финансов анализ на предложените ECM.

В таблицата по - долу са представени резултатите от финансовия анализ след изчисляването с помощта на специализирания икономически софтуер ЕНСИ.

Технико-икономическа оценка на мерките е направена с помощта на софтуерния продукт “Economy software ENSI ” при следните предпоставки:

- Номинален лихвен процент 3.5 %;
- Процент на инфлация 2.0 %;
- Реален лихвен процент 1.5 %;
- Цени на ел. енергия 0.170 лв./kWh;
- Икономически живот 23 год. за фотоволтаик, 15 години за помпи, отопление, осветление и термосолари

Таблица 18

Отпечатано от софтуер "Финансови изчисления" на ЕНСИ

Проект: **ПС Правец**

Всички мерки

Фирма: Ефектива ЕООД
Лиценз: 263352965

Реален лихвен %: 1,5 %

Мерки	*)	Инвестиция [BGN]	Нето икономии [BGN/Год.]	Живот [Год.]	PB [Год.]	PO [Год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Макс. инвестиция 1) [BGN]	Макс. инвестиция 2) [Год.]
Мярка №1		47.116	17.721	15	2,7	2,7	37	189.869	4,03	163.478	10,0
Мярка №3		2.500	307	15	8,1	8,7	9	1.606	0,64	2.832	10,0
Мярка №2		2.000	241	15	8,3	8,9	9	1.223	0,61	2.223	10,0
Мярка №4		8.800	986	15	8,9	9,6	7	4.386	0,50	9.096	10,0
Общо за всички мерки		60.416	19.255		3,1	3,2		197.084			

PB = Срок на откупуване, PO = Срок на изплащане, IRR = Вътрешна норма на възвръщаемост, NPV = Нетна сегашна стойност, NPVQ = Коеф. на нетна сегашна стойност

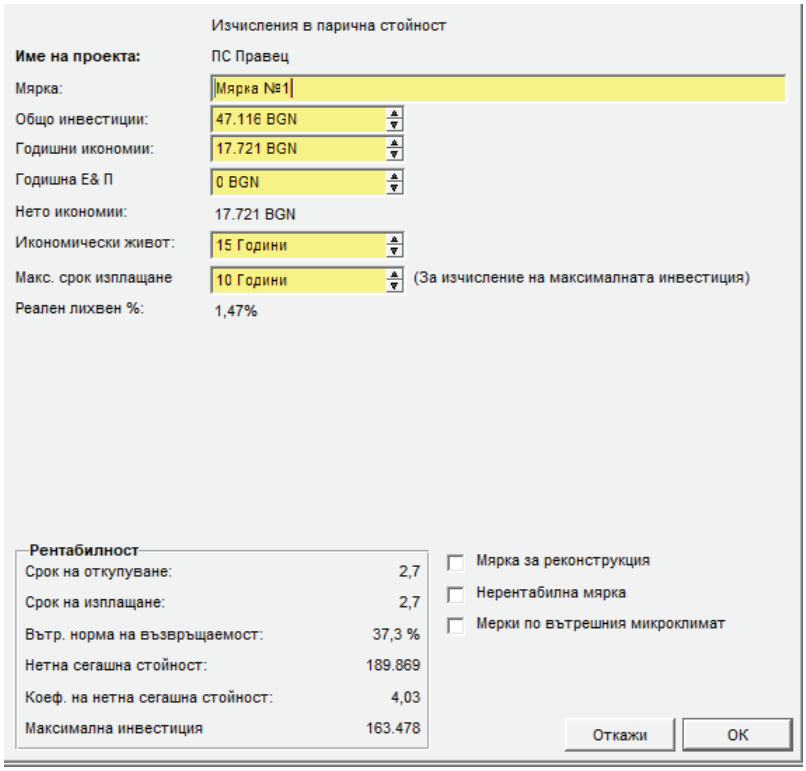
1) Макс. инвестиция с 2) год. срок на изплащане

*) N = Нерентабилна мярка, I = Мярка по вътр. микроклимат, R = Мярка за реконструкция

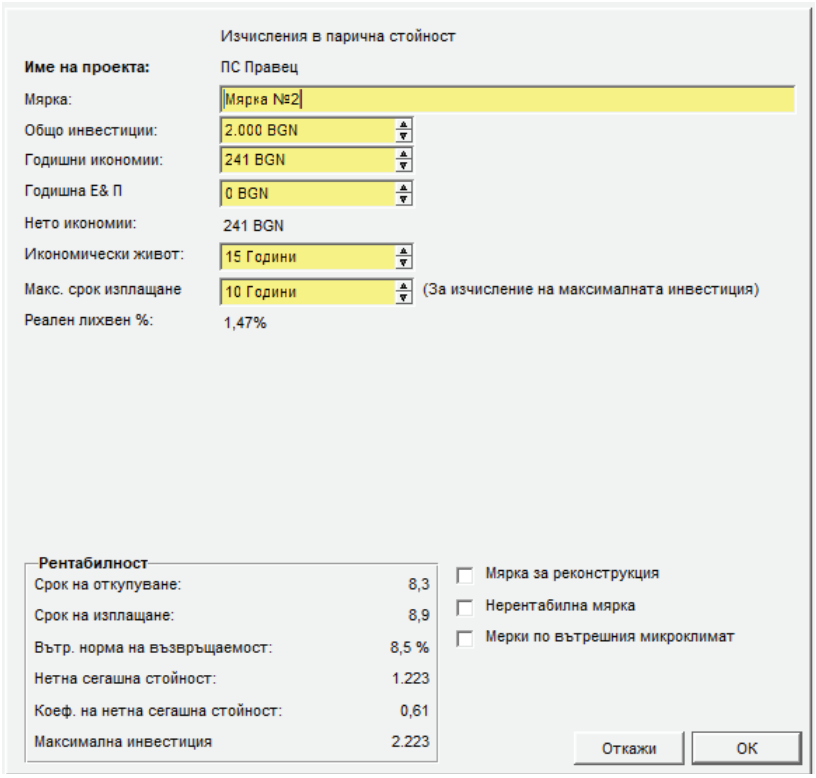
Необходимите инвестиции за прилагане на енергоспестяващи мерки с оглед повишаването на енергийната ефективност са на обща стойност 60 416 лева без ДДС. Очакваните икономии в резултат на реализацията на проекта по енергийна ефективност се оценяват на 19 255 лева на година.

Подробни резултати от изчисленията на финансовите показатели и паричните потоци на проекта, както и предлаганите енергоспестяващи мерки по срок на откупуване са представени в следващите таблици на софтуера „Финансови изчисления” на ЕНСИ.

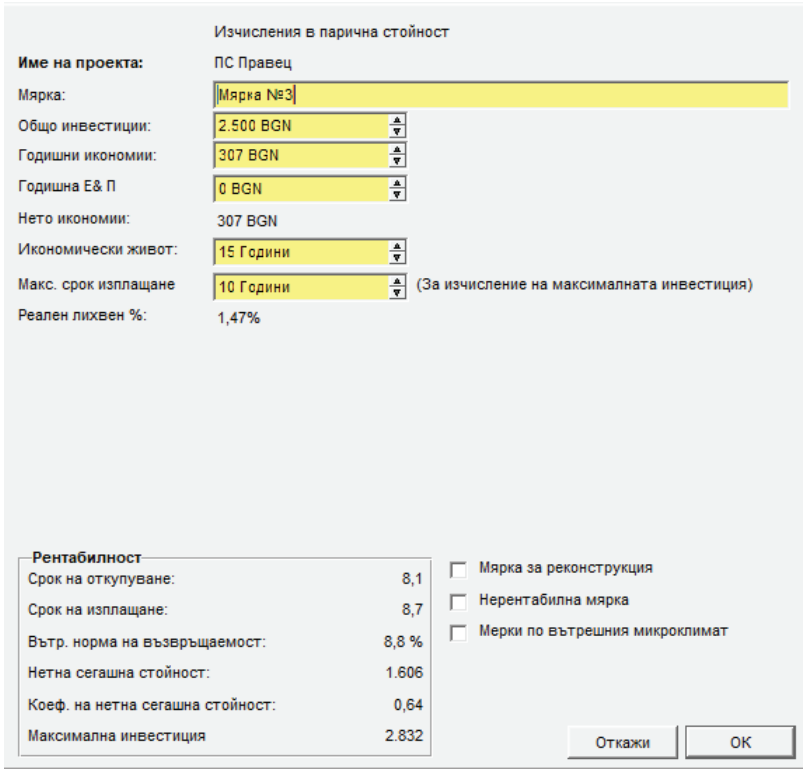
Фигура 21



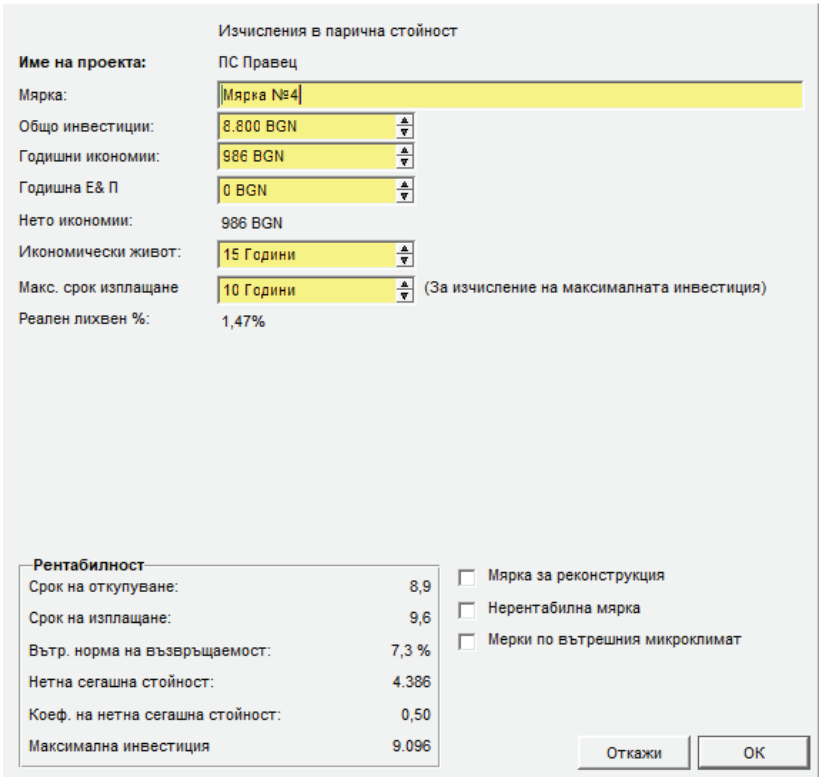
Фигура 22



Фигура 23



Фигура 24



Финансовите показатели за общите инвестиционни разходи за прилагането на енергоспестяващите мерки за подобряването на енергийната ефективност: NPV - нетна настояща стойност, IRR - вътрешна норма на възвръщаемост и PO - срок на изплащане са показани в таблицата по - долу.

Финансови показатели показват, че проектът е определено привлекателен от гледна точка на възвращаемост на инвестициите. Нетната настояща стойност (NPV) е атрактивна: NPV=197 084 лева. Срокът на откупуване на инвестициите е 3,14 години.

Определените финансови показатели на проекта показват атрактивна рентабилност при прилагането на енергоспестяващите мерки във „Водоснабдяване и Канализация“ ЕООД – ПС „Правец“.

Таблица 19

Мерки по енергийна ефективност, подредени по приоритетност								
№	**Предлагани мерки за енергийна ефективност**	**Инвестиции**	**Средногодишни икономии**	**PB**	**PO**	**IRR**	**NPV**	**NPVQ**
		лв.	**лв.**	**год.**	**год.**	**%**	**лв.**	-
1	ECM-1	47 116	17 721	2,66	2,7	37,3	189 869	4,03
2	ECM-2	2 000	241	8,31	8,9	8,5	1 223	0,61
3	ECM-3	2 500	307	8,15	8,7	8,8	1 606	0,64
4	ECM-4	8 800	986	8,92	9,6	7,3	4 386	0,5
	Общо	**60 416**	**19 254**	**3,14**	**5,9**	**-**	**197 084**	**-**

6. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ

6.1. Съществуващо положение

Съгласно Наредба № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите, енергийните характеристики за годишен разход на енергия имат екологичен еквивалент на причинени емисии въглероден двуокис, който се определя от количеството на всеки отделен вид енергиен ресурс/енергия в годишен разход на енергия (kWh) и коефициент на екологичен

еквивалент на съответния вид енергиен ресурс/енергия (g/kWh), съгласно Приложения 2 и 3 към Наредбата.

Съществуващо положение на емисиите на парникови газове вследствие консумацията на електрическа енергия от разгледаните по – горе за 2018г.:

Таблица 20

Емисии CO2			
Година	*2016*	*2017*	*2018*
Енергия	ton	ton	ton
Ел.енергия	641,07	449,37	462,77
Общо	**641,07**	**449,37**	**462,77**

6.2. Състояние след реализиране на ECM

В резултат от приложените енергоспестяващи мерки ще бъде реализирана икономия на електроенергия, което ще понижи емисиите на парниковите газове на предприятието.

Таблица 21

№	**Енергоспестяваща мярка**	**Спестявания**	**Спестени емисии въглероден двуокис**
		MWh	*tCO2/год.*
1	ECM-1	104,2416	85,37
2	ECM-2	1,415	1,16
3	ECM-3	1,805	1,48
4	ECM-4	5,8	4,75
Общо		**113,2616**	**92,76**

Емисионният анализ показва, че прилагането на всички препоръчани енергоспестяващи мерки ще доведе до годишно намаление на емисиите на CO_2 със **92,76** тона.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършеното обследване за енергийна ефективност показа не добро ниво на оползотворяване на енергийните ресурси за извършваната от обектите дейност. На този етап се установи, че има 4 целесъобразни за внедряване енергоспестяващи мерки.

Предвидените енергоспестяващи мерки ще доведат до икономии в размер на 113,262 MWh за година. Спестените въглеродни емисии ще са в размер на 92,76 ton CO2 за година.