

Обследване за енергийна ефективност

Начално Училище "Христо Попмарков",
гр. Свиленград



ЕС-ЕНЕРДЖИ
ПРОЕКТ ЕООД
гр. София

Сградата се реализира в рамките на
Оперативна програма
„Региони в растеж”

Разработили:

.....
/ арх. Георги Рафаилов /

.....
/ инж. Антоанета Гергова /

.....
/ инж. Ивалина Върбанова /

1. ВЪВЕДЕНИЕ

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.

Настоящото обследване за енергийна ефективност и сертифициране на НУ „Христо Попмарков“, ул. "Иван Вазов" №38, гр. Свиленград са изготвени въз основа на действащата в страната нормативна уредба, създаваща правната и техническа основа за изискванията на енергийна ефективност, а именно:

- Закон за устройството на територията;
- Закон за енергийна ефективност, който урежда обществените отношения, свързани с провеждането на държавната политика за повишаване на енергийната политика при крайно потребление на енергия и предоставянето на енергийни услуги;
- Закон на енергетиката.

С Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. на МРРБ се определят минималните изисквания към енергийните характеристики на сградите, техническите изисквания за енергийна ефективност и техническите правила и норми за проектиране на топлоизолация на сгради и референтните стойности на коефициента на топлопреминаване през ограждащи конструкции и елементи.

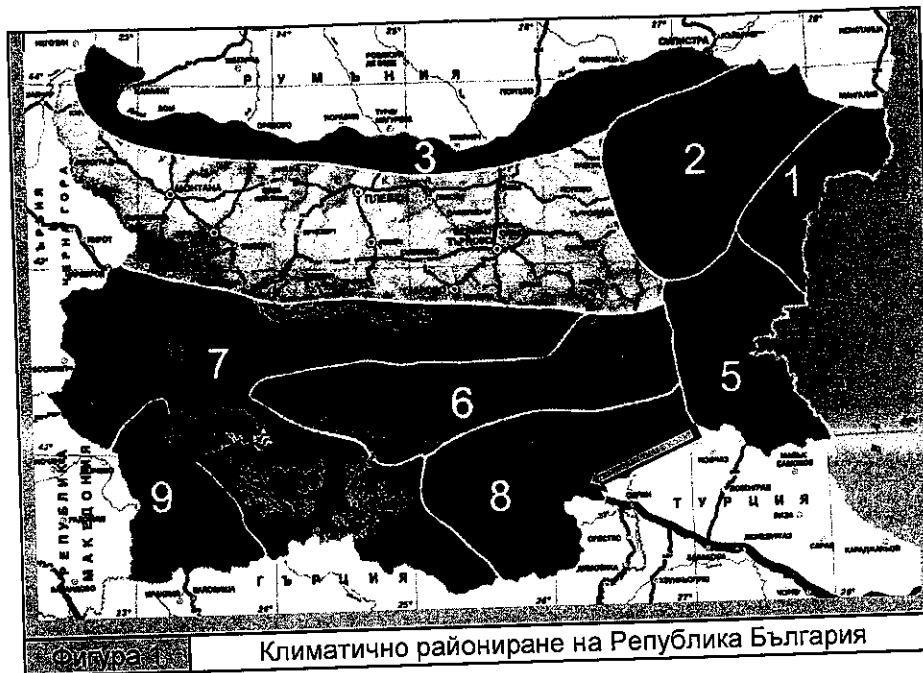
Обследването е извършено на основание ЗЕЕ, Наредба № 16-1594 от 13.11.2013 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради и Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. за енергийна ефективност на сгради.

Техническите правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинната енергия и придружаващите ги методики са регламентирани в Наредба № 5 от 2005 г. към ЗЕЕ.

2. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО

2.1 Основни климатични данни за района

Съгласно климатичното райониране на Република България (фигура 1) по Наредба № РД-16-1058/10.12.2009 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите, град Свиленград принадлежи към осма климатична зона, която се характеризира със следните параметри:



- Продължителност на отоплителния сезон: 161 дни (начало: 28^{ти} октомври; край: 6^{ти} април)
- Отопителни денградуси (DD): 1 097,90, при средна температура в сградата 11,4 °C
- Изчислителна външна температура: -14°C
- Надморска височина на обекта: 60 м.

Като базови стойности на климатичните фактори се използват измерените средномесечни температури на външния въздух за населеното място за периода 2013 – 2015 година по данни на НИМХ към БАН, както и представителни средномесечни температури на външния въздух за осма климатична зона.

2.2 Описание на сградата

Училището представлява сграда на един етаж с отопляем сутерен. Построено е през 1848 г. на ул. "Иван Вазов" №38, гр. Свиленград.

Външните фасадни стени са изградени от зидария от тухли с различна дебелина, а сутеренните стени са от камък.

Покривът е скатен с неотопляемо подпокривно пространство. Наличното покривно покритие – керемиди, на места е компрометирано от атмосферните условия, което е довело до течове в помещенията. Таванската плоча е гредоред. Отводняването на покрива е външно, посредством улици.

Дограмата е дървена двукатна, дървена единична и няколко прозореца от PVC. Входните врати са от метална рамка с единично стъкло, метални плътни и алуминиеви.

Основните данни за сградата са представени в таблица 1.

Таблица 1

Наименование на сградата:		НУ „Христо Попмарков“	
Адрес:		гр. Свиленград, ул. "Иван Вазов" №38	
Тип на сградата:		Училище	
Вид собственост:		Държавна	
Година на построяване:	1848 г.	Ученици/персонал, брой:	104
График на използваемост:		Обитатели, часа/ден	Отопление, часа/ден
Работни дни: Понеделник - Петък		10	10
Почивни дни: Събота и Неделя		0	0

2.3 Ориентация и форма на сградата

Схемата на сградата е показана на фигура 2.



2.4 Размери и общи геометрични характеристики

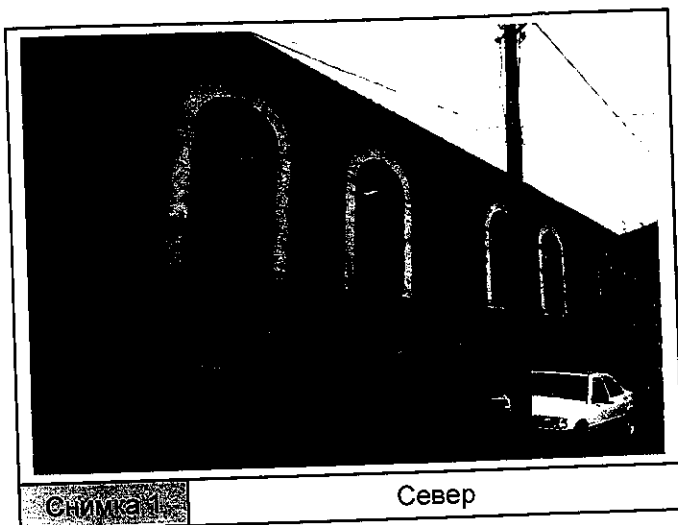
Строителните и геометрични характеристики на сградата, получени след оглед и заснемане, са обобщени в таблица 2.

Таблица 2

Застроена площ (ЗП)	Разгъната застроена площ	Отопляема площ	Отопляем обем (бруто)	Отопляем обем (нето)
$A_{зп}, m^2$	$A_{рзп}, m^2$	$A_{от}, m^2$	$V_{оо}, m^3$	$V_{оо}, m^3$
523	1 535	1 029	4 297	3 438

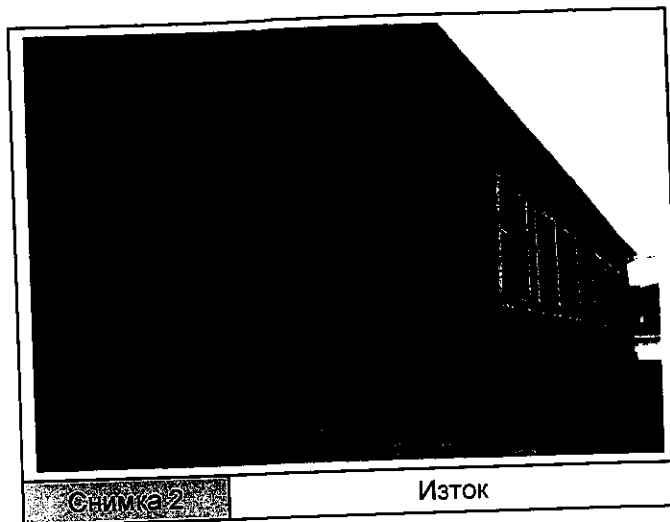
2.5 Изгледи на сградата

Изгледите на фасадите по посоки са показани на следващите снимки.



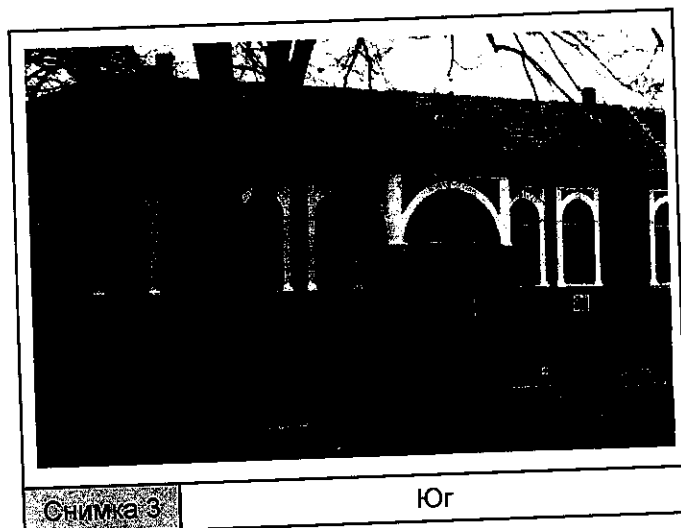
Снимка 1

Север



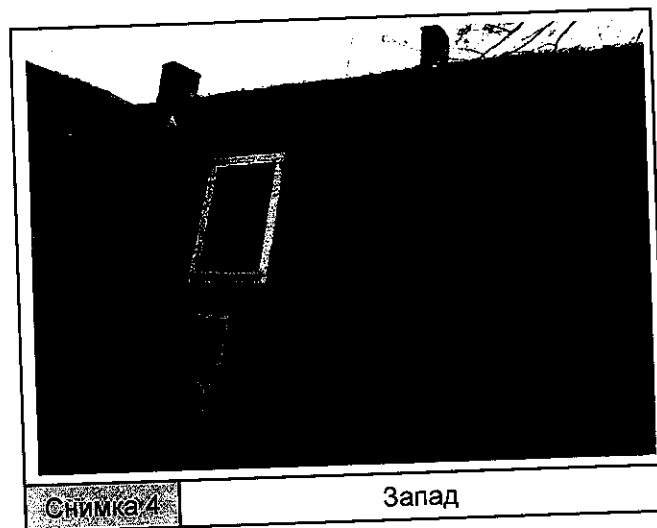
Снимка 2

Изток



Снимка 3

Юг



Снимка 4

Запад

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОГРАЖДАЩИТЕ КОНСТРУКЦИИ И ВЪТРЕШНИ ПРОСТРАНСТВА

3.1. Строителни и топлофизични характеристики на стените

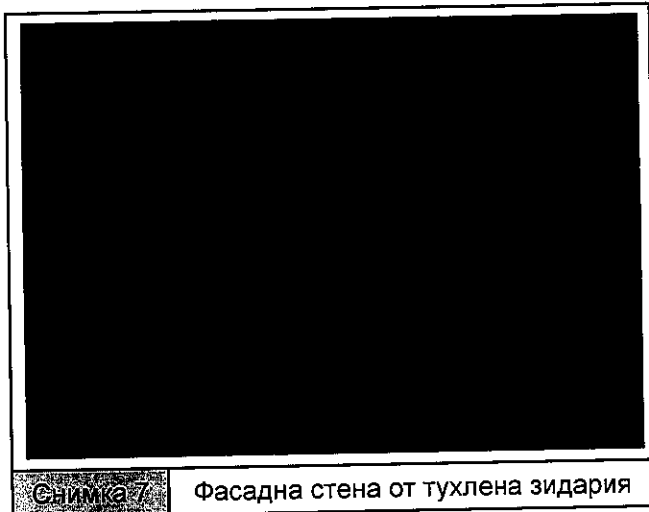
След направения оглед, предоставената ексекутивна документация и по данни от обслужващия персонал на училището, се идентифицират шест типа фасадни външни стени, ограждащи отопляемите обеми. Стени тип 1 са стени от каменна зидария, вътрешна мазилка и мита бучарда от външна страна. Тип 2 са стени от каменна зидария, вътрешна мазилка и каменни плочи от вън. Тип 3 са стени от каменна зидария, вътрешна мазилка и външна мазилка. Стени тип 4 и тип 5 са стени от плътни тухли с различна дебелина, вътрешна мазилка и фасадна боя. Тип 6 са стени от каменна зидария, вътрешна мазилка и фасадна боя. Стени тип 1, 2 и 3 са фасадните стени на сутерена.



Фасадна стена от мита бучарда



Фасадна стена от каменна зидария

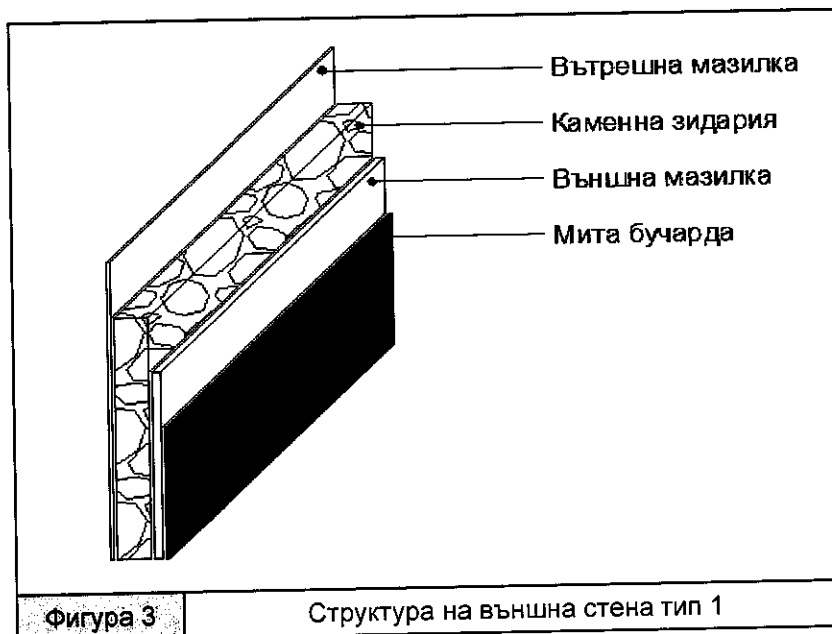


Фасадна стена от тухлена зидария



Фасадна стена от тухлена зидария

Топлофизичните характеристики на всички типове фасадни стени са представени, както следва:



Структура на външна стена тип 1

Таблица 3

Тип 1 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719	
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
4	Мита бучарда	0,020	2,470	0,0081	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,49	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28	

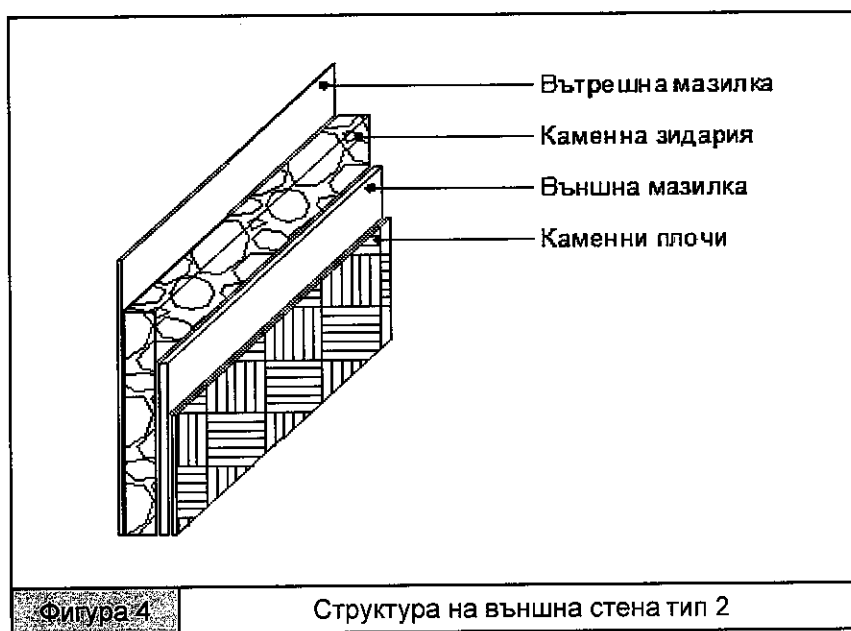


Таблица 4

Тип 2 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719	
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
4	Каменни плочи	0,030	1,160	0,0259	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,38	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28	

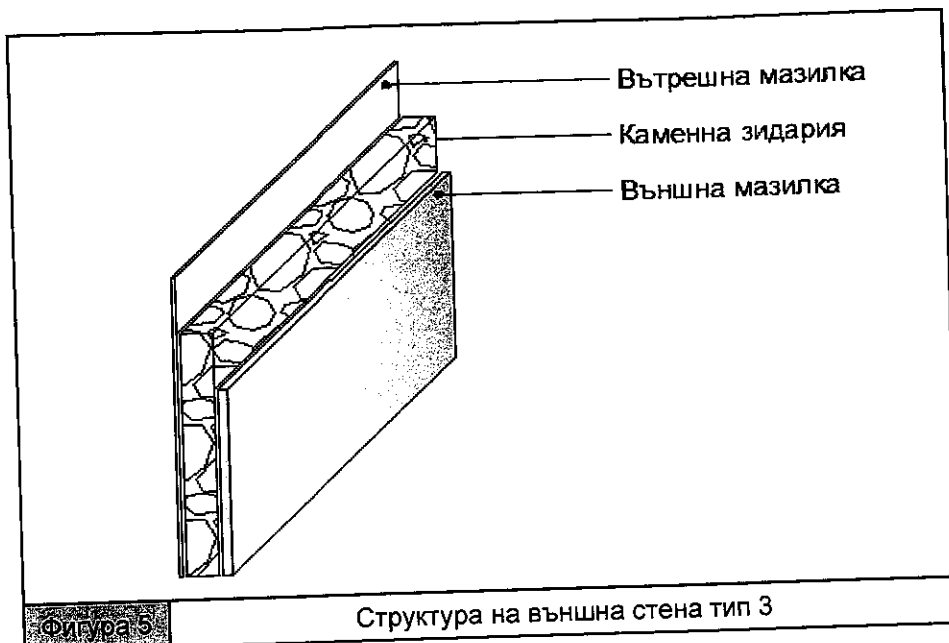


Таблица 5

Тип 3 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719	
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400

Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,54
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28

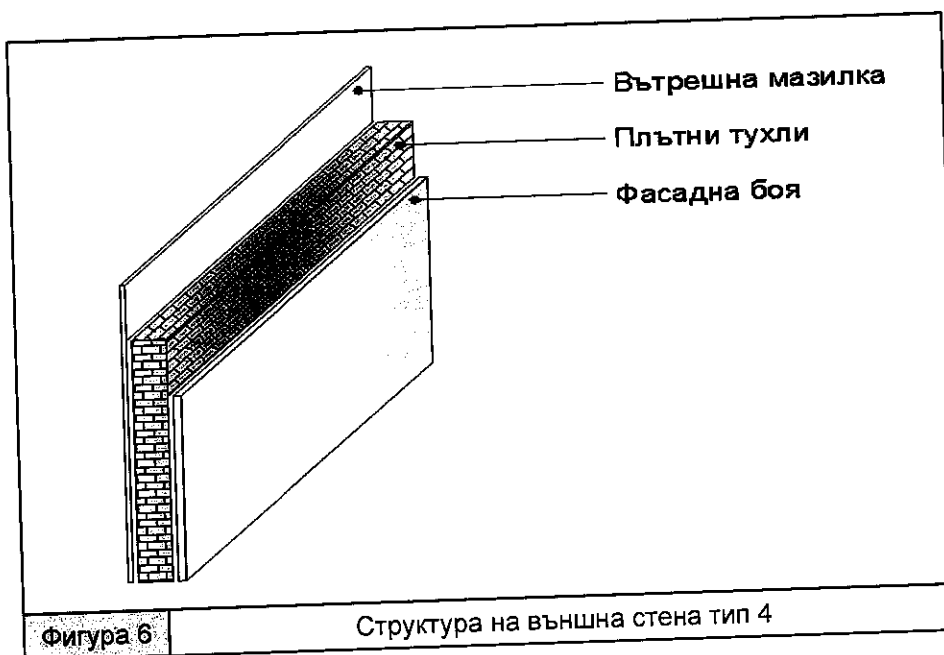


Таблица 6

Тип 4 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Плътни тухли	0,450	0,790	0,5696	
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	1,30	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28	

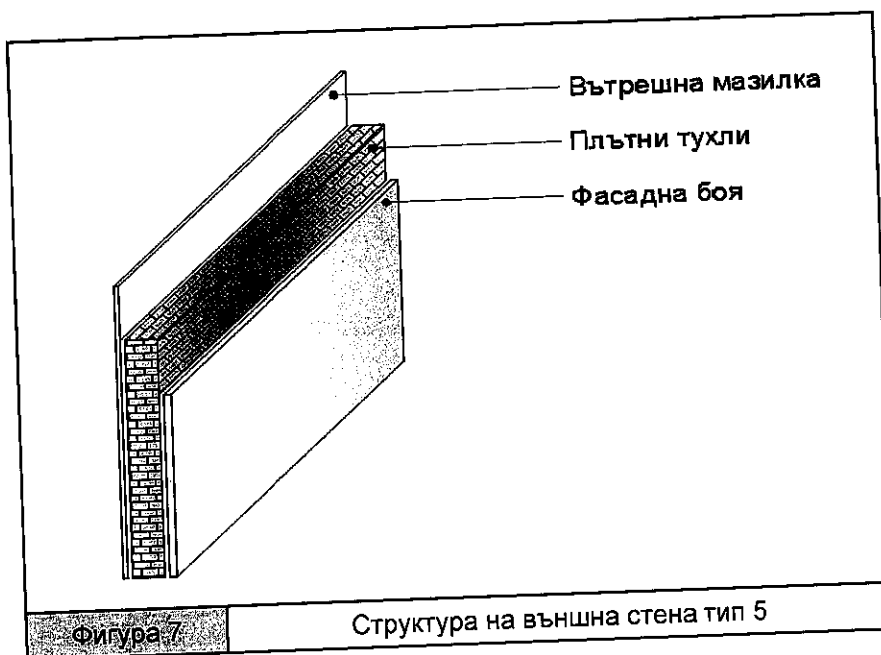


Таблица 7

Тип 5 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Плътни тухли	0,300	0,790	0,3797	
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	1,73	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28	

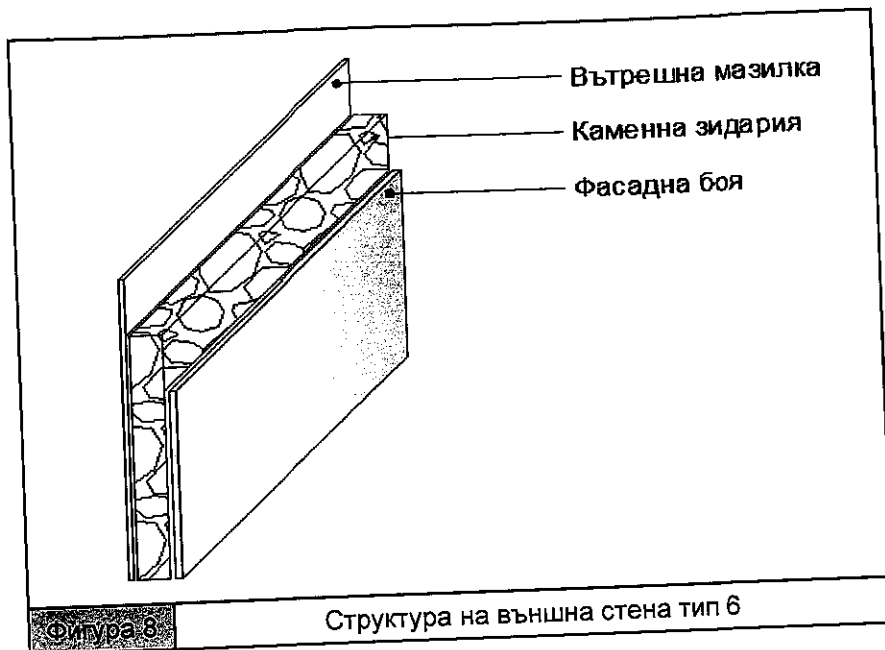


Таблица 8

Тип 6 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
2	Каменна зидария	0,450	3,200	0,1406
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011
				Rsi 0,1300
				Rse 0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,94
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w\text{ реф}}$	W/m ² K	0,28

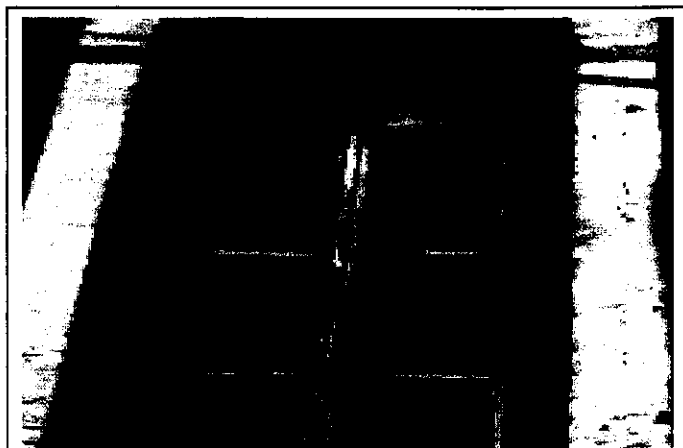
Строителните и топлофизични характеристики на типовете външни стени, разположени по фасади, са показани в таблица 9.

Таблица 9

Тип стена	Параметри	Разпределение по фасади				Общо
		Север	Изток	Юг	Запад	
Тип 1	A, m ²	0,00	0,00	38,49	11,67	50,16
	U, W/m ² K	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49
Тип 2	A, m ²	0,00	25,69	9,58	0,00	35,27
	U, W/m ² K	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Тип 3	A, m ²	54,87	0,00	0,00	0,00	54,87
	U, W/m ² K	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54
Тип 4	A, m ²	118,26	0,00	111,25	41,17	270,68
	U, W/m ² K	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Тип 5	A, m ²	37,56	85,56	30,36	53,14	206,62
	U, W/m ² K	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Тип 6	A, m ²	0,00	0,00	0,00	15,30	15,30
	U, W/m ² K	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94
Общо	A, m ²	210,69	111,25	189,68	121,28	632,90
	U, W/m ² K	1,70	1,88	1,66	1,81	1,74

3.2. Строителни и топлофизични характеристики на врати и прозорци

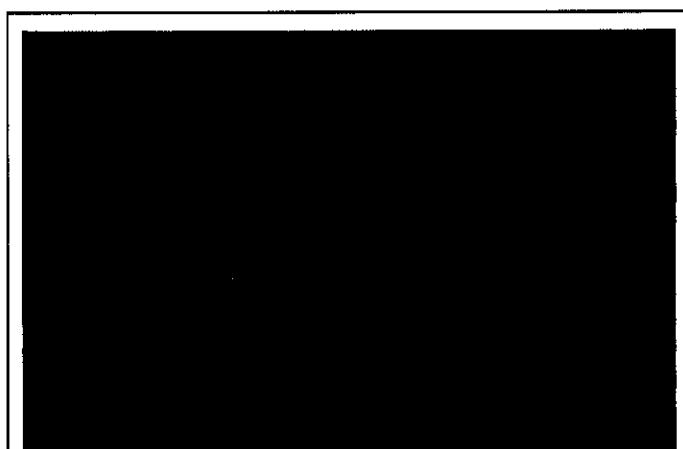
Дограмата по фасадите на сградата основно е стара дървена двукатна и дървена единична дограма. Частично има подменени няколко прозореца с PVC дограма със стъклопакет. Входните врати са метални, с единични стъкла, метални плътни и алуминиева.



Снимка 9 Дървен двукатен прозорец



Снимка 10 PVC прозорец със стъклопакет



Снимка 11 Дървен единичен прозорец



Снимка 12 Входна метална врата

Обобщени данни за дограмата по фасади са показани в таблица 10 и таблица 11.

Таблица 10

Тип - прозорци						Север		Изток		Юг		Запад		Обща площ m ²
№	L	h	A	U	g	n	A	n	A	n	A	n	A	
-	m	m	m ²	W/m ² K	-	бр.	m ²	бр.	m ²	бр.	m ²	бр.	m ²	
1	1,15	2,50	2,88	2,32	0,53	7	20,13		0,00	8	23,00	2	5,75	48,88
2	0,40	0,65	0,26	5,88	0,65		0,00		0,00	1	0,26		0,00	0,26
3	0,60	0,65	0,39	5,88	0,65		0,00		0,00	1	0,39		0,00	0,39
4	0,75	0,65	0,49	5,88	0,65		0,00		0,00	3	1,46		0,00	1,46
5	1,10	1,05	1,16	5,88	0,65		0,00		0,00	3	3,47	1	1,16	4,62
6	1,20	1,30	1,56	5,88	0,65	1	1,56		0,00		0,00		0,00	1,56
7	1,35	1,05	1,42	2,00	0,51		0,00	6	8,51		0,00		0,00	8,51
8	1,40	2,30	3,22	2,32	0,53		0,00	6	19,32	3	9,66	1	3,22	32,20
9	1,40	2,30	3,22	2,00	0,51	1	3,22		0,00		0,00		0,00	3,22
Общо:							24,91		27,83		38,24		10,13	101,09

Таблица 11

№	Тип врати					Север		Изток		Юг		Запад		Обща площ
	L	h	A	U	g	n	A	n	A	n	A	n	A	
-	m	m	m ²	W/m ² K	-	бр.	m ²	бр.	m ²	бр.	m ²	бр.	m ²	m ²
1	1,00	1,85	1,85	6,66	0,01		0,00		0,00	1	1,85		0,00	1,85
2	1,00	2,00	2,00	6,66	0,01	1	2,00		0,00		0,00		0,00	2,00
3	1,70	3,25	5,53	6,66	0,65		0,00		0,00	1	5,53		0,00	5,53
4	1,80	2,00	3,60	2,20	0,51		0,00		0,00	1	3,60		0,00	3,60
5	1,80	3,35	6,03	6,66	0,65		0,00		0,00		0,00	1	6,03	6,03
Общо:							2,00		0,00		10,98		6,03	19,01

където:

- L – ширина на прозореца / вратата, [m]
- h – височина на прозореца / вратата, [m]
- A – площ на прозореца / вратата, [m²]
- U – коефициент на топлопреминаване през прозореца / вратата, [W/m²K]
- g – коефициент на сумарна пропускливост на слънчевата енергия през прозореца / вратата

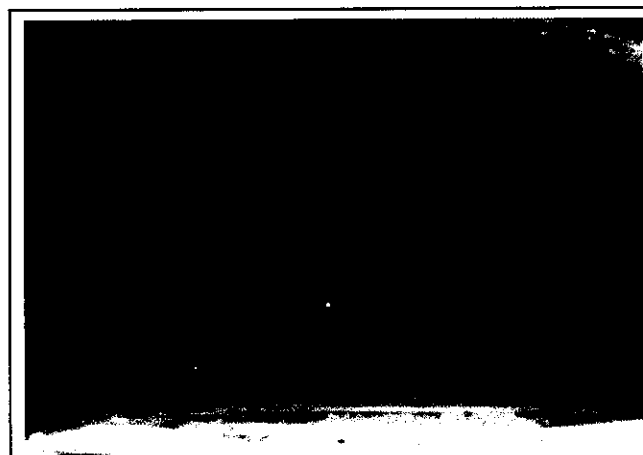
3.3. Строителни и топлофизични характеристики на покривната конструкция

В сградата се идентифицира един тип покривна конструкция. Покривът е скатен с неотопляемо подпокривно пространство. Наличното покривно покритие – керемиди, на места е компрометирано от атмосферните условия, което е довело до течове в помещенията. Таванската плоча е гредоред. Отводняването на покрива е външно, посредством улици.



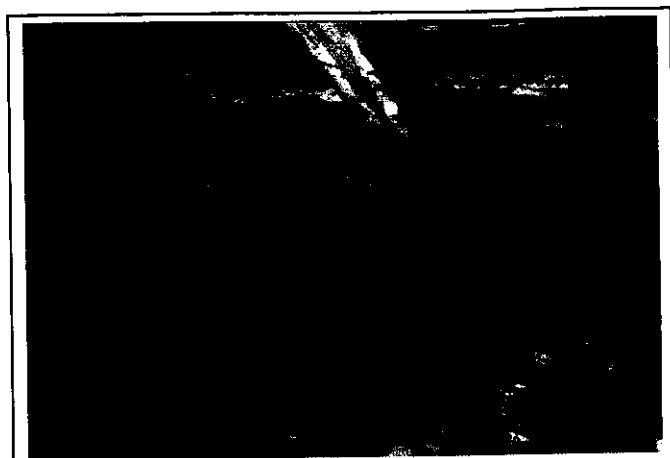
Снимка 13

Покрив



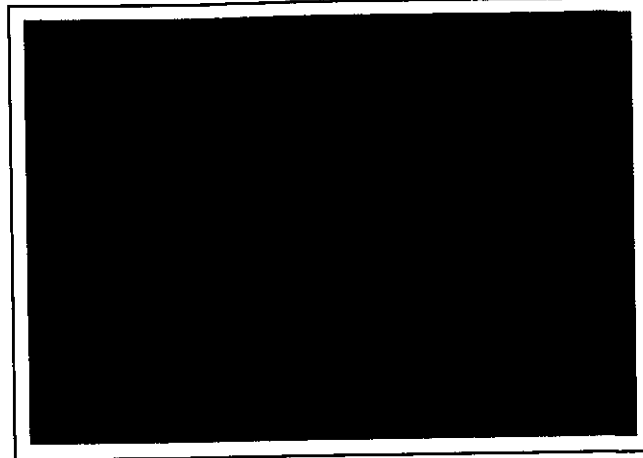
Снимка 14

Подпокривно пространство



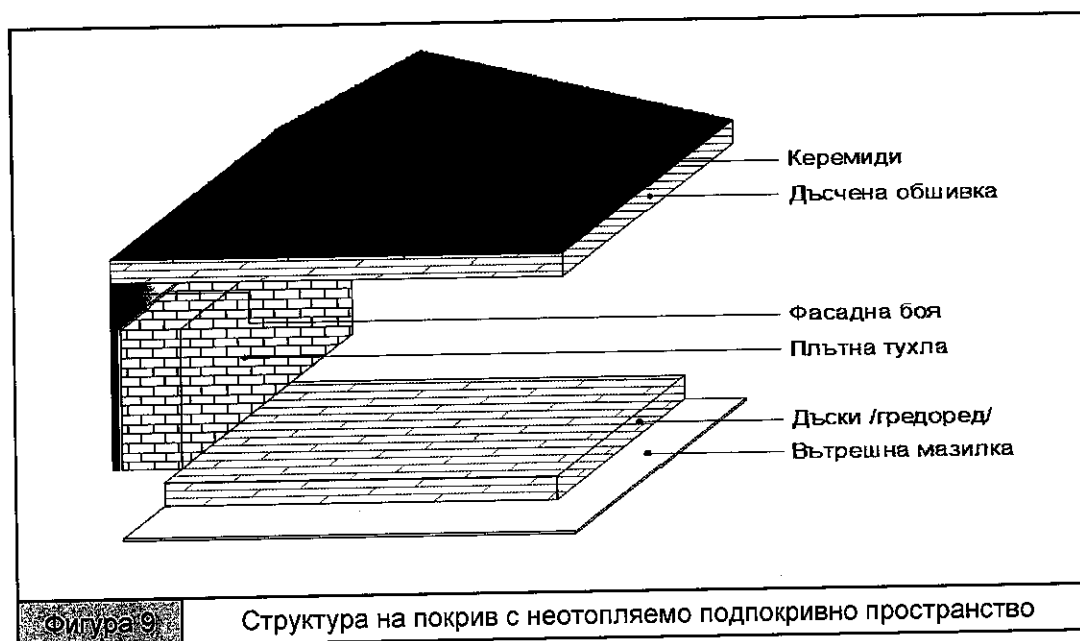
Снимка 15

Подпокривно пространство



Снимка 16

Теч в помещение



Фигура 9

Структура на покрив с неотопляемо подпокривно пространство

Основните изходни и изчислителни данни са анализирани и представени, както следва:

Таблица 12

Тип 1: Покрив с неотопляемо подпокривно пространство		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W	
Покривна плоча					
1	Керемиди	0,020	0,990	0,0202	
2	Дъсчена обшивка	0,020	0,230	0,0870	
				Rsi	0,1700
				Rse	0,0400
Таванска плоча					
1	Дъски /гредоред/	0,020	0,230	0,0870	
2	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
				Rsi	0,1000
				Rse	0,1000
Прилежащи стени					
1	Плътна тухла	0,450	0,790	0,5696	

2	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011
			Rsi	0,1300
			Rse	0,0400
Исходни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на таванската плоча	$A_{тп}$	m ²	506,18
2	Периметър на таванската плоча	$P_{тп}$	m	123,60
3	Височина на прилежащи стени	h_w	m	0,30
4	Периметър на прилежащи стени	P_w	m	123,60
5	Площ на прилежащи стени	A_w	m ²	37,08
6	Площ на покривната плоча	$A_{пп}$	m ²	545,84
7	Обем на въздуха под покрива	V	m ³	632,73
8	Дебелина на въздушния слой	$\delta_{вс}$	m	1,25
9	Височина до билото	H	m	2,20
10	Средна обемна температура на сградата	θ_i	°C	11,40
11	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	θ_e	°C	1,00
12	Температура на въздуха в подпокривното пространство	θ_u	°C	5,85
13	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$\theta_{se1} - \theta_{si2}$	°C	4,36
14	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	λ	W/mK	0,0253
15	Кинематичен вискозитет на въздуха	ν	m ² /s	0,00001313
16	Критерий на Прандтл	Pr	-	0,6622
17	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	n	h ⁻¹	0,1
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	U_1	W/m ² K	3,17
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U_2	W/m ² K	3,15
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	U_w	W/m ² K	1,35
4	Корекционен коефициент	ϵ_k	-	73,64
5	Критерий на Грасхоф	Gr	-	1 734 959 040
6	Коефициент на обемно разширение	β	K ⁻¹	0,0036
7	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	$\lambda_{екв}$	W/mK	1,86
8	Грасхоф - Прандтл	$GrPr$	-	1 148 850 729
9	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	$R_{se1} = R_{si2}$	m ² K/W	0,3361
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	U'_1	W/m ² K	1,81
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U'_2	W/m ² K	2,07
12	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	U_f	W/m ² K	1,10
13	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	$U_{f реф}$	W/m ² K	0,24

Строителните и топлофизични характеристики на типовете покривни конструкции са обобщени в таблица 13.

Таблица 13

№	Характеристики по типове покрив	δ , m	R_{T1} -	G -	$\lambda_{ср}$ W/mK	U W/m ² K	A_v m ²
1	Покрив с неотопляемо подпокривно пространство	1,25	0,6622	1 734 959 040	1,86	1,10	506,18

3.4. Строителни и топлофизични характеристики на подовите конструкции

В сградата се идентифицират един тип подови конструкции – под на отопляем подземен етаж.



Снимка 17

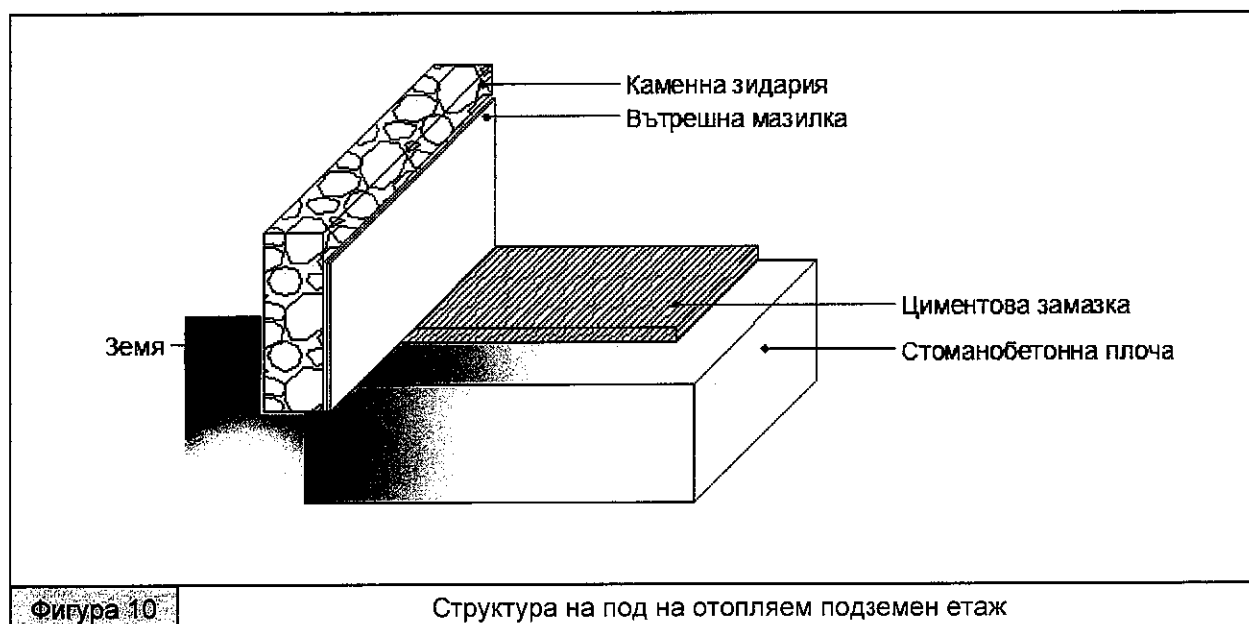
Под на отопляем сутерен



Снимка 18

Стена на отопляем сутерен

Основните изходни и изчислителни данни на подовата конструкция са анализирани и представени, както следва:



Фигура 10

Структура на под на отопляем подземен етаж

Таблица 14

Тип I - Под на отопляем подземен етаж		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
Под на отопляем подземен етаж				
1	Циментова замазка	0,050	0,930	0,0538
2	Стоманобетонна плоча	0,150	1,630	0,0920
				R _{si} 0,1700
				R _{se} 0,0400
Стена в контакт със земята под нивото на терена				
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719
				R _{si} 0,1300
				R _{se} 0,0400
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на подовата плоча върху земя	A _g	m ²	522,84
2	Периметър на подовата плоча върху земя	P	m	127,80
3	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	w	m	0,61
4	Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	z	m	0,80
5	Площ на стените в контакт със земята	A _{bw}	m ²	102,24
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Пространствена характеристика на пода	V'	m	8,18
2	Приведена дебелина на подовата плоча	dt	m	1,32
3	Приведена дебелина на стените на подземния етаж	d _w	m	0,74
4	Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	U _{bf}	W/m ² K	0,40
5	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт със земята	U _{bw}	W/m ² K	1,45
6	Коефициент на топлопреминаване през пода	U _g	W/m ² K	0,69
7	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	U _{реф}	W/m ² K	0,34

Строителните и топлофизични характеристики на типовете подови конструкции са обобщени в таблица 15.

Таблица 15

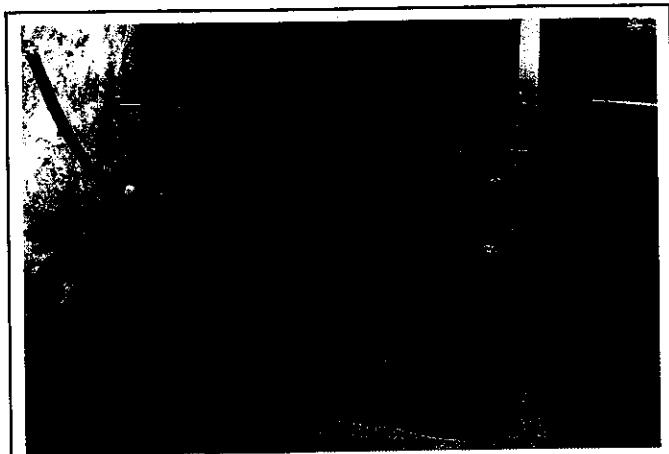
№	Характеристики по типове под	U	A
		W/m ² K	m ²
1	Под на отопляем подземен етаж	0,69	522,84

4. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ

В сутеренната част на сградата има монтиран стоманен водогреен котел на твърдо гориво – тип Linyitomat 160 с мощност 186 kW. Котелната инсталация се управлява ръчно и субективно по преценка на обслужващия персонал. В котелното помещение е монтиран и един пламъчно – тръбен водогреен котел с нафтова горелка, който е в лошо състояние и не се използва. Помпният възел е изграден от два броя помпи – работна и резервна и е окомплектован с необходимата спирателна арматура. Връзките на котела за твърдо гориво с

отоплителната инсталация са неизолирани. Горивото за котела – дървата и въглищата се съхраняват в котелното помещение.

Котелът е свързан с отоплителната инсталация, чрез водоразпределителен и водосъбирателен колектор със съответстваща секционираща арматура. В котелното помещение е изведена преливната тръба от отвореният разширителен съд, който се намира в подпокривното пространство на сградата.



Снимка 19

Котел на твърдо гориво



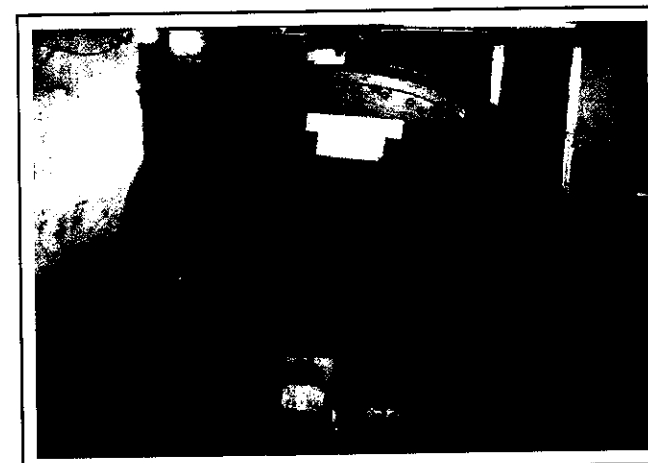
Снимка 20

Водоразпределител – водосъбирател



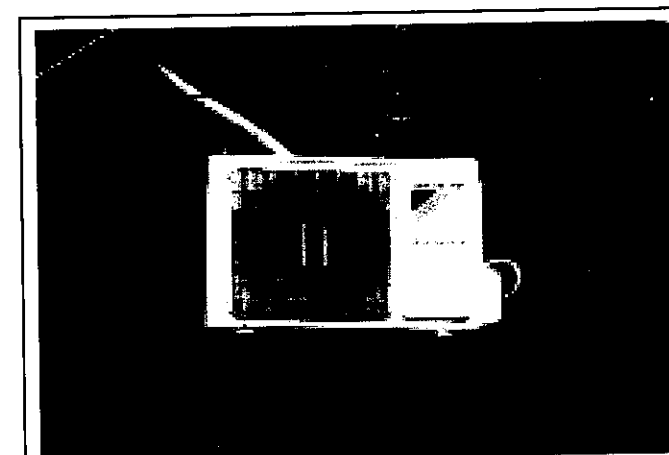
Снимка 21

Помпи за отопление



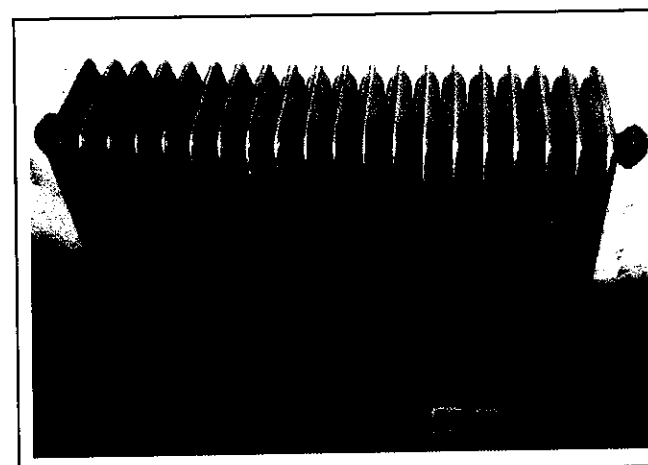
Снимка 22

Пламячно тръбен котел



Снимка 23

Климатик сплит система



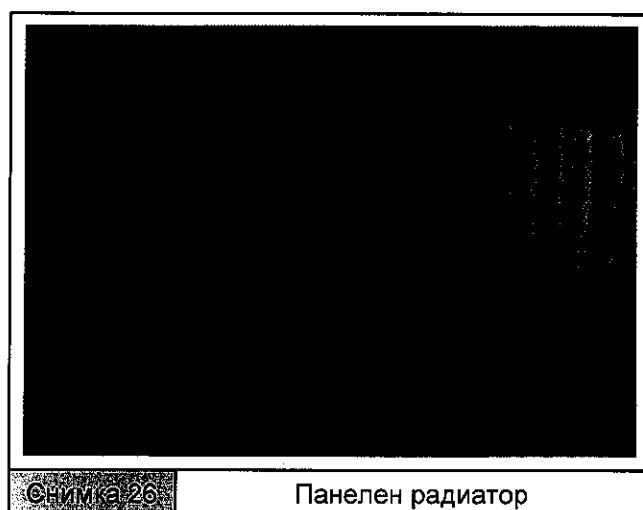
Снимка 24

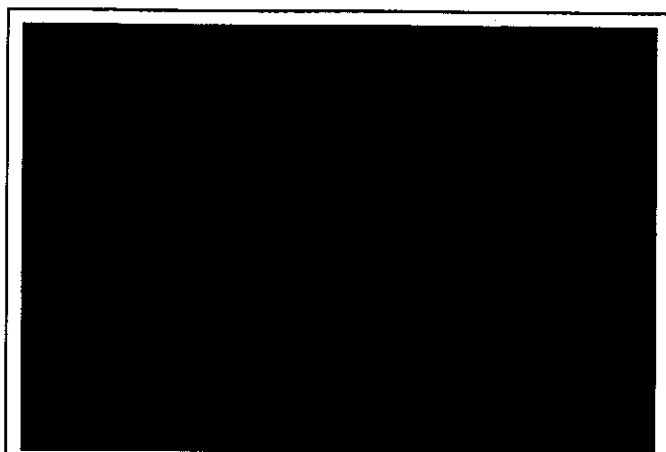
Маслен радиатор

4.1. Отоплителна инсталация

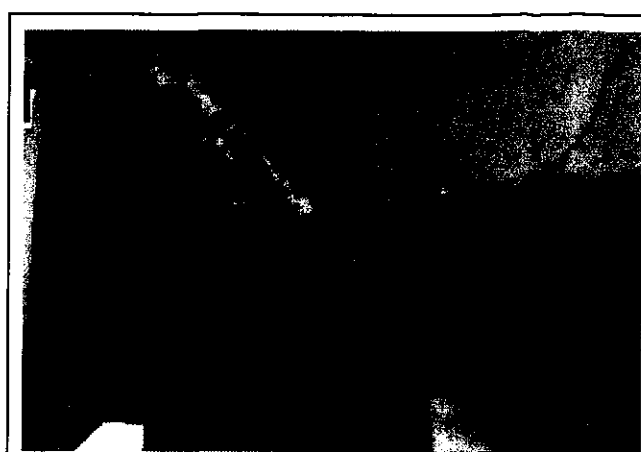
Отоплителната инсталация е отворена, изградена по лъчева схема с попътно разпределение на топлоносителя. Хоризонталната тръбна мрежа е монтирана по тавана на сутерена. Изпълнена е от стоманени тръби изолирани със стъклена вата и циментова замазка. На местата, където са извършвани ремонти през годините, липсва изолация. Вертикалните щрангове са изпълнени от стоманени тръби и преминават открито в помещенията. Подаващите щрангове завършват в обезвъздушителна линия свързана с отворения разширителен съд.

Отоплителните тела са панелни радиатори в лошо състояние. Монтирани са 38 броя панелни отоплителни тела, без работещи радиаторни вентили с обща мощност 135 kW.





Снимка 29

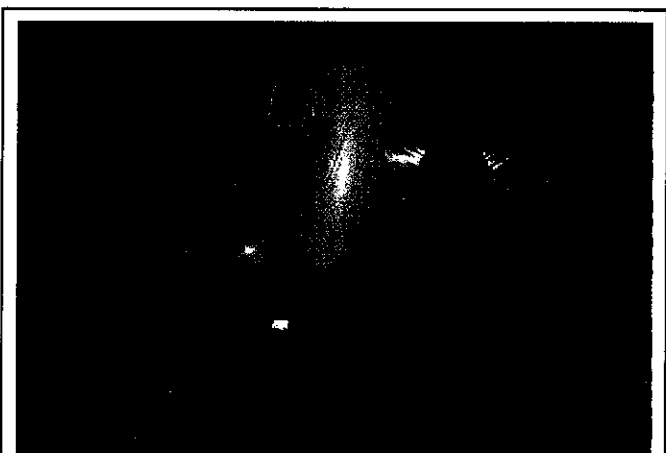
Хоризонтална тръбна мрежа в
изолация

Снимка 30

Хоризонтална тръбна мрежа без
изолация

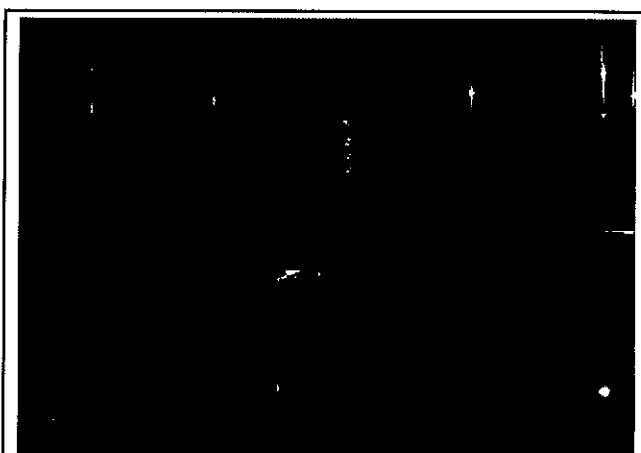
4.2. Битово горещо водоснабдяване

В училището няма изградена система за получаване на БГВ. Битово горещата вода се доставя от 2 броя локално монтирани проточни електрически бойлери с единична мощност 3,5 kW.



Снимка 31

Проточен бойлер



Снимка 32

Проточен бойлер

Нормативните изисквания за разход на гореща вода с температура 55 °C са посочени в Приложение №2 към чл.18, ал.2 – Водоснабдителни норми за питейно-битови нужди в обществено-обслужващи, производствени и селскостопански сгради, в Наредба №4 от 17.06.2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на сградни, водопроводни и канализационни инсталации.

Референтната стойност за специфичното количество гореща вода за санитарно-битови нужди в сградата е пресметната, съгласно Приложение №3 към чл.18, ал.2 на Наредба №4/2005 за проектиране, изграждане и експлоатация на сградни, водопроводни и канализационни инсталации по норми за училища - нормено потребление на топла вода 3 литра на ученик и преподавател.

Таблица 16

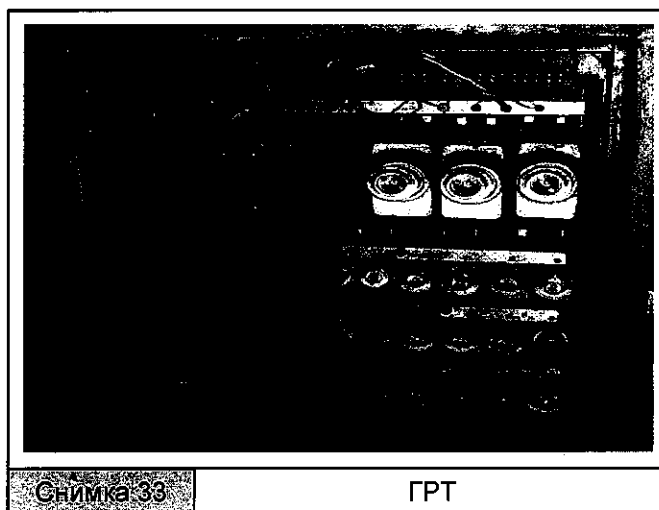
Разход на смесена вода за битови нужди				
Исходни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Отопляема площ	$A_{от}$	m^2	1 029
3	Работни дни на БГВ за година	D	бр.	270
4	Брой на обитателите	N	бр.	104
5	Количество вода ($t=55^{\circ}C$) на обитател за такъв тип сграда	V	l	3,00
6	Корекция по температура	K	-	1,58
7	Температура на смесена вода	$t_{см.в.}$	$^{\circ}C$	37,50
8	Температура на студена вода	$t_{ст.в.}$	$^{\circ}C$	7,50
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Специфичен годишен разход на смесена вода	v	l/m^2y	129,62

4.3. Вентилация

В сградата няма изградена обща вентилационна инсталация.

5. ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ

Електрическото захранването в сградата се осъществява от главно разпределително табло, монтирано в сутерена на училището.



Снимка 33

ГРТ

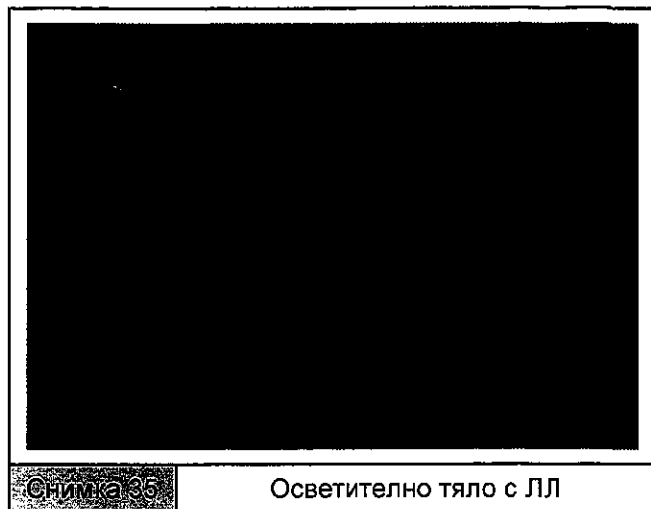
5.1. Електропотребление за осветление

Осветителната уредба на сградата се състои от вътрешно осветление, влияещо на топлинния комфорт на сградата. Осветителните тела са с луминесцентни тела с различна мощност (ЛЛ) и крушки с нажежаема жичка (ЛНЖ).



Снимка 34

Осветително тяло с ЛНЖ



Снимка 35

Осветително тяло с ЛЛ



Снимка 36

Осветително тяло с ЛЛ



Снимка 37

Осветително тяло в сутерен

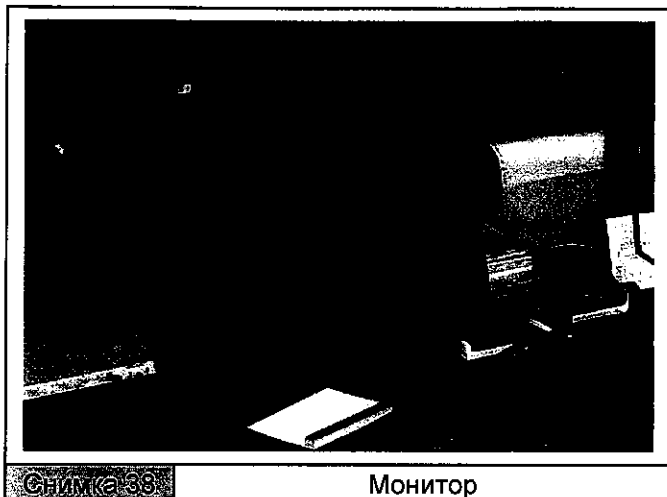
При направения оглед на сградата са констатирани осветителните тела. Техните технически и експлоатационни параметри, както и изчислителните им енергийни характеристики са показани в следващата таблица.

Таблица 17

Осветление		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на осветителните тела	W _{едн.}	n _{инст.}	W _{инст.}	K _{едн.}	P _{раб.}	Използваемост		E _{консум.}
							дневна	годишна	
		W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	ЛНЖ	75	24	1,80	0,6	1,08	3,00	270	875
2	ЛЛ	108	25	2,70	0,5	1,35	4,00	270	1 458
3	ЛЛ	36	8	0,29	0,5	0,14	4,00	270	156
Общо:		219		4,79		2,57			2 488
Изчислителни енергийни характеристики									
Отопляема площ		W _{инст.}	P _{раб.}	Използваемост	P _{едновр.}				
m ²		kW	kW	ч/седм	W/m ²				
1 029		4,79	2,57	20	3,10				

5.2. Уреди, влияещи на топлинния баланс

Консуматорите в сградата се разделят на две части – влияещи и невлияещи на топлинния баланс. Тяхното влияние се обуславя от собствените им топлоизлъчвания и от местоположението им в сградата. В сградата има уреди, които се намират в отопляемия обем и оказват влияние на отоплението, чрез собственото си топлоотдаване.



Снимка 38

Монитор



Снимка 39

Мултифункционално устройство



Снимка 40

Мултифункционално устройство



Снимка 41

Кафемашина

При направения оглед на сградата са констатирани уредите, влияещи на топлинния баланс. Техните технически и експлоатационни параметри, както и изчислителните им енергийни характеристики са показани в следващата таблица.

Таблица 18

Уреди, влияещи на топлинния баланс		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на уреди, влияещи на топлинния баланс	W _{едн.}	n _{инст.}	W _{инст.}	K _{едн.}	P _{раб.}	Използваемост		E _{консум.}
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Компютър	120	4	0,48	0,9	0,43	8,00	270	933
2	Компютър	120	7	0,84	0,7	0,59	4,00	270	635
3	Мултифункционално устройство	120	4	0,48	0,9	0,43	1,00	270	117
4	Кафе машина	400	1	0,40	1,0	0,40	1,00	270	86
Общо:		760		2,20		1,85			1 771

Изчислителни енергийни характеристики				
Отопляема площ	$W_{\text{инст.}}$	$P_{\text{раб.}}$	Използваемост	$P_{\text{едновр.}}$
m^2	kW	kW	ч/седм	W/m^2
1 029	2,20	1,85	50	0,88

5.3. Уреди, невлияещи на топлинния баланс

При направения оглед на сградата не са констатирани уреди, невлияещи на топлинния баланс.

5.4. Електропотребление за отопление

При направения оглед на сградата са констатирани уредите, използвани за отопление. Техните технически и експлоатационни параметри са показани в следващата таблица.

Таблица 19

Отопление		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на отоплителните уреди	$W_{\text{едн.}}$	$n_{\text{инст.}}$	$W_{\text{инст.}}$	$K_{\text{едн.}}$	$P_{\text{раб.}}$	Използваемост		$E_{\text{консум.}}$
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Електрически радиатор	2 500	1	2,50	1,0	0,75	2,00	165	248
2	Климатик	1 500	2	3,00	0,5	1,50	4,00	165	990
Общо:		4 000		5,50		2,25			1 238

5.5. Електропотребление за вентилатори и помпи

В сградата има изградена инсталация за отопление. Техните технически и експлоатационни параметри са показани в следващата таблица.

Таблица 20

Помпи		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на помпите	$W_{\text{едн.}}$	$n_{\text{инст.}}$	$W_{\text{инст.}}$	$K_{\text{едн.}}$	$P_{\text{раб.}}$	Използваемост		$E_{\text{консум.}}$
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Помпа	980	1	0,98	1,0	0,69	8,00	165	1 132
Общо:		980		0,98		0,69			1 132

5.6. Електропотребление за БГВ

При направения оглед на сградата са констатирани уредите, използвани за битово горещо водоснабдяване.

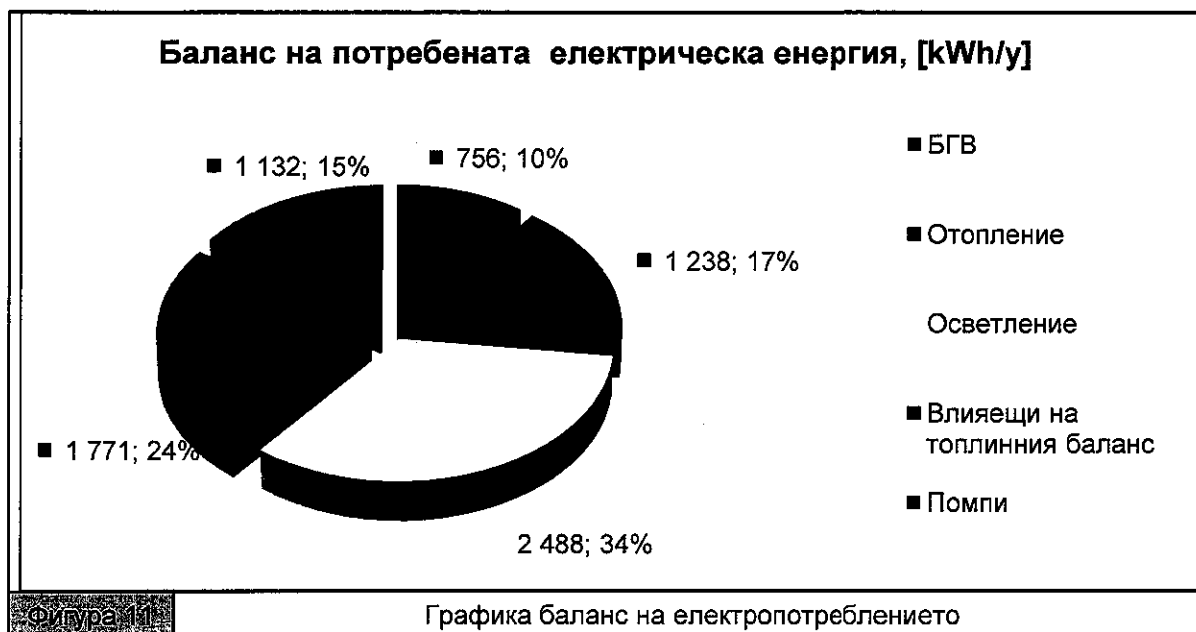
Техните технически и експлоатационни параметри са показани в следващата таблица.

Таблица 21

Битово горещо водоснабдяване		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на уред за БГВ	W _{едн.}	п инст.	W _{инст.}	К _{едн.}	P _{раб.}	Използваемост		E _{консум.}
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Електрически бойлер	3 500	2	7,00	0,4	2,80	1,00	270	756
	Общо:	3 500		7,00		2,80			756

5.7. Баланс на електропотреблението

Балансът на електропотреблението е направен при разделянето на електроуредите на групи, определянето на режими на работа и едновременна мощност.



6. ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

В доклада е направен анализ за разхода на енергия за период от три календарни години. Използваните енергоносители в разглежданата сграда са електрическа енергия и твърдо гориво – дърва и въглища. Данните за закупеното твърдо гориво и потребената електроенергия са предоставени от счетоводството на училището.

В следващите таблици са представени както разход на гориво, така и разход на потребена топлина, електропотреблението, изчислителните денградуси за гр. Свиленград, съгласно средно-месечните външни температури за 2013, 2014 и 2015 г. За изчисляването на денградусите е използвана средна температура в сградата от 11,4 °C.

Енергиен профил на сградата за 2013 г.

Таблица 22

2013 година									
Отоплителен период за гр. Свиленград- 165 дни			Обща електро енергия	Електро енергия за отопление	Вид гориво		Топлина	Отоплителен период - 28.10 до 06.04 (ЕАВ)	
Месец	T _{ср}	Денградуси			дърва за горене	въглища		T _{база ЕАВ}	Денградуси ЕАВ
-	°C	DD	kWh	kWh	m ³	kg	kWh	°C	DD
Януари	3,5	244,90	675	410	1,607	1693	13 773	0,6	334,80
Февруари	6	151,20	1 460	252	2,184	1900	16 154	2,4	252,00
Март	8,9	77,50	1 063	126	1,911	1493	13 050	6,9	139,50
Април	14,4	0,00	693					12,4	0,00
Май			577						
Юни			350						
Юли			203						
Август			149						
Септември			180						
Октомври	13,1	0,00	318					13,6	0,00
Ноември	10,4	30,00	812	46	2,73	1800	16 514	7,9	105,00
Декември	3	260,40	735	436	3,549	2250	20 893	2,8	266,60
ОБЩО		764,00	7 215	1 270	11,981	9 136	80 384		1 097,90

Енергиен профил на сградата за 2014 г.

Таблица 23

2014 година									
Отоплителен период за гр. Свиленград- 165 дни			Обща електро енергия	Електро енергия за отопление	Вид гориво		Топлина	Отоплителен период - 28.10 до 06.04 (ЕАВ)	
Месец	T _{ср}	Денградуси			дърва за горене	въглища		T _{база ЕАВ}	Денградуси ЕАВ
-	°C	DD	kWh	kWh	m ³	kg	kWh	°C	DD
Януари	4,9	201,50	945	319	4,596	3 050	27 928	0,6	334,80
Февруари	7,5	109,20	1 141	171	5,187	2 250	23 893	2,4	252,00
Март	6,9	139,50	946	220	3,276	1 650	16 555	6,9	139,50
Април	10,1	10,40	821	15				12,4	0,00
Май			599						
Юни			369						
Юли			239						
Август			193						
Септември			188						
Октомври	12,5	0,00	358					13,6	0,00
Ноември	7,4	120,00	669	188	2,418	2 650	21 380	7,9	105,00
Декември	4,8	204,60	926	325	3,003	1 950	17 974	2,8	266,60
ОБЩО		785,20	7 394	1 238	18,480	11 550	107 730		1 097,90

Енергиен профил на сградата за 2015 г.

Таблица 24

2015 година									
Отоплителен период за гр. Свиленград- 165 дни			Обща електроенергия	Електроенергия за отопление	Вид гориво дърва за горене	Вид гориво въглища	Топлина	Отоплителен период - 28.10 до 06.04 (ЕАВ)	
Месец	T _{ср}	Денградуси						T _{база ЕАВ}	Денградуси ЕАВ
-	°C	DD	kWh	kWh	m ³		kWh	°C	DD
Януари	3,0	260,40	973	353	3,822	3 300	28 109	0,6	334,80
Февруари	4,0	207,20	1 129	281	2,866	2 650	22 200	2,4	252,00
Март	6,5	151,90	1 059	204	3,685	2 550	23 061	6,9	139,50
Април	11,8	0,00	962					12,4	0,00
Май			515						
Юни			366						
Юли			280						
Август			257						
Септември			263						
Октомври	12,8	0,00	387					13,6	0,00
Ноември	11,2	6,00	621	4	4,368	1 900	20 154	7,9	105,00
Декември								2,8	266,60
ОБЩО		625,50	6 812	842	14,741	10 400	93 525		1 097,90

През 2013 г. е извършвана подмяна на дограма, а подадените данни за 2015 г. не са пълни. За да може енергийното обследване да отрази най-точно съществуващото положение на сградата, за базова година е избрана 2014 г., за която е пресметнат референтния разход на енергията за отопление.

На фигура 12 и фигура 13 са представени графики, отразяващи потребената топлина и общата електроенергия по месеци, както и процентното им съотношение за 2014 година.





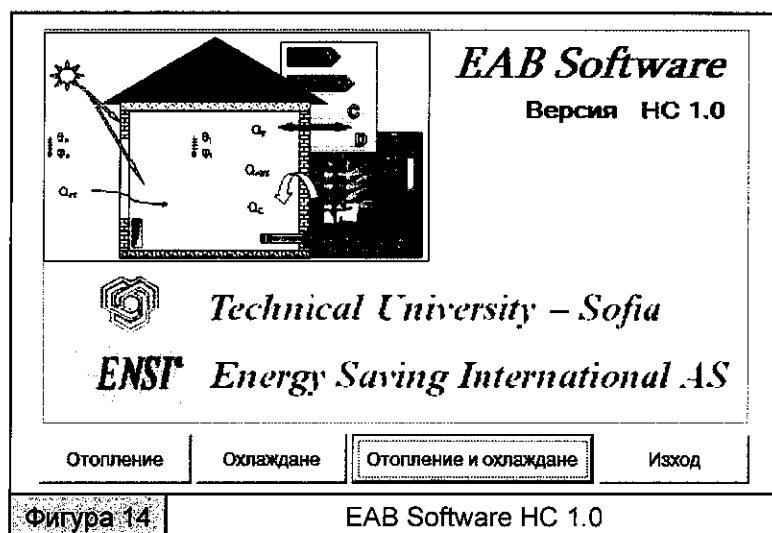
Фигура 13

Месечно разпределение на потребена енергия за 2014 г.

7. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА

Моделното изследване на сградата се извършва с помощта на програмния продукт EAB Software HC 1.0 (фигура 14). Целта на моделното изследване е получаване на стойностите на действително необходимата енергия за поддържане на микроклимата в сградата, в сравнение с референтния разход на енергия, определяне на възможни енергоспестяващи мерки и издаване на сертификат за енергийна ефективност, при наличие на предвидени в нормативната уредба условия.

Забележка: За удобство, прегледност и достоверност при представяне на резултатите от моделирането на сградата, ще бъдат показвани екранни образи.



Фигура 14

EAB Software HC 1.0

7.1. Създаване на модел на сградата

При създаването на модела, сградата се разглежда като интегрирана система, както е показано на фигура 15.



Моделирането на енергопотреблението се извършва като се вземат предвид:

- Климатична зона за населеното място;
- Геометрични характеристики на сградата;
- Характеристики на ограждащите елементи;
- Характеристики на инсталираните отоплителни, климатични и вентилационни инсталации;
- Характеристики на осветителните тела;
- Характеристиките на уредите, влияещи и невлияещи на топлинния баланс;
- Присъствието на хора в сградата и режим на нейното използване;
- Седмични графици на използване на инсталациите в сградата.

7.1.1. Входни данни на сградата

Входните данни на сградата включват климатични данни (географския район), типа на сградата, годината на заложените в програмата еталонни данни, режим на използване, характеристики на всички ограждащи елементи с техните топлофизични характеристики (коефициенти на топлопреминаване) и др.

Обследвания обект се намира в гр. Свиленград, община Свиленград, област Хасково и затова попада в осма климатична зона.

Име на проекта	НУ Христо Попмарков
Страна	България
Климатични данни	Клим. зона 8 - Хасково
Тип сграда	Училище
Референтни стойности	2015г.
Празници	Училище
OK	

Фигура 16 Входни данни на сградата

7.1.2. Създаване на еталонни данни за сградата

Еталонните стойности на основните параметри на сградата са в съответствие с нормите, залегнали в Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. на МРРБ за енергийна ефективност на сгради. Моделът на сградата е оценен спрямо нормативните изисквания за 2015 г.

Всички стойности за параметрите на ограждащите елементи и системите за отопление при симулирането на сградата са съобразени с нормативните изисквания за 2015 г.

Промените в еталона са свързани с коефициентите на топлопреминаване през ограждащите конструкции, чийто максимално допустимите стойности са съгласно нормите за проектиране от 2015 г., с изключение на коефициентите на топлопреминаване през пода и покрива, за които се налага преизчисляване до външен въздух.

Промените се отнасят и до КПД на топлоснабдяване, вентилационната система, системата за битово горещо водоснабдяване, режимите на работа и мощността на осветителната инсталация, режима на работата и мощността на консуматори тип “разни – влияещи на баланса” и тип “разни – невлияещи на баланса”.

Окончателният вид на таблицата с данните за еталона на сградата е показан на фигура 17.

Настройки - климатични данни		Настройки - еталонни данни		Настройки - празници			
Описание на сградата		Отопление		БГВ			
Страна	България	U - стени	W/m ² K	0,28	БГВ - консумация	l/m ² a	130,0
Тип сграда	Училище	U - прозорци	W/m ² K	1,40	Темп. разлика	°C	30,0
Състояние	2015г.	U - покрив	W/m ² K	0,24	Ефект. разпред. мрежа	%	100,0
отопл. h/ден през раб. дни	10,0	U - под	W/m ² K	0,34	Автом. управление	%	94,0
отопл. h/ден през съботите	0,0	Коеф. на енергопрем.		0,53	Е_П / ЕМ	%	96,0
отопл. h/ден през неделите	0,0	Инфилтрация	l/h	0,50	КПД на топлоснабд.	%	100,0
hora h/ден през раб. дни	10,0	Проектна темп.	°C	18,5	Осветление		
hora h/ден през съботите	0,0	Темп. с понижение	°C	13,5	Работен режим	ч/седм.	20,0
hora h/ден през неделите	0,0	Ефект. на отдаване	%	95,0	Едновр. мощност	W/m ²	3,1
Външни стени	m ² 633	Ефект. разпред. мрежа	%	85,0	Вентилатори, помпи		
Стени север	m ² 211	Автом. управление	%	92,0	Вент. мощност	W/m ²	0,00
Стени изток	m ² 111	Е_П / ЕМ	%	96,0	Помпи вентилация	W/m ²	0,00
Стени юг	m ² 190	КПД на топлоснабд.	%	62,4	Помпи отопление	W/m ²	0,28
Стени запад	m ² 121	Относ. площ прозорци	%	11,7	Е_П / ЕМ	%	96,00
Прозорци	m ² 120	Вентилация (отопл.)			Други използвани		
Площ прозорци север	m ² 27	Работен режим	h/week	0,0	Работен режим	ч/седм.	50,00
Площ прозорци изток	m ² 28	Дебит	m ³ /m ² h	0,00	Едновр. мощност	W/m ²	0,9
Площ прозорци юг	m ² 49	Темп. на подаване	°C	18,5	Други неизползвани		
Площ прозорци запад	m ² 17	Рекуперация	%	0,0	Работен режим	ч/седм.	0,0
Покрив	m ² 506	Ефект. на отдаване	%	100,0	Едновр. мощност	W/m ²	0,00
Под	m ² 523,00	Ефект. разпред. мрежа	%	100,0	Обитатели		
Отопляема площ	m ² 1 029,00	Автом. управление	%	97,0	W/m ² 10,60		
Отопляем обем	m ³ 3 438,00	Овлажняване	□ -	40,0			
Еф. топл. капацитет	Wh/m ² K	Е_П / ЕМ	%	96,0			
Фактор на формата	0,52	КПД на топлоснабд.	%	100,0			

Училище

0

2015г.

Запис | Редакция | Изход | Да

Фигура 17 Еталонни данни за сградата, отговарящи на нормативните изисквания за 2015 г.

7.1.3. Данни за ограждащите елементи

На следващите фигури са показани геометричните и топлофизични характеристики за ограждащите елементи на сградата по фасади, в зависимост от тяхната ориентация, покрив и под.

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]	-	-
-	-	20,13	2,32	0,53	1
-	-	1,56	5,88	0,65	1
54,87	2,54	-	-	-	-
118,26	1,30	2,00	6,66	0,01	1
37,56	1,73	3,22	2,00	0,51	1
Обща площ на фасадата					
237,60	[m ²]				
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]	-	
210,69	1,70	26,91	2,81	0,50	
ЕС мерки					
-	-	20,13	2,32	0,53	1
-	-	1,56	5,88	0,65	1
54,87	2,54	-	-	-	-
118,26	1,30	2,00	6,66	0,01	1
37,56	1,73	3,22	2,00	0,51	1
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
210,69	1,70	26,91	2,81	0,50	

Фигура 18	Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Север
-----------	---

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]	-	-
-	-	19,32	2,32	0,53	1
25,69	2,38	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
85,56	1,73	8,51	2,00	0,51	1
Обща площ на фасадата					
139,06	[m ²]				
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]	-	
111,25	1,88	27,83	2,22	0,52	
ЕС мерки					
-	-	19,32	2,32	0,53	1
25,69	2,38	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
85,56	1,73	8,51	2,00	0,51	1
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
111,25	1,88	27,83	2,22	0,52	

Фигура 19	Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Изток
-----------	---

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-	-
38,49	2,49	32,66	2,32	0,53	1
9,58	2,38	5,58	5,88	0,65	1
		5,53	6,66	0,65	1
111,25	1,30	1,85	6,66	0,01	1
30,36	1,73	3,60	2,20	0,51	1
Обща площ на фасадата					
338,90		[m ²]			
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]	-	
189,68	1,66	49,22	3,37	0,54	
ЕС мерки					
38,49	2,49	32,66	2,32	0,53	1
9,58	2,38	5,58	5,88	0,65	1
		5,53	6,66	0,65	1
111,25	1,30	1,85	6,66	0,01	1
30,36	1,73	3,60	2,20	0,51	1
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
189,68	1,66	49,22	3,37	0,54	

Фигура 20 Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Юг

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-	-
11,67	2,49	8,97	2,32	0,53	1
		1,16	5,88	0,65	1
15,30	2,94	6,03	6,66	0,65	1
41,17	1,30				
53,14	1,73				
Обща площ на фасадата					
137,44		[m ²]			
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]	-	
121,28	1,81	16,16	4,19	0,58	
ЕС мерки					
11,67	2,49	8,97	2,32	0,53	1
		1,16	5,88	0,65	1
15,30	2,94	6,03	6,66	0,65	1
41,17	1,30				
53,14	1,73				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
121,28	1,81	16,16	4,19	0,58	

Фигура 21 Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Запад

Север		Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
Покрив				Прозорци															
A		U		A		U		g		Наклон									
[m ²]		[W/m ² K]		[m ²]		[W/m ² K]		-		deg									
506,18		1,10																Север	
																		Изток	
																		Юг	
																		Запад	
																		СИ/СЗ	
																		ЮИ/ЮЗ	
Обща площ на покрива																			
506,18		[m ²]																	
Покрив				Прозорци															
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
[m ²]		[W/m ² K]		[m ²]		[W/m ² K]		-											
506,18		1,10																	
ЕС мерки																			
506,18		1,10																Север	
																		Изток	
																		Юг	
																		Запад	
																		СИ/СЗ	
																		ЮИ/ЮЗ	
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
506,18		1,10																	

Фигура 22

Строителни и топлофизични характеристики на покрива

Север		Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
Данни за пода																			
Състояние				ЕС мерки															
A		U		A		U													
[m ²]		[W/m ² K]		[m ²]		[W/m ² K]													
522,84		0,69		522,84		0,69													
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)													
522,84		0,69		522,84		0,69													

Фигура 23

Строителни и топлофизични характеристики на пода

7.1.4. Обобщени характеристики на сградата

След обработване на данните по фасадите за ограждащите конструкции, са определени обобщените характеристики на ограждащите елементи. Въведена е информация за отопляемата площ, отопляемия обем на сградата, режима на обитаване и режима на отопление в сградата (фигура 24).

Отопляема площ	m ²	1 029	Външни стени	m ²	633
Отопляем обем	m ³	3 438	Прозорци	m ²	120
Ефективен топлинен капацитет	Wh/m ² K	46	Покрив	m ²	506
			Под	m ²	523
Топлина от обитатели W/m ² 10,6					
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	
<input type="checkbox"/> Да					

Фигура 24. Обобщени характеристики на сградата

7.2. Калибриране на модела

Калибрирането на модела се извършва, чрез референтния разход на енергия за отопление на сградата за една година, както и общият разход на електричество. В настоящия анализ, референтният разход е пресметнат за календарната 2014 г., която е разглеждана като представителна.

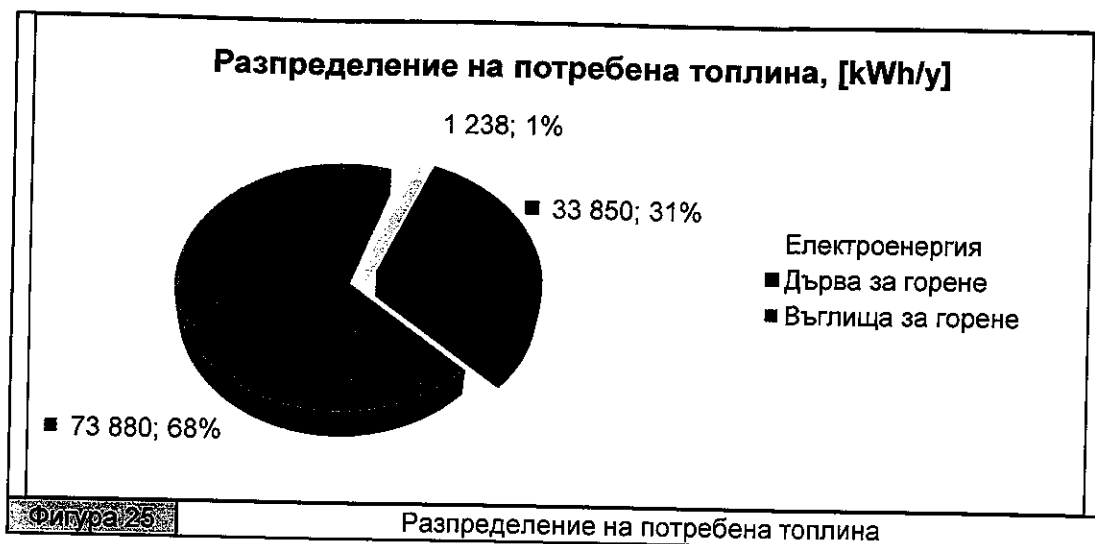
Определянето на референтния разход за отопление се изчислява от следната зависимост:

$$\frac{\text{Годишен разход за отопление за 2014г.} \cdot [\text{Денградуси по климатичната база данни}]}{[\text{Денградуси за 2014г.}] \cdot [\text{Отопляема площ}]}$$

Таблица 25

Година	Електрическа енергия	Топлина	DD _{изчисл.}	DD _{ЕАВ}	Референтен разход
-	kWh	kWh	-	-	kWh/m ² y
2014	6 156	108 968	785,2	1 097,9	148,1

Забележка: Референтният разход за отопление е пресметнат като към топлината е прибавен и разход за отопление от електрически уреди, в размер на 1 238 kWh/y. На следващата фигура е показано разпределението на топлина от енергийните ресурси на сградата.



Разпределение на потребена топлина

Забележка: Отоплението на сградата е от три различни енергоизточника – котел на дърва и въглища, както и електрически уреди. КПД – та им на топлоснабдяване са също различни. Обобщен КПД на топлоснабдяване за сградата е представен в следващата таблица.

Таблица 26

Енергоизточник	Енергиен ресурс	Топлина	КПД
-	-	kWh/y	%
Електрически уреди	Електроенергия	1 238	100
Котел	Дърва и въглища за горене	107 730	62
	Общо за сградата	108 968	62,4

В колоната „**Еталон**“ на фигура 26 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, представящи съществуващото състояние на сградата, констатирани при огледа и заснемането ѝ. Намерени са и стойности на параметрите – инфилтрация и проектна температура до изравняването на коригирания разход за отопление с референтния разход.

Калибрираният модел се получава при средна вътрешна температура на сградата 11,4 °C и инфилтрация 1,02 h⁻¹, което дава разход за отопление 148,2 kWh/m²y (фигура 26).

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Слестяване
1. Отопление						
46,4 kWh/m ² a						
U - стени	0,28 W/m ² K	1,74 >	1,74	+ 0,1 W/m ² K = 3,56	1,74 >	
U - прозорци	1,40 W/m ² K	3,09 >	3,09	+ 0,1 W/m ² K = 0,67	3,09 >	
U - покрив	0,24 W/m ² K	1,10 >	1,10	+ 0,1 W/m ² K = 2,85	1,10 >	
U - под	0,34 W/m ² K	0,69 >	0,69	+ 0,1 W/m ² K = 2,94	0,69 >	
Фактор на формата	0,52 -	0,52	0,52		0,52	
Относ. площ прозорци	11,7 %	11,7	11,7		11,7	
Коеф. на енергопрем.	0,53 -	0,53 >	0,53		0,53 >	
Инфилтрация	0,50 1/h	1,02	1,02	+ 0,1 1/h = 6,58	1,02	
Проектна темп.	18,5 °C	11,4	11,4	+ 1 °C = 7,16	11,4	
Темп. с понижение	13,5 °C	11,4	11,4	+ 1 °C = 19,27	11,4	
Приноси от						
Вентилация (отопл.)	kWh/m ² a	0,00 ...	0,00 ...		0,00 ...	
Осветление	kWh/m ² a	1,16 ...	1,16 ...		1,16 ...	
Други	kWh/m ² a	0,82 ...	0,82 ...		0,82 ...	
Сума 1	kWh/m²a	65,9	65,9		65,9	
Ефект. на отдаване	95,0 %	95,0	95,0		95,0	
Ефект. разпред. мрежа	85,0 %	85,0	85,0		85,0	
Автом. управление	92,0 %	92,0	92,0		92,0	
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
Сума 2	kWh/m²a	92,5	92,5		92,5	
КГД на топлоснабд.	62,4 %	62,4	62,4		62,4	
Сума 3	kWh/m²a	148,2	148,2		148,2	

Фигура 26

Калибриран модел на сградата

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

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Слестяване
2. Вентилация (отопл.)						
0,0 kWh/m ² a						
Работен режим	0,0 ч/седм.	0,0	0,0	+5 ч/седм. = 0,00	0,0	
Дебит	0,00 m ³ /hm ²	0,00	0,00	+1 m ³ /hm ² = 0,00	0,00	
Темп. на подаване	18,5 °C	18,5	18,5	+ 1 °C = 0,00	18,5	
Рекуперация	0,0 %	0,0	0,0	+ 1 % = 0,00	0,0	
Сума 1	kWh/m²a	0,0	0,0		0,0	
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	kWh/m²a	0,0	0,0		0,0	
КГД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Сума 3	kWh/m²a	0,0	0,0		0,0	
Принос към отоплението	kWh/m ² a	0,0	0,0		0,0	

Фигура 27

Модел на системата за вентилация на сградата

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
3. БГВ						
		5,0 kWh/m ² a				
БГВ - консумация	130 l/m ² a	19	19	+ 10 l/m ² = 0,38	19	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0		30,0	
Годишно след смесване	m ³	20	20		20	
Сума 1	kWh/m ² a	0,7	0,7		0,7	
Ефект. разпред. мрежа	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Автом. управление	94,0 %	94,0	94,0		94,0	
Е.П./ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
Сума 2	kWh/m ² a	0,7	0,7		0,7	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Сума 3	kWh/m ² a	0,7	0,7		0,7	

Фигура 28 Модел на системата за БГВ на сградата

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
4. Вентилатори и помпи						
		1,1 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	0,28 W/m ²	0,28	0,28	+1 W/m ² = 4,03	0,28	
Е.П./ЕМ	96 %	96,00	96,00		96,00	
Сума 3	kWh/m ² a	1,1	1,1		1,1	
5. Осветление						
		2,4 kWh/m ² a				
Работен режим	20 ч/седм.	20	20	+1 ч/седм. = 0,12	20	
Едновр. мощност	3,10 W/m ²	3,10	3,10	+1 W/m ² = 0,79	3,10	
Сума 3	kWh/m ² a	2,4	2,4		2,4	

Фигура 29 Модел на вентилатори, помпи и осветление на сградата

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
6. Разни						
		1,7 kWh/m ² a				
6.1 Разни влияещи на баланса						
Работен режим	50 ч/седм.	50	50	+5 ч/седм. = 0,17	50	
Едновр. мощност	0,88 W/m ²	0,88	0,88	+1 W/m ² = 1,96	0,88	
Сума 3	kWh/m ² a	1,7	1,7		1,7	
6.2 Разни невяляещи на баланса						
		0,0 kWh/m ² a				
Работен режим	0 ч/седм.	0	0	+5 ч/седм. = 0,00	0	
Едновр. мощност	0,00 W/m ²	0,00	0,00	+1 W/m ² = 0,00	0,00	
Сума 3	kWh/m ² a	0,0	0,0		0,0	

Фигура 30 Модел на уредите, влияещи и невяляещи на топлинния баланс на сградата

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ЕТ крива Годишно разпределение Топлинни загуби							
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 8 - Хасково	
Референтни стойности		2015г.					
Параметър	Еталон kWh/m ²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a
1. Отопление	46,4	148,2	152 486	148,2	152 486	148,2	152 486
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	5,0	0,7	748	0,7	748	0,7	748
4. Помпи. вент.(отопл.)	1,1	1,1	1 160	1,1	1 160	1,1	1 160
5. Осветление	2,4	2,4	2 506	2,4	2 506	2,4	2 506
6. Разни	1,7	1,7	1 779	1,7	1 779	1,7	1 779
Общо (отопление)	56,7	154,2	158 679	154,2	158 679	154,2	158 679
Обща отопляема площ	1 029						

Фигура 3

Разход на енергия за калибрирания модел на сградата

7.3. Нормализиране на модела

Тъй като поддържаната средно-обемна температура в помещенията на сградата (11,4 °C) е по-ниска от нормативната, при нормален режим на ползване на сградата, се налага нормализиране на модела, но само по нормативна проектна температура.

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Слестване
1. Отопление		46,4 kWh/m²a				
U - стени	0,28 W/m ² K	1,74 >	1,74	+ 0,1 W/m ² K = 5,36	1,74 >	
U - прозорци	1,40 W/m ² K	3,09 >	3,09	+ 0,1 W/m ² K = 1,02	3,09 >	
U - покрив	0,24 W/m ² K	1,10 >	1,10	+ 0,1 W/m ² K = 4,28	1,10 >	
U - под	0,34 W/m ² K	0,69 >	0,69	+ 0,1 W/m ² K = 4,42	0,69 >	
Фактор на формата	0,46 -	0,46	0,46		0,46	
Относ. площ прозорци	11,7 %	11,7	11,7		11,7	
Коеф. на енергопрем.	0,53 -	0,53 >	0,53		0,53 >	
Инфилтрация	0,50 1/h	1,02 -	1,02	+ 0,1 1/h = 9,89	1,02 -	
Проектна темп.	18,5 °C	11,4 -	18,5	+ 1 °C = 7,59	18,5 -	
Темп. с понижение	13,5 °C	11,4 -	13,5	+ 1 °C = 20,31	13,5 -	
Приноси от						
Вентилация (отопл.)	kWh/m ² a	0,00 ...	0,00 ...		0,00 ...	
Осветление	kWh/m ² a	1,16 ...	1,23 ...		1,23 ...	
Други	kWh/m ² a	0,82 ...	0,87 ...		0,87 ...	
Сума 1	kWh/m²a	65,9	107,8		107,8	
Ефект. на отдаване	95,0 %	95,0 -	95,0 -		95,0 -	
Ефект. разпред. мрежа	85,0 %	85,0 -	85,0 -		85,0 -	
Автом. управление	92,0 %	92,0 -	92,0 -		92,0 -	
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0 -	96,0 -		96,0 -	
Сума 2	kWh/m²a	92,5	151,1		151,1	
КПД на топлоснабд.	62,4 %	62,4 -	62,4 -		62,4 -	
Сума 3	kWh/m²a	148,2	242,2		242,2	
Фигура 32		Нормализиран модел на сградата за отопление				

Следователно:

- годишен еталонен разход за отопление – 46,4 kWh/m²y
- годишен базов разход за отопление – 242,2 kWh/m²y

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

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Слестване
3. БГВ		5,0 kWh/m²a				
БГВ - консумация	130 l/m ² a	19 -	130 -	+ 10 l/m ² = 0,38	130 -	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0 -	30,0 -		30,0 -	
Годишно след смесване	m ³	20	134		134	
Сума 1	kWh/m²a	0,7	0,7		0,7	
Ефект. разпред. мрежа	100,0 %	100,0 -	100,0 -		100,0 -	
Автом. управление	94,0 %	94,0 -	94,0 -		94,0 -	
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0 -	96,0 -		96,0 -	
Сума 2	kWh/m²a	0,7	0,7		0,7	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0 -	100,0 -		100,0 -	
Сума 3	kWh/m²a	0,7	0,7		0,7	
Фигура 33		Нормализиран модел на сградата за БГВ				

7.4. Потенциални мерки за намаляване разходите на енергия

Потенциалът за намаляване разходите на енергия се открива в:

- намаляване на топлопреминаването през стените
- намаляване на топлопреминаването през дограмата
- намаляване на топлопреминаването през покрива
- повишаване ефективността на БОИ и котелната инсталация

7.5. Енергоспестяващи мерки

Предвидените енергоспестяващи мерки са:

- 1) Топлинно изолиране на стените на сутерена от вътрешна страна с фибран 80 mm, вкл. гипскартон. Топлинно изолиране на стените на първият етаж от вътре с каменна вата 100 mm, вкл. гипскартон.
- 2) Подмяна на съществуващата дървена и метална дограма със система от PVC профил и стъклопакет с обобщен коефициент на топлопреминаване $U \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- 3) Топлинно изолиране на покрива с минерална вата 100 mm по таванската плоча.
- 4) Подмяна на вътрешно отоплителната инсталация, повишаване ефективността на котелната инсталация, въвеждане на система за автоматично управление на процесите, смяна на горивната база.

На следващите фигури са дадени измененията в EAB Software, настъпили в резултат от симулирането на енергоспестяващите мерки (от фигура 34 до фигура 39).

Север		Северозток	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]	-	-						
-	-	20,13	2,32	0,53	1						
-	-	1,56	5,88	0,65	1						
54,87	2,54	-	-	-	-						
118,26	1,30	2,00	6,66	0,01	1						
37,56	1,73	3,22	2,00	0,51	1						
Обща площ на фасадата											
237,00		[m ²]									
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]	-							
210,69	1,70	26,91	2,81	0,50							
ЕС мерки											
-	-	20,13	1,40	0,49	1						
-	-	1,56	1,40	0,49	1						
54,87	0,30	-	-	-	-						
118,26	0,29	2,00	1,40	0,01	1						
37,56	0,31	3,22	2,00	0,51	1						
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)							
210,69	0,30	26,91	1,47	0,46							

Фигура 34

Мерки по външните стени и дограмата на Север

Север		Северозток	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]	-	-						
-	-	19,32	2,32	0,53	1						
25,69	2,38	-	-	-	-						
-	-	-	-	-	-						
85,56	1,73	8,51	2,00	0,51	1						
Обща площ на фасадата											
139,03		[m ²]									
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]	-							
111,25	1,88	27,83	2,22	0,52							
ЕС мерки											
-	-	19,32	1,40	0,49	1						
25,69	0,30	-	-	-	-						
-	-	-	-	-	-						
85,56	0,31	8,51	2,00	0,51	1						
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)							
111,25	0,31	27,83	1,58	0,50							

Фигура 35

Мерки по външните стени и дограмата на Изток

Север	Северозток	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]	-	-
38,49	2,49	32,66	2,32	0,53	1
9,58	2,38	5,58	5,88	0,65	1
		5,53	6,66	0,65	1
111,25	1,30	1,85	6,66	0,01	1
30,36	1,73	3,60	2,20	0,51	1
Обща площ на фасадата					
238,90		[m ²]			
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]	-	
189,68	1,66	49,22	3,37	0,54	
ЕС мерки					
38,49	0,30	32,66	1,40	0,49	1
9,58	0,30	5,58	1,40	0,49	1
		5,53	1,40	0,49	1
111,25	0,29	1,85	1,40	0,01	1
30,36	0,31	3,60	2,20	0,51	1
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
189,68	0,30	49,22	1,46	0,47	

Фигура 36 Мерки по външните стени и дограмата на Юг

Север	Северозток	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]	-	-
11,67	2,49	8,97	2,32	0,53	1
		1,16	5,88	0,65	1
15,30	2,94	6,03	6,66	0,65	1
41,17	1,30				
53,14	1,73				
Обща площ на фасадата					
137,44		[m ²]			
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]	-	
121,28	1,81	16,16	4,19	0,58	
ЕС мерки					
11,67	0,30	8,97	1,40	0,49	1
		1,16	1,40	0,49	1
15,30	0,34	6,03	1,40	0,49	1
41,17	0,29				
53,14	0,31				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)	
121,28	0,31	16,16	1,40	0,49	

Фигура 37 Мерки по външните стени и дограмата на Запад

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

Покрив		Прозорци				Наклон deg	
A	U	A	U	g			
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-			
506,18	1,10						Север
							Изток
							Юг
							Запад
							СИ/СЗ
							ЮИ/ЮЗ

Обща площ на покрива

506,18 [m²]

Покрив		Прозорци		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-
506,18	1,10			

ЕС мерки

Покрив		Прозорци				Наклон deg	
A	U	A	U	g			
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-			
506,18	0,26						Север
							Изток
							Юг
							Запад
							СИ/СЗ
							ЮИ/ЮЗ

A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-
506,18	0,26			

Фигура 38 Мерки по покрива

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

Данни за пода			
Състояние		ЕС мерки	
A	U	A	U
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]
522,84	0,69	522,84	0,44
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)
522,84	0,69	522,84	0,44

Фигура 39 Мерки по пода

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
1. Отопление 46,4 kWh/m²a						
U - стени	0,28 W/m ² K	1,74 >	1,74 -	+ 0,1 W/m ² K = 5,36	0,30 >	49,98
U - прозорци	1,40 W/m ² K	3,09 >	3,09 -	+ 0,1 W/m ² K = 1,02	1,48 >	10,61
U - покрив	0,24 W/m ² K	1,10 >	1,10 -	+ 0,1 W/m ² K = 4,28	0,26 >	23,33
U - под	0,34 W/m ² K	0,69 >	0,69 -	+ 0,1 W/m ² K = 4,42	0,44 >	7,18
Фактор на формата	0,52 -	0,52	0,52		0,52	
Относ. площ прозорци	11,7 %	11,7	11,7		11,7	
Коеф. на енергопрем.	0,53 -	0,53 >	0,53 -		0,48 >	
Инфилтрация	0,50 1/h	1,02 -	1,02 -	+ 0,1 1/h = 9,89	0,50 -	33,35
Проектна темп.	18,5 °C	11,4 -	18,5 -	+ 1 °C = 7,59	18,5 -	
Темп. с понижение	13,5 °C	11,4 -	13,5 -	+ 1 °C = 20,31	13,5 -	
Приноси от						
Вентилация (отопл.)	kWh/m ² a	0,00 ...	0,00 ...		0,00 ...	
Осветление	kWh/m ² a	1,16 ...	1,23 ...		1,14 ...	
Други	kWh/m ² a	0,82 ...	0,87 ...		0,81 ...	
Сума 1	kWh/m²a	65,9	107,8		24,7	
Ефект. на отдаване	95,0 %	95,0 -	95,0 -		100,0 -	7,86
Ефект. разпред. мрежа	85,0 %	85,0 -	85,0 -		98,0 -	20,86
Автом. управление	92,0 %	92,0 -	92,0 -		97,0 -	8,11
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0 -	96,0 -		96,0 -	
Сума 2	kWh/m²a	92,5	151,1		27,1	
КГД на топлоснабд.	62,4 %	62,4 -	62,4 -		93,0 -	51,75
Сума 3	kWh/m²a	148,2	242,2		29,2	

Фигура 40

Симулирани енергоспестяващи мерки

Прилагането на тези мерки ще доведе до годишен разход на енергия, близък до еталонния (фигура 40).

- годишен еталонен разход за отопление – 46,4 kWh/m²y
- годишен разход за отопление след въвеждане на енергоспестяващи мерки – 29,2 kWh/m²y

7.4.1. Ефект от енергоспестяващите мерки

Ефект от енергоспестяващите мерки.

- Ефектът от топлинно изолиране на външни стени води до годишни спестявания в размер на 51 427 kWh/y (фигура 41).
- Ефектът от подмяната на дървената и метална дограма е 45 237 kWh/y (фигура 41).
- Ефектът от топлинното изолиране на подпокривното пространство е 24 008 kWh/y (фигура 41).
- Ефектът от топлинното изолиране на стените на отопляемия сутерен е 7 389 kWh/y (фигура 41).
- Ефектът от мерки по ВОИ и котелна инсталации е 91 147 kWh/y (фигура 41).

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки		Мощностен бюджет	ET крива	Годишно разпределение	Топлинни загуби
Тип сграда	Училище	Клим. зона	Клим. зона 8 - Хасково		
Референтни стойности	2015г.				
Параметър	kWh/m ²	kWh/a	Действ. kWh/a		
1. Отопление: U - стени	49,98	51 427	51 427		
1. Отопление: U - прозорци	10,61	10 917	10 917		
1. Отопление: U - покрив	23,33	24 008	24 008		
1. Отопление: U - под	7,18	7 389	7 389		
1. Отопление: Инфилтрация	33,35	34 320	34 320		
1. Отопление: Ефект. на отдаване	7,86	8 091	8 091		
1. Отопление: Ефект. разпред. мрежа	20,86	21 467	21 467		
1. Отопление: Автом. управление	8,11	8 342	8 342		
1. Отопление: КПД на топлоснабд.	51,75	53 247	53 247		
Общо - отопление		213,03	219 208	219 208	
Фигура 41		Ефект от симулираните енергоспестяващи мерки			

Забележка: Спестената енергия от под се получава от вътрешното топлинно изолиране на стените на отопляемия сутерен граничещи със земя. В следващите изчисления, спестената енергия от пода ще бъде добавена към тази от стените, а квадратурата на стените под земя ще бъде отчетена във финансовия анализ за външните стени.

7.4.2. Разход на енергия след енергоспестяващите мерки

Разделът Бюджет „Разход на енергия“ показва еталонните стойности за сградата и изчисленото енергопотребление за всеки отделен компонент, както и общата сума (фигура 42).

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ET крива Годишно разпределение Топлинни загуби							
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 8 - Хасково	
Референтни стойности		2015г.					
Параметър	Еталон kWh/m ²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a
1. Отопление	46,4	148,2	152 486	242,2	249 209	29,2	30 001
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	5,0	0,7	748	5,0	5 119	5,0	5 119
4. Помпи. вент.(отопл.)	1,1	1,1	1 160	1,1	1 160	1,1	1 160
5. Осветление	2,4	2,4	2 506	2,4	2 506	2,4	2 506
6. Разни	1,7	1,7	1 779	1,7	1 779	1,7	1 779
Общо (отопление)	56,7	154,2	158 679	252,5	259 773	39,4	40 565
Обща отопляема площ		1 029					

Фигура 42 Разход на енергия след енергоспестяващи мерки

От фигурата се вижда, че след прилагането на горелосочените енергоспестяващи мерки, разходът на енергия за отопление ще се намали от 249 209 kWh до 30 001 kWh.

7.4.3. Мощностен бюджет след енергоспестяващите мерки

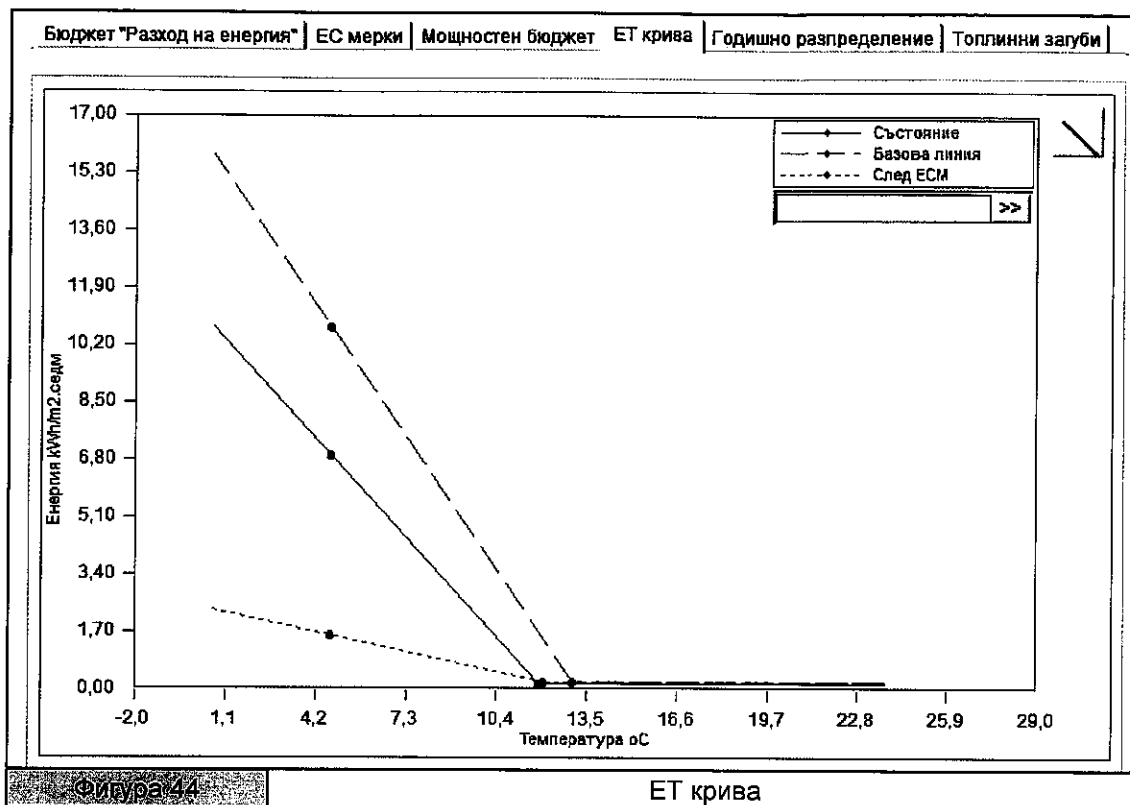
В раздел „Мощностен бюджет“ е показана стойността на максималната едновременна мощност за отопление (фигура 43).

Бюджет "Разход на енергия" ЕС мерки Мощностен бюджет ET крива Годишно разпределение Топлинни загуби							
Тип сграда		Училище		Клим. зона		Клим. зона 8 - Хасково	
Референтни стойности		2015г.					
				Изчислителна температура		-14,0	
Параметър	Състояние		Базова линия		След ЕСМ		
	W/m ²	kW	W/m ²	kW	W/m ²	kW	
1. Отопление	88,4	91	113,1	116	41,5	43	
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	0,3	0	0,3	0	0,3	0	
5. Осветление	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
6. Разни	0,0	0	0,0	0	0,0	0	

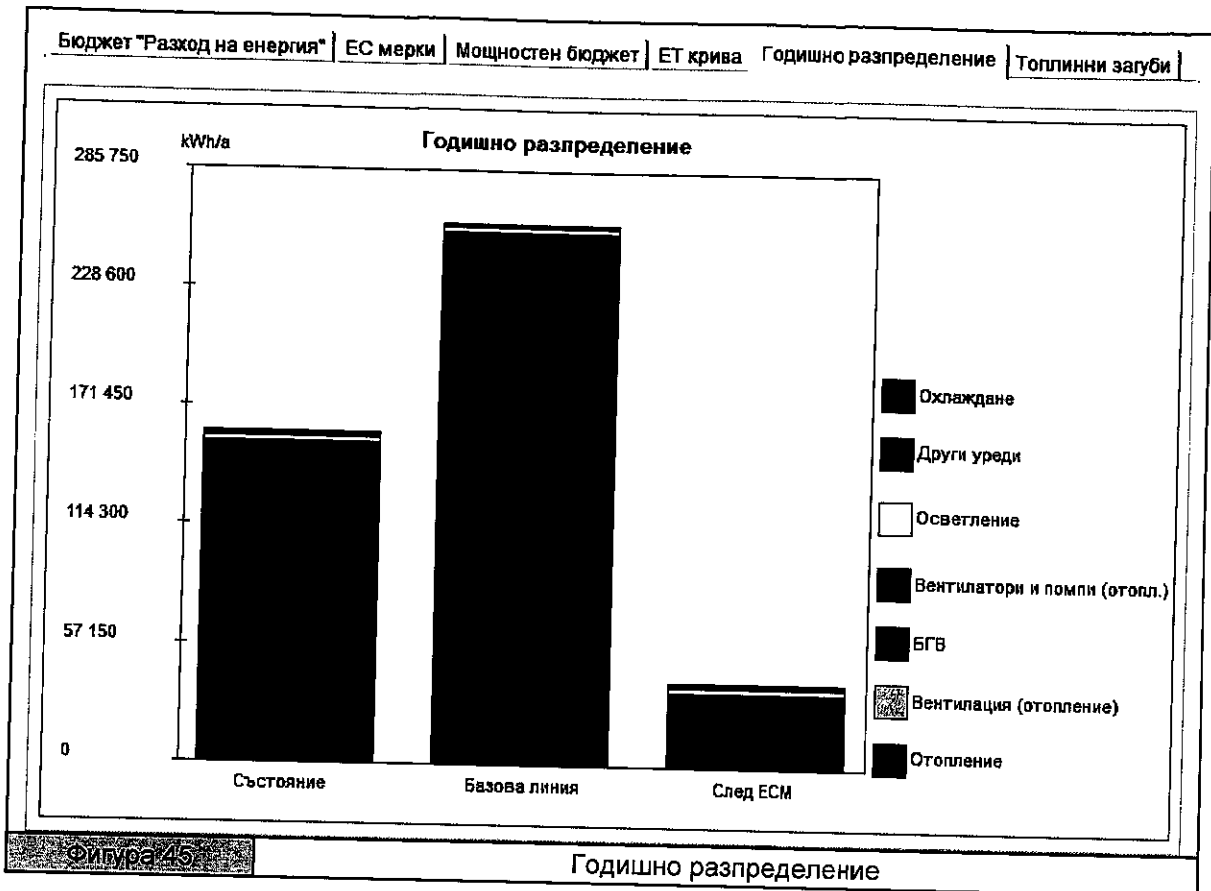
Фигура 43 Мощностен бюджет

От фигурата се вижда, че предвидените енергоспестяващи мерки оказват влияние на изразходваната топлинна мощност, т.е. след тяхното прилагане необходимата мощност за покриване нуждите на сградата за отопление ще стане от 116 kW до 43 kW.

Връзката между изразходената енергия и външната температура се наблюдава на фигура 44 от прозореца „ЕТ крива“



В прозореца „Годишно разпределение“ е показана потребената енергия за различни нужди (фигура 45).



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

Тип сграда: Училище Клим. зона: Клим. зона 8 - Хасково

Референтни стойности: 2015г.

Топлинни загуби през/от	Състояние		След ЕСМ	
	H W/K	H' W/m²K	H W/K	H' W/m²K
Външни стени	1 101	1,07	190	0,18
Врати и прозорци	371	0,36	178	0,17
Покрив	557	0,54	132	0,13
Под	361	0,35	230	0,22
Инфилтрация	1 192	1,16	584	0,57
Вентилация (отопл.)	0	0,00	0	0,00
Общо	3 582	3,48	1 314	1,28

Фигура 46

Годишни топлинни загуби

7.4.4. Описание на енергоспестяващите мерки

ЕСМ В1 – Топлинно изолиране на външните стени

Топлофизичните характеристики на външните стени на сградата не отговарят на нормативните изисквания. От извършения оглед се установиха 6 типа външни стени, ограждащи отопляемия обем на сградата.

Предвижда се полагане на вътрешна топлинна изолация от фибран с дебелина 80 mm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,028 \text{ W/mK}$, защитени с гипскартон за стени от тип 1 (таблица 27), тип 2 (таблица 28), тип 3 (таблица 29) и стените граничещи със земя (таблица 30), полагане на вътрешна топлинна изолация от каменни плочи с дебелина 100 mm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$, защитени с гипскартон за стени от тип 4 (таблица 31), тип 5 (таблица 32) и тип 6 (таблица 33).

- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 1 е 50 m^2
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 2 е 35 m^2
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 3 е 55 m^2
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 4 е 271 m^2
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 5 е 207 m^2
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 6 е 15 m^2
- Общата площ на стени граничещи със земя, подлежащи на топлинно изолиране е 102 m^2 .

Това ще доведе до понижаване на коефициента на топлопреминаване през външни стени тип 1, тип 2 и тип 3 до $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, тип 4 до $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$, тип 5 до $U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ и тип 6 до $U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Таблица 27

Тип 1 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta, \text{ m}$	$\lambda, \text{ W/mK}$	$R, \text{ m}^2\text{KW}$	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719	
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
4	Мита бучарда	0,020	2,470	0,0081	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
ЕСМ мярка					
1	Фибран	0,080	0,028	2,8571	
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,49	
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	$U_{w \text{ ЕСМ}}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,30	
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,28	

Таблица 28

Тип 2 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
				Rsi 0,1300
				Rse 0,0400
ЕСМ мярка				
1	Фибран	0,080	0,028	2,8571
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,38
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	$U_{w\text{ ЕСМ}}$	W/m ² K	0,30
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w\text{ реф}}$	W/m ² K	0,28

Таблица 29

Тип 3 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
2	Каменна зидария	0,550	3,200	0,1719
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
				Rsi 0,1300
				Rse 0,0400
ЕСМ мярка				
1	Фибран	0,080	0,028	2,8571
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,54
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	$U_{w\text{ ЕСМ}}$	W/m ² K	0,30
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w\text{ реф}}$	W/m ² K	0,28

Таблица 30

Тип 1 - Под приотопляем подземен етаж		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
Под приотопляем подземен етаж				
1	Циментова замазка	0,0500	0,9300	0,0538
2	Стоманобетонна плоча	0,1500	1,6300	0,0920
				Rsi 0,1700
				Rse 0,0400
Стена в контакт със земята под нивото на терена				
1	Вътрешна мазилка	0,0200	0,7000	0,0286
2	Каменна зидария	0,5500	3,2000	0,1719
				Rsi 0,1300
				Rse 0,0400
ЕСМ мярка				
1	Фибран	0,080	0,028	2,8571
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност

1	Площ на подовата плоча върху земя	Ag	m ²	522,84
2	Периметър на подовата плоча върху земя	P	m	127,80
3	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	w	m	0,61
4	Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	z	m	0,80
5	Площ на стените в контакт със земята	Abw	m ²	102,24
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Пространствена характеристика на пода	B'	m	8,18
2	Приведена дебелина на подовата плоча	dt	m	1,32
3	Приведена дебелина на стените на подземния етаж	dw	m	7,60
4	Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	U _{bf}	W/m ² K	0,40
5	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт със земята	U _{bw}	W/m ² K	0,21
6	Коефициент на топлопреминаване през пода	U _g	W/m ² K	0,44
7	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	U _{реф}	W/m ² K	0,34

Таблица 31

Тип 4 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ, m	λ, W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Плътни тухли	0,450	0,790	0,5696	
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011	
				R _{si}	0,1300
				R _{se}	0,0400
ЕСМ мярка					
1	Каменна вата	0,100	0,039	2,5641	
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U _w	W/m ² K	1,30	
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	U _{w ЕСМ}	W/m ² K	0,29	
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	U _{w реф}	W/m ² K	0,28	

Таблица 32

Тип 5 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	δ, m	λ, W/mK	R, m ² K/W	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Плътни тухли	0,300	0,790	0,3797	
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011	
				R _{si}	0,1300
				R _{se}	0,0400
ЕСМ мярка					
1	Каменна вата	0,100	0,039	2,5641	
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U _w	W/m ² K	1,73	
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	U _{w ЕСМ}	W/m ² K	0,31	

3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28
---	---	---------------------	--------------------	------

Таблица 33

Таблица 33 - Външна стена		Топлоизолационни параметри		
№	Конструкция, материали	δ , m	λ , W/mK	R, m ² K/W
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
2	Каменна зидария	0,450	3,200	0,1406
3	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011
				Rsi 0,1300
				Rse 0,0400
ЕСМ мярка				
1	Каменна вата	0,100	0,039	2,5641
2	Гипскартон	0,012	0,210	0,0571
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	U_w	W/m ² K	2,94
2	Коефициент на топлопреминаване през стената - след ЕСМ	$U_{w \text{ ЕСМ}}$	W/m ² K	0,34
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m ² K	0,28

Финансов анализ по ЕСМ В1

Таблица 34

ЕСМ В1 - Топлинно изолване на външни стени					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m ²]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип каменна вата, $\delta= 100$ mm, (вкл. лепило, крепежни елементи, гипскартон, латекс) в/у стени, от вътрешна страна	m ²	493	110	54 230
2	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип фибран, $\delta= 80$ mm, (вкл. лепило, крепежни елементи, гипскартон, латекс) в/у стени, от вътрешна страна	m ²	243	100	24 300
Обща стойност:					78 530
Обща стойност с ДДС:					94 236

ЕСМ В2 – Подмяна на старата дограма със система от PVC профил и стъклопакет

Дограма по ограждащите елементи на сградата в голяма част е изпълнена от дървена двукатна и дървена единична дограма. Частично има подменени няколко прозореца с PVC дограма със стъклопакет. Входните врати са метални, с единични стъкла, метални плътни и алуминиеви.

Състоянието на съществуващата дървена дограма е много лошо: изметнати и незатварящи се рамки, напукани елементи, фуги между касите и стените и др. Това води до завишена инфилтрация и загуба на топлинна енергия през тях.

Предвижда се подмяна на старата дограма, със система от PVC профил и стъклопакет, с коефициент на топлопреминаване $U \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, с което ще се намалят топлинните загуби от топлопреминаване и постъпването на студения външен въздух.

Общата площ, подлежаща на подмяна е 105 m^2 .

Също така се предвижда „обръщане“ около дограмата на цялата сграда с XPS 20 mm – 302 lm.

Финансов анализ по ЕСМ В2

Таблица 35

ЕСМ В2 - Подмяна на прозорци и врати със система от PVC профил и стъклопакет					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m ²]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и монтаж на прозорци и врати - PVC профил със стъклопакет $U \leq 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, вкл. демонтаж на старата дървена или метална дограма, вътрешно обръщане на дограма с гипсова шпакловка.	m ²	105	280	29 400
2	Обръщане около прозорци с XPS 20 mm	lm	302	35	10 570
Обща стойност:					39 970
Обща стойност с ДДС:					47 964

ЕСМ В3 – Топлинно изолиране на покрива

Топлофизичните характеристики на покрива на сградата не отговарят на нормативните изисквания.

Предвижда се полагане на минерална вата с дебелина 100 mm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$ в подпокривното пространство.

Това ще доведе до понижаване на коефициента на топлопреминаване през покрива до $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ (таблица 30). С цел защита на ново положената изолация се предвижда и ремонт на покрива.

Общата площ на подпокривното пространство, подлежаща на топлоизолиране е 506 m^2 .

Таблица 36

Тип 1 - Покрив с неотопляемо подпокривно пространство		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	δ, m	λ, W/mK	R, m ² K/W
Покривна плоча				
1	Керемиди	0,020	0,990	0,0202
2	Дъсчена обшивка	0,020	0,230	0,0870
R _{si}				0,1700
R _{se}				0,0400
Паванска плоча				
1	Дъски /гредоред/	0,020	0,230	0,0870
2	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286
R _{si}				0,1000
R _{se}				0,1000

ЕСМ - ДЖЕ					
1	Дюшеци от минерална вата	0,100	0,039	2,5641	
Прилежави слоеве					
1	Плътна тухла	0,450	0,790	0,5696	
2	Фасадна боя	0,001	0,870	0,0011	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Изходни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Площ на таванската плоча	$A_{тп}$	m ²	506,18	
2	Периметър на таванската плоча	$P_{тп}$	m	123,60	
3	Височина на прилежащи стени	h_w	m	0,30	
4	Периметър на прилежащи стени	P_w	m	123,60	
5	Площ на прилежащи стени	A_w	m ²	37,08	
6	Площ на покривната плоча	$A_{пп}$	m ²	545,84	
7	Обем на въздуха под покрива	V	m ³	632,73	
8	Дебелина на въздушния слой	$\delta_{вс}$	m	1,25	
9	Височина до билото	H	m	2,20	
10	Средна обемна температура на сградата	θ_i	°C	18,50	
11	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	θ_e	°C	1,00	
12	Температура на въздуха в подпокривното пространство	θ_u	°C	2,53	
13	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$\theta_{se1} - \theta_{si2}$	°C	1,37	
14	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	λ	W/mK	0,0250	
15	Кинематичен вискозитет на въздуха	ν	m ² /s	0,00001285	
16	Критерий на Прандтл	Pr	-	0,6632	
17	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	n	h ⁻¹	0,10	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	U_1	W/m ² K	0,35	
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U_2	W/m ² K	3,15	
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	U_w	W/m ² K	1,35	
4	Корекционен коефициент	ϵ_k	-	55,97	
5	Критерий на Грасхоф	Gr	-	578 037 425	
6	Коефициент на обемно разширение	β	K ⁻¹	0,0036	
7	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	$\lambda_{екв}$	W/mK	1,40	
8	Грасхоф - Прандтл	$GrPr$	-	383 354 679	
9	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	$R_{se1} = R_{si2}$	m ² K/W	0,4475	
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	U'_1	W/m ² K	0,31	
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	U'_2	W/m ² K	1,68	
12	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	U_r	W/m ² K	0,26	
13	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	$U_{r реф}$	W/m ² K	0,24	

Финансов анализ по ЕСМ В3

Таблица 37

ЕСМ В3 – Топлинно изолване на покрива					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m ²]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и полагане на топлинна изолация от дюшеци минерална вата с δ=100 mm върху пода на подпокривното пространство, вкл. почистване на съществуваща замърсена повърхност от останалите строителни отпадъци и извозването им и ремонт на покрива	m ²	506	115	58 190
Обща стойност:					58 190
Обща стойност с ДДС:					69 828

ЕСМ С1 – Подмяна на вътрешно отоплителната инсталация, повишаване ефективността на котелната инсталация, въвеждане на система за автоматично управление на процесите, смяна на горивната база.

В сградата има монтиран стоманен водогреен котел на твърдо гориво. Котелната инсталация се управлява ръчно и субективно по преценка на обслужващия персонал. Вътрешно отоплителната инсталация е в лошо състояние.

Предвижда се подмяна на вътрешно отоплителната инсталация с нова. Изграждане на нова тръбна мрежа, с нови отоплителни тела, окомплектовани с термостатични и секретни вентили. Въвеждане на система за автоматично управлени на процесите. Предвижда се подмяна на котела с нов, работещ на природен газ.

Финансов анализ по ЕСМ С1

Таблица 38

ЕСМ С1 – Мерки по ВОИ и котелно					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m ²]	Стойност, [лв.]
1	Подмяна на ВОИ, вкл. нова тръбна мрежа, радиатори и арматура. Доставка и монтаж на нов котел работещ на природен газ.	бр.	1	1	95 000
Обща стойност:					95 000
Обща стойност с ДДС:					114 000

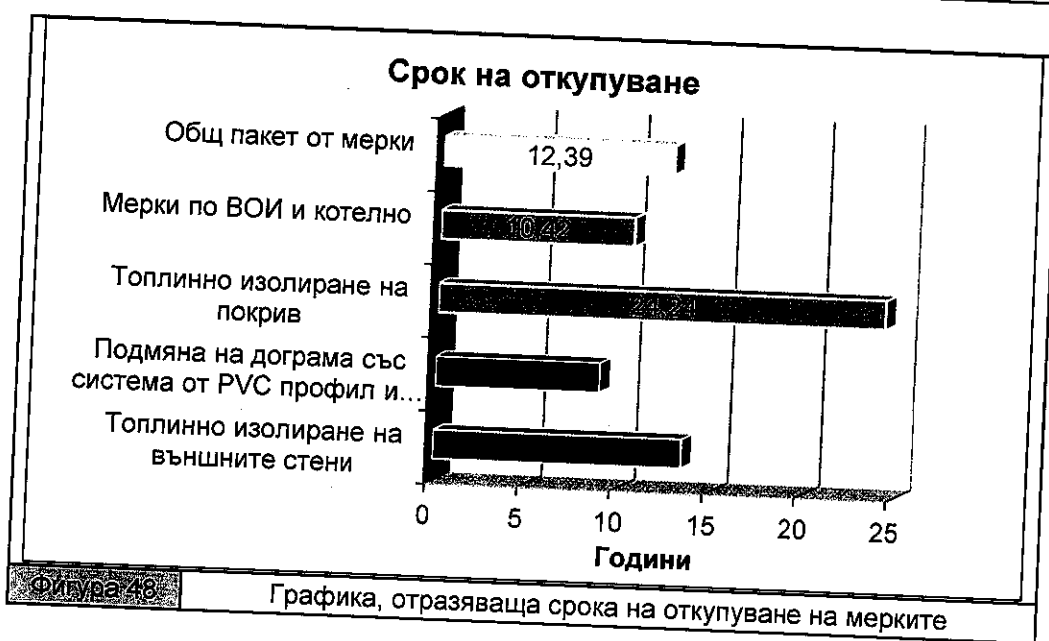
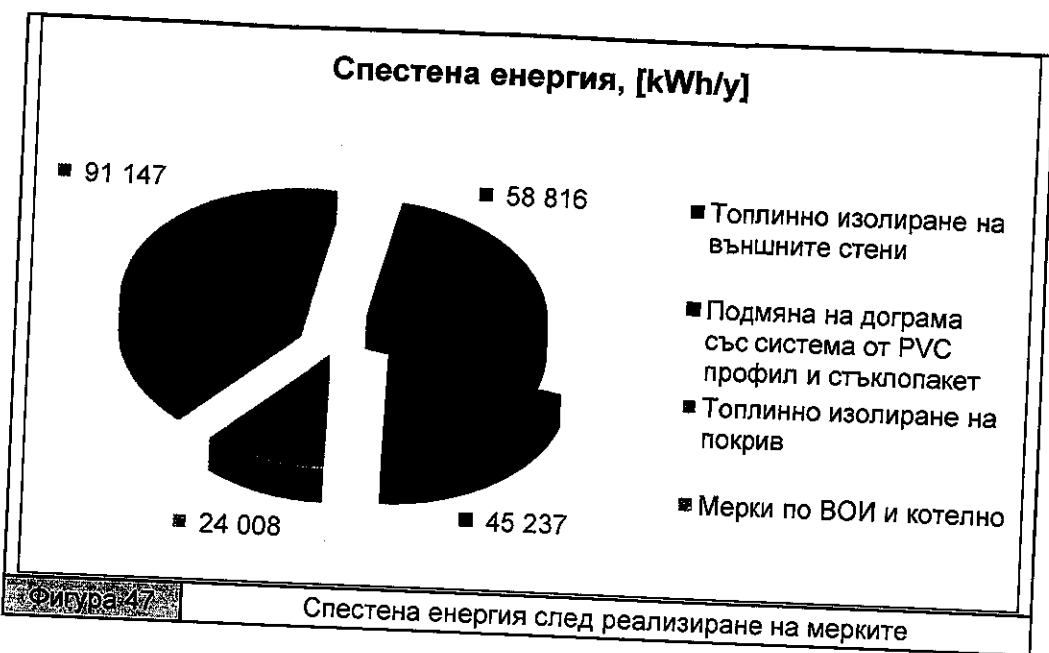
8. Технико-икономическа оценка на мерките

В приложените таблици и на фигурите след тях е дадена информация за основните икономически параметри на предлаганите пакети от енергоспестяващи мерки в сградата, обект на настоящия анализ.

Таблица 39

№	Групирано наименование на мерките	Съкратен код по ГОСТ	Спестена енергия		Анализ			
			Топлина от природен газ	%	Инвестиции	Печалба	Срок на откупуване	
			kWh/y	kWh/y	лв.	лв./год.	години	
ЕСМ В1	Топлинно изолиране на външните стени		249 209	58 816	24	94 236	7 058	13,35
ЕСМ В2	Подмяна на дограма със система от PVC профил и стъклопакет		249 209	45 237	18	47 964	5 428	8,84
ЕСМ В3	Топлинно изолиране на покрива		249 209	24 008	10	69 828	2 881	24,24
ЕСМ С1	Мерки по ВОИ и котелно		249 209	91 147	37	114 000	10 938	10,42
	Общ пакет от мерки		249 209	219 208	89	326 028	26 305	12,39

От графиките на фигура 47 и фигура 48 и таблица 39 се вижда, че предлаганите мерки ще доведат до спестяване на енергията, изразходвана за отопление от 89% при срок на откупуване 12,39 години, след внедряване на целия пакет от мерки. Поради предвидената смяна на горивната база от твърдо гориво – дърва и въглища на природен газ икономията от мерките, печалбата и спестените емисии ще бъдат отчитани от новата горивна база, а именно природен газ. Цената на топлинната енергия, с която е пресметната печалбата е 0,12 лв./kWh от природен газ. Всички посочени цени са с ДДС.



Отпечатано от софтуер "Финансови изчисления" на ЕНСИ

Проект: **НУ Христо Потмарков Свиленград**

Всички мерки

Реален лихвен %: 2,9 %

Фирма: **Ес Енерджи Проект ЕООД**
Лиценз: 190097801

Мярка	*)	Инвестиция [BGN]	Нето икономии [BGN/Год.]	Живот [Год.]	PB [Год.]	PO [Год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Макс. инвестиция 1) [BGN]	2) [Год.]
Подмяна на дограма		47.964	5.428	30	8,8	10,4	11	59.639	1,24	107.698	30,0
Мерки по ВОО и котелно		114.000	10.938	30	10,4	12,6	9	102.832	0,90	217.024	30,0
Топлоизолиране на външни стени		94.236	7.058	30	13,4	17,2	6	45.680	0,48	140.040	30,0
Топлоизолиране на покрив		69.828	2.881	30	24,2	42,6	1	-12.716	-0,18	57.163	30,0
Общо за всички мерки		326.028	26.305		12,4	16,6		195.436			

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

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

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

Изчислено от: **Ес Енерджи Проект** Адрес: **София** Телефон:

Фигура 49

Технико-икономическа оценка на мерките

9. Оценка на екологичния ефект от мерките

Установен е потенциал за намаляването на действително необходимите енергийни разходи за сградата с 219 208 kWh/y с екологичен еквивалент 44,28 тона спестени емисии CO₂ (таблица 40).

Таблица 40

№	Наименование на енергоспестяващите мерки	Степента на енергия		Спестени емисии
		Потребление от природен газ	Екологичен еквивалент на енергоресурси	
		kWh	Природен газ gCO ₂ /kWh	
ЕСМ В1	Топлинно изолиране на външните стени	58 816	202	11,88
ЕСМ В2	Подмяна на дограма със система от PVC профил и стъклопакет	45 237	202	9,14
ЕСМ В3	Топлинно изолиране на покрива	24 008	202	4,85
ЕСМ С1	Мерки по ВОИ и котелно	91 147	202	18,41
Общо спестени емисии CO ₂ :				44,28

Забележка: За всички енергоспестяващи мерки е необходимо да бъдат разработени проектни решения от правоспособни проектанти, в съответствие с действащата към момента нормативна уредба в инвестиционното проектиране. Проектните решения да са в обхват и пълнота, гарантиращи качествено изпълнение на предписаните ЕСМ. На база инвестиционните проекти, да бъдат изготвени подробни количествено-стойностни сметки за изпълнение на ЕСМ.

10. Заключение

Извършеното енергийно обследване показва, че при сегашното състояние на сградата и системите на топлоснабдяване не се осигуряват изискваните санитарно – хигиенни норми за топлинен комфорт. Средната поддържана температура в сградата е 11,4 °С, която е по - ниска от нормативната 18,5 °С. Причини за това са топлинните загуби през ограждащите елементи, както и неефективната система за отопление.

Установен е потенциал за намаляване на действително необходимите разходи за отопление с 89%, което се равнява на 219 208 kWh/y с екологичен еквивалент 44,28 тона спестени емисии CO₂.

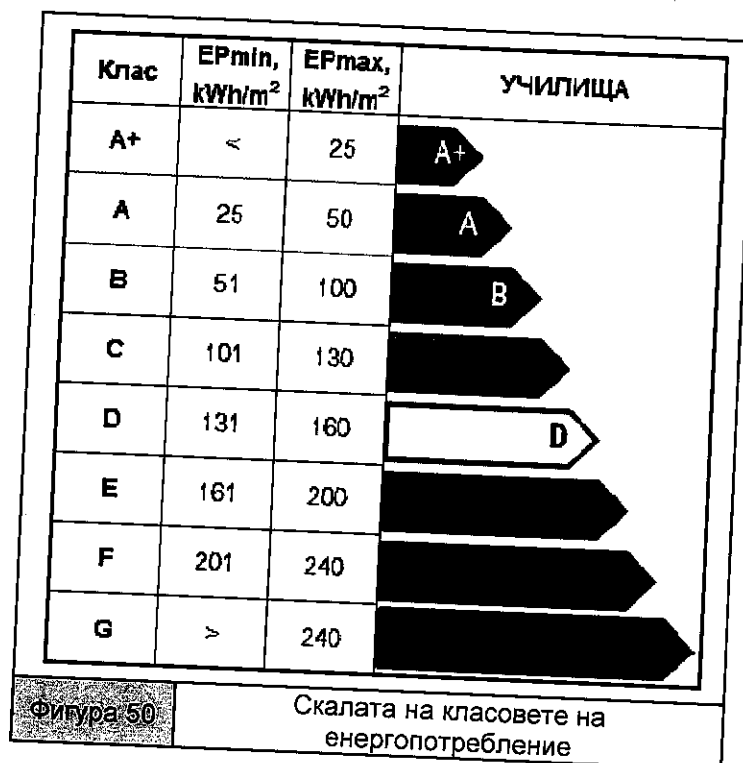
Необходимите инвестиции за въвеждане на енергоспестяващите мерки са в размер на 326 028 лв.

Съгласно нормативните изисквания от Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. на МРРБ, е необходимо да се оцени представената в доклада енергийна

характеристика на сградата, съгласно нормативните изисквания, действащи към момента на извършване на енергийното обследване, с цел класифициране на сградата по скалата на енергопотреблението.

След детайлното обследване и анализа на сградата е оценена енергийната ѝ характеристика:

- Потребна първична енергия при актуално състояние на сградата
 $EP = 314,52 \text{ kWh/m}^2\text{y}$



Сградата попада в **клас G** от скала на енергопотреблението, съгласно Приложение №10, чл. 6, ал. 3 от Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. за енергийна ефективност на сгради.

След реализиране на всички предложени мерки от дългия списък, общият годишен разход на първична енергия за сградата ще е в размер на $EP = 62,87 \text{ kWh/m}^2\text{y}$

Сградата попада в **клас B** от скала на енергопотреблението, съгласно Приложение №10, чл. 6, ал. 3 от Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 27 от 2015 г. за енергийна ефективност на сгради.

Използвана литература

1. Ръководство по енергийно обследване. Методът ENSI „Ключови стойности“. София, 2003
2. Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, “Закон за енергийната ефективност” в сила от 15.05.2015 година
3. Наредба № РД-16-1058 от 2009 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите
4. Наредба № 16-1594 от 13.11.2013 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради
5. Наредба № 15 за техническите правила и нормативни актове за проектирани, изградени и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия
6. Наредба № 7 от 15.12.2004 г. За енергийна ефективност на сгради, обнародвана в ДВ, бр.27 от 14.04.2015 г.
7. Министератео на регионалното развитие и благоустройството “Методически указания за изчисляване на годишния разход на енергия в сгради”, БСА 11/2005 г.
8. Технически Университет – София, “Ръководство за обследване за енергийна ефективност и сертифициране на сгради”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г.
9. Технически Университет – София, “Ръководство за изчисляване на годишния разход на енергия в сградите”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г.
10. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – I част, “Техника” 1990 г.
11. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – II част, “Техника” 2001 г.
12. Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – III част, “Техника” 1993 г.