

# Обследване за енергийна ефективност

СУ „Васил Левски“,  
ул. "Опълченска" №1, гр. Крумовград



ПРОФПРОЕКТ  
БЪЛГАРИЯ ЕООД  
гр. София

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

Разработили:

*Tomya*  
.....  
/ инж. Таня Томова /

*Nevena*  
.....  
/ инж. Невяна Джонева /

*Petar*  
.....  
/ инж. Петър Пенчев /

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Детайлното обследване на сградата има за цел да установи интегрираната енергийна характеристика на сградата, да я 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 Административна сграда на СУ Васил Левски – среден и горен курс на обучение, гр. Крумовград, община Крумовград, област Кърджали, 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 ефективност при крайно потребление на енергия и предоставянето на енергийни услуги;
- Закон на енергетиката.

С Наредба № 7/2004 г., изменение в ДВ, бр. 90 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.

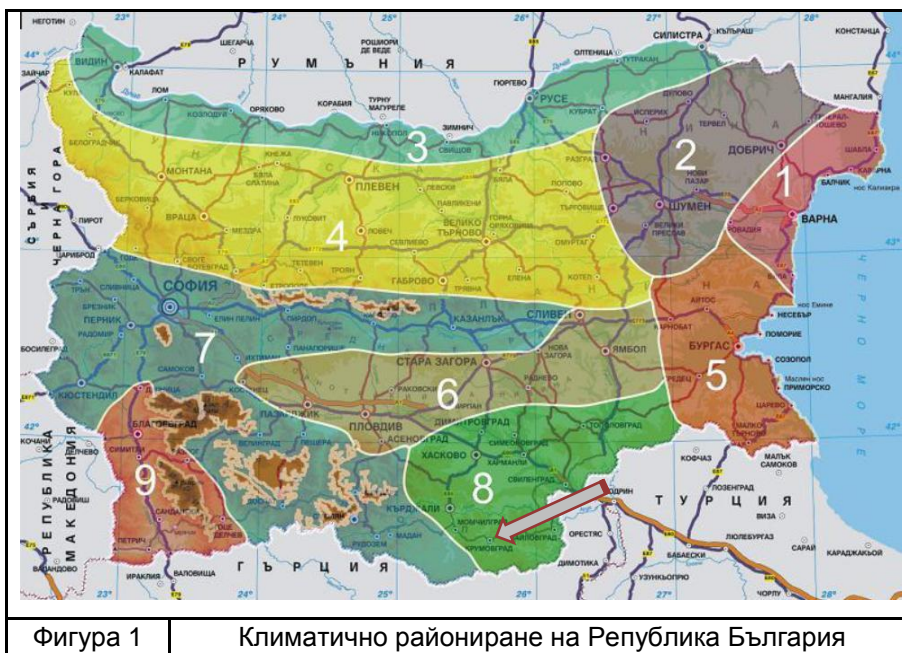
Обследването е извършено на основание ЗЕЕ, Наредба № Е-РД-04-1 от 22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради, Наредба № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите и Наредба № 7/2004 г., изменение и допълнение в ДВ, бр. 90 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 № 15 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 № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите, град Крумовград принадлежи към осма климатична зона, която се характеризира със следните параметри:



- Продължителност на отоплителния сезон: 161 дни (начало: 28-ми октомври; край: 6-ти април)
- Отоплителни денградуси (DD): 977,1 при средна температура в сградата 10,6 °C
- Изчислителна външна температура: -14°C
- Надморска височина на обекта: 209 м.

Като базови стойности на климатичните фактори се използват измерените средномесечни температури на външния въздух за населеното място за периода 2015 – 2017 година по данни на НИМХ към БАН, както и представителни средномесечни температури на външния въздух за климатичната зона.

## 2.2 Описание на сградата

Училището се състои от три секции, съответно корпуси „А“, „Б“ и „В“. Корпус „А“ е с три надземни етажа и полуподземен сутеренен етаж; корпус „Б“ е с четири надземни етажа и един полуподземен сутеренен етаж. Корпус „В“ в югозападния си край е с два надземни етажа, а в североизточния край е с четири надземни етажа и един полуподземен сутеренен етаж. Сградата е построена е през 1973 г. на ул. „Опълченска“ № 1, гр. Крумовград, община Крумовград, област Кърджали.

Конструкцията на сградата е монолитна скелетно - гредова със стоманобетонни греди, колони и междуетажни плочи. Стените са изпълнени от тухлена зидария. Покривът е плосък, студен тип – с подпокривно пространство, със стоманобетонна покривна плоча с покритие от битумна хидроизолация. Стълбищата са монолитни стоманобетонни.

Сградата на училището се състои от три части. В югоизточната част на училището на първи етаж се намират учебни кабинети, коридори, санитарни възли и стълбищна клетка; на втория етаж са разположени директорски кабинет, учителска стая, счетоводство, офиси, коридор,

санитарен възел и стълбищна клетка. На трети етаж се намират библиотека, учебни кабинети, лекарски кабинети, санитарни възли, коридори и стълбищна клетка. В средната част на сградата са разположени учебни кабинети, коридор и на четирите етажа. В северозападната част на сградата са разположени физкултурен салон, басейн, съблекални, санитарни възли, стълбищна клетка, фитнес зала, складове, и кабинет по музика, намиращ се на четвърти етаж. Към момента басейна не функционира.

В сутеренния етаж са разположени столова, принадлежаща към съседната детска градина, кухня и складове към столовата, ремонтна работилница, котелно и технически помещения за обслужване на басейна.

Надземните етажи разполагат с три входа, като два от тях са от югоизточната страна и един от северозападната страна на сградата. Сутеренния етаж разполага с четири входа, като два от тях са от североизточната страна, един от югозападната страна и един от югоизточната страна на сградата. Достъпът до входовете се осъществява с разнороден брой стъпала от кота терен.

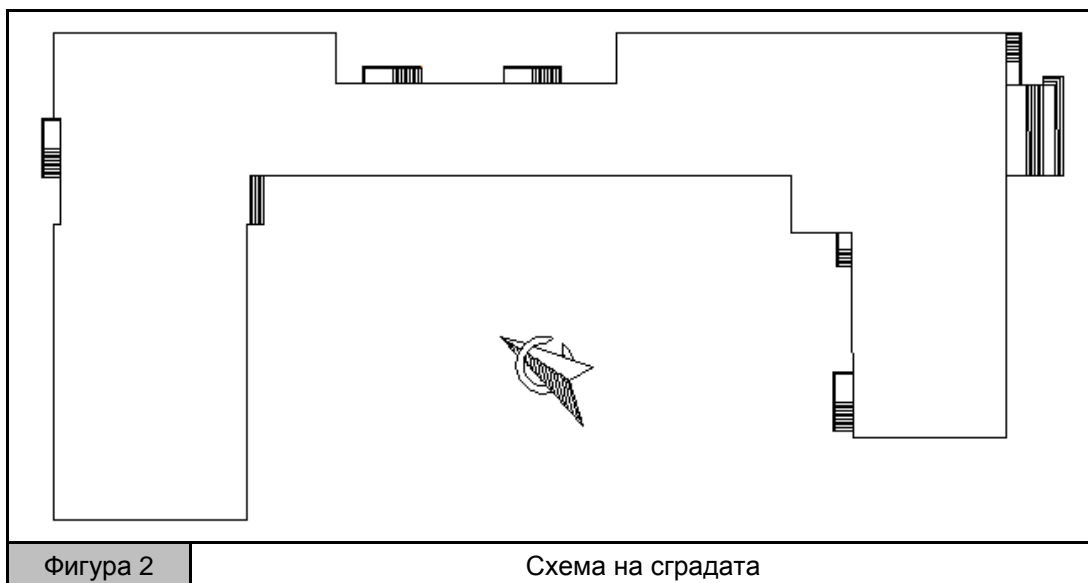
Основните данни за сградата са представени в таблица 1:

Таблица 1

<b>Наименование на сградата:</b>		Сграда на СУ "Васил Левски" - Крумовград	
Адрес:		гр. Крумовград, ул. Опълченска № 1	
Тип на сградата:		Училище	
Вид собственост:		Публична общинска	
Година на построяване:	1977 г.	Обитатели, брой:	1 180
<b>График на използваемост:</b>			
График на използваемост:		Обитатели, часа/ден	Отопление, часа/ден
Работни дни: Понеделник - Петък		9	7
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 (брутен)	Отопляем обем (нетен)
$A_{зп}, \text{m}^2$	$A_{рзп}, \text{m}^2$	$A_{от}, \text{m}^2$	$V_{об}, \text{m}^3$	$V_{от}, \text{m}^3$
2 659	12 398	9 019	39 312	31 450

## 2.5 Изгледи на сградата

Изгледите на фасадите по посоки са показани на следващите снимки.





Снимка 3

Югоизток



Снимка 4

Югозапад



Снимка 5

Северозапад



Снимка 6

Северозапад

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОГГРАЖДАЩИТЕ КОНСТРУКЦИИ И ВЪТРЕШНИ ПРОСТРАНСТВА

#### 3.1. Строителни и топлофизични характеристики на стените

След направения оглед, се идентифицират общо три типа фасадни външни стени, ограждащи отопляемите обеми на сградата. Основната част са от стоманобетонни колони, с тухлена зидария от решетъчни тухли, вътрешна и външна варо-пясъчна мазилка. Част от фасадните стени са топлоизолирани със 100 mm EPS, с финално покритие от минерална мазилка. Надземните стени на сутерена са от стоманобетон с вътрешна варо-пясъчна мазилка и слой мита бучарда откъм фасадата.



Снимка 7 Неизолирана фасадна стена



Снимка 8 Неизолирана фасадна стена



Снимка 9 Фасадна стена с мита бучарда



Снимка 10 Топлоизолирана фасадна стена

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

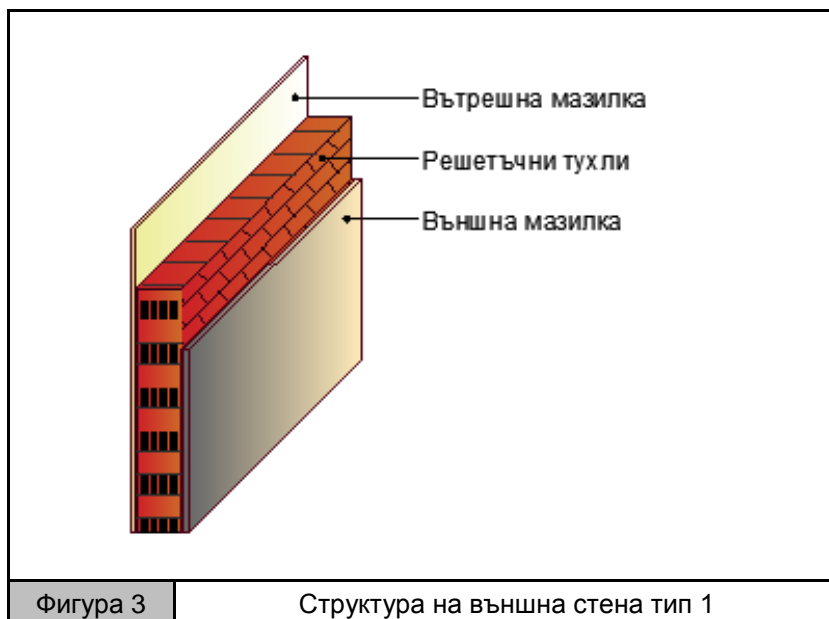


Таблица 3

Тип 1 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция/материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
2	Решетъчна тухла	0,250	0,520	0,4808
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметри	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената, завишен с 10 %, поради наличието на носещи стоманобетонни колони	$U_w$	W/m <sup>2</sup> .K	1,57
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената съгласно действащите норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,28

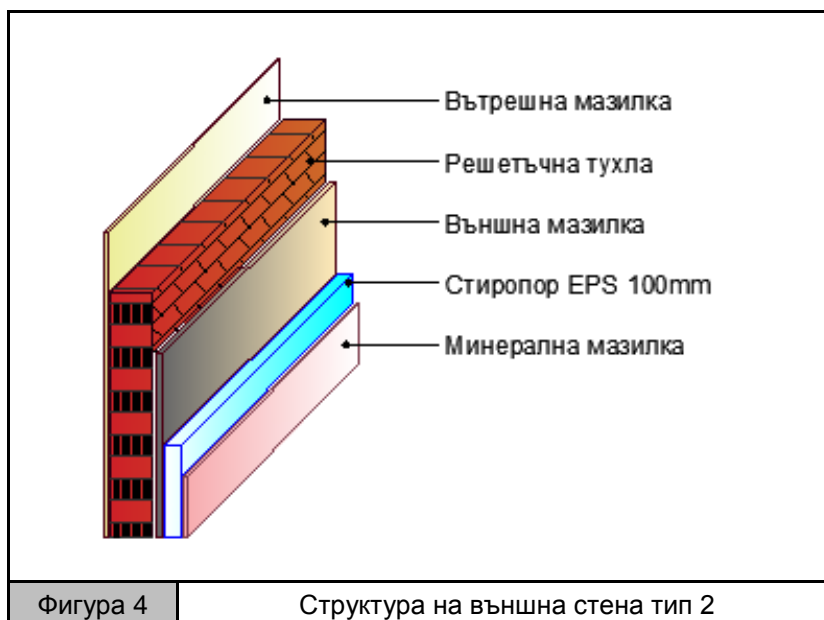


Таблица 4

Тип 2 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/mK	R, m <sup>2</sup> K/W
1	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
2	Решетъчна тухла	0,250	0,520	0,4808
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
4	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571
5	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената, завишен с 10 % на първоначалните слоеве, поради наличието на носещи стоманобетонни колони	$U_w$	W/m <sup>2</sup> K	0,29
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w \text{ реф}}$	W/m <sup>2</sup> K	0,28



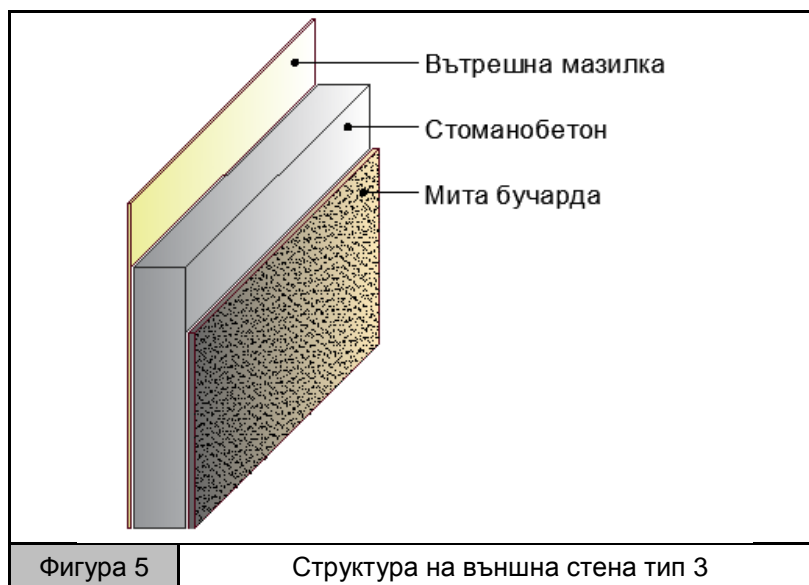


Таблица 5

Тип 3 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/mK	R, m <sup>2</sup> K/W
1	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
2	Стоманобетон	0,250	1,630	0,1534
3	Мита бучарда	0,040	2,470	0,0162
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	<b>U<sub>w</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	2,83
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	<b>U<sub>w реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,28

Строителните и топлофизични характеристики на типовете външни стени, разположени по фасади, са показани в Таблица 6.

Таблица 6

Тип стена	Параметри	Разпределение по фасади				Общо
		СИ	ЮИ	ЮЗ	СЗ	
Тип 1	<b>A, m<sup>2</sup></b>	876,89	372,15	377,71	484,23	<b>2110,98</b>
	<b>U, W/m<sup>2</sup>.K</b>	1,57	1,57	1,57	1,57	<b>1,57</b>
Тип 2	<b>A, m<sup>2</sup></b>	391,50	227,06	711,20	180,30	<b>1510,06</b>
	<b>U, W/m<sup>2</sup>.K</b>	0,29	0,29	0,29	0,29	<b>0,29</b>
Тип 3	<b>A, m<sup>2</sup></b>	43,44	37,59	187,67	63,03	<b>331,73</b>
	<b>U, W/m<sup>2</sup>.K</b>	2,83	2,83	2,83	2,83	<b>2,83</b>
Общо	<b>A, m<sup>2</sup></b>	<b>1311,83</b>	<b>636,80</b>	<b>1276,58</b>	<b>727,56</b>	<b>3952,77</b>
	<b>U, W/m<sup>2</sup>.K</b>	<b>1,23</b>	<b>1,19</b>	<b>1,04</b>	<b>1,36</b>	<b>1,19</b>

### 3.2. Строителни и топлофизични характеристики на врати и прозорци

Дограмата по фасадите на сградата е частично подменена с PVC или алуминиева дограма със стъклопакет, а останалата част е дървена двукатна, дървена плътна или от метални

профили с единично остъкление, която е в незадоволително състояние, поражда голяма инфилтрация и не подлежи на ремонт.



Снимка 11 Дървени слепени прозорци



Снимка 12 PVC прозорец със стъклопакет



Снимка 13 Остъкление с метална рамка



Снимка 14 Входни врати от AL дограма

Обобщени данни за дограмата по фасади са показани в Таблица 7 и Таблица 8.

Таблица 7

№	Тип врати					СИ		ЮИ		ЮЗ		СЗ		Обща площ m <sup>2</sup>
	L m	h m	A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .K	g -	n бр.	A m <sup>2</sup>	n бр.	A m <sup>2</sup>	n бр.	A m <sup>2</sup>	n бр.	A m <sup>2</sup>	
1	0,90	2,00	1,80	2,20	0,22	2	3,60	1	1,80		0,00		0,00	5,40
2	1,00	2,00	2,00	2,20	0,01		0,00		0,00	1	2,00		0,00	2,00
3	2,70	2,10	5,67	2,20	0,01		0,00		0,00		0,00	1	5,67	5,67
4	4,90	2,50	12,25	2,20	0,54		0,00	1	12,25		0,00		0,00	12,25
5	5,67	2,85	16,16	2,20	0,54		0,00	1	16,16		0,00		0,00	16,16
6	0,90	2,00	1,80	3,91	0,01	1	1,80		0,00		0,00		0,00	1,80
7	2,70	2,15	5,81	3,91	0,01		0,00		0,00		0,00	1	5,81	5,81
<b>Общо:</b>							<b>5,40</b>		<b>30,21</b>		<b>2,00</b>		<b>11,48</b>	<b>49,08</b>

Таблица 8

Тип прозорци						СИ		ЮИ		ЮЗ		СЗ		Обща площ m <sup>2</sup>
№	L	h	A	U	g	n	A	n	A	n	A	n	A	
-	m	m	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> .K	-	бр.	m <sup>2</sup>	бр.	m <sup>2</sup>	бр.	m <sup>2</sup>	бр.	m <sup>2</sup>	
1	1,00	2,10	2,10	2,00	0,51		0,00	12	25,20	16	33,60	2	4,20	63,00
2	1,20	1,40	1,68	2,00	0,51	14	23,52	1	1,68		0,00		0,00	25,20
3	1,20	2,12	2,54	2,00	0,51		0,00		0,00		0,00	3	7,63	7,63
4	1,50	1,40	2,10	2,00	0,51		0,00		0,00	15	31,50		0,00	31,50
5	1,96	2,12	4,16	2,00	0,51		0,00		0,00		0,00	1	4,16	4,16
6	2,40	2,10	5,04	2,00	0,51	8	40,32		0,00		0,00		0,00	40,32
7	2,70	1,40	3,78	2,00	0,51	6	22,68	9	34,02		0,00		0,00	56,70
8	2,70	2,10	5,67	2,00	0,51	38	215,46	38	215,46		0,00		0,00	430,92
9	2,72	0,40	1,09	2,00	0,51		0,00		0,00	2	2,18	1	1,09	3,26
10	2,72	1,40	3,81	2,00	0,51		0,00		0,00		0,00	4	15,23	15,23
11	2,72	2,12	5,77	2,00	0,51		0,00		0,00		0,00	22	126,86	126,86
12	2,72	11,50	31,28	2,00	0,51		0,00		0,00	2	62,56		0,00	62,56
13	4,22	1,40	5,91	2,00	0,51		0,00		0,00	1	5,91	1	5,91	11,82
14	6,00	2,10	12,60	2,00	0,51		0,00		0,00	1	12,60		0,00	12,60
15	7,50	1,40	10,50	2,00	0,51		0,00		0,00	1	10,50		0,00	10,50
16	7,50	2,10	15,75	2,00	0,51		0,00		0,00	1	15,75		0,00	15,75
17	8,10	2,10	17,01	2,00	0,51		0,00		0,00	24	408,24		0,00	408,24
18	2,70	2,70	7,29	2,20	0,54		0,00		0,00		0,00	1	7,29	7,29
19	1,00	2,10	2,10	2,63	0,53		0,00		0,00		0,00	30	63,00	63,00
20	1,20	1,40	1,68	2,63	0,53	15	25,20		0,00		0,00		0,00	25,20
21	2,70	1,40	3,78	2,63	0,53	4	15,12		0,00		0,00		0,00	15,12
22	2,70	2,10	5,67	2,63	0,53	2	11,34		0,00		0,00		0,00	11,34
23	2,70	3,60	9,72	3,91	0,01		0,00		0,00		0,00	1	9,72	9,72
24	1,20	1,40	1,68	6,66	0,65	1	1,68		0,00		0,00		0,00	1,68
25	1,50	1,40	2,10	6,66	0,65		0,00		0,00	3	6,30		0,00	6,30
26	3,00	4,00	12,00	6,66	0,65		0,00	9	108,00		0,00	9	108,00	216,00
27	3,00	5,00	15,00	6,66	0,65		0,00	9	135,00		0,00	9	135,00	270,00
<b>Общо:</b>							<b>355,32</b>		<b>519,36</b>		<b>589,13</b>		<b>488,09</b>	<b>1951,90</b>

където:

- L – ширина на прозореца / вратата, [m]
- h – височина на прозореца / вратата, [m]
- A – площ на прозореца / вратата, [m<sup>2</sup>]
- U – коефициент на топлопреминаване през прозореца / вратата, [W/m<sup>2</sup>K]
- g – коефициент на сумарна пропускливост на слънчевата енергия през прозореца / вратата

### 3.3. Строителни и топлофизични характеристики на покривната конструкция

Основният покрив на сградата е плосък, „студен“, с обособено подпокривно пространство. Според светлата височина на подпокривното пространство се обособяват покрив тип 1 – 60cm светла височина над учебните корпуси и покрив тип 2 – 180 cm светла височина, над физкултурния салон. Също така се отделят още 4 типа плосък, топъл покрив, обособен от тераси

разположени над отопляемия сутерен. Част от стените на покрив тип 1 са топлоизолирани с външна топлоизолация от 100 mm EPS, с финално покритие от минерална мазилка.



Снимка 15

Студен плосък покрив – тип 1



Снимка 16

Студен плосък покрив – тип 2



Снимка 17

Подпокривно пространство - тип 1,2



Снимка 18

Плосък топъл покрив – тип 3



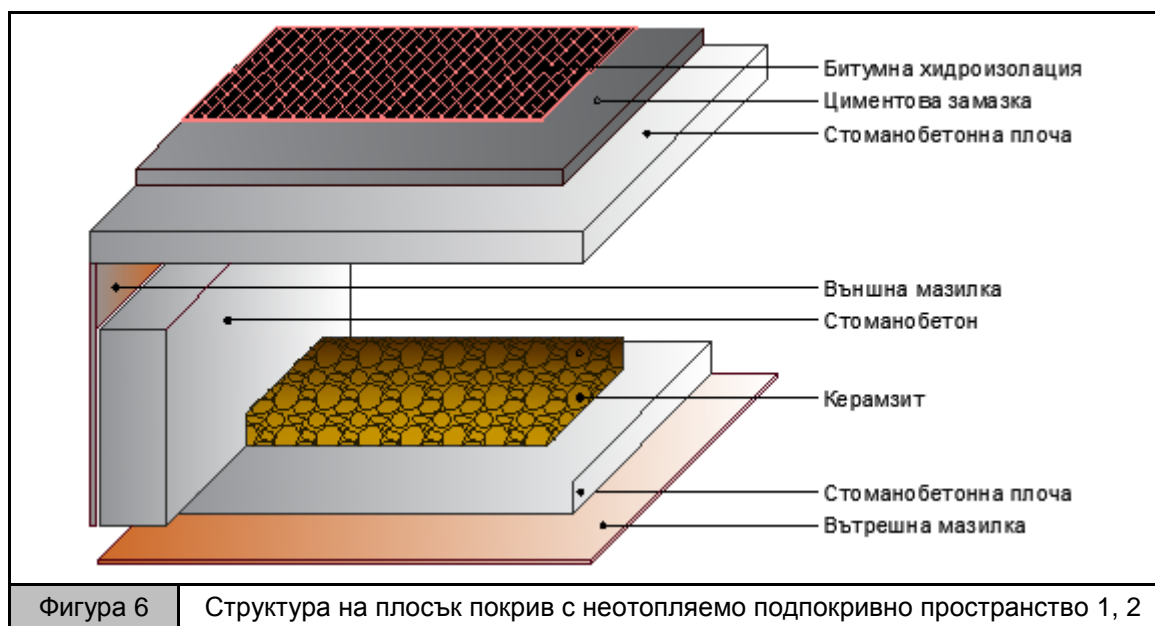
Снимка 19

Плосък топъл покрив – тип 4



Снимка 20

Плосък топъл покрив – тип 5



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

Таблица 9

Тип 1 - Покрив с неотопляемо подпокривно пространство - учебен корпус		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,006	0,170	0,0353
2	Армирана циментова замазка	0,080	1,430	0,0559
3	Стоманобетонна плоча	0,120	1,630	0,0736
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Таванска плоча</b>				
1	Сгурия	0,010	0,290	0,0345
2	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
3	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,1000
<b>Прилежащи стени</b>				
1	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227
2	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Прилежащи стени с топлоизолация</b>				
1	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227
2	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
3	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571
4	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Изходни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на таванската плоча	<b>A<sub>тп</sub></b>	m <sup>2</sup>	1690,69
2	Периметър на таванската плоча	<b>P<sub>тп</sub></b>	m	354,24
3	Височина на прилежащи стени	<b>h<sub>w</sub></b>	m	0,60
4	Периметър на прилежащи стени	<b>P<sub>w</sub></b>	m	354,24

5	Площ на прилежащи стени без топлоизолация	$A_{w1}$	m <sup>2</sup>	73,36
6	Площ на прилежащи стени с топлоизолация	$A_{w2}$	m <sup>2</sup>	139,19
7	Площ на покривната плоча	$A_{пп}$	m <sup>2</sup>	1690,69
8	Обем на въздуха под покрива	$V$	m <sup>3</sup>	1014,41
9	Височина на въздушния слой	$\delta_{вс}$	m	0,60
10	Височина до билото	$H$	m	0,60
11	Средна обемна температура на сградата	$\theta_i$	°C	10,60
12	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	$\theta_e$	°C	1,00
13	Температура на въздуха в подпокривното пространство	$\theta_u$	°C	5,63
14	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$\theta_{se1} - \theta_{si2}$	°C	3,44
15	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	$\lambda$	W/mK	0,0252
16	Кинематичен вискозитет на въздуха	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	0,00001311
17	Критерий на Прандтл	$Pr$	-	0,6622
18	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	$n$	h <sup>-1</sup>	0,30
<b>Изчислителни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U_1$	W/m <sup>2</sup> K	2,69
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U_2$	W/m <sup>2</sup> K	2,67
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	$U_{w1}$	W/m <sup>2</sup> K	3,17
4	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи с топлоизолация	$U_{w2}$	W/m <sup>2</sup> K	0,31
5	Корекционен коефициент	$\epsilon_k$	-	40,06
6	Критерий на Грасхоф	$Gr$	-	151 907 884
7	Коефициент на обемно разширение	$\beta$	K <sup>-1</sup>	0,0035871
8	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой в неотопляваното пространство	$\lambda_{екв}$	W/mK	1,011
9	Грасхоф - Прандтл	$GrPr$	-	100 599 874
10	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	$R_{se1} = R_{si2}$	m <sup>2</sup> K/W	0,2968
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U'_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,76
12	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U'_2$	W/m <sup>2</sup> K	1,99
13	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	$U_r$	W/m <sup>2</sup> K	0,98
14	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	$U_{r реф}$	W/m <sup>2</sup> K	0,24

Тип 2 - Покрив с неотопляемо подпокривно пространство - ф.салон		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	$R$ , m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,006	0,170	0,0353
2	Армирана циментова замазка	0,080	1,430	0,0559
3	Стоманобетонна плоча	0,120	1,630	0,0736
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,0400
Таванска плоча				

1	Сгурия	0,010	0,290	0,0345
2	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
3	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,1000
<b>Прилежащи стени</b>				
1	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227
2	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Изходни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на таванската плоча	$A_{тп}$	m <sup>2</sup>	631,85
2	Периметър на таванската плоча	$P_{тп}$	m	102,84
3	Височина на прилежащи стени	$h_w$	m	1,80
4	Периметър на прилежащи стени	$P_w$	m	102,84
5	Площ на прилежащи стени	$A_w$	m <sup>2</sup>	185,11
6	Площ на покривната плоча	$A_{пп}$	m <sup>2</sup>	631,85
7	Обем на въздуха под покрива	$V$	m <sup>3</sup>	1137,33
8	Височина на въздушния слой	$\delta_{вс}$	m	1,80
9	Височина до билото	$H$	m	1,80
10	Средна обемна температура на сградата	$\theta_i$	°C	10,60
11	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	$\theta_e$	°C	1,00
12	Температура на въздуха в подпокривното пространство	$\theta_u$	°C	5,00
13	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$\theta_{se1} - \theta_{si2}$	°C	3,32
14	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	$\lambda$	W/mK	0,0252
15	Кинематичен вискозитет на въздуха	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	0,00001306
16	Критерий на Прандтл	$Pr$	-	0,6624
17	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	$n$	h <sup>-1</sup>	0,30
<b>Изчислителни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U_1$	W/m <sup>2</sup> K	2,69
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U_2$	W/m <sup>2</sup> K	2,67
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	$U_w$	W/m <sup>2</sup> K	3,17
4	Корекционен коефициент	$\epsilon_k$	-	90,78
5	Критерий на Грасхоф	$Gr$	-	4 004 662 181
6	Коефициент на обемно разширение	$\beta$	K <sup>-1</sup>	0,0035952
7	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой в неотопляваното пространство	$\lambda_{екв}$	W/mK	2,285
8	Грасхоф - Прандтл	$GrPr$	-	2 652 826 348
9	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	$R_{se1} = R_{si2}$	m <sup>2</sup> K/W	0,3938
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U'_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,50
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U'_2$	W/m <sup>2</sup> K	1,67

12	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	$U_r$	W/m <sup>2</sup> K	0,98
13	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	$U_{r\text{ реф}}$	W/m <sup>2</sup> K	0,23

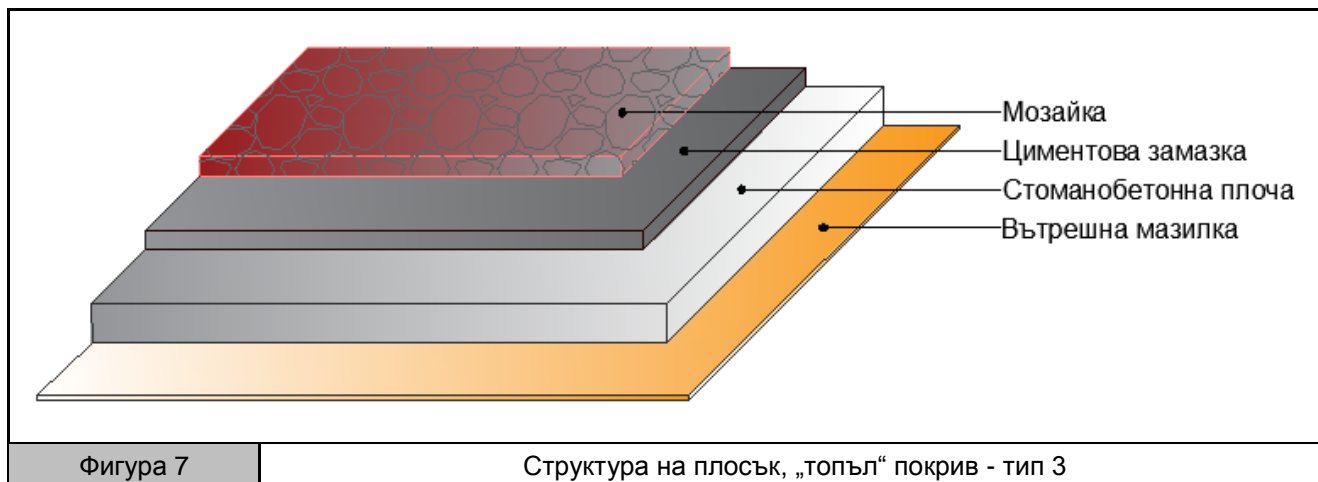


Таблица 10

Тип 3 - Плосък, топъл покрив над кухня		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W	
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081	
2	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430	
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227	
4	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
				<b>Rsi</b>	0,1000
				<b>Rse</b>	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	$U$	W/m <sup>2</sup> K	3,05	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	$U_{\text{реф}}$	W/m <sup>2</sup> K	0,25	

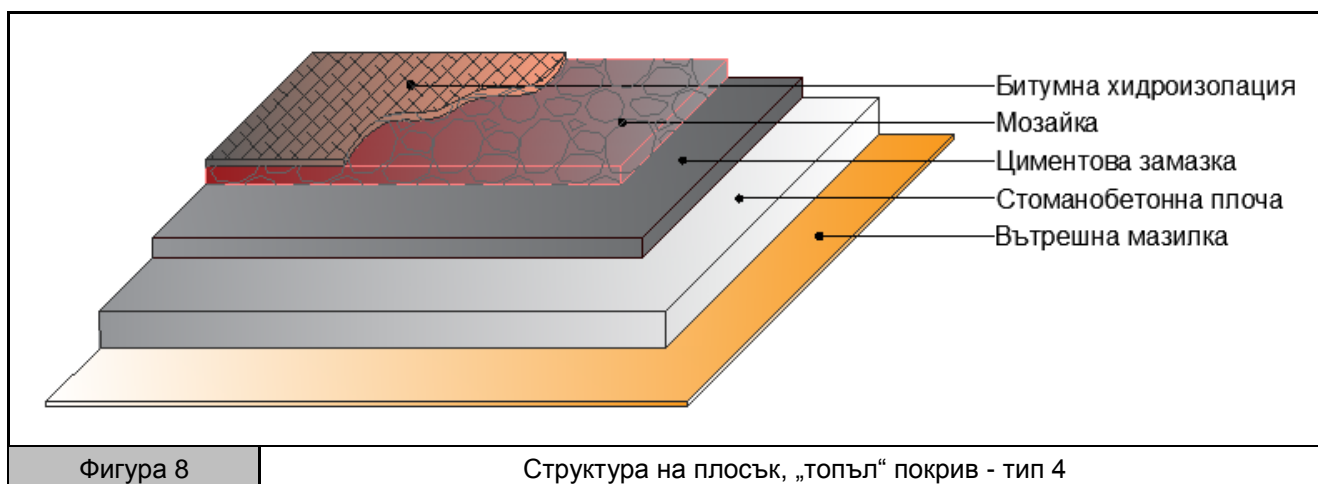


Таблица 11



Тип 4 - Плосък, топъл покрив над кухня		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,004	0,170	0,0235
2	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
3	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430
4	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
5	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	2,84
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

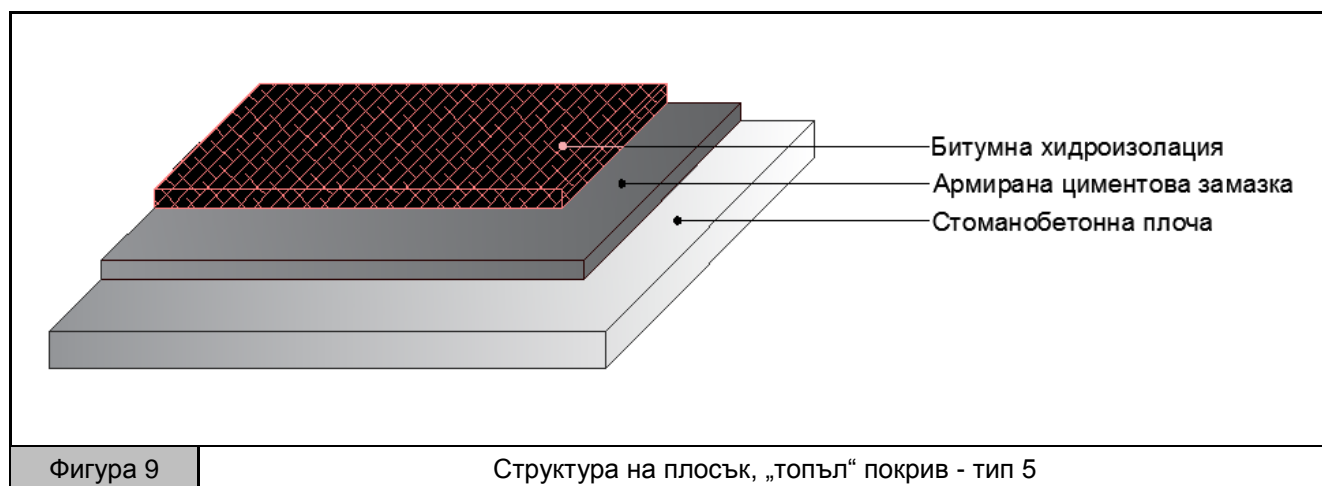


Таблица 12

Тип 5 - Плосък, топъл покрив - отопляем сутерен		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,004	0,170	0,0235
2	Армирана циментова замазка	0,050	1,430	0,0350
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	3,11
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

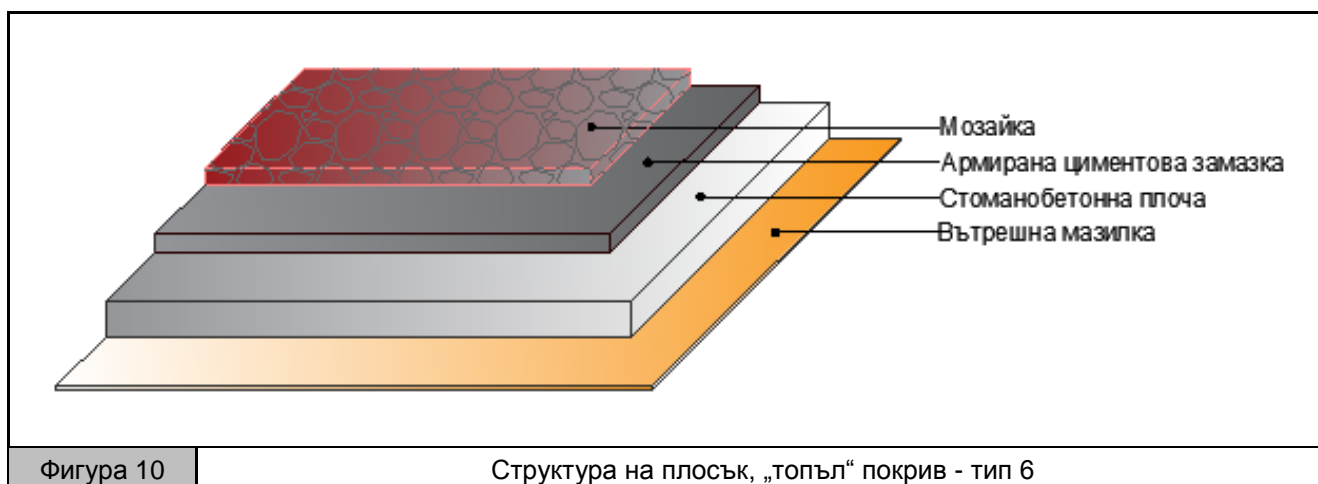


Таблица 13

Тип 6 - Плосък, топъл покрив - отопляем сутерен		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W	
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081	
2	Армирана циментова замазка	0,050	1,430	0,0350	
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227	
4	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
				<b>Rsi</b>	0,1000
				<b>Rse</b>	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	3,12	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25	

Строителните и топлофизични характеристики на типовете покривни конструкции са обобщени в следната таблица:

Таблица 14

№	Характеристики по типове покрив	$\delta_{вс}$	Pr	Gr	$\lambda_{екв}$	U	A
		m	-	-	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>
1	Покрив с неотопляемо подпокривно пространство - Тип 1	0,60	0,6622	151 907 884	1,011	0,98	1 690,69
2	Покрив с неотопляемо подпокривно пространство - Тип 2	1,80	0,6624	4 004 662 181	2,285	0,98	631,85
3	Плосък, топъл покрив на кухня - Тип 3	-	-	-	-	3,05	117,66
4	Плосък, топъл покрив столова - Тип 4	-	-	-	-	2,84	136,49
5	Плосък, топъл покрив - Тип 5	-	-	-	-	3,11	66,96
6	Плосък, топъл покрив - Тип 6	-	-	-	-	3,12	39,13

### 3.4. Строителни и топлофизични характеристики на подовите конструкции

В сградата се идентифицират четири типа подови конструкции. Част от сутерена на сградата е неотопляем със сервизни помещения, складове, машинно. В югоизточната част на сутерена е разположена кухня със столова и прилежащи отопляеми помещения. Дъното на

неработещия басейн на сградата обособява под върху земя. Подът на част от помещенията на първият етаж на сградата, граничи с външен въздух - еркер.



Снимка 21

Неотопляем сутерен



Снимка 22

Отопляем сутерен



Снимка 23

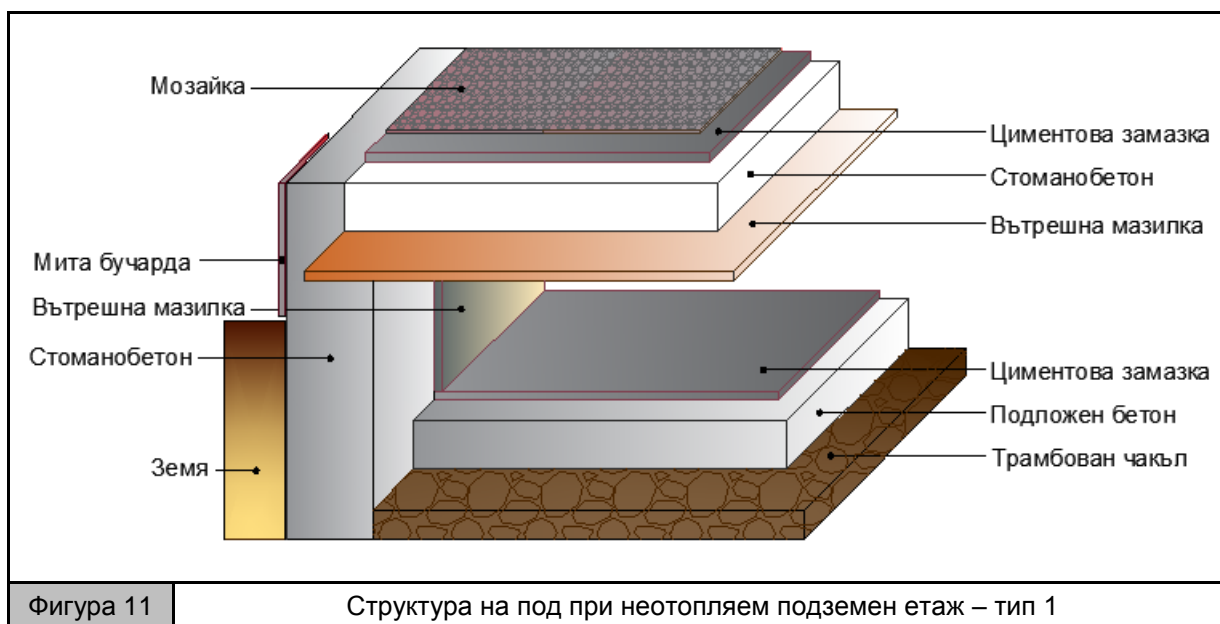
Под върху земя



Снимка 24

Еркер

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



Фигура 11

Структура на под при неотопляем подземен етаж – тип 1

Таблица 15

Тип 1 - Под при неотопляем подземен етаж		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	$R$ , m <sup>2</sup> K / W
<b>Под на неотопляем приземен етаж</b>				
1	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430
2	Подложен бетон	0,150	1,450	0,1034
3	Трамбован чакъл	0,350	1,100	0,3182
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Под над неотопляем подземен етаж</b>				
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
2	Циментова замазка	0,030	0,930	0,0323
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
4	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,1700
<b>Стена в контакт със земята под нивото на терена</b>				
1	Стоманобетонна	0,300	1,630	0,1840
2	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Стена в контакт с външния въздух над нивото на терена</b>				
1	Мита бучарда	0,040	2,470	0,0162
2	Стоманобетон	0,250	1,630	0,1534
3	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Исходни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на подовата плоча върху земя	$A_g$	m <sup>2</sup>	595,06
2	Периметър на подовата плоча върху земя	$P$	m	115,12
3	Площ на подовата плоча над неотопляем подземен етаж	$A_f$	m <sup>2</sup>	595,06
4	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	$w$	m	0,30
5	Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	$z$	m	2,00

6	Височина на стените над нивото на терена (стените, които са в контакт с външния въздух)	<b>h</b>	m	2,00
7	Площ на стените в контакт със земята	<b>A<sub>bw</sub></b>	m <sup>2</sup>	230,24
8	Площ на стените в контакт с въздуха	<b>A<sub>w</sub></b>	m <sup>2</sup>	230,24
9	Площ на дограмата в контакт с въздуха	<b>A<sub>win</sub></b>	m <sup>2</sup>	32,71
10	Кратност на въздухообмен в подземен етаж	<b>n</b>	h <sup>-1</sup>	0,30
11	Нетен обем на въздуха в подземния етаж	<b>V</b>	m <sup>3</sup>	2380,24
<b>Изчислителни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Пространствена характеристика на пода	<b>B'</b>	m	10,34
2	Приведена дебелина на пода	<b>d<sub>t</sub></b>	m	1,65
3	Приведена дебелина на стените на подземния етаж	<b>d<sub>bw</sub></b>	m	0,74
4	Коефициент на топлопреминаване на подовата плоча	<b>U<sub>0</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,36
5	Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	<b>U<sub>bf</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,29
6	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт със земята	<b>U<sub>bw</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,95
7	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт с въздуха	<b>U<sub>w</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	2,83
8	Коефициент на топлопреминаване през дограмата на подземен етаж в контакт с въздуха	<b>U<sub>win</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	6,66
9	Коефициент на топлопреминаване през пода на отопляемото помещение	<b>U<sub>f</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	1,93
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през пода	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	1,09
11	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,41

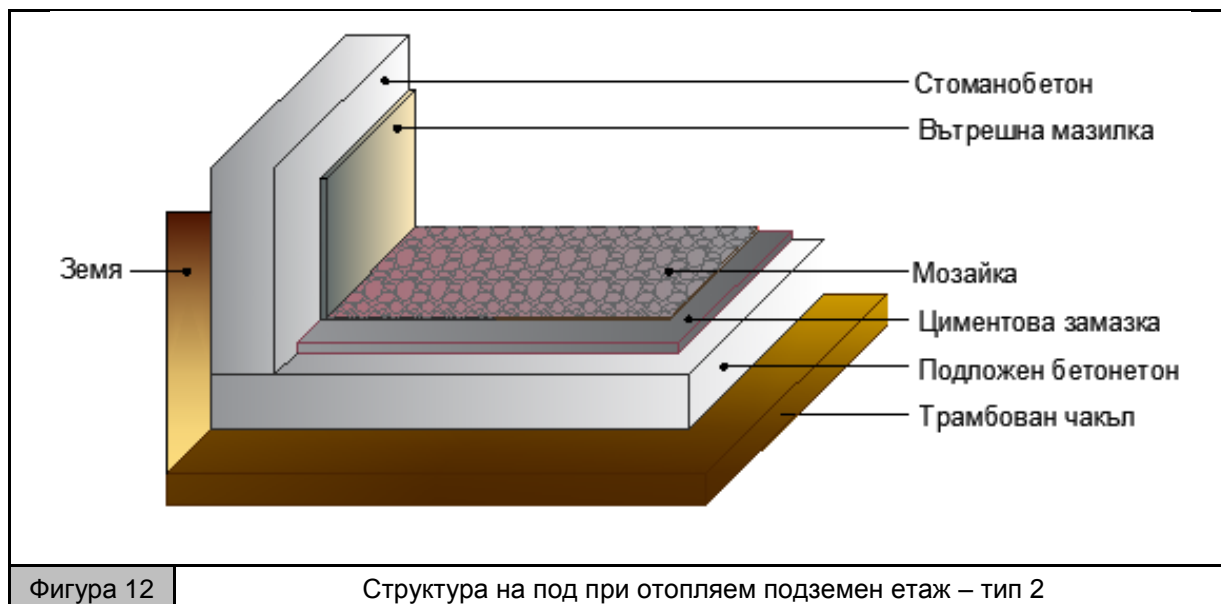


Таблица 16

Тип 2 - Под при отопляем подземен етаж		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	<b>δ</b> , m	<b>λ</b> , W/mK	<b>R</b> , m <sup>2</sup> K/W
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081

2	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430	
3	Подложен бетон	0,150	1,450	0,1034	
4	Трамбован чакъл	0,350	1,100	0,3182	
				Rsi	0,1700
				Rse	0,0400
Стена в контакт със земята под нивото на терена					
1	Стоманобетонна	0,300	1,630	0,1840	
2	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Стена в контакт с външния въздух над нивото на терена - стена тип 3					
1	Мита бучарда	0,040	2,470	0,0162	
2	Стоманобетон	0,250	1,630	0,1534	
3	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
				Rsi	0,1300
				Rse	0,0400
Исходни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Площ на подовата плоча върху земя	$A_g$	m <sup>2</sup>	1614,48	
2	Периметър на подовата плоча върху земя	$P$	m	249,36	
3	Площ на подовата плоча над отопляем подземен етаж	$A_f$	m <sup>2</sup>	1614,48	
4	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	$w$	m	0,30	
5	Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	$z$	m	2,00	
6	Площ на стените в контакт със земята	$A_{bw}$	m <sup>2</sup>	498,72	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Пространствена характеристика на пода	$B'$	m	12,95	
2	Приведена дебелина на пода	$d_t$	m	1,67	
3	Приведена дебелина на стените на подземния етаж	$d_{bw}$	m	0,74	
4	Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	$U_{bf}$	W/m <sup>2</sup> K	0,26	
5	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт със земята	$U_{bw}$	W/m <sup>2</sup> K	0,95	
6	Коефициент на топлопреминаване през пода и стените под земя на отопляем подземен етаж	$U$	W/m <sup>2</sup> K	0,55	
7	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	$U_{реф}$	W/m <sup>2</sup> K	0,64	

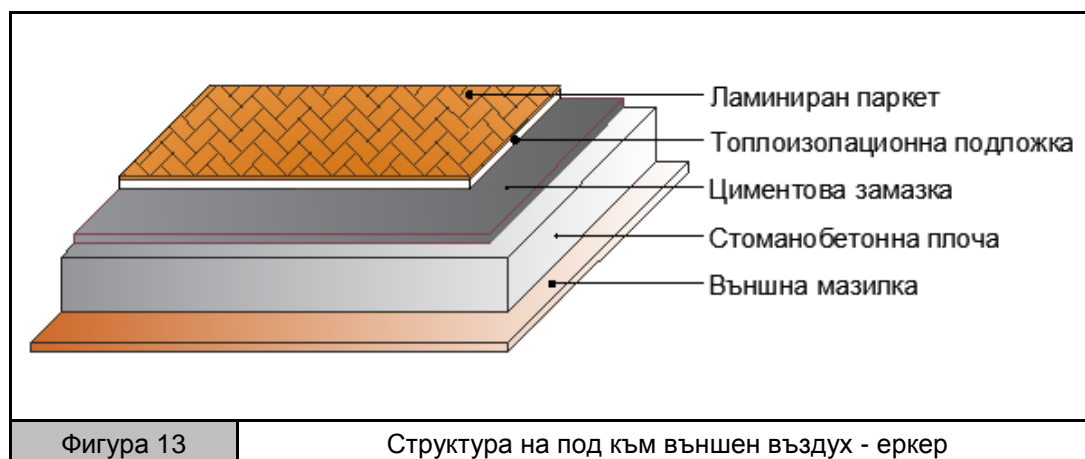


Таблица 17

Тип 3 - Под, граничещ с външен въздух (еркер)		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W	
1	Ламиниран паркет	0,007	0,210	0,0333	
2	Топлоизолационна подложка	0,003	0,035	0,0857	
3	Циментова замазка	0,030	0,930	0,0323	
4	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227	
5	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
				<b>Rsi</b>	0,1700
				<b>Rse</b>	0,0400
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през пода	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	1,97	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25	

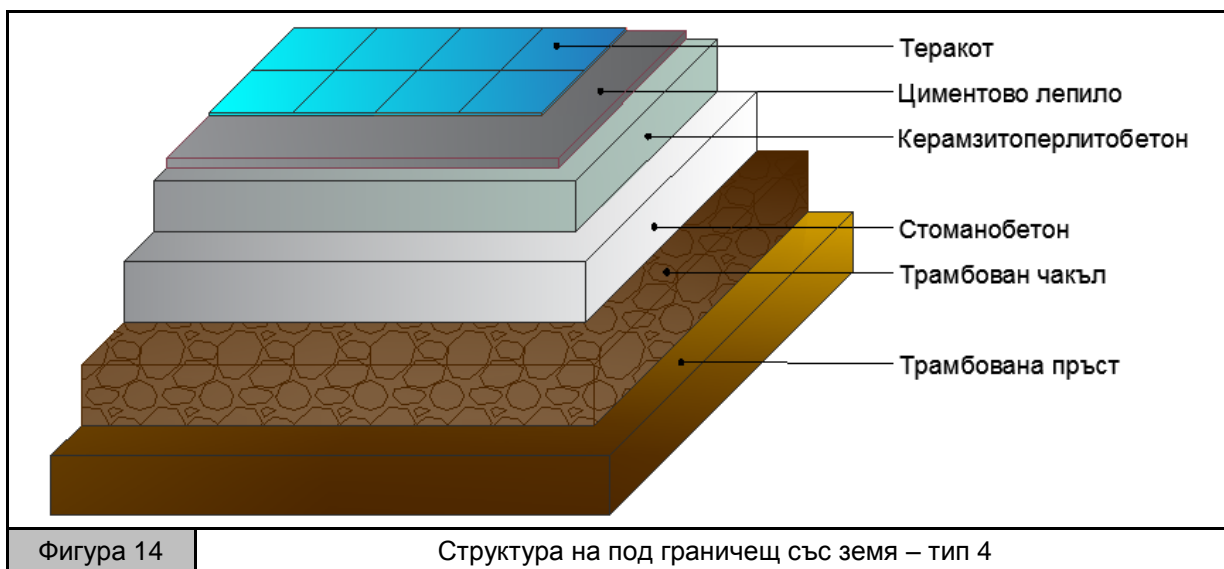


Таблица 18

Тип 4 - Под върху земя		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/mK	R, m <sup>2</sup> K/W	
1	Теракот	0,010	0,980	0,0102	
2	Циментово лепило	0,005	0,930	0,0054	
3	Керамзитоперлитобетон	0,100	0,380	0,2632	
4	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227	
5	Трамбован чакъл	0,200	1,160	0,1724	
6	Трамбована пръст	0,200	2,000	0,1000	
				<b>Rsi</b>	0,1700
				<b>Rse</b>	0,0400
Изходни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Площ на подовата плоча върху земя	<b>A<sub>g</sub></b>	m <sup>2</sup>	356,32	
2	Периметър на подовата плоча върху земя	<b>P</b>	m	79,60	
3	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	<b>w</b>	m	0,40	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	

1	Пространствена характеристика на пода	<b>B'</b>	m	8,95
2	Приведена дебелина на пода	<b>d<sub>t</sub></b>	m	2,17
3	Коефициент на топлопреминаване през пода	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,35
4	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сега действащите норми	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,40

Строителните и топлофизични характеристики на типовете подови конструкции са обобщени в следната таблица:

Таблица 19

№	Характеристики по типове под	<b>U</b>	<b>A</b>
		W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>
1	Под при неотопляем подземен етаж - тип 1	1,09	595,06
2	Под на отопляем сутерен - тип 2	0,55	1614,48
3	Под, граничещ с външен въздух (еркер) - тип 3	1,97	121,00
4	Под върху земя	0,35	356,32

#### 4. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ

Топлозахранването на сградата е от съществуващо котелно помещение, разположено в североизточния край на сградата на ниво сутерен. В котелното помещение са налични три котела, производство на котлостроителен завод „Г. Кирков“ – София, като използваното гориво е промишлен газьол. Два от котлите - ПЛАМ 1000 и ПЛАМ 650 се използват за отопление на сградата. Котлите са произведени за топлоносител пара с ниско налягане ( $p < 0,5$  MPa), като са били преработени да работят с топлоносител вода. Третият котел е предназначен за подгръване на вода за плувния басейн но от няколко години не се използва и поддържа.

Водогрейните котли са окомплектовани с нафтови горелки съответно тип „Метеор Г 80“ и „Метеор Г 120“ на фирма „Спартак – Бургас“ с максимална отоплителна мощност съответно 920 kW и 1 395 kW. Отвеждането на димните газове за всеки от котлите става чрез индивидуален стоманен фукс, неизолиран, заустен в специален за целта зидан комин на сградата, разполагащ с метални люкове за ревизия и почистване. Към котлите е монтирана спирателна, регулираща и предпазна арматура, имат стикер от техническа проверка за 2018г. Обезопасяването на инсталацията се осъществява чрез отворен разширителен съд, монтиран в специално закрито помещение разположено на покрива на сградата над котелното помещение. В котелното помещение са монтирани водоразпределител и водосъбирател, от които се разпределя топлоносител към отоплителните тела на сградата.

Циркулацията на топлоносителя се осигурява посредством две успоредно свързани, работна и резервна циркулационни помпи GRUNDFOS, модел UPS 80-120F и TP 80-120/2. Понастоящем се използва само втората, тъй като първата е повредена.



Като цяло котелната инсталация е амортизирана и неефективна. Котлите, горелките, арматурата и ел. таблото на котелното помещение са с видими следи от износване и претърпени ремонти през годините експлоатация.

Топлинното стопанство към котелното помещение се състои от външен, вкопан, стоманен резервоар, свързан с подземна връзка към резервоар „дневна дажба“ с капацитет 3 m<sup>3</sup>. Помпата за нафтовото гориво също е амортизирана.



Снимка 25

Котел с нафтова горелка



Снимка 26

Димоходи заустени в зидан комин



Снимка 27

Помпена група



Снимка 28

Отворен разширителен съд



Снимка 29

Резервоар дневна дажба



Снимка 30

Ел. табло – котелно помещение

#### 4.1. Отоплителна инсталация

В сградата е изградена отоплителна инсталация с топлоносител вода с параметри 80/60°C. Основните щрангове в котелното помещение са топлоизолирани със стара топлоизолация от стъклена вата и азбесто-циментова замазка, която на доста места е нарушена и в отделни участъци е премахната за целите на текущ ремонт и не е възстановена в последствие. Тръбната мрежа е от стоманени тръби с долно разпределение и вертикални щрангове, преминаващи открито през плочите, без изолация. Захранващите тръби към отоплителните тела са изпълнени от стоманени тръби.

Отоплителните тела са стари, панелни и чугунени глидерни радиатори. В кухнята и столовата на сградата радиаторите са панелни. Старите панелни радиатори са в много лошо състояние, с нанесени няколко пласта боя, което влошава топлоотдаването им. На много от тях се виждат язви от корозия. Вентилите са обикновен тип, не се използват за регулиране.

В някои помещенията се включват допълнително уреди на електрически ток за отопление - конвекторни печки и климатици – сплит система (термопомпен апарат въздух-въздух – ТПА-ВВ).



Снимка 31

Водосъбирател и разпределител



Снимка 32

Панелен радиатор



Снимка 33

Чугунен радиатор



Снимка 34

ТПА-ВВ – сплит система (климатик)

#### 4.2. Битово горещо водоснабдяване

Битово горещата вода се доставя от локално монтирани електрически бойлери. Налични са 7 броя в учебния корпус и 2 броя в кухнята, с вместимост от 80 литра и електрическа мощност от 2 kW. Също така, в кухнята е монтиран комбиниран бойлер с вместимост 200 литра и електрическа мощност от 3 kW, понастоящем работещ само на електрически ток.



Снимка 35

Електрически бойлер



Снимка 36

Комбиниран бойлер

Нормативните изисквания за разход на гореща вода с температура 55 °С 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 човек и по норма за условно блюдо – за кухнята.

Таблица 20

Разход на смесена вода за битови нужди в гимназията				
Изходни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Отопляема площ	$A_{от}$	m <sup>2</sup>	9 019
2	Работни дни на БГВ за година	$D$	бр.	196
3	Брой ученици	$N$	бр.	1 016
4	Количество вода (t=55°C) за обитател на този тип сграда	$V$	l	3
5	Корекция по температура	$K$	-	1,58
6	Температура на смесена вода	$t_{см.в.}$	°C	37,50
7	Температура на студена вода	$t_{ст.в.}$	°C	7,50
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Специфичен годишен разход на смесена вода	$v$	l/m <sup>2</sup> y	104,88

Таблица 21

Разход на смесена вода за битови нужди в детската кухня				
Изходни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Отопляема площ	$A_{от}$	m <sup>2</sup>	9 019
2	Работни дни на БГВ за година	$D$	бр.	196
3	Брой порции	$N$	бр.	525
4	Количество вода (t=55°C) на условно блюдо	$V$	l	12,7
5	Корекция по температура	$K$	-	1,58
6	Температура на смесена вода	$t_{см.в.}$	°C	37,50
7	Температура на студена вода	$t_{ст.в.}$	°C	7,50
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
2	Специфичен годишен разход на смесена вода	$v$	l/m <sup>2</sup> y	229,42

#### 4.3. Вентилация

В сградата няма изградена обща вентилационна инсталация, с изключение на обезмъглителната инсталация на басейна и старата вентилация на кухнята, които са амортизирана и не функционират. Вентилацията в санитарните помещения е естествена – чрез отваряеми прозорци.

## 5. ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ

Електроснабдяването е осигурено от разпределителна касета, разположена в южния край на сградата на югозападната фасада. От разпределителната касета е захранено главното разпределително табло, монтирано в сутерена на сградата. От ГРТ електрозахранването се разпределя към етажни табла, разположени във всеки коридор и към специализирани табла за котелно, кухня, физкултурен салон и др. Меренето на електроенергията се осъществява от индивидуални електромери за учебната сграда и кухнята, монтирани в ГРТ. Осветителната и силова инсталация са положени в тръбни разводки в стените и мазилките, като електрозахранващите линии са изпълнени с кабели, със сечения, съобразно товарите на консуматорите и пада на напрежение до тях. Има изградена слаботокова инсталация, с кабели минаващи по стените, открито или скрито в кабелни канали.



Снимка 37

Разпределителна касета



Снимка 38

ГРТ



Снимка 39

Етажно ел. табло



Снимка 40

Ел. табло към физк. салон

### 5.1. Електропотребление за осветление

Осветителната инсталация на сградата е изпълнена с проводници, скрити под мазилката. Използваните осветителните тела са предимно тела с луминесцентни лампи (ЛЛ), а също така и плафониери и аплици с крушки с нажежаема жичка, компактни луминесцентни лампи (КЛЛ) и халогенни лампи за салона. На места липсват разсейвателите на осветителните тела.



Снимка 41

Осветително тяло с ЛЛ



Снимка 42

Осветително тяло с ЛНЖ



При направения оглед на сградата са констатирани инсталираните осветителни тела. Техните технически и експлоатационни параметри, както и изчислителните им енергийни характеристики са показани в следната таблица:

Таблица 22

Осветление		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на осветителните тела	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	ЛНЖ	60	248	14,88	0,80	11,90	3,00	196	7 000
2	ЛЛ	18	76	1,37	0,80	1,09	3,00	196	644
3	ЛЛ	36	1328	47,81	0,80	38,25	3,00	196	22 489
4	Халогенни лампи	150	36	5,40	1,00	5,40	2,00	196	2 117
5	КЛЛ	20	20	0,40	0,80	0,32	3,00	196	188
Общо:		<b>284</b>		<b>69,86</b>		<b>56,96</b>			<b>32 437</b>
Изчислителни енергийни характеристики									
Отопляема площ		W <sub>инст.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост	P <sub>едновр.</sub>				
m <sup>2</sup>		kW	kW	ч/седм	W/m <sup>2</sup>				
9 019		69,86	56,96	35,00	2,62				

## 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 – това са офис оборудване, кухненско оборудване и др.



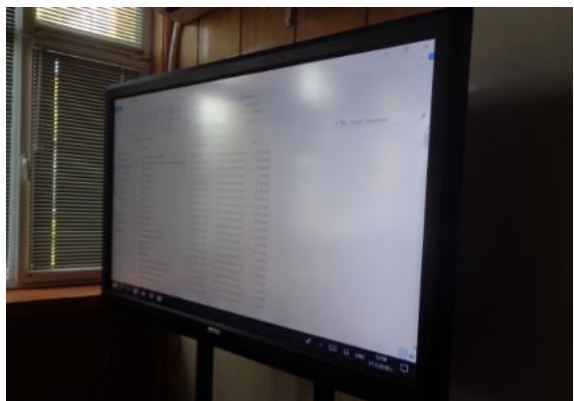
Снимка 45

Компютърна зала



Снимка 46

Копирна машина



Снимка 47

Интерактивен дисплей



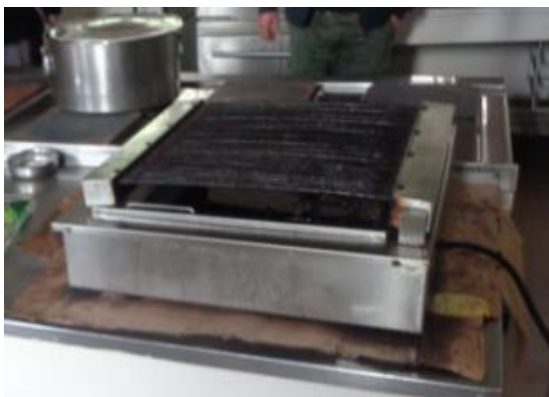
Снимка 48

Мултифункционално устройство



Снимка 49

Професионални фурни и котлони



Снимка 50

Грил



Снимка 51

Хладилен шкаф



Снимка 52

Фризери

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 следната таблица:

Таблица 23

Уреди влияещи на топлинния баланс		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на уреди, влияещи на топлинния баланс	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Копирна машина	1 000	2	2,00	0,50	1,00	0,50	196	98
2	Телевизор	160	1	0,16	1,00	0,16	1,00	196	31
3	Монитор	50	73	3,65	0,80	2,92	4,00	196	2 289
4	Компютър	180	73	13,14	0,80	10,51	4,00	196	8 241
5	Лаптоп	120	30	3,60	0,60	2,16	5,00	196	2 117
6	Принтер	100	18	1,80	0,20	0,36	0,50	196	35
7	Мултифункц. Устройство	150	1	0,15	1,00	0,15	0,50	196	15
8	Праховсмукачка	1 600	3	4,80	0,30	1,44	1,00	196	282
9	Интерактивен дисплей	200	2	0,40	1,00	0,40	3,00	196	235
10	Хладилен шкаф	960	1	0,96	1,00	0,96	8,00	196	1 505
11	Фризер-ракла	800	3	2,40	0,30	0,72	7,00	196	988
12	Професионален котлон	5250	12	63,00	0,30	18,90	5,00	196	18 522
13	Професионална фурна	5 500	7	38,50	0,30	11,55	3,00	196	6 791
14	Грил	2000	1	2,00	1,00	2,00	1,00	196	392
15	Картофобелачка	550	1	0,55	1,00	0,50	0,50	196	49
16	Планетарен миксер	2 200	1	2,20	1,00	2,20	0,50	196	216
Общо:		<b>20 820</b>		<b>139,31</b>		<b>55,93</b>			<b>41 807</b>
Изчислителни енергийни характеристики									
Отопляема площ		W <sub>инст.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост	P <sub>едновр.</sub>				
m <sup>2</sup>		kW	kW	ч/седм	W/m <sup>2</sup>				
9 019		139,31	55,93	40,00	2,96				



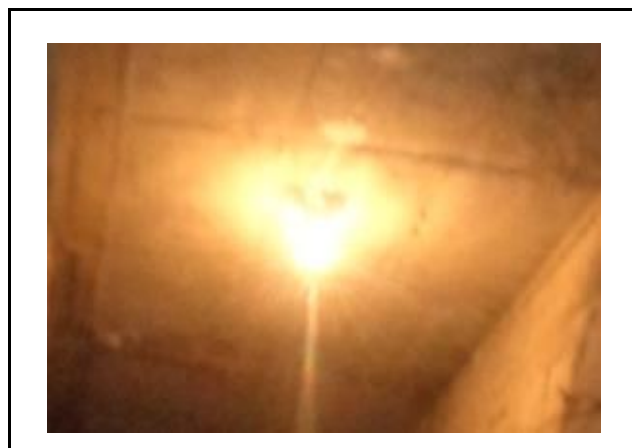
### 5.3. Уреди, невлияещи на топлинния баланс

Невлияещите уреди на топлинния баланс са външното осветление, осветителните тела в неотопляемия сутерен, климатици в режим охлаждане, аспирацията на кухнята тъй като са извън отопляемия обем на сградата и др.



Снимка 53

Аспирация кухня



Снимка 54

ЛНЖ в сутерен



Снимка 55

Осев вентилатор - кухня



Снимка 56

Външно осветление

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

Таблица 24

Уреди невлияещи на топлинния баланс		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на уреди, влияещи на топлинния баланс	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	ЛНЖ в неотопляем сутерен	60	26	1,56	0,20	0,31	1,00	196	61
2	Фасадно осветление ЛНЖ	75	8	0,60	1,00	0,60	4,00	196	470
3	ТПА-ВВ (режим охлаждане)	5 200	1	5,20	1,00	5,20	1,00	45	234
4	ТПА-ВВ (режим охлаждане)	2 650	8	21,20	0,70	14,84	1,00	45	668
5	ТПА-ВВ (режим охлаждане)	1 900	7	13,30	0,70	9,31	1,00	45	419

6	Осев прозоречен в-р кухня	40	1	0,04	1,00	0,04	5,00	196	39
7	Аспирация кухня	1 500	1	1,50	1,00	1,50	7,00	196	2 058
8	Осев в-р ф. салон	140	2	0,28	0,50	0,14	0,50	196	14
9	Нафтова помпа	1 500	1	1,50	1,00	1,50	0,50	175	131
10	Нафтова горелка 1	1 500	1	1,50	1,00	1,50	8,00	175	2 100
11	Нафтова горелка 2	3 000	1	3,00	1,00	3,00	8,00	175	4 200
Общо:		<b>17 565</b>		<b>49,68</b>		<b>37,94</b>			<b>10 394</b>
Изчислителни енергийни характеристики									
Отопляема площ		<b>W</b> инст.		<b>P</b> раб.		<b>Използваемост</b>		<b>P</b> едновр.	
m <sup>2</sup>		kW		kW		ч/седм		W/m <sup>2</sup>	
9 019		49,68		37,94		40,00		0,74	

#### 5.4. Електропотребление за отопление

При направения оглед на сградата са констатирани локални електроуреди, използвани за отопление. Техните технически и експлоатационни параметри са показани в Таблица 25.

Таблица 25

Отопление		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на отоплителните уреди	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Ел. печка за отопление	2 000	2	4,00	0,50	2,00	2,00	175	700
2	ТПА-ВВ (режим отопление)	5 200	1	5,20	1,00	5,20	3,00	175	2 730
3	ТПА-ВВ (режим отопление)	2 650	8	21,20	0,70	14,84	3,00	175	7 791
4	ТПА-ВВ (режим отопление)	1 900	7	13,30	0,70	9,31	3,00	175	4 888
Общо:		<b>11 750</b>		<b>43,70</b>		<b>31,35</b>			<b>16 109</b>

#### 5.5. Електропотребление за вентилатори и помпи

За циркулация на топлоносителя в отоплителната система на сградата, в котелното помещение са монтирани два броя (работна и резервна) циркулационни помпи.

Таблица 26

Вентилатори и помпи		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на отоплителните уреди	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW			kWh
1	Циркулационна помпа	1 500	2	3,00	0,5	1,50	9,00	175	<b>2 363</b>

#### 5.6. Електропотребление за БГВ

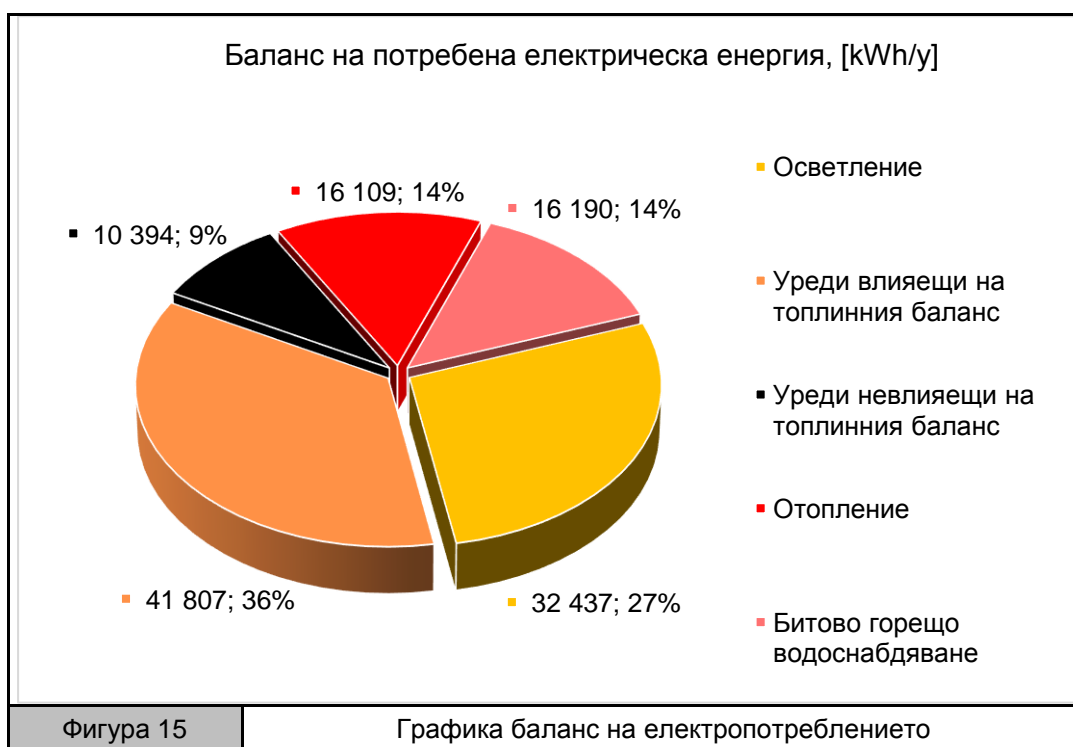
При направения оглед на сградата са констатирани уредите, използвани за битово горещо водоснабдяване. Техните технически и експлоатационни параметри са показани в следващата таблица.

Таблица 27

Битово горещо водоснабдяване		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на уреди за БГВ	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	Електрически бойлер 2 kW	2 000	7	14,00	0,10	1,40	24,00	196	6 586
2	Електрически бойлер 2 kW	2 000	2	4,00	1,00	4,00	7,00	196	5 488
3	Електрически бойлер 3 kW	3 000	1	3,00	1,00	3,00	7,00	196	4 116
Общо:		<b>7 000</b>		<b>21,00</b>		<b>8,40</b>			<b>16 190</b>

### 5.7. Баланс на електропотреблението

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



## 6. ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

В доклада е направен анализ за разхода на енергия за период от три пълни календарни години. Използваните енергоносители в разглежданата сграда са електрическа енергия и промишлен газол. Данните за закупеното гориво и потребената електроенергия са предоставени от общинската администрация.

В следващите таблици са представени както разхода на гориво, така и разхода на потребена топлина, електропотреблението, изчислителните денградуси за гр. Крумовград, съгласно средно-месечните външни температури за 2015, 2016 и 2017 г. За изчисляването на денградусите е използвана средна температура в сградата от 10,6 °C.

## Енергиен профил на сградата за 2015 г.

Таблица 28

2015 година									
Отоплителен период за града		175 дни		Обща ел.енергия	Ел.енергия за отопление	Вид гориво	Топлина от котел на пром. газьол	Отоплителен период 28.10÷06.04 (ЕАВ)	
Месец	T <sub>ср.</sub>	Денградуси						T <sub>база</sub> ЕАВ	Денградуси ЕАВ
-	°C	DD		kWh	kWh	литри	kWh	°C	DD
Януари	3,5	204,6		12 507	6 066	9113	92084	0,6	294,5
Февруари	4,0	170,8		12 517	5 064	7607	76871	2,4	215,6
Март	6,0	127,1		15 172	3 768	5661	57203	6,9	99,2
Април	10,9	0,0		11 294	0	0	0	12,4	0,0
Май				9 722					
Юни				6 941					
Юли				3 440					
Август				1 503					
Септември				3 991					
Октомври	12,5	0,0		6 661	0	0	0	13,6	0,0
Ноември	10,6	0,0		12 618	0	0	0	7,9	66,0
Декември	4,2	182,9		11 925	5 423	8146	82317	2,8	226,3
<b>ОБЩО</b>		<b>685,4</b>		<b>108 291</b>	<b>20 321</b>	<b>30 527</b>	<b>308 475</b>		<b>901,6</b>

## Енергиен профил на сградата за 2016 г.

Таблица 29

2016 година									
Отоплителен период за града		175 дни		Обща ел.енергия	Ел.енергия за отопление	Вид гориво	Топлина от котел на пром. газьол	Отоплителен период 28.10÷06.04 (ЕАВ)	
Месец	T <sub>ср.</sub>	Денградуси						T <sub>база</sub> ЕАВ	Денградуси ЕАВ
-	°C	DD		kWh	kWh	литри	kWh	°C	DD
Януари	1,5	266,6		12 195	7 019	11690	118 130	0,6	294,5
Февруари	8,8	36,4		11 578	958	1596	16 129	2,4	215,6
Март	8,9	37,2		12 492	979	1631	16 483	6,9	99,2
Април	14,8	0,0		12 224	0	0	0	12,4	0,0
Май				10 511					
Юни				6 439					
Юли				4 359					
Август				2 053					
Септември				4 192					
Октомври	12,5	0,0		6 438	0	0	0	13,6	0,0
Ноември	7,6	75,0		12 354	1 975	3289	33 232	7,9	66,0
Декември	0,6	294,5		10 916	7 754	12914	130 493	2,8	226,3
<b>ОБЩО</b>		<b>709,7</b>		<b>105 752</b>	<b>18 685</b>	<b>31 120</b>	<b>314 468</b>		<b>901,6</b>

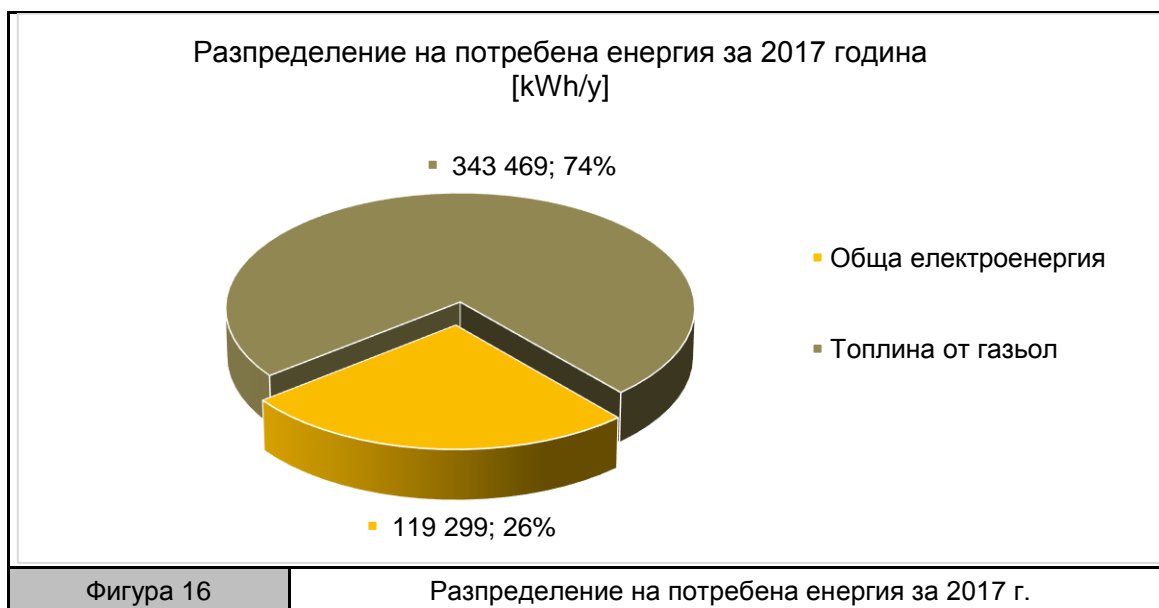
## Енергиен профил на сградата за 2017 г.

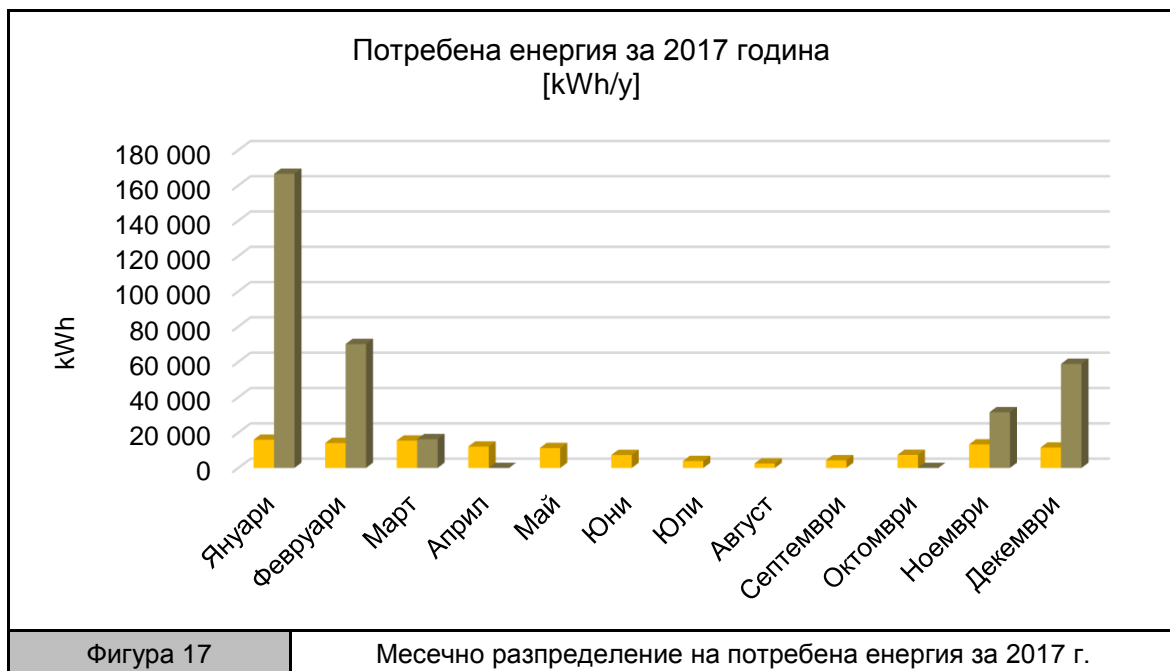
Таблица 30

2017 година									
Отоплителен период за града		175 дни		Обща ел.енергия	Ел.енергия за отопление	Вид гориво	Топлина от котел на пром. газьол	Отоплителен период 28.10÷06.04 (ЕАВ)	
Месец	T <sub>ср.</sub>	Денградуси	T <sub>база ЕАВ</sub>					Денградуси ЕАВ	
-	°C	DD	kWh	kWh	литри	kWh	°C	DD	
Януари	-2,7	396,8	15 975	8 254	17 416	175 992	0,6	294,5	
Февруари	4,4	159,6	14 132	3 320	7 005	70 787	2,4	215,6	
Март	9,3	24,8	15 469	516	1 089	11 000	6,9	99,2	
Април	11,5	0,0	12 082	0	0	0	12,4	0,0	
Май			11 258						
Юни			7 352						
Юли			3 904						
Август			2 504						
Септември			4 356						
Октомври	12,3	0,0	7 381	0	0	0	13,6	0,0	
Ноември	8,0	63,0	13 323	1 311	2 765	27 942	7,9	66,0	
Декември	5,9	130,2	11 563	2 708	5 715	57 747	2,8	226,3	
<b>ОБЩО</b>		<b>774,4</b>	<b>119 299</b>	<b>16 109</b>	<b>33 990</b>	<b>343 469</b>		<b>901,6</b>	

За да може енергийното обследване да отрази най-точно съществуващото положение на сградата, за базова година е избрана 2017 г., за която е пресметнат и референтния разход на енергията за отопление.

На Фигура 16 и Фигура 17 са представени графики, отразяващи потребената топлина и общата електроенергия по месеци, както и процентното им съотношение за 2017 година.

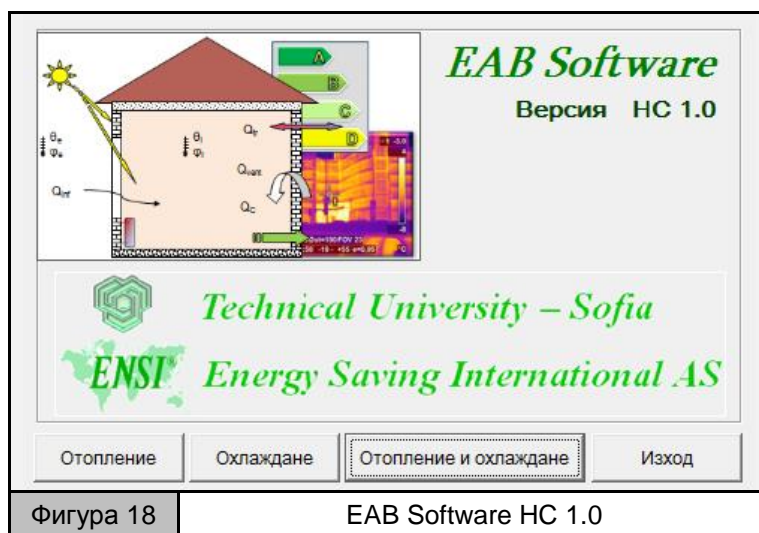




## 7. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА

Моделното изследване на сградата се извършва с помощта на програмния продукт EAB Software HC 1.0 (Фигура 18). 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.



### 7.1. Създаване на модел на сградата

При създаването на модела, сградата се разглежда като интегрирана система, както е показано на Фигура 19.



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 (коэффициенти на топлопреминаване) и др.

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

Име на проекта	Крумовград СУ В Левски
Страна	България
Климатични данни	Клим. зона 8 - Хасково
Тип сграда	Училище
Референтни стойности	2015г.
Празници	Училище
<input type="button" value="OK"/>	
Фигура 20	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 топлосъхранение и икономия на енергия. Моделът на сградата е оценен спрямо нормативните изисквания за 2015г.

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

Промените в еталона са свързани с коефициентите на топлопреминаване през ограждащите конструкции, чийто максимално допустими 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 21:



Настройки - климатични данни			Настройки - еталонни данни			Настройки - празници		
Описание на сградата			Отопление			БГВ		
Страна		България	U - стени	W/m²K	0,28	БГВ - консумация	l/m²a	335,0
Тип сграда		Училище	U - прозорци	W/m²K	1,41	Темп. разлика	°C	30,0
Състояние		2015г.	U - покрив	W/m²K	0,24	Ефект. разпред. мрежа	%	100,0
отопл. h/ден през раб. дни		7,0	U - под	W/m²K	0,54	Автом. управление	%	97,0
отопл. h/ден през съботите		0,0	Коеф. на енергопрем.		0,54	Е_П / ЕМ	%	96,0
отопл. h/ден през неделите		0,0	Инфилтрация	1/h	0,50	КПД на топлоснабд.	%	100,0
hora h/ден през раб. дни		9,0	Проектна темп.	°C	20,0	<b>Осветление</b>		
hora h/ден през съботите		0,0	Темп. с понижение	°C	16,0	Работен режим	ч/седм.	35,0
hora h/ден през неделите		0,0	Ефект. на отдаване	%	100,0	Едновр. мощност	W/m²	2,6
Външни стени	m²	3 953	Ефект. разпред. мрежа	%	98,0	<b>Вентилатори. помпи</b>		
Стени север	m²	1 312	Автом. управление	%	97,0	Вент.. мощност	W/m²	0,00
Стени изток	m²	637	Е_П / ЕМ	%	96,0	Помпи вентилация	W/m²	0,00
Стени юг	m²	1 277	КПД на топлоснабд.	%	91,0	Помпи отопление	W/m²	0,07
Стени запад	m²	727	Относ. площ прозорци	%	23,9	Е_П / ЕМ	%	96,00
Прозорци	m²	2 001	<b>Вентилация (отопл.)</b>			<b>Други използвани</b>		
Площ прозорци север	m²	361	Работен режим	h/week	0,0	Работен режим	ч/седм.	40,00
Площ прозорци изток	m²	550	Дебит	m³/m²h	0,00	Едновр. мощност	W/m²	3,0
Площ прозорци юг	m²	591	Темп. на подаване	°C	0,0	<b>Други неизползваеми</b>		
Площ прозорци запад	m²	499	Рекуперация	%	0,0	Работен режим	ч/седм.	40,0
Покрив	m²	2 683	Ефект. на отдаване	%	100,0	Едновр. мощност	W/m²	0,74
Под	m²	2 687,00	Ефект. разпред. мрежа	%	100,0	<b>Обитатели</b>		
Отопляема площ	m²	9 019,00	Автом. управление	%	97,0	Обитатели	W/m²	13,77
Отопляем обем	m³	31 450,00	Овлажняване	<input type="checkbox"/> -	40,0			
Еф. топл. капацитет	Wh/m²K	46,00	Е_П / ЕМ	%	96,0			
Фактор на формата		0,28	КПД на топлоснабд.	%	100,0			
Училище								
0			2015г.					
Запис			Редакция			Изход		
						Да		

Фигура 21

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.

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под	
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
876,89	1,57	301,98	2,00	0,51	1				
391,50	0,29	3,60	2,20	0,22	1				
43,44	2,83	51,66	2,63	0,53	1				
		1,80	3,91	0,01	1				
		1,68	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 672,55</b>	[m <sup>2</sup> ]								
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
1 311,83	1,23	360,72	2,12	0,51					
<b>ЕС мерки</b>									
876,89	1,57	301,98	2,00	0,51	1				
391,50	0,29	3,60	2,20	0,22	1				
43,44	2,83	51,66	2,63	0,53	1				
		1,80	3,91	0,01	1				
		1,68	6,66	0,65	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
1 311,83	1,23	360,72	2,12	0,51					

Фигура 22

Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Североизток

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под	
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
372,15	1,57	276,36	2,00	0,51	1				
227,06	0,29	1,80	2,20	0,54	1				
37,59	2,83	28,41	2,20	0,54	1				
		243,00	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 186,37</b>	[m <sup>2</sup> ]								
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
636,80	1,19	549,57	4,07	0,57					
<b>ЕС мерки</b>									
372,15	1,57	276,36	2,00	0,51	1				
227,06	0,29	1,80	2,20	0,54	1				
37,59	2,83	28,41	2,20	0,54	1				
		243,00	6,66	0,65	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
636,80	1,19	549,57	4,07	0,57					

Фигура 23

Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Югоизток

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под	
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
377,71	1,57	582,83	2,00	0,51	1				
711,20	0,29	2,00	2,20	0,01	1				
187,67	2,83	6,30	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 867,71</b>	[m <sup>2</sup> ]								
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
1 276,58	1,04	591,13	2,05	0,51					
<b>ЕС мерки</b>									
377,71	1,57	582,83	2,00	0,51	1				
711,20	0,29	2,00	2,20	0,01	1				
187,67	2,83	6,30	6,66	0,65	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
1 276,58	1,04	591,13	2,05	0,51					

Фигура 24

Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Югозапад

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под	
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
484,23	1,57	165,08	2,00	0,51	1				
180,30	0,29	12,96	2,20	0,31	1				
63,03	2,83	72,72	2,80	0,46	1				
		5,81	3,91	0,01	1				
		243,00	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 227,13</b>	[m <sup>2</sup> ]								
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
727,56	1,36	499,57	4,41	0,56					
<b>ЕС мерки</b>									
484,23	1,57	165,08	2,00	0,51	1				
180,30	0,29	12,96	2,20	0,31	1				
63,03	2,83	72,72	2,80	0,46	1				
		5,81	3,91	0,01	1				
		243,00	6,66	0,65	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
727,56	1,36	499,57	4,41	0,56					

Фигура 25

Строителни и топлофизични характеристики на ограждащите елементи на Северозапад

**Забележка:** Поради недостатъчния брой полета в EAB Software за въвеждане на всички типове дограма за посока Северозапад, площите и коефициентите за позиции 19 и 23 в Таблица 8, както и позиция 18 от Таблица 7 и позиция 3 от Таблица 8 са обединени (Фигура 25).

Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под		
<b>Покрив</b>				<b>Прозорци</b>														
A	U	A	U	g	Наклон													
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	deg													
1 690,6	0,98																Север	
631,85	0,98																	Изток
117,66	3,05																	Юг
136,49	2,84																	Запад
66,96	3,11																	СИ/СЗ
39,13	3,12																	ЮИ/ЮЗ
<b>Обща площ на покрива</b>																		
2 682,78		[m <sup>2</sup> ]																
<b>Покрив</b>				<b>Прозорци</b>														
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)														
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-														
2 682,78	1,25																	
<b>ЕС мерки</b>																		
1 690,6	0,98																	Север
631,85	0,98																	Изток
117,66	3,05																	Юг
136,49	2,84																	Запад
66,96	3,11																	СИ/СЗ
39,13	3,12																	ЮИ/ЮЗ
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)														
2 682,78	1,25																	

Фигура 26

Строителни и топлофизични характеристики на покрива

Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
<b>Данни за пода</b>																	
<b>Състояние</b>				<b>ЕС мерки</b>													
A	U	A	U														
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]														
595,06	1,09	595,06	1,09														
1 614,4	0,55	1 614,4	0,55														
121,00	1,97	121,00	1,97														
356,32	0,35	356,32	0,35														
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)														
2 686,86	0,71	2 686,86	0,71														

Фигура 27

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 28).

Отопляема площ	m <sup>2</sup>	9 019	Външни стени	m <sup>2</sup>	3 953
Отопляем обем	m <sup>3</sup>	31 450	Прозорци	m <sup>2</sup>	2 001
Ефективен топлинен капацитет	Wh/m <sup>2</sup> K	46	Покрив	m <sup>2</sup>	2 683
			Под	m <sup>2</sup>	2 687
Топлина от обитатели W/m <sup>2</sup> 13,7					
График обитатели ч/ден			График отопление ч/ден		
Работни дни. ч/ден	9		Работни дни. ч/ден	7	
Събота. ч/ден	0		Събота. ч/ден	0	
Неделя. ч/ден	0		Неделя. ч/ден	0	
Да					

Фигура 28 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 2017 г., която е разглеждана като представителна.

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

$$\frac{[\text{Годишен разход за отопление за 2017г.}] \cdot [\text{Денградуси по климатичната база данни}]}{[\text{Денградуси за 2017г.}] \cdot [\text{Отопляема площ}]}$$

Таблица 31

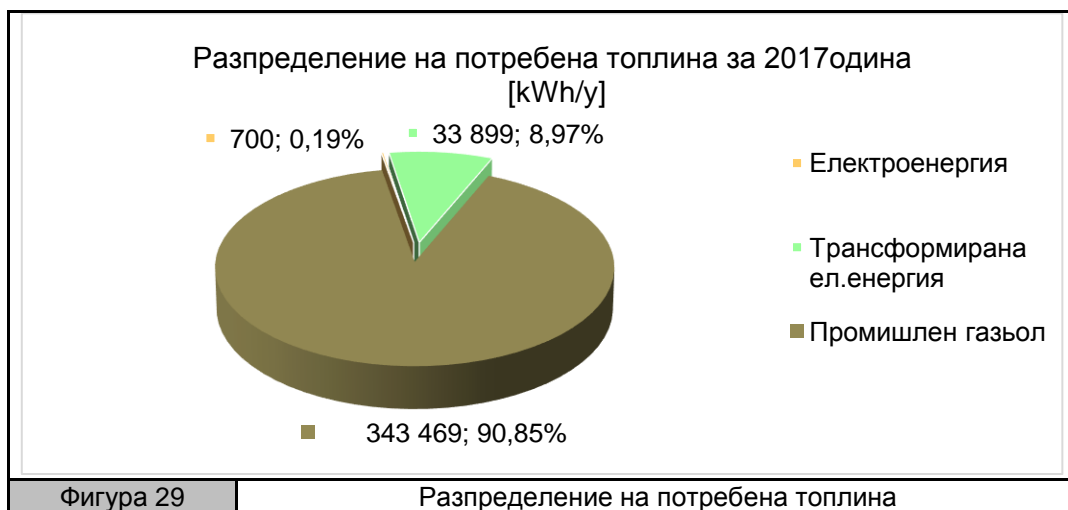
Година	Електрическа енергия	Топлина	DD изчисл.	DD EAB	Референтен разход
-	kWh	kWh	-	-	kWh/m <sup>2</sup> y
2017 година	85 524	378 068	849,9	977,1	48,2

**Забележка:** Референтният разход за отопление е пресметнат, като към топлината е прибавен и разход за отопление от електрически уреди, както и трансформираната в топлина електрическа енергия получена от термопомпените агрегати (климатици), посредством осреднен коефициент на преобразувано КП (или COP) – Таблица 32.

С така получената вече топлинна енергия, е пресметнат референтният разход при КПД на топлоснабдяване от 100 % за електрически уреди.

Таблица 32

Отопление		Технически и експлоатационни параметри								
№	Тип на отоплителните уреди	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		КП (COP)	ТОПЛИНА
							дневна	годишна		
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	-	kWh
1	Ел. печка за отопление	2 000	2	4,00	0,5	2,00	2,00	175	-	700
2	ТПА-ВВ (режим отопление)	5 200	1	5,20	1,0	5,20	3,00	175	2,2	6 006
3	ТПА-ВВ (режим отопление)	2 650	8	21,20	0,7	14,84	3,00	175	2,2	17 140
4	ТПА-ВВ (режим отопление)	1 900	7	13,30	0,7	9,31	3,00	175	2,2	10 753
Общо:		<b>11 750</b>		<b>43,70</b>		<b>31,35</b>				<b>34 599</b>



**Забележка:** Отоплението на сградата е от два различни енергоизточника – котел на промишлен газьол и електрически уреди. КПД – та им на топлоснабдяване също са различни. Обобщен КПД на топлоснабдяване за сградата е представен в следващата таблица.

Таблица 33

Енергоизточник	Енергиен ресурс	Топлина	КПД
-	-	kWh/y	%
Електрически уреди	Електроенергия	700	100,0
Топлинна е-я от ВЕИ	Трансформирана ел.енергия	33 899	100,0
Котел на пром. газьол	Промислен газьол	343 469	76,0
Общо за сградата:		<b>378 068</b>	<b>78,2</b>


В колоната „Еталон“ на Фигура 30 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 10,6 °С и инфилтрация 0,73 h<sup>-1</sup>, което дава разход за отопление 48,3 kWh/m<sup>2</sup>у, което се вижда от Фигура 30:

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m <sup>2</sup> а	ЕС мерки	Спестяване	
<b>1. Отопление</b>		<b>24,0 kWh/m<sup>2</sup>а</b>					
U - стени	0,28 W/m <sup>2</sup> K	1,19 >	1,19 >	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 1,48	1,19 >		
U - прозорци	1,41 W/m <sup>2</sup> K	3,21 >	3,21 >	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 0,75	3,21 >		
U - покрив	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1,25 >	1,25 >	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 1,00	1,25 >		
U - под	0,54 W/m <sup>2</sup> K	0,71 >	0,71 >	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 1,00	0,71 >		
Фактор на формата	0,36 -	0,36	0,36		0,36		
Относ. площ прозорци	22,2 %	22,2	22,2		22,2		
Коеф. на енергопрем.	0,54 -	0,54 >	0,54 >		0,54 >		
Инфилтрация	0,50 1/h	0,68 >	0,68 >	+ 0,1 1/h = 4,01	0,68 >		
Проектна темп.	20,0 °C	10,6 >	10,6 >	+ 1 °C = 2,07	10,6 >		
Темп. с понижение	16,0 °C	10,6 >	10,6 >	+ 1 °C = 9,27	10,6 >		
<b>Приноси от</b>							
Вентилация (отопл.)	kWh/m <sup>2</sup> а	0,00 ...	0,00 ...		0,00 ...		
Осветление	kWh/m <sup>2</sup> а	1,40 ...	1,40 ...		1,40 ...		
Други	kWh/m <sup>2</sup> а	1,81 ...	1,81 ...		1,81 ...		
<b>Сума 1</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>а</b>	<b>29,0</b>	<b>29,0</b>		<b>29,0</b>		
Ефект. на отдаване	100,0 %	92,0 >	92,0 >		92,0 >		
Ефект. разпред. мрежа	98,0 %	95,0 >	95,0 >		95,0 >		
Автом. управление	97,0 %	92,0 >	92,0 >		92,0 >		
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0 >	96,0 >		96,0 >		
<b>Сума 2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>а</b>	<b>37,6</b>	<b>37,6</b>		<b>37,6</b>		
КПД на топлоснабд.	91,0 %	78,2 >	78,2 >		78,2 >		
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>а</b>	<b>48,1</b>	<b>48,1</b>		<b>48,1</b>		
<b>Фигура 30</b>	<b>Калибриран модел на сградата</b>						

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

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>2. Вентилация (отопл.)</b> 0,0 kWh/m <sup>2</sup> a						
Работен режим	0,0 ч/седм.	0,0	0,0	+5 ч/седм. = 0,00	0,0	
Дебит	0,00 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0,00	0,00	+1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> = 0,00	0,00	
Темп. на подаване	0,0 °C	0,0	0,0	+1 °C = 0,00	0,0	
Рекуперация	0,0 %	0,0	0,0	+1 % = 0,00	0,0	
<b>Сума 1</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	
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	He	He	He		He	
Е_П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
<b>Сума 2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	
Принос към отоплението	kWh/m <sup>2</sup> a	0,0	0,0		0,0	
 Вентилационни системи						

Фигура 31

Модел на системата за вентилация на сградата

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>3. БГВ</b> 12,4 kWh/m <sup>2</sup> a						
БГВ - консумация	334 l/m <sup>2</sup> a	48	48	+10 l/m <sup>2</sup> = 0,37	48	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0		30,0	
Годишно след смесване	m <sup>3</sup>	433	433		433	
<b>Сума 1</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>		<b>1,7</b>	
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	
<b>Сума 2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>		<b>1,8</b>	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>		<b>1,8</b>	
<b>БГВ - мощност</b>						
Макс. едновременна мощност	W/m <sup>2</sup>	0,0	0,0		0,0	0,00

Фигура 32

Модел на системата за БГВ на сградата

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>4. Вентилатори и помпи</b> 0,3 kWh/m <sup>2</sup> a						
Вентилатори	0,00 W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00	+1 W/m <sup>2</sup> = 0,00	0,00	
Помпи вентилация	0,00 W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00	+1 W/m <sup>2</sup> = 0,00	0,00	
Помпи отопление	0,07 W/m <sup>2</sup>	0,07	0,07	+1 W/m <sup>2</sup> = 4,03	0,07	
Е_П / ЕМ	96 %	96,00	96,00		96,00	
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>		<b>0,3</b>	
<b>5. Осветление</b> 3,6 kWh/m <sup>2</sup> a						
Работен режим	35 ч/седм.	35	35	+1 ч/седм. = 0,10	35	
Едновр. мощност	2,62 W/m <sup>2</sup>	2,62	2,62	+1 W/m <sup>2</sup> = 1,38	2,62	
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>		<b>3,6</b>	
<b>Осветление мощност</b>						
Макс. едновременна мощност	W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00		0,00	0,0

Фигура 33

Модел на вентилатори, помпи и осветление на сградата



Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>6. Разни</b>							
<b>6.1 Разни влияещи на баланса</b>		<b>4,7 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
Работен режим	40 ч/седм.	40	40	+5 ч/седм. =	0,58	40	
Едновр.мощност	2,96 W/m <sup>2</sup>	2,96	2,96	+1 W/m <sup>2</sup> =	1,57	2,96	
Сума 3	kWh/m <sup>2</sup> a	4,7	4,7			4,7	
<b>6.2 Разни невлияещи на баланса</b>		<b>1,2 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
Работен режим	40 ч/седм.	40	40	+5 ч/седм. =	0,03	40	
Едновр.мощност	0,74 W/m <sup>2</sup>	0,74	0,74	+1 W/m <sup>2</sup> =	1,57	0,74	
Сума 3	kWh/m <sup>2</sup> a	1,2	1,2			1,2	
<b>Други мощност</b>							
Макс.едновременна мощност	W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00			0,00	0,0

Фигура 34 Модел на уредите, влияещи/невлияещи 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 <sup>2</sup>	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a
1. Отопление	24,0	48,1	433 408	48,1	433 408	48,1	433 408
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	12,4	1,8	16 055	1,8	16 055	1,8	16 055
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,3	0,3	2 541	0,3	2 541	0,3	2 541
5. Осветление	3,6	3,6	32 491	3,6	32 491	3,6	32 491
6. Разни	5,8	5,8	52 439	5,8	52 439	5,8	52 439
<b>Общо (отопление)</b>	<b>46,1</b>	<b>59,5</b>	<b>536 934</b>	<b>59,5</b>	<b>536 934</b>	<b>59,5</b>	<b>536 934</b>
Обща отопляема площ	9 019						

Фигура 35 Разход на енергия за калибрирания модел на сградата

### 7.3. Нормализиране на модела

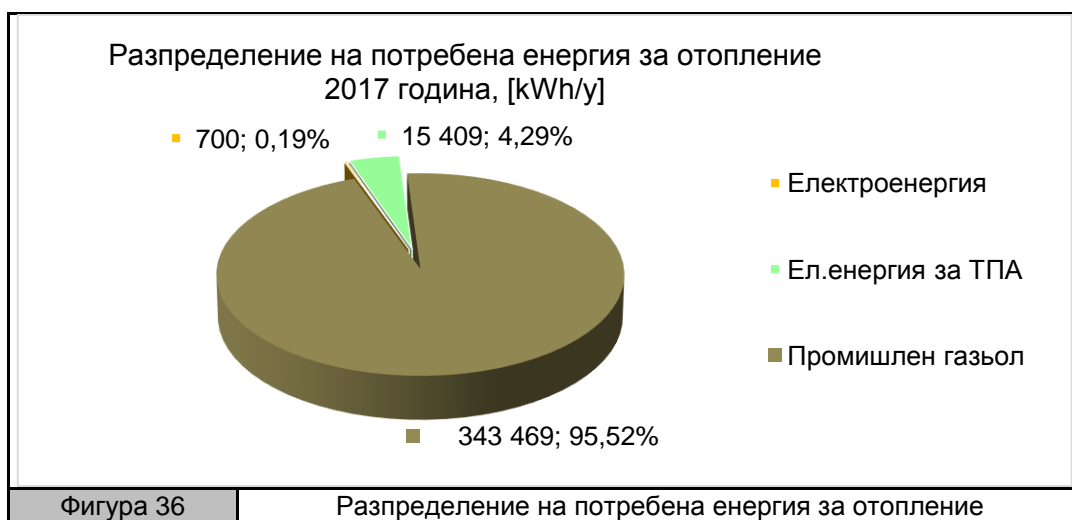
Тъй като поддържаната температура в отопляемите помещения на сградата (10,6 °C) е по-ниска от нормативната, при нормален режим на ползване на сградата, се налага нормализиране на модела, но само по нормативна проектна температура и КПД на топлоснабдяване.

**Забележка:** За източник на топлинна енергия в сградата се използват както конвектори с електронагреватели така и електрически отоплителни уреди – климатици (термопомпени агрегати - ТПА). Коректното отчитане на спестената електрическа енергия и респективно спестените емисии CO<sub>2</sub> са пресметнати, като топлинната енергия от климатици се трансформира обратно в електрическа, чрез въвеждане на КПД на топлоснабдяване – 82,2 %, което се явява осреднено за сградата - Таблица 34. При вече така

създаден модел на сградата (Фигура 37), ще бъде изчислен разходът на електрическа енергия, необходим за отопление, от който да се отчетат съответните спестявания.

Таблица 34

Енергоизточник	Енергиен ресурс	Топлина	КПД
Електрически уреди	Електроенергия	700	100,0
Енергия от ТПА-ВВ	Ел.енергия за ТПА	15 409	220,0
Котли на пр. газьол	Промислен газьол	343 469	76,0
Общо за сградата:		<b>359 578</b>	<b>82,2</b>



Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>1. Отопление</b>		<b>24,0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
U - стени	0,28 W/m <sup>2</sup> K	1,19 >	1,19	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K =	3,10	1,19 >	
U - прозорци	1,41 W/m <sup>2</sup> K	3,21 >	3,21	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K =	1,57	3,21 >	
U - покрив	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1,25 >	1,25	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K =	2,10	1,25 >	
U - под	0,54 W/m <sup>2</sup> K	0,71 >	0,71	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K =	2,10	0,71 >	
Фактор на формата	0,36 -	0,36	0,36			0,36	
Относ. площ прозорци	22,2 %	22,2	22,2			22,2	
Коеф. на енергопрем.	0,54 -	0,54 >	0,54			0,54 >	
Инфилтрация	0,50 1/h	0,68	0,68	+ 0,1 1/h =	8,38	0,68	
Проектна темп.	20,0 °C	12,8	20,0	+ 1 °C =	2,67	20,0	
Темп. с понижение	16,0 °C	10,1	16,0	+ 1 °C =	11,42	16,0	
<b>Приноси от</b>							
Вентилация (отопл.)	kWh/m <sup>2</sup> a	0,00 ...	0,00 ...			0,00 ...	
Осветление	kWh/m <sup>2</sup> a	1,41 ...	1,76 ...			1,76 ...	
Други	kWh/m <sup>2</sup> a	1,82 ...	2,27 ...			2,27 ...	
<b>Сума 1</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>29,0</b>	<b>78,5</b>			<b>78,5</b>	
Ефект. на отдаване	100,0 %	92,0	92,0			92,0	
Ефект. разпред. мрежа	98,0 %	95,0	95,0			95,0	
Автом. управление	97,0 %	92,0	92,0			92,0	
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0			96,0	
<b>Сума 2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>37,6</b>	<b>101,7</b>			<b>101,7</b>	
КПД на топлоснабд.	91,0 %	78,2	82,2			82,2	
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>48,1</b>	<b>123,8</b>			<b>123,8</b>	

Фигура 37

Нормализиран модел на сградата за отопление

Следователно:

- годишен еталонен разход за отопление – 24,0 kWh/m<sup>2</sup>y
- годишен базов разход за отопление – 123,8 kWh/m<sup>2</sup>y

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 <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>3. БГВ</b>							
<b>12,4 kWh/m<sup>2</sup>a</b>							
БГВ - консумация	334 l/m <sup>2</sup> a	48	334	+ 10 l/m <sup>2</sup>	= 0,37	334	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0			30,0	
Годишно след смесване	m <sup>3</sup>	433	3 012			3 012	
Сума 1	kWh/m <sup>2</sup> a	1,7	11,5			11,5	
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/m <sup>2</sup> a	1,8	12,4			12,4	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Сума 3	kWh/m <sup>2</sup> a	1,8	12,4			12,4	
<b>БГВ - мощност</b>							
Макс. едновременна мощност	W/m <sup>2</sup>	0,0	0,0			0,0	0,00
<b>Фигура 38</b>	<b>Нормализиран модел на сградата за БГВ</b>						

#### 7.4. Потенциални мерки за намаляване разходите на енергия

Потенциалът за намаляване разходите на енергия се открива в:

- намаляване на топлопреминаването през външните стени
- намаляване на топлопреминаването през дограмата
- намаляване на топлопреминаването през покрива
- намаляване на топлопреминаването през пода
- подмяна на тръбни разводки и отоплителни тела на ВОИ
- подмяна на старата котелната инсталация със съвременна, с автоматично управление

#### 7.5. Енергоспестяващи мерки

Предвидените енергоспестяващи мерки са:

- 1) Топлинно изолиране на външните стени от външната страна с EPS 100 mm, с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  за стените от тип 1 и топлинно изолиране на външните стени тип 3 от външната страна с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- 2) Подмяна на съществуващата дървена и метална дограма със система от петкамерна PVC дограма с двоен стъклопакет с обобщен коефициент на топлопреминаване  $U \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Подмяна на съществуващите дървени входни врати със система от алуминиев профил, с прекъснат термомост и стъклопакет, с обобщен коефициент на топлопреминаване  $U \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- 3) Топлинно изолиране на покривната плоча на покриви тип 1 и тип 2 в подпокривното пространство с минерална вата с дебелина 100 mm, с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$ , както и топлинно изолиране на прилежащите стени на подпокривното пространство от външната страна с EPS 100 mm с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на плосък покрив тип 3 и 4 от вътрешната страна, с окачен таван от гипсокартон с  $\delta=12,5 \text{ mm}$  и изолация от минерална вата с  $\delta=120 \text{ mm}$  с

коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на плосък покрив тип 5 и 6 с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$  върху покривното пространство над отопляем сутерен, вкл. полагане на армирана циментова замазка и битумна хидроизолация.

- 4) Топлинно изолиране на под – за под тип 1 под подовата конструкция над неотопляемия сутерен с EPS 100 mm с коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Подмяна на прозорци в неотопляем сутерен с дограма от петкамерен PVC профил с двоен стъклопакет, с коэффициент на топлопроводност  $U=1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; топлинно изолиране на външните стени на неотопляемия сутерен от външната страна с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на пода граничещ с външен въздух (еркер) с EPS 100 mm, с коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- 5) Мерки по осветлението на сградата – подмяна на съществуващите крушки с нажежаема жичка с енергоспестяващи LED Крушки; Подмяна на всички осветителни тела във физкултурния салон с подходящи LED осветителни тела, осигуряващи необходимата осветеност съгласно нормативната уредба.
- 6) Рехабилитация на топлопреносната мрежа - подмяна на старите панелни и чугунени глйдерни радиатори с нови отоплителни тела, вкл. поставяне на терморегулиращи вентили и обезвъздушители на всички отоплителни тела.
- 7) Доставка и монтаж на два нови котела, оборудвани с горелки на гориво промишлен газьол, отговарящи на съвременните стандарти и снабдени със система за автоматично управление на топлоподаването.

На следващите фигури са дадени измененията в EAB Software, настъпили в резултат от симулирането на енергоспестяващите мерки (от Фигура 39 до Фигура 46).

Североизток		Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
876,89	1,57	301,98	2,00	0,51	1				
391,50	0,29	3,60	2,20	0,22	1				
43,44	2,83	51,66	2,63	0,53	1				
		1,80	3,91	0,01	1				
		1,68	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 672,55</b>		[m <sup>2</sup> ]							
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
1 311,83	1,23	360,72	2,12	0,51					
<b>ЕС мерки</b>									
876,89	0,29	301,98	2,00	0,51	1				
391,50	0,29	3,60	2,20	0,22	1				
43,44	0,27	51,66	1,40	0,49	1				
		1,80	1,70	0,01	1				
		1,68	1,40	0,49	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
1 311,83	0,29	360,72	1,91	0,50					

Фигура 39

Мерки по външните стени и дограмата на Североизток

Североизток		Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	n				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-				
372,15	1,57	276,36	2,00	0,51	1				
227,06	0,29	1,80	2,20	0,54	1				
37,59	2,83	28,41	2,20	0,54	1				
		243,00	6,66	0,65	1				
<b>Обща площ на фасадата</b>									
<b>1 186,37</b>		[m <sup>2</sup> ]							
<b>Външни стени</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
636,80	1,19	549,57	4,07	0,57					
<b>ЕС мерки</b>									
372,15	0,29	276,36	2,00	0,51	1				
227,06	0,29	1,80	2,20	0,54	1				
37,59	0,27	28,41	2,20	0,54	1				
		243,00	1,40	0,49	1				
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
636,80	0,29	549,57	1,75	0,50					

Фигура 40

Мерки по външните стени и дограмата на Югоизток

Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
<b>Външни стени</b>				<b>Прозорци</b>													
A	U	A	U	g	n												
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-												
377,71	1,57	582,83	2,00	0,51	1												
711,20	0,29	2,00	2,20	0,01	1												
187,67	2,83	6,30	6,66	0,65	1												
<b>Обща площ на фасадата</b>																	
<b>1 867,71</b>		[m <sup>2</sup> ]															
<b>Външни стени</b>				<b>Прозорци</b>													
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)													
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-													
1 276,58	1,04	591,13	2,05	0,51													
<b>ЕС мерки</b>																	
377,71	0,29	582,83	2,00	0,51	1												
711,20	0,29	2,00	2,20	0,01	1												
187,67	0,27	6,30	1,40	0,49	1												
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)													
1 276,58	0,29	591,13	1,99	0,51													

Фигура 41

Мерки по външните стени и дограмата на Югозапад

Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
<b>Външни стени</b>				<b>Прозорци</b>													
A	U	A	U	g	n												
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	-												
484,23	1,57	165,08	2,00	0,51	1												
180,30	0,29	12,96	2,20	0,31	1												
63,03	2,83	72,72	2,80	0,46	1												
		5,81	3,91	0,01	1												
		243,00	6,66	0,65	1												
<b>Обща площ на фасадата</b>																	
<b>1 227,13</b>		[m <sup>2</sup> ]															
<b>Външни стени</b>				<b>Прозорци</b>													
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)													
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-													
727,56	1,36	499,57	4,41	0,56													
<b>ЕС мерки</b>																	
484,23	0,29	165,08	2,00	0,51	1												
180,30	0,29	12,96	2,20	0,31	1												
63,03	0,27	72,72	1,40	0,49	1												
		5,81	1,70	0,01	1												
		243,00	1,40	0,49	1												
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)													
727,56	0,29	499,57	1,62	0,49													

Фигура 42

Мерки по външните стени и дограмата на Северозапад

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под	
<b>Покрив</b>		<b>Прозорци</b>							
A	U	A	U	g	Наклон				
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	deg				
1 690,6	0,98							Север	
631,85	0,98							Изток	
117,66	3,05							Юг	
136,49	2,84							Запад	
66,96	3,11							СИ/СЗ	
39,13	3,12							ЮИ/ЮЗ	
<b>Обща площ на покрива</b>									
2 682,78	[m <sup>2</sup> ]								
<b>Покрив</b>		<b>Прозорци</b>							
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-					
2 682,78	1,25								
<b>ЕС мерки</b>									
1 690,6	0,27							Север	
631,85	0,26							Изток	
117,66	0,29							Юг	
136,49	0,29							Запад	
66,96	0,27							СИ/СЗ	
39,13	0,27							ЮИ/ЮЗ	
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)					
2 682,78	0,27								

Фигура 43

Мерки по покрива

Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под
<b>Данни за пода</b>								
<b>Състояние</b>		<b>ЕС мерки</b>						
A	U	A	U					
[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]					
595,06	1,09	595,06	0,24					
1 614,4	0,55	1 614,4	0,55					
121,00	1,97	121,00	0,30					
356,32	0,35	356,32	0,35					
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)					
2 686,86	0,71	2 686,86	0,44					

Фигура 44

Мерки по пода



Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>4. Вентилатори и помпи</b>		<b>0,3 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
Вентилатори	0,00 W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00	+1 W/m <sup>2</sup> = 0,00	0,00		
Помпи вентилация	0,00 W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00	+1 W/m <sup>2</sup> = 0,00	0,00		
Помпи отопление	0,07 W/m <sup>2</sup>	0,07	0,07	+1 W/m <sup>2</sup> = 4,03	0,07		
Е П / ЕМ	96 %	96,00	96,00		96,00		
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>			<b>0,3</b>	
<b>5. Осветление</b>		<b>3,6 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
Работен режим	35 ч/седм.	35	35	+1 ч/седм. = 0,10	35		
Едновр.мощност	2,62 W/m <sup>2</sup>	2,62	2,62	+1 W/m <sup>2</sup> = 1,38	2,09		0,73
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>			<b>2,9</b>	
<b>Осветление мощност</b>							
Макс.едновременна мощност	W/m <sup>2</sup>	0,00	0,00		0,00		0,0

Фигура 45

Мерки по осветлението

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m <sup>2</sup> a	ЕС мерки	Спестяване
<b>1. Отопление</b>		<b>24,0 kWh/m<sup>2</sup>a</b>					
U - стени	0,28 W/m <sup>2</sup> K	1,19	1,19	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 3,10	0,29		21,35
U - прозорци	1,41 W/m <sup>2</sup> K	3,21	3,21	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 1,57	1,82		16,72
U - покрив	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1,25	1,25	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 2,10	0,27		15,81
U - под	0,54 W/m <sup>2</sup> K	0,71	0,71	+ 0,1 W/m <sup>2</sup> K = 2,11	0,44		4,37
Фактор на формата	0,36 -	0,36	0,36		0,36		
Относ. площ прозорци	22,2 %	22,2	22,2		22,2		
Коеф. на енергопрем.	0,54 -	0,54	0,54		0,50		
Инфилтрация	0,50 1/h	0,68	0,68	+ 0,1 1/h = 8,38	0,50		11,58
Проектна темп.	20,0 °C	12,8	20,0	+ 1 °C = 2,67	20,0		
Темп. с понижение	16,0 °C	10,1	16,0	+ 1 °C = 11,43	16,0		
<b>Приноси от</b>							
Вентилация (отопл.)	kWh/m <sup>2</sup> a	0,00	0,00		0,00		
Осветление	kWh/m <sup>2</sup> a	1,41	1,76		1,28		
Други	kWh/m <sup>2</sup> a	1,82	2,27		2,08		
<b>Сума 1</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>29,0</b>	<b>78,5</b>			<b>24,2</b>	
Ефект. на отдаване	100,0 %	92,0	92,0		100,0		7,65
Ефект.разпред.мрежа	98,0 %	95,0	95,0		98,0		2,93
Автом. управление	97,0 %	92,0	92,0		97,0		4,93
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0		
<b>Сума 2</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>37,6</b>	<b>101,7</b>			<b>26,5</b>	
КПД на топлоснабд.	91,0 %	78,2	82,2		91,0		9,25
<b>Сума 3</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>48,1</b>	<b>123,8</b>			<b>29,1</b>	

Фигура 46

Симулирани енергоспестяващи мерки

Прилагането на тези мерки ще доведе до годишен разход на енергия, близък до еталонния (Фигура 46).

- годишен еталонен разход за отопление – 24,0 kWh/m<sup>2</sup>y;
- годишен разход за отопление след въвеждане на енергоспестяващи мерки – 29,1 kWh/m<sup>2</sup>y.

### 7.5.1. Ефект от енергоспестяващите мерки

Ефектът от симулираните енергоспестяващи мерки е изобразен на фигурата по-долу:

- Ефектът от топлинно изолиране на външни стени води до годишни спестявания в размер на 167 063 kWh/y;
- Ефектът от подмяната на дървената и метална дограма е 284 174 kWh/y;
- Ефектът от топлинното изолиране на покрива е 142 573 kWh/y;
- Ефектът от топлинното изолиране на пода е 39 449 kWh/y;
- Ефектът от подмяна на осветителни тела с енергоспестяващи е 6 573 kWh/y;
- Ремонт на отоплителната инсталация е 95 809 kWh/y;
- Подмяна на котли и горелки 128 410 kWh/y.

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 <sup>2</sup>	kWh/a	Действ. kWh/a
1. Отопление: U - стени	21,35	192 582	192 582
1. Отопление: U - прозорци	16,72	150 766	150 766
1. Отопление: U - покрив	15,81	142 560	142 560
1. Отопление: U - под	4,37	39 446	39 446
1. Отопление: Инфилтрация	11,58	104 474	104 474
1. Отопление: Ефект. на отдаване	7,65	69 038	69 038
1. Отопление: Ефект. разпред. мрежа	2,93	26 418	26 418
1. Отопление: Автом. управление	4,93	44 483	44 483
1. Отопление: КПД на топлоснабд.	9,25	83 452	83 452
5. Осветление: Едновр. мощност	0,73	6 573	6 573
<b>Общо - отопление</b>		<b>95,33</b>	<b>859 793</b>
			<b>859 793</b>

Фигура 47

Ефект от симулираните енергоспестяващи мерки

### 7.5.2. Разход на енергия след енергоспестяващите мерки

Разделът **Бюджет „Разход на енергия“** на следващата фигура, показва еталонните стойности за сградата и изчисленото енергопотребление за всеки отделен компонент, както и общата сума:

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 <sup>2</sup>	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/a
1. Отопление	24,0	48,1	433 886	123,8	1 116 114	29,1	262 894
2. Вентилация (отопл.)	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	12,4	1,8	16 055	12,4	112 052	12,4	112 052
4. Помпи. вент.(отопл.)	0,3	0,3	2 541	0,3	2 541	0,3	2 541
5. Осветление	3,6	3,6	32 491	3,6	32 491	2,9	25 918
6. Разни	5,8	5,8	52 439	5,8	52 439	5,8	52 439
<b>Общо (отопление)</b>	<b>46,1</b>	<b>59,6</b>	<b>537 412</b>	<b>145,9</b>	<b>1 315 637</b>	<b>50,5</b>	<b>455 844</b>
Обща отопляема площ	9 019						

Фигура 48

Разход на енергия след енергоспестяващи мерки

От фигурата се вижда, че след прилагането на горепосочените енергоспестяващи мерки, разходът на енергия за отопление ще се намали от 1 116 114 kWh до 262 894 kWh.

### 7.5.3. Мощностен бюджет след енергоспестяващите мерки

В раздел „Мощностен бюджет“ на фигурата по-долу е показана стойността на максималната едновременна мощност за отопление:

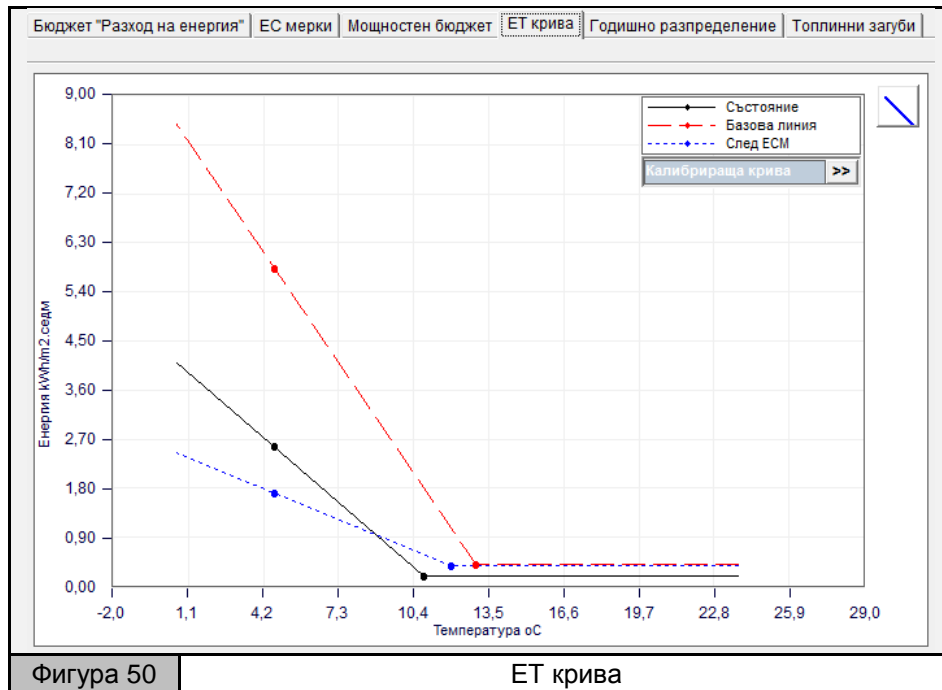
Бюджет "Разход на енергия"							
ЕС мерки		Мощностен бюджет		ЕТ крива		Годишно разпределение	
Топлинни загуби							
Тип сграда	Училище	Клим. зона		Клим. зона 8 - Хасково			
Референтни стойности	2015г,	Изчислителна температура		-14,0			
Параметър	Състояние		Базова линия		След ЕСМ		
	W/m <sup>2</sup>	kW	W/m <sup>2</sup>	kW	W/m <sup>2</sup>	kW	
1. Отопление	70,3	634	89,2	804	45,4	409	
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	0,1	1	0,1	1	0,1	1	
5. Осветление	0,0	0	0,0	0	0,0	0	
6. Разни	0,0	0	0,0	0	0,0	0	

Фигура 49

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 спадне от 804 kW до 409 kW.

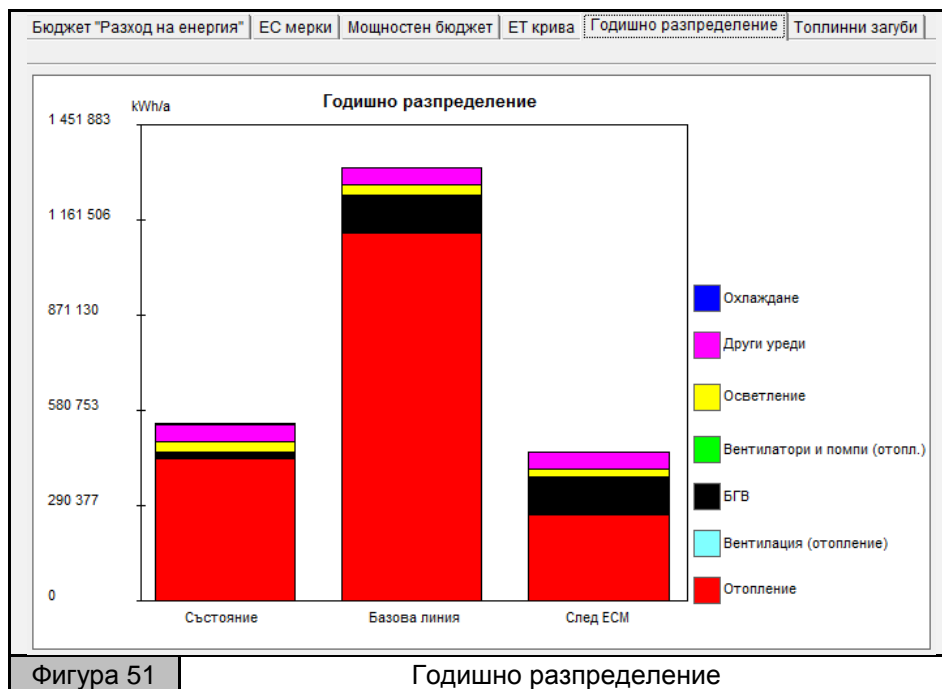
Връзката между изразходената енергия и външната температура се наблюдава на Фигура 50 от прозореца „ET крива“:



Фигура 50

ET крива

В прозореца „Годишно разпределение“ е показана потребената енергия за различни нужди:



Фигура 51

Годишно разпределение

Бюджет "Разход на енергия"		ЕС мерки	Мощностен бюджет	ЕГ крива	Годишно разпределение	Топлинни загуби
Тип сграда	Училище		Клим. зона	Клим. зона 8 - Хасково		
Референтни стойности	2015г.					
Топлинни загуби през/от		Състояние		След ЕСМ		
		Н W/K	Н' W/m²K	Н W/K	Н' W/m²K	
Външни стени		4 704	0,52	1 146	0,13	
Врати и прозорци		6 423	0,71	3 642	0,40	
Покрив		3 354	0,37	724	0,08	
Под		1 908	0,21	1 182	0,13	
Инфилтрация		7 271	0,81	5 346	0,59	
Вентилация (отопл.)		0	0,00	0	0,00	
Общо		23 660	2,62	12 041	1,34	

Фигура 52      Годишни топлинни загуби

## 7.6. 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 3 типа външни стени, ограждащи отопляемия обем на сградата.

Предвижда се топлинно изолиране на външните стени от външната страна с EPS 100 mm, с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  за стените от тип 1 (Таблица 35) и топлинно изолиране на външните стени тип 3 от външната страна с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Таблица 36).

- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 1 е  $2\,111 \text{ m}^2$
- Общата площ на стените, подлежащи на топлинно изолиране от тип 3 е  $332 \text{ m}^2$

Това ще доведе до понижаване на коефициента на топлопреминаване през външните стени тип 1 до  $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  и съответно за 3 до  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Таблица 35

Тип 1 - Външна стена		Топлофизични параметри			
№	Конструкция/материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m²K / W	
1	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
2	Решетъчна тухла	0,250	0,520	0,4808	
3	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
				<b>Rsi</b>	0,1300
				<b>Rse</b>	0,0400
Енергоспестяващи мерки					
1	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571	
2	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083	
Изчислителни параметри					

№	Параметри	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената, завишен с 10 %, поради наличието на носещи стоманобетонни колони	$U_w$	W/m <sup>2</sup> .K	1,57
2	Коефициент на топлопреминаване през стената след ЕСМ	$U_{w\text{ ЕСМ}}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,29
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената съгласно действащите норми	$U_{w\text{ реф}}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,28

Таблица 36

Тип 3 - Външна стена		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/mK	R, m <sup>2</sup> K/W
1	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
2	Стоманобетон	0,250	1,630	0,1534
3	Мита бучарда	0,040	2,470	0,0162
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Енергоспестяващи мерки				
1	Фибран XPS	0,100	0,030	3,3333
2	Мозаечна мазилка	0,005	0,750	0,0067
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през стената	$U_w$	W/m <sup>2</sup> K	1,47
2	Коефициент на топлопреминаване през стената след ЕСМ	$U_{w\text{ ЕСМ}}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,27
3	Референтен коефициент на топлопреминаване през стената по сегашните действащи норми	$U_{w\text{ реф}}$	W/m <sup>2</sup> K	0,28

### Финансов анализ по ЕСМ В1

Таблица 37

ЕСМ В1 - Топлинно изолиране на външни стени					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m <sup>2</sup> ]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип EPS, $\delta= 100$ mm, (вкл. лепило, арм. мрежа, ъглови профили и крепежни елементи) в/у външни стени. Полагане на цветна, минерална, екстериорна мазилка.	m <sup>2</sup>	2 111	80	168 880
2	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип XPS, $\delta= 100$ mm, (вкл. лепило, арм. мрежа, ъглови профили и крепежни елементи) в/у външни стени. Полагане на цветна, мозаечна, екстериорна мазилка.	m <sup>2</sup>	332	90	29 880
Обща стойност:					198 760
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>238 512</b>

### 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 дървени двукатни прозорци и врати, а също и метални рамки с единично стъкло. Състоянието на съществуващата дограма е 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 подмяна на съществуващата дървена и метална дограма със система от петкамерна PVC дограма с двоен стъклопакет с обобщен коефициент на топлопреминаване  $U \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Подмяна на съществуващите дървени входни врати със система от алуминиев профил, с прекъснат термомост и стъклопакет, с обобщен коефициент на топлопреминаване  $U \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ , с което ще се намалят топлинните загуби от топлопреминаване и постъпването на студения външен въздух.

Също така се предвижда „обръщане“ около дограмата на цялата сграда с XPS 20 mm – 1 474 lm.

### Финансов анализ по ЕСМ В2

Таблица 38

<b>ЕСМ В2 - Подмяна на прозорци и врати със система от PVC профил и стъклопакет</b>					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m <sup>2</sup> ]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и монтаж на прозорци и врати - пет камерен PVC профил с двоен 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 <sup>2</sup>	619	220	136 180
2	Доставка и монтаж на входни врати - система от алуминиев профил с прекъснат термомост и стъклопакет $U \leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , вкл. демонтаж на старите врати, вътрешно обръщане на дограма с гипсова шпакловка.	m <sup>2</sup>	8	260	2 080
3	Външно обръщане около врати и прозорци с XPS 20 mm	lm	1 474	20	29 480
Обща стойност:					167 740
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>201 288</b>

### ЕСМ В3 – Топлинно изолиране на покрива

Топлофизичните характеристики на покрива на сградата не отговарят на нормативните изисквания. Предвижда се топлинно изолиране на покривната плоча на покриви тип 1 и тип 2 в подпокривното пространство с дюшеци от минерална вата с дебелина  $\delta=100 \text{ mm}$ , с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$ , както и топлинно изолиране на прилежащите стени на подпокривното пространство от външната страна с EPS с дебелина  $\delta=100 \text{ mm}$  с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на плосък покрив тип 3 и 4 от вътрешната страна, с окачен таван – система от гипскартон с  $\delta=12,5 \text{ mm}$  и изолация от минерална вата с  $\delta=120 \text{ mm}$  с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на плосък покрив тип 5 и 6 с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и

коэффициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$  върху покривната плоча над отопляем сутерен, вкл. полагане на армирана циментова замазка и битумна хидроизолация.

- Общата площ на подпокривното пространство тип 1 и 2, подлежаща на топлоизолиране е  $2\,232 \text{ m}^2$ ;
- Общата площ на прилежащите стени на подпокривното пространство, подлежащи на топлоизолиране е  $372 \text{ m}^2$ .
- Общата площ на подпокривното пространство тип 3 и 4, подлежаща на топлоизолиране е  $254 \text{ m}^2$ ;
- Общата площ на подпокривното пространство тип 5 и 6, подлежаща на топлоизолиране е  $106 \text{ m}^2$ ;

Това ще доведе до понижаване на коефициента на топлопреминаване през покрив тип 1 до  $U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Таблица 39), за покрив тип 2 до  $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Таблица 40), за покриви тип 3 и 4 до  $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Таблица 41 и Таблица 42) и до  $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$  за покриви тип 5 и 6 (Таблица 43 и Таблица 44).

Таблица 39

Тип 1 - Покрив с неотопляемо подпокривно пространство		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, $\text{m}^2\text{K} / \text{W}$	
1	Битумна хидроизолация	0,006	0,170	0,0353	
2	Армирана циментова замазка	0,080	1,430	0,0559	
3	Стоманобетонна плоча	0,120	1,630	0,0736	
				<b>Rsi</b>	0,1700
				<b>Rse</b>	0,0400
Таванска плоча					
1	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227	
2	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143	
				<b>Rsi</b>	0,1000
				<b>Rse</b>	0,1000
ЕС Мярка					
1	Дюшеци от минерална вата	0,100	0,039	2,5641	
Прилежащи стени					
1	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227	
2	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
				<b>Rsi</b>	0,1300
				<b>Rse</b>	0,0400
ЕС Мярка					
1	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571	
2	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083	
Исходни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Площ на таванската плоча	$A_{\text{тп}}$	$\text{m}^2$	1690,69	
2	Периметър на таванската плоча	$P_{\text{тп}}$	m	354,24	
3	Височина на прилежащи стени	$h_w$	m	0,60	
4	Периметър на прилежащи стени	$P_w$	m	354,24	
5	Площ на прилежащи стени	$A_w$	$\text{m}^2$	212,54	
6	Площ на покривната плоча	$A_{\text{пп}}$	$\text{m}^2$	1690,69	
7	Обем на въздуха под покрива	$V$	$\text{m}^3$	1014,41	



8	Височина на въздушния слой	$\delta_{bc}$	m	0,60
9	Височина до билото	$H$	m	0,60
10	Средна обемна температура на сградата	$\theta_i$	$^{\circ}C$	20,00
11	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	$\theta_e$	$^{\circ}C$	1,00
12	Температура на въздуха в подпокривното пространство	$\theta_u$	$^{\circ}C$	3,10
13	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	$\theta_{se1} - \theta_{si2}$	$^{\circ}C$	1,54
14	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	$\lambda$	W/mK	0,0250
15	Кинематичен вискозитет на въздуха	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	0,00001290
16	Критерий на Прандтл	$Pr$	-	0,6630
17	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	$n$	h <sup>-1</sup>	0,30
<b>Изчислителни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U_1$	W/m <sup>2</sup> K	0,34
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U_2$	W/m <sup>2</sup> K	2,67
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	$U_w$	W/m <sup>2</sup> K	0,31
4	Корекционен коефициент	$\epsilon_k$	-	33,12
5	Критерий на Грасхоф	$Gr$	-	70 859 685
6	Коефициент на обемно разширение	$\beta$	K <sup>-1</sup>	0,0036198
7	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	$\lambda_{екв}$	W/mK	0,83
8	Грасхоф - Прандтл	$GrPr$	-	46 981 337
9	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	$R_{se1} = R_{si2}$	m <sup>2</sup> K/W	0,3623
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	$U'_1$	W/m <sup>2</sup> K	0,32
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	$U'_2$	W/m <sup>2</sup> K	1,76
12	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	$U_r$	W/m <sup>2</sup> K	0,27
13	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	$U_{r реф}$	W/m <sup>2</sup> K	0,24

Таблица 40

Тип 2 - Покрив с неотопляемо подпокривно пространство		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,006	0,170	0,0353
2	Армирана циментова замазка	0,080	1,430	0,0559
3	Стоманобетонна плоча	0,120	1,630	0,0736
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,0400
<b>Таванска плоча</b>				
1	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
2	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,1000
<b>ЕС Мярка</b>				
1	Дюшеци от минерална вата	0,100	0,039	2,5641

Прилежащи стени					
1	Стоманобетон	0,200	1,630	0,1227	
2	Външна мазилка	0,020	0,870	0,0230	
				<b>R<sub>si</sub></b>	0,1300
				<b>R<sub>se</sub></b>	0,0400
ЕС Мярка					
1	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571	
2	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083	
Изходни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Площ на таванската плоча	<b>A<sub>тп</sub></b>	m <sup>2</sup>	631,85	
2	Периметър на таванската плоча	<b>P<sub>тп</sub></b>	m	102,84	
3	Височина на прилежащи стени	<b>h<sub>w</sub></b>	m	1,80	
4	Периметър на прилежащи стени	<b>P<sub>w</sub></b>	m	102,84	
5	Площ на прилежащи стени	<b>A<sub>w</sub></b>	m <sup>2</sup>	185,11	
6	Площ на покривната плоча	<b>A<sub>пп</sub></b>	m <sup>2</sup>	631,85	
7	Обем на въздуха под покрива	<b>V</b>	m <sup>3</sup>	1137,33	
8	Височина на въздушния слой	<b>δ<sub>вс</sub></b>	m	1,80	
9	Височина до билото	<b>H</b>	m	1,80	
10	Средна обемна температура на сградата	<b>θ<sub>i</sub></b>	°C	20,00	
11	Външна температура с най-дълга продължителност за отоплителния период	<b>θ<sub>e</sub></b>	°C	1,00	
12	Температура на въздуха в подпокривното пространство	<b>θ<sub>u</sub></b>	°C	3,00	
13	Разлика между повърхностните температури на двете плочи	<b>θ<sub>se1</sub> - θ<sub>si2</sub></b>	°C	1,49	
14	Коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство	<b>λ</b>	W/mK	0,0250	
15	Кинематичен вискозитет на въздуха	<b>v</b>	m <sup>2</sup> /s	0,00001289	
16	Критерий на Прандтл	<b>Pr</b>	-	0,6631	
17	Кратност на въздухообмена в подпокривното пространство	<b>n</b>	h <sup>-1</sup>	0,30	
Изчислителни параметри					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Първоначален коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	<b>U<sub>1</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,34	
2	Първоначален коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	<b>U<sub>2</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	2,67	
3	Коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи	<b>U<sub>w</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,31	
4	Корекционен коефициент	<b>ε<sub>к</sub></b>	-	74,95	
5	Критерий на Грасхоф	<b>Gr</b>	-	1 859 319 121	
6	Коефициент на обемно разширение	<b>β</b>	K <sup>-1</sup>	0,0036213	
7	Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздушния слой	<b>λ<sub>екв</sub></b>	W/mK	1,87	
8	Грасхоф - Прандтл	<b>GrPr</b>	-	1 232 828 333	
9	Конкретна стойност на съпротивлението на топлопредаване във въздушния слой	<b>R<sub>se1</sub> = R<sub>si2</sub></b>	m <sup>2</sup> K/W	0,4804	
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през таванската плоча на последния отопляем етаж	<b>U'<sub>1</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,30	
11	Действителен коефициент на топлопреминаване през покривната плоча	<b>U'<sub>2</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	1,46	
12	Коефициент на топлопреминаване през подпокривното пространство	<b>U<sub>r</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,26	
13	Референтен коефициент на топлопреминаване през покрива по сегашните действащи норми	<b>U<sub>r реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,23	

Таблица 41

Тип 3 - Плосък, топъл покрив над кухня		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
2	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
4	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
5	Минерална вата	0,1200	0,039	3,0769
6	Гипсокартон	0,0125	0,210	0,0595
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,29
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

Таблица 42

Тип 4 - Плосък, топъл покрив над столова		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,004	0,170	0,0235
2	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
3	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430
4	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
5	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
6	Минерална вата	0,1200	0,039	3,0769
7	Гипсокартон	0,0125	0,210	0,0595
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,29
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

Таблица 43

Тип 5 - Плосък, топъл покрив - отопляем сутерен		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,004	0,170	0,0235
2	Фибран XPS	0,100	0,030	3,3333
3	Армирана циментова замазка	0,050	1,430	0,0350
4	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,27
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

Таблица 44

Тип 6 - Плосък, топъл покрив - отопляем сутерен		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W
1	Битумна хидроизолация	0,004	0,170	0,0235
2	Армирана циментова замазка	0,050	1,430	0,0350
3	Фибран XPS	0,100	0,030	3,3333
4	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
5	Армирана циментова замазка	0,050	1,430	0,0350
6	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
7	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1000
<b>Rse</b>				0,0400
Изчислителни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Коефициент на топлопреминаване през покрива	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,27
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през плосък покрив граничещ с външен въздух	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25

Финансов анализ по ЕСМ В3

Таблица 45

ЕСМ В3 - Топлинно изолиране на покрив					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./m <sup>2</sup> ]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и полагане на топлинна изолация от дюшеци минерална вата с $\delta=100$ mm, със слой пароизолиращо фолио, върху пода на подпокривното пространство, вкл. почистване на съществуваща замърсена повърхност от строителните отпадъци и извозването им.	m <sup>2</sup>	2 323	65	150 995
2	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип EPS, $\delta= 100$ mm, (вкл. лепило, арм. мрежа, ъглови профили и крепежни елементи) в/у външни стени. Полагане на цветна, минерална, екстериорна мазилка.	m <sup>2</sup>	372	80	29 760
3	Доставка и монтаж на окачен таван от гипсокартон с $\delta=12,5$ mm, с изолация от минерална вата с $\delta=120$ mm, (вкл. конструктивни профили, окачвачи, крепежни елементи и шпакловка) от вътрешната страна на покрива.	m <sup>2</sup>	254	50	12 700
4	Доставка и монтаж на топлоизолационна система от XPS с $\delta=100$ mm върху покривното пространство на отопляем сутерен, вкл. полагане на циментова замазка и битумна хидроизолация.	m <sup>2</sup>	106	120	12 720
Обща стойност:					206 175
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>247 410</b>

ЕСМ В4 – Топлинно изолиране на пода

От извършения оглед се установиха 4 типа подови конструкции, ограждащи отопляемия обем на сградата. Предвижда се топлинно изолиране на под тип 1 под подовата конструкция над

неотопляемия сутерен с EPS 100 mm с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Подмяна на прозорци в неотопляем сутерен с дограма от алуминиев профил с двоен стъклопакет, с коефициент на топлопроводност  $U \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; топлинно изолиране на външните стени на неотопляемия сутерен от външната страна с топлоизолационна система от XPS с  $\delta=100 \text{ mm}$  и коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Топлинно изолиране на пода граничещ с външен въздух (еркер) с EPS 100 mm, с коефициент на топлопреминаване  $U \leq 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

- За под тип 1, площта подлежаща на топлоизолиране е  $596 \text{ m}^2$  за под тип 1; Площта на дограмата на неотопляем сутерен подлежаща на подмяна е  $33 \text{ m}^2$ ; Площта на стените в контакт с външен въздух на неотопляем сутерен, подлежащи на топлоизолиране е  $213 \text{ m}^2$ ;
- Площта на пода в контакт с външен въздух – тип 3 (еркер) е  $121 \text{ m}^2$ .

Това ще доведе до понижаване на коефициента на топлопреминаване през под тип 1 до  $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  и до  $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  за под тип 3 (Таблица 46 и Таблица 47).

Таблица 46

Тип 1 - Под при неотопляем подземен етаж		Топлофизични параметри		
№	Конструкция, материали	$\delta, \text{ m}$	$\lambda, \text{ W/m.K}$	$R, \text{ m}^2\text{K} / \text{ W}$
Под на неотопляем приземен етаж				
1	Циментова замазка	0,040	0,930	0,0430
2	Подложен бетон	0,150	1,450	0,1034
3	Трамбован чакъл	0,350	1,100	0,3182
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,0400
Под над неотопляем подземен етаж				
1	Мозайка	0,020	2,470	0,0081
2	Циментова замазка	0,030	0,930	0,0323
3	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227
4	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1700
<b>Rse</b>				0,1700
ЕС Мярка				
1	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571
2	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083
Стена в контакт със земята под нивото на терена				
1	Стоманобетонна	0,300	1,630	0,1840
2	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Стена в контакт с външния въздух над нивото на терена				
1	Фибран XPS	0,100	0,030	3,3333
2	Мозаечна мазилка	0,005	0,750	0,0067
3	Мита бучарда	0,040	2,470	0,0162
4	Стоманобетон	0,250	1,630	0,1534
5	Вътрешна мазилка	0,010	0,700	0,0143
<b>Rsi</b>				0,1300
<b>Rse</b>				0,0400
Исходни параметри				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Площ на подовата плоча върху земя	<b>A<sub>g</sub></b>	m <sup>2</sup>	595,06

2	Периметър на подовата плоча върху земя	<b>P</b>	m	115,12
3	Площ на подовата плоча над неотопляем подземен етаж	<b>A<sub>f</sub></b>	m <sup>2</sup>	595,06
4	Дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена	<b>w</b>	m	0,41
5	Височина на стените на подземния етаж до горната повърхност на земята	<b>z</b>	m	2,00
6	Височина на стените над нивото на терена (стените, които са в контакт с външния въздух)	<b>h</b>	m	2,00
7	Площ на стените в контакт със земята	<b>A<sub>bw</sub></b>	m <sup>2</sup>	230,24
8	Площ на стените в контакт с въздуха	<b>A<sub>w</sub></b>	m <sup>2</sup>	197,53
9	Площ на дограмата в контакт с въздуха	<b>A<sub>win</sub></b>	m <sup>2</sup>	32,71
10	Кратност на въздухообмен в подземен етаж	<b>n</b>	h <sup>-1</sup>	0,30
11	Нетен обем на въздуха в подземния етаж	<b>V</b>	m <sup>3</sup>	2380,24
<b>Изчислителни параметри</b>				
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност
1	Пространствена характеристика на пода	<b>B'</b>	m	10,34
2	Приведена дебелина на пода	<b>d<sub>t</sub></b>	m	1,75
3	Приведена дебелина на стените на подземния етаж	<b>d<sub>bw</sub></b>	m	0,74
4	Коефициент на топлопреминаване на подовата плоча	<b>U<sub>0</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,35
5	Коефициент на топлопреминаване през пода на подземен етаж	<b>U<sub>bf</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,29
6	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт със земята	<b>U<sub>bw</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,95
7	Коефициент на топлопреминаване през стените на подземен етаж в контакт с въздуха	<b>U<sub>w</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,27
8	Коефициент на топлопреминаване през дограмата на подземен етаж в контакт с въздуха	<b>U<sub>win</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	1,70
9	Коефициент на топлопреминаване през пода на отопляемото помещение	<b>U<sub>f</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,30
10	Действителен коефициент на топлопреминаване през пода	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,24
11	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,41

Таблица 47

Тип 3 - Под, граничещ с външен въздух (еркер)		Топлофизични параметри			
№	Конструкция, материали	$\delta$ , m	$\lambda$ , W/m.K	R, m <sup>2</sup> K / W	
1	Ламиниран паркет	0,007	0,210	0,0333	
2	Топлоизолационна подложка	0,003	0,035	0,0857	
3	Циментова замазка	0,030	0,930	0,0323	
4	Стоманобетонна плоча	0,200	1,630	0,1227	
5	Външна мазилка	0,030	0,870	0,0345	
				<b>R<sub>si</sub></b>	0,1700
				<b>R<sub>se</sub></b>	0,0400
<b>ЕС Мярка</b>					
1	Стиропор EPS	0,100	0,035	2,8571	
2	Минерална мазилка	0,003	0,360	0,0083	
<b>Изчислителни параметри</b>					
№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
1	Коефициент на топлопреминаване през пода	<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> K	0,30	
2	Референтен коефициент на топлопреминаване през пода по сегашните действащи норми	<b>U<sub>реф</sub></b>	W/m <sup>2</sup> K	0,25	

## Финансов анализ по ЕСМ В4

Таблица 48

ЕСМ В4 - Топлинно изолиране на под					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв./м <sup>2</sup> ]	Стойност, [лв.]
1	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип EPS по тавана на неотопляемия сутерен с $\delta=100$ mm, вкл. лепило, арм. мрежа, полагане на акрилна вододисперсионна боя	m <sup>2</sup>	596	75	44 700
2	Доставка и монтаж на система от алуминиев профил с прекъснат термомост и стъклопакет $U \leq 1,7$ W/m <sup>2</sup> K, вкл. демонтаж на старите врати, вътрешно обръщане на дограма с гипсова шпакловка.	m <sup>2</sup>	33	240	7 920
3	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип XPS, $\delta=100$ mm, (вкл. лепило, арм. мрежа, ъглови профили и крепежни елементи) в/у външни стени - цокъл на неотопляем сутерен и полагане на цветна мозаечна екстериорна мазилка.	m <sup>2</sup>	213	90	19 170
4	Доставка и монтаж на топлоизолационна система тип EPS, $\delta=100$ mm, (вкл. лепило, арм. мрежа, ъглови профили и крепежни елементи) в/у еркер. Полагане на цветна, минерална, екстериорна мазилка.	m <sup>2</sup>	121	80	9 680
Обща стойност:					81 470
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>97 764</b>

ЕСМ С1 – Мерки по осветителната инсталация

За подобряване енергийната ефективност на осветителната уредба и привеждане на нивото на осветеност във физкултурния салон към действащите норми се предвижда подмяна на съществуващите крушки с нажежаема жичка с енергоспестяващи LED крушки и подмяна на всички осветителни тела във физкултурния салон с подходящи LED осветителни тела, осигуряващи нормативната осветеност.

Таблица 49

Осветление		Технически и експлоатационни параметри							
№	Тип на осветителните тела	W <sub>едн.</sub>	n <sub>инст.</sub>	W <sub>инст.</sub>	K <sub>едн.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост		E <sub>консум.</sub>
							дневна	годишна	
-	-	W	бр.	kW	-	kW	часа	дни	kWh
1	LED лампи	10	248	2,48	0,80	1,98	3,00	196	1 167
2	ЛЛ	18	76	1,37	0,80	1,09	3,00	196	644
3	ЛЛ	36	1328	47,81	0,80	38,25	3,00	196	22 489
4	LED осветително тяло	100	36	3,60	1,00	3,60	2,00	196	1 411
5	КЛЛ	20	20	0,40	0,80	0,32	3,00	196	188
Общо:		<b>184</b>		<b>55,66</b>		<b>45,24</b>			<b>25 898</b>
Изчислителни енергийни характеристики									
Отопляема площ		W <sub>инст.</sub>	P <sub>раб.</sub>	Използваемост	P <sub>едновр.</sub>				

m <sup>2</sup>	kW	kW	ч/седм	W/m <sup>2</sup>
9 019	55,66	45,24	35,00	2,09

Таблица 50

<b>ЕСМ С1 - Мерки по осветлението</b>					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв.]	Стойност, [лв.]
1	Подмяна на крушки с нажежаема жичка (ЛНЖ) с LED крушки.	бр.	248	8,0	1 984
2	Подмяна на старите халогенни и други осветителни тела във физкултурен салон с енергоефективни LED осветителни тела.	бр.	36	150	5 400
Обща стойност:					7 384
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>8 861</b>

ЕСМ С2 – Мерки по отоплителната инсталация

Тъй като съществуващата отоплителна инсталация в сградата е амортизирана и неефективна – стари, корозирали тръби и отоплителни тела, се предвижда рехабилитация на топлопреносната мрежа и подмяна на старите панелни и чугунени глидерни радиатори с нови отоплителни тела, включително поставяне на терморегулиращи вентили и обезвъздушители на всички отоплителни тела.

Финансов анализ по ЕСМ С2

Таблица 51

<b>ЕСМ С2 - Мерки по отоплителната инсталация</b>					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв.]	Стойност, [лв.]
1	Подмяна на старите отоплителни тела с нови, включително поставяне на терморегулиращ и секретен вентил, както и обезвъздушители на всяко отоплително тяло.	бр.	1	99 540	99 540
2	Рехабилитация на топлопреносната мрежа	бр.	1	48 900	48 900
Обща стойност:					148 440
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>178 128</b>

ЕСМ С3 – Подмяна на котелната инсталация

Тъй като съществуващата котелна инсталация в сградата е амортизирана и неефективна, а също и поради намалената консумация на топлинна енергия обусловена от топлинното изолиране на сградата, се предвижда доставка и монтаж на два нови котела, оборудвани с горелки на гориво промишлен газьол, отговарящи на съвременните стандарти и снабдени със система за автоматично управление на топлоподаването.



Финансов анализ по ЕСМ С3

Таблица 52

<b>ЕСМ С3 - Мерки за климатизация на залата за събрания</b>					
№	Наименование	Дименсия	Количество	Единична цена, [лв.]	Стойност, [лв.]
1	Подмяна на двата водогрейни котела и нафтовите горелки за отопление на сградата с нови по-ефективни и оборудване на котелното помещение с необходимата спирателна, контролна, регулираща арматура и автоматично управление.	комплект	1	60 014	60 014
Обща стойност:					60 014
<b>Обща стойност с ДДС:</b>					<b>72 017</b>

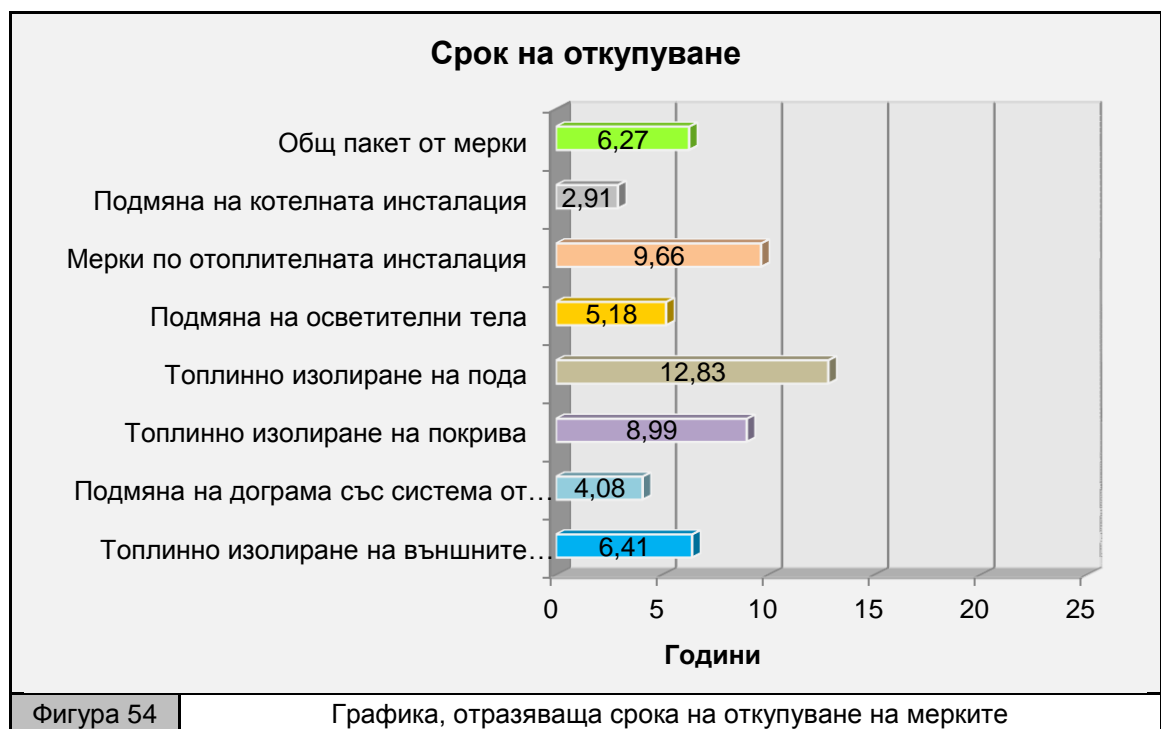
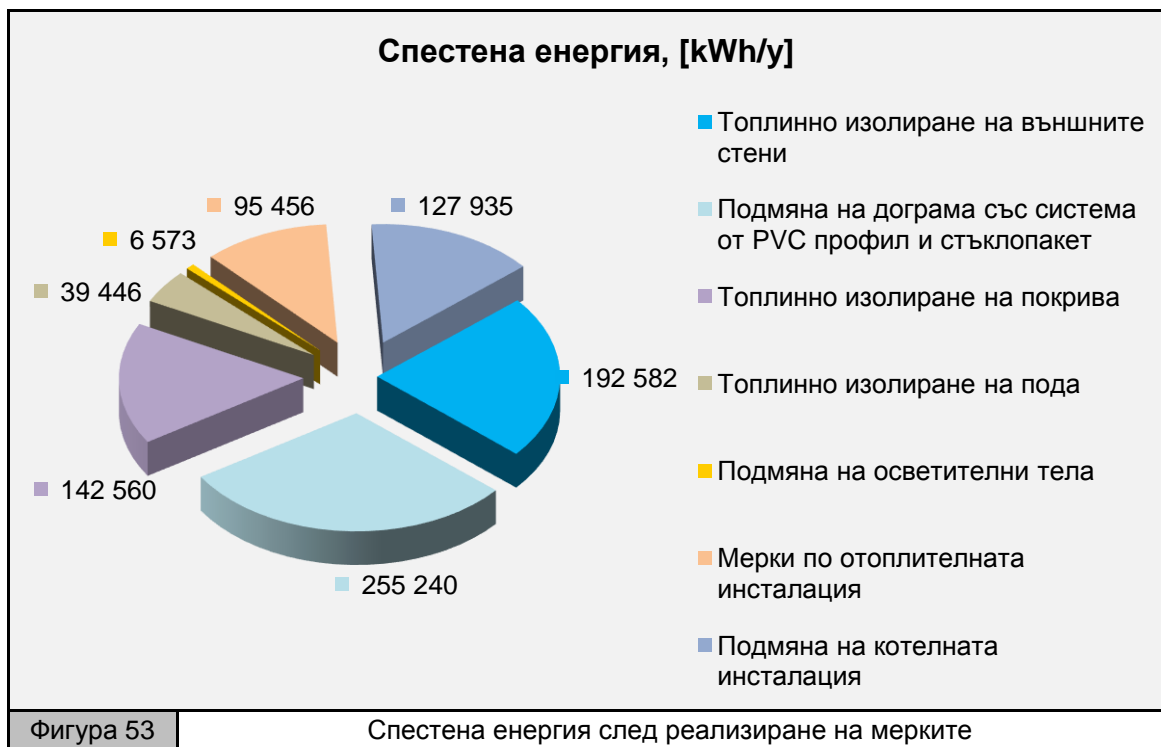
## 8. Техничко-икономическа оценка на мерките

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 53

№	Наименование на енергоспестяващите мерки	Съществувало положение	Спестена енергия				Анализ		
			Общо		Топлина от газьол	Електроенергия	Инвестиции	Печалба	Срок на откупуване
			kWh/y	%	kWh/y	kWh/y			
ЕСМ В1	Топлинно изолиране на външните стени	1 116 114	192 582	17,3	183 955	8 627	238 512	37 195	6,41
ЕСМ В2	Подмяна на дограма със система от PVC/AL профил и стъклопакет	1 116 114	255 240	22,9	243 805	11 435	201 096	49 296	4,08
ЕСМ В3	Топлинно изолиране на покрива	1 116 114	142 560	12,8	136 173	6 387	247 410	27 533	8,99
ЕСМ В4	Топлинно изолиране на пода	1 116 114	39 446	3,5	37 679	1 767	97 764	7 618	12,83
ЕСМ С1	Подмяна на осветителни тела	1 116 114	6 573	0,6		6 573	8 861	1 709	5,18
ЕСМ С2	Мерки по отоплителната инсталация	1 116 114	95 456	8,6	91 180	4 276	178 128	18 436	9,66
ЕСМ С3	Подмяна на котелната инсталация	1 116 114	127 935	11,5	122 204	5 731	72 017	24 709	2,91
	<b>Общ пакет от мерки</b>		<b>859 792</b>	<b>77,0</b>			<b>1 043 788</b>	<b>166 496</b>	<b>6,27</b>

От Таблица 53 и от графиките на Фигура 53 и Фигура 54 се вижда, че предлаганите мерки ще доведат до спестяване на енергията, изразходвана за отопление от 77,0% при обобщен срок на откупуване 6,27 години, след внедряване на целия пакет от мерки. Цената на топлинната енергия, с която е пресметната печалбата е 0,19 лв/kWh от промишлен газьол и 0,26 лв/kWh от електрическа енергия. Всички посочени цени са с ДДС.



Отпечатано от софтуер "Финансови изчисления" на ЕНСИ											
Проект: СУ Васил Левски гр. Крумовград						Фирма: Профпроект България ЕООД					
Всички мерки						Лиценз: 190097801					
Реален лихвен %: 2,9 %											
Мерки	*)	Инвестиция [BGN]	Нето икономии [BGN/Год.]	Живот [Год.]	PВ [Год.]	PO [Год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Макс. инвестиция 1) [BGN]	2) [Год.]
Подмяна на котелната инсталация		72.017	24.709	25	2,9	3,1	34	362.465	5,03	435.018	25,0
Подмяна на дограма		201.096	49.296	30	4,1	4,4	24	776.135	3,86	978.095	30,0
Топлинно изолиране на външни стени		238.512	37.195	30	6,4	7,2	15	498.832	2,09	737.996	30,0
Подмяна на осветителни тела		8.861	1.709	13	5,2	5,7	17	9.416	1,06	18.298	13,0
Топлинно изолиране на покрив		247.410	27.533	20	9,0	10,6	9	165.541	0,67	413.408	20,0
Мерки по отоплителната инсталация		178.128	18.436	20	9,7	11,5	8	98.383	0,55	276.817	20,0
Топлинно изолиране на под		97.764	7.618	20	12,8	16,3	5	16.494	0,17	114.384	20,0
Общо за всички мерки		1.043.788	166.496		6,3	7,0		1.927.266			

PВ = Срок на откупуване, PO = Срок на изплащане, IRR = Вътрешна норма на възвръщаемост, NPV = Нетна сегашна стойност, NPVQ = Коеф. на нетна сегашна стойност  
1) Макс. инвестиция с 2) год. срок на изплащане  
\*) N = Нерентабилна мярка, I = Мярка по вѐтр. микроклимат, R = Мярка за реконструкция

Изчислено от: Профпроект България ЕООД	Адрес:	Телефон:
--	--------	----------

**Фигура 55** 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 864 051 kWh/y с екологичен еквивалент 253,53 тона спестени емисии CO<sub>2</sub>, Таблица 54:

Таблица 54

№	Наименование на енергоспестяващите мерки	Спестена енергия		Коефициент на екологичен еквивалент на енергоресурси $f_i$		Спестени емисии
		Топлина от газьол	Електро-енергия	Промислен газьол	Електро-енергия	
		kWh	kWh	gCO <sub>2</sub> / kWh	gCO <sub>2</sub> / kWh	
ЕСМ В1	Топлинно изолиране на външните стени	183 955	8 627	267	819	56,18
ЕСМ В2	Подмяна на дограма със система от PVC/AL профил и стъклопакет	243 805	11 435	267	819	74,46
ЕСМ В3	Топлинно изолиране на покрива	136 173	6 387	267	819	41,59
ЕСМ В4	Топлинно изолиране на пода	37 679	1 767	267	819	11,51
ЕСМ С1	Подмяна на осветителни тела	-	6 573	-	819	5,38
ЕСМ С2	Мерки по отоплителната инсталация	91 180	4 276	267	819	27,85
ЕСМ С3	Подмяна на котелна инсталация	122 204	5 731	267	819	37,32
<b>Общо спестени емисии CO<sub>2</sub> :</b>						<b>254,29</b>

**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 осигуряват изискваните санитарно – хигиенни норми за топлинен комфорт. Средната поддържана температура в сградата е 10,6 °С, която е по - ниска от нормативната експлоатационна температура от 20,0 °С и температура с понижение 16,0 °С. Причини за това са топлинните загуби през ограждащите елементи, морално остарелите отоплителна инсталация и топлоизточник, липсата на автоматично управление на топлоизточника и регулиране на крайните отоплителни тела.

Установен е потенциал за намаляване на действително необходимите разходи за отопление със 77,0%, което се равнява на 859 792 kWh/y с екологичен еквивалент 254,29 тона спестени емисии CO<sub>2</sub>.

Необходимите инвестиции за въвеждане на енергоспестяващите мерки са в размер на 1 043 788 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 = 213,03 kWh/m<sup>2</sup>y**

Клас	EPmin, kWh/m <sup>2</sup>	EPmax, kWh/m <sup>2</sup>	УЧИЛИЩА
A+	<	25	
A	25	50	
B	51	100	
C	101	130	
D	131	180	
E	161	200	
F	201	240	
G	>	240	

Фигура 56      Скалата на класовете на енергопотребление

Сградата попада в **клас F** 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 показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

След реализиране на всички предложени мерки от дългия списък, общият годишен разход на първична енергия за сградата ще е в размер на **EP = 98,73 kWh/m<sup>2</sup>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. 90 от 2015 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

**Използвана литература**

1. *Ръководство по енергийно обследване. Методът ENSI „Ключови стойности“.* София, 2003 г.
2. *Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, “Закон за енергийната ефективност” в сила от 15.05.2015 г.*
3. *Наредба № Е-РД-04-01 от 22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради*
4. *Наредба № Е-РД-04-02 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите*
5. *Наредба № 15 за техническите правила и нормативни актове за проектирани, изграждане 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. 90 от 2015 г.*
7. *Министерство 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.*