

Възложител: Община Габрово

ДОКЛАД

Обследване за енергийна ефективност
на сградата на 8 ОУ “Св. Св. Кирил и Методи”, гр. Габрово



Изготвен от:
Енерфект
КОНСУЛТ

София, бул. Хр. Смирненски 1
Удостоверение № 000158 /25.06.2014 г.

Март 2017 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД.....	5
РАЗДЕЛ 1. ОПИСАНИЕ НА СГРАДАТА	6
1. ОПИСАНИЕ НА ОБЕКТА.....	6
1.1. Общи данни на сградата	6
1.2. Фасадни изгледи на сградата	8
2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА СГРАДНИТЕ ОГРАЖДАЩИ КОНСТРУКЦИИ И ЕЛЕМЕНТИ	9
2.1. Външни стени	9
2.2. Прозорци и врати.....	11
2.3. Покрив на сградата	12
2.4. Под на сградата.....	14
2.5. Топлинни мостове и потенциални топлинни мостове при топлоизолиране	16
2.5.1. Междуетажни подови плочи.....	16
2.5.2. Конзоли.....	16
2.5.3. Стълбища.....	17
2.5.4. Връзка неотопляем вход	17
2.5.5. Връзка покрив и стени. Корпуси А, В и С.....	18
2.5.6. Връзка покрив и стени. Корпус D.....	18
2.5.7. Връзка между неотопляем покрив и отопляеми помещения.....	18
2.5.8. Връзка между плосък покрив и стени.....	19
2.5.9. Колони	19
2.5.10. Връзка под и стени.....	19
2.5.11. Топлинни мостове при прозорци.....	19
3. КЛИМАТИЧНИ ДАННИ.....	20
3.1. Климатична зона.....	20
3.2. Месечна външна температура за периода 2014 - 2016 г.....	21
4. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА СЪЩЕСТВУВАЩОТО СЪСТОЯНИЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ПРОИЗВОДСТВО, ПРЕНОС, РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ	21
4.1. Отоплителна система	21
4.1.1. Котелна инсталация	21
4.1.2. Отоплителна инсталация	23
4.2. Вентилационна система	25
4.3. Вентилатори и помпи в сградата.....	25
4.4. Система за производство и снабдяване с битова гореща вода	25
4.5. Възобновяеми енергийни източници	25
4.6. Осветителна система на сградата	25
4.7. Електрически уреди влияещи на топлинния баланс на сградата	27
4.8. Електрически уреди невяляещи на топлинния баланс.....	27
4.9. Топлинна енергия отделяна от хора	27

РАЗДЕЛ 2. АНАЛИЗ НА КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ ПО ВИДОВЕ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ.....28

5. ЕНЕРГИЕН БАЛАНС НА СГРАДАТА И БАЗОВА ЛИНИЯ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗА ОСНОВНИТЕ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ28

- 5.1. Изходни данни 28
- 5.2. Енергиен модел на сградата..... 32
- 5.3. Обобщение на резултатите – основни изводи 33

6. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КЛАСА НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ.....34

РАЗДЕЛ 3. ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ36

7. СПИСЪК НА МЕРКИТЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ И ЕТАПИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕТО ИМ.....36

- 7.1. Мерки за енергийна ефективност..... 36

8. ПОДРОБНО ОПИСАНИЕ МЕРКИТЕ37

- ЕСМ 1.1. Топлоизолиране на покрива на сградата 37
- ЕСМ 1.2. Топлоизолиране на покрива на сградата с по-високи изисквания 39
- ЕСМ 2.1. Топлоизолиране на външните стени на сградата 41
- ЕСМ 2.2. Топлоизолиране на външните стени на сградата с по-високи характеристики 42
- ЕСМ 3. Топлоизолиране на подове и стени граничещи със земя 44
- ЕСМ 4. ВЕИ. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ 46
- ЕСМ 5. Подмяна на осветлението с по-енергийни ефективни лампи 47
- ЕСМ 6.1 Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с двоен стъклопакет с нискоемисийни стъкла и обобщен коефициент на дограмата не по-голям от $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ 49
- ЕСМ 6.2 Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и максимално високи изисквания за топлотехническите свойства на дограмата 50
- ЕСМ 7. Подмяна на отоплителна инсталация, автоматизация и мониторинг 51
- ЕСМ 8. Инсталиране на вентилационна инсталация за осигуряване на пресен въздух в помещенията..... 53
- МР 1. Монтаж на външни засенчващи устройства..... 56
- Други възможности мерки за подобряване на енергийната ефективност..... 56

9. ТЕХНИЧЕСКИ И ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА МЕРКИТЕ И ПАКЕТИТЕ ОТ МЕРКИ57

- 9.1. Енергийни разходи на сградата след прилагане на пакети от енергоспестяващи мерки 57
- 9.2. Енергийни характеристики на сградата по първична енергия след прилагане пакетите от мерки. Клас на енергопотребление 58
- 9.3. Икономически показатели на пакетите..... 58
- Пакет 1 59
- Пакет 2 60
- Пакет 3 61

9.4.	Избор на пакет от мерки	62
10.	АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ГОДИШНОТО КОЛИЧЕСТВО СПЕСТЕНИ ЕМИСИИ CO ₂	62
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – ИЗЧИСЛЕНИЕ НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ НА ПЛЪТНИТЕ ОГРАЖДАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – ИЗЧИСЛЕНИЕ НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ И НА ПРОПУСКЛИВОСТ НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ (G) НА ПРОЗОРЦИ И ВРАТИ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ИЗЧИСЛЕНИЕ НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ НА ЛИНЕЙНИ ТЕРМОМОСТОВЕ - ЕКРАНИ ОТ СОФТУЕР UNORM, ВЕРСИЯ 2012 - 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – РАЗПЕЧАТКИ ОТ ИЗЧИСЛЕНИЕТО НА ИЗРАЗХОДВАНАТА ОТ ОСВЕТЛЕНИЕТО И ЕЛЕКТРОУРЕДИТЕ ЕНЕРГИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 – ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СРЕДНОЧАСОВАТА КРАТНОСТ НА ВЪЗДУХООБМЕНА ЗА ПРОСТРАНСТВОТО ПРИ НАЛИЧИЕ НА ВЕНТИЛАЦИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 – ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ВЕНТИЛАЦИОННИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ И НЕОБХОДИМИЯ ДЕБИТ

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 – ИЗЧИСЛЕНИЕ НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ И НА ПРОПУСКЛИВОСТ НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ (G) НА ПРОЗОРЦИ И ВРАТИ СЛЕД ПРИЛАГАНЕ НА ЕСМ

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 – РАЗПЕЧАТКИ ОТ СОФТУЕР ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ПОТЕНЦИАЛА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛА ВОДА ОТ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 - ИЗЧИСЛЕНИЯ НА РЕАЛНО ОПОЛЗОТВОРЯЕМАТА ТОПЛИННА ЕНЕРГИЯ ОТ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ

ПРИЛОЖЕНИЕ 10 – РАЗПЕЧАТКИ НА ЕКРАНИТЕ ОТ КОМПЮТЪРНО ЕНЕРГИЙНО МОДЕЛИРАНЕ СЪС СОФТУЕР EAB, ВЕРСИЯ HC 1.0.

УВОД

Предмет на енергийното обследване е сградата на 8 ОУ “Св. Св. Кирил и Методий”, намираща се на бул. Могильов 69, ПК 5300, Габрово. Главната цел на този доклад е да се оцени енергийното състояние на обекта и да се анализират и препоръчат възможни енергоспестяващи мерки (ЕСМ), което ще доведе до намаляване на енергийните разходи на сградата, като се определят енергийните характеристики на сградата и класът на енергопотребление.

Другата цел на този доклад е да се съставят пакети от мерки за обновяване на сградата до клас на енергопотребление А съгласно наредба НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

Екип от специалисти извърши основен оглед на сградата, съоръженията и инсталациите и подготви основни конструктивни и енергийни данни за обекта. На базата на събраните данни беше извършен енергиен анализ, компютърно моделиране на сградата със специализиран софтуерен продукт “ЕАВ” и беше установен “нормализирания” разход на енергия, спрямо който бяха определени енергийните характеристики на обекта. В последствие беше извършена оценка на подходящи енергоспестяващи мерки. Паралелно с това сградата бе моделирана и със софтуера за сертифициране на сгради по стандарта EnerPHit (PHPP).

Обследването е извършено съгласно изискванията на Закона за енергийната ефективност (ЗЕЕ) и в съответствие с изискванията на НАРЕДБА № 7 от 2004 г. За енергийна ефективност на сгради (загл. Изм. - дв, бр. 85 от 2009 г., изм. - дв, бр. 27 от 2015 г., в сила от 15.07.2015 г.), НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите и НАРЕДБА № Е-РД-04-1 от 22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради.

Данните и резултатите от обследването- конструкция, енергийни инсталации, изчисление на енергийни показатели и характеристики са направени на база наличната информация от документацията на сградата, предходни енергийни обследвания на сградата, интервюта с персонала, измерване на размерите на сградата и енергийно моделиране на сградата, изпълнено съгласно нормативните изисквания в България.

Раздел 1.

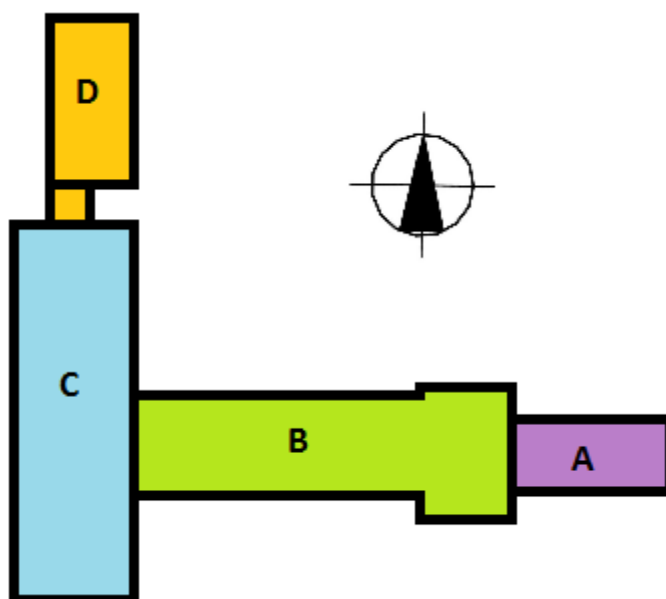
ОПИСАНИЕ НА СГРАДАТА

1. Описание на обекта

1.1. Общи данни на сградата

Обект на обследване за енергийна ефективност е сградата на 8 ОУ “Св. Св. Кирил и Методи”, намираща се на бул. Могилъов 69, гр. Габрово. Сградата е построена през 1970 г., като включва 4 корпуса: 3 учебни, един физкултурен салон и топла връзка свързваща учебните корпуси със салона, обозначени на фигура 1 като А, В, С и D.

Фигура 1. Основна схема на сградата



Сградата е разделена на 4 корпуса, показани на фигурата като А, В, С и D. Корпус А, е двуетажен в него са разположени учителските кабинети, бюфет, компютърния кабинет и книжарницата. От западната му страна е разположен корпус В, който е четириетажен, като най-долния етаж е частично вкопан в земята. В частично вкопания етаж се намират кухнята и столовата, а на по-горните етажи на корпуса са разположени учебни кабинети. Корпус С е на 5 етажа, като отново най-долния етаж е частично вкопан, като в него са разположени старото котелно помещение (в момента абонатна станция), фитнес зала учебни кабинети, а на горните етажи отново имаме учебни кабинети и санитарни възли. В корпус D са разположени двата физкултурни салона един над друг, а освен тях има съблекални с бани и санитарни помещения.

Понастоящем сградата се отоплява от котел на природен газ инсталиран в допълнително изградена за целта пристройка към сградата. Старото котелно помещение на разположено на ниво -5,20 в корпус С е изградено при строежа на сградата. В него са монтирани котли на течно гориво, които са изведени от експлоатация, а цялото котелно служи единствено за абонатна станция и разпределение на енергията в сградата.

Конструктивно сградата се разглежда като тухлена сграда със стоманобетонна конструкция. Обособени са 3 типа стени, 3 типа под и 2 типа покрив, подробно описани в глава 2 "Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи". Цялата дограмата в училището е сменена през 2005 г., като прозорците на физкултурния салон и входните врати на училището са с алуминиева рамка, а останалите са с PVC рамка. Въпреки, че дограмата е на едва 12 год. поради ниското качество и недобрата поддръжка е необходимо да се подмени. Стъклопакетът инсталиран в дограмата е двоен със структура 4-16-4, с обикновени стъкла, без селективни покрития, със затворен въздушен слой.

В училището се обучават 620 ученика на една смяна. Преподавателският, административният и обслужващият персонал наброява 64 души. Училището се експлоатира, средно по 6 часа дневно, при пет дневна работна седмица. Отоплението се извършва с локална отоплителна инсталация на природен газ с режим на работа средно по два часа повече от работния режим на сградата.

Основните строителни характеристики на обекта, необходими за оценката на енергийната ефективност на сградата съгласно Наредба №7 за енергийна ефективност в сгради, са следните:

Таблица 1. Основни общи строителни данни

Застроена площ	Разгъната площ	Отопляема площ	Брутен обем	Нетен отопляем обем
m ²	m ²	m ²	m ³	m ³
1957,9	7622,8	7608,6	28522,8	19470,7

Другите основни общи данни, влияещи на съществуващото енергийно състояние на сградата са следните:

Таблица 2. Данни на сградата и характеристики на обитаване

Сграда (наименование)	8 ОУ "Св. Св. Кирил и Методи"		
Адрес	гр. Габрово, бул. Могилъов № 69		
Тип сграда	Училище		
Собственост	Общинска, Община Габрово		
Година на построяване	1970		
Персонал	684 (ученици 620)		
График обитатели час/ден	График отопление час/ден		
Работни дни, час/ден	6	Работни дни, час/ден	8
Събота, час/ден	0	Събота, час/ден	0
Неделя, час/ден	0	Неделя, час/ден	0

1.2. Фасадни изгледи на сградата



Снимка 1. Снимка "Google Earth"



Снимка 2. Фасада юг



Снимка 3. Фасада изток



Снимка 4. Фасада север



Снимка 5. Фасада запад

2. Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи

Ограждащите елементи на сградата може да се характеризират със следните параметри:

2.1. Външни стени

Подробното описание на външните стени на сградата по корпуси и по небесни посоки е представено в таблица 3 и таблица 4.

Таблица 3. Външни стени на сградата обект на обследване. Корпуси А, В и С

Стена тип	Север, m ²	Изток, m ²	Юг, m ²	Запад, m ²	Общо, m ²	U, W/m ² K	U+TM*, W/m ² K
Тип 1	720,8	560,1875	647,2825	433,43	2361,70	1,38	1,44-1,46
Тип 2	23,96	19,395	0	43,225	86,58	2,05	2,05
Тип 3	48,935	4,8	47,93	4,03	105,70	0,99	0,99
Общо	793,70	584,38	695,21	480,69	2553,98	1,39	1,45

* Виж таблица 17

Таблица 4. Външни стени на сградата обект на обследване. Корпуси D

Стена тип	Север, m ²	Изток, m ²	Юг, m ²	Запад, m ²	Общо, m ²	U, W/m ² K	U+TM*, W/m ² K
Тип 1	67,58	107,9475	34,48	106,1775	316,185	1,38	1,46-1,57
Тип 2	39,06	73,14	16,92	73,2	202,32	2,05	2,05
Общо	106,64	181,0875	51,4	179,3775	518,505	1,64	1,70

* Виж таблица 17

Изчисленията на коефициентите на топлопреминаване на отделните типове външни стени са представени в таблица 5, таблица 6 и таблица 7.

Таблица 5. Стена тип 1. Тухлена зидария

№	Слой	δ	λ	R	U
	-	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K
	Rsi			0,13	
	Rse			0,04	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Тухлена зидария	0,250	0,790	0,3165	
3	Външна мазилка	0,040	0,870	0,0460	
	Обобщено :			0,561	1,38

Таблица 6. Стена тип 2. Стоманобетон 40 см. и бучарда

№	Слой	δ	λ	R	U
	-	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K
	Rsi			0,13	
	Rse			0,04	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Стоманобетон	0,400	1,630	0,2454	
3	Вароцим. пясъчен разтвор	0,030	0,870	0,0345	
4	Бучарда	0,030	3,500	0,0086	
	Обобщено :			0,487	2,05

Таблица 7. Стена тип 3. тухлена зидария 40 см.

№	Слой	δ	λ	R	U
	-	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K
	Rsi			0,13	
	Rse			0,04	
1	Вътрешна мазилка	0,020	0,700	0,0286	
2	Тухлена зидария	0,400	0,52	0,7692	
3	Външна мазилка	0,040	0,870	0,0460	
Обобщено :				1,0138	0,99

(Легенда: δ - дебелина на стената; λ - коефициент на топлопроводност; R – Термично съпротивление на слоя; Rsi / Rse – съпротивление на топлопредаване на вътрешната/външната повърхност на стената; U – коефициент на топлопреминаване)

2.2. Прозорци и врати

По фасадите на сградата се наблюдават следните видове прозорци и врати:

Тип 1. ПВХ прозорци и врати с двоен стъклопакет

Изпълнени са с PVC рамка с коефициент на топлопреминаване на рамката $U=1,60$ W/m²K. Използваният стъклопакет в прозорците е двоен, със структура 4-16-4 mm, без селективни покрития по стъклата и с разделителна въздушна междина. Дистанционерът е алуминиев, с линеен коефициент на топлопреминаване $\psi = 0,04$ W/mK. Общата площ на дограмата от този тип е 1280,14 m² (32,36 m² в корпус D).

Тип 2. Алюминиеви прозорци и врати с двоен стъклопакет

Изпълнени са с алуминиева рамка с прекъснат термомост и коефициент на топлопреминаване на рамката $U=2,40$ W/m²K. Използваният стъклопакет в прозорците е двоен, със структура 4-16-4 mm, без селективни покрития по стъклата и с разделителна въздушна междина. Дистанционерът е алуминиев, с линеен коефициент на топлопреминаване $\psi = 0,04$ W/mK. Общата площ на дограмата от този тип е 192,45 m².

Усредненият коефициент на топлопреминаване на прозорците и вратите в блокове А, В и С е средно 2,51 W/m²K, а сумарният коефициент на слънцепропускливост на дограмата е 0,35.

Усредненият коефициент на топлопреминаване на прозорците и вратите в блок D на сградата е средно 2,81 W/m²K, а сумарният коефициент на слънцепропускливост на дограмата е 0,77.

Таблица 8. Външна дограма – топлотехнически показатели (в таблицата не влизат прозорците и врати на неотопляеми помещения граничещи с външен въздух)

	Корпуси А, В и С			Корпус D		
	A (m ²)	U (W/m ² K)	g (-)	A (m ²)	U (W/m ² K)	g (-)
Север	258,55	2,56	0,47	0,00	-	-
Изток	286,55	2,49	0,32	101,98	2,81	0,40
Юг	348,24	2,50	0,38	22,14	2,87	0,07
Запад	354,44	2,49	0,27	103,69	2,80	0,27
Общо	1247,78	2,51	0,35	227,81	2,81	0,31

Стойностите са изчислени и обобщени със софтуерно приложение за проектиране на пасивни къщи PHPP. Разпечатки от въведените данни и крайните резултати от приложението са представени в Приложение 2. Общата площ на дограмата от този тип е 1475,59 m².

2.3. Покрив на сградата

В сградата има два типа покривни конструкции:

Първи тип:

Представява покрив със затворен въздушен слой и следните слоеве:

Таванска плоча над отопляем обем:

Таван (определяне на U1)			
Слой	d	l	R
-	m	W/mK	m ² K/W
Rsi1			0,1
Rse1			0,1
Циментова замазка	0,030	0,93	0,032
Стоманобетон	0,120	1,63	0,074
Вътрешна мазилка	0,020	0,7	0,029
Перлит	0,085	0,26	0,326923
Обобщено :	R=	0,661	U=
			1,512

Покривна конструкция:

Покрив			
Слой	d	l	R
-	m	W/mK	m ² K/W
Rsi1			0,17
Rse1			0,04
Хъдроизолация с посипка	0,010	0,17	0,059
Цим. Замазка	0,015	0,93	0,016
Стоманобетон	0,100	1,63	0,061
Обобщено :	R=	0,346	U=
			2,888

Стени на подпокривното пространство:

Стена на подпокривното пространство			
Слой	d	l	R
-	m	W/mK	m ² K/W
Rsi1			0,13
Rse1			0,04
Тухлена зидария	0,250	0,790	0,316
Външна мазилка	0,040	0,870	0,046
Обобщено :	R=	0,532	U=
			1,878

Покривите от този тип са три, всеки с различна площ, отношения между стени в подпокривното пространство и площ на таванската плоча и различни подпокривни височини. Крайните резултати за обобщените коефициенти на топлопреминаване на отделните покриви са представени в таблици 9, 10 и 11, а изчисленията в Приложение 1. Общата площ на покривите от този тип е 1557,73 m².

Таблица 9. Общи данни на покрива на корпус А

Площ на таванска плоча	199,03	m ²
Площ на покрива	199,03	m ²
Периметър на покрива	51	m
Площ на стените на подпокривното пространство	43,7	m ²
Височина на въздушния слой	0,9	m
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух	0,80	W/m ² K
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух с отчитане на топлинни мостове *	0,75	W/m ² K

* Виж таблица 17

Таблица 10. Общи данни на покрива на корпус В

Площ на таванска плоча	546,63	m ²
Площ на покрива	546,63	m ²
Периметър на покрива	124	m
Площ на стените на подпокривното пространство	105	m ²
Височина на въздушния слой	1,0	m
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух	0,78	W/m ² K
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух с отчитане на топлинни мостове *	0,74	W/m ² K

* Виж таблица 17

Таблица 11. Общи данни на покрива на корпус С

Площ на таванска плоча	812,07	m ²
Площ на покрива	812,07	m ²
Периметър на покрива	136	m
Площ на стените на подпокривното пространство	115,8	m ²
Височина на въздушния слой	1,19	m
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух	0,76	W/m ² K
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух с отчитане на топлинни мостове	0,73	W/m ² K

* Виж таблица 17

Втори тип:

Представлява плосък покрив, над физкултурния салон и топлата връзка в корпус D. Изграден е от стоманобетонна плоча с дебелина 18 см. Над него е положена хидроизолация, а от долната страна на плочата има окачен таван с рабицова мрежа и мазилка. Височината на затворения въздушен слой над рабицовата мрежа е 10 см. Общата площ на покрива тип 2 е

404,33 m². Коефициентът на топлопреминаване на покрива е 1,93 W/m²K. Изчисленията на коефициента на топлопреминаване са представени в таблицата по-долу.

Таванска плоча над отопляем обем:

Покрив			
Слой	d	l	R
-	m	W/mK	m ² K/W
Rsi			0,1
Rse			0,04
Хидроизолация с посипка	0,002	0,17	0,012
Хидроизолация	0,006	0,17	0,035
Циментова замазка арм	0,035	0,93	0,038
Стоманобетон	0,18	1,630	0,110
Затворен въздушен слой 10 см	0,1	-	0,15
Окачен таван на рабицова мрежа	0,030	0,930	0,032
Обобщено :	R=	U=	1,933
Коефициент на топлопрминаване на таванската плоча отнесен към външен въздух с отчитане на топлинни мостове		1,74	W/m ² K

Общата площ на покривите на сградата е 1962,06 m², а обобщеният коефициент на топлопреминаване на покрива, отнесен към външния въздух, е U_{покрив} = 1,01 W/m²K (вкл. U_{покрив} = 0,94 W/m²K). Подробни данни за топлофизичната оценка на покривните конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

2.4. Под на сградата

В сградата има три типа подови конструкции. Първата от тях е под на отопляем подземен етаж, втората е под директно граничещ със земя, а третата е подова конструкция над неотопляем подземен етаж.

Конструкцията на първия тип под е стоманобетонна плоча с дебелина 15 см., положена върху насип от баластра. Над плочата е положена битумна хидроизолация, циментопясъчна изравнителна замазка и завършващ слой (мозайка за корпус В и С и дюшеме за корпус D). Стените на сутерена граничещи със земя са от стоманобетон с дебелина 40 см. Този тип подова конструкция е разположена под корпусите В и С. Подовата конструкция има следните основни конструктивни параметри:

Таблица 12. Общи данни на пода на отопляемия сутерен (корпус В и С)

Площ на подовата плоча към земя	1061,72	m ²
Периметър на подовата плоча към земя	182,4	m
Светла височина на помещението	3,00	m
Площ на стените граничещи със земя	362,1	m ²
Обща площ на подове и стени към земя	1423,8	m ²
Коефициент на топлопрминаване на пода отнесен към външен въздух	0,30	W/m ² K
Коефициент на топлопрминаване на стените отнесен към външен въздух	0,86	W/m ² K
Обобщен коефициент на топлопрминаване отнесен към външен въздух	0,44	W/m ² K

Таблица 13. Общи данни на пода на отопляемия сутерен (корпус D)

Площ на подовата плоча към земя	400,3	m ²
Периметър на подовата плоча към земя	93,5	m
Светла височина на помещението	4,95	m
Площ на стените граничещи със земя	235,9	m ²
Обща площ на подове и стени към земя	636,2	m ²
Коефициент на топлопрминаване на пода отнесен към външен въздух	0,34	W/m ² K
Коефициент на топлопрминаване на стените отнесен към външен въздух	0,76	W/m ² K
Обобщен коефициент на топлопрминаване отнесен към външен въздух	0,50	W/m ² K

Вторият тип конструкция е под над неотопляем подземен етаж, граничещ с помещението към старото котелно в корпус С и с подземен канал за тръбопроводи на отоплителната инсталация в корпус А. Конструкцията на пода на отопляемия етаж към сутерена е стоманобетонна плоча с дебелина 15 см., с положена над нея циментопясъчна изравнителна замазка и завършващ слой мозайка. Подът на подземния етаж е стоманобетонен, с положена под него хидроизолация върху насип от баластра. Част от стените на сутерена са граничещи с външен въздух от стоманобетон, от външната страна с бучарда, описани като стени тип 2. Основните данни на двата вида под с подова конструкция тип 2 са представени в Таблице 14. Този тип подова конструкция се наблюдава в корпус С и корпус А. Подовата конструкция има следните основни конструктивни параметри:

Таблица 14. Общи данни на пода на отопляемия сутерен. Корпус С

Площ на подовата плоча към земя	296,98	m ²
Периметър на подовата плоча към земя	53,69	m
Светла височина на помещението (средно)	4,25	m
Площ на стените граничещи със земя	155,7	m ²
Площ на стените граничещи с външен въздух	64,12	m ²
Площ на прозорците на подземния етаж	8,36	m ²
Коефициент на топлопреминаване отнесен към външен въздух	0,812	W/m ² K

Таблица 15. Общи данни на пода на отопляемия сутерен. Корпус А

Площ на подовата плоча към земя	63,73	m ²
Периметър на подовата плоча към земя	47,9	m
Светла височина на помещението (средно)	2,20	m
Площ на стените граничещи със земя	105,38	m ²
Площ на стените граничещи с външен въздух	9,58	m ²
Площ на прозорците на подземния етаж	0,00	m ²
Коефициент на топлопрминаване отнесен към външен въздух	0,742	W/m ² K

Третият тип конструкция е под директно граничещ със земя, разположен под корпус А. Подът представлява стоманобетонна плоча с дебелина 15 см., като над нея е положена циментопясъчна изравнителна замазка и завършващ слой мозайка. Основните данни на пода с подова конструкция от тип 3 са представени в Таблица 16.

Таблица 16. Общи данни на пода на отопляемия сутерен

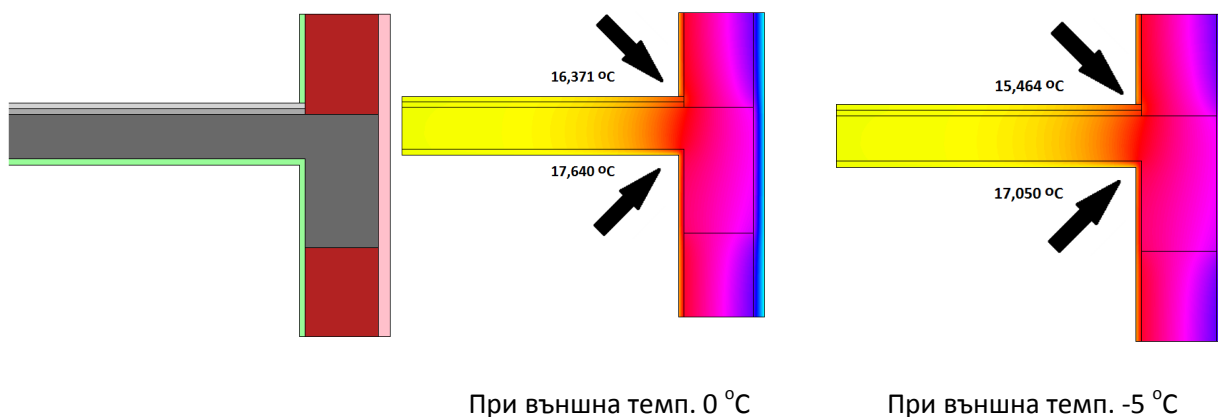
Площ на подовата плоча към земя	135,30	m ²
Периметър на подовата плоча към земя	51,40	m
Коефициент на топлопрминаване отнесен към външен въздух	0,586	W/m ² K

Общата площ на всички видове подове и стените граниещи със земя е 2556,01 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух е $U_{\text{под}} = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на стените на отопляеми помещения граниещи със земя 598 m², а коефициентът на топлопреминаване е 0,82 W/m²K. Общата площ на всички видове подове е 1958 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух, е $U_{\text{под}} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$. Подробни данни за толофизичната оценка на подовите конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

2.5. Топлинни мостове и потенциални топлинни мостове при теплоизолиране

Граничните стойности за изчисление на топлинните мостове са външна температура на въздуха 0 °C и температура на въздуха в помещенията 20 °C. За изчисляване на най-ниската температура на вътрешните повърхности от страната на помещението е зададена стойност на външния въздух (-5) °C. Всички неопляеми помещения са приети с температура на въздуха 5 °C.

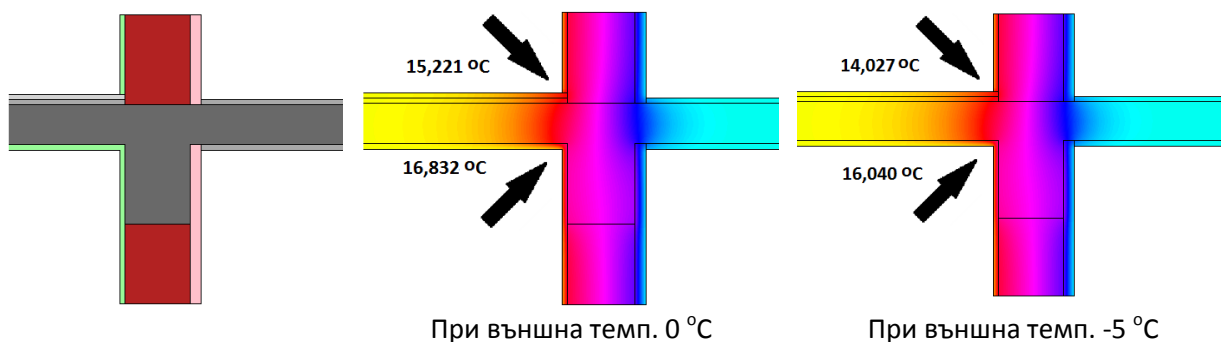
2.5.1. Междуетажни подови плочи



Основни характеристики

- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,197 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 594,94 \text{ m}$;
- Дължина на топлинния мост по корпус D: $l = 107,45 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура (при -5 °C): $\theta_i = 15,464 \text{ °C}$.

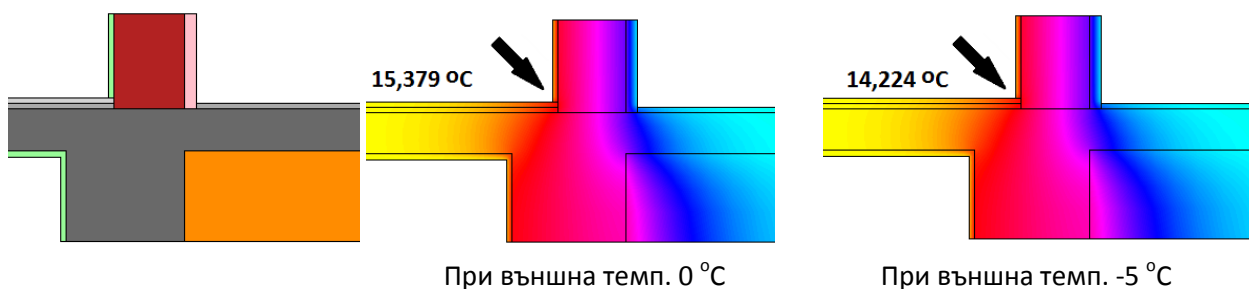
2.5.2. Конзоли



Основни характеристики

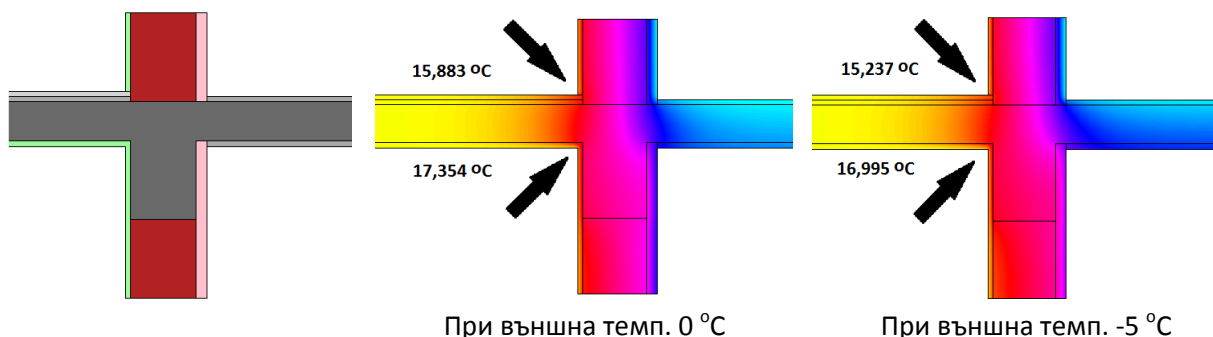
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,420 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 50,51 \text{ m}$;
- Дължина на топлинния мост по корпус D: $l = 7,05 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 14,027 \text{ °C}$.

2.5.3. Стълбища



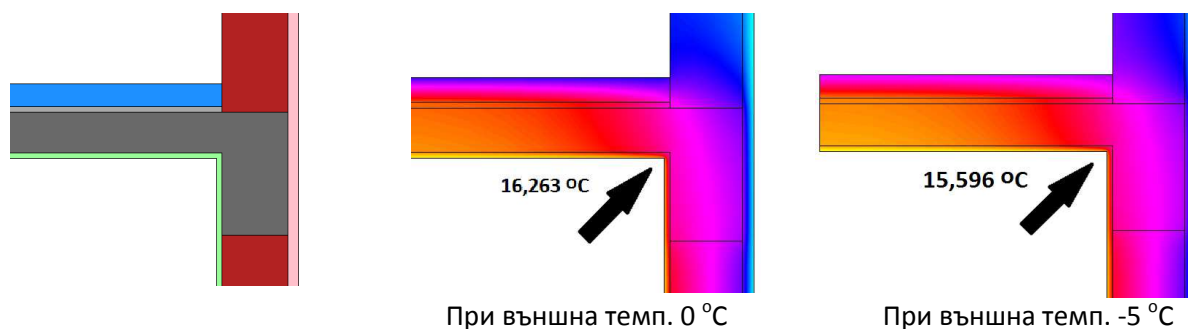
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = -0,232 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 44,10 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 14,224 \text{ °C}$.

2.5.4. Връзка неотопляем вход



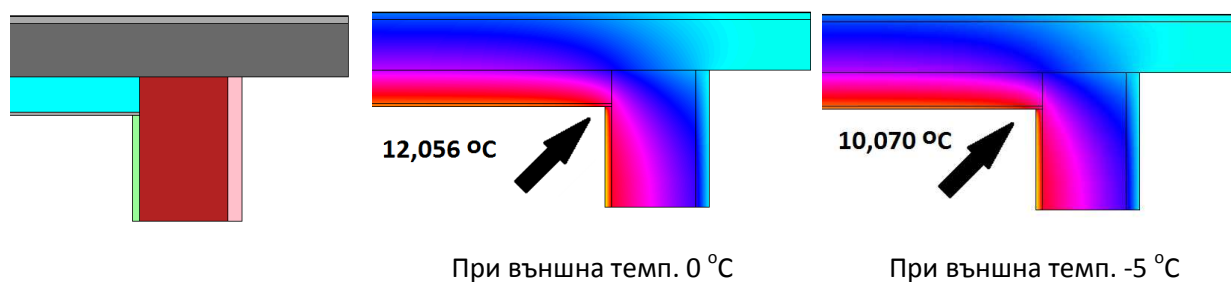
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,082 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 20,1 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 15,237 \text{ °C}$.

2.5.5. Връзка покрив и стени. Корпуси А, В и С



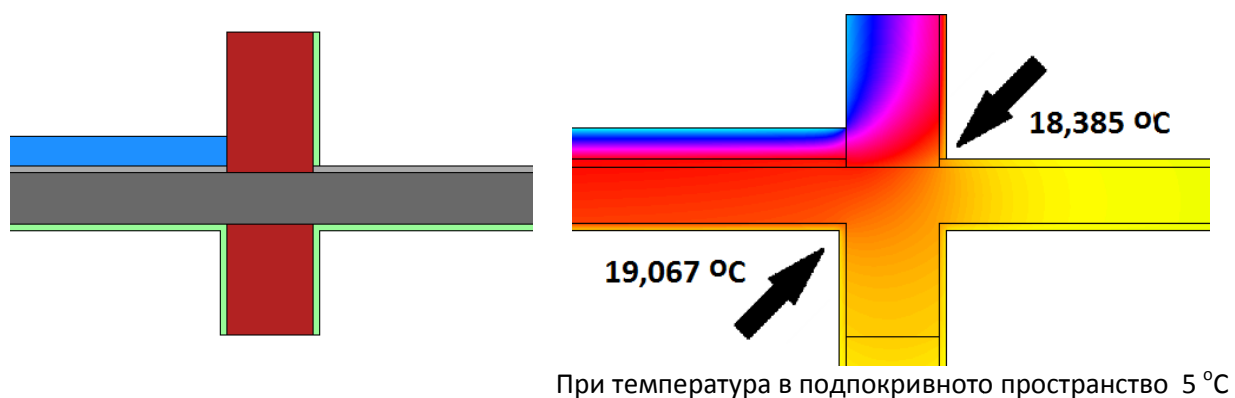
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = -0,200 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 311,12 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_{i} = 15,596 \text{ °C}$.

2.5.6. Връзка покрив и стени. Корпус D



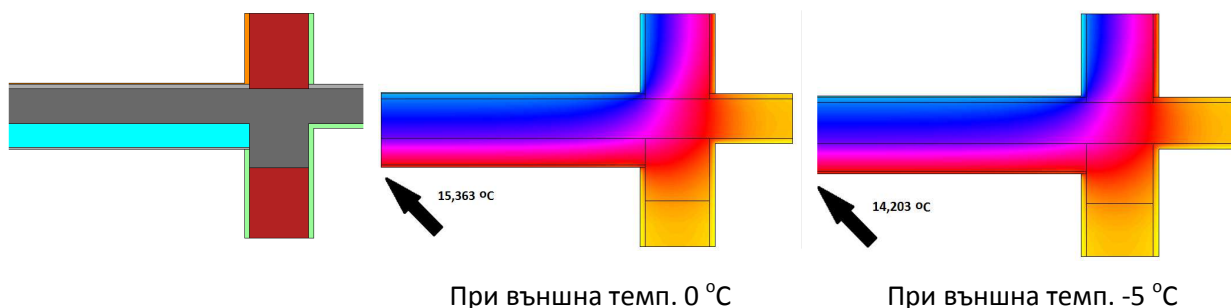
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,775 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси D: $l = 97,5 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_{i} = 10,070 \text{ °C}$.

2.5.7. Връзка между неотопляем покрив и отопляеми помещения



- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,203 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 19,05 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_{i} = 18,385 \text{ °C}$.

2.5.8. Връзка между плосък покрив и стени



- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,423 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 4 \text{ m}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси D: $l = 4 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 14,203 \text{ °C}$.

2.5.9. Колони

- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост при колони с дебелина 25 см е $\psi = 0,065 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 379,2 \text{ m}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси D: $l = 96 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 16,989 \text{ °C}$.

2.5.10. Връзка под и стени

Изчислено и въведено като част от коефициента на топлопреминаване на подовите конструкции.

2.5.11. Топлинни мостове при прозорци

Топлинните мостове при връзката на прозореца със стената и при връзката на стъклата с рамките са въведени като част от коефициента на топлопреминаване на прозорците и вратите в сградата.

Корекция на коефициента на топлопреминаване с добавяне на топлинния мост:

Таблица 17. Въвеждане на топлинни мостове на корпуси А, В и С

Ограждащата конструкция подлежаща на корекция	Обща дължина на топлинните мостове	Осреднен коефициент на топлинните мостове	Площ на ограждащите елементи	Коефициент на топлопреминаване на ограждащата конструкция	Коригиран коефициент на топлопреминаване
	l	W/mK	m ²	W/m ² K	W/m ² K
Стени тип 1 север	303,35	0,148	720,8	1,38	1,44
Стени тип 1 изток	254,05	0,144	560,19	1,38	1,45
Стени тип 1 юг	316,55	0,134	647,28	1,38	1,45
Стени тип 1 запад	237,95	0,152	433,43	1,38	1,46
Покрив корпус А	51,40	-0,200	199,03	0,8	0,748
Покрив корпус В	123,52	-0,200	546,63	0,78	0,735
Покрив корпус С	136,20	-0,200	812,07	0,76	0,727

Таблица 18. Въвеждане на топлинни мостове на корпус D

Ограждащата конструкция подлежаща на корекция	Обща дължина на топлинните мостове	Осреднен коефициент на топлинните мостове	Площ на ограждащите елементи	Коефициент на топлопреминаване на ограждащата конструкция	Коригиран коефициент на топлопреминаване
	l	W/mK	m ²	W/m ² K	W/m ² K
Стени тип 1 север	60,4	0,092	67,58	1,38	1,462
Стени тип 1 изток	42,65	0,228	107,95	1,38	1,470
Стени тип 1 юг	68,8	0,097	34,48	1,38	1,573
Стени тип 1 запад	42,65	0,197	106,18	1,38	1,459
Покрив	97,50	-0,775	400,34	1,93	1,741

3. Климатични данни

3.1. Климатична зона

Съгласно климатичното райониране на Република България според НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите обекта принадлежи към Климатична зона 4 – Северна България - централна част. За този климатичен район са характерни следващите основни изчислителни климатични данни,

спрямо които се прави енергийна оценка на сградите. Продължителността на отоплителния сезон е 189 дни от 16 октомври до 23 април. Изчислителните отоплителни ден-градуси са 2700 при 19 °С вътрешна температура и 12 °С гранична температура за прекъсване на отоплението. Изчислителната външна температура през зимния период е (-17) °С. Месецът с най-ниска средна месечна външна температура е януари с -0,2 °С.

3.2. Месечна външна температура за периода 2014 - 2016 г.

Бяха обработени данни за реалните средномесечни външни температури в Габрово за последните 3 календарни години. Данните за външната температура са обобщени в таблица 19, където са представени и средните месечни температури от нормативната база данни за климатична зона 4.

Таблица 19. Средни месечни външни температури в Габрово през периода 2014 - 2016 г.

Месец	Норматив – зона 4	Измерени температури в климатичната зона*		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Януари	-0,2	3,0	2,4	-0,2
Февруари	1,3	4,5	2,4	8,3
Март	5,7	8,5	5,7	8,1
Април	12,7	11,7	10,3	14,8
Май	17,4			
Юни	21,1			
Юли	23,6			
Август	23			
Септември	19,1			
Октомври	12,8	10,4	10,7	10,6
Ноември	6,2	5,7	9,3	6,6
Декември	0,4	2,3	3,8	-0,1

* Данните са предоставени от Община Габрово

4. Анализ и оценка на съществуващото състояние на системите за производство, пренос, разпределение и потребление на енергия

4.1. Отоплителна система

4.1.1. Котелна инсталация

През 2013 г. за производството на топлинна енергия за отопление на сградата е инсталиран един нов водогреен котел работещ на природен газ. Котелът е инсталиран в специално изградена за целта пристройка към сградата. От там, топлоносителят вода се транспортира до старото котелно помещение, където са подаващият и връщащият разпределителни колектори.

Котелът е чугунен водогреен котел марка "FONDITAL CALDAIE", модел "RODI DUAL HR 1200". Работното налягане на котела е 0,6 МПа, максималната полезна мощност е 1200 kW, а минималната е 600 kW. Котелът е оборудван с горелка OERTLI, модел "OES - 541 GL", с обхват на мощността от 160 до 1512 kW.

Регулирането на топлинния товар е автоматично, извършва се чрез контролер по задание по външна температура. Отчитане на горивото се прави по данни от търговските разходомери на дружеството доставчик на природен газ.



Снимка 6. Котел



Снимка 7. Табелка с данни на котел



Снимка 8. Табелка с данни на горелка



Снимка 9. Ново котелно помещение

Функционирането на котлите е нормално, настройката е в норми, няма влошени характеристики на горивния процес причинени от сажди, налепи и други. Тъй като котела е нов и настроен с мощност отговаряща на мощността на сградата е приет сезонен коефициент на полезно действие $\eta = 91 \%$.

Обезопасяването на инсталацията е чрез един затворен мембранен разширителен съд разположен в котелното помещение.

Старо котелно помещение

В старото котелно помещение са инсталирани два броя водогрейни котли работещи с промишлен газьол. Котлите са български, марка "Souliq", модел "S5-600", с максимална топлинна мощност 696 kW, произведени през 2001 г. Снабдени са с горелки "RIELLO", модел GI/EMME 900, с обхват по мощност от 250 до 922 kW. Котлите са изведени от експлоатация и няма планове да се използват отново, затова не са разглеждани като част от енергийния баланс на сградата и не са правени измервания на ефективността им на работа.



Снимка 10. Старо котелно

4.1.2. Отоплителна инсталация

Отоплението в сградата се осъществява посредством два типа отоплителни тела. Първият тип отоплителни тела, представляват стоманени панелни радиатори (снимка 11) и са инсталирани в класните стаи, в големия физкултурен салон и в кабинетите на преподавателите. Вторият тип радиатори представляват тръбни оребрени отоплителни тела (снимка 12), разположени на ниво -1 (кота -3,30) и по коридорите в сградата. Отоплителните тела са без термостатични вентили. Радиаторите са свързани с абонатната станция (старото котелно) посредством разпределителната мрежа тип "Тихелман" (попътна), със стоманени тръби. Отоплителната инсталация е стара и амортизирана, голяма част от помещенията в сградата не се отопляват достатъчно, а други прегрети поради липсата на регулиране на радиаторите. Поради неработещите спирателна и регулираща арматура по трасетата на отоплителната инсталация подаването на топлина в отделните помещения, зависи от щранга и от отдалечеността на абонатната станция. Цялата инсталация се нуждае от основен ремонт и подмяна на отоплителните тела, а абонатната станция от доизолиране на всички тръбни връзки, помпи, спирателни кранове, колена и събирателни съдове.



Снимка 11



Снимка 12

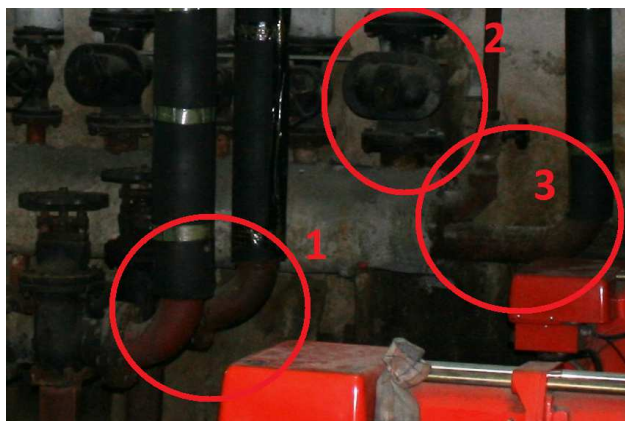
Циркулацията на топлоносител в отоплителната инсталация се осъществява чрез две помпи Grundfos MAGNA1 65-120 с честотно регулиране (снимка 13) и тристепенна резервна помпа Grundfos UPS 65-120. Разпределението към различните корпуси се осъществява чрез разпределителен и събирателен колектори, двата колектора са стари, изолацията на места е компрометирана и са изолирани само част от елементите в системата. На снимка 14 са показани разпределителния и събирателния колектори, а на снимка 15 част от пропуските в изолацията и нарушената изолация в следствие на дългогодишната експлоатация. Изцяло неизолирани са всички помпи и спирателната апаратура.



Снимка 13



Снимка 14



Снимка 15

1. Неизолирани връзки със спирателната апаратура;
2. Неизолирани спирателни кранове;
3. Неизолирана връзка със събирателния колектор.

Циркулацията на топлоносителя от новата котелна инсталация до абонатната станция се осъществява посредством допълнителна помпа Briral AG CH-3110 münsingen с честотно регулиране. Топлопроводите в котелната централа, която е извън отопляемия обем, не са изолирани, както и всички спирателни кранове и арматура. Топлопроводите между котелната централа и абонатната станция са топлоизолирани и в отлично състояние.

Освен централната отоплителна система в сградата има инсталирани 7 броя индивидуални климатици. Отоплителната мощност на пет от климатиците е 12000 BTU/h, равнящо се на 3,52 kW, а на останалите 9000 BTU/h, равнящо се на 2,64 kW. Всички климатици са с клас на енергопотребление А. Климатите се използват единствено за отопление, но рядко и влияят върху минимална част от общата отопляема площ на сградата, поради което не са отразени в енергийния модел на сградата.

4.2. Вентилационна система

В сградата няма изградена общообменна вентилационна инсталация. Единствено е инсталирана смукателна вентилация в кухнята, но тя е изведена от експлоатация. Инсталирани са индивидуални вентилатори за физкултурния салон и котелните помещения.

4.3. Вентилатори и помпи в сградата

Таблица 20. Основни характеристики на помпите

Модел	Брой	Честотно редулиране	Мощност (степен)			Режим на работа	
			(1), W	(2), W	(3), W	Дни/седм.	часа
GRUNDFOS MAGNA1 65-120 F 340	1	Да	24 W - 774 W			5	8
GRUNDFOS UPS 65-120 F (резервна)	1	Не	850	900	1150	0	0
Biral AG CH-3110 münsingen	1	Да	500 W - 1150 W			5	8
ЕлпромА0-90L-6 (нафта)	2	Не	1100			0	0

4.4. Система за производство и снабдяване с битова гореща вода

Топлата вода за битови нужди се осигурява от осем обемни електрически бойлера, с мощност 3 kW, без нагревателни серпентини за подгръвяване от топлоносител и два проточни електрически бойлера с мощност 3 kW.

4.5. Възобновяеми енергийни източници

В сградата не се използват ВЕИ.

4.6. Осветителна система на сградата

В Таблица 21 са представени изброените, инсталирани осветителни тела в сградата.

Таблица 21. Осветителни тела в сградата

№	Наименование	Осветителни тела	бр. лампи в осветително тяло	Мощност	Инсталирана мощност
-	-	-	W	W	W
Корпуси А, В и С					
1	ЛНЖ	86	1	60	1
2	Луминесцентни	3	1	36	2
3	Луминесцентни	149	2	36	3
4	Луминесцентни	326	3	36	4
5	Луминесцентни	21	2	18	5
6	Луминесцентни	35	4	18	6
7	Енергоспестяващи лампи	6	1	25	7
	Общо	626			54 630
Корпус D					
8	ЛНЖ	30	1	60	1800
9	Луминесцентни	10	2	36	720
10	Луминесцентни	2	3	36	216
11	Луминесцентни	2	2	18	72
12	Живачни лампи	14	1	250	3500
8	ЛНЖ	30	1	60	6308
9	Луминесцентни	10	2	36	1800
	Общо	58			6 308

Общата инсталирана мощност на осветителните тела в сградата е 61 kW. Подробен разчет на изчисленията на количеството изразходвана електрическа енергия за осветление и уреди е представен в Приложение 3. Средната консумирана мощност за осветление в сградата при установения работен режим 3 часа дневно е 3,56 W/m². Поради големият брой несветещи лампи е направена нормализация на потреблението, представена в приложение 3 и е установена средна консумация за осветление 5,09 W/m² при работен режим 3 часа/дневно,



Снимка 16



Снимка 17



Снимка 18



Снимка 19



Снимка 20

4.7. Електрически уреди влияещи на топлинния баланс на сградата

Електрическите уреди, които влияят на топлинния баланс са тези, които се намират в отопляеми помещения и при работата си имат топлинни загуби, които се явяват допълнителен топлинен приток за сградата. В сградата основните консуматори на електроенергия са компютри, офис оборудването и електроуредите в бюфета. В сградата има оборудвана кухня, която към момента не функционира. Подробен разчет за количеството изразходвана електрическа енергия от осветителните тела и уредите е представен в Приложение 3. Средната консумирана мощност от електрически уреди в сградата при работен режим 8 часа/дневно и 5 дни седмично е $0,97 \text{ W/m}^2$.

4.8. Електрически уреди невяляещи на топлинния баланс

Невяляещи на топлинния баланс на сградата на 8 ОУ са единствено вентилаторите във физкултурния салон и котелните помещения и едно осветително тяло в котелното помещение. Има инсталирани общо 5 броя вентилатори с мощност 350 W и работен режим 3 час дневно и едно осветително тяло с два луминесцентни осветители по 36 W. Осветлението в котелното помещение работи по 2 часа дневно.

4.9. Топлинна енергия отделяна от хора

Таблица 22. Режим на обитаване на сградата и отделена топлина от обитатели

№		Начин на обитаване	Режим на работа	Брой обитатели	Специфична отделена топлина (явна)	Време		Отделена топлина
						час/дн.	дни/год.	
-		-	-	-	W/човек			kWh/год.
1	АВС	Ученици	лек (седнал)	560	73	4	170	27 798
2		Ученици	лек (станал)	560	70	2	170	13 328
3		Педагози, лекари и помощен персонал	лек (станал)	64	70	6	170	4 570
1	Д	Ученици	Спортуване	60	163	4	170	6 650
2		Ученици	лек (станал)	60	70	2	170	1 428
		Общо						53 774

Средната топлина от обитатели при 6 часа дневно за учебните корпуси е $6,9 \text{ W/m}^2$.

Раздел 2.

АНАЛИЗ НА КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ ПО ВИДОВЕ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ

5. Енергиен баланс на сградата и базова линия на енергопотребление за основните енергоносители

5.1. Изходни данни

Консумацията и разходите на електрическа енергия за периода 2014 г. - 2016 г., както и енергията за отопление чрез изгаряне на природен газ, за периода от 2014 г. - 2016 г., са представени в таблици 23, 24 и 25. Разходите представени в доклада са без ДДС.

Таблица 23. Данни за консумацията на енергии и вода за 2014 г.

Месец	Консум. ел. енергия	Разходи за ел. енергия	Консум. пр. газ	Разходи за пр. газ	Топлинна енергия	Потреб. на вода	Разходи за вода
	kWh	лв.	Nm ³	лв.	kWh	m ³	лв.
Януари	9 315	1 858	9 375	7 983	86 979	164	402
Февруари	8 101	1 616	5 738	4 886	53 236	163	399
Март	7 872	1 570	4 089	3 488	37 937	182	446
Април	6 418	1 280	1 322	1 106	12 265	177	434
Май	3 883	775	0	0	0	138	338
Юни	2 675	534	0	0	0	146	358
Юли	889	185	0	0	0	74	181
Август	695	145	0	0	0	27	66
Септември	3 356	698	0	0	0	58	142
Октомври	6 608	1 507	2 318	1 913	21 506	210	515
Ноември	8 786	2 003	6 622	5 464	61 437	209	512
Декември	9 722	2 217	8 114	6 708	75 280	201	492
ОБЩО	68 320	14 387	37 578	31 548	348 640	1 749	4 285

Таблица 24. Данни за консумацията на енергии и вода за 2015 г.

Месец	Консум. ел. енергия	Разходи за ел. енергия	Потребена нафта/газ	Разходи за нафта/газ	Топлинна енергия	Потреб. на вода	Разходи за вода
	kWh	лв.	Nm ³	лв.	kWh	m ³	лв.
Януари	9 433	2 151	13 043	10 759	121 010	195	478
Февруари	8 095	1 846	10 357	8 544	96 090	217	532
Март	7 868	1 794	7 238	7 241	67 153	197	483
Април	4 697	1 071	2 612	1 958	24 234	193	473
Май	3 429	782				166	407
Юни	1 638	373				170	417
Юли	1 046	238				126	308
Август	728	168				76	186
Септември	3 230	746				115	282
Октомври	6 871	1 586	2 335	1 488	21 664	170	417
Ноември	6 907	1 561	4 055	2 583	37 621	217	532
Декември	7 477	1 688	9 131	5 818	84 715	188	461
ОБЩО	61 419	14 004	48 771	38 389	452 487	2 030	4 973

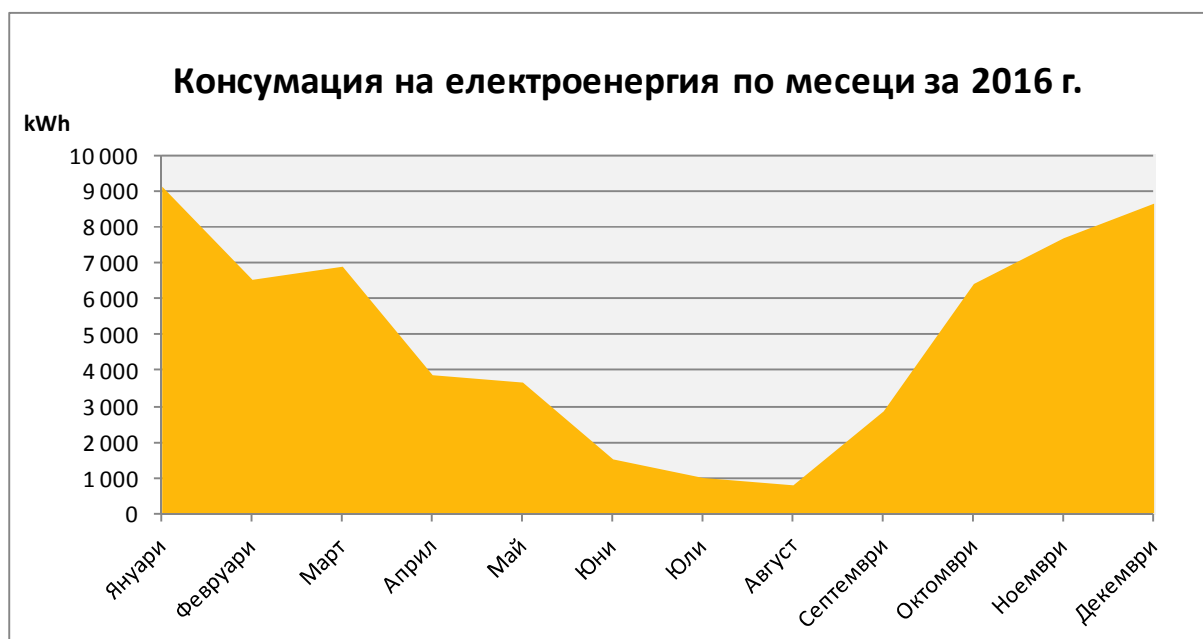
Таблица 25. Данни за консумацията на енергии и вода за 2016 г.

Месец	Консум .ел. енергия	Разходи за ел. енергия	Потребена пр. газ	Разходи за пр. газ	Топлинна енергия	Потреб. на вода	Разходи за вода
	kWh	лв.	Nm ³	лв.	kWh	m ³	лв.
Януари	9 099	2 055	11 325	7 104	105 071	147	360
Февруари	6 500	1 468	5 563	3 490	51 612	155	380
Март	6 866	1 550	5 624	3 529	52 178	146	358
Април	3 841	868	1 006	538	9 333	170	417
Май	3 640	822	532		4 936	164	402
Юни	1 497	338			0	122	299
Юли	979	191			0	66	162
Август	769	150			0	28	68
Септември	2 833	553			0	43	105
Октомври	6 385	1 245	2 311	1 175	21 441	172	422
Ноември	7 655	1 493	6 076	3 090	56 372	178	436
Декември	8 620	2 427	10 590	5 383	98 252	171	419
ОБЩО	58 684	13 158	43 027	24 308	399 195	1 562	3 827

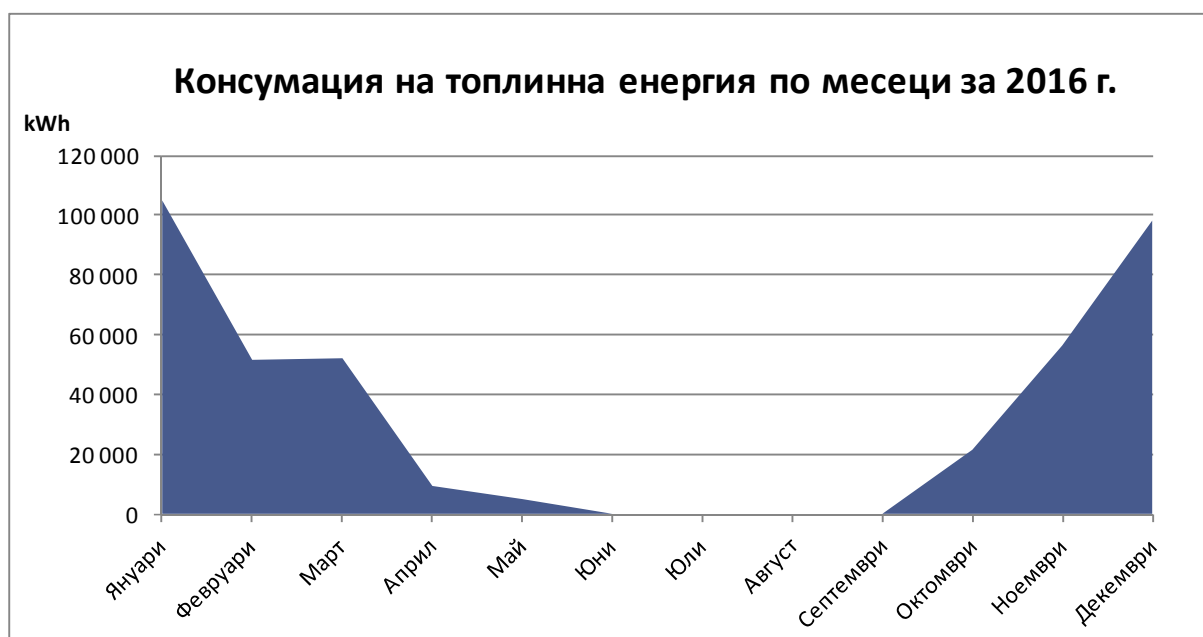
На фигура 2 и фигура 3 е представена графично консумацията на електроенергия и топлоенергия по месеци.

Поради нестабилността на цената на природния газ през последните години за целите на одита е използвана средна цена за 3-те анализирани в документа години.

Фигура 2. Консумация на електроенергия за 2014 г. по месеци



Фигура 3. Консумация на топлинна енергия от природен газ по месеци



Годишна консумация на електрическа енергия за 2016 г. е 58,7 MWh/год. Съгласно изплатените през 2016 г. фактури цената на електроенергията е 0,224 лв./kWh без ДДС.

Годишна консумация на природен газ за 2016 г. е 43,03 хил. Nm³/год., равностойно на 399,19 MWh/год. Поради нестабилността на цената на природния газ и значителното понижаване на цената от края на 2015 г. до сега, основно причинена от международни политически и икономически фактори, е приета средна цена на природния газ за трите изследвани години в одита от 2014 до 2016 г. или 0,73 лв./ Nm³ или 0,079 лв./kWh без ДДС.

След стабилизиране на обстановката, причиняваща ниските цени на газа се очаква сериозно покачване и до темповете на увеличение от предходните години.

Таблица 26. Данни за климата за 2016 г. и нормативните външни температури за зоната

Месец	Дни с включено отопление	Норматив – зона 4		Измерени температури в зоната за 2016 г.	
		°C	DD	°C	DD
Януари	31	-0,2	595	-0,2	595
Февруари	28	1,3	496	8,3	300
Март	31	5,7	412	8,1	338
Април	23	12,7	145	14,8	97
Октомври	15	12,8	93	10,6	126
Ноември	30	6,2	384	6,6	372
Декември	31	0,4	577	-0,1	592
ОБЩО			2 702		2 420

На база разхода на енергия, средните месечни температури за 2016 г. и изчислените денградуси за същия период, съпоставени с нормативните денградуси при вътрешна температура 19 °C, е направено коригиране на разхода на енергия по формулата на фигура 4. Коригираното енергийно потребление е представено в таблица 27.

Фигура 4. Формула за калибриране на годишния разход на енергия

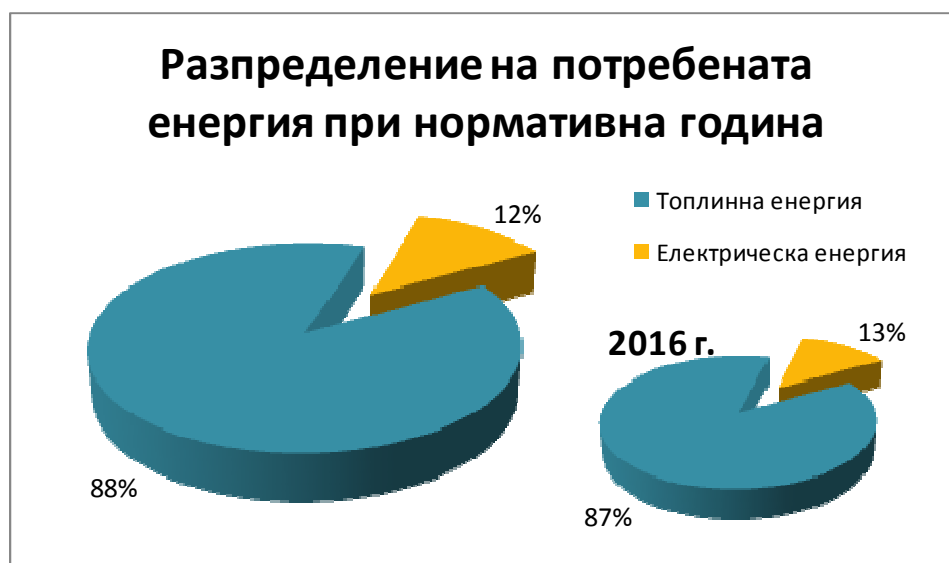
$$\frac{[\text{Годшен разход за 2016 г.}][\text{Денградуси по климатичната база данни}]}{[\text{Денградуси за 2016 г.}][\text{Отопляема площ}]}$$

Таблица 27. Коригиране на консумацията на енергия, внесена с природен газ, спрямо нормативни външни температури

Месец	Отоплителни дни месечно	Денградуси в зоната		Топлинна енергия 2014	Топлинна енергия нормативна година	
		Норм.	2014 г.	kWh	kWh	kWh/m2
Януари	31	595	595	105 071	105 071	13,8
Февруари	28	496	300	51 612	85 332	11,2
Март	31	412	338	52 178	63 602	8,4
Април	23	145	97	14 269	21 330	2,8
Октомври	15	93	126	21 441	15 825	2,1
Ноември	30	384	372	56 372	58 190	7,6
Декември	31	577	592	98 252	95 762	12,6
ОБЩО		2 702	2 420	399 195	445 113	58,5

На фигура 5 е представено графично разпределението на изразходваната електроенергия и топлинна енергия внесена с горивото.

Фигура 5. Разпределение на консумираната енергия



На базата на данните за ограждащите елементи на сградата и инсталациите, обработените данни за енергопотреблението и климатичните данни за района, е разработен компютърен симулационен енергиен модел на сградата със специализиран софтуер "ЕАВ", одобрен от контролния държавен орган за приложение при извършване на обследвания за енергийна ефективност в сгради по реда на НАРЕДБА № Е-РД-04-1 от 22.01.2016 г. за "обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради". Разпечатка от енергийния модел на сградата е представено в приложение 10.

5.2. Енергиен модел на сградата

Съгласно резултатите получени при калибриране и нормализиране (базова линия) на модела със софтуер ЕАВ е изготвен енергиен баланс на сградата, който е представен в таблица 28. На фигура 6 е представен графичен модел на разпределението на енергията в сградата при калибрирано състояние.

Таблица 28. Енергиен баланс на сградата

Компоненти на баланса	Състояние		Базова линия	
	kWh/m ² год.	kWh/год.	kWh/m ² год.	kWh/год.
1. Отопление	58,7	446 520	115,4	878 199
2. Вентилация	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	3,1	23 943	3,1	23 943
4. Вент. и помпи	0,8	5 783	0,8	5 783
5. Осветление	2,1	15 963	3,0	22 823
6. Уреди	1,7	12 818	1,7	12 818
Общо	66,4	505 027	124,0	943 566

Фигура 6. Разпределение на потреблението енергия в сградата – състояние



При балансирането на модела на сградата е отчетено, че вътрешната температура в сградата е средно 11,1 °C. Тази температура води до извода, че в сградата не се поддържа нормативна температура. За изготвяне на нормализираното състояние (базова линия) на сградата е използван режим на отопление на сградата 20 °C в учебно време и 15 °C извън учебно време. Резултатите от нормализирания модел са представени по-горе в таблица 28, а разпределение на консумираната на енергия е представено на фигура 7.

Фигура 7. Разпределение на потреблението енергия в сградата – базова линия



5.3. Обобщение на резултатите – основни изводи

Състоянието на сградата е привидно добро от конструктивна гледна точка, но на много места се наблюдава паднала мазилка и нарушена хидроизолация на покрива, прозорците са недобре уплътнени и изметнати, а отоплителната инсталация е стара с

неработещи спирателни кранове при радиатори, системата за обезвъздушаване също не работи добре, съществува клонове на отоплителната инсталация, до които почти не достига топлина и това е довело до използването на климатици и ел. печки за отопление. Всички тези предпоставки налагат скорошен ремонт на сградата, поради което е направена още една оценка на инвестициите, която изключва дейностите по ремонт на сградата от инвестицията, като обрушване на мазилки и полагане на нови външни мазилки на сградата, полагане на нова хидроизолация, ремонт на осветлението и др.

Сменена е горивната база на обекта от промишлен газьол на природен газ и е инсталиран нов котел в пристройка към сградата. Котелът използван за отопление на сградата е нов и в добро състояние, добре настроен и с висок коефициент на полезно действие.

Топлинните загуби от ограждащите повърхнини на сградата са значителни, отоплителната инсталация се нуждае от профилактика, а затоплянето на вода за битово горещо водоснабдяване е ненужно скъпо и може да се осигури намаляване на разходите. Потенциал за енергийни спестявания в сградата има по почти всички ограждащи елементи, отоплителната, осветителната системи и в системата за БГВ. В доклада са предложени и мерки за осигуряване на необходимия пресен въздух, топлинен и светлинен комфорт в помещенията.

Ориентацията на сградата и сравнително простата и форма позволяват да се осигури реконструкция покриваща много високи стандарти за енергийна ефективност.

6. Определяне на класа на енергопотребление

Всички енергийни характеристики на сгради се определят при "нормализирано" енергопотребление, т.е. при поддържане на ниво на отопление в сградите не по-ниско от нормативните стойности за отопление на съответните помещения и ниво на осветеност според съответните норми. Енергийната характеристика за отопление се отнася до загуби през ограждащите елементи и от инфилтрация и загуби при производство и разпределение на топлинна енергия, както и до вътрешни топлопритоци.

Специфичната енергийна характеристика по потребна енергия за всички компоненти от баланса е представена в таблица 29.









Таблица 29. Специфична енергийна характеристика по потребна и първична енергия

Компонент от баланса	Фактор по първична енергия	Потребна енергия		Първична енергия	
		Състояние	Базова линия	Състояние	Базова линия
		e_i	kWh/m^2	kWh/m^2	kWh/m^2
Отопление	1,1	58,7	115,4	64,6	127,0
Вентилация	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
БГВ	3	3,1	3,1	9,4	9,4
Помпи и вентилатори	3	0,8	0,8	2,3	2,3
Осветление	3	2,1	3,0	6,3	9,0
Уреди	3	1,7	1,7	5,1	5,1
Охлаждане	3	0,0		0,0	0,0
ОБЩО		66,4	124,0	87,6	152,7

Интегрирана енергийна характеристика на обекта е 152,7 kWh/год.

Съгласно НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите, класът на енергопотребление се определя по скала на класовете по видове сгради. На фигура 9 е показана скалата на класовете за детски градини.

Фигура 8. Скала на класовете на енергопотребление

Клас	EPmin, kWh/m ²	EPmax, kWh/m ³	УЧИЛИЩА
A+	<	25	
A	25	50	
B	51	100	
C	101	130	
D	131	160	
E	161	200	
F	201	240	
G	>	240	

Съгласно приложение № 10, към чл. 6, ал. 3 от Наредба № 7 за Енергийна ефективност в сгради, обекта попада в клас **на енергопотребление D**.

Раздел 3.

ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ

7. Списък на мерките за енергийна ефективност и етапи за изпълнението им

7.1. Мерки за енергийна ефективност

В настоящия раздел са анализирани, оценени и описани различни възможни мерки за енергийна ефективност. Мерките са съобразени с архитектурно-строителните особености на сградата и нейното състояние, както и с изискванията на Възложителя. Разгледани са и мерки за подобряване на комфорта и качеството на въздуха в сградата с високи изисквания за енергийна ефективност. Списъкът на мерките е следният:

Енергоспестяващи мерки	
ЕСМ 1.1	Топлоизолиране на покрива на сградата
ЕСМ 1.2	Топлоизолиране на покрива на сградата - с по-високи изисквания
ЕСМ 2.1	Топлоизолиране на външните стени на сградата
ЕСМ 2.2	Топлоизолиране на външните стени на сградата - с по-високи характеристики
ЕСМ 3	Топлоизолиране на подове и стени граниещи със земя
ЕСМ 4	Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ
ЕСМ 5	Подмяна на осветлението със светодиодно
ЕСМ 6.1	Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с двоен стъклопакет , отговарящи на минималните изисквания на наредба 7
ЕСМ 6.2	Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и максимално високи изисквания за топлотехническите свойства на дограмата
ЕСМ 7	Подмяна на отоплителната инсталация в сградата, автоматично управление и мониторинг на сградата
ЕСМ 8	Инсталиране на вентилационна инсталация с рекуперация за осигуряване на пресен въздух в помещенията

Мерки за реконструкция	
МР 1	Монтаж на външни засенчващи устройства

Допълнителни неоценени енергоспестяващи мерки и мерки за реконструкция
Подмяна на котела с нов с по-малка мощност
Изгражда не фотоволтаична централа за производство на електрическа енергия
Външно осветление със захранване от фотоволтаични панели

8. Подробно описание мерките

ЕСМ 1.1. Топлоизолиране на покрива на сградата

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Покривите в сградата са два типа, описани в раздел "Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи". Първият тип е покрив със затворен въздушен слой. Наблюдават се три покрива от този тип, на корпуси А, В и С. Всеки покрив е с различна площ, отношение между стени в подпокривното пространство и площ на таванската плоча и различни подпокривни височини.

- Покрив корпус А - площ 199,03 m² и коефициент на топлопреминаване $U = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Покрив корпус В - площ 546,63 m² и коефициент на топлопреминаване $U = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Покрив корпус С - площ 812,07 m² и коефициент на топлопреминаване $U = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Общата площ на покривите от този тип е 1557,73 m².

Вторият тип представлява плосък покрив, над физкултурния салон и топлата връзка в корпус D. Изграден е от стоманобетонна плоча с дебелина 18 см., над която е положена хидроизолация, а от вътрешната страна има окачен таван с рабицова мрежа и мазилка. Височината на затворения въздушен слой над рабицовата мрежа е 10 см. Общата площ на този тип покрив е 404,34 m², а коефициентът му на топлопреминаване е $U = 1,93 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Общата площ на покривите на сградата е 1962,06 m², а обобщеният коефициент на топлопреминаване на покрива отнесен към външния въздух с включени топлинни мостове е $U_{\text{покрив}} = 0,94 \text{ W/m}^2\text{K}$. Подробни данни за топлофизичната оценка на покривните конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

За корпуси А, В и С мярката предвижда полагане на топлоизолация от минерална вата с дебелина 10 cm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$), като следва преди полагането ѝ да се почистят добре подпокривните пространства. Препоръчително е при топлинни мостове като колоните и стените в подпокривното пространство да се положат допълнителни топлоизолации за намаляване на ефекта от топлинните мостове.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покривите от този тип (независимо от избора от проектанта вариант) следва да бъде не по-голям от $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За корпус D (физкултурен салон), е предвидено полагането на топлоизолация от екструдирани полистирен (XPS) с дебелина 15 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Необходимо е под изолацията да се постави пароизолация, а върху изолацията да се положи циментопясъчна замазка и хидроизолация. На етап проектиране следва да се вземе решение за отстраняване на термостата, чрез обличане на стрехите и борда с допълнителна топлоизолация или чрез изрязването им.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покрива на корпус D (независимо от избора от проектанта вариант) следва да бъде не по-голям от $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За отчитане на топлинните загуби през термостатите, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи 10%.

При установяване на нарушена хидроизолация на покривите с подпокривно пространство е необходимо да се предвидят и средства за ремонт на покривите.

За всичките ограждащи елементи е напълно допустимо да се използват различни от предписаните материали, но следва да се докаже, че предвидените изделия има сходни характеристики, а ако коефициентът на топлопроводност е по-висок от зададения в доклада е необходимо да се предвиди увеличаване на дебелината на изолацията до достигане на коефициент на топлопреминаване на покривите за всички корпуси $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Инвестиция:

ЕСМ 1. Теплоизолиране на покрива на сградата		Цена, лв. без ДДС
1	Почистване на тавански плочи, корпуси А, В и С.	1 500
2	Полагане на топлоизолация от минерална вата с дебелина 10 cm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$) върху таванските плочи на корпуси А, В и С. Обща площ 1558 m^2 .	13 250
4	Доставка и монтаж на топлоизолация от екструдирани полистирен (XPS), с дебелина 30 cm (2 x 15 cm) и $\lambda \leq 0,035$. Обща площ 400 m^2 . (вкл. пароизолация, циментова замазка, битумна хидроизолация).	40 000
5	Непредвидени разходи	6 000
Общо инвестиция		60 750
ДДС 20%		12 150
Общо инвестиция с ДДС		72 900
Икономически живот на мярката - 25 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Топлоизолация на покриви	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	84 547			kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	6679			лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	0			лв./год.
Финансови икономии – общо	6679			лв./год.
Прост срок на откупуване	9,1			год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 1.2. Топлоизолиране на покрива на сградата с по-високи изисквания

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

За корпуси А, В и С мярката предвижда полагане на топлоизолация от минерална вата с дебелина 30 cm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$), като следва преди полагането ѝ да се почистят добре подпокривните пространства. Препоръчително е при топлинни мостове като колоните и стените в подпокривното пространство да се положат допълнителни топлоизолации за намаляване на ефекта от топлинните мостове.

Стените на покривното пространство граничещи със съседни корпуси на обекта следва да бъдат изолирани с минимум 20 cm каменна вата ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$) или друг изолационен материал до достигане на коефициент на топлопреминаване $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покривите от този тип (независимо от избора от проектанта вариант) следва да бъде не по-голям от $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За корпус D (физкултурен салон), е предвидено полагането на топлоизолация от екструдирани полистирен (XPS) с дебелина 30 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Необходимо е под изолацията да се постави пароизолация, а върху изолацията да се положи циментопясъчна замазка и хидроизолация. На етап проектиране следва да се вземе решение за отстраняване на термомоста, чрез обличане на стрехите и борда с допълнителна топлоизолация или чрез изрязването им.

Алтернативен вариант за покрива на корпус D е полагането на топлоизолация от екструдирани полистирен (XPS) с дебелина 12 cm, по описания по-горе начин и паралелно с това реконструкция на окачения таван на втория етаж на салона и полагането на минерална вата с дебелина 20 cm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$) от вътрешната страна. Системата от окачени тавани и пана, следва да отговаря минимум на клас за удароустойчивост A2 съгласно стандартите за окачени тавани БДС/EN 13964:2014. Това са тавани с устойчивост на удар със скорост 8 m/s. Те могат да се изпълнят от PVC (опънати тавани) или дървени окачени тавани, като и от специални касетъчни системи (за които е необходимо да се изисква сертификат за класа на удароустойчивост). Като съпътстващи дейности преди изграждане на топлоизолационната система по таваните е необходимо наличните осветителни тела по таваните да бъдат демонтирани, а след изпълнението на окачения таван и топлоизолацията, да се монтират отново върху окачения таван.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покрива на корпус D (независимо от избора от проектанта вариант) следва да бъде не по-голям от $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Всяка прилагана мярка по ограждащите елементи в доклада цели освен намаляването на топлопроводимостта им и запечатване на отворите и пролуките, през които преминава външен въздух. При покривите от корпуси А, В и С стоманобетонната таванска плоча служи за въздухонепропусклив елемент. За да се постигне необходимото намаляване на въздухопропускливостта на ограждащите елементи е необходимо да се предложат и допълнителни мерки, като уплътняване на таванската капандура, уплътняване на преминаващи тръбни връзки към таванската плоча и др. За корпус D стоманобетонната покривна плоча изпълнява функцията на въздухонепропусклив елемент.

За отчитане на топлинните загуби през термомостовите, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи 8% за корпуси А, В и С и 11% за корпус D.

При установяване на нарушена хидроизолация на покривите с подпокривно пространство е необходимо да се предвидят и средства за ремонт на покривите.

За всичките ограждащи елементи е напълно допустимо да се използват различни от предписаните материали, но следва да се докаже, че предвидените изделия има сходни характеристики, а ако коефициентът на топлопроводност е по-висок от зададения в доклада е необходимо да се предвиди увеличаване на дебелината на изолацията до достигане на коефициент на топлопреминаване на покривите за всички корпуси $U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Инвестиция:

ЕСМ 1.2. Теплоизолиране на покрива на сградата		Цена, лв. без ДДС
1	Почистване на тавански плочи, корпуси А, В и С.	1 500
2	Полагане на теплоизолация от минерална вата с дебелина 30 cm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$) върху таванските плочи на корпуси А, В и С. Обща площ 1558 m ² .	26 500
3	Неутрализиране на топлинни мостове.	6 800
4	Доставка и монтаж на теплоизолация от екструдирен полистирен (XPS), с дебелина 30 cm (2 x 15 cm) и $\lambda \leq 0,035$. Обща площ 400 m ² . (вкл. пароизолация, циментова замазка, битумна хидроизолация).	60 000
5	Непредвидени разходи	6 000
Общо инвестиция		100 800
ДДС 20%		20 160
Общо инвестиция с ДДС		120 960
Икономически живот на мярката - 25 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Топлоизолация на покриви	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ		101 392	99 926	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ		8010	7894	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка		0	0	лв./год.
Финансови икономии – общо		8010	7894	лв./год.
Прост срок на откупуване		12,6	12,8	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 2.1. Топлоизолиране на външните стени на сградата

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

В сградата се наблюдават три вида стени, подробно описани в раздел "Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи".

Първият тип стена е тухлена зидария с дебелина 25 cm и коефициент на топлопреминаване $U = 1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ (след добавяне на топлинните мостове между 1,44 - 1,57 $\text{W/m}^2\text{K}$ в зависимост броя и влиянието им) . Общата площ на този тип стена е 2677,89 m^2 .

Вторият тип стена е изградена от стоманобетон с дебелина 40 cm и бучарда. Коефициентът на топлопреминаване е $U = 2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ е 288,9 m^2 .

Третият тип стена е тухлена зидария с дебелина 40 cm и коефициент на топлопреминаване $U = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ е 105,7 m^2 .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката предвижда полагане на топлоизолация от експандиран полистирол (EPS) с дебелина 10 cm и коефициент на топлопроводност не по-голям от $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$. При полагането на изолацията е препоръчително да се следват описаните в ръководство за енергийно ефективно обновяване на ограждащите конструкции в сгради, безплатно разпространявано от БАИС (Българска асоциация за изолации в строителството).

С цел отчитане на топлинните загуби през термомостовите, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи 10% за корпуси А, В и С и 10% за корпус D.

При изпълнението на мярката да се предвиди бъдещото инсталиране на нова дограма без съществено нарушение на целостта на топлинната изолация. Да се предвиди бъдещ монтаж на дограма с максимално избягване на топлинни мостове.

Инвестиция:

ЕСМ 2.1. Топлоизолиране на външните стени на сградата		Цена, лв. без ДДС
1	Обработка на фасадата за полагане на топлоизолация. 3073 m ² . (Обрушване на подкожувана мазилка и други необходими мерки за укрепване на фасадите)	10 756
2	Монтаж и демонтаж на водосточни тръби	2 300
3	Доставка и монтаж на топлоизолация от експандиран полистирен с дебелина 10 см. 3073 m ² (включително: лепила, крепежни елементи, уплътняване на фуги и други по укрепване на изолацията.	110 628
4	Неутрализиране на топлинни мостове	5 500
5	Обръщане на топлоизолация около прозорци външно, вкл. шпакловане и мазилка с възможност за бъдеща подмяна на дограмата без нарушаване на целостта на изолацията по стените	54 585
Общо инвестиция		183 769
ДДС 20%		50 275
Общо инвестиция с ДДС		220 523
Икономически живот на мярката - 30 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Топлоизолация на вн. стени	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	221 251			kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	17 479			лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	0			лв./год.
Финансови икономии – общо	17 479			лв./год.
Прост срок на откупуване	10,5			год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 2.2. Топлоизолиране на външните стени на сградата с по-високи характеристики

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

В сградата се наблюдават три вида стени, подробно описани в раздел "Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи".

Първият тип стена е тухлена зидария с дебелина 25 см и коефициент на топлопреминаване $U = 1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ (след добавяне на топлинните мостове между 1,44 - 1,57 $\text{W/m}^2\text{K}$ в зависимост броя и влиянието им) . Общата площ на този тип стена е 2677,89 m².

Вторият тип стена е изградена от стоманобетон с дебелина 40 см и бучарда. Коефициентът на топлопреминаване е $U = 2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ е 288,9 m².

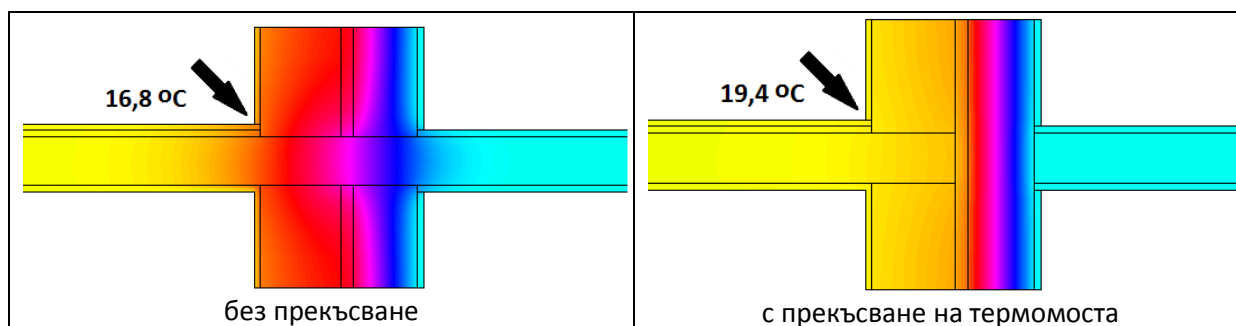
Третият тип стена е тухлена зидария с дебелина 40 cm и коефициент на топлопреминаване $U = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ е $105,7 \text{ m}^2$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката предвижда полагане на топлоизолация от експандиран полистирол (EPS) с дебелина 20 cm и коефициент на топлопроводност не по-голям от $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$. При изпълнението на мярката следва да се осигури прекъсване на потенциалните термомостове при: конзоли, стълби, прозорци, връзки между стени и покрив, връзки между вътрешна и външна изолация и др. За такъв тип прекъсване на топлинните мостове е представен пример за топлинния мост при конзола:

Без прекъсване на термомоста, линейният коефициент на топлопреминаване е $\psi = 0,384 \text{ W/mK}$, а минималната температура на повърхността от вътрешната страна при $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ външна температура е $16,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Препоръчва се при проектирането да се обърне специално внимание на топлинните мостове, особено при козирки, връзки между отделни ограждащи елементи и прозорци и да се приложат възможно най-ефективните решения при изпълнението.



С цел отчитане на топлинните загуби през термомостовете, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи с 10%.

Всяка прилагана мярка по ограждащите елементи в доклада цели освен намаляването на топлопроводността им и запечатване на отворите и пролуките, през които преминава външен въздух. При стените за въздухонепропусклив елемент служи външната мазилка. За да се постигне необходимото намаляване на въздухопропускливостта на ограждащите елементи е необходимо да се предложат и допълнителни мерки по обработка на фасадата, уплътняване на преминаващи тръбни връзки през външните стени и др. При полагането на изолацията е препоръчително да се следват описаните в ръководство за енергийно ефективно обновяване на ограждащите конструкции в сгради, безплатно разпространявано от БАИС (Българска асоциация за изолации в строителството).

При изпълнението на мярката да се предвиди бъдещото инсталиране на нова дограма без съществено нарушение на целостта на топлинната изолация. Да се предвиди бъдещ монтаж на дограма с максимално избягване на топлинни мостове.

Инвестиция:

ЕСМ 2.2. Топлоизолиране на външните стени на сградата		Цена, лв. без ДДС
1	Обработка на фасадата за полагане на топлоизолация. 3073 m ² . (Обрушване на подкожувана мазилка и други необходими мерки за укрепване на фасадите)	10 756
2	Монтаж и демонтаж на водосточни тръби	2 300
3	Доставка и монтаж на топлоизолация от експандиран полистирен с дебелина 20см. 3073 m ² (включително: лепила, крепежни елементи, уплътняване на фуги и други по укрепване на изолацията.	178 234
4	Неутрализиране на топлинни мостове	5 500
5	Обръщане на топлоизолация около прозорци външно, вкл. шпакловане и мазилка с възможност за бъдеща подмяна на дограмата без нарушаване на целостта на изолацията по стените	54 585
Общо инвестиция		251 375
ДДС 20%		50 275
Общо инвестиция с ДДС		301 650
Икономически живот на мярката - 30 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Топлоизолация на вн. стени	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ		258 424	254 463	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ		20 415	20 103	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка		0	0	лв./год.
Финансови икономии – общо		20 415	20 103	лв./год.
Прост срок на откупуване		12,3	12,5	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 3. Топлоизолиране на подове и стени граничещи със земя

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

В сградата има три типа подови конструкции. Първата от тях е под на отопляем подземен етаж, втората е под директно граничещ със земя, а третата е подова конструкция над неотопляем подземен етаж, подробно описани в глава 2. "Анализ и оценка на сградните ограждащи конструкции и елементи".

Общата площ на всички видове подове и стените граничещи със земя е 2556,01 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух е $U_{\text{под}} = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на стените на отопляеми помещения граничещи със земя 598 m², а коефициентът на топлопреминаване е $0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на всички видове подове е

1958 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух, е $U_{\text{под}} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$. Подробни данни за топлофизичната оценка на подовите конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката включва топлоизолиране на подовите към неотопляеми подземни етажи, вкопаване на топлоизолация по стените на отопляемите подземни етажи на минимум 60 cm. под нивото на терена, вътрешна топлоизолация на стените граничещи със земя.

Топлоизолиране на подовата плоча към неотопляемия сутерен се изпълнява от долната страна на плочата с топлоизолация графитен експандиран полистирен с дебелина 10 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$. От долната страна на експандирания полистирен да се измаже съгласно пожарните норми. Общата площ на подовите плочи към неотопляемите сутерени е 361 m².

Топлоизолацията на останалите подове, с изключение на корпус А, се извършва по периферията на земята, като за отопляемите сутерени се прави хоризонтална топлоизолация от стената до 1 метър навън по земята. Топлоизолацията, която се използва по периферията да бъде от екструдиран полистирен (XPS) с дебелина 18 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата дължина на периметъра, който се изолира по този начин е 330 метра. Стените на корпус А се топлоизолират до земята, която се пада значително по-ниско от подовата плоча. Тази топлоизолация служи за намаляване на топлопреминаването по периферията на подовата плоча. Топлоизолацията, която се използва по периферията да бъде от екструдиран полистирен (XPS) с дебелина 18 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на стените под плочата на корпус А е 50 m².

Мярката цели подобряване на комфорта в помещенията на приземните етажи и прилагането им е и с цел повишаване на температурата на пода и изпълнението ѝ е препоръчително дори при много ниски финансови показатели.

Инвестиция:

ЕСМ 3. Топлоизолиране на подове и стени граничещи със земя		Цена, лв. без ДДС
1	Топлоизолиране на подова плоча от към неотопляе сутерен с графитен експандиран полистирен с дебелина 20 cm и $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$. Обща площ 361 m ² .	12 996
2	Направа на изкоп около сградата и подготовка на стената за полагане на хоризонтална външна топлоизолация .	3 150
3	Полагане на топлоизолация на стени под ниво терен от екструдиран полистирен (XPS) с дебелина 18 cm и $\lambda=0,035 \text{ W/mK}$. Обща площ 110 m ² . Хидроизолационна мемрана за защита на изолацията.	6050
4	Топлоизолация по периферията 330 метра	13 200
Общо инвестиция		35 396
ДДС 20%		7 079
Общо инвестиция с ДДС		42 475
Икономически живот на мярката - 25 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Топлоизолация на подове	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ		25 807	25 440	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ		2039	2010	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка		0	0	лв./год.
Финансови икономии – общо		2039	2010	лв./год.
Прост срок на откупуване		17,4	17,6	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 4. ВЕИ. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Топлата вода за битови нужди се осигурява от осем обемни електрически бойлера, с мощност 3 kW, без нагревателни серпентини за подгряване от топлоносител и два проточни електрически бойлера с мощност 3 kW.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката предвижда две групи слънчеви колектори една за кухнята с 6 броя слънчеви колектора с обща абсорбционна площ приблизително 12 m² и една за баните в салона с 4 слънчеви колектора с абсорбционна площ 8 m². И двете групи се окомплектоват с помпени груп, разширителни съдове, бойлери с по една серпентина и се пълнят с пропилен гликол. Отделно от слънчевите инсталации в старото котелно помещение (абонатна станция) се препоръчва да се монтира нов бойлер с обем от 800 литра и серпентина подвързана с разширителния и събирателния колектори в абонатната станция..Този бойлер следва да се подвърже към всички санитарни възли в корпус С.

Инвестиция:

ЕСМ 4. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия		Цена, лв. без ДДС
1	Слънчева инсталация, включваща 6 броя селективни слънчеви панели с ефективна площ 2 m ² , металоконструкция за монтаж на плосък покрив, Комбиниран бойлер с 1 серпентина и ел.нагревател 6kW с вместимост 800 литра, модулиращо управление и помпена група, разширителен съд, пропилен гликол 30%, UPS и акумулатор за резервно ел.захранване , предпазна и спирателна арматура, тръбни връзки	12 000
2	Слънчева инсталация, включваща 4 броя селективни слънчеви панели с ефективна площ 2 m ² , металоконструкция за монтаж на плосък покрив, Комбиниран бойлер с 1 серпентина и ел.нагревател 6kW с вместимост 500 литра, модулиращо управление и помпена група, разширителен съд, пропилен гликол 30%, UPS и акумулатор за резервно ел.захранване , предпазна и спирателна арматура, тръбни връзки	8 900

3	Тръбна мрежа , арматура, непредвидени, неутрализиране на топлинни мостове и отвори получени при монтаж на слънчевите колектори	6 500
4	Обемен бойлер с една серпентина и допълнителен ел. нагревател с мощност 6 kW с вместимост 800 литра	1 600
5	Средства за мониторинг- топломери, водомери	2 000
Общо инвестиция		31 000
ДДС 20%		6 200
Общо инвестиция с ДДС		37 200
Икономически живот на мярката - 20 години		

Икономии:

Слънчеви колектори	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	-8 193	-8 193	-8 193	kWh/год.
Икономия на електроенергия	13 718	13 718	13 718	kWh/год.
Икономия на енергия - общо	5525	5525	5525	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	-647	-647	-647	лв./год.
Финансови ползи от спестен природен газ	3073	3073	3073	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	200	200	200	лв./год.
Финансови икономии – общо	2 226	2 226	2 226	лв./год.
Прост срок на откупуване	13,9	13,9	13,9	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС;

ЕСМ 5. Подмяна на осветлението с по-енергийни ефективни лампи

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

В момента сградата се осветява предимно с луминесцентно осветление, голямата част от което е старо, с електромагнитни баласти и замърсени рефлекторни устройства. На много места се забелязват лампи с нажежаема жичка, а във физкултурния салон са инсталирани общо 14 живачни лампи, тип камбана с мощност 250 W. Общата консумирана енергия от осветлението в сградата е 22 823 kWh/год.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Бързото напредване на технологиите и постоянно намаляващата цена на осветителните тела, в това число и луминесцентните и светодиодните лампи позволява да се предприемат мерки за все по-енергийноефективно и качествено осветление. Новите поколения осветителни тела позволяват излъчване на дневния спектър на светлината при това без трептения. Това допълнително облекчава натоварването на зрението на учениците при учебни занятия извън светлите часове на деня.

Мярката предвижда пълна подмяна на лампите с нажежаема жичка, както и несменените с нови луминесцентните осветителни тела в коридорите, класните стаи и учителските кабинети. Запазват компактните луминесцентни лампи и новите луминесцентни

осветителни тела от типа 4 x 18 W. Подменят се и общо 14 бр. живачни лампи във физкултурния салон със светодиодни лампи тип камбана. Мощностите на осветителните тела в доклада са съобразени с наличните в сградата осветителни тела, но за по-качествено изпълнение на мярката е необходимо да се направи проект на осветителната система съобразен с нормативните изисквания за осветеност. Избраните в доклада мощности на осветителните тела са представени в приложение 4.

Инвестиция:

ЕСМ 5. Енергийно ефективно осветление		Цена, лв. без ДДС
1	Подмяна на лампите с нажежаема жичка със светодиодни лампи с мощност 7 W	1 102
2	Подмяна на луминесцентните осветителни тела . Избора на конкретни осветителни тела зависи от проектното решение.	32 102
2	Подмяна на осветителните тела във физкултурния салон със светодиодни лампи тип камбана или други в зависимост от проектантското решение	4 200
Общо инвестиция		38 102
ДДС 20%		7 620
Общо инвестиция с ДДС		45 722
Икономически живот на мярката - 12 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Енергийно ефективно осветление	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	-7 190	-7 190	-8 286	kWh/год.
Икономия на топл. Електроенергия	9 237	9 237	9 237	kWh/год.
Икономия на енергия - общо	2 047	2 047	1 414	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	-568	-568	-655	лв./год.
Финансови ползи от спестена ел. енергия	2 069	2 069	2 069	лв./год.
Намаление на годишни разходи за експлоатация и поддръжка	1880	1880	1880	лв./год.
Финансови икономии – общо	3 381	3 381	3 381	лв./год.
Прост срок на откупуване	11,3	11,3	11,3	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 6.1 Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с двоен стъклопакет с нискоемисийни стъкла и обобщен коефициент на дограмата не по-голям от $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Цялата дограмата в училището е PVC, смена от дървена през 2005 г., като прозорците на физкултурния салон и входните врати на училището са с алуминиева рамка, а останалите са с PVC рамка. Стъклопакетът инсталиран в дограмата е двоен със структура 4-16-4 mm, с обикновени стъкла, без селективни покрития, със затворен въздушен слой. В обобщение може да се каже, че дограма е компрометирана със сериозни изкривявания и усуквания и със значително увеличение на инфилтрацията.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката включва подмяна на цялата PVC и алуминиева дограмата в училището с нова дограма, която трябва да бъде с обобщен коефициент на топлопреминаване не повече $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, като в изчислението трябва да са включени топлинни мостове между рамката и стъклопакет и инсталационния топлинен мост при монтажа на дограмата. Препоръчва се новата дограмата на салона също да бъде PVC, като това ще намали общата инвестиция при смяната, а вратите да се сменят с алуминиева дограма. Общата площ на дограмата за смяна е 1476 m^2 .

Инвестицията за смяна на прозорците включва премахване на старите прозорци, полагане на новата PVC дограма и довършителни работи по вътрешната част на стените – измазване за подравняване, направа на ъгли и др.

Към дейностите в инвестицията се прибавят и изхвърляне на строителните отпадъци.

Инвестиция:

ЕСМ 6.1. Монтаж на нова PVC дограма		Цена, лв. без ДДС
1	Закупуване на PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и warm-edge дистанционер. Коефициент на топлопреминаване на рамката $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ и на стъклопакета $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Обща площ 1476 m^2	265 680
Общо инвестиция		265 680
ДДС 20%		53 136
Общо инвестиция с ДДС		318 816
Икономически живот на мярката - 30 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Енергийно ефективно осветление	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	149 503			kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	11 811			лв./год.
Увеличени годишни разходи за ЕиП	0			лв./год.
Финансови икономии – общо	11 811			лв./год.
Прост срок на откупуване	22.5			год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 6.2 Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и максимално високи изисквания за топлотехническите свойства на дограмата

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката включва подмяна на цялата PVC и алуминиева дограмата в училището с нова дограма, която трябва да бъде с обобщен коефициент на топлопреминаване не повече 1,1 W/m²K, като в изчислението трябва да са включени топлинни мостове между рамката и стъклопакет и инсталационния топлинен мост при монтажа на дограмата. Препоръчва се новата дограмата на салона също да бъде PVC, като това ще намали общата инвестиция при смяната, а вратите да се сменят с алуминиева дограма. Общата площ на дограмата за смяна е 1476 m².

Коефициентът на топлопреминаване може да се постигне чрез PVC или алуминиева дограма с коефициент на топлопреминаване не по-голям от 1,0 W/m²K (ако алуминиевата дограма се използва само за вратите в сграда може да се заложи коефициент на алуминиевите рамки до 1,15 W/m²K) и троен стъклопакет с две селективни покрития с коефициент на топлопреминаване 0,80 W/m²K. Дистанционера трябва да бъде с линеен коефициент на топлинния мост не повече от 0,04 W/mK.

Изчисленията за коефициентите на топлопреминаване и коефициентите на пропускливост на слънчева енергия на прозорците и вратите са представени в Приложение 7.

Инвестицията за смяна на прозорците включва премахване на старите прозорци, полагане на новата PVC дограма и довършителни работи по вътрешната част на стените – измазване за подравняване, направа на ъгли и др.

Към дейностите в инвестицията се прибавят и изхвърляне на строителните отпадъци.

Инвестиция:

ЕСМ 6.2. Монтаж на нова PVC дограма		Цена, лв. без ДДС
1	Закупуване на PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и warm-edge дистанционер. Коефициент на топлопреминаване на рамката 1,0 W/m ² K и на стъклопакета 0,80 W/m ² K. Обща площ 1476 m ²	369 000
2	Закупуване на прозоръчни клапи за пресен въздух, 150 бр.	22 500
Общо инвестиция		391 500
ДДС 20%		78 300
Общо инвестиция с ДДС		469 800
Икономически живот на мярката - 30 години		

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Енергийно ефективно осветление	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	-	201 123	199 098	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	-	15 889	15 729	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	-	0	0	лв./год.
Финансови икономии – общо	-	15 889	15 729	лв./год.
Прост срок на откупуване	-	24,6	24,9	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

Предвид, че инсталираните на обекта прозорци са амортизирани и подмяната им е наложително да се направи възможно най-скоро е желателно да се има предвид и анализа на инвестицията само върху добавената стойност на дограмата спрямо предходната инсталирана в сградата.

ЕСМ 7. Подмяна на отоплителна инсталация, автоматизация и мониторинг

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Отоплителната инсталация е стара с намалена ефективност и неравномерно разпределение на отоплението, усеща се недостиг на топлина в корпус А. Поради тази причина в част от помещенията са инсталирани допълнителни отоплителни уреди в т. ч. климатици и ел. печки.

Автоматизацията на котела се извършва по външна температура, което предразполага преразход на енергия при добре изолирани сгради и в същото време не е предвидено регулиране на отопление в отделните помещения. Няма изградена мониторингова система за наблюдение на консумацията на сградата, чрез която дистанционно и своевременно да се откриват проблеми в инсталацията или в експлоатацията ѝ.

Всички тези фактори водят до значително намаляване на ефективността на цялата система за отопление и значително увеличават загубите.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Необходимо е цялостна подмяна на отоплителната система, за правилното и функциониране. При подмяната на инсталацията се препоръчва да се инсталират нови панелни или глидерни радиатори с термостатични вентили. Да се изгради система за подгръване на топла вода с природен газ в абонатната станция, която да захранва централните тоалетни в училището.

Предвижда се автоматично управление на котела и инсталацията по температура на връщата вода, както и система за дистанционно включване и спиране на основните компоненти в инсталацията - котел, помпи по клоновете и други.

Система за автоматизация. При реконструкция от този тип е силно желателно и въвеждането на правилна автоматизация, като в зависимост от необходимите инвестиции може да се направи автоматизация по фасади на сградата или по помещения, а управлението на котела да премина на управление по температура на връщащата вода.

Система за мониторинг на енергопотреблението Препоръчително е въвеждането на следене на разходите на енергия в сградата, както и температурата и качеството на въздуха в определени помещения от сградата. Тази система ще позволи да се прави проверка в реално време на системата, качеството на поддръжката, ще представя информация за възникнали проблеми и др. На база данните от мониторинговата система може да се направи анализ и да се прецени до каква степен е полезна реконструкция водеща до минимални консумации на енергия в сградата, както и за качеството на въздуха след инсталирането на вентилационна инсталация. Да се предвидят следене на данните на разходомера за газ, отчитане на топлинната енергия чрез мерене на дебита на водата от помпите и температурата на топлоносителя на подаващия и връщащият топлопровод. Измерване на качеството на въздуха и температурата в помещенията. Да се предвиди отчитане на електромери в сградата, като може да се раздели по корпуси и да се предвиди отчитане на допълващата вода в отоплителната инсталацията. Ако се инсталира вентилационна инсталация да се предвиди и дистанционно следене на консумацията и филтрите.

След прилагане на мярката ще се повиши ефективността на инсталацията и ще се нормализира топлинния баланс на сградата.

Инвестиция:

ЕСМ 7. Профилактика на отоплителната инсталация и подмяна на отоплителни тела		Цена, лв. без ДДС
1	Подмяна на отоплителната инсталация, автоматично управление и мониторинг	140 000
2	Нови отоплителни тела , термостатични винтили със заключване	105 000
Общо инвестиция		245 000
ДДС 20%		49 000
Общо инвестиция с ДДС		294 000
Икономически живот на мярката - 20 години		

Икономии:

Енергийно ефективно осветление	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ	112948	112361	100181	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ	8923	8877	7914	лв./год.
Увеличение на годишни разходи за експлоатация и поддръжка	500	500	500	лв./год.
Финансови икономии – общо	8423	8377	7414	лв./год.
Прост срок на откупуване	29,1	29,2	33,0	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

ЕСМ 8. Инсталиране на вентилационна инсталация за осигуряване на пресен въздух в помещенията

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Състоянието на сградата след смяна на дограмата в класните стаи е сравнително добро и са постигнати известни критерии за въздухонепроницаемост на сградата. По този начин е намалена естествената инфилтрация на външен въздух в сградата и ако не се осъществява често проветряване на помещенията не може да се осигури необходимото количество пресен въздух за нормалното активно функциониране на човешкото тяло.

За да може да се оцени мярката е направена базова линия с включена вентилационна инсталация. След симулиране на прилагането на вентилационната инсталация е направено балансиране на системата, чрез намаляване на инфилтрирания в сградата въздух и е изведен приблизително същия разход на енергия, както при базовата линия без вентилация. Резултатите от нормализирания модел с **вентилация** са представени в таблица 30, а разпределение на консумираната на енергия е представено на фигура 8.

Таблица 30. Общ енергиен баланс на сградата с вентилация

Компоненти на баланса	Състояние		Базова линия без вентилация		Базова линия с вентилация	
	kWh/m ² год.	kWh/год.	kWh/m ² год.	kWh/год.	kWh/m ² год.	kWh/год.
1. Отопление	58,7	446 520	115,4	878 199	103,9	790 499
2. Вентилация	0,0	0	0,0	0	11,9	90 638
3. БГВ	3,1	23 943	3,1	23 943	3,1	23 943
4. Вент. и помпи	0,8	5 783	0,8	5 783	0,8	5 783
5. Осветление	2,1	15 963	3,0	22 823	3,0	22 823
6. Уреди	1,7	12 818	1,7	12 818	1,7	12 818
Общо	66,4	505 027	124,0	943 566	124,4	946 504

Фигура 9. Разпределение на потреблението енергия в сградата – базова линия



ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Съгласно високите цели за енергийна ефективност, включващи и допълнителни мерки по намаляване на естествената инфилтрация на външен въздух в сградата, е необходимо да се изгради вентилационна инсталация в сградата. Организацията на въздухообмена в помещенията е предвидено да се извърши, като се предвидят отделни зони за нагнетяване на пресен въздух, зони за изсмукване на въздуха и транзитни зони (зони, в които не се подава или изсмуква въздух, но задължително има въздушен поток преминаващ през тях). Всички помещения в училището трябва да попадат поне в една от дадените зони. Примерни количества пресен и отработен въздух в помещенията са представен в Приложение 6.

За доставяне на необходимите количества пресен въздух в помещенията е необходимо да се осигури общ дебит на пресния въздух $14\,320\text{ m}^3/\text{h}$ за корпусите А, В и С и дебит на пресния въздух $3\,050\text{ m}^3/\text{h}$ за корпус D. Тъй като след изпълнението на мерките сградата ще бъде добре уплътнена и няма да се позволява неконтролируемото проникване на външен въздух е необходимо да се предвиди почти същото количество отработен въздух да се изтегля от инсталацията.

Минималната стойност на рекуперация е 75%, а заложеният разход на електроенергия за целите на обследването е $\leq 0.45\text{ Wh/m}^3$. Въпреки, че е по-ефективен от минималните изисквания се препоръчва в сградата да се инсталират топлообменници с ефективност $\eta_{\text{HR,eff}} \geq 81\%$, които ще допринесат за допълнителни икономии на енергия в сградата, без значително оскъпяване на инвестицията.

За постигането на ефективност на рекуперация на въздуха е необходимо да се използват вентилационни блокове с международно признати сертификати.

Необходимо е да се да се топлоизолират всички въздуховоди след рекуператора на изхвърлящия въздух и преди рекуператора по подаващ въздух с минимум 10 см. минерална вата с коефициент $\lambda = 0,041\text{ W/m}^2\text{K}$.

При изграждането на инсталацията трябва да се има предвид, че е възможно част от корпусите да не се експлоатират едновременно в определени периоди от време. В същото време окрупняването на инсталацията води до по-ниски инвестиционни разходи. Съгласно по-горното, за сградата е оценен вариант за изграждане на общо 13 отделни вентилационни инсталации.

При изграждането на инсталацията е необходимо да се вземат мерки за минимално отрицателно въздействие върху въздухоплътността при преминаване на въздуховодите през ограждащите елементи.

Съгласно международни проучвания за качеството на учебните процеси е установено, че наличието на вентилация подобрява обучителният процес, като поддържа концентрацията на въглероден двуокис под граничните стойности по време на занятията с което повишава концентрацията на учениците и учителите, пречиства въздуха от финни прахови частици, подава загрят пресен въздух и повишава комфорта.

При инсталирането на вентилация отпада нуждата от въвеждане на вентилационни клапи в прозорците, чиято инвестиция от извадена от тази мярка.

Инвестиция:

ЕСМ 8. Монтаж на вентилационна инсталация		Цена, лв. без ДДС
1	Инвестиции по изграждане на окачен таван шумоизолация от минерална вата, вкл. отвори за въздуховоди и монтаж. Площ 1700 m ²	54 000
2	Изграждане на вентилационна инсталация - въздуховоди, шумозаглушители, решетки, арматура и др.	82 000
3	Закупуване на рекуператорни блокове, оборудвани с вентилатори, филтри и автоматизация. Ефективност на рекуператорните блокове над 75%. Общо 13 бр. с различни мощности (броя на рекуператорите е избран без наличие на проект и количествата са приблизителни)	43 600
4	Непредвидени разходи, неутрализиране на топлинни мостове и отвори получени при монтаж на вентилацията	6 000
5	Намаляване на инвестицията за вентилационни отвори при дограмата	- 22 500
Общо инвестиция		163 100
ДДС 20%		32 620
Общо инвестиция с ДДС		195 720
Икономически живот на мярката - 15 години		

Окрупняването на вентилационните инсталации (ако е технически възможно) ще допринесе за по-ниски инвестиционни разходи и по-ниски експлоатационни разходи за закупуване на филтри.

Икономии:

В зависимост от пакета от мерки, избран за изпълнение на обекта, икономията на енергия се променя под влиянието на намалената консумация на енергия от другите изпълнени мерки. Поради тази причина са представени икономии от мярката при всеки един от пакетите.

Монтаж на вентилационна инсталация	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3	
Икономия на топл. енергия от природен газ			100 503	kWh/год.
Икономия на топл. Електроенергия			- 8 025	kWh/год.
Икономия на енергия - общо			92 478	kWh/год.
Финансови ползи от спестен природен газ			7 940	лв./год.
Финансови ползи от спестен природен газ			-1 798	лв./год.
Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка			800	лв./год.
Финансови икономии – общо			5 342	лв./год.
Прост срок на откупуване			33,0	год.

* Всички цени на инвестициите и икономии са без вкл. ДДС

В таблицата е добавена икономия на енергия от нерегулирана инфилтрация, изчислена в приложение 10, която се равнява на 44 264 kWh/год., а икономията от рекуперация е коригирана с разликата между базова линия и базова линия с вентилация,

след корекцията икономията се равнява на 56 239 kWh/год. Общата икономия на енергия от мярката се равнява на 100 503 kWh/год.

В таблицата е добавен годишен разход на енергия за работа на вентилаторите. За работата на инсталацията е приета стойност за разход на вентилаторите съгласно дебита на вентилацията $0,55 \text{ Wh/m}^3$. Съгласно формулата:

$$\frac{0,55 \times q_{ve,f} \times t}{1000} = \frac{0,55 \times (14\,320 + 3\,050) \times 840}{1000} = 8\,025 \text{ kWh/a}, \quad \text{където:}$$

$q_{ve,f}$ - Дебит на подавано количество въздух;

t - време за работа на инсталацията (140 дни по 6 часа);

МР 1. Монтаж на външни засенчващи устройства

Поради високите изисквания за енергийна ефективност на обекта и заложените високи дебелини на топлинна изолация е възможно прегряване на помещенията от слънчевата енергия влизаща през прозорците. За да се избегне този негативен ефект през преходните сезони и лятото, е необходимо да се инсталират **външни** засенчващи устройства. На засенчване подлежат всички южни прозорци и врати където няма инсталирани козирки, стрехи или дървета осигуряващи намаляване на слънчевата радиация с повече от 45%, както и всички източни и западни прозорци където няма засенчване от дървета осигуряващо намаляване на слънчевата радиация с повече от 50%.

Засенчването трябва да се извърши с щори или сенници с редуциране на слънчевата енергия не по-малко 55 %. Правилното използване на засенчващите устройства ще предпази сградата от необходимостта да се инсталира система за охлаждане.

Инвестиция:

МР 1. Монтаж на външни засенчващи устройства		Цена, лв. без ДДС
1	Закупуване и монтаж на външни щори с манивела. Обща площ 1169 m ²	335 000
Общо инвестиция		335 000
ДДС 20%		67 000
Общо инвестиция с ДДС		402 000

Други възможности мерки за подобряване на енергийната ефективност

Подмяна на котел. След изпълнение на по-горе описаните мерки се очаква значително да намаление топлинна мощност нужна за поддържане на оптимална температура в обекта. Това ще доведе до постоянно пускане и спиране на котела, което няма да му позволява да работи в номинални режими, съответно ще повлияе негативно на ефективността му на работа. Има вариант съществуващия котел след години да бъде монтиран на друг общински обект, а на обекта да бъде монтиран нов по-малък. Този вариант се изпълнява единствено при пакети от мерки 1 и 2, при пакет 3 се изпълнява описаните в мярка 9 дейности за източниците на топлина.

Изгражда не фотоволтаична централа за производство на електрическа енергия. Въпреки все още високата цена на такъв тип инсталация, след внедряване на препоръчаните в настоящото обследване мерки, Възложителят може да потърси финансиране за изграждане на такава централа. Тази мярка би довела до значително намаляване на генерираните от обекта емисии на парникови газове.

Външно осветление със захранване от фотоволтаични панели. Мярката ще доведе до намаляване на разходите на обекта за външно осветление, като през деня фотоволтаичните панели зареждат интегрираните акумулаторни батерии, които през нощта захранват осветителните тела. Поради сравнително ниската инвестиция мярката не е разглеждана подробно в настоящото обследване.

9. Технически и икономически анализ на мерките и пакетите от мерки

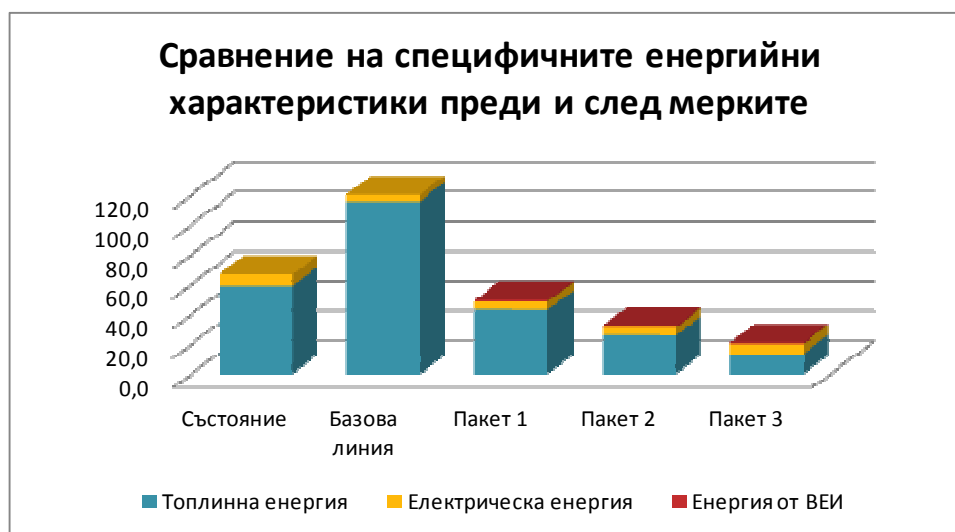
9.1. Енергийни разходи на сградата след прилагане на пакети от енергоспестяващи мерки

Таблица 31. Енергийни характеристики на сградата по потребна енергия.

	Базова линия		ЕСМ Пакет 1		ЕСМ Пакет 2		ЕСМ Пакет 3	
	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a
Отопление	115,4	878 199	41,7	317 141	24,5	186 282	10,1	76 516
Вентилация	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,3	17 466
БГВ газ	0,0	0	1,1	8 193	1,1	8 193	1,1	8 193
БГВ ел. енергия	3,1	23 943	1,3	10 225	1,3	10 225	1,3	10 225
Помпи и вент.	0,8	5 783	0,8	5 783	0,8	5 783	1,8	13 808
Осветление	3,0	22 823	1,8	13 586	1,8	13 586	1,8	13 586
Уреди	1,7	12 818	1,7	12 818	1,7	12 818	1,7	12 818
ОБЩО	124,0	943 566	48,33	367 746	31,13	236 887	20,1	152 612
Икономия			75,68	575 820	92,87	706 679	103,9	790 954

От прилагане на мярката вентилация за снабдяване на сградата с пресен въздух се добавя енергия за работа на вентилационните съоръжения 8025 kWh/a (виж стр. 56 от доклада) Енергията е отразена в ред "вентилатори и помпи".

Фигура 10. Графично сравнение на показателите на разход на енергия след ЕСМ



9.2. Енергийни характеристики на сградата по първична енергия след прилагане пакетите от мерки. Клас на енергопотребление

Таблица 32. Специфични енергийни характеристики по първична енергия. Клас на енергопотребление

	Базова линия	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Отопление газ	127,0	45,8	26,9	11,1
Вентилация газ	0,0	1,2	1,2	2,5
БГВ газ	0,0	0,0	0,0	1,2
БГВ ел. енергия	9,4	4,0	4,0	4,0
Помпи и вентилатори	2,3	2,3	2,3	5,4
Осветление	9,0	5,4	5,4	5,4
Уреди	5,1	5,1	5,1	5,1
ОБЩО	152,7	63,75	44,84	34,7
Икономия		89,0	107,9	118,1
Клас на енергопотребление	D	B	A	A
Сграда с близко до нулевото потребление на енергия	не	не	не	не

9.3. Икономически показатели на пакетите

В настоящия раздел са показани основните икономически показатели на мерките и пакетите от мерки, за изчисляването на които е използван софтуер "ENSI Profitability". При изчисляването на финансовите параметри е заложен лихвен процент 7,0 % и инфлация 4,0 %.

Пакет 1

Обобщени данни за пакета от мерки предвиден за изпълнение в сградата е представен в таблици 33 и 34.

Списък с мерки за изпълнение в пакет 1	
ЕСМ 1.1	Топлоизолиране на покрива на сградата
ЕСМ 2.1	Топлоизолиране на външните стени на сградата
ЕСМ 4	Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ
ЕСМ 5	Подмяна на осветлението със светодиодно
ЕСМ 6.1	Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с двоен стъклопакет, отговарящи на минималните изисквания на наредба 7
ЕСМ 7	Подмяна на отоплителната инсталация в сградата, автоматично управление и мониторинг на сградата

Таблица 33. Описание на пакета от мерки

	Описание	Инвестиция	Икономия	Икономия	Допълнителни год. разходи	Общо спестявания	Срок на откупуване
		лв.	kWh/год.	лв./год.	лв./год.	лв./год.	год.
ЕСМ 1.1	Покрив	60 750	84 547	6 679		6 679	9,1
ЕСМ 2.1	Стени	183 769	221 251	17 479		17 479	10,5
ЕСМ 4	Слънчеви колектори	31 000	5 525	2 426	200	2 226	13,9
ЕСМ 5	Осветление	38 102	2 047	1 501	-1880	3 381	11,3
ЕСМ 6.1	Прозорци	265 680	149 503	11 811		11 811	22,5
ЕСМ 7	Отопление	245 000	112 948	8 923	500	8 423	29,1
		824 301	575 821	48 818	-1 180	49 998	16,5

Таблица 34. Икономически показатели на енергоспестяващите мерки на пакет 1

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: 8 ОУ Габрово

Фирма:

EnEffect

Отчет: Отчет: Пакет мерки 1

Номер на лиценза:

259383344

Реален лихвен процент: 2,88 %

Валута: BGN

Мерки	Инвестиция [BGN]	Спестени [BGN]	Време [год.]	PB [год.]	PO [год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Допълнителни инвестиции	
									Сума	Години
ЕСМ 1. Топлоизолация на покриви	60.750	6.679	25	9,1	10,7	10,0	57.062	0,94		
ЕСМ 2. Топлоизолация на стени	183.769	17.479	30	10,5	12,7	8,7	163.994	0,89		
ЕСМ 4. БГВ - сл. колектори и газ	31.000	2.226	20	13,9	18,1	3,7	2.473	0,08		
ЕСМ 5. Осветление	38.102	3.381	12	11,3	13,8	1,0	-4.215	-0,11	10.000	12
ЕСМ 6. Подмяна на прозорците	265.680	11.811	30	22,5	36,8	2,0	-30.688	-0,12		
ЕСМ 7. Ремонт на отоплителна инсталация	245.000	8.423	20	29,1	64,2	0,0	-118.340	-0,48		
Пакет:	824.301	49.999	20	16,5	-	1,8	-79.553	-0,10	10.000	-

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

Легенда: PB – прост срок на откупуване, години; IRR – вътрешна норма на възвръщаемост, %; NPV – Нетна сегашна стойност на икономииите в края на икономическия живот на пакета, лева.; NPVQ – Коефициент на нетна сегашна стойност в края на икономическия живот на пакета

Пакет 2

Обобщени данни за пакета от мерки предвиден за изпълнение в сградата е представен в таблици 35 и 36.

Списък с мерки за изпълнение в пакет 2	
ЕСМ 1.2	Топлоизолиране на покрива на сградата - с по-високи изисквания
ЕСМ 2.2	Топлоизолиране на външните стени на сградата - с по-високи характеристики
ЕСМ 3	Топлоизолиране на подове и стени граничещи със земя
ЕСМ 4	Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ
ЕСМ 5	Подмяна на осветлението със светодиодно
ЕСМ 6.2	Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и максимално високи изисквания за топлотехническите свойства на дограмата
ЕСМ 7	Подмяна на отоплителната инсталация в сградата, автоматично управление и мониторинг на сградата

Таблица 35. Описание на пакета от мерки

	Описание	Инвестиция	Икономия	Икономия	Допълнителни год. разходи	Общо спестявания	Срок на откупуване
		лв.	kWh/год.	лв./год.	лв./год.	лв./год.	год.
ЕСМ 1.2	Покрив	100 800	101 392	8 010		8 010	12,6
ЕСМ 2.2	Стени	251 375	258 424	20 415		20 415	12,3
ЕСМ 3	Под	35 396	25 807	2 039		2 039	17,4
ЕСМ 4	Слънчеви колектори	31 000	5 525	2 426	200	2 226	13,9
ЕСМ 5	Осветление	38 102	2 047	1 501	-1880	3 381	11,3
ЕСМ 6.2	Прозорци	391 500	201 123	15 889		15 889	24,6
ЕСМ 7	Отопление	245 000	112 361	8 877	500	8 377	29,2
		1 093 173	706 679	59 156	-1 180	60 336	18,1

Таблица 36. Икономически показатели на енергоспестяващите мерки на пакет 2

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: 8 ОУ Габрово

Фирма:

EnEffect

Отчет: Отчет: Пакет мерки 2

Номер на лиценза:

259383344

Реален лихвен процент: 2,88 %

Валута: BGN

Мерки	Инвестиция [BGN]	Спестени [BGN]	Време [год.]	PB [год.]	PO [год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Допълнителни инвестиции	
									Сума	Години
ЕСМ 2. Топлоизолация на стени	251.375	20.415	30	12,3	15,4	7,1	154.803	0,62		
ЕСМ 1. Топлоизолация на покриви	100.800	8.010	25	12,6	15,9	6,2	40.490	0,40		
ЕСМ 4. БГВ - сл. колектори и газ	31.000	2.226	20	13,9	18,1	3,7	2.473	0,08		
ЕСМ 3. Топлоизолация на подове	35.396	2.039	25	17,4	24,4	3,0	570	0,02		
ЕСМ 5. Осветление	38.102	3.381	12	11,3	13,8	1,0	-4.215	-0,11	10.000	12
ЕСМ 6. Подмяна на прозорците	391.500	15.889	30	24,6	43,6	1,3	-75.372	-0,19		
ЕСМ 7. Ремонт на отоплителна инсталация	245.000	8.377	20	29,2	65,3	0,0	-119.031	-0,49		
Пакет:	1.093.173	60.337	20	18,1	-	0,9	-192.968	-0,18	10.000	-

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

Легенда: PB – прост срок на откупуване, години; IRR – вътрешна норма на възвръщаемост, %; NPV – Нетна сегашна стойност на икономииите в края на икономическия живот на пакета, лева.; NPVQ – Коефициент на нетна сегашна стойност в края на икономическия живот на пакета

Пакет 3

Обобщени данни за пакета от мерки предвиден за изпълнение в сградата е представен в таблица 37 и 38.

Списък с мерки за изпълнение в пакет 3	
ЕСМ 1.2	Топлоизолиране на покрива на сградата - с по-високи изисквания
ЕСМ 2.2	Топлоизолиране на външните стени на сградата - с по-високи характеристики
ЕСМ 3	Топлоизолиране на подове и стени граничещи със земя
ЕСМ 4	Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ
ЕСМ 5	Подмяна на осветлението със светодиодно
ЕСМ 6.2	Подмяна на прозорците и остъклените външни врати сградата с PVC/алуминиева дограма с троен стъклопакет и максимално високи изисквания за топлотехническите свойства на дограмата
ЕСМ 7	Подмяна на отоплителната инсталация в сградата, автоматично управление и мониторинг на сградата
ЕСМ 8	Инсталиране на вентилационна инсталация с рекуперация за осигуряване на пресен въздух в помещенията

Таблица 37. Описание на пакета от мерки

	Описание	Инвестиция	Икономия	Икономия	Допълнителни год. разходи	Общо спестявания	Срок на откупуване
		лв.	kWh/год.	лв./год.	лв./год.	лв./год.	год.
ЕСМ 1.2	Покрив	100 800	99 926	7 894		7 894	12,8
ЕСМ 2.2	Стени	251 375	254 463	20 103		20 103	12,5
ЕСМ 3	Под	35 396	25 440	2 010		2 010	17,6
ЕСМ 4	Слънчеви колектори	31 000	5 525	2 426	200	2 226	13,9
ЕСМ 5	Осветление	38 102	951	1 414	-1880	3 294	11,6
ЕСМ 6.2	Прозорци	391 500	199 098	15 729		15 729	24,9
ЕСМ 7	Отопление	245 000	100 181	7 914	500	7 414	33,0
ЕСМ 8	Вентилация	163 100	92 478	6 142	800	5 342	30,5
		1 256 273	778 062	63 632	-380	64 012	19,6

Таблица 38. Икономически показатели на енергоспестяващите мерки на пакет 3

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: 8 ОУ Габрово

Фирма:

EnEffect

Отчет: Отчет: Пакет мерки 3

Номер на лиценза:

259383344

Реален лихвен процент: 2,88 %

Валута: BGN

Мерки	Инвестиция [BGN]	Спестени [BGN]	Време [год.]	PB [год.]	PO [год.]	IRR [%]	NPV [BGN]	NPVQ	Допълнителни инвестиции	
									Сума	Годени
ЕСМ 2. Топлоизолация на стени	251.375	20.103	30	12,5	15,7	6,9	148.595	0,59		
ЕСМ 1. Топлоизолация на покриви	100.800	7.894	25	12,8	16,2	6,0	38.444	0,38		
ЕСМ 4. БГВ - сл. колектори и газ	31.000	2.226	20	13,9	18,1	3,7	2.473	0,08		
ЕСМ 3. Топлоизолация на подове	35.396	2.010	25	17,6	24,9	2,9	59	0,00		
ЕСМ 5. Осветление	38.102	3.294	12	11,8	14,3	0,6	-5.087	-0,13	10.100	15
ЕСМ 6. Подмяна на прозорците	391.500	15.729	30	24,9	44,5	1,3	-78.555	-0,20		
ЕСМ 8. Вентилация	163.100	5.342	20	30,5	74,8	0,0	-82.770	-0,51		
ЕСМ 7. Ремонт на отоплителна инсталация	245.000	7.414	20	33,0	107,7	0,0	-133.512	-0,54		
Пакет:	1 256.273	64.012	20	19,6	-	0,1	-300.289	-0,24	10.100	-

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

Легенда: *PB* – прост срок на откупуване, години; *IRR* – вътрешна норма на възвръщаемост, %; *NPV* – Нетна сегашна стойност на икономииите в края на икономическия живот на пакета, лева.; *NPVQ* – Коефициент на нетна сегашна стойност в края на икономическия живот на пакета

9.4. Избор на пакет от мерки

След съгласуване с общината, е избран пакет от енергоспестяващи мерки 1, чрез който се постига клас В на енергопотребление

Избраният пакет 1 е използван при попълването на документите сертификат и резюме съгласно НАРЕДБА № Е-РД-04-1 "За обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради".

10. Анализ и оценка на годишното количество спестени емисии CO₂

Предвид приемането от Европейския съюз на пакета от документи „Енергия-климат“, от съществено значение в проектите за енергийна ефективност е намаляването на емисиите от парникови газове в околната среда, най-същественият дял от които се пада на въглеродния диоксид (CO₂).

Намалението на емисиите на парникови газове се реализира вследствие на намаляването на разходите на топлинна и електрическа енергии в следствие прилагане на пакет от енергоспестяващи мерки. В таблицата е показана екологичната оценка на обекта преди и след прилагане на пакетите от мерки и сравнение на екологичния ефект от прилагането му. Емисионните фактори използвани за изчисленията са съгласно *Наредба № РД-16-1058 за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите*.

Таблица 39. Оценка на емисиите от въглероден диоксид преди и след прилагане на ЕСМ

	Преди Проекта	Пакет 1	Пакет 2	Пакет 3
	t _{CO2} /a	t _{CO2} /a	t _{CO2} /a	t _{CO2} /a
Отопление газ	177,4	64,1	37,6	15,5
Вентилация газ	0,0	0,0	0,0	3,5
БГВ газ	0,0	1,7	1,7	1,7
БГВ ел. енергия	19,6	8,4	8,4	8,4
Помпи и вентилатори	4,7	4,7	4,7	11,3
Осветление	18,7	11,1	11,1	11,1
Уреди	10,5	10,5	10,5	10,5
ОБЩО	230,9	100,5	74,02	61,9
Спестявания		130,5	156,9	169,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работите свързани с изпълнението на задачите на енергийното обследване са извършени в съответствие с изискванията на Закона за енергийна ефективност и свързаните с него наредби.

Състоянието на сградата е привидно добро от конструктивна гледна точка, но на много места се наблюдава паднала мазилка и нарушена хидроизолация на покрива; прозорците са недобре уплътнени и изметнати; отоплителната инсталация е стара с неработещи спирателни кранове при радиаторите; системата за обезвъздушаване не работи добре; съществуват клонове на отоплителната инсталация, до които почти не достига топлина, което е довело до използването на климатици и ел. печки за отопление. Всички тези предпоставки налагат скорошен ремонт на сградата, поради което е направена още една оценка на инвестициите, която изключва дейностите по ремонт на сградата от инвестицията, като обрушване на мазилки и полагане на нови външни мазилки на сградата, полагане на нова хидроизолация, ремонт на осветлението и др.

Моделът на сградата и коефициентите на топлопреминаване на ограждащите елементи показват високи показатели за разход на енергия, като нито един от съществуващите на обекта ограждащи елементи не отговаря на изискванията на *НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.*

Енергийните характеристики на сградата не са в съответствие с действащите изисквания за енергийна ефективност, записани в *НАРЕДБА № Е-РД-04-2 от 22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.* Съществуващият газов котел, пуснат в експлоатация през месец ноември 2013 г. е в много добро състояние. Консумацията на гориво е сравнително висока, поради незадоволителното състояние на ограждащите елементи. Поради значителното намаление на цената на природния газ през последните години, финансовите показатели на мерките не са достатъчно добри. При неминуемо поскъпване на горивата в близко бъдеще обаче всички показатели ще достигнат значително по-добри от финансова гледна точка измерения.

Съгласно изисквания на възложителя, в обследването бяха разгледани различни пакети от мерки, като пакет 1 води до постигане на клас В на енергопотребление, пакет 2 води до постигане на клас А, а пакет 3 води отново до постигане на клас А, но при него сградата отговаря на критериите за сграда с близко до нулевото потребление на енергия (СБНПЕ).

След анализ на пакетите от мерки е избран за изпълнение пакет от мерки 1.

В доклада са оценени енергоспестяващи мерки за реконструкция и топлоизолиране на покрива, външните стени, подовите и стените под земя, прозорците както и подобряване на въздухоплътността на сградата, изграждането на вентилационна система, монтажа на слънчеви колектори за топла вода на покривите, мерки по осветлението на сградата и мярка за подмяна на горивната база с ВЕИ - земносвързана термопома. В доклада са заложили и две мерки за реконструкция МР 1 за засенчващите устройства в сградата и МР 2 за отоплителната инсталация в сградата.

Понастоящем сградата отговаря на **енергиен клас D**, а след изпълнение на препоръчаният пакет от енергоспестяващи мерки сградата ще отговаря на изискванията за **енергиен клас B**.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Изчисление на коефициентите на топлопреминаване
на плътните ограждащи елементи

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Изчисление на коефициентите на топлопреминаване
и на пропускливост на слънчевата енергия (g) на прозорци
и врати

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Изчисление на коефициентите на топлопреминаване
на линейни термомостове - екрани от софтуер UNORM,
версия 2012 - 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Разпечатки от изчислението на изразходваната от
осветлението и електроуредите енергия

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Определяне на средночасовата кратност на въздухообмена за пространството при наличие на вентилация

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Изчисление на ефективността на вентилационните
съоръжения и необходимия дебит

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Изчисление на коефициентите на топлопреминаване и на пропускливост на слънчевата енергия (g) на прозорци и врати след прилагане на ЕСМ

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Разпечатки от софтуер за изчисление на потенциала за
производство на топла вода от слънчеви колектори

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Изчисления на реално оползотворяемата топлинна
енергия от слънчеви колектори

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Разпечатки на екраните от компютърно енергийно моделиране със софтуер EAB, версия HC 1.0.