

УДОСТОВЕРЕНИЕ N:00419/22.06.2015Г НА АГЕНЦИЯ ЗА УСТОЙЧИВО ЕНЕРГИЙНО РАЗВИТИЕ
Обследване за енергийна ефективност и сертифициране на сгради, оценка на съответствието на
инвестиционни проекти и изготвяне на оценки за енергийни спестявания – чл.44, ал.1 от ЗЕЕ

ДЕТАЙЛНО ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ



ОБЕКТ: **СОУ „ХРИСТО БОТЕВ”**
гр. Стара Загора

ДЕТАЙЛНО ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

ОБЕКТ: **СОУ „ХРИСТО БОТЕВ“**
гр. Стара Загора

Възложител: **Община Стара Загора**
гр. Стара Загора

Изпълнител: **„Лайф Енерджи“ ООД**

Кънчо Паскалев – управител.....



Разработили :

1. Кънчо Стойков Паскалев
2. Иван Панайотов Иванов
3. Даринка Стаменова Стаматова

ДОКЛАД

ЗА

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Обектът представлява масивна монолитна сграда съставена от четири корпуса, свързани помежду си топла връзка в една сграда.

Сградата съдържа класни стаи, кабинети, физкултурен салон, общи помещения, офисни помещения, тоалетни (бани) и спомогателни помещения. Сградата е въведена в експлоатация през 1960-1976 г. Използва се като учебна сграда на СОУ „Христо Ботев“ – гр. Стара Загора и е публична държавна собственост. През годините е извършена подмяна на дограмата, което оказва влияние за повишаване на енергийната ефективност на сградата. Детайлното обследване на сградата има за цел да установи интегрираната енергийна характеристика на сградата, да се класифицира, съгласно клас на енергопотребление и да набележи мерки за енергоспестяване, които да доведат до издаването на сертификат за енергийните характеристики на сградата.

2. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО

Съгласно климатичното райониране на Република България по Наредба № РД -16-1058/ 10.12.2009 г. за енергийните характеристики на обектите, сградата на учебния корпус на на СОУ „Христо Ботев“ – гр. Стара Загора се намира в климатична зона 6, която се характеризира със следните климатични собености:

- Средна надморска височина 196 м;
- Продължителност на отоплителния сезон е 187 дни;
- Начало: 24 октомври; край: 6 април
- Отопителни денградуси (DD) – 2 300 при средна температура в сградата 19.0°C
- Изчислителна външна температура: - 13 °C

Като базови климатични данни са използвани измерените средномесечни температури на външния въздух за населеното място за периода 2013 г. – 2015 г., по данни на Националния институт по метеорология и хидрология към БАН, както и представителни средномесечни температури на външния въздух за климатична зона

6. Използването на сградата е пълноценно вследствие на наличието на функциониращи отоплителна система и потребността за обучителния процес.

Поради това разходите на енергия съответстват на нормалните разходи при пълното използване на сградата по нейното предназначение.

Таблица 2.1

Таблица 2.1

Климатична зона 6 - Южна България - централна част												
Отоплителен период	Начало: 16 октомври			Изчислителна външна температура						-17		
	Край: 23 април			DD при нормативна температура в сградата 19 °C						2 700		
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	0.2	1.8	6.9	12.4	17.4	21.3	23.7	23.0	18.7	12.8	7.4	1.9
Средна относителна влажност				69.30	78.00	74.00	70.00	70.00	73.00	73.00	73.71	
Среден интензитет на пълното слънчево греење по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	27.7	38.5	53.5	68.1	78.7	86.1	83.8	76.7	61.8	44.0	29.7	23.5
Изток, Запад	58.5	71.8	84.5	97.9	111.1	130.2	126.6	130.7	111.1	78.2	56.4	47.0
Юг	109.5	118.4	111.4	97.3	91.8	103.9	103.5	129.6	142.0	121.0	100.5	88.5
Средна надморска височина		196										

Като базови климатични данни са използвани измерените средномесечни температури на външния въздух за населеното място за периода 2013 г. – 2015 г., по данни на Националния институт по метеорология и хидрология към БАН, както и представителни средномесечни температури на външния въздух за климатична зона 6.

2.1. Описание на сградата

Сградата на учебния корпус на на СОУ „Христо Ботев“ – гр. Стара Загора е публична общинска собственост собственост, представляваща масивна сграда, състояща се от един корпус на 5 етажа, два корпуса на 4 етаж, физкултурен салон, топла връзка и неотопляем сутерен. Сградата в по-голямата си част е изградена върху земя, като има частичен сутерен, който не се отоплява. Конструкцията на сградата е монолитна стоманобетонна скелетна, като външните стени на сградата представляват основно зид от решетъчни тухли, измазани отвътре с вътрешна мазилка, като стените не са топлоизолирани. Сградата е поддържана в рамките на възможното, но фасадата не е в добро състояние, като има места с оронена външна мазилка. Облицовката на цокъла е бучарда, сравнително запазена, като има ерозирали зони около водостоците. Липсата на хидроизолация води до проникване на влага през пукнатини към сутеренните помещения.

Боята е напукана от влиянието на атмосферните условия и поради старост по всички фасади.

Покривът на сградата е покрив с неотопляемо подпокривно пространство и «топъл» покрив. Покривът е стоманобетонен, без топлоизолация, покрит с ламарина. Покривът е в не много добро състояние с частични проблемни зони.

Подът на сградата е под на неотопляем сутерен и под върху земя. Подът не е топлоизолиран.

Дограмата на сградата е: PVC дограма със стъклопакет, която е в много добро състояние, дървена дограма и малка част метална дограма.

Отоплението е от котелна станция, захранвана на природен газ .

В сградата не е инсталирана вентилационна система. В сградата няма изградена охладителна система.

БГВ в сградата се използва от електрически бойлери.

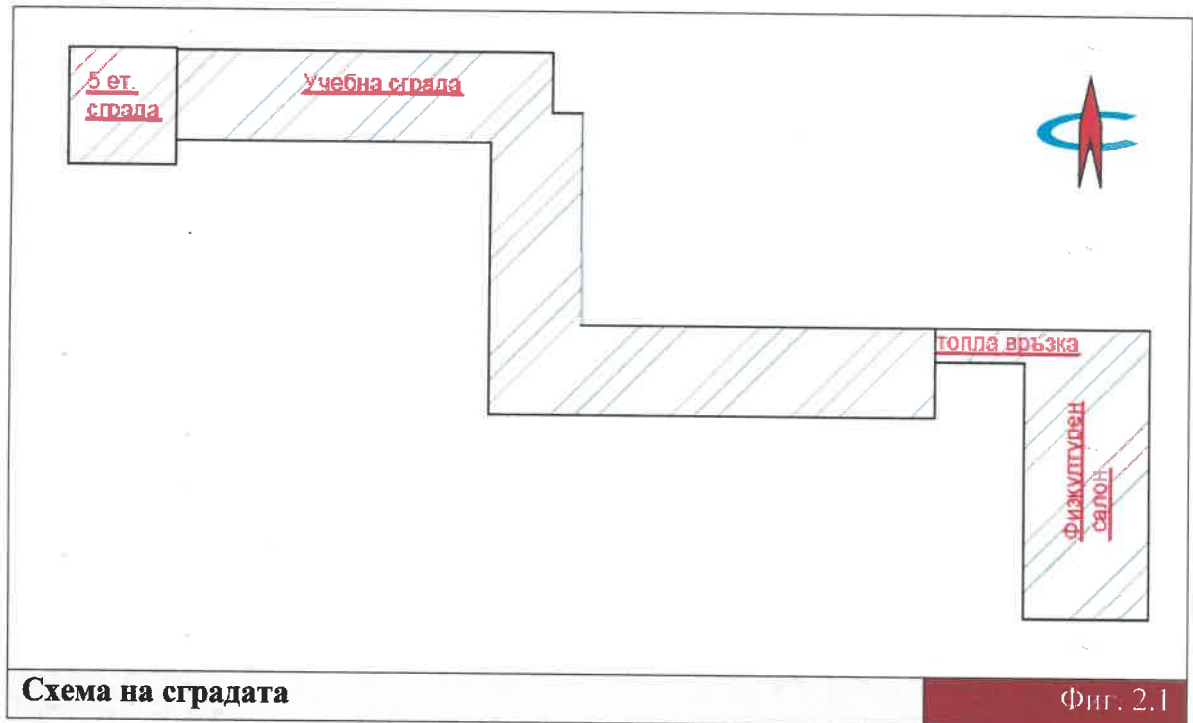
Електрическата инсталация е стара, но е в сравнително добро състояние. Осветлението в по-голямата си част са ЛНЖ и малка част ЛОТ, като са стари и в не много добро състояние.

Таблица 2.2

Таблица 2.2

Данни за обекта			
Сграда (наименование)	СОУ „Христо Ботев“		
Адрес	гр. Стара Загора	ул. „Майор Кавалджиев“ 168	
Тип сграда	Училище		
Собственост	Публична общинска		
Година на построяване		1970	
Брой обитатели + Персонал		600	
График обитатели час/ден		График отопление час/ден	
Работни дни, час/ден	10	Работни дни, час/ден	10
Събота, час/ден	-	Събота, час/ден	-
Неделя, час/ден	-	Неделя, час/ден	-
Брой отоплителни дни	187	Брой охладителни дни	-
Вътрешна температура (отоплителен сезон)	20.0°C	Вътрешна температура (охладителен сезон)	-

Схема на сградата



Изгледи на сградата



2.1.1. Геометрични характеристики на сградата

Таблица 2.3

ОБЩИ ПЛОЩИ						
Застроена площ (ЗП)	Разгъната застроена площ (РЗП)	Отопляема площ	Отопляем обем бруто	Отопляем обем нето	Охлаждана площ	Охлаждан обем
$A_{зп}, m^2$	$A_{рзп}, m^2$	$A_{отопл.}, m^2$	$V_{об.}, m^3$	$V_{от.}, m^3$	$A_{охл.}, m^2$	$V_{охл.}, m^3$
1450.41	4742.37	4742.37	18298.18	14638.54	0.00	0.00

2.1.2. Строителни и топлофизични характеристики на стените по фасади

Таблица 2.4

Тип	Посоки	СТЕНИ								Обща площ A, m^2
		И	СИ	С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮИ	
1	A, m^2	635.83	0.00	1219.82	0.00	546.32	0.00	896.46	0.00	3298.42
	$U, W/m^2K$	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40
Обща площ, A, m^2		635.83	0.00	1219.82	0.00	546.32	0.00	896.46	0.00	3298.42
Средно $U, W/m^2K$		1.40	0.00	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40	0.00	1.40
Чисти фасади граничеши с външен въздух (без прозорци и врати) на неотопляеми площи										
2	A, m^2	34.92	0.00	3.72	0.00	28.92	0.00	7.02	0.00	74.58
	$U, W/m^2K$	2.75	0.00	2.75	0.00	2.75	0.00	2.75	0.00	2.75
3	A, m^2	28.92	0.00	70.12	0.00	27.48	0.00	70.18	0.00	196.70
	$U, W/m^2K$	1.48	0.00	1.48	0.00	1.48	0.00	1.48	0.00	1.48

2.1.3. Строителни и топлофизични характеристики на пода по типове

Таблица 2.5

ТИП	ПОДОВЕ					
		Под върху земя	Под на отопляем сутерен	Под на неотопляем сутерен	Под върху външен въздух	Общо
1	$A_G, (m^2)$			255.30		
	$P, (m)$			73.70		
	$U, W/m^2K$			0.908		
2	$A_G, (m^2)$	1195.11				
	$P, (m)$	333.16				
	$U, W/m^2K$	0.406				
Обобщено	$A_G, (m^2)$	1195.11	0.000	255.300	0.000	
	$U, W/m^2K$	0.406	0.000	0.908	0.000	
Обща площ на пода, $A_{под(G)}, m^2$						1450.41
Обобщен коефициент на топлопреминаване през пода, $U_{обобщено}$						0.495

2.1.4. Строителни и топлофизични характеристики на прозорците по фасади

Таблица 2.6

Обобщено дограми и плътни врати										
тип		Посока								Обща площ А, m ²
		И	СИ	С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮИ	
Дограма	A, m ²	111.70	0.00	176.09	0.00	186.26	0.00	500.61	0.00	974.66
	U, W/m ² K	2.52	0.00	2.40	0.00	2.60	0.00	2.66	0.00	2.59
	g, -	0.53	0.00	0.52	0.00	0.53	0.00	0.54	0.00	0.53
Плътни врати	A, m ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	U, W/m ² K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	g, -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Обща площ, А, m ²		111.70	0.00	176.09	0.00	186.26	0.00	500.61	0.00	974.66
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщено}):		2.52	0.00	2.40	0.00	2.60	0.00	2.66	0.00	2.59
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (g _{обобщено}):		0.53	0.00	0.52	0.00	0.53	0.00	0.54	0.00	0.53
Обобщено дограми и плътни врати на неотапляеми площи										
тип		Посока								Обща площ А, m ²
		И	СИ	С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮИ	
Дограма	A, m ²	4.20	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	4.08	0.00	12.48
	U, W/m ² K	2.63	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	2.63	0.00	2.63
	g, -	0.54	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.54	0.00	0.54
Плътни врати	A, m ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	U, W/m ² K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	g, -	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Обща площ, А, m ²		4.20	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	4.08	0.00	12.48
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщено}):		2.63	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	2.63	0.00	2.63
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (g _{обобщено}):		0.54	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.54	0.00	0.54

2.1.5. Строителни и топлофизични характеристики на покрива

Таблица 2.7

Таблица 2.7							
ТИП	ПОКРИВИ						
	Характеристики по типове					U _{екв.}	A
	δ _{вс}	Gr	Pr	λ	λ _{екв}		
	m	-	-	W/mK	W/mK	W/m²K	m²
Покрив с неотапяемо подпокривно пространство							
1	0.80	3.09072E+08	0.7042	2.542	1.235	0.771	1008.82
Общо						0.771	1008.82
Плосък "топъл" покрив (без неотапяем въздух)							
2						3.611	395.07
3						3.154	46.52
Общо						3.563	441.59
Обща площ на покрива, A _{покрив} , m²						1450.41	
Обобщен коефициент на топлопреминаване през покрива, U _{обобщено}						1.621	

2.2. Анализ на ограждащите елементи.

2.2.1. Външни стени

Обследваната сграда е масивна със стоманобетонов скелет и зидове от плътни тухли, измазани отвътре и отвън. Фасадите са в не много добро състояние. Външните стени не са топлоизолирани като на малко места са с нарушена фасада. Външните стени са сведени до 3 (три) типа, 2 (два) от които са към неотопляеми обеми («студен» покрив и неотопляем сутерен).

Таблица 2.8

Типове външни стени	И m ²	СИ m ²	С m ²	СЗ m ²	З m ²	ЮЗ m ²	Ю m ²	ЮИ m ²	ОБЩО m ²	Вид стена
тип 1	635.83		1219.82		546.32		896.46		3298.42	фасада
тип 2	34.92		3.72		28.92		7.02		74.58	неотопляема площ
тип 3	28.92		70.12		27.48		70.18		196.70	неотопляема площ
Стени граничени с въздух	635.83	0.00	1219.82	0.00	546.32	0.00	896.46	0.00	3298.42	
Какаан	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Стени граничени със земя	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Общо стени	635.83	0.00	1219.82	0.00	546.32	0.00	896.46	0.00	3298.42	

Топлофизични характеристики на външни стени:

Таблица 2.9

Външна стена ТИП 1	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Зидария от кухи и решетъчни тухли на варо-пясъчен разтвор	25.0	0.520	0.48077		
Външна мазилка	3.0	0.870	0.03448		
Общо:	30.0		0.54382		
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
R _i , m ² K/W			0.54382		
U _i , W/m ² K			1.401		
Външна стена към неотопляем сутерен ТИП 2					
	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	δ , (cm)	R (m ² K/W)
Бучарда	3.0	2.570	0.01167		
Стоманобетон	25.0	1.630	0.15337		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Общо:	30.0		0.19362		
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
R _i , m ² K/W			0.19362		
U _i , W/m ² K			2.750		

Външна стена към „студен“ покрив ТИП 3	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Външна мазилка	2.0	0.870	0.02299		
Зидария от кухи и решетъчни тухли на варо-пясъчен разтвор	25.0	0.520	0.48077		
Общо:	27.0		0.50376		
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
		Преди ЕСМ		След ЕСМ	
R _i , m ² K/W			0.50376		
U _i , W/m ² K			1.484		

Стените са представени на следващите фигури (фиг.2.6 до фиг.2.9)



2.2.2. Прозорци и външни врати

Дограмата на сградата е частично подменена с PVC със стъклопакет и тя отговаря на съвременните изисквания. Подменената дограма е без нарушени уплътнения, без фуги и без липсващи гумени уплътнения. Останалата част е дървена и единична метална, която не е в много добро състояние.

Таблица 2.10

Прозрачни външни прозорци и врати							Фасада														Обща площ		
							И		СИ		С		СЗ		З		ЮЗ		Ю			ЮИ	
№	Вид	a	b	A	U	g	n	A	n	A	N	A	n	A	n	A	N	A	n	A	n	A	m²
		cm	cm	m²	W/m²K	-	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	
1	Тип 1	210	140	2.94	1.70	0.48	8	23.52		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	23.52
2	Тип 1	40	40	0.16	1.70	0.48	8	1.28		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	1.28
3	Тип 1	90	150	1.35	1.70	0.48	2	2.70		0.00	4	5.40		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	8.10
4	Тип 1	180	210	3.78	1.70	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	8	30.24		0.00		0.00		0.00	30.24
5	Тип 1	160	200	3.20	1.70	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	2	6.40		0.00		0.00		0.00	6.40
6	Тип 1	275	195	5.36	1.70	0.48		0.00		0.00	4	21.45		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	21.45
7	Тип 1	140	60	0.84	1.70	0.48		0.00		0.00	36	30.24		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	30.24
8	Тип 2	150	200	3.00	2.63	0.54	10	30.00		0.00	30	90.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	120.00
	Тип 2	90	150	1.35	2.63	0.54		0.00		0.00	2	2.70		0.00	1	1.35		0.00		0.00		0.00	4.05
10	Тип 2	270	200	5.40	2.63	0.54		0.00		0.00	3	16.20		0.00		0.00		0.00	2	10.80		0.00	27.00
11	Тип 2	460	150	6.90	2.63	0.54		0.00		0.00	1	6.90		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	6.90
12	Тип 2	170	200	3.40	2.63	0.54	12	40.80		0.00		0.00		0.00	21	71.40		0.00	77	261.80		0.00	374.00
13	Тип 2	200	200	4.00	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	43	172.00		0.00	172.00
14	Тип 2	130	200	2.60	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	2	5.20		0.00	5.20
15	Тип 2	70	235	1.65	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	2	3.29		0.00	3.29
16	Тип 2	160	145	2.32	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	17	39.44		0.00	39.44
17	Тип 2	170	60	1.02	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	4	4.08		0.00	4.08
18	Тип 2	170	150	2.55	2.63	0.54	4	10.20		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	10.20
19	Тип 2	140	75	1.05	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00	5	5.25		0.00		0.00		0.00	5.25
20	Тип 2	150	420	6.30	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00	10	63.00		0.00		0.00		0.00	63.00
21	Тип 2	180	90	1.62	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00	1	1.62		0.00		0.00		0.00	1.62
22	Тип 3	350	200	7.00	6.66	0.61		0.00		0.00		0.00		0.00	1	7.00		0.00		0.00		0.00	7.00
23	Тип 3	160	200	3.20	6.66	0.61	1	3.20		0.00	1	3.20		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	6.40
24	Тип 3	200	200	4.00	6.66	0.61		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	1	4.00		0.00	4.00
Обща площ прозорци по фасади, (A _{пр} , m²):							45	111.70	0	0.00	81	176.09	0	0.00	49	186.26	0	0.00	148	500.61	0	0.00	974.66
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщен}):							2.52		0.00		2.40		0.00		2.60		0.00		2.66		0.00		2.59
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (g _{обобщен}):							0.53		0.00		0.52		0.00		0.53		0.00		0.54		0.00		0.53

a - ширина на прозореца, **m**

b - височина на прозореца, **m**

A - площ на прозореца, **м²**

U - коефициент на топлопреминаване през прозореца, **W/m²K**

g - коефициент на сумарна пропускливост на слънчевата енергия през прозореца

Таблица 2.11

Прозрачни външни прозорци и врати на неотопляеми помещения							Фасада														Обща площ		
№	Вид	a	b	A	U	g	И		СИ		С		СЗ		З		ЮЗ		Ю			ЮИ	
		см	см	м²	W/m²K	-	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	бр.	м²	м²
1	Тип 2	140	75	1.05	2.63	0.54	4	4.20		0.00		0.00		0.00	4	4.20		0.00		0.00		0.00	8.40
2	Тип 2	170	60	1.02	2.63	0.54		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	4	4.08		0.00	4.08
Обща площ прозорци по фасади, (A _{пр} , м²):							4	4.20	0	0.00	0	0.00	0	0	4	4.20	0	0.00	4	4.08	0	0.00	12.48
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщен}):							2.63		0.00		0.00		0.00		2.63		0.00		2.63		0.00		2.63
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (g _{обобщен}):							0.54		0.00		0.00		0.00		0.54		0.00		0.54		0.00		0.54

Таблица 2.12

Прозрачни външни прозорци и врати	
Тип 1	PVC със двоен стъклопакет
Тип 2	Дървена дограма
Тип 3	Единичен прозорец с метална рамка



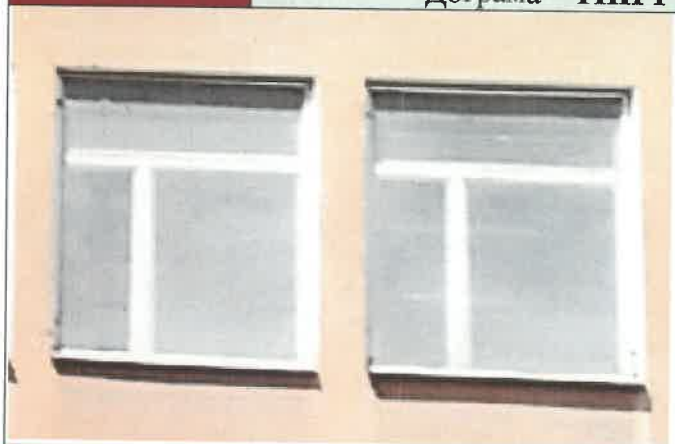
Фиг. 2.10

Дограма – ТИП 1



Дограма – ТИП 2

Фиг. 2.11



Фиг. 2.12

Дограма – ТИП 2



Дограма – ТИП 3

Фиг. 2.13

2.2.3. Покрив

Покривът на сградата е съставен от 2 (два) типа покрив – тип 1 - покрив с неотопляемо подпокривно пространство и тип 2 – плосък «топъл» покрив. Покривите са в не-много добро състояние и не са топлоизолирани.

Таблица 2.13

Покрив с неотопляемо подпокривно пространство					
		Тип 1	Тип 2	Тип 3	Общо
Площ на таванската плоча	$A_{\text{тав.пл.}}, \text{m}^2$	1008.82			1008.82
Периметър на таванската плоча	$P_{\text{тав.пл.}}, \text{m}$	349.94			
Височина на прилежащите стени	h_w, cm	80			
Обем на въздуха на подпокривното пространство	V, m^3	807.06			
Процент на увеличение на покривната плоча	%	0			
Площ на покривната плоча	$A_{\text{покр.пл.}}, \text{m}^2$	1008.82			

Таблица 2.14

Определяне на съпротивлението на топлопроводност на таванската плоча R1 ТИП 1	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Стоманобетонна плоча	15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Общо:	17.0		0.12060		
R_{si}	0,10				
R_{se}	0,10				
R_1 , m ² K/W			0.12060	Преди ЕСМ	
U_1 , W/m ² K			3.119	След ЕСМ	
Определяне на съпротивлението на топлопроводност на покривната плоча R2 ТИП 1	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Ламарина	1.0	53.500	0.00019		
Дървена обшивка	3.0	0.035	0.85714		
Общо:	4.0		0.85733		
R_{si}	0,13				
R_{se}	0,04				
R_2 , m ² K/W			0.85733	Преди ЕСМ	
U_2 , W/m ² K			0.973	След ЕСМ	

Таблица 2.15

Определяне на температурата на въздуха в подпокривното пространство								
I. Изходни данни:	Означения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ
Средна обемна температура на сградата	θ_i	°C	22.0					
Външна температура в най-голяма продължителност за отоплителния период	θ_e	°C	2					
Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$(\theta_{se1} - \theta_{se2})$	°C	4.14					
Съпротивление на топлопредаване на повърхността от страна на отопляемото помещение	R_{se1}	m ² K/W	0.10					
Съпротивление на топлопроводност на таванската плоча	R_1	m ² K/W	0.1206					
Съпротивление на топлопредаване от таванската плоча към подпокривното пространство	R_{se1}	m ² K/W	0.3158					
Съпротивление на топлопредаване на от въздуха към покривната плоча	R_{si2}	m ² K/W	0.3158					
Съпротивление на топлопроводност на покривната плоча	R_2	m ² K/W	0.8573					
Съпротивление на топлопредаване от покривната плоча към външния въздух	R_{se2}	m ² K/W	0.04					
Съпротивление на топлопредаване от вътрешната стена на вертикалните ограждащи елементи	R_{siw}	m ² K/W	0.13					
Съпротивление на топлопроводност на вертикалните ограждащи елементи	R_w	m ² K/W	0.5038					
Съпротивление на топлопредаване от вертикалните ограждащи ел. към външен въздух	R_{sew}	m ² K/W	0.04					
Прилежаща стена:			Тип 3					

Площ на таванската плоча	A_1	m^2	1008.82					
Площ на покривната плоча	A_2	m^2	1008.82					
Площ на вертикалните ограждащи елементи	A_w	m^2	279.95					
Периметър на вертикалните ограждащи елементи	P	m	349.94					
Височина на прилежащите стени	h_w	m	0.80					
II. Изчислителни данни:	Означения	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Коефициент на топлопреминаване през таванска плоча	U_1	W/m^2K	1.8641					
Коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U_2	W/m^2K	0.8243					
Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	U_w	W/m^2K	1.4842					
Температура на въздуха в подпокривното пространство	θ_a	$^{\circ}C$	15.7192					
Температура на долната повърхност граничеща с подпокривното пространство	θ_{a1}	$^{\circ}C$	17.68					
Температура на горната повърхност граничеща с подпокривното пространство	θ_{a2}	$^{\circ}C$	13.53					
Определение на коефициент на топлопреминаване през студен покрив (с въздушен слой по-голям от 30 см)								
I. Изходни данни:	Означения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ
Сума - R_1, R_2	$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)$	m^2K/W	0.9779					
Дебелина на въздушния слой	δ_{ac}	m	0.80					
Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	λ	W/mK	2.5500					
Съпротивление на топлопредаване от вътрешната страна на покрива	R_{si}	m^2K/W	0.10					
Съпротивление на топлопредаване от външната страна на покрива	R_{se}	m^2K/W	0.04					
Кинематичен вискозитет на въздуха	ν	m^2/s	14.6100					
Критерии на Прандтл	Pr		0.7040					
Уплътненост на покрива:			Неуплътнен покрив					
Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство:	n	h^{-1}	0.3					
Обем на въздуха в подпокривното пространство	V	m^3	807.06					
II. Изчислителни данни:	Означения	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Корекционен коефициент при $GrPr < 10^3$	ϵ_{k1}		1.00					
Корекционен коефициент при $10^3 < GrPr < 10^6$	ϵ_{k2}		34.1960					
Корекционен коефициент при $10^6 < GrPr < 10^9$	ϵ_{k3}		49.6648					
Критерии на Грасхоф	Gr		3.376E+08					
Коефициент на обемно разширение	β	K^{-1}	0.003462					
Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	λ_{eq}	W/mK	1.2665					
Грасхоф-Прандтл	$GrPr$		2.377E+08					
Коефициент на топлопреминаване през подпокривно пространство	U_r	$W/m^2 K$	0.771					

Таблица 2.16

Плосък „топъл“ покрив (без неотопляем въздух)					
		Тип 2	Тип 3		
Площ на покрива	А _{покрив} , m ²	395.07	46.52	Общо	
				441.59	

Таблица 2.17

Плосък „топъл“ покрив (без неотопляем въздух) ТИП 2		Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
					δ , (cm)	R (m ² K/W)
Ламарина		1.0	53.500	0.00019		
Хидроизолация		1.0	0.620	0.01613		
Стоманобетонна плоча		15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка		2.0	0.700	0.02857		
Общо:		19.0		0.13691		
R _{si}		0,10				
R _{se}		0,04	Преди ЕСМ		След ЕСМ	
R _i , m ² K/W				0.13691		
U _i , W/m ² K				3.611		
Плосък „топъл“ покрив (без неотопляем въздух) ТИП 3		Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
					δ , (cm)	R (m ² K/W)
Мозайка		2.0	2.470	0.00810		
Изравнителна циментова замазка		3.0	0.620	0.04839		
Стоманобетонна плоча		15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка		2.0	0.700	0.02857		
Общо:		22.0		0.17708		
R _{si}		0,10				
R _{se}		0,04	Преди ЕСМ		След ЕСМ	
R _i , m ² K/W				0.17708		
U _i , W/m ² K				3.154		



Фиг. 2.14

Покрив – ТИП 1



Покрив – ТИП 2

Фиг. 2.15

2.2.4. Под

Сградата има два типа под – тип 1 - под на неотопляем сутерен и тип 2 – под върху земя. Подът е в добро състояние, но не е топлоизолиран и това води до топлинни загуби.

Таблица 2.18

Под на неотопляем сутерен					
		Тип 1			Общо
Площ на земната основа	A_G, m^2	255.30			255.30
Периметър на земната основа	P, m	73.70			
Височина на стените до горната повърхност на земята	z', cm	150			
Височина на стените на подземния етаж, граничещи с външния въздух	h, cm	120			
Обем на въздуха на подземния етаж	V, m^3	689.31			

Таблица 2.19

Изчисляване на R_{bf} и U_{bf} (под на неотопляем подземен етаж) ТИП 1		Дебелина $\delta,$ (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m^2K/W)	ECM	
					$\delta,$ (cm)	R (m^2K/W)
Мозайка		2.0	2.470	0.00810		
Циментова замазка		3.0	0.930	0.03226		
Стоманобетонна плоча		20.0	1.630	0.12270		
Трамбован чакъл		20.0	1.160	0.17241		
Трамбована пръст		30.0	1.150	0.26087		
Общо:		75.0		0.59634		
R_{si}		0.17				
R_{se}		0.04	Преди ECM			След ECM
$R_{g1}, m^2K/W$		0.59634				
$U_{g1}, W/m^2K$		1.240				
Изчисляване на R_{bw} (стени на подземния етаж) ТИП 1		Дебелина $\delta,$ (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m^2K/W)	ECM	
					$\delta,$ (cm)	R (m^2K/W)
Вътрешна мазилка		2.0	0.700	0.02857		
Стоманобетон		25.0	1.630	0.15337		
Общо:		27.0		0.18195		
R_{si}		0.13				
R_{se}		0.04	Преди ECM			След ECM
$R_{g1}, m^2K/W$		0.18195				
$U_{g1}, W/m^2K$		2.841				
Изчисляване на U_f (подова плоча на отопляемото помещение над неотопляем-подземен етаж) ТИП 1-1		Дебелина $\delta,$ (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m^2K/W)	ECM	
					$\delta,$ (cm)	R (m^2K/W)
Мозайка		2.0	2.470	0.00810		
Изравнителна циментова замазка		3.0	0.930	0.03226		
Стоманобетонна плоча		20.0	1.630	0.12270		
Вътрешна мазилка		2.0	0.700	0.02857		
Общо:		27.0		0.19163		
R_{si}		0.17				
R_{se}		0.17	Преди ECM			След ECM
$R_{g1}, m^2K/W$		0.19163				
$U_{g1}, W/m^2K$		1.881				
Изчисляване на U_f		Дебелина	Коефициент на	Съпротивление на	ECM	

(подова плоча на отопляемото помещение над неотопляем подземен етаж) ТИП 1-2	δ , (cm)	топлопроводност λ (W/mK),	топлопреминаване (m ² K/W)	δ , (cm)	R (m ² K/W)
Паркет	1.0	0.210	0.04762		
Изравнителна циментова замазка	4.0	0.930	0.04301		
Стоманобетонна плоча	20.0	1.630	0.12270		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Общо:	27.0		0.24190		
R_{si}	0,17	Преди ЕСМ			След ЕСМ
R_{se}	0,17				
R_{gi} , m ² K/W		0.24190			
U_{gi} , W/m ² K		1.719			

Таблица 2.20

Таблица 2.20

Определяне на коефициента на топлопреминаване през под на неотопляем подземен етаж								
I. Изходни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1					
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуа лно	след ЕСМ
Площ на пода на подземния етаж (на земната основа)	A _G	m ²	255.30					
Периметър на подземния етаж	P	m	73.70					
Коефициент на топлопредаване на пода на отопляваното помещение	U _f	W/m ² K	1.793					
Коефициент на топлопреминаване на стените на подземния етаж над земята	U _w	W/m ² K	1.948					
Височина на стените на подземния етаж, които граничат с външния въздух	h	m	1.20					
Кратност на въздухообмен в подземния етаж	n	h ⁻¹	0.30					
Обем на въздуха на подземния етаж	V	m ³	689.31					
Прилежаща подземна стена:			Тип 1					
Съпротивление на топлопроводност на стените на подземния етаж	R _{bw}	m ² K/W	0.182					
Съпротивление на топлопроводност на пода на подземния етаж	R _{bf}	m ² K/W	0.298					
Под на подземния етаж:			Тип 1 и 2					
Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	w	m	0.29					
Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	z	m	1.50					
Прилежаща стена:			Тип 2					
Определяне на коефициента на топлопреминаване през стените на подземен етаж:								
I. Изходни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Съпротивление на топлопредаване на вътрешна повърхност	R _{si}	m ² K/W	0.13					
Съпротивление на топлопредаване на външната повърхност	R _{se}	m ² K/W	0.04					
Съпротивление на топлопроводност на стените на подземния етаж	R _{bw}	m ² K/W	2.841					
Прилежаща подземна стена:			Тип 1					
II. Изчислителни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
d _{bw}	d _{bw}	m	0.703891					
Приведена дебелина	d _t	m	1.306338					
Пространствена характеристика на пода	B'	m	6.928087					
Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	U _{bf}	W/m ² K	0.411					
Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж	U _{bw}	W/m ² K	1.124					
Действителен коефициент на топлопреминаване	U _{none}	W/m ² K	0.908					

Таблица 2.21

Под върху земя					
		Тип 2-1	Тип 2-2		Общо
Площ на под върху земя	A _G	414.80	780.31		1195.11
Периметър на под върху земя	P _G				333.16

Таблица 2.22

Изчисляване на R _f (под върху земя) ТИП 2-1	Дебелина δ, (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ, (cm)	R (m ² K/W)
Мозайка	2.0	2.470	0.00810		
Изравнителна циментова замазка	3.0	0.930	0.03226		
Стоманобетонна плоча	20.0	1.630	0.12270		
Трамбован чакъл	20.0	1.160	0.17241		
Трамбована пръст	30.0	1.150	0.26087		
Общо:	75.0		0.59634		
R _n , m ² K/W				Преди ЕСМ 0.59634	
				След ЕСМ	
Изчисляване на R _f (под върху земя) ТИП 2-2	Дебелина δ, (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ, (cm)	R (m ² K/W)
Паркет	2.0	0.210	0.09524		
Изравнителна циментова замазка	3.0	0.930	0.03226		
Стоманобетонна плоча	20.0	1.630	0.12270		
Трамбован чакъл	20.0	1.160	0.17241		
Трамбована пръст	30.0	1.150	0.26087		
Общо:	75.0		0.68348		
R _n , m ² K/W				Преди ЕСМ 0.68348	
				След ЕСМ	

Таблица 2.23

Определение на коефициента на топлопреминаване през под върху земя								
I. Изходни данни:	Озна- чения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ
Площ на земната основа	A _G	m ²	1195.11					
Периметър	P	m	333.16					
Коефициент на топлопроводност на земята	λ	W/mK	2					
Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	w	m	0.30					
Съпротивление на топлопредаване на вътрешна повърхност	R _{si}	m ² K/W	0.17					
Съпротивление на топлопредаване на външна повърхност	R _{se}	m ² K/W	0.04					
Съпротивление на топлопроводността на подова плоча	R _f	m ² K/W	0.65323					
Прилежаща стена:			Тип 1					
II. Изчислителни данни:	Озна- чения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	

Пространствена характеристика на пода	B'	m	7.17					
Приведена дебелина	d_t	m	2.03					
Ширина на хоризонтална топлоизолационна ивица		cm						
Височина на вертикална топлоизолационна ивица		cm						
$d'_{\text{хор}}$ на хоризонтална топлоизолационна ивица	$d'_{\text{хор}}$	m	0.0000					
$d'_{\text{верт}}$ на вертикална топлоизолационна ивица	$d'_{\text{верт}}$	m	0.000					
$\Psi_{g,e \text{ хор}}$ на хоризонтална топлоизолационна ивица	$\Psi_{g,e \text{ хор}}$		0.000					
$\Psi_{g,e \text{ верт}}$ на вертикална топлоизолационна ивица	$\Psi_{g,e \text{ верт}}$		0.000					
Коефициент на топлопреминаване през пода върху земя (без изолационна ивица)	U_0	W/m ² K	0.406					
Коефициент на топлопреминаване през под върху земя	$U_{из}$	W/m ² K	0.406					



Фиг. 2.16



Фиг. 2.17

Под – тип 1 Под – тип 2

3. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ И ВЕНТИЛАЦИЯ

3.1. Котелна станция

Топлозахранването на сградата се осъществява от локална котелна централа, разположена в отделно помещение на сградата. Котелната централа работи на основно гориво природен газ, като топлозахранването става с водогреещи котли.

Котлите са газови водогрени котли Плам 550 с инсталирана отоплителна мощност $Q = 638 \text{ kW}$, окомплектован с горелка за природен газ с мощност $1,5 \text{ kW}$ и Плам 350 с инсталирана отоплителна мощност $Q = 482 \text{ kW}$, окомплектован с горелка за природен газ с мощност $0,75 \text{ kW}$.

Разширителният съд е монтиран в котелното помещение.

Монтирани са общо 2 циркуляционни помпи.

Помпите са монтирани на „студената“ вода и подават водата от водосъбирателя към котела и от там към водоразпределителя. От водоразпределителя „топлата“ вода се подава към отделните контури на вътрешната отоплителна инсталация и отдавайки топлината в отоплителните тела се връща към водосъбирателя. За всеки контур е предвидена отделна циркуляционна помпа, снабдена с воден филтър и сферични кранове. За поддържане на оптимална температурата въздуха в отопляваните помещения са предвидени трипътни смесителни вентили за всеки отоплителен контур. На водоразпределителя и водосъбирателя са предвидени термоманометри и дренажни кранове $\frac{3}{4}$ ". За всеки отоплителен контур, на водоразпределителя са предвидени сферични кранове. За най-високите точки и при вертикалните вдигания са предвидени автоматични обезвъздушители.

В котелното помещение са монтирани останалите съставни елементи на котелната инсталация: водоразпределителни колектори, циркуляционни помпи, спирателна, контролна, предпазна арматура и командно табло.

Котлите и горелките са в добро състояние, преминали редовен технически надзор.



Фиг. 3.1



Фиг. 3.2

Котелна станция Помпа

3.2. Отоплителна инсталация

Отоплителната инсталация на сградата е водно-помпена схема тип „Тихелман“ с долно разпределение и параметри на топлоносителя вода 90/70°C. Разпределителната мрежа тръгва от абонатната от колектор „водоразпределител“ и водосъбирател“. Разпределителната мрежа и вертикалните щрангове на инсталацията са изпълнени от стоманени тръби. Разширителният съд е затворен. Отоплителните тела са чугунени и панелни радиатори с различна височина в помещенията и коридорите. На отоплителните тела не са монтирани индивидуални топломери, както и термоглави. Обезвъздушаването е чрез ръчни радиаторни обезвъздушители, монтирани на всяко отоплително тяло и ръчно обезвъздушаване на края на всеки щранг. Отоплителните тела не са в много добро състояние. Цялата отоплителна инсталация (сградната инсталация) не е в добро състояние и е необходима нейната подмяна.



3.3. Битово горещо водоснабдяване (БГВ)

В сградата не се използва БГВ от абонатната станция и няма изградена обща инсталация за БГВ. БГВ се използва само в отделни санитарни помещения от електрически бойлери.

Таблица 3.1

	БГВ	Референтно
Литра студена вода/ден	-	13.8
Литра гореща вода/ден	-	7.0
Литра вода на ден	-	20.8
Брой хора	-	600
Работни дни	-	365
Отопляема площ	-	4742.37
Литра/годишно	-	1523478
Литра/m²y	-	321
Температура на БГВ	-	55
Температура на студената вода	-	25

3.4. Вентилация, студозахранване и климатизация

В сградата няма изградена функционираща вентилационна система.

В сградата няма изградени климатични и охладителни системи.

4. КОНСУМАТОРИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ (ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ)

4.1. Електрозахранване

Електрическата инсталация е физически стара, но макар че е поддържана и не е в добро състояние.

Електрозахранването на този обект е предвидено в зависимост от неговото предназначение и инсталираните вътре електроконсуматори, които са предимно осветление, дребна маломощна техника и кухненско оборудване. Измерването на потребената енергия в сградата става посредством електромер намиращ се в главното разпределително табло. Електрическата инсталация не съответства на натоварването към момента и по тази причина дефектира при по-голямо натоварване (при включване на климатици за отопление).



Фиг. 4.1 Електрическо табло

Таблица 4.1

	Инсталирана мощност, $W_{\text{инст.}}$ kW	Коефициент на едноврем. K_e	Работни часове на ден	Работни дни годишно	Работна мощност $P_{\text{об.}}$ kW	Едновременна мощност $P_{\text{ед.}}$ W/m ²	Изчислена потребена електроенергия kWh	
Осветление	48.42	0.30	2.0	150	14.53	2.90	4358.23	
Силови влияещи	78.91	0.40	3.2	150	31.56	6.70	15067.23	Силови влияещи и невлияещи
Силови невяляещи	2.70	0.60	4.7	365	1.62	0.35	2803.20	17870.43
БГВ	7.50	1.00	1.0	150	7.50	1.58	1125.00	
Отопление	1.60	0.50	4.0	187	0.80	0.17	598.40	
Охлаждане	0.00	0.60	0.0	413	0.00	0.00	0.00	
Помпи за БГВ	0.00	0.60	0.0	365	0.00	0.00	0.00	Помпи
Помпи отопление	0.50	1.00	8.0	187	0.50	0.04	748.00	748.00
Помпи охлаждане	0.00	0.60	0.0	413	0.00	0.00	0.00	
Нагнетателна вентилация	0.00	0.60	0.0	365	0.00	0.00	0.00	Вентилация
Смукателна вентилация	0.00	0.60	0.0	365	0.00	0.00	0.00	0.00
ОБЩО	91.21				56.51		24700.06	

4.2. Електропотребление за отопление

В сградата функционира отоплителната система, но не се поддържа нормативна температура (22.0°C) в сградата, към момента на обследването се използват

допълнителни отоплителни уреди за доотопление на отделни помещения климатици, но само в две стаи.

Таблица 4.2

Отопление от електрически уреди						
Вид на електроуред		Единична мощност на уреда W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Работни часове на ден	COP
1	Климатик	800	2	1.600	4.0	1.0
Инсталирана мощност, kW:			2	1.600	4.00	100.00%

Инсталираната мощност за отопление от електроуреди в обекта е $P_{\text{инст}}=1.60$ kW; при $k_{\text{едн}}=0.5$ и се получава $P_{\text{едн}}=0.23$ W/m². При средно време на работа 4 часа на ден електропотреблението за 187 дни е **$W_{\text{год}}=598$ kWh/y.**



4.3. Електропотребление за осветление

Осветителната инсталация третира работното, дежурното и аварийното осветление. След направения оглед е установено, че осветлението е реализирано основно от ЛОТ и лампи с нажежаема жичка.

В санитарните помещения, както и в някои други общи помещения са поставени лампи с ЛНЖ 75 W.

Видът, броят и електрическата мощност на осветителните тела по мощности са представени в Таблица 4.3.

Таблица 4.3

Осветителни тела (вътрешни)							
Вид на крушките (лампиите)		Единична мощност на лампите, W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Коефициент за типа на осветително тяло	Процент изправни, %	Обща мощност на работещите лампи, kW
1	ЛОТ 2x36	72	102	8.813	1.2	100	8.813
2	ЛОТ 1x36	36	38	1.710	1.25	100	1.710
3	ЛНЖ (75 W)	75	154	11.550	1	100	11.550
4	ЛОТ 3x36	108	104	11.232	1	100	11.232
5	ЛОТ 4x18	72	210	15.120	1	100	15.120
Актуално състояние			608	48.425			48.425

Инсталираната мощност за осветление в обекта е $P_{\text{инст}}=48.425 \text{ kW}$; при $K_{\text{едн}}=0,30$; и след отчитане на коефициента за типа на осветителното тяло и процентно тяхната изправност се получава $P_{\text{едн}}=2.90 \text{ kW}$. При средно време на работа 2 часа на ден електропотреблението за 150 дни е $W_{\text{год}}=4 \text{ 358 kWh/y}$.



4.4. Силови консуматори, влияещи върху топлинния баланс

Използваме натрупания практически опит, методи за анализ на електроконсумацията, интервюта с персонала и статистически методи за редуциране на едновременната мощност на различните консуматори влияещи на топлинния баланс.

Таблица 4.4

Силови уреди влияещи върху топлинния баланс					
Вид на електроуред		Единична мощност на уреда W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Работни часове на ден
1	Компютър	350	36	12.600	2.0
2	Копирна машина	200	1	0.200	1.0
3	Мултифункционално устройство (MFC)	400	2	0.800	1.0
4	Принтер	200	2	0.400	1.0
5	Готварска печка	12000	4	48.000	4.0
6	Кафемашина	2000	2	4.000	1.0
7	Фризер	110	1	0.110	6.2
8	Хладилник	200	4	0.800	4.8
9	Кухненеско оборудване	12000	1	12.000	2.0
Инсталирана мощност, kW:			53	78.91	3.18

Инсталираната мощност в сградата за силовите консуматори влияещи на топлинния баланс е $P_{\text{инст}}=78.91 \text{ kW}$; $K_{\text{едн}}=0,40$; $P_{\text{едн}}=6.70 \text{ kW}$. При средно време на работа от 3.2 часа на ден електропотреблението за 150 дни е $W_{\text{год}}=15 \text{ 067 kWh/y}$.



Фиг. 4.9

Компютри



Хладилник

Фиг. 4.10



Фиг. 4.11

Кафемашина



Офис техника

Фиг. 4.12

4.5. Силови консуматори, невлияещи върху топлинния баланс

В сградата, за обследвания период, работещ силов уред, невлияещ върху топлинния баланс е външното осветление.

Таблица 4.5

Силови уреди невлияещи върху топлинния баланс					
	Вид на електроуред	Единична мощност на уреда W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Работни часове на ден
1	Външно осветление	500	1	0.500	8.0
2	Външни тела	1100	2	2.200	4.0
Инсталирана мощност, kW:			3	2.700	4.74

Инсталираната мощност в сградата за силовите консуматори невлияещи на топлинния баланс е $P_{\text{инст}}=1.60 \text{ kW}$; $K_{\text{едн}}=0.6$; $P_{\text{едн}}=0.40 \text{ kW}$. При средно време на работа 4.7 часа на ден електропотреблението за 365 дни е $W_{\text{год}}=2 \text{ 803 kWh/y}$.



4.6. Електропотребление за охлаждане

В сградата, за обследвания период, няма работещи охладителни уреди.

4.7. Електропотребление за битова гореща вода (БГВ)

Сградата се използва БГВ от електроуреди (електрически бойлери) за БГВ.

Таблица 4.6

Битова гореща вода (БГВ) от електрически бойлери					
	Вид на електроуред	Единична мощност на уреда W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Работни часове на ден
1	Бойлер	3000	1	3.000	1.0
2	Проточен бойлер	1500	3	4.500	1.0
Инсталирана мощност, kW:			4	7.500	1.00

Инсталираната мощност в сградата за електрически уреди за БГВ е $P_{\text{инст}}=7.50$ kW; $K_{\text{едн}}=1.0$; $P_{\text{едн}}=1.58$ W/m². При средно време на работа 1.0 часа на ден електропотреблението за 150 дни е $W_{\text{год}}=1\ 125$ kWh/y.



Фиг. 4.15

Бойлер

4.8. Електропотребление за вентилатори и помпи

В сградата, за обследвания период, няма работещи вентилатори и има 1 работеща помпа през отоплителни сезон.

Таблица 4.7

Помпи					
	Вид на електроуред	Единична мощност на уреда W	Брой	Инсталирана мощност, kW	Работни часове на ден
Помпи за отопление					
1	Помпа за отопление	500	1	0.500	8.0
Инсталирана мощност, kW:			1	0.500	8.0

Инсталираната мощност в сградата за помпи е $P_{\text{инст}}=0.50$ kW; $K_{\text{едн}}=1.0$; $P_{\text{едн}}=0.04$ kW. При средно време на работа 8 часа на ден електропотреблението за 187 дни е $W_{\text{год}}=748$ kWh/y.



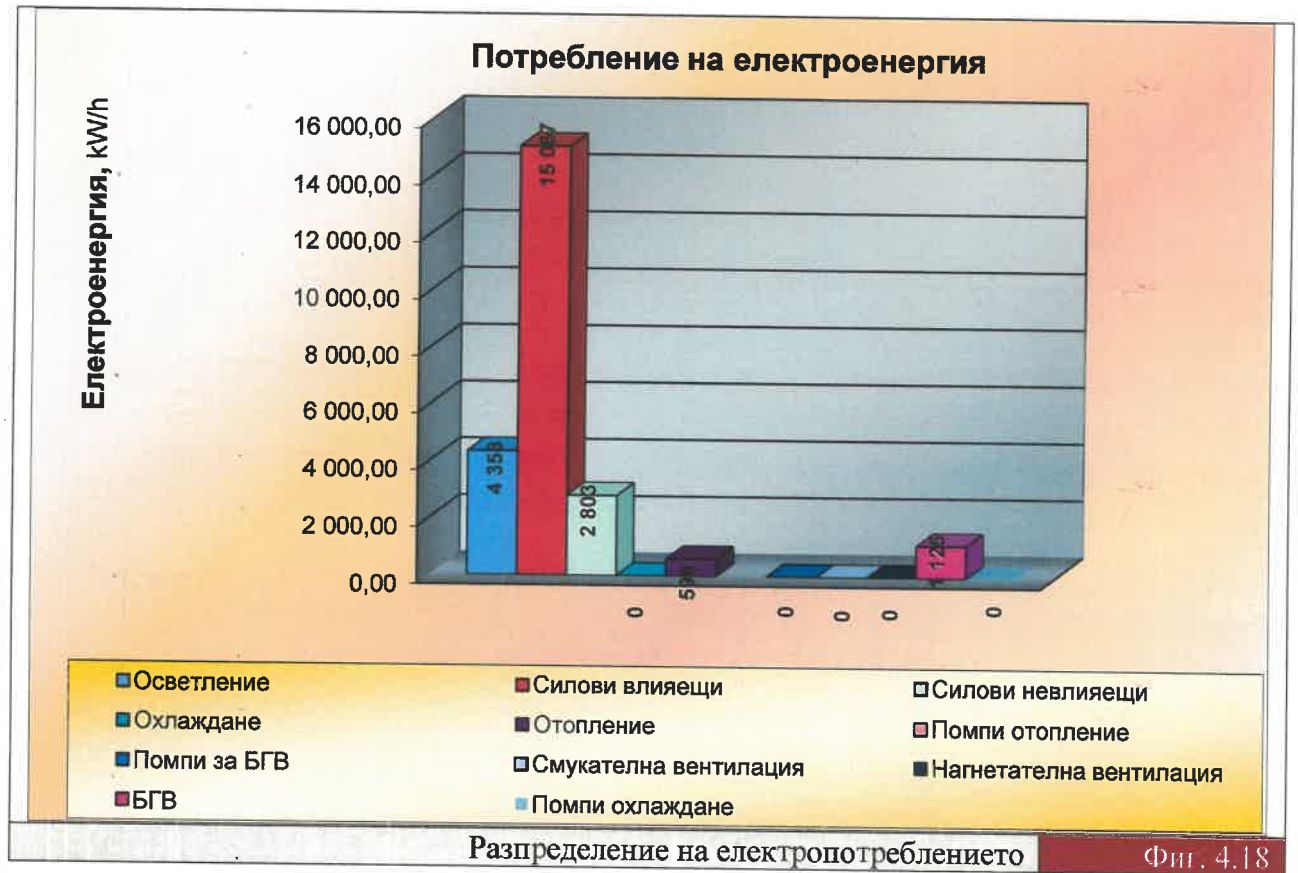
Фиг. 4.17

Помпа

4.9. Електропотребление за вентилация

В сградата няма изградена функционираща вентилационна система.

Според енергийният баланс направен в доклада годишната консумация на електроенергия $W_{\text{год}}$ изчислено = 24 700 kWh. Годишната консумация за 2015 г. на сградата е $W_{\text{год}}$ отчетено = 24 505 kWh. Разликата е 0,80 %, което е в допустимите 5%.



5. ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

По предоставена документация, е извършен анализ на регистрирания разход на енергия за период от три години – 2013 г., 2014 г. и 2015 г.

В Таблица 5.1 е представен обработения разход на потребената електроенергия и топлина за 2013, 2014 и 2015 година.

Изчислени са и са представени отоплителните денградусите за гр. Стара Загора за трите години, въз основа на средномесечните външни температури за 2013 г., 2014 г. и 2015 г. Годишните отоплителни денградуси са показател за температурните условия на отопляваната сграда в района на нейното местонахождение. Получават се като сума от отоплителните денградуси за всеки месец от отоплителния период, получени по формулата:

$$DD = n (Q_i - Q_m),$$

където:

n – брой на дните в месеца, през които се отоплява сградата,

Q_i – средна обемна температура на помещенията в отопляваната сграда, °C.

В нашия случай тя е 22.0°C.

Q_m – средна месечна температура на външния въздух

Таблица 5.1

	Месец	Дни	Ср. мес. темп.	Денградуси	Електроенергия		Топлинна енергия			БГВ от топлинна енергия		
		бр.	°C	kday	kWh	лв.	kWh	Куб. м.	лв.	kWh	m³/kWh	лв.
2014	Януари	31	2.3	610.7	3055	808.57	65729	7033.0	7463.02			
	Февруари	28	4.1	501.2	3532	905.80	44477	4759.0	5269.63			
	Март	31	8.6	415.4	2588	687.76	23804	2547.0	2965.99			
	Април	6	11.2	64.8	2105	584.09	0	0.0	0.00			
	Май		18.8	0.0	1616	472.51	0	0.0	0.00			
	Юни		20.4	0.0	1289	396.30	0	0.0	0.00			
	Юли		23.5	0.0	1202	369.11	0	0.0	0.00			
	Август		24.9	0.0	779	289.54	0	0.0	0.00			
	Септември		19.1	0.0	981	334.69	0	0.0	0.00			
	Октомври	8	11.0	88.0	1828	558.40	5234	560.0	605.76			
	Ноември	30	5.5	495.0	2667	791.08	37879	4053.0	3665.64			
	Декември	31	1.3	641.7	3144	913.72	42374	4534.0	5058.68			
	ОБЩО	165	Отоплителни	2816.80	24787	7111.57	219495.33	23486.00	25028.72			
2015	Месец	Дни	Ср. мес. темп.	Денградуси	Електроенергия		Топлинна енергия			БГВ от топлинна енергия		
		бр.	°C	kday	kWh	лв.	kWh	Куб. м.	лв.	kWh	m³/kWh	лв.
	Януари	31	1.1	647.9	3014	878.34	53037	5675.0	5709.22			
	Февруари	28	2.9	534.8	3567	1001.53	47617	5095.0	5099.76			
	Март	31	4.9	530.1	2290	689.34	43150	4617.0	5001.18			
	Април	25	9.8	305.0	1733	555.77	1262	135.0	89.95			
	Май		16.2	0.0	1369	427.15	0	0.0	0.00			
	Юни		22.7	0.0	1049	372.19	0	0.0	0.00			
	Юли		26.6	0.0	860	322.27	0	0.0	0.00			
	Август		23.5	0.0	802	307.58	0	0.0	0.00			
	Септември		18.6	0.0	1165	400.69	0	0.0	0.00			
	Октомври	11	9.8	134.2	2267	675.85	0	0.0	0.00			
	Ноември	30	4.8	516.0	3058	867.10	6075	650.0	1475.08			
	Декември	31	1.2	644.8	3332	936.19	42495	4547.0	3954.91			
	ОБЩО	187	Отоплителни	3312.80	24504	7434.00	193635.51	20719.00	21330.10			

В Таблица 5.2 са представени и изчислените денградуси за климатична зона 6, в която се намира гр. Стара Загора.

Таблица 5.2

Таблица 5.2

	DD от ЕНСИ - отопление			
	Тпомещение	дни	температури	DD
Януари	22.0	31	0.5	666.50
Февруари		28	0.9	590.80
Март		31	4.0	558.00
Април		25	9.7	307.50
Май				
Юни				
Юли				
Август				
Септември				
Октомври		11	11.6	114.40
Ноември		30	6.3	471.00
Декември		31	0.7	660.30
Общо:		Отоплителни DD		3 368.50

Обобщените данни за трите обследвани години са представени в Таблица 5.3.

Таблица 5.3

Година	Електро-енергия (Общо)	Топлинна енергия (Общо)	Енергия от ВЕИ (Общо)	БГВ (Общо)
2014	24787	219495	-	1125
2015	24504	193636	-	1125

За представителна година при обследването е избрана 2015 г., защото тя най-добре отразява реалното потребление на енергия за функциониране на сградата.

Таблица 5.4

	Отопление (TE)	Отопление (EE)	Отопление от ВЕИ	Отопление (TE + EE + ВЕИ)
	193635.51	598.40	0.00	194233.91
КПД	93.0 %	100.00%		93.0 %

На следващата фигура е показано разпределението на електрическата енергия за трите обследвани години.



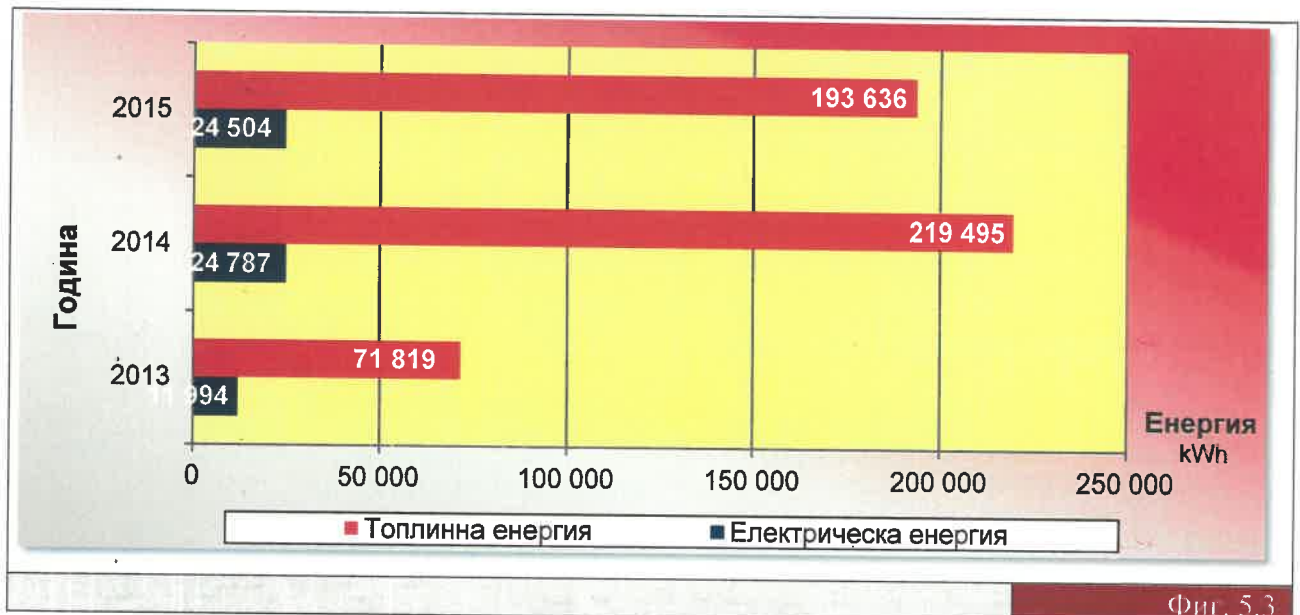
От представените графики е видно, че тенденцията при използване на електрическата енергия по месеци се запазва и за трите обследвани години.

На следващата фигура е показано разпределението на топлинната енергия за трите обследвани години.

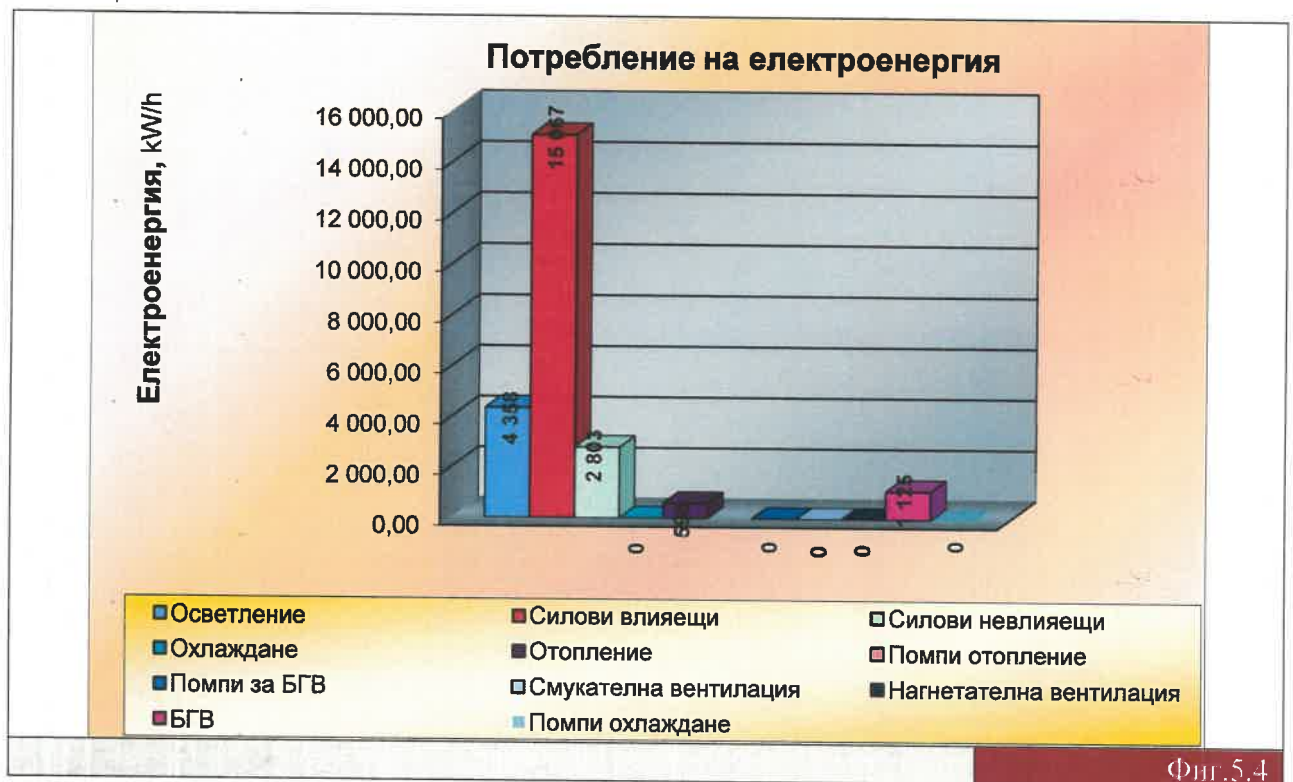


От представените графики е видно, че тенденцията при използване на топлинната енергия по месеци се запазва и за трите обследвани години.

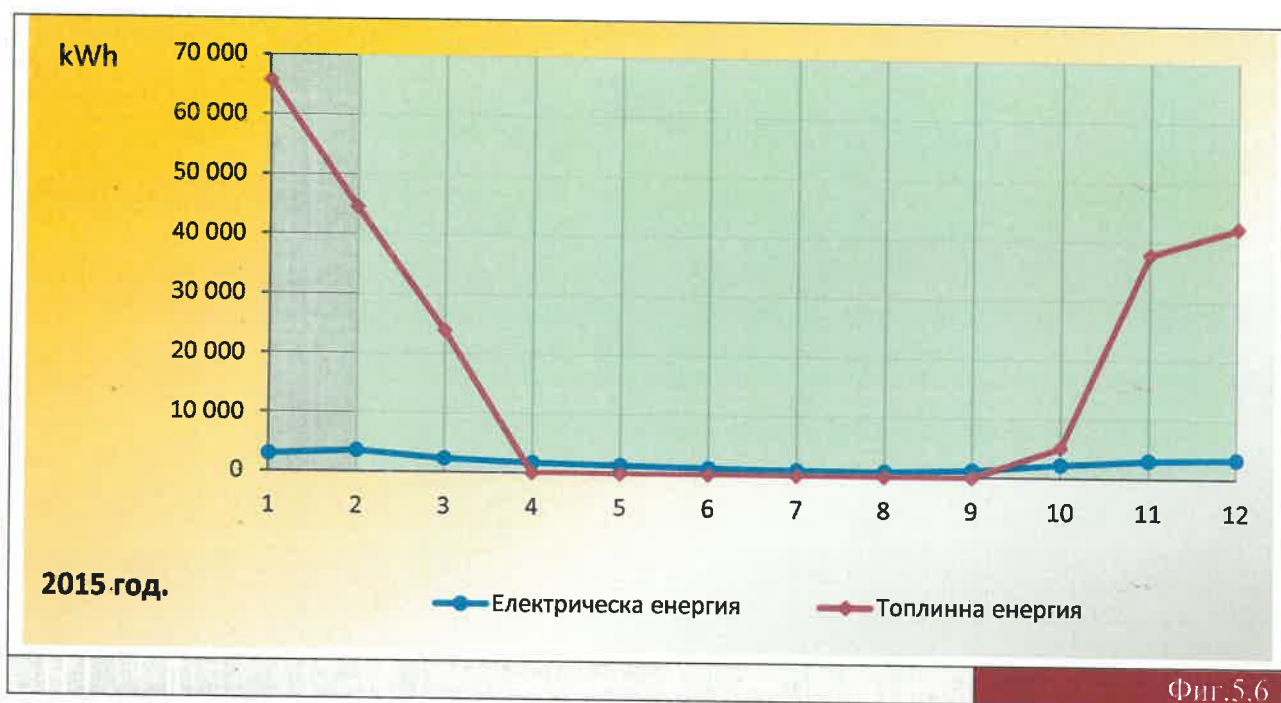
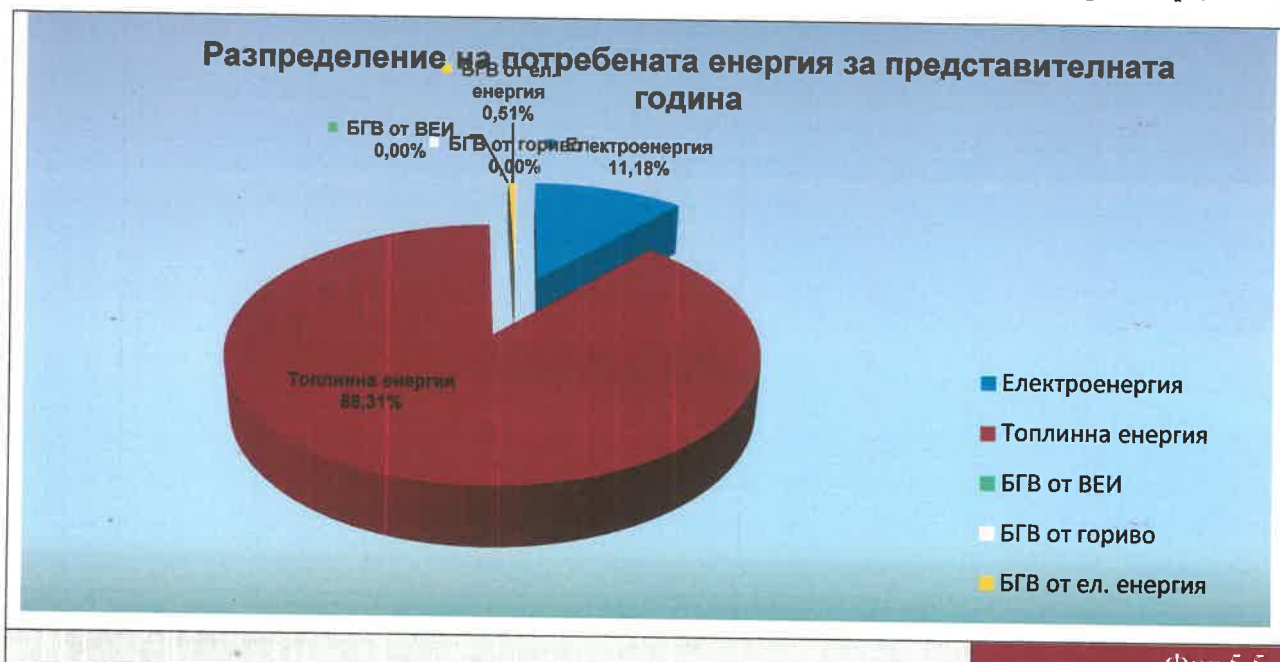
На следващата фигура е показано потреблението на електрическа и топлинна енергия.



Дяловото разпределение на потребената електрическа енергия за представителната 2015 г. е представено на следващата фигура.



От фигурата, отразяваща разпределението на потребената енергия за разглеждания период се вижда, че основната част от нея е за отопление, осветление и силови уреди.



От фигурите, представени по-горе се вижда, че основната част от енергията, която се използва за функционирането на сградата е топлинна енергия – за отопление, а електрическата енергия е сравнително равномерно разпределена през цялата година.

В Таблица 5.5 е показан специфичния разход на енергия с елиминиране на влиянието на климата. Последното е осъществено чрез интегралния показател "денградуси". Същите са определени по реалните средномесечни температури за съответните години и средната базова температура в сградата.

Таблица 5.5

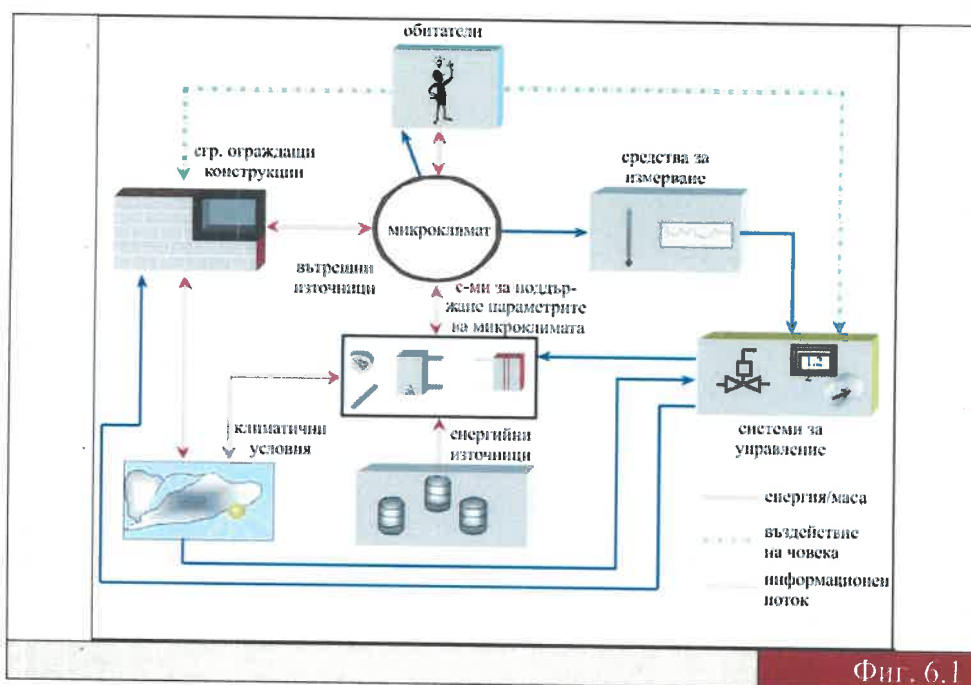
Година	Изчислителни DD (отоплителни)	DD от EAB (отоплителни)	Изчислителни DD (охладителни)	DD от EAB (охладителни)	Референтен разход отопление	Референтен разход охлаждане
2014	2816.80	3368.50			55.50	
2015	3312.80	3368.50			41.65	



6. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА

Моделното изследване на енергопотреблението в сградата е извършено на основата на метода от БДС EN ISO 13790 с помощта на софтуерния продукт EAB 1.0.

Целта е получаване на действително необходимата енергия за поддържане на микроклимата в сградата, сравняване с еталонния разход на енергия за сградата и при необходимост да се предпишат енергоспестяващи мерки, които да намалят енергопотреблението на сградата. За тази цел сградата се третира като интегрирана система, както е показано по долу:



Фиг. 6.1

Създаването на модел на такава интегрирана система изисква зонирание и специфично описание на параметрите на извършващите се в зоната топлообменни процеси. В случая разглеждаме сградата като една топлинна зона.

6.1. Създаване на модел на сградата

Общите входни данни, които се въвеждат се отнасят до избора на климатични данни, географски район, тип на сградата, режим на използване, характеристики на ограждащите елементи.

Сградата попада в климатична зона 6. Параметрите на климатичната база данни са в съответствие с изискванията на изчислителния метод за определяне на годишния разход на енергия.

Име на проекта	СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТ ЗАГОРА
Страна	България
Климатични данни	Клим. зона 6 - Пловдив. Ямбол
Тип сграда	Училище
Референтни стойности	1987г.
Празници	Училище

Фиг. 6.2

За детайлното описание на сградата се въвеждат подробни данни за ограждащите елементи. За всяка фасада се въвеждат плътните елементи /стените/ и прозрачните елементи /прозорците/. За всеки тип стена се въвеждат площта и коефициента на топлопреминаване, а за всеки вид прозорец – площта, коефициента на топлопреминаване, коефициента на енергопреминаване и броя на прозорците от конкретния тип /от фиг.6.3 до фиг.6.8/

Север						Североизток						Изток						Югоизток						Юг						Югозапад						Запад						Северозапад						Покрив						Под					
Външни стени												Прозорци																																															
A						U						A						U						g						n																													
[m²]						[W/m²K]						[m²]						[W/m²K]						-						-																													
1 219,8						1,40						176,09						2,40						0,52						1																													
Обща площ на фасадата																																																											
1 395,91												[m²]																																															
Външни стени												Прозорци																																															
A (нето)						U (екв)						A (нето)						U (екв)						g (екв)																																			
[m²]						[W/m²K]						[m²]						[W/m²K]						-																																			
1 219,82						1,40						176,09						2,40						0,52																																			
ЕС мерки																																																											
1 219,8						1,40						176,09						2,40						0,52						1																													
A (нето)						U (екв)						A (нето)						U (екв)						g (екв)																																			
1 219,82						1,40						176,09						2,40						0,52																																			

Фиг. 6.3

Фиг. 6.4Фиг. 6.5

Фиг. 6.6

Фиг. 6.7

Север Североизток Изток Югоизток Юг Югозапад Запад Северозапад Покрив Под							
Данни за пода							
Състояние				ЕС мерки			
A		U		A		U	
[m²]		[W/m²K]		[m²]		[W/m²K]	
1 195,1		0,41		1 195,1		0,41	
255,30		0,91		255,30		0,91	
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)	
1 450,41		0,50		1 450,41		0,50	

Фиг. 6.8

Обобщените геометрични характеристики, както и информация за отопляемата площ, брутния и нетния обем на сградата, режима на обитаване и режима на отопление на сградата са показани на фиг.6.9.

Отопляема площ	m²	4 742	Външни стени	m²	298
Отопляем обем	m³	14 639	Прозорци	m²	975
Ефективен топлинен капацитет	Wh/m²K	46	Покрив	m²	1 450
			Под	m²	1 450

Топлина от обитатели W/m²	
14,7	

График обитатели ч/ден		График отопление ч/ден	
Работни дни. ч/ден	10	Работни дни. ч/ден	10
Събота. ч/ден	0	Събота. ч/ден	0
Неделя. ч/ден	0	Неделя. ч/ден	0

Фиг. 6.9

6.2. Калибриране на модела

Калибрирането на модела се извършва чрез референтния разход на енергия за отопление на сградата за една година. В настоящия анализ референтния разход за отопление е пресметнат за 2015 г.

Пресмятане на референтния разход

Определянето на референтния разход е извършено по формулата:

$$\frac{[\text{годишен разход за 2015}][DD \text{ от клим. база данни}]}{[DD \text{ за 2015}][\text{отопляема площ}]} = \frac{194233.91 * 3368.50}{3312.80 * 4742.37} = 41.65 \text{ kWh/m}^2\text{y}$$

Година	Енергия за отопление	DDизчисл.	DDза 7 кл.зона	Референтен разход
2015	194 234	3 312.80	3 368.50	41.65

Отопляемата площ на сградата е **4 742.37 m²**.

В колона "Еталон" на фиг. 6.10 са показани еталонните стойности на основните параметри в съответствие с нормите залегнали в Наредбата за енергийните характеристики на обектите за 2015 г.

В колоната "Състояние" са въведени стойностите на параметрите, отразяващи съществуващото състояние на сградата. Определени са и стойностите на параметрите – инфилтрация и проектна температура до изравняването на корегирания разход за отопление с референтния разход.

Калибрираният модел на сградата се получава при средна вътрешна температура на сградата 10.0°C, и инфилтрация 0,57 h⁻¹, което дава разход за отопление 41.7 kWh/m²год. (фиг.6.10).

Параметър	Еталон	Състояние	Базови линии	Чувствителност	kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
1. Отопление							
20,8 kWh/m²a							
U - стени	0,28 W/m ² K	1,40	1,40	+ 0,1 W/m ² K = 1,92	1,40		
U - прозорци	1,40 W/m ² K	2,59	2,59	+ 0,1 W/m ² K = 0,57	2,59		
U - покрив	0,28 W/m ² K	1,82	1,82	+ 0,1 W/m ² K = 0,84	1,82		
U - под	0,24 W/m ² K	0,50	0,50	+ 0,1 W/m ² K = 0,84	0,50		
Фактор на формата	0,49 -	0,49	0,49		0,49		
Относ. площ прозорци	20,8 %	20,8	20,8		20,8		
Коеф. на енергопрем.	0,48 -	0,53	0,53		0,53		
Инфилтрация	0,50 1/h	0,57	0,57	+ 0,1 1/h = 2,90	0,57		
Проектна темп.	20,0 °C	10,0	10,0	+ 1 °C = 2,55	10,0		
Темп. с понижение	15,0 °C	10,0	10,0	+ 1 °C = 7,16	10,0		
Приноси от							
Вентилация (отгрл.)	kWh/m ² a	0,00	0,00		0,00		
Осветление	kWh/m ² a	0,35	0,35		0,35		
Други	kWh/m ² a	1,30	1,30		1,30		
Сума 1	kWh/m²a	38,1	38,1		38,1		
Ефект. на отдаване	100,0 %	95,0	95,0		95,0		
Ефект. разпред. мрежа	95,0 %	89,6	89,6		89,6		
Автом. управление	97,0 %	95,0	95,0		95,0		
Е П / ЕМ	98,0 %	96,0	96,0		96,0		
Сума 2	kWh/m²a	38,8	38,8		38,8		
КПД на топлоснабд.	93,0 %	93,0	93,0		93,0		
Сума 3	kWh/m²a	41,7	41,7		41,7		

Фиг. 6.10

За да бъде точен моделът на сградата са попълнени коректно данните за всички системи, формиращи топлинният баланс на сградата.

В следващите екрани задаваме съществуващото състояние на системите в сградата след калибирането им по електроконсумация за 2015 година.

Моделът на системата за вентилация на сградата е показан на следващата фигура. Поради това, че в сградата няма изградена система за вентилация екранът е с нулеви стойности.

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
2. Вентилация (отопл.)							
0,0 kWh/m²a							
Работен режим	0,0 ч/седм.	0,0	0,0	+5 ч/седм.	= 0,00	0,0	
Дебит	0,00 m³/hm²	0,00	0,00	+1 m³/hm²	= 0,00	0,00	
Темп. на подаване	18,5 °C	10,0	10,0	+1 °C	= 0,00	10,0	
Рекуперация	0,0 %	0,0	0,0	+1 %	= 0,00	0,0	
Сума 1							
0,0 kWh/m²a							
Ефект. на отдаване	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Ефект. разпред. мрежа	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Автом. управление	97,0 %	97,0	97,0			97,0	
Овлажняване	Не	Не	Не			Не	
Е.П./ЕМ	96,0 %	96,0	96,0			96,0	
Сума 2							
0,0 kWh/m²a							
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Сума 3							
0,0 kWh/m²a							
Принос към отоплението							
0,0 kWh/m²a							

Фиг. 6.11

Моделът на системата за БГВ на сградата е показан на следващата фигура (фиг.6.12).

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
3. БГВ							
11,9 kWh/m²a							
БГВ - консумация	321 l/m²a	7	7	+10 l/m² = 0,37		7	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0			30,0	
Годишно след смесване							
33 m³							
Сума 1							
0,2 kWh/m²a							
Ефект. разпред. мрежа	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Автом. управление	97,0 %	97,0	97,0			97,0	
Е.П./ЕМ	96,0 %	96,0	96,0			96,0	
Сума 2							
0,3 kWh/m²a							
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Сума 3							
0,3 kWh/m²a							
БГВ - мощност							
Макс.едновременна мощност	W/m²	0,0	0,0			0,0	0,00

Фиг. 6.12

Консумираната електроенергия за общообменната вентилация в сградата, разхода на помпите и потреблението за осветление са показани в прозореца от програмата за **"Вентилатори и помпи"** и **"Осветление"** (фиг.6.13).

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
4. Вентилатори и помпи 0,2 kWh/m²a						
Вентилатори	0,00 W/m²	0,00	0,00	+1 W/m² = 0,00	0,00	
Помпи вентилация	0,00 W/m²	0,00	0,00	+1 W/m² = 0,00	0,00	
Помпи отопление	0,04 W/m²	0,04	0,04	+1 W/m² = 4,12	0,04	
ЕП/ЕМ	96 %	96,00	96,00		96,00	
Сума 3	kWh/m²a	0,2	0,2		0,2	
5. Осветление 0,9 kWh/m²a						
Работен режим	8 ч/седм.	8	8	+1 ч/седм. = 0,11	8	
Едновр.мощност	2,90 W/m²	2,90	2,90	+1 W/m² = 0,31	2,90	
Сума 3	kWh/m²a	0,9	0,9		0,9	
Осветление мощност						
Макс.едновременна мощност	W/m²	0,00	0,00		0,00	0,0

Фиг. 6.13

Консумацията на електроенергия за разни влияещи и невлияещи на баланса е отразена в следващия прозорец (фиг.6.14).

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
6. Разни						
6.1 Разни влияещи на баланса 3,4 kWh/m²a						
Работен режим	13 ч/седм.	13	13	+5 ч/седм. = 1,32	13	
Едновр.мощност	6,70 W/m²	6,70	6,70	+1 W/m² = 0,51	6,70	
Сума 3	kWh/m²a	3,4	3,4		3,4	
6.2 Разни невлияещи на баланса 0,3 kWh/m²a						
Работен режим	25 ч/седм.	25	25	+5 ч/седм. = 0,01	25	
Едновр.мощност	0,35 W/m²	0,35	0,35	+1 W/m² = 0,98	0,35	
Сума 3	kWh/m²a	0,3	0,3		0,3	
Други мощност						
Макс.едновременна мощност	W/m²	0,00	0,00		0,00	0,0

Фиг. 6.14

Калибрираният модел дава стойности за разход на енергия за различните компоненти, участващи във формирането на енергийния баланс на сградата, както е посочено на фиг. 6.15. Общият годишен разход на електроенергия за 2015 година е **24 505 kWh/y** по фактура, а моделът на сградата чрез софтуерния продукт EAB 1.0 дава годишен разход на електроенергия **24 191 kWh/y**, но към тях трябва да добавим електроенергията за отопление, която е **598 kWh/y** и така общата електроенергия става: **24 789 kWh/y**, като грешката е **1.15 %** и е в рамките на допустимите $\pm 5\%$.

Общият годишен разход на топлоенергия за 2015 година е **193 636 kWh/y** по фактура, а моделът на сградата чрез софтуерния продукт EAB 1.0 дава годишен разход на топлоенергия **197 689 kWh/y**, но от тях трябва да извадим електроенергията за отопление, която е **598 kWh/y** и така общата топлоенергия става: **196 729 kWh/y**, като грешката е **1.59 %** и е в рамките на допустимите $\pm 5\%$.

Бюджет "Разход на енергия"

ЕС мерки

Мощностен бюджет

ЕТ крива

Годишно разпределение

Топлинни загуби

Тип сграда

Училище

Клим. зона

Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол

Референтни стойности

1987г.

Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a
1. Отопление	20,8	41,7	197 689	41,7	197 689	41,7	197 689
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	11,9	0,3	1 231	0,3	1 231	0,3	1 231
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,2	0,2	782	0,2	782	0,2	782
5. Осветление	0,9	0,9	4 322	0,9	4 322	0,9	4 322
6. Разни	3,8	3,8	17 856	3,8	17 856	3,8	17 856
Общо (отопление)	37,6	46,8	221 880	46,8	221 880	46,8	221 880
Обща отопляема площ		4 742					
7.1 Охлаждане	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.2 Вентилация(охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.3 Вентилатори (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.4 Други (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Общо (охлаждане)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Обща охлаждаема площ		0					
Отопление и охл.	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Фиг. 6.15

Фиг. 6.15

6.3. Нормализиране на модела

Тъй като поддържаната температура в помещенията на сградата е 10.0°C и не съответства на нормативната за нормален режим на живот, се налага нормализиране на модела.

За получаване на базовата линия на енергопотребление при нормални условия и съществуващото състояние на сградната обвивка и монтираните в нея електрически и топлотехнически системи и съоръжения е необходимо да се извърши нормализиране на модела.

Нормализираният модел на сградата по отношение на отоплението (фиг.6.16) се получава при стойности на проектната температура на сградата 22°C.

В колоната "Състояние" се въвеждат стойностите на параметрите, отразяващи съществуващото състояние на сградата. Тъй като не може да се пресметнат коректно тези стойности на параметрите, данните в колона "Състояние" съвпадат със стойностите на нормализирания модел на сградата – базовата линия.

В колона "Базова линия" на фиг. 6.16 са показани стойностите на нормализирания модел на сградата.

За да бъде точен моделът на сградата са попълнени коректно данните за всички системи, формиращи топлинния баланс на сградата /от фиг.6.16 и фиг.6.17/.

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
1. Отопление							
		20,8	kWh/m²a				
U - стени	0,28 W/m²K	1,40	1,40	+ 0,1 W/m²K = 5,15	1,40		
U - прозорци	1,40 W/m²K	2,59	2,59	+ 0,1 W/m²K = 1,52	2,59		
U - покрив	0,28 W/m²K	1,62	1,62	+ 0,1 W/m²K = 2,26	1,62		
U - под	0,24 W/m²K	0,50	0,50	+ 0,1 W/m²K = 2,26	0,50		
Фактор на формата	0,49 -	0,49	0,49		0,49		
Относ. площ прозорци	20,6 %	20,6	20,6		20,6		
Коеф. на енергопрем.	0,48 -	0,53	0,53		0,53		
Инфилтрация	0,50 1/h	0,57	0,57	+ 0,1 1/h = 7,77	0,57		
Проектна темп.	20,0 °C	10,0	22,0	+ 1 °C = 3,73	22,0		
Темп. с понижение	15,0 °C	10,0	17,0	+ 1 °C = 9,92	17,0		
Приноси от							
Вентилация (отопл.)	kWh/m²a	0,00	0,00		0,00		
Осветление	kWh/m²a	0,35	0,49		0,49		
Други	kWh/m²a	1,30	1,84		1,84		
Сума 1	kWh/m²a	38,1	103,1		103,1		
Ефект. на отдаване	100,0 %	95,0	95,0		95,0		
Ефект. разпред. мрежа	95,0 %	89,6	89,6		89,6		
Автом. управление	97,0 %	95,0	95,0		95,0		
Е П / ЕМ	98,0 %	96,0	96,0		96,0		
Сума 2	kWh/m²a	38,8	132,7		132,7		
КПД на топлоснабд.	93,0 %	93,0	93,0		93,0		
Сума 3	kWh/m²a	41,7	142,7		142,7		

Фиг. 6.16

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
3. БГВ							
11,9 kWh/m²a							
БГВ - консумация	321 kWh/a	321	321	+ 10 kWh/m² = 0,37		321	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0			30,0	
Годишно след смесване	m³	33	1 622			1 622	
Сума 1	kWh/m²a	8,2	11,1			11,1	
Ефект.разпред.мрежа	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Автом. управление	97,0 %	97,0	97,0			97,0	
Е.П./ЕМ	96,0 %	96,0	96,0			96,0	
Сума 2	kWh/m²a	8,3	11,9			11,9	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Сума 3	kWh/m²a	0,3	11,9			11,9	
БГВ - мощност							
Макс.едновременна мощност	W/m²	0,0	0,0			0,0	0,00

Фиг. 6.17

От нормализирания модел на сградата (фиг.6.18) се вижда, че:

- годишен базов разход за отопление – **142.7 kWh/m²y** или **676 866 kWh/y**.

Това показва, че годишният разход на енергия за отопление на сградата при поддържане на нормативни стойности на температурата е по-голям от еталонния и е необходимо въвеждането на енергоспестяващи мерки, които да доведат до намаляване на разхода на енергия.

На следващият прозорец е показан разходът на енергия на нормализиран модел на сградата (фиг.6.18).

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ЕТ крива Годишно разпределение Топлинни загуби							
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол	
Референтни стойности		1987г.					
Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние kWh/m² kWh/a		Базова линия kWh/m² kWh/a		След ЕСМ kWh/m² kWh/a	
1. Отопление	20,8	41,7	197 689	142,7	676 866	142,7	676 866
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	11,9	0,3	1 231	11,9	56 453	11,9	56 453
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,2	0,2	782	0,2	782	0,2	782
5. Осветление	0,9	0,9	4 322	0,9	4 322	0,9	4 322
6. Разни	3,8	3,8	17 856	3,8	17 856	3,8	17 856
Общо (отопление)	37,6	46,8	221 880	159,5	756 279	159,5	756 279
Обща отопляема площ 4 742							
7.1 Охлаждане	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.2 Вентилация(охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.3 Вентилатори (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.4 Други (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Общо (охлаждане)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Обща охлаждаема площ 0							
Отопление и охл.	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0

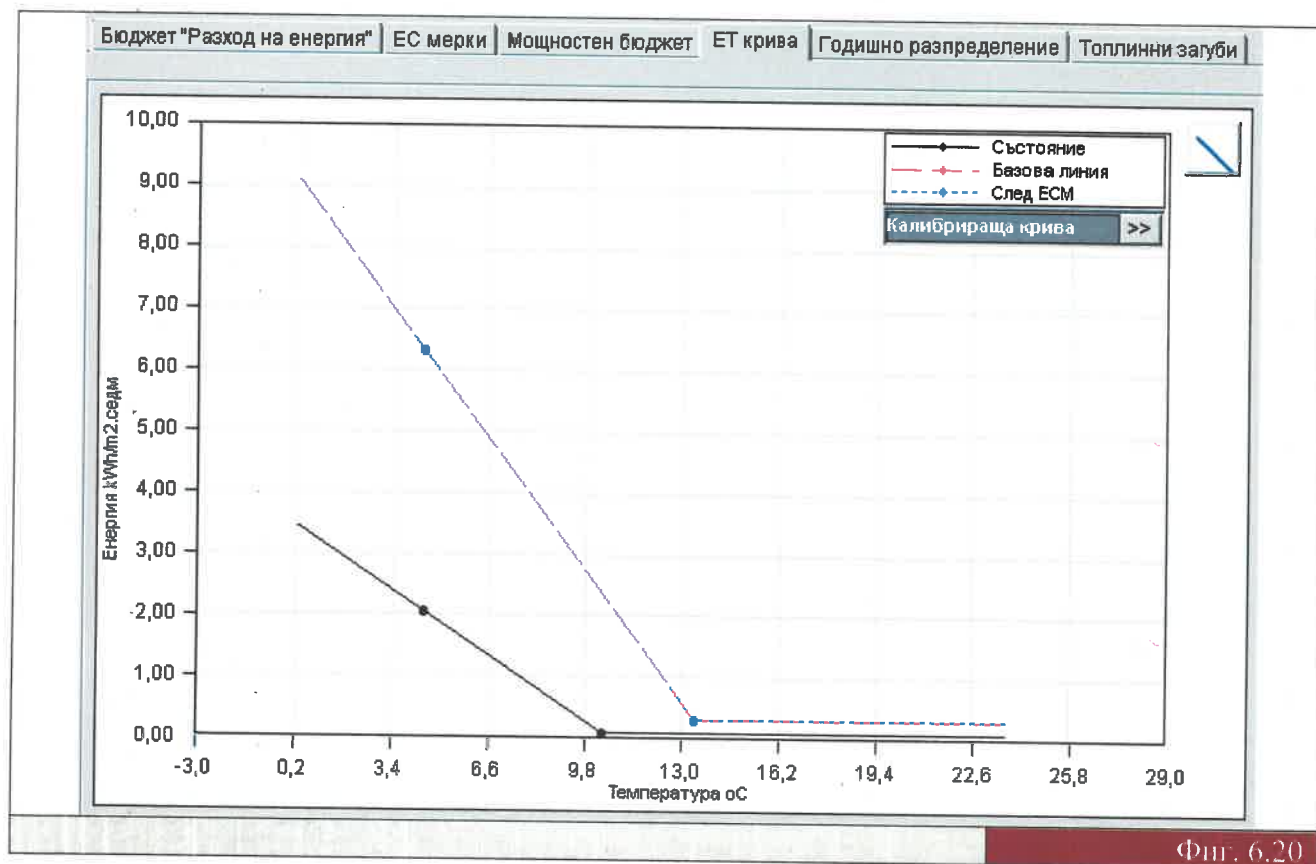
Фиг. 6.18

В раздел „Мощност“ са показани стойностите на максималните едновременно включени мощности за всеки един компонент.

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ЕТ крива Годишно разпределение Топлинни загуби						
Тип сграда	Училище		Клим. зона	Клим. зона B - Пловдив. Ямбол		
Референтни стойности	1987г.		Изчислителна температура	-15,0		
Параметър	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
	W/m²	kW	W/m²	kW	W/m²	kW
1. Отопление	68,8	328	101,9	483	101,9	483
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	0,0	0	0,0	0	0,0	0
4. Вентилатори и помпи	0,0	0	0,0	0	0,0	0
5. Осветление	0,0	0	0,0	0	0,0	0
6. Разни	0,0	0	0,0	0	0,0	0

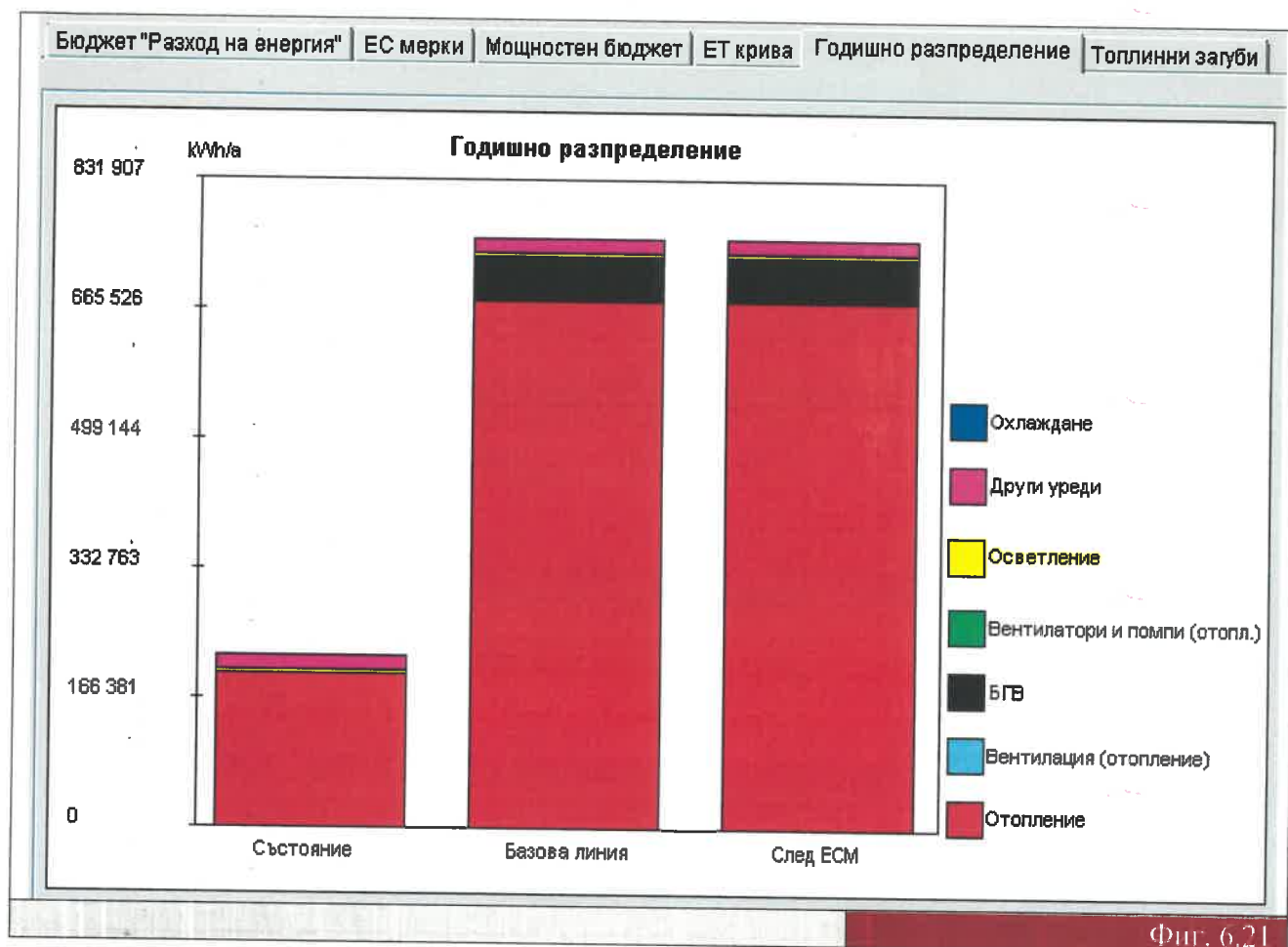
Фиг. 6.19

Връзката между разходената енергия и външната температура може да се проследи от прозореца "ЕТ крива" (фиг.6.20)



Фиг. 6.20

В прозореца „Годишно разпределение“ е показана употребената енергия за различни нужди (фиг.6.21).



В прозореца „Топлинни загуби“ са показани топлинните загуби.

Бюджет "Разход на енергия" | ЕС мерки | Мощностен бюджет | ЕТ крива | Годишно разпределение | Топлинни загуби

Тип сграда: Училище Клим. зона: Клим. зона 8 - Пловдив, Ямбол
Референтни стойности: 1987г.

Топлинни загуби през/от	Състояние		След ЕСМ	
	Н W/K	Н° W/m²K	Н W/K	Н° W/m²K
Външни стени	4 617	0,97	4 617	0,97
Врати и прозорци	2 525	0,53	2 525	0,53
Покрив	2 348	0,50	2 348	0,50
Под	725	0,15	725	0,15
Инфилтрация	2 837	0,60	2 837	0,60
Вентилация (отопл.)	0	0,00	0	0,00
Общо	13 053	2,75	13 053	2,75

Фиг. 6.22

6.4. Потенциални мерки за намаляване разходите на енергия

Потенциалът за намаляване на разхода на енергия се открива в:

- топлопреминаването през стени /по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния/;
- топлопреминаването през покрив /по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния/;
- топлопреминаването и инфилтрация през прозорци и врати /по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния/;
- топлопреминаването през под /по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния/;
- подмяна на осветителни тела ЛНЖ с ЕСЛ
- мерки по сградната инсталация;

6.5. Енергоспестяващи мерки по проекта

На следващите фигури са дадени измененията в програмата ЕАВ настъпили в резултат от симулирането на горепосочените енергоспестяващи мерки (фиг.6.23 до фиг.6.30).

Север | Североизток | Изток | Югоизток | Юг | Югозапад | Запад | Северозапад | Покрив | Под

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-	-
1 219,8	1,40	176,09	2,40	0,52	1

Обща площ на фасадата

1 395,91 [m²]

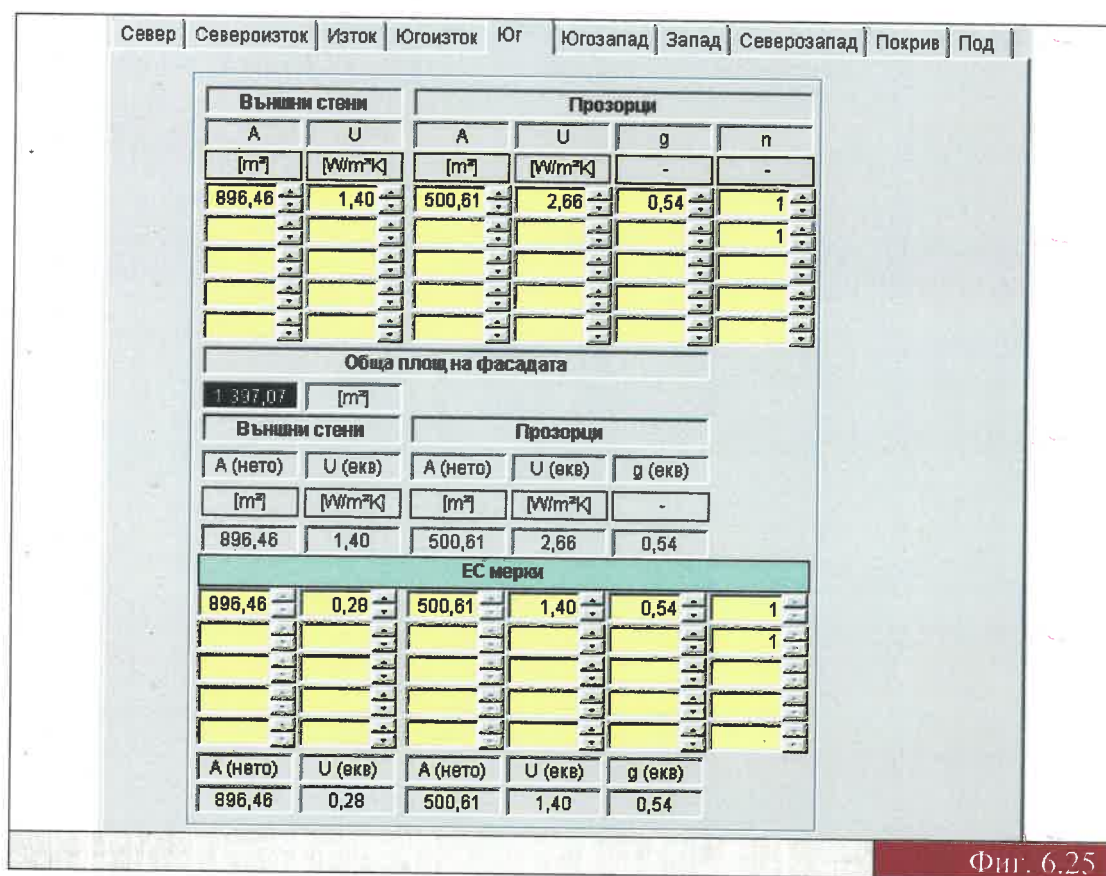
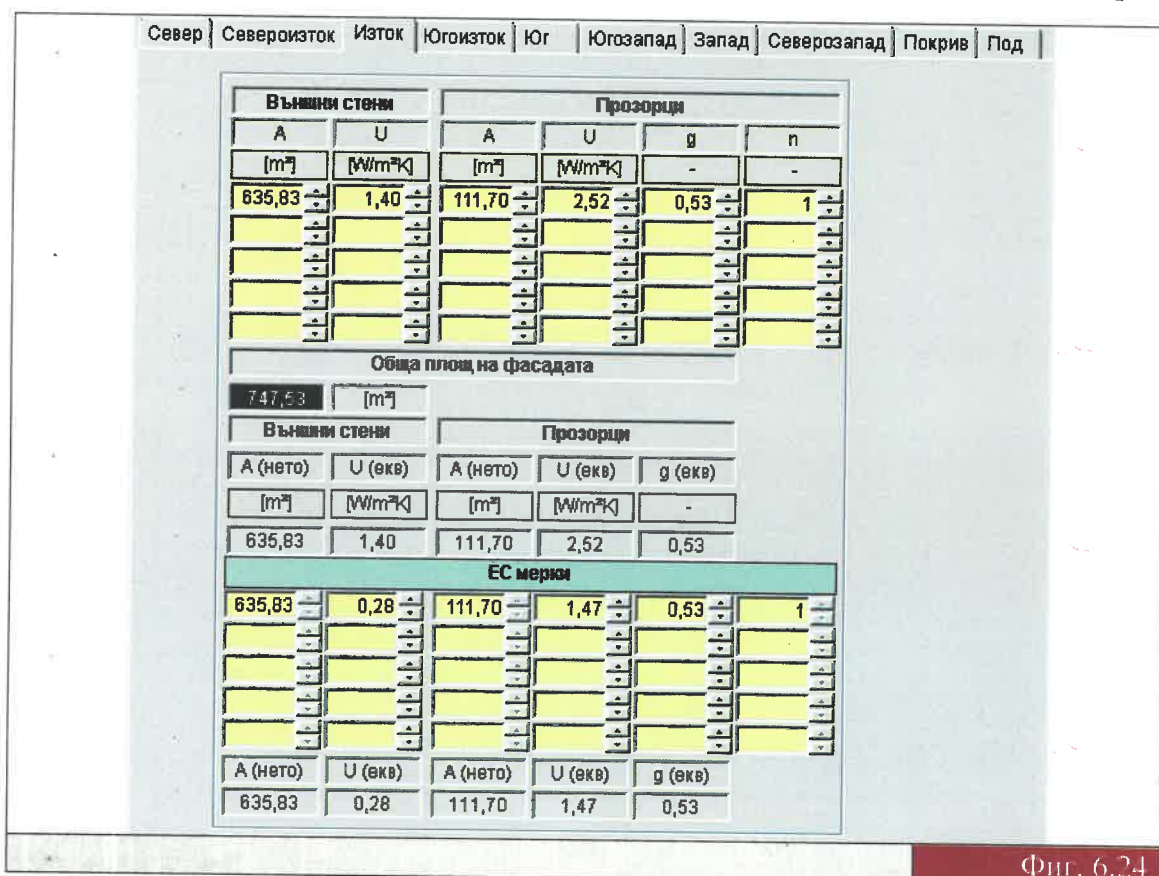
Външни стени		Прозорци		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-
1 219,82	1,40	176,09	2,40	0,52

ЕС мерки

1 219,8	0,28	176,09	1,50	0,52	1
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
1 219,82	0,28	176,09	1,50	0,52	

Фиг. 6.23

Фиг. 6.23



Север	Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
-------	-------------	-------	----------	----	----------	-------	-------------	--------	-----

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-	-
546,32	1,40	186,26	2,60	0,53	1

Обща площ на фасадата	
732,58	[m²]

Външни стени		Прозорци		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-
546,32	1,40	186,26	2,60	0,53

ЕС мерки				
546,32	0,28	186,26	1,46	0,53
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
546,32	0,28	186,26	1,46	0,53

Фиг. 6.26

Фиг. 6.26

Север	Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
Покрив		Прозорци							
A	U	A	U	g	Наклон				
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-	deg				
1 008,8	0,77							Север	
395,07	3,61							Изток	
46,52	3,15							Юг	
								Запад	
								СИ/СЗ	
								ЮИ/ЮЗ	
Обща площ на покрива									
1 450,41	[m²]								
Покрив		Прозорци							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-					
1 450,41	1,62								
ЕС мерки									
1 008,8	0,20							Север	
395,07	0,27							Изток	
46,52	0,29							Юг	
								Запад	
								СИ/СЗ	
								ЮИ/ЮЗ	
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
1 450,41	0,22								

Фиг. 6.27

Фиг. 6.27

Север	Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
-------	-------------	-------	----------	----	----------	-------	-------------	--------	-----

Данни за пода							
Състояние				ЕС мерки			
A	U	A	U	A	U	A	U
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]
1 195,1	0,41	1 195,1	0,40				
255,30	0,91	255,30	0,24				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)				
1 450,41	0,50	1 450,41	0,37				

Фиг. 6.28

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
-----------	--------	-----------	--------------	-------------------------------------	----------	------------

4. Вентилатори и помпи						
	0,2	kWh/m ² a				
Вентилатори	0,00 W/m ²	0,00	0,00	+1 W/m ² = 0,00	0,00	
Помпи вентилация	0,00 W/m ²	0,00	0,00	+1 W/m ² = 0,00	0,00	
Помпи отопление	0,04 W/m ²	0,04	0,04	+1 W/m ² = 4,12	0,04	
E _{П/ЕМ}	96 %	96,00	96,00		96,00	
Сума 3	kWh/m ² a	0,2	0,2		0,2	

5. Осветление						
	0,9	kWh/m ² a				
Работен режим	8 ч/седм.	8	8	+1 ч/седм. = 0,11	8	
Едновр.мощност	2,90 W/m ²	2,90	2,90	+1 W/m ² = 0,31	2,48	0,13
Сума 3	kWh/m ² a	0,9	0,9		0,9	

Осветлителна мощност						
Макс.едновременна мощност	W/m ²	0,00	0,00		0,00	0,0

Фиг. 6.29

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
-----------	--------	-----------	--------------	-------------------------------------	----------	------------

1. Отопление						
	20,6	kWh/m ² a				
U - стени	0,28 W/m ² K	1,40	1,40	+ 0,1 W/m ² K = 5,15	0,28	49,48
U - прозорци	1,40 W/m ² K	2,59	2,59	+ 0,1 W/m ² K = 1,52	1,40	15,85
U - покрив	0,28 W/m ² K	1,62	1,62	+ 0,1 W/m ² K = 2,26	0,22	27,33
U - под	0,24 W/m ² K	0,50	0,50	+ 0,1 W/m ² K = 2,26	0,37	2,55
Фактор на формата	0,49 -	0,49	0,49		0,49	
Относ. площ прозорци	20,6 %	20,6	20,6		20,6	
Коеф. на енергопрем.	0,48 -	0,53	0,53		0,53	
Инфилтрация	0,50 1/h	0,57	0,57	+ 0,1 1/h = 7,77	0,50	4,71
Проектна темп.	20,0 °C	10,0	22,0	+ 1 °C = 3,74	22,0	
Темп. с понижение	15,0 °C	10,0	17,0	+ 1 °C = 9,92	17,0	
Приноси от						
Вентилация (отопл.)	kWh/m ² a	0,00	0,00		0,00	
Осветление	kWh/m ² a	0,35	0,49		0,37	
Други	kWh/m ² a	1,30	1,84		1,61	
Сума 1	kWh/m ² a	38,1	103,1		22,6	
Ефект. на отдаване	100,0 %	95,0	95,0		100,0	6,19
Ефект.разпред.мрежа	95,0 %	89,6	89,6		95,0	7,03
Автом. управление	97,0 %	95,0	95,0		97,0	2,55
E _{П/ЕМ}	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
Сума 2	kWh/m ² a	38,8	132,7		25,4	
КПД на топлоснабд.	93,0 %	93,0	93,0		93,0	
Сума 3	kWh/m ² a	41,7	142,7		27,3	

Фиг. 6.30

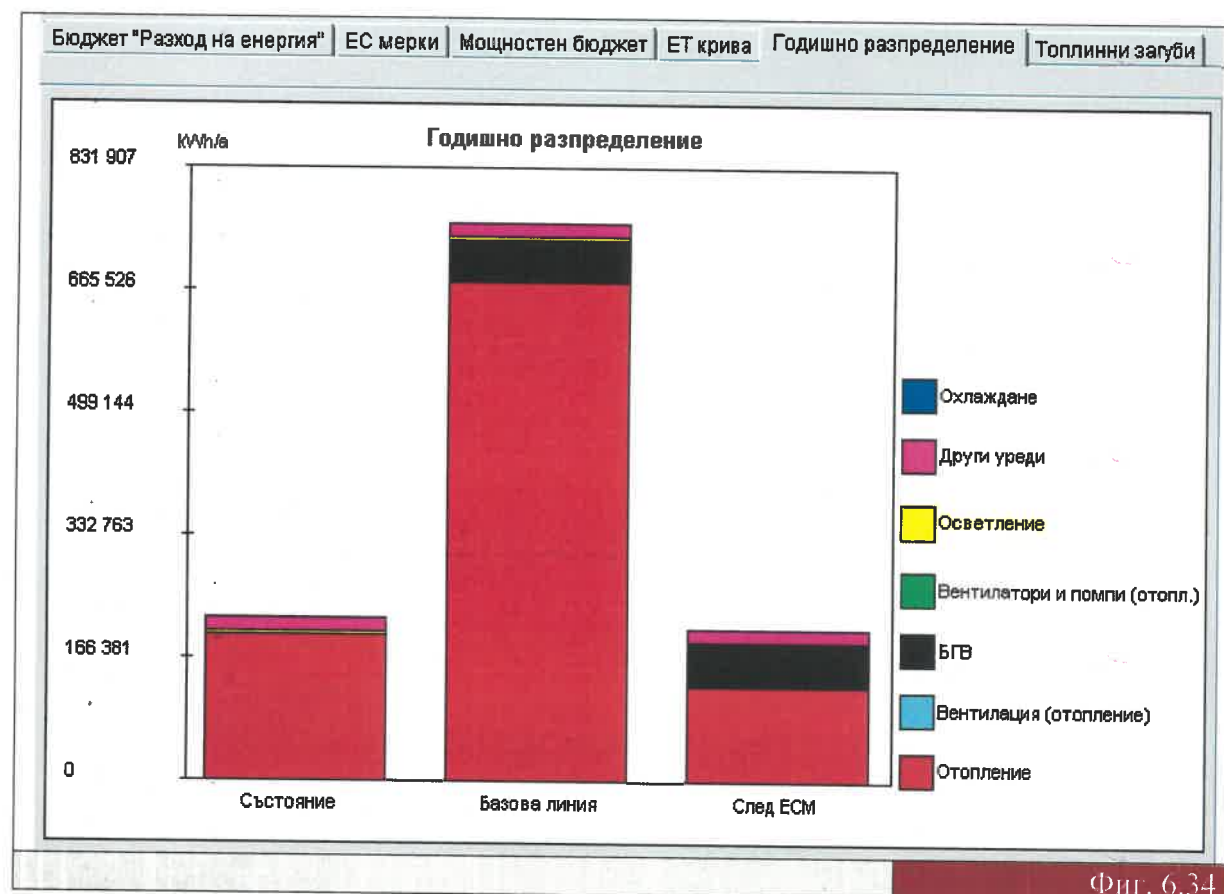
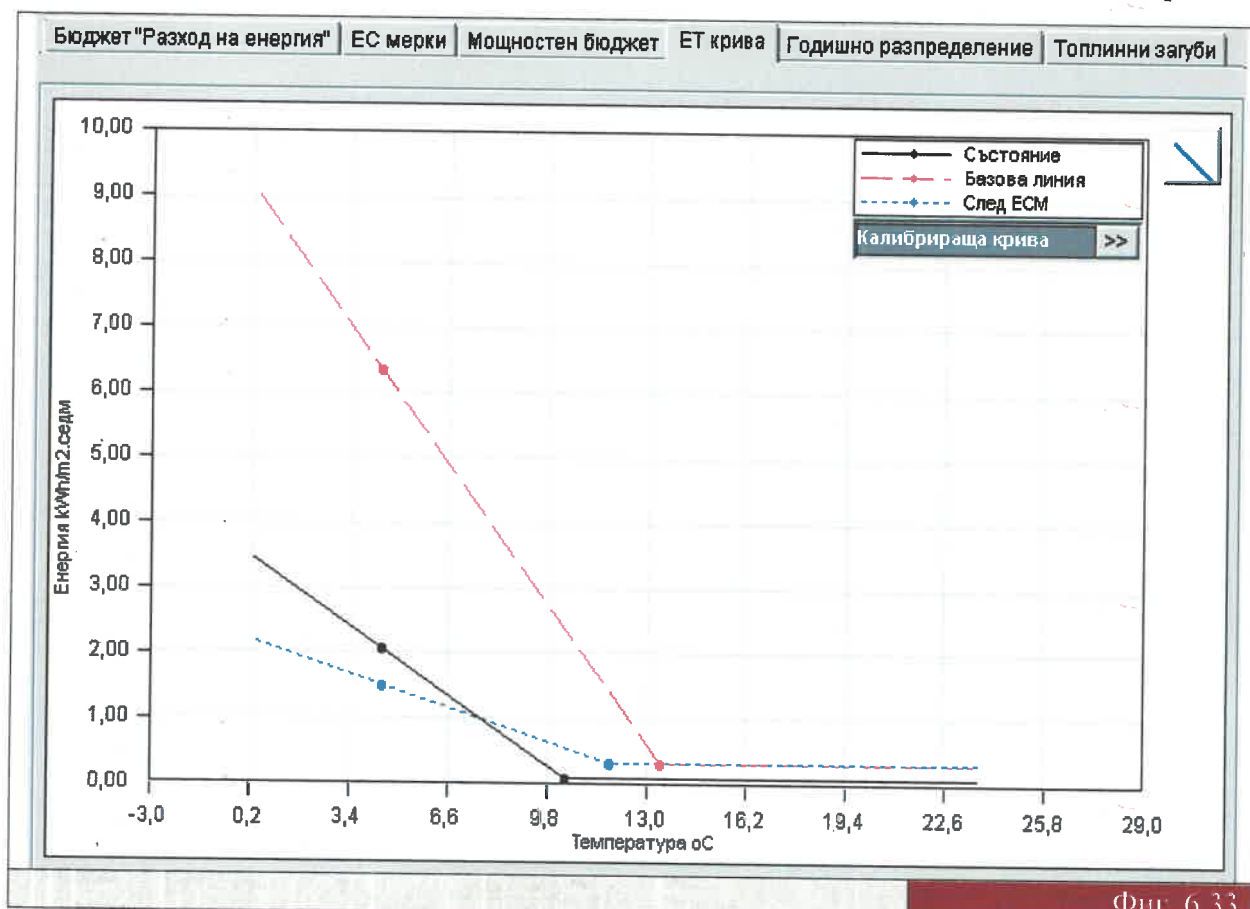
Бюджет "Разход на енергия"		ЕС мерки		Мощностен бюджет		ЕТ крива		Годишно разпределение		Топлинни загуби	
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол					
Референтни стойности		1987г,									
Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ		kWh/m²	kWh/a		
		kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a				
1. Отопление	20,8	41,7	197 889	142,7	876 866	27,3	129 846				
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
3. БГВ	11,9	0,3	1 231	11,9	56 453	11,9	56 453				
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,2	0,2	782	0,2	782	0,2	782				
5. Осветление	0,9	0,9	4 322	0,9	4 322	0,9	3 696				
6. Разни	3,8	3,8	17 856	3,8	17 856	3,8	17 856				
Общо (отопление)	37,6	46,8	221 880	159,5	756 279	44,0	208 433				
Обща отопляема площ		4 742									
7.1 Охлаждане	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
7.2 Вентилация(охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
7.3 Вентилатори (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
7.4 Други (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
Общо (охлаждане)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				
Обща охлаждаема площ		0									
Отопление и охл.	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0				

Фиг. 6.31

Фиг. 6.31

Бюджет "Разход на енергия"		ЕС мерки	Мощностен бюджет		ЕТ крива	Годишно разпределение		Топлинни загуби	
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол			
Референтни стойности		1987г,		Изчислителна температура				-15,0	

Фиг. 6.32



Бюджет "Разход на енергия"		ЕС мерки	Мощностен бюджет	ET крива	Годишно разпределение	Топлинни загуби
Тип сграда	Училище		Клим. зона		Клим. зона B - Пловдив, Ямбол	
Референтни стойности	1987г.					

Топлинни загуби през/от	Състояние		След ЕСМ	
	N WK	N' WK/m ² K	N WK	N' WK/m ² K
Външни стени	4 817	0,97	923	0,19
Врати и прозорци	2 525	0,53	1 365	0,29
Покрив	2 349	0,50	319	0,07
Под	725	0,15	538	0,11
Инфилтрация	2 837	0,60	2 489	0,52
Вентилация (отопл.)	0	0,00	0	0,00
Общо	13 053	2,75	5 633	1,19

Фиг. 6.35

След въвеждането на тези данни се получават следните резултати за отоплението:

- Годишен базов разход **142.7 kWh/m²y;**
- Годишен еталонен разход /2015 г./ **20.8 kWh/m²y;**
- Годишен разход след реализиране на ЕСМ **27.3 kWh/m²y.**

Сравнението на показателите за специфичен разход на енергия за отопление показва, че разходът за отопление (след ЕСМ) е близък до този за 2015 г. След изпълнение на ЕСМ разходът за отопление ще е почти на една пета от базовия разход.

Ефект от енергоспестяващите мерки (фиг.6.36)

- Ефектът от топлинното изолиране на външните стени води до годишно спестяване от 234 626 kWh/y;
- Ефектът от топлинното изолиране на покрива води до годишно спестяване от 129 583 kWh/y;
- Ефектът от подмяна на дограми води до годишно спестяване от 96 520 kWh/y;
- Ефектът от топлинното изолиране на пода води до годишно спестяване от 12 077 kWh/y;
- Ефектът от мерки по подмяна на осветителните тела води до годишно спестяване от 251 kWh/y от електрическа енергия;
- Ефектът от мерки по автоматичното управление на котлите и мерки по сградната инсталация води до годишно спестяване от 74 789 kWh/y;

Общото годишно спестяване на енергия е 547 846 kWh/y.

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ЕТ крива Годишно разпределение Топлинни загуби			
Тип сграда	Училище	Клим. зона	Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол
Референтни стойности	1987г.		
Параметър	kWh/m²	kWh/a	Действ. kWh/a
1. Отопление: U - стени	49,48	234 828	234 828
1. Отопление: U - прозорци	15,85	74 204	74 204
1. Отопление: U - покрив	27,33	129 583	129 583
1. Отопление: U - под	2,55	12 077	12 077
1. Отопление: Инфилтрация	4,71	22 316	22 316
1. Отопление: Ефект. на отдаване	8,19	29 338	29 338
1. Отопление: Ефект. разпред. мрежа	7,03	33 353	33 353
1. Отопление: Автом. управление	2,55	12 098	12 098
5. Осветление: Едновр. мощност	0,13	626	251
Общо - отопление	115,81	548 221	547 846

Фиг. 6.36

6.6. Класификация на сградата

Резултатите от ЕСМ, базовата линия и еталонните данни са показани на следващите екрани: „Бюджет разход на енергия“, „Мощностен бюджет“, „ЕТ крива“ и графичното сравнение на консумацията в „Годишно разпределение“.

Разделът "Енергиен бюджет" показва еталонните стойности за сградата и изчисленото енергопотребление за всеки отделен компонент, както и общите им стойности.

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ЕТ крива Годишно разпределение Топлинни загуби							
Тип сграда	Училище	Клим. зона	Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол				
Референтни стойности	1987г.						
Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние kWh/m² kWh/a		Базова линия kWh/m² kWh/a		След ЕСМ kWh/m² kWh/a	
1. Отопление	20,8	41,7	197 889	142,7	676 866	27,3	129 646
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	11,9	0,3	1 231	11,9	56 453	11,9	56 453
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,2	0,2	782	0,2	782	0,2	782
5. Осветление	0,9	0,9	4 322	0,9	4 322	0,9	3 696
6. Разни	3,8	3,8	17 856	3,8	17 856	3,8	17 856
Общо (отопление)	37,6	46,8	221 880	159,5	756 279	44,0	208 433
Обща отопляема площ	4 742						
7.1 Охлаждане	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.2 Вентилация(охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.3 Вентилатори (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.4 Други (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Общо (охлаждане)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Обща охлаждаема площ	0						
Отопление и охл.	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Фиг. 6.37

Изчисление на първичната енергия:

Базова линия:









Таблица 6.2

Изчисляване на енергийни характеристики	Енергия kWh	Първична енергия MWh	Първична енергия kWh/m ² year	Емисии CO ₂ t/year
Топлинна енергия и БГВ от гориво	674781	742.26	156.52	136.31
Електрическа енергия	81498	244.49	51.56	66.75
ОБЩО:	756279	986.75	208.07	203.05

Съгласно „Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност на сгради“ от 14.04.2015 г. стойността на специфичния годишен разход на първична енергия на нови сгради се изчислява/оценява по методиката съгласно приложение № 3 въз основа на проектните данни и условия за сградата и параметрите на техническите системи, които се предвижда да бъдат изградени в сградата.

Скалата на класовете на енергопотребление за видовете категории сгради е, както следва:

Училища

Клас	EP _{min} , kWh/m ²	EP _{max} , kWh/m ²	УЧИЛИЩА
A+	<	25	
A	25	50	
B	51	100	
C	101	130	
D	131	160	
E	161	200	
F	201	240	
G	>	240	

Необходимо годишно потребление на енергия (базова линия) – **EP = 159.50 kWh/m²y**. Преизчислено в първична енергия: **EP = 208.07 kWh/m²y**.

$$201 < 208.07 < 240$$

от което следва, че сградата принадлежи към клас на енергопотребление **"F"** от скалата на класовете на енергопотребление и на сградата е издаден Сертификат за енергийни характеристики **№ 419ЛФЕ135/21.08.2016 г.**

EP _{min} kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	Клас	Клас на сградата
<	25	A+	
25	50	A	
51	100	B	
101	130	C	
131	160	D	
161	200	E	
201	240	F	F
>	240	G	
Специфичен годишен разход на първична енергия, kWh/m ² год.			208.07
Общ годишен разход на първична енергия, (kWh)			986 750

Нетната енергия към актуално състояние (базова линия) и към действащите в момента (2015 г.) норми е представено в Таблица 6.3 и на следващата фигура:

Таблица 6.3

Нетна енергия	Актуално състояние	Базова линия	2015 г.	ЕСМ
	43.0	98.8	27.4	22.7

Бюджет "Разход на енергия"

ЕС мерки

Мощностен бюджет

ЕТ крива

Годишно разпределение

Топлинни загуби

Тип сграда

Училище

Клим. зона

Клим. зона 6 - Пловдив, Ямбол

Референтни стойности

1987г.

Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a
1. Отопление	27,4	43,0	204 045	98,8	468 592	28,7	136 126
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
5. Осветление	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
6. Разни	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Общо (отопление)	27,4	43,0	204 045	98,8	468 592	28,7	136 126
Обща отопляема площ		4 742					
7.1 Охлаждане	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.2 Вентилация(охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.3 Вентилатори (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
7.4 Други (охл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Общо (охлаждане)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Обща охлаждаема площ		0					
Отопление и охл.	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Фиг. 6.38

Нетна енергия

Фиг. 6.38

Нетна енергия

7. ТЕХНИКО – ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА МЕРКИТЕ

7.1. Списък от енергоспестяващи мерки

Таблица.7.1

Таблица.7.1

Дълъг списък от енергоспестяващи мерки													
№	Наименование на енергоспестяващи-те мерки	Съществуващо положение	След въвеждане на мерките	Икономия				Анализ					
								Инвестиции	Печалба от ТЕ	Печалба от ЕЕ	Обща печалба	Срок на откупуване	
		kWh	kWh	kWh	Ик. от ТЕ	Ик.от ЕЕ	%	лв.	лв.	лв.	лв./год.	год.	
Мерки по ограждащите елементи													
А	Подмяна на съществуващата дограма с нова алуминиева или PVC с двоен стъклопакет	756279	208433	96520	96223	297	12.76	153617.40	14433.40	90.21	14523.61	10.58	
Б	Топлинно изолване на външни стени	756279	208433	234626	233903	723	31.02	321016.00	35085.47	219.29	35304.76	9.09	
В	Топлинно изолване на покрив	756279	208433	129583	129184	399	17.13	230138.00	19377.57	121.11	19498.68	11.80	
Г	Топлинно изолване на под	756279	208433	12077	12040	37	1.60	28636.80	1805.97	11.29	1817.26	15.76	
Мерки по системите													
Д	Подмяна на старите осветителни ЛНЖ тела с ЕСЛ или ЛОТ с ЕПРА	756279	208433	251		251	0.03	770.00	0.00	76.15	76.15	10.11	
Е	Мерки по отоплителната инсталация:	756279	208433	74789	74559	230	9.89	242100.00	11183.79	69.90	11253.69	21.51	
Е1	Мерки по подмяна на котел	756279	208433	0			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Е2	Мерки по автоматичното управление	756279	208433	12098	12061	37	1.60	5000.00	1809.11	11.31	1820.42	2.75	
Е3	Мерки по сградната инсталация	756279	208433	62691	62498	193	8.29	237100.00	9374.68	58.59	9433.27	25.13	
Е4	Настройки (вкл. "температура с понижение")	756279	208433	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
A+B+V+Г+Д+Е		756279	208433	547846	545908	1938	72.44	976278.20	81886.19	587.95	82474.15	11.84	

Таблица.7.2

	Подмяна на дограма	Подмяна на дограми към неоптоплем сутерен	Санитаране на външни стени	Бордове на дограми и врати	Топлоизолване на външни стени към неоптоплем сутерен	Топлоизолване на подова плоча	Топлоизолване на външни стени към неоптоплем покрив	Топлоизолване на "топъл" покрив	Топлоизолване на таванска плоча	Топлоизолване на покривна плоча
Площ	853.43	12.48	3569.70	443.00	74.58	255.30	196.70	441.59	1008.82	1008.82
Цена	180.00	180.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	120.00	60.00	100.00
Сума	153617.40	2246.40	285576.00	35440.00	5966.40	20424.00	15736.00	52990.80	60529.20	100882.00

Таблица.7.3

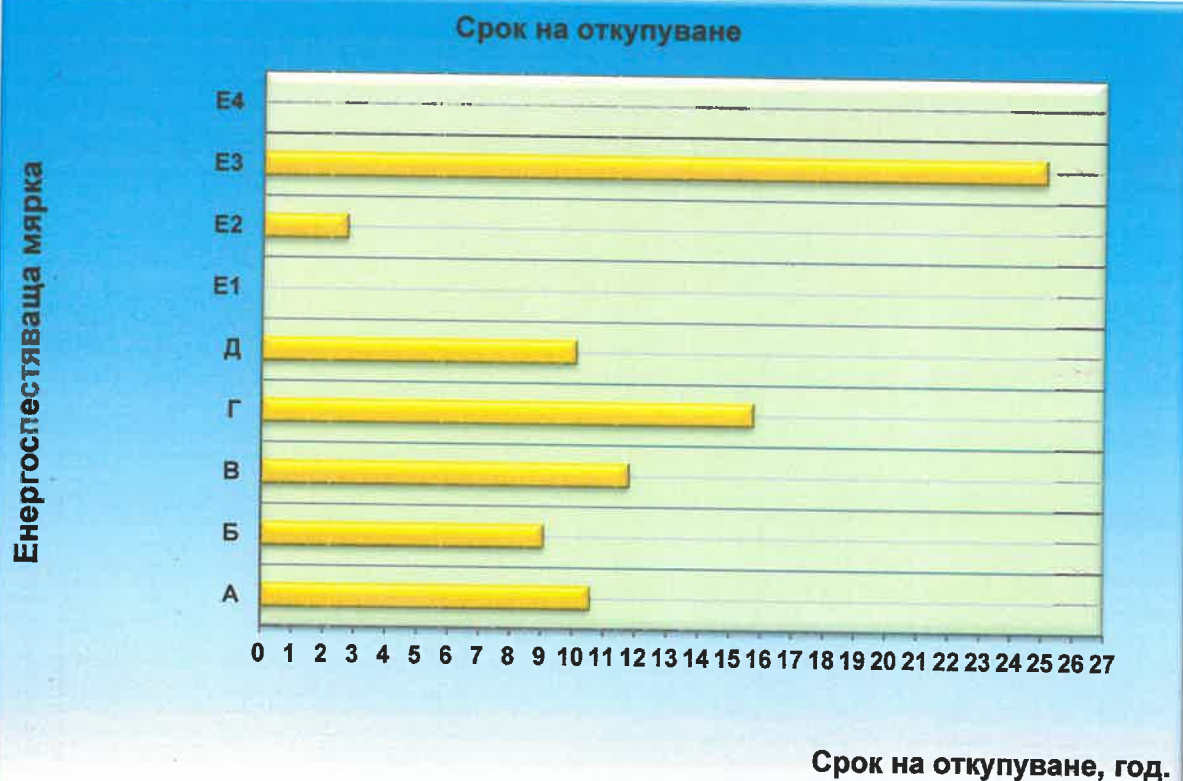
		Обща площ/бр.	Единична цена	Обща цена
A	Подмяна на съществуващата дограма с нова алуминиева или PVC с двоен стъклопакет	853.43		153617.40
Б	Топлинно изолиране на външни стени	4012.70		321016.00
В	Топлинно изолиране на покрив	1450.41		230138.00
Г	Топлинно изолиране на под	255.30		28636.80
Д	Подмяна на старите осветителни ЛНЖ тела с ЕСЛ или ЛОТ с ЕПРА	1	770.00	770.00
Е (E1+E2+E3+E4)	Мерки по отоплителната инсталация	1		242100.00
E1	Мерки по котелна инсталация	1		0.00
E2	Мерки по прибори за измерване, контрол и управление	1	5000.00	5000.00
E3	Мерки по сградни инсталации	1	237100.00	237100.00
E4	Настройки (вкл. "температура с понижение")	1		0.00

Таблица.7.4

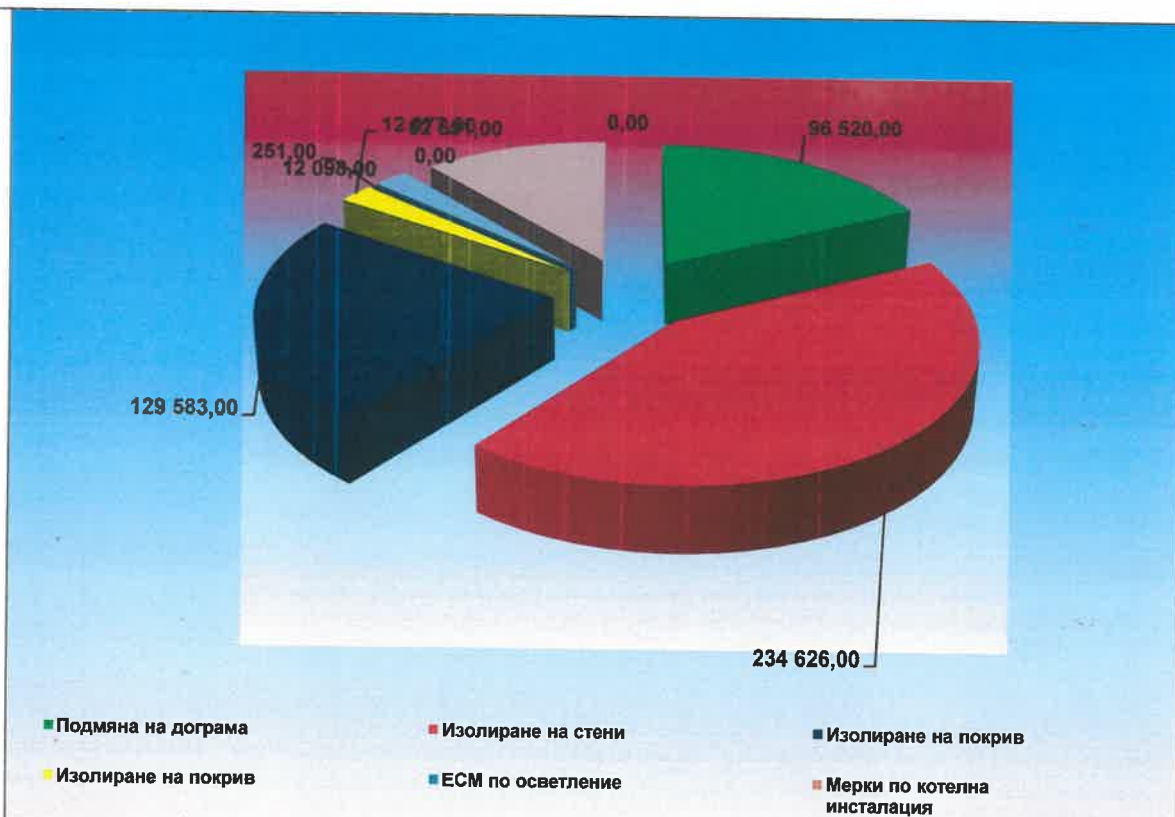
ТИП	CO ₂ от ТЕ	ЕСМ	CO ₂ от ЕЕ	ОБЩО
Мерки по ограждащите елементи				
A	19.44	Подмяна на дограма	0.24	19.68
Б	47.25	Изолиране на стени	0.59	47.84
В	26.10	Изолиране на покрив	0.33	26.42
Г	2.43	Изолиране на под	0.03	2.46
Мерки по системите				
Д	0.0	ЕСМ по осветление и електрическата инсталация	0.21	0.21
Е	15.06	Мерки по отоплителната инсталация:	0.19	15.25
E1	0.00	Мерки по подмяна на котел	0.00	0.00
E2	2.44	Мерки по автоматично управление	0.03	2.47
E3	12.62	Мерки по сградната инсталация	0.16	12.78
E4	0.00	Настройки (вкл. "температура с понижение")	0.00	0.00
A+B+В+Г+Д+Е	110.27		1.59	111.86

Забележка:

- Цена за 1 kWh топлинна енергия – 0,15 лв.; (към 2015 г.)
- Цена за 1 kWh електрическа енергия – 0,3034 лв.;
- Дял на спестената топлинна енергия 72.44 %;
- Всички цени са с ДДС.



Фиг.7.1



Фиг.7.2

7.2. Описание на мерките

Таблица 7.5

Таблица 7.5

Мярка: А, Смяна на дограма				
Съществуващо положение		Дограмите в по-голямата си част на сградата не са подменени с PVC с двоен стъклопакет, останала дограма от единично стъкло с метална рамка и дървена дограма		
Описание на мярката		Подмяна на дограма 853.43 m² с PVC с двоен стъклопакет $\lambda \leq 1.40$ W/mK, което ще доведе до намаляване на обобщения коефициент на топлопреминаване през дограмите от 2.59 до 1.44 W/m ² K.		
Финансов анализ				
853.43 m² x 180 лв./m² = 153 617.40 лв.				
Икономически анализ				
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.
153 617	12.76	96 520	14 254	10.58
Дълготрайност на елементите: 30 години				

Таблица 7.6

Прозрачни външни прозорци и врати							Фасада														Обща площ		
							И		СИ		С		СЗ		З		ЮЗ		Ю			ЮИ	
№	Вид	a	b	A	U	g	n	A	n	A	N	A	n	A	n	A	N	A	n	A	n	A	m²
		cm	cm	m²	W/m²K	-	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	
1	Тип 1	210	140	2.94	1.70	0.48	8	23.52		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	23.52
2	Тип 1	40	40	0.16	1.70	0.48	8	1.28		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	1.28
3	Тип 1	90	150	1.35	1.70	0.48	2	2.70		0.00	4	5.40		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	8.10
4	Тип 1	180	210	3.78	1.70	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	8	30.24		0.00		0.00		0.00	30.24
5	Тип 1	160	200	3.20	1.70	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	2	6.40		0.00		0.00		0.00	6.40
6	Тип 1	275	195	5.36	1.70	0.48		0.00		0.00	4	21.45		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	21.45
7	Тип 1	140	60	0.84	1.70	0.48		0.00		0.00	36	30.24		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	30.24
8	Тип 4	150	200	3.00	1.40	0.48	10	30.00		0.00	30	90.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	120.00
9	Тип 4	90	150	1.35	1.40	0.48		0.00		0.00	2	2.70		0.00	1	1.35		0.00		0.00		0.00	4.05
10	Тип 4	270	200	5.40	1.40	0.48		0.00		0.00	3	16.20		0.00		0.00		0.00	2	10.80		0.00	27.00
11	Тип 4	460	150	6.90	1.40	0.48		0.00		0.00	1	6.90		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	6.90
12	Тип 4	170	200	3.40	1.40	0.48	12	40.80		0.00		0.00		0.00	21	71.40		0.00	77	261.80		0.00	374.00
13	Тип 4	200	200	4.00	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	43	172.00		0.00	172.00
14	Тип 4	130	200	2.60	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	2	5.20		0.00	5.20
15	Тип 4	70	235	1.65	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	2	3.29		0.00	3.29
16	Тип 4	160	145	2.32	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	17	39.44		0.00	39.44
17	Тип 4	170	60	1.02	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	4	4.08		0.00	4.08
18	Тип 4	170	150	2.55	1.40	0.48	4	10.20		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	10.20
19	Тип 4	140	75	1.05	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	5	5.25		0.00		0.00		0.00	5.25
20	Тип 4	150	420	6.30	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	10	63.00		0.00		0.00		0.00	63.00
21	Тип 4	180	90	1.62	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	1	1.62		0.00		0.00		0.00	1.62
22	Тип 4	350	200	7.00	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00	1	7.00		0.00		0.00		0.00	7.00
23	Тип 4	160	200	3.20	1.40	0.48	1	3.20		0.00	1	3.20		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	6.40
24	Тип 4	200	200	4.00	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	1	4.00		0.00	4.00
Обща площ прозорци по фасади, (A _{пр} , m²):							45	111.70	0	0.00	81	176.09	0	0.00	49	186.26	0	0.00	148	500.61	0	0.00	974.66
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщен}):							2.52		0.00		2.40		0.00		2.60		0.00		2.66		0.00		2.59
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (E _{обобщен}):							0.53		0.00		0.52		0.00		0.53		0.00		0.54		0.00		0.53

Таблица 7.7

Прозрачни външни прозорци и врати	
Тип 4	PVC със двоен стъклопакет - нова

Таблица 7.8

Таблица 7.8

Мярка: Б, Топлинно изолиране на външни стени														
Съществуващо положение	Външните стени на сградата не са топлоизолирани и са с висок коефициент на топлопреминаване, в следствие на което през тях има големи топлинни загуби.													
Описание на мярката	Топлинно изолиране на 4 012.70 м² (3 569.70 м² стени и 443.00 м² бордове около дограмата) с топлоизолационен материал EPS с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$. Мярката ще доведе до намаляване на обобщения коефициент на топлопреминаване през стените от 1.40 до 0,28 W/m ² K.													
<div>Финансов анализ</div> <p>Доставка и полагане на топлоизолация EPS (10 см) за 3 569.70 м² фасадни стени, EPS (2 см) за 443.00 м², стъклофибърна мрежа, укрепващи дюбели, циментово лепило, шпакловка и фасадна боя.</p> <p style="text-align: center;">3 569.70 м² x 80 лв./м² = 285 576.00 лв.</p> <p style="text-align: center;">443.00 м² x 80 лв./м² = 35 440.00 лв.</p> <p style="text-align: center;">Обща сума: 321 016.00 лв.</p>														
<div>Икономически анализ</div> <table><tr><th>Инвестиция лв.</th><th>Икономия, %</th><th>Год.икономия kWh</th><th>Парично спестяване, лв.</th><th>Срок на откупуване, год.</th></tr><tr><td>321 016</td><td>31.02</td><td>234 626</td><td>35 305</td><td>9.09</td></tr></table> <p style="text-align: center;">Дълготрайност на елементите: 25 години</p>					Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.	321 016	31.02	234 626	35 305	9.09
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.										
321 016	31.02	234 626	35 305	9.09										

Топлофизични характеристики на външни стени след ЕСМ:

Таблица 7.9

Външна стена ТИП I	Дебелина δ , (см)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (см)	R (m ² K/W)
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Зидария от кухи и решетъчни тухли на варо-пясъчен разтвор	25.0	0.520	0.48077		
Външна мазилка	3.0	0.870	0.03448		
EPS		0.035	0.00000	10.0	2.85714
Шпакловка PVC мрежа		0.420	0.00000	1.0	0.02381
Външна мазилка		0.870	0.00000	2.0	0.02299
Общо:	30.0	43.00	0.54382	13.0	2.90394
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
R _i , m ² K/W		Преди ЕСМ		ЕСМ	
		0.54382		3.44776	
U _i , W/m ² K		1.401		0.276	

Таблица 7.10

Таблица 7.10

Мярка: В, Топлинно изолиране на покриви				
Съществуващо положение	Покривите на сградата не са топлоизолирани и са с висок коефициент на топлопреминаване, в следствие на което през тях има големи топлинни загуби.			
Описание на мярката	Топлинно изолиране на 1 008.20.00 м ² „студен“ покрив с топлоизолационен материал минерална вата с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,035$ W/mK и топлинно изолиране на 196.70 м ² външни стени, граничещи с външен въздух, към неотопляем покрив с EPS с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,035$ W/mK, топлинно изолиране на 441.59 м ² „топъл“ покрив с топлоизолационен материал XPS с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,030$ W/mK което ще доведе до намаляване на обобщения коефициент на топлопреминаване през покривите от 1.62 до 0.22 W/m ² K.			
Финансов анализ				
Доставка и полагане на топлоизолация минерална вата с дебелина 10 см и минералфазерен таван за 1 008.20 м ² таванска плоча, доставка и полагане на хидроизолация и керемиди за 1 008.20 м ² покривна плоча, доставка и полагане на топлоизолация EPS (10 см) за 196.70 м ² стени към неотопляем покрив, стъклофибърна мрежа, укрепващи дюбели, циментово лепило, шпакловка и фасадна боя, доставка и полагане на топлоизолация XPS с дебелина 10 см за 441.59 м ² :				
1 008.20 м² x 100 лв./м² = 108 200.00 лв.				
1 008.20 м² x 60 лв./м² = 60 529.20 лв.				
196.70 м² x 80 лв./м² = 15 736.00 лв.				
441.59 м² x 120 лв./м² = 52 990.80 лв.				
Общо: 230 138.00 лв.				
Икономически анализ				
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.
230 138	17.13	129 583	19 499	11.80
Дълготрайност на елементите: 25 години				

Топлофизични характеристики на покрива след ЕСМ

Таблица 7.11

Определяне на съпротивлението на топлопроводност на таванската плоча R _{ti} ТИП 1	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Стоманобетонна плоча	15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Минерална вата		0.035	0.00000	10.0	2.85714
Минералфазерни плочи		0.056	0.00000	1.5	0.26786
Общо:	17.0	28.50	0.12060	11.5	3.12500
R _{si}	0.10				
R _{se}	0.10				
R _t , m ² K/W			0.12060	Преди ЕСМ	
U _t , W/m ² K			3.119	След ЕСМ	
					3.24560
					0.290

Определяне на съпротивлението на топлопроводност на покривната плоча R2 ТИП 1	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ECM	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Ламарина	1.0	53.500	0.00019		-0.00019
Дървена обшивка	3.0	0.035	0.85714		
Хидроизолация		0.170	0.00000	1.0	0.05882
Керемиди		0.990	0.00000	2.0	0.02020
Общо:	4.0	6.00	0.85733	2.0	0.07884
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
R ₂ , m ² K/W			0.85733		След ECM 0.93617
U ₂ , W/m ² K			0.973		0.904

Таблица 7.12

Външна стена ТИП 3 (към неотопляем покрив)	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ECM	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Външна мазилка	2.0	0.870	0.02299		
Зидария от кухи и решетъчни тухли на варо-пясъчен разтвор	25.0	0.520	0.48077		
EPS		0.035	0.00000	10.0	2.85714
Шпакловка PVC мрежа		0.420	0.00000	1.0	0.02381
Външна мазилка		0.870	0.00000	2.0	0.02299
Общо:	27.0	40.00	0.50376	13.0	2.90394
R _{si}	0,13				
R _{se}	0,04				
R ₁ , m ² K/W			0.50376		След ECM 3.40770
U ₁ , W/m ² K			1.484		0.280

Таблица 7.13

Определяне на температурата на въздуха в подпокривното пространство								
I. Изходни данни:	Означения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
			актуално	след ECM	актуално	след ECM	актуално	след ECM
Средна обемна температура на сградата	θ_i	°C	22.0	22.0				
Външна температура с най-голяма продължителност за отоплителния период	θ_{e1}	°C	2	2				
Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$(\theta_{se1} - \theta_{se2})$	°C	4.14	1.13				
Съпротивление на топлопредаване на повърхността от страна на отопляемото помещение	R _{si1}	m ² K/W	0.10	0.10				
Съпротивление на топлопроводност на таванската плоча	R ₁	m ² K/W	0.1206	3.2456				
Съпротивление на топлопредаване от таванската плоча към подпокривното пространство	R _{se1}	m ² K/W	0.3158	0.4339				
Съпротивление на топлопредаване на от въздуха към покривната плоча	R _{si2}	m ² K/W	0.3158	0.4339				
Съпротивление на топлопроводност на покривната плоча	R ₂	m ² K/W	0.8573	0.9362				
Съпротивление на топлопредаване от покривната плоча към външния въздух	R _{se2}	m ² K/W	0.04	0.04				
Съпротивление на топлопредаване от вътрешната стена на вертикалните ограждащи елементи	R _{siw}	m ² K/W	0.13	0.13				
Съпротивление на топлопроводност на вертикалните ограждащи елементи	R _w	m ² K/W	0.5038	3.4077				
Съпротивление на топлопредаване от вертикалните ограждащи ел. към външен въздух	R _{sew}	m ² K/W	0.04	0.04				

Прилежаща стена:			Тип 3					
Площ на таванската плоча	A ₁	m ²	1008.82	1008.82				
Площ на покривната плоча	A ₂	m ²	1008.82	1008.82				
Площ на вертикалните ограждащи елементи	A _w	m ²	279.95	279.95				
Периметър на вертикалните ограждащи елементи	P	m	349.94	349.94				
Височина на прилежащите стени	h _w	m	0.80	0.80				
II. Изчислителни данни:	Означения	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Коефициент на топлопреминаване през таванска плоча	U ₁	W/m ² K	1.8641	0.2646				
Коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U ₂	W/m ² K	0.8243	0.7092				
Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	U _w	W/m ² K	1.4842	0.2795				
Температура на въздуха в подпокривното пространство	θ ₀	°C	15.7192	6.5825				
Температура на долната повърхност граница с подпокривното пространство	θ _{sc1}	°C	17.68	7.03				
Температура на горната повърхност граница с подпокривното пространство	θ _{sc2}	°C	13.53	5.90				
Определение на коефициент на топлопреминаване през студен покрив (с въздушен слой по-голям от 30 см)								
I. Изходни данни:	Означения	Мерни единици	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ
Сума - R ₁ , R ₂	Σ(δ/λ _j)	m ² K/W	0.9779	4.1818				
Дебелина на въздушния слой	δ _{sc}	m	0.80	0.80				
Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	λ	W/mK	2.5500	2.5500				
Съпротивление на топлопредаване от вътрешната страна на покрива	R _{si}	m ² K/W	0.10	0.10				
Съпротивление на топлопредаване от външната страна на покрива	R _{se}	m ² K/W	0.04	0.04				
Кинематичен вискозитет на въздуха	ν	m ² /s	14.6100	14.6100				
Критерии на Прандтл	Pr		0.7040	0.7040				
Уплътненост на покрива:			Неуплътнен покрив					
Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство:	n	h ⁻¹	0.3	0.1				
Обем на въздуха в подпокривното пространство	V	m ³	807.06	807.06				
II. Изчислителни данни:	Означения	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Корекционен коефициент при GrPr<10 ³	ε _{x1}		1.00	1.00				
Корекционен коефициент при 10 ³ <GrPr<10 ⁶	ε _{x2}		34.1960	23.3627				
Корекционен коефициент при 10 ⁶ <GrPr<10 ⁹	ε _{x3}		49.6648	36.1552				
Критерии на Грасхоф	Gr		3.376E+08	9.481E+07				
Коефициент на обемно разширение	β	K ⁻¹	0.003462	0.003575				
Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	λ _{eq}	W/mK	1.2665	0.9220				
Грасхоф-Прандтл	GrPr		2.377E+08	6.675E+07				
Коефициент на топлопреминаване през подпокривно пространство	U _r	W/m ² K	0.771	0.200				

Таблица 7.14

Плосък „топъл“ покрив (без неотопляем въздух) ТИП 2	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Ламарина	1.0	53.500	0.00019		-0.00019
Хидроизолация	1.0	0.620	0.01613		
Стоманобетонна плоча	15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
XPS		0.030	0.00000	10.0	3.33333
Изравнителна циментова замазка		0.930	0.00000	3.0	0.03226
Хидроизолация		0.170	0.00000	1.0	0.05882
Общо:	19.0	32.00	0.13691	13.0	3.42423
R _{si}	0,10				
R _{se}	0,04				
R _i , m ² K/W			0.13691		3.56114
U _i , W/m ² K			3.611		0.270
Плосък „топъл“ покрив (без неотопляем въздух) ТИП 3	Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
				δ , (cm)	R (m ² K/W)
Мозайка	2.0	2.470	0.00810		
Изравнителна циментова замазка	3.0	0.620	0.04839		
Стоманобетонна плоча	15.0	1.630	0.09202		
Вътрешна мазилка	2.0	0.700	0.02857		
Минерална вата (твърда) - 3		0.035	0.00000	10.0	2.85714
Минералфазерни плочи		0.056	0.00000	1.5	0.26786
Общо:	22.0	33.50	0.17708	11.5	3.12500
R _{si}	0,10				
R _{se}	0,04				
R _i , m ² K/W			0.17708		3.30208
U _i , W/m ² K			3.154		0.291

Таблица 7.15

Таблица 7.15

Мярка: Г, Топлинно изолиране на подове				
Съществуващо положение	Подовите на сградата не са топлоизолирани и са с висок коефициент на топлопреминаване, в следствие на което през тях има големи топлинни загуби.			
Описание на мярката	Топлинно изолиране на 255.30 м² подова плоча към неотопляем сутерен с каменна вата с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,037 \text{ W/mK}$ и топлинно изолиране на 74.58 м² външни стени, граничещи с външен въздух, към неотопляем сутерен с XPS с дебелина 10 см и $\lambda \leq 0,030 \text{ W/mK}$, подмяна на 12.48 м² дограма към неотопляем сутерен с PVC дограма с двоен стъклопакет, което ще доведе до намаляване на обобщения коефициент на топлопреминаване през пода от 0.50 до 0,37 W/m ² K.			
Финансов анализ				
Доставка и полагане на топлоизолация XPS (10 см) за 74.58 м ² стени, стъклофибърна мрежа, укрепващи дюбели, циментово лепило, шпакловка и фасадна боя, доставка и полагане на топлоизолация каменна вата(10 см) за 255.30 м ² подова плоча, стъклофибърна мрежа, укрепващи дюбели, циментово лепило, шпакловка и вътрешна мазилка, подмяна на 12.48 м ² дограма към сутерен с PVC дограма с двоен стъклопакет:				
74.58 м² x 80 лв./м² = 5 966.40 лв.				
255.30 м² x 80 лв./м² = 20 424.00 лв.				
12.48 м² x 180 лв./м² = 2 246.40 лв.				
Обща сума: 28 636.80 лв.				
Икономически анализ				
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.
1.60	0.54	12 077	1 817	15.76
Дълготрайност на елементите: 30 години				

Топлофизични характеристики на пода след ЕСМ:

Таблица 7.16

Външна стена ТИП 2 (към неотопляем под)		Дебелина δ , (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m ² K/W)	ЕСМ	
					δ , (cm)	R (m ² K/W)
Бучарда		3.0	2.570	0.01167		
Стоманобетон		25.0	1.630	0.15337		
Вътрешна мазилка		2.0	0.700	0.02857		
XPS			0.030	0.00000	10.0	3.33333
Шпакловка PVC мрежа			0.420	0.00000	1.0	0.02381
Външна мазилка			0.870	0.00000	2.0	0.02299
Общо:		30.0	43.00	0.19362	13.0	3.38013
R _{si}		0.13				
R _{se}		0.04				
R _i , m ² K/W				Пред ЕСМ 0.19362		След ЕСМ 3.57375
U _i , W/m ² K				2.750		0.267

Таблица 7.17

Прозрачни външни прозорци и врати на неотапливани помещения							Фасада														Обща площ		
							И		СИ		С		СЗ		З		ЮЗ		Ю			ЮИ	
№	Вид	a	b	A	U	g	п	A	п	A	N	A	п	A	п	A	N	A	п	A	п	A	m²
		cm	cm	m²	W/m²K	-	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	m²
1	Тип 2	140	75	1.05	1.40	0.48	4	4.20		0.00		0.00		0.00	4	4.20		0.00		0.00		0.00	8.40
2	Тип 2	170	60	1.02	1.40	0.48		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	4	4.08		0.00	4.08
Обща площ прозорци по фасади, (A _{пр} , m²):							4	4.20	0	0.00	0	0.00	0	0	4	4.20	0	0.00	4	4.08	0	0.00	12.48
Обобщен коефициент на топлопреминаване: (U _{обобщено}):							1.40		0.00		0.00		0.00		1.40		0.00		1.40		0.00		1.40
Обобщен коефициент на енергопреминаване: (g _{обобщено}):							0.48		0.00		0.00		0.00		0.48		0.00		0.48		0.00		0.48

Таблица 7.18

Таблица 7.18

Изчисляване на Uf (подова плоча на отопляемото помещение над неотопляем подземен етаж) ТИП 1-1				Дебелина δ, (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m²K/W)	ЕСМ	
							δ, (cm)	R (m²K/W)
Мозайка				2.0	2.470	0.00810		
Изравнителна циментова замазка				3.0	0.930	0.03226		
Стоманобетонна плоча				20.0	1.630	0.12270		
Вътрешна мазилка				2.0	0.700	0.02857		
Каменна вата					0.037	0.00000	10.0	2.70270
Шпакловка PVC мрежа					0.420	0.00000	1.0	0.02381
Вътрешна мазилка					0.700	0.00000	2.0	0.02857
Общо:				27.0	40.00	0.19163	13.0	2.75508
R _{si}				0,17				
R _{se}				0,17	Преди ЕСМ			След ЕСМ
R _{gl} , m²K/W					0.19163			2.94671
U _{gl} , W/m²K					1.881			0.304
Изчисляване на Uf (подова плоча на отопляемото помещение над неотопляем подземен етаж) ТИП 1-2				Дебелина δ, (cm)	Коефициент на топлопроводност λ (W/mK),	Съпротивление на топлопреминаване (m²K/W)	ЕСМ	
							δ, (cm)	R (m²K/W)
Паркет				1.0	0.210	0.04762		
Изравнителна циментова замазка				4.0	0.930	0.04301		
Стоманобетонна плоча				20.0	1.630	0.12270		
Вътрешна мазилка				2.0	0.700	0.02857		
Каменна вата					0.037	0.00000	10.0	2.70270
Шпакловка PVC мрежа					0.420	0.00000	1.0	0.02381
Вътрешна мазилка					0.700	0.00000	2.0	0.02857
Общо:				27.0	40.00	0.24190	13.0	2.75508
R _{si}				0,17				
R _{se}				0,17	Преди ЕСМ			След ЕСМ
R _{gl} , m²K/W					0.24190			2.99698
U _{gl} , W/m²K					1.719			0.300

Таблица 7.19

Таблица 7.19

Определяне на коефициента на топлопреминаване през пода на неотопляем подземен етаж								
I. Изходни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1					
			актуално	след ЕСМ	актуално	след ЕСМ	актуа лно	след ЕСМ
Площ на пода на подземния етаж (на земната основа)	A_G	m^2	255.30	255.30				
Периметър на подземния етаж	P	m	73.70	73.70				
Коефициент на топлопредаване на пода на отопляваното помещение	U_f	W/m^2K	1.793	0.302				
Коефициент на топлопреминаване на стените на подземния етаж над земята	U_w	W/m^2K	1.948	0.257				
Височина на стените на подземния етаж, които граничат с външния въздух	h	m	1.20	1.20				
Кратност на въздухообмен в подземния етаж	n	h^{-1}	0.30	0.30				
Обем на въздуха на подземния етаж	V	m^3	689.31	689.31				
Прилежаща подземна стена:			Тип 1					
Съпротивление на топлопроводност на стените на подземния етаж	R_{bw}	m^2K/W	0.182	0.182				
Съпротивление на топлопроводност на пода на подземния етаж	R_{bf}	m^2K/W	0.298	0.298				
Под на подземния етаж:			Тип 1 и 2					
Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	w	m	0.29	0.42				
Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	z'	m	1.50	1.50				
Прилежаща стена:			Тип 2					
Определяне на коефициента на топлопреминаване през стените на подземен етаж:								
I. Изходни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
Съпротивление на топлопредаване на вътрешна повърхност	R_{si}	m^2K/W	0.13	0.13				
Съпротивление на топлопредаване на външната повърхност	R_{se}	m^2K/W	0.04	0.04				
Съпротивление на топлопроводност на стените на подземния етаж	R_{bw}	m^2K/W	2.841	2.841				
Прилежаща подземна стена:			Тип 1					
II. Изчислителни данни:	Означен ия	Мерни ед.	ТИП 1		ТИП 2		ТИП 3	
d_{bw}	d_{bw}	m	0.703891	0.703891				
Приведена дебелина	d_i	m	1.306338	1.436338				
Пространствена характеристика на пода	B'	m	6.928087	6.928087				
Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	U_{bf}	W/m^2K	0.411	0.400				
Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж	U_{bw}	W/m^2K	1.124	1.124				
Действителен коефициент на топлопреминаване	U_{nne}	W/m^2K	0.908	0.243				

Таблица 7.20

Таблица 7.20

Мярка: Д, Подмяна на старите осветителни ЛНЖ тела с ЕСЛ				
Съществуващо положение		В сградата има лампи с нажежаема жичка, които е необходимо да бъдат подменени с ЕСЛ		
Описание на мярката		Подмяна на осветителни тела ЛНЖ с енергоспестяващи (светодиодни или КЛЛ) и датчици за движение.		
Финансов анализ				
Мерки по осветителната инсталация по отделен проект 770 лв.				
Икономически анализ				
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.
770	0.03 %	251	76	10.11
Дълготрайност на елементите: 5 години				

Таблица 7.21

Таблица 7.21

Мярка: Е, Мерки по отоплителната инсталация (Е2 и Е3)				
Съществуващо положение	Отоплителната инсталация е в лошо състояние, което води до големи загуби.			
Описание на мярката	Доставка и монтаж на АУ. Доставка и монтаж на нафтова/газова горелка. Да се подмени сградната инсталация и отоплителните тела с подходящи за работа с отоплителна инсталация захранвана от водогрееен котел.			
Финансов анализ				
Е2: Доставка и монтаж на контролер за АУ на горелка, помпа с контрол по външната температура. Монтиране на контролер за АУ на помпата и горелката. Настройка на контролера: 1 бр. x 5 000 лв. = 5 000 лв.				
Е3: Доставка и монтаж на тръбна разводка от полипропиленови тръби за изграждане на на отоплителната инсталация за сградата;				
Доставка и монтаж на спирателна арматура;				
Доставка и монтаж на алуминиеви радиатори;				
Доставка и монтаж на глави, секретни вентили и ръчни обезвъздушители;				
Доставка и монтаж на изолация от микропореста гума върху тръбната разводка, преминаваща в неотопляеми помещения;				
Доставка и монтаж на спирателни вентили, предпазни и възвратни клапани, филтри;				
Направа на проект по част ОВ.				
1 бр. x 237 100 лв. = 237 100 лв.				
Обща сума: 242 100.00 лв.				
Икономически анализ				
Инвестиция лв.	Икономия, %	Год.икономия kWh	Парично спестяване, лв.	Срок на откупуване, год.
242 100	9.89	74 789	11 254	21.51
5 000	1.60	12 098	1 821	2.75
237 100	8.29	62 691	9 433	25.13
Дълготрайност на елементите: 25 години				

7.3. Изчисляване на икономическата ефективност и ефикасност за жизнения цикъл на технически решения за съхранение на енергията в сгради

Изчислява се с помощта на специализирания софтуер „Финансови изчисления“ на ENSI Норвегия при базова стойност на номиналния лихвен процент и инфлацията по следните показатели:

- Разходи до началото на експлоатационния период (I0);
- Нетни приходи от експлоатацията на техническото решение (B);
- Срок на откупуване (PB);
- Нетна настояща стойност (NPV);
- Коефициент на нетна сегашна стойност (NPVQ);
- Срок на изплащане (PO);
- Вътрешна норма на възвращаемост (IRR);

Данни за проекта

Входни данни за проекта | Данни | Цени на енергията

Име на проекта: **СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА** *

Изчислителен метод *

☒ Енергия (кWh/год.)

☐ В пари

Валута: **BGN**

Ном. лихвен процент: **0,1 %** *

Процент на инфлация: **0,0 %**

Реален лихвен %: **0,1 %**

Фиг. 7.3

Данни за проекта

Входни данни за проекта | Данни | Цени на енергията

	Цена на енергията	Цена за мощност
1: ПРИРОДЕН ГАЗ	0,120 BGN/kWh	0,00 BGN/kW *
2: Ел. енергия	0,310 BGN/kWh	0,00 BGN/kW
3: Газьол/Газ	0,000 BGN/kWh	0,00 BGN/kW
4:	0,000 BGN/kWh	0,00 BGN/kW

Фиг. 7.4

Енергийни изчисления																					
Име на проекта:	СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА																				
Марка:	ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА СТЕНИ																				
Общ инвестиции:	321.016 BGN																				
Енерг. източник 1:	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2	ПРИРОДЕН ГАЗ																			
Икономии kWh/година:	233.903 kWh/година	* 0,150 BGN/kWh =	35.090 BGN																		
Икономии kW	0 kW	*	0 BGN																		
Енерг. източник 2:	<input type="radio"/> Не <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2	Ел. енергия																			
Икономии kWh/година:	723 kWh/година	* 0,310 BGN/kWh =	220 BGN																		
Икономии kW	0 kW	*	0 BGN																		
Общ икономии	35.310 BGN																				
Годишна Е&П	0 BGN																				
Нето икономии:	35.310 BGN																				
Икономически живот:	30 Години																				
Макс. срок изплащане	10 Години	(За изчисление на макс. инвестиция)																			
Реален лихвен %:	0,10%																				
Рентабилност <table border="1"> <tr> <td>Срок на откупуване:</td> <td>9,1</td> <td><input type="checkbox"/> Марка за реконструкция</td> </tr> <tr> <td>Срок на изплащане:</td> <td>9,1</td> <td><input type="checkbox"/> Нерентабилна марка</td> </tr> <tr> <td>Вътр. норма на възвръщаемост:</td> <td>10,5 %</td> <td><input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат</td> </tr> <tr> <td>Нетна сегашна стойност:</td> <td>722.039</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Коеф. на нетна сегашна стойност:</td> <td>2,25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Максимална инвестиция</td> <td>350.994</td> <td></td> </tr> </table>				Срок на откупуване:	9,1	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция	Срок на изплащане:	9,1	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка	Вътр. норма на възвръщаемост:	10,5 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат	Нетна сегашна стойност:	722.039		Коеф. на нетна сегашна стойност:	2,25		Максимална инвестиция	350.994	
Срок на откупуване:	9,1	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция																			
Срок на изплащане:	9,1	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка																			
Вътр. норма на възвръщаемост:	10,5 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат																			
Нетна сегашна стойност:	722.039																				
Коеф. на нетна сегашна стойност:	2,25																				
Максимална инвестиция	350.994																				
		Откажи	ОК																		

Фиг.7.5

Енергийни изчисления																					
Име на проекта:	СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА																				
Марка:	СМЯНА НА ДОГРАМА																				
Общ инвестиции:	153.617 BGN																				
Енерг. източник 1:	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2	ПРИРОДЕН ГАЗ																			
Икономии kWh/година:	96.223 kWh/година	* 0,150 BGN/kWh =	14.430 BGN																		
Икономии kW	0 kW	*	0 BGN																		
Енерг. източник 2:	<input type="radio"/> Не <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2	Ел. енергия																			
Икономии kWh/година:	297 kWh/година	* 0,310 BGN/kWh =	90 BGN																		
Икономии kW	0 kW	*	0 BGN																		
Общ икономии	14.520 BGN																				
Годишна Е&П	0 BGN																				
Нето икономии:	14.520 BGN																				
Икономически живот:	25 Години																				
Макс. срок изплащане	10 Години	(За изчисление на макс. инвестиция)																			
Реален лихвен %:	0,10%																				
Рентабилност <table border="1"> <tr> <td>Срок на откупуване:</td> <td>10,6</td> <td><input type="checkbox"/> Марка за реконструкция</td> </tr> <tr> <td>Срок на изплащане:</td> <td>10,6</td> <td><input type="checkbox"/> Нерентабилна марка</td> </tr> <tr> <td>Вътр. норма на възвръщаемост:</td> <td>8,1 %</td> <td><input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат</td> </tr> <tr> <td>Нетна сегашна стойност:</td> <td>204.706</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Коеф. на нетна сегашна стойност:</td> <td>1,33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Максимална инвестиция</td> <td>144.334</td> <td></td> </tr> </table>				Срок на откупуване:	10,6	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция	Срок на изплащане:	10,6	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка	Вътр. норма на възвръщаемост:	8,1 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат	Нетна сегашна стойност:	204.706		Коеф. на нетна сегашна стойност:	1,33		Максимална инвестиция	144.334	
Срок на откупуване:	10,6	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция																			
Срок на изплащане:	10,6	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка																			
Вътр. норма на възвръщаемост:	8,1 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат																			
Нетна сегашна стойност:	204.706																				
Коеф. на нетна сегашна стойност:	1,33																				
Максимална инвестиция	144.334																				
		Откажи	ОК																		

Фиг.7.6

Енергийни изчисления

Име на проекта: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Марка: **ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА ПОКРИВ**

Общор инвестиция: **230.138 BGN**

Енерг. източник 1: ☒ 1 ☐ 2 ПРИРОДЕН ГАЗ

Икономии kWh/година: **129.184 kWh/година** * 0,150 BGN/kWh = 19.380 BGN

Икономии kW: **0 kW** * = 0 BGN

Енерг. източник 2: ☒ Не ☐ 1 ☐ 2

Икономии kWh/година: **399 kWh/година** * = 0 BGN

Икономии kW: **0 kW** * = 0 BGN

Общор икономии: 19.380 BGN

Годишна Е&П: **0 BGN**

Нето икономии: 19.380 BGN

Икономически живот: **25 Години**

Макс. срок изплащане: **10 Години** (За изчисление на макс. инвестиция)

Реален лихвен %: 0,10%

Рентабилност

Срок на откупуване:	11,9	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция
Срок на изплащане:	12,0	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка
Вътр. норма на възвръщаемост:	6,8 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат
Нетна сегашна стойност:	248.120	
Коеф. на нетна сегашна стойност:	1,08	
Максимална инвестиция	192.644	

Откажи OK

Фиг. 7.7

Енергийни изчисления

Име на проекта: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Марка: **ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА ПОД**

Общор инвестиция: **28.637 BGN**

Енерг. източник 1: ☒ 1 ☐ 2 ПРИРОДЕН ГАЗ

Икономии kWh/година: **12.040 kWh/година** * 0,150 BGN/kWh = 1.810 BGN

Икономии kW: **0 kW** * = 0 BGN

Енерг. източник 2: ☐ Не ☐ 1 ☒ 2 Ел. енергия

Икономии kWh/година: **37 kWh/година** * 0,310 BGN/kWh = 10 BGN

Икономии kW: **0 kW** * = 0 BGN

Общор икономии: 1.820 BGN

Годишна Е&П: **0 BGN**

Нето икономии: 1.820 BGN

Икономически живот: **25 Години**

Макс. срок изплащане: **10 Години** (За изчисление на макс. инвестиция)

Реален лихвен %: 0,10%

Рентабилност

Срок на откупуване:	15,7	<input type="checkbox"/> Марка за реконструкция
Срок на изплащане:	15,9	<input type="checkbox"/> Нерентабилна марка
Вътр. норма на възвръщаемост:	3,9 %	<input type="checkbox"/> Мерки по вътрешния микроклимат
Нетна сегашна стойност:	16.277	
Коеф. на нетна сегашна стойност:	0,57	
Максимална инвестиция	18.092	

Откажи OK

Фиг. 7.8

Енергийни изчисления

Име на проекта: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Марка: СМЯНА НА ОСВЕТИТЕЛНИ ТЕЛА

Общо инвестиции: 770 BGN

Енерг. източник 1: ☒ 1 ☐ 2 ПРИРОДЕН ГАЗ

Икономии kWh/година: 0 kWh/година * 0,150 BGN/kWh = 0 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Енерг. източник 2: ☐ Не ☐ 1 ☒ 2 Ел. енергия

Икономии kWh/година: 251 kWh/година * 0,310 BGN/kWh = 80 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Общо икономии: 80 BGN

Годишна Е&П: 0 BGN

Нето икономии: 80 BGN

Икономически живот: 10 Години

Макс. срок изплащане: 10 Години (За изчисление на макс. инвестиция)

Реален лихвен %: 0,10%

Рентабилност

Срок на откупуване:	9,6
Срок на изплащане:	9,7
Вътр. норма на възвръщаемост:	0,7 %
Нетна сегашна стойност:	26
Коеф. на нетна сегашна стойност:	0,03
Максимална инвестиция	795

☐ Марка за реконструкция

☐ Нерентабилна марка

☐ Мерки по вътрешния микроклимат

Откажи OK

Фиг. 7.9

Енергийни изчисления

Име на проекта: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Марка: МЕРКИ ПО ПРИБОРИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Общо инвестиции: 5.000 BGN

Енерг. източник 1: ☒ 1 ☐ 2 ПРИРОДЕН ГАЗ

Икономии kWh/година: 12.061 kWh/година * 0,150 BGN/kWh = 1.810 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Енерг. източник 2: ☐ Не ☐ 1 ☒ 2 Ел. енергия

Икономии kWh/година: 37 kWh/година * 0,310 BGN/kWh = 10 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Общо икономии: 1.820 BGN

Годишна Е&П: 0 BGN

Нето икономии: 1.820 BGN

Икономически живот: 10 Години

Макс. срок изплащане: 10 Години (За изчисление на макс. инвестиция)

Реален лихвен %: 0,10%

Рентабилност

Срок на откупуване:	2,8
Срок на изплащане:	2,8
Вътр. норма на възвръщаемост:	34,5 %
Нетна сегашна стойност:	13.100
Коеф. на нетна сегашна стойност:	2,62
Максимална инвестиция	18.092

☐ Марка за реконструкция

☐ Нерентабилна марка

☐ Мерки по вътрешния микроклимат

Откажи OK

Фиг. 7.10

Енергийни изчисления

Име на проекта: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Марка: МЕРКИ ПО СПРАДНАТА ИНСТАЛАЦИЯ

Общо инвестиции: 237.100 BGN

Енерг. източник 1: 1 2 Ел. енергия

Икономии kWh/година: 62.498 kWh/година * 0,310 BGN/kWh = 19.370 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Енерг. източник 2: Не 1 2 Ел. енергия

Икономии kWh/година: 193 kWh/година * 0,310 BGN/kWh = 60 BGN

Икономии kW: 0 kW * = 0 BGN

Общо икономии: 19.430 BGN

Годишна Е&П: 0 BGN

Нето икономии: 19.430 BGN

Икономически живот: 30 Години

Макс. срок изплащане: 10 Години (За изчисление на макс. инвестиция)

Реален лихвен %: 0,10%

Рентабилност

Срок на откупуване: 12,2 ☐ Марка за реконструкция

Срок на изплащане: 12,3 ☐ Нерентабилна марка

Вътр. норма на възвръщаемост: 7,2 % ☐ Мерки по вътрешния микроклимат

Нетна сегашна стойност: 336.861

Коеф. на нетна сегашна стойност: 1,42

Максимална инвестиция: 193.141

Откажи OK

Фиг.7.11

Мерки

Проект: СОУ ХРИСТО БОТЕВ СТАРА ЗАГОРА

Всички мерки Рентабилни мерки Мерки за реконструкция Мерки по вътрешния микроклимат PIR Нерентабилна марка

Мерки	Инвестиция	Нето икономии	PB	PO	IRR	NPV	NPVQ	Макс. инвестиция	ОБЩО
								1) 2)	Инвестиция:
МЕРКИ ПО ПРИБОРИТЕ ЗА УГ	5.000	1.820	2,8	2,8	35%	13.100	2,62	18.092 10,0	976.278 BGN
ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА СТЕН	321.016	35.310	9,1	9,1	10%	722.039	2,25	350.994 10,0	
МЕРКИ ПО СПРАДНАТА ИНСТ	237.100	19.430	12,2	12,3	7%	336.861	1,42	193.141 10,0	Икономии:
СМЯНА НА ДОГРАМА	153.617	14.520	10,6	10,6	8%	204.706	1,33	144.334 10,0	92.360 BGN
ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА ПОК	230.136	19.380	11,9	12,0	7%	246.120	1,08	192.644 10,0	Срок на откупуване:
ТОПЛОИЗОЛИРАНЕ НА ПОД	28.637	1.820	15,7	15,9	4%	16.277	0,57	18.092 10,0	10,6 години
СМЯНА НА ОСВЕТИТЕЛНИ ТЕ	770	80	9,6	9,7	1%	26	0,03	795 10,0	Срок на изплащане:
									10,6 години

Мерки: Нов Промяна Изтрий

Реален лихвен %: 0,1 %

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

Печат Затвори

Фиг.7.12

7.4. Оценка на екологичния ефект на избраните мерки:

Таблица 7.22

Оценка на екологични еквивалент от избраните мерки			
ЕСМ #	Мярка	Икономия kWh	Спестени емисии t
1	Подмяна на дограма	96520	19.68
2	Топлоизолация стени	234626	47.84
3	Топлоизолация покрив	129583	26.42
4	Топлоизолация под	12077	2.46
5	ЕСМ по осветление	251	0.21
6	Мерки по подмяна на котли, отоплителна инсталация и вентилационна инсталация и смяна на горивната база	74789	15.25
Общо спестени емисии CO ₂ :			111.86

7.5. Други възможни мерки за подобряване на комфорта и привеждане на сградата към нормативни изисквания.

Препоръчително е да се извърши продухване на отоплителната и поставяне на термовинтили, където е възможно или да бъде проектирана и изпълнена нова отоплителна инсталация със съвременна автоматика и покриваща критериите за енергийна ефективност. Препоръчително е да бъде изградена нова система за вентилация на физкултурния салон и подменена електрическата инсталация.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършеното енергийно обследване показва, че при сегашното състояние на сградата и системата на топлоснабдяване не се осигуряват изискваните санитарно – хигиенни норми за топлинен комфорт. Причини за това са много големите топлинни загуби през ограждащите елементи.

Установен е потенциал за намаляване на действително необходимите разходи с **72.44 %**, който се равнява на **547 846 kWh/y** с екологичен еквивалент **111.86 тона** спестени емисии CO₂.

Необходимите инвестиции за въвеждане на енергоспестяващите мерки са в размер на **976 278 лв.** с включен ДДС и срок на откупуване **11.84 години**.

Важно е да бъде отбелязано, че при непрекъснатото повишаване на цената на топлоподаване и електроенергията реалната парична икономия ще бъде значително по-голяма в следващите години, а това съответно ще доведе до по-малък срок за откупуване на инвестицията.

След изпълнение на всички ЕСМ сградата ще има специфичен разход на енергия **44 kWh/m²y** или годишен разход на енергия **208 433 kWh/y**.

Изчисление на първичната енергия:

След ЕСМ:









Таблица 8.1

Изчисляване на енергийни характеристики	Енергия kWh	Първична енергия MWh	Първична енергия kWh/m ² year	Емисии CO ₂ t/year
Топлинна енергия и БГВ от гориво	128967	142.17	29.98	26.11
Електрическа енергия	79466	238.40	50.27	65.08
ОБЩО:	208433	380.57	80.25	91.19

Съгласно „Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност на сгради“ от 14.04.2015 г. стойността на специфичния годишен разход на първична енергия на нови сгради се изчислява/оценява по методиката съгласно приложение № 3 въз основа на проектните данни и условия за сградата и параметрите на техническите системи, които се предвижда да бъдат изградени в сградата.

Скалата на класовете на енергопотребление за видовете категории сгради е, както следва:



Училища







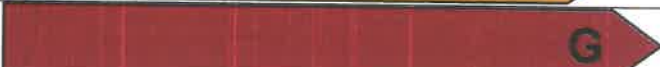
Клас	EP _{min} , kWh/m ²	EP _{max} , kWh/m ²	УЧИЛИЩА
A+	<	25	
A	25	50	
B	51	100	
C	101	130	
D	131	160	
E	161	200	
F	201	240	
G	>	240	

Необходимо годишно потребление на енергия (базова линия) – EP = 44.0 kWh/m²y. Преизчислено в първична енергия: EP = 80.25 kWh/m²y.

$$51 < 80.25 < 100$$

от което следва, че сградата принадлежи към клас на енергопотребление "B" от скалата на класовете на енергопотребление.

EP _{min} , kWh/m ²	EP _{max} , kWh/m ²	Клас	Клас на сградата
<	25		
25	50		

51	100		
101	130		
131	160		
161	200		
201	240		
>	240		
		Специфичен годишен разход на първична енергия, kWh/m ² год.	80.25
		Общ годишен разход на първична енергия, (kWh)	380 570

Забележка:

Настоящият доклад, както и съдържащите се в него изчисления, анализи, обобщения и заключения, са направени въз основа на следните ограничителни условия:

✓ Обследването по правило е субективно и представлява единствено преценка за стойността на енергоефективните мерки, с оглед бъдещи инвестиции за основен ремонт, реконструкция и модернизация на сградите;

✓ За нуждите на настоящата оценка са преценявани фактите и условията, които са съществували към договорената дата на предаване на доклада от обследването. Последвали събития и условия не са и не могат да бъдат отчитани при извършване на оценката;

✓ Анализите и стойностите, представени в този доклад, са приложими само за конкретната цел, отразена в него и не могат да бъдат използвани извън контекста на доклада;

✓ Информацията, преценките и мненията, съдържащи се в настоящия доклад и получени от източници извън подписалия доклада, се приемат за достоверни и не са били независимо проверявани.

✓ По преценка на собственика на обследвания обект и допълнителна преценка е възможно да бъдат изпълнени ЕСМ, които се различават несъществено от предложените и няма да доведат до промяна на класа на енергопотребление от скалата на класовете на енергопотребление на обследваната сграда, за което одитиращите дават своето съгласие.

ПРОГРАМА ЗА ЕНЕРГИЕН МОНИТОРИНГ

Обследването за енергийна ефективност е основа за определяне на енергийните характеристики на обектите, за съставяне на програми за енергийна ефективност и осъществяване на мерки за енергоспестяване, както и за последващ мениджмънт на енергийните системи в обектите.

За постигане на предвидените резултати от обследването за енергийна ефективност е необходимо въвеждане на правила за експлоатация и поддръжка на енергийните системи, както и въвеждане на енергиен мониторинг.

Чрез *енергийния мониторинг* се контролира поддържането на енергопотреблението на предвиденото нормативно ниво. Анализа на данните от мониторинга е основа за вземане на решения за експлоатацията, поддръжката, ремонта и обновяването на сградите и системите в тях.

Необходими измервателни средства за извършването на енергиен мониторинг

1. Термометър за измерване на температура на външния въздух (препоръчително е да има възможност за запис на данните);
2. Термометри за измерване на вътрешната температура в представителни помещения (препоръчително е да има възможност за запис на данните);
3. Термометри за измерване на температурите на подаващия и връщащия топлоносител (вътрешен отоплителен кръг);
4. Дебитомери при наличието на много клонове и необходимост от разделяне на консумацията;
5. Уред за измерване на разхода на гориво (при газови или дизелови котли);
6. Топломер в абонатната станция за отчитане на потребената топлина;

7. Електромери;
8. Уреди за отчитане на наработените часове.

Предписания за разположение на термометрите

1. Термометърът за измерване на температурата на околния въздух не трябва да се поставя на фасади, които са в близост до технически помещения, кухни, вентилационни решетки и други, в които се отделя голямо количество топлина.
2. Термометрите за измерване на температурите в помещенията задължително трябва да са поне толкова броя, колкото са щранговете от разпределителния колектор. Добре е да има и на представителни етажи (последен и първи), както и в помещения с неблагоприятно разположение спрямо небесната ориентация.

Програма и дейности, които трябва да изпълняват отговорните лица за сградните инсталации

Отговорните за сградите технически лица трябва да притежават копие от издаденият сертификат, след изпълнение на Енергоспестяващите мерки / ЕСМ /, предписани от одитиращата фирма, за всяка конкретна сграда и да се придържат стриктно към енергийните показатели вписани в него. За да бъде изпълнено това, тези лица попълват клетвени декларации, че са запознати със законовата рамка и ангажиментите си за поддържане нивото на енергопотребление в сградата до нормативно позволеното.

Всяко от техническите лица трябва да изпълнява ежегодно следната програма, като за всяка отделна позиция се пишат нарочни докладни до ръководството на обекта с копие до одитиращата фирма:

1. Преди началото на всеки отоплителен сезон е необходимо да се направи проверка на отделните измервателни уреди.
2. Всекидневно регистриране на температурите и доставяне на информация на фирмата занимаваща се с енергийния мониторинг на сградата - седмично.
3. От топломера се отчита потреблението на енергия за топлина - седмично.
4. Отчитат се и температурите на входа и изхода на вътрешния отоплителен кръг - седмично.
5. Снемат се и показанията от термометрите на входа и на изхода на абонатната станция - седмично.
6. Отчита се разхода на гориво (за котли, работещи с различни видове горива) – седмично.
7. Отчита се потребената енергия от електромера.

8. Отчитат се наработените часове на основни системи или консуматори, които се следят.

Процедури за ежеседмичен енергиен мониторинг

1. За съответната седмица се пресмята средната температура.
2. Отчитат се показанията от топломера (разходомера, електромера) и се изчислява специфичното потребление на енергия.
3. Отчитат се и средните стойности на температурите по представителни помещения.
4. Отклоненията от предварително зададените стойности предизвестяват за нередности в настройките или неправилно функциониране на сградната инсталация. Да не се отчитат отклоненията при следния случай:

- по-ниска / по-висока температура на подаваната течава вода;

При ръчно записване на информацията се препоръчва разработването на съответни бланки, подходящи за инсталираните контролно-измервателни уреди.

Причини за отклоненията от предварително зададените параметри, с които трябва техническите лица да се съобразяват и да наблюдават

Най-често срещаните причини за отклонения от предварително зададените параметри според световния опит са:

- грешна настройка на термостатите;
- грешна настройка на системата за автоматичен контрол;
- голям процент отворени прозорци;
- повреда в регулиращите вентили;
- течове в разпределителната мрежа;
- повреди във вентилационните системи;
- неправилно пълнене на инсталацията, което води до въздух във водните отоплителни инсталации и невъзможност за поддържане на параметрите на микроклимата и т.н.

При седмично (ръчно или автоматизирано) събиране на данни може да се открият дефектите в системите или в настройките своевременно без това да доведе до сериозни финансови последици. Така също може да се определят разходите за енергия и да се предвиди бюджет. Повишава се и качеството на извършвания анализ за годишното потребление на енергия и свързаните с това разходи.

При допуснати големи отклонения от еталонните и нормативно допустимите, се преминава към почасово замерване и отчитане до откриване на причините и остраняването им.

Инструктаж на техническия персонал по поддръжката на инсталациите

- Фирмата, извършила енергийното обследване на обекта, преди началото на всеки отоплителен сезон, извършва инструктаж на техническия персонал, който отговаря за сградните инсталации;
- Прави се проверка на състоянието на всички измервателни уреди;
- Проверяват се системите за поддържане на микроклимата в сградите. Внимателно се пълни системата за отопление за да не се получат въздушни възглавници;
- Проверяват се електрическите инсталации;
- Оглежда се състоянието на ограждащите елементи – дограма, стени, подове и покрив. При наличието на проблеми със счупени прозорци, течове и др., своевременно се остраняват;
- Техническият персонал по поддръжката на сградните инсталации се информира за необходимите параметри на микроклимата, които трябва да се зададат в сградата и да се поддържат през отоплителния сезон;
- Трябва да се следи за отваряне на прозорците, което води до преразход на топлина;
- Задължително трябва да се контролира и отчита разходът на енергия от абонатната станция;
- Всяка седмица трябва да се отчитат данните, от топломера, средноседмичната температура на външния въздух, средноседмичната температура в представителните помещения и да се предоставят информацията на фирмата извършила енергийния одит;
- При нередности в измервателните прибори своевременно да информират, за да се избегнат неточности в данните;
- След инструктажа отговорниците се подписват, че са запознати със задълженията си.

При неизпълнение на горния инструктаж, техническият персонал отговарящ за системите за поддържане на нормални условия на работа носи отговорност.

По преценка на ръководството на обекта би могло да бъде назначен специален служител, който да отговаря за енергийната ефективност и пряко да контролира изпълнението на мониторинга. Това би облекчило сериозно процеса на отчитане на изискуемите енергийни показатели.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Закон за енергийната ефективност.
2. Наредба № Е-РД-04-1 от 22 януари 2016 г за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради
3. Наредба № Е-РД-04-2 от 22 януари 2016 г за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите
4. Наредба № 15 за техническите правила и нормативни актове за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия.
5. Наредба №7 от 15.12.2004 г. за топлосъхранение и икономия на енергия и енергийна ефективност в сгради, обнародвана в ДВ 2015 г.
6. Министератво на регионалното развитие и благоустройството “Методически указания за изчисляване на годишния разход на енергия в сгради”, БСА 11/2005 г.
7. Технически Университет – София, “Ръководство за обследване за енергийна ефективност и сертифициране на сгради”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г.
8. Технически университет – София, “Ръководство за изчисляване на годишния разход на енергия в сградите”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г. /в съответствие с Наредба №7 за топлосъхранение и икономия на енергия в сгради/.
9. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – I част, “Техника” 1990 г.
10. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – II част, “Техника” 2001 г.
11. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – III част, “Техника” 1993 г.

Приложения

Примерна бланка за събиране на информация от отговорник на сграда

Месец									
Начална дата: Крайна дата:			Пон.	Вт.	Ср.	Четв.	Пет.	Съб.	Нед.
Външна температура, °C (средна)									
Вътрешна температура, °C (средна)	Помещение	1							
		2							
		3							
		4							
		5							
Температура на подаване Щранг 1, °C									
Температура на връщане на Щранг 1, °C									
Температура на подаване Щранг 2, °C									
Температура на връщане на Щранг 2, °C									
Температура на подаване Щранг 3, °C									
Температура на връщане на Щранг 3, °C									

Примерна бланка разход

Ден	Дата	Изразходено гориво	Продължителност на работа на котлите	Продължителност на работа на отоплението	Показания на електромера	Продължителност на работа на осветлението
		Време на отчитане 9:00 AM			Време на отчитане 10:00 AM	
		литра	часа	часа	kWh	часа
П						
В						
С						
Ч						
П						
С						
Н						
Общо за седмица:						

Примерна бланка температури

Ден	Дата	Температури в помещения								Външна температура	
		Помещение 1		Помещение 2		Помещение 3		Помещение 4			
		8 ч.	14 ч.	8 ч.	14 ч.	8 ч.	14 ч.	8 ч.	14 ч.	8 ч.	14 ч.
П											
В											

С											
Ч											
П											
С											
Н											
Средно за седмица:											