

Възложител: Община Габрово

ДОКЛАД

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



Изготвен от:



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

Ноември 2015 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД.....	5
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 ОГГРАЖДАЩИ КОНСТРУКЦИИ И ЕЛЕМЕНТИ	10
2.1. Външни стени	10
2.2. Прозорци и врати.....	12
2.3. Покрив на сградата	13
2.4. Под на сградата.....	15
2.5. Топлинни мостове и потенциални топлинни мостове при топлоизолиране	17
2.5.1. Междуетажни подови плочи.....	17
2.5.2. Конзоли.....	17
2.5.3. Стълбища.....	18
2.5.4. Връзка неотопляем вход	18
2.5.5. Връзка покрив и стени. Корпуси А, В и С.....	18
2.5.6. Връзка покрив и стени. Корпус D.....	19
2.5.7. Връзка между неотопляем покрив и отопляеми помещения.....	19
2.5.8. Връзка между плосък покрив и стени.....	19
2.5.9. Колони	20
2.5.10. Връзка под и стени.....	20
2.5.11. Топлинни мостове при прозорци.....	20
3. КЛИМАТИЧНИ ДАННИ	21
3.1. Климатична зона.....	21
3.2. Месечна външна температура за периода 2012 - 2014 г.....	21
4. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА СЪЩЕСТВУВАЩОТО СЪСТОЯНИЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ПРОИЗВОДСТВО, ПРЕНОС, РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ	22
4.1. Отоплителна система	22
4.1.1. Котелна инсталация	22
4.1.2. Отоплителна инсталация	24
4.2. Вентилационна система	26
4.3. Вентилатори и помпи в сградата.....	26
4.4. Система за производство и снабдяване с битова гореща вода	26
4.5. Възобновяеми енергийни източници	26
4.6. Осветителна система на сградата	26
4.7. Електрически уреди влияещи на топлинния баланс на сградата	28
4.8. Електрически уреди невяляещи на топлинния баланс.....	28
4.9. Топлинна енергия отделяна от хора	28
РАЗДЕЛ 2. АНАЛИЗ НА КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ ПО ВИДОВЕ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ.....	29

5. ЕНЕРГИЕН БАЛАНС НА СГРАДАТА И БАЗОВА ЛИНИЯ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗА ОСНОВНИТЕ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ	29
5.1. Изходни данни	29
5.2. Енергиен модел на сградата.....	33
5.3. Обобщение на резултатите – основни изводи	35
6. СРАВНЕНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА СПЕЦИФИЧЕН РАЗХОД НА ЕНЕРГИЯ С РЕФЕРЕНТНИТЕ	36
7. СПИСЪК НА МЕРКИТЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ И ЕТАПИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕТО ИМ	37
7.1. Мерки за енергийна ефективност	37
8. ПОДРОБНО ОПИСАНИЕ МЕРКИТЕ	38
ЕСМ 1. Теплоизолиране на покрива на сградата	38
ЕСМ 2. Теплоизолиране на външните стени на сградата	40
ЕСМ 3. ВЕИ. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия	43
ЕСМ 4. Подмяна на осветлението със светодиодно	44
ЕСМ 5. Подмяна на една входна врата в сградата	45
МР 1. Инсталиране на вентилационна инсталация за осигуряване на пресен въздух в помещенията на корпус А.....	46
МР 2. Монтаж на външни засенчващи устройства.....	49
МР 3. Профилактика на отоплителната инсталация и подмяна на отоплителни тела	49
Други възможности мерки за подобряване на енергийната ефективност.....	50
9. ТЕХНИЧЕСКИ И ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА МЕРКИТЕ	51
9.1. Обобщение на техническите и финансови показатели на отделните мерки	51
9.2. Енергийни разходи на сградата след прилагане на пакети от енергоспестяващи мерки	52
9.3. Енергийни характеристики на сградата по първична енергия след прилагане пакетите от мерки. Клас на енергопотребление	53
9.4. Икономически показатели на пакетите.....	53
10. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ГОДИШНОТО КОЛИЧЕСТВО СПЕСТЕНИ ЕМИСИИ CO₂	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56

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 КОРПУС А 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11 – РАЗПЕЧАТКА ОТ СОФТУЕРА ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ИКОНОМИЧЕСКИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИТЕ МЕРКИ „ENSI PROFITABILITY”

УВОД

Предмет на енергийното обследване е сградата на 8 ОУ "Св. Св. Кирил и Методий", намираща се на бул. Могилъв 69, 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 състави пакет от мерки за обновяване на корпус А до клас на енергопотребление А и постигането на показател за разход на енергия за отопление и вентилация по-малък от 25 kWh/m²a. Докладът има за цел да разработи стратегия за поетапното изпълнение на мерките, по т.нар. подход "стъпка по стъпка", като раздели вариантите за изпълнение на първа стъпка в пакети от мерки и опише следващите действия към всеки един от пакетите.

След прилагане на ЕСМ трябва да се постигнат следните енергийни характеристики:

- Максимален разход на енергия за отопление и вентилация - 25 kWh/m²a;
- Максимален разход на енергия за охлаждане - 25 kWh/m²a или максимално честота на прегряване през годината не повече от 10%;
- Максимална кратност на въздухообмена при разлика в налягането в сграда и извън нея 50 Pa - 1,0 h⁻¹;
- Система за осигуряване на пресен въздух до всички помещения в сградата;
- Максимален разход на първична енергия (от всички консуматори на енергия в сградата) - 120 kWh/m²a;

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.) и НАРЕДБА № 16-1594 от 13.11.2013 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради (Обн. - ДВ, бр. 101 от 22.11.2013 г., в сила от 22.11.2013 г.).

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.

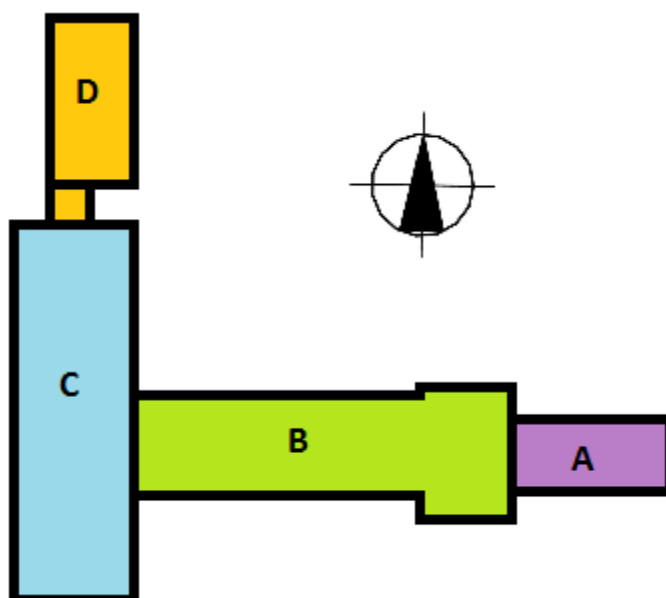
ОПИСАНИЕ НА СГРАДАТА

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, лафката, 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.

Поради високите цели на заданието, постигането на ниски стойности за разход на енергия, е необходимо частите от сградата с функционални, експлоатационни и геометрични различия да бъдат отделени. Поради тази причина за по-точен анализ на дейностите корпус D е моделиран отделно от останалите корпуси.

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 с нова, 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, 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, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради, са следните:

Таблица 1. Основни общи строителни данни

	Застроена площ	Разгъната площ	Отопляема площ	Полезна Отопляема площ	Брутен обем	Нетен отопляем обем
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³
Корпуси А, В и С	1557,5	6665,9	6651,7	4630,4	23 538,6	15290,3
Корпус D	400,4	956,9	956,9	719,4	4984,2	4180,4
Общо	1957,9	7622,8	7608,6	5349,8	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. Могильов № 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
Тип 1	720,8	560,1875	647,2825	433,43	2361,70	1,38
Тип 2	23,96	19,395	0	43,225	86,58	2,05
Тип 3	48,935	4,8	47,93	4,03	105,70	0,99
Общо	793,70	584,38	695,21	480,69	2553,98	1,39

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
Тип 1	67,58	107,9475	34,48	106,1775	316,185	1,38
Тип 2	39,06	73,14	16,92	73,2	202,32	2,05
Общо	106,64	181,0875	51,4	179,3775	518,505	1,64

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; R_{si} / R_{se} – 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. ПВЦ прозорци и врати с двоен стъклопакет

Изпълнени са с PVC рамка с коефициент на топлопреминаване на рамката $U=1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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 $\psi = 0,04 \text{ W/mK}$. Общата площ на дограмата от този тип е $1280,14 \text{ m}^2$ ($32,36 \text{ m}^2$ 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 $U=2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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 $\psi = 0,04 \text{ W/mK}$. Общата площ на дограмата от този тип е $192,45 \text{ m}^2$.

Усредненият коефициент на топлопреминаване на прозорците и вратите в блокове А, В и С е средно $2,51 \text{ W/m}^2\text{K}$, 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 $2,81 \text{ W/m}^2\text{K}$, 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 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	g (-)	A (m^2)	U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	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 $1475,59 \text{ m}^2$.

2.3. Покрив на сградата

В сградата има два типа покривни конструкции:

Първи тип:

Представлява 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

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

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

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 400,34 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

Общата площ на покривите на сградата е 1958,07 m², а обобщеният коефициент на топлопреминаване на покрива, отнесен към външния въздух, е $U_{\text{покрив}} = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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
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

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
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

Вторият тип конструкция е под над неотапваем 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 Таблицы 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 топлопреминаване 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 топлопреминаване отнесен към външен въздух	0,586	W/m ² K

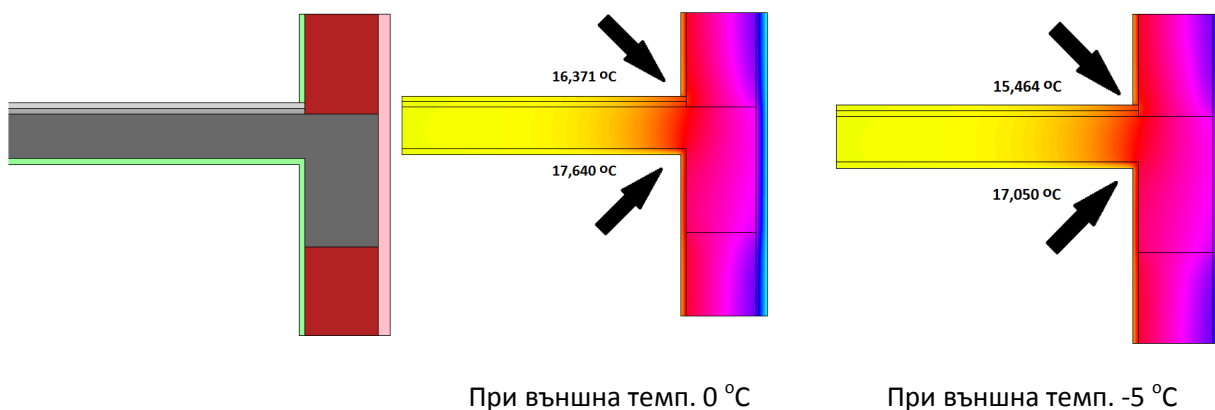
Общата площ на всички видове подове граничещи със земя на корпусите А, В и С е 1557,73 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух е $U_{\text{под}} = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на стените на отопляеми помещения граничещи със земя, за същите корпуси е 362,08 m², а коефициентът на топлопреминаване е 0,86 W/m²K. Общата площ на всички видове подове на корпус D граничещи със земя е 400,34 m², а обобщеният им коефициент на топлопреминаване, отнесен към външния въздух, е $U_{\text{под}} = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на стените граничещи със земя, за същия корпус е 235,86 m², а коефициентът на

топлопреминаване е $0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$. Подробни данни за топлофизичната оценка на подовите конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

2.5. Топлинни мостове и потенциални топлинни мостове при топлоизолиране

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 $(-5)^\circ\text{C}$. Всички неопляеми помещения са приети с температура на въздуха 5°C .

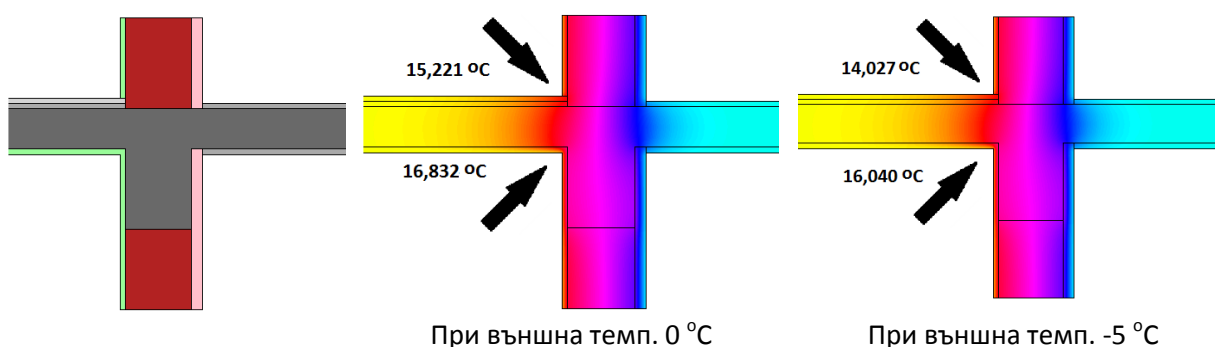
2.5.1. Междуетажни подови плочи



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): $\theta_{i} = 15,464^\circ\text{C}$.

2.5.2. Конзоли

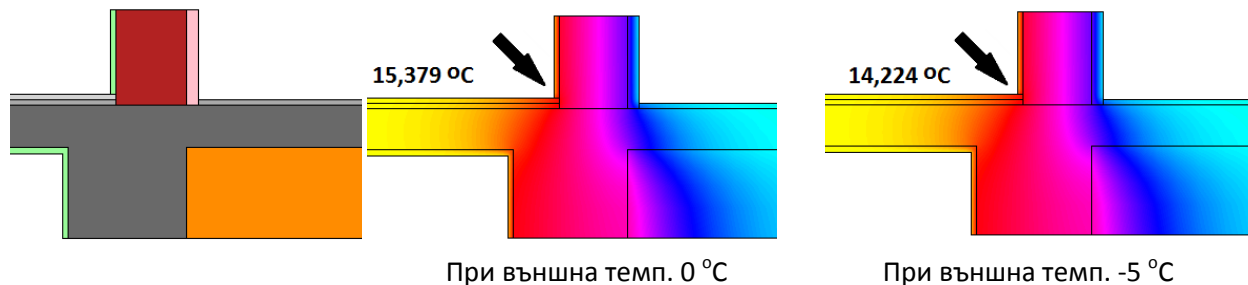


Основни характеристики

- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,420 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 50,51 \text{ m}$;

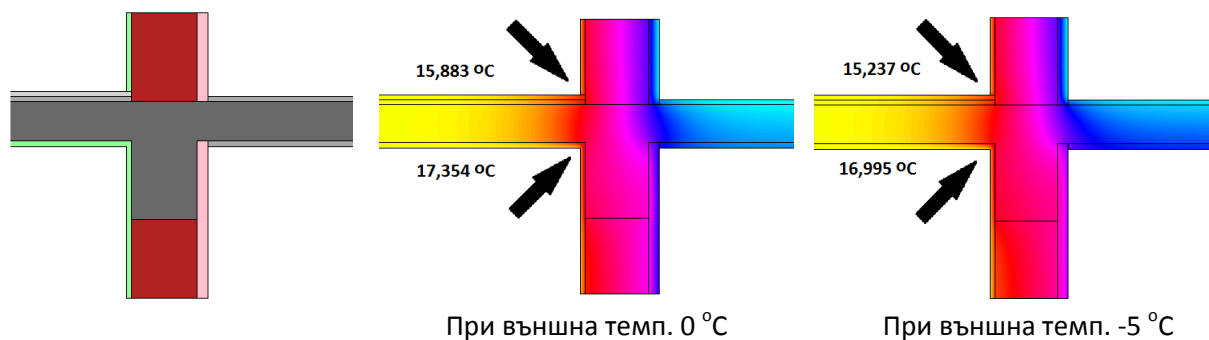
- Дължина на топлинния мост по корпус D: $l = 7,05 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 14,027 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.5.3. Стълбища



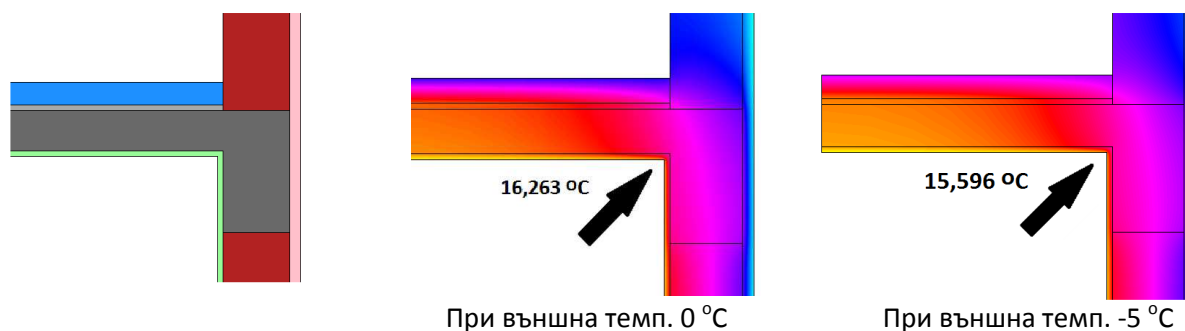
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = -0,232 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 44,10 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 14,224 \text{ }^\circ\text{C}$.

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: $\theta_i = 15,237 \text{ }^\circ\text{C}$.

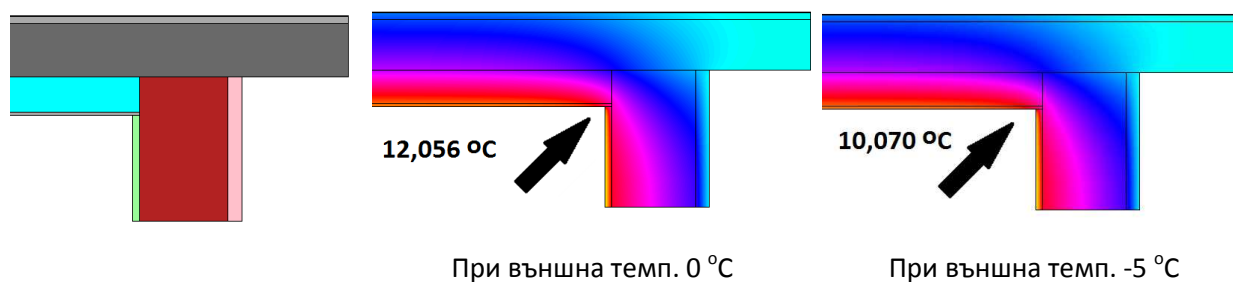
2.5.5. Връзка покрив и стени. Корпуси А, В и С



- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = -0,200 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси А, В и С: $l = 311,12 \text{ m}$;

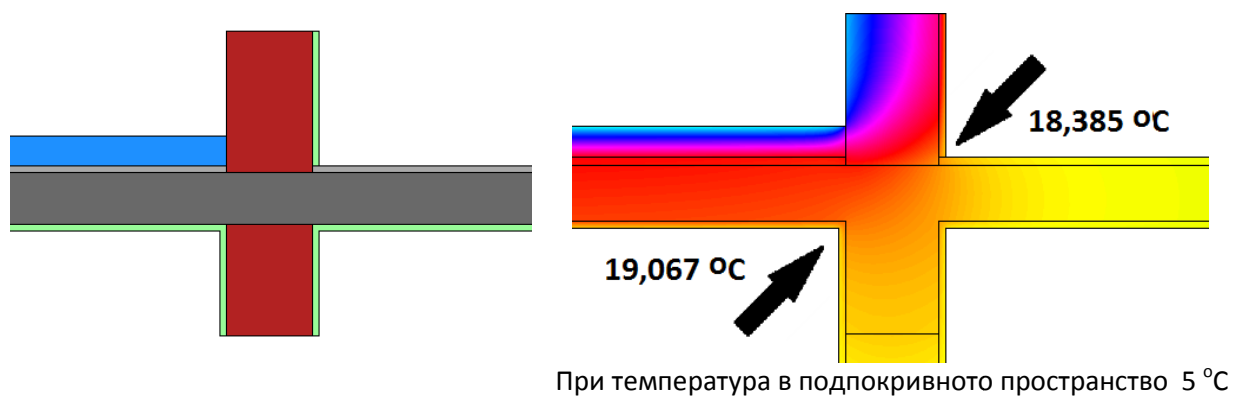
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 15,596 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.5.6. Връзка покрив и стени. Корпус D



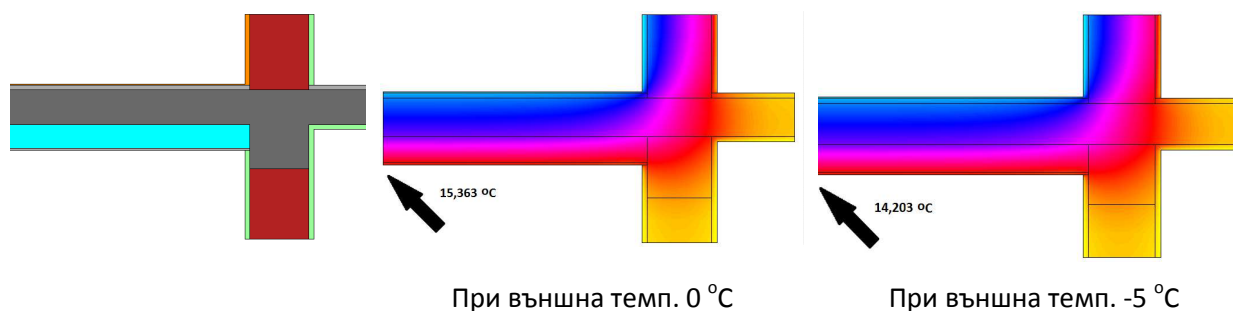
- Коефициент на линейно топлопреминаване през топлинния мост: $\psi = 0,775 \text{ W/mK}$;
- Дължина на топлинния мост по корпуси D: $l = 97,5 \text{ m}$;
- Минимална повърхностна температура: $\theta_i = 10,070 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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: $\theta_i = 18,385 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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: $\theta_i = 14,203 \text{ }^\circ\text{C}$.

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: $\theta_i = 16,989 \text{ }^\circ\text{C}$.

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^2K	W/m^2K
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 № РД-16-1058 за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сгради 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 190 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. Месеца с най-ниска средна месечна външна температура е януари с -0,2 °С.

3.2. Месечна външна температура за периода 2012 - 2014 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 7.

Таблица 19. Средни месечни външни температури в Габрово през периода 2011 - 2013 г.

Месец	Норматив – зона 7	Измерени температури в зоната		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.
Януари	-0,2	-0,8	0,8	1,4
Февруари	1,3	-4,7	3,8	3,1
Март	5,7	7,8	6,2	8,7
Април	12,7	14,4	13,7	8,2
Май	17,4			
Юни	21,1			
Юли	23,6			
Август	23			
Септември	19,1			
Октомври	12,8	15,6	12,4	11,2
Ноември	6,2	9,2	8,5	6,0
Декември	0,4	0,1	0,7	2,4

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 помщение

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 газ. 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 ребрени 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, нуждае се от промивка и частична смяна на отоплителните тела.



Снимка 11



Снимка 12

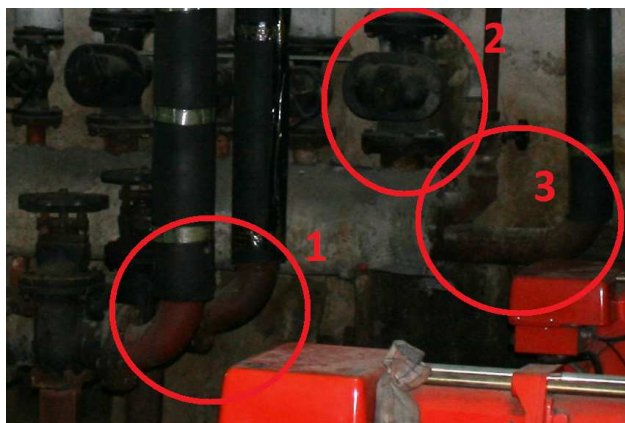
Циркулацията на топлоносител в отоплителната инсталация се осъществява чрез две помпи Grundfos MAGNA1 65-120 с честотно регулиране (снимка 13) и тристепенна резервна помпа Grundfos UPS 65-120. Разпределението към различните корпуси се осъществява чрез разпределителен и събирателен колектори, двата колектора 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 арматура;
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.

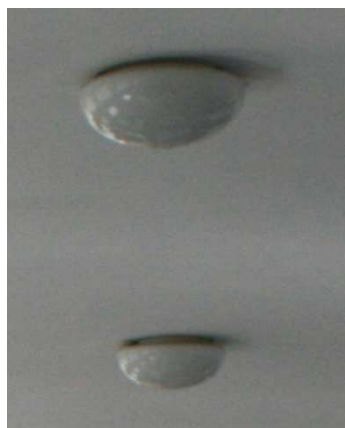
4.6. Осветителна система на сградата

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
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 4. Средната консумирана мощност за осветление в сградата при установения работен режим 2 часа дневно е 1,86 W/m².



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 $1,17 \text{ W/m}^2$.

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 оитделена топлина (явна)	Време		Оитделена топлина
					час/дн.	дни/год.	
-	-	-	-	W/човек			kWh/год.
Корпус А, В и С							
1	Ученици	лек (седнал)	560	73	4	170	27 798
2	Ученици	лек (станал)	560	70	2	170	13 328
3	Персонал	лек (станал)	60	70	6	170	4 284
	Общо						45 410
Корпус D							
1	Ученици	Спортуване	60	163	4	170	6 650
2	Ученици	лек (станал)	60	70	2	170	1 428
3	Персонал	лек (станал)	4	70	6	170	286
	Общо						8 364

Средната топлина от обитатели при 6 часа дневно за учебните корпуси е $6,7 \text{ W/m}^2$, а за физкултурния корпус е $8,6 \text{ W/m}^2$.

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 2012 г. - 2014 г., както и енергията за отопление чрез изгаряне на промишлен газьол, за периода от януари 2012 г. до ноември 2013 г. и природен газ, за периода от ноември 2013 г. до декември 2014 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 2012 г.

Месец	Потребена ел. енергия	Разходи за ел. енергия	Потребена нафта	Разходи за нафта	Топлинна енергия	Потреб. на вода	Разходи за вода
	kWh	лв.	литри	лв.	kWh	m ³	лв.
Януари	8 328	1 532	13 100	19 582	128 074	136	318
Февруари	11 108	2 043	14 500	21 532	141 762	120	281
Март	8 871	1 632	5 300	7 860	51 816	174	407
Април	3 828	704	0	0	0	157	367
Май	3 812	701	0	0	0	151	353
Юни	2 205	406	0	0	0	102	239
Юли	1 654	304	0	0	0	86	201
Август	0	-97	0	0	0	32	75
Септември	1 944	422	0	0	0	35	82
Октомври	4 263	901	0	0	0	180	421
Ноември	6 259	1 323	3 200	4 746	31 285	178	424
Декември	4 695	992	7 000	10 518	68 437	169	414
ОБЩО	56 967	10 861	43 100	64 237	421 374	1 520	3 583

Таблица 24. Данни за консумацията на енергии и вода за 2013 г.

Месец	Потребена ел. енергия	Разходи за ел. енергия	Потребена нафта/газ	Разходи за нафта/газ	Топлинна енергия	Потреб. на вода	Разходи за вода
	kWh	лв.	литри/Nm ³	лв.	kWh	m ³	лв.
Януари	9 674	2 044	12 000	18 681	117 320	140	343
Февруари	9 605	2 030	7 350	10 857	71 859	168	412
Март	8 599	1 817	4 500	6 539	43 995	141	345
Април	7 231	1 528	2 200	3 197	21 509	114	279
Май	3 822	808	0	0	0	146	358
Юни	2 060	435	0	0	0	109	267
Юли	944	116	0	0	0	67	164
Август	1 874	379	0	0	0	25	61
Септември	1 406	284	0	0	0	33	81
Октомври	8 269	1 577	0	0	0	222	544
Ноември	7 894	1 596	5 185*	4 318	48 105	179	439
Декември	5 921	1 197	7 828*	6 522	76 532	198	485
ОБЩО	67 299	13 811	26 050 / 13 013*	50 113	379 319	1 542	3 778

* - През Ноември 2013 г. е сменена горивната база от промишлен газьол (литри) на природен газ (нормални кубични метри (Nm³)).

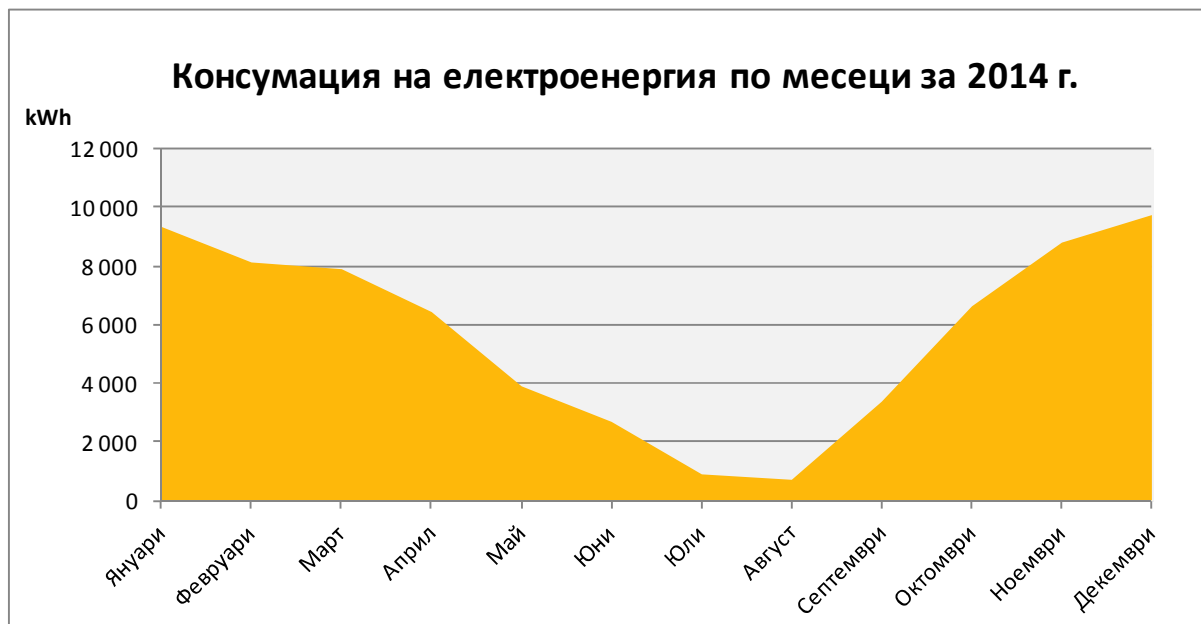
Таблица 25. Данни за консумацията на енергии и вода за 2014 г.

Месец	Потребена 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	9 315	1 858	9 375	7 983	91 656	164	402
Февруари	8 101	1 616	5 738	4 886	56 099	163	399
Март	7 872	1 570	4 089	3 488	39 977	182	446
Април	6 418	1 280	1 322	1 106	12 925	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	22 662	210	515
Ноември	8 786	2 003	6 622	5 464	61 437	209	512
Декември	9 722	2 217	8 114	6 708	79 328	201	492
ОБЩО	68 320	14 387	37 578	31 548	364 084	1 749	4 285

Поради смяната на горивната база от промишлен газьол на природен газ в сградата, извършена през ноември 2013 г., за калибриране на топлинния енергиен модел са използвани данните от 2014 г.

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

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 2014 г. е 68,3 MWh/год. Съгласно изплатените през 2014 г. фактури цената на електроенергията е 0,211 лв./kWh без ДДС.

Годишна консумация на природен газ за 2014 г. е 37,57 хил. Nm³/год., равностойно на 364,08 MWh/год. Съгласно фактурите изплатени през 2014 г. цената на природения газ е 0,84 лв./ Nm³ или 0,087 лв./kWh без ДДС.

Таблица 26. Данни за климата за 2014 г. и нормативните външни температури за зоната

Месец	Дни с включено отопление	Норматив – зона 7		Измерени температури в зоната за 2014 г.	
		°C	DD	°C	DD
Януари	31	-0,2	595	1,4	546
Февруари	28	1,3	496	3,1	445
Март	31	5,7	412	8,7	319
Април	23	12,7	145	8,2	248
Октомври	15	12,8	92	11,2	117
Ноември	30	6,2	384	6	390
Декември	31	0,4	577	2,4	515
ОБЩО			2 702		2 580

На база разхода на енергия, средните месечни температури за 2014 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

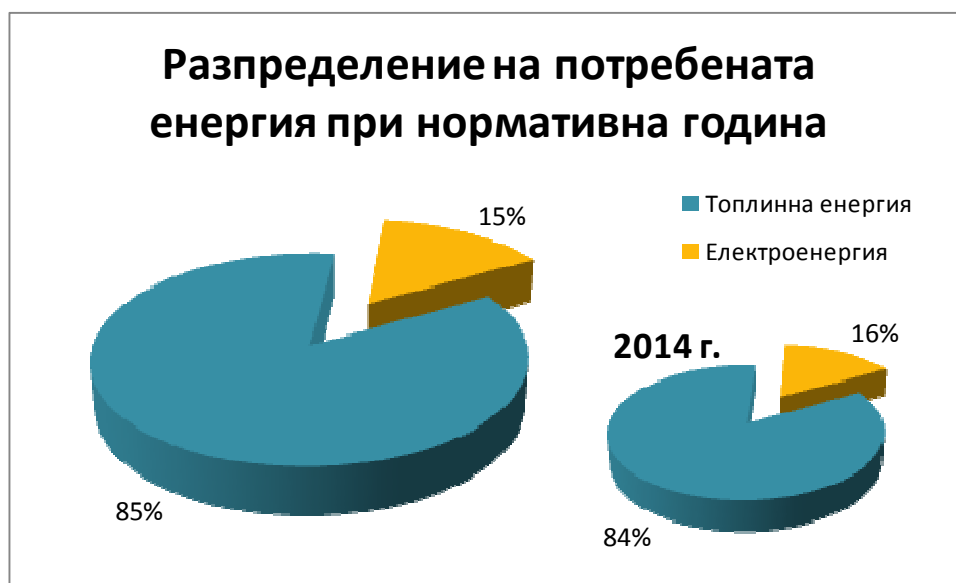
$$\frac{[\text{Годшен разход за 2014 г.}][\text{Денградуси по климатичната база данни}]}{[\text{Денградуси за 2014 г.}][\text{Отопляема площ}]}$$

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

Месец	Отопл. дни месечно	Денградуси в зоната		Топлинна енергия 2014	Топлинна енергия нормативна година
		Норм.	2014 г.	kWh	kWh
Януари	31	595	546	91 656	99 989
Февруари	28	496	445	56 099	62 449
Март	31	412	319	39 977	51 621
Април	23	145	248	12 925	7 539
Октомври	15	93	117	22 662	18 014
Ноември	30	384	390	61 437	60 492
Декември	31	577	515	79 328	88 885
ОБЩО		2 702	2 580	364 084	388 989

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 № РД 1594 „ЗА ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ, СЕРТИФИЦИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕНЕРГИЙНИТЕ СПЕСТЯВАНИЯ НА СГРАДИ“. Разпечатка от енергийния модел на сградата е представено в приложение 4.

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 двете части от сградата, който по отделно е представен в таблица 28, а общо в таблица 29. На фигура 6 е представен графичен модел на разпределението на енергията в сградата при калибрирано състояние.

Таблица 28. Енергиен баланс на сградата по корпуси

Компоненти на баланса	Корпус А, В и С				Корпус D			
	Състояние		Базова линия		Състояние		Базова линия	
	kWh/ m ² год.	kWh/ год.	kWh/ m ² год.	kWh/ год.	kWh/ m ² год.	kWh/ год.	kWh/ m ² год.	kWh/ год.
1. Отопление	44,4	295 160	89,5	595 199	104,6	100 080	163,7	156 607
2. Вентилация	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
3. БГВ	3,4	22 376	3,4	22 376	4,1	3 894	4,1	3 894
4. Вент. и помпи	0,9	5 687	0,9	5 687	0,0	0	0,0	0
5. Осветление	3,1	20 619	3,1	20 619	2,4	2 250	2,4	2 250
6. Уреди	1,8	12 231	1,8	12 231	0,0	0	0,0	0
7. Други (невлияещи)	0,2	1 254	0,2	1 254	0,0	0	0,0	0
Общо	53,7	357 327	98,8	657 366	111,0	106 224	170,1	162 751

Таблица 29. Общ енергиен баланс на сградата

Компоненти на баланса	Състояние		Базова линия	
	kWh/m ² год.	kWh/год.	kWh/m ² год.	kWh/год.
1. Отопление	51,9	395 240	98,8	751 806
2. Вентилация	0,0	0	0,0	0
3. БГВ (нафтови котли)	3,5	26 270	3,5	26 270
4. Вентилатори и помпи	0,7	5 687	0,7	5 687
5. Осветление	2,7	22 869	2,7	22 869
6. Уреди	1,9	13 485	1,9	13 485
Общо	60,9	463 551	107,8	820 117

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 и 29, 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

Сградата на училището е в сравнително добро състояние. Има наранени фасади, на места мазилка е паднала, покрива е здрав, няма течове и запушвания на улиците. В сградата е изпълнена една мярка за енергийна ефективност - подмяна на дограма. Сменена е цялата дограма в училището, като във физкултурния салон е монтирана алуминиева дограма с прекъснат термомост, а в останалите помещения е монтирана PVC дограма.

Отоплителната инсталация е стара със стоманени тръби, тръбни оребрени отоплителни тела и панелни радиатори и се нуждае от частичен ремонт. 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. Сравнение на показателите за специфичен разход на енергия с референтните

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 за отопление, вентилация и БГВ е $102,3 \text{ kWh/m}^2\text{год.}$ (потребление на природен газ и електроенергия), а енергийната характеристика за вентилатори и помпи, осветление и уреди (намиращи се в отопляемия обем на сградата) е $5,5 \text{ kWh/m}^2\text{год.}$ (потребление на електрическа енергия). Общата енергийна характеристика на ниво потребна енергия е $102,3 + 5,5 = 107,8 \text{ kWh/m}^2\text{год.}$

Спрямо потреблението на първична енергия характеристиките са както следва:

- за отопление, вентилация и БГВ:

$$98,8 \times 1,1 + 3,5 \times 3 = 119,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$









- за всички директни електроконсуматори, влияещи на баланса:

$$0,7 \times 3 + 3,0 \times 3 + 1,8 \times 3 = 16,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

- Интегрирана енергийна характеристика $119,1 + 16,6 = 135,6 \text{ kWh/год.}$

Съгласно последните промени в Наредба № 7 за Енергийна ефективност в сгради, класът на енергопотребление се определя по скала на класовете по видове сгради. На фигура 9 е показана скалата на класовете за училища.

Фигура 8. Скала на класовете на енергопотребление

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

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	Топлоизолиране на покрива на сградата
ЕСМ 2	Топлоизолиране на външните стени на сградата
ЕСМ 3	Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия и природен газ
ЕСМ 4	Подмяна на осветлението със светодиодно
ЕСМ 5	Подмяна на една входна врата в сградата

Мерки за реконструкция	
МР 1	Инсталиране на вентилационна инсталация за осигуряване на пресен въздух в помещенията
МР 2	Монтаж на външни засенчващи устройства
МР 3	Профилактика на отоплителната инсталация и подмяна на отоплителни тела

Допълнителни неоценени енергоспестяващи мерки и мерки за реконструкция	
ЕСМ 9	Подмяна на котела с нов с по-малка мощност. Монтаж на съществуващия на друг обект
ЕСМ 10	Монтаж на фотоволтаична централа за производство на електрическа енергия
ЕСМ 11	Външно осветление със захранване от фотоволтаични панели и батерия

Съгласно изискванията на възложителя и участието на община Габрово в проект EuroPHit, финансиран от Европейската комисия е предвидено корпус А да бъде обновен до стандарта EnerPHit. Описанието на мерките по корпус А е представено в началото на описанието на всяка една обща мярка за сградата.

8. Подробно описание мерките

ЕСМ 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 $U = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Покрив корпус В - площ 546,63 m² и коефициент на топлопреминаване $U = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Покрив корпус С - площ 812,07 m² и коефициент на топлопреминаване $U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$;

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 400,34 m², а коефициентът му на топлопреминаване е $U = 1,93 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Общата площ на покривите на сградата е 1958,07 m², а обобщеният коефициент на топлопреминаване на покрива отнесен към външния въздух е $U_{\text{покрив}} = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$. Подробни данни за топлофизичната оценка на покривните конструкции на сградата са представени в Приложение 1.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Съгласно изискванията за постигане на стандарт EnerPHit в корпус А се предвижда топлинна изолация от екструдирен полистирен (XPS) с дебелина 30 см и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Полагането на топлоизолация се извършва на най-горната плоча от покривната конструкция, като е под изолацията 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.

Всяка прилагана мярка по корпус А цели освен намаляването на топлопроводимостта им и запечатване на отворите и пролуките, през които преминава външен въздух. При покрива стоманобетонната покривна плоча служи за въздухонепропусклив елемент. За да се постигне необходимото намаляване на въздухонепропускливостта на ограждащите елементи е необходимо да се направи запълване на откъртената мазилка на стените преди полагане на топлоизолацията и по този начин ще се свърже стоманобетона на покрива с външните стени.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покрива на корпус А (независимо от избора от проектанта вариант) следва да бъде не по голям от $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За корпуси В, С и D мярката предвижда полагане на топлоизолация от екструдирен полистирен (XPS) с дебелина 12 см 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.

За отчитане на топлинните загуби през термомостите, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи 8% за корпус А и по 10% за корпус В, С и D.

След изпълнението на мярката коефициента на топлопреминаване на покривите ще бъде: корпус В $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$; корпус С $U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$; корпус D $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Инвестиция:

ЕСМ 1. Теплоизолиране на покрива на сградата		Цена, лв. без ДДС
1.	Доставка и монтаж на топлоизолация от екструдирен полистирен (XPS), с дебелина 30 см и $\lambda \leq 0,035$. Обща площ 230 m^2 . (вкл. пароизолация, циментова замазка, битумна хидроизолация).	14 260
2.	Топлоизолация от EPS с дебелина 15 см. по борд/под козирка на покрива. Периметър 54 м.	4 050
3.	Доставка и монтаж на топлоизолация от екструдирен полистирен (XPS), с дебелина 12 см и $\lambda \leq 0,035$. Обща площ 1970 m^2 . (вкл. пароизолация, циментова замазка, битумна хидроизолация).	98 500
4.	Топлоизолация от EPS с дебелина 5 см. по борд/под козирка на покрива	22 630
5.	Непредвидени разходи	5 000
Общо инвестиция		144 440
ДДС 20%		28 888
Общо инвестиция с ДДС		173 328
Икономически живот на мярката - 25 години		

Икономии:

Корпуси	Топлоизолация на покриви	След ЕСМ	
ABC	Икономия на топл. енергия от природен газ	49 833	kWh/год.
D	Икономия на топл. енергия от природен газ	32 632	kWh/год.
Общо	Икономия на топл. енергия от природен газ	82 465	kWh/год.
ABC	Финансови ползи от спестен природен газ	4 335	лв./год.
D	Финансови ползи от спестен природен газ	2 839	лв./год.
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	0	лв./год.
	Финансови икономии – общо	7 174	лв./год.
	Прост срок на откупуване	20,1	год.

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

ЕСМ 2. 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 $U = 1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$. Общата площ на този тип стена е 2361,7 m² за корпуси А, В и С и 316,2 m² за корпус D.

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 86,6 m² за корпуси А, В и С и 202,3 m² за корпус D.

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 m² за корпуси А, В и С.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

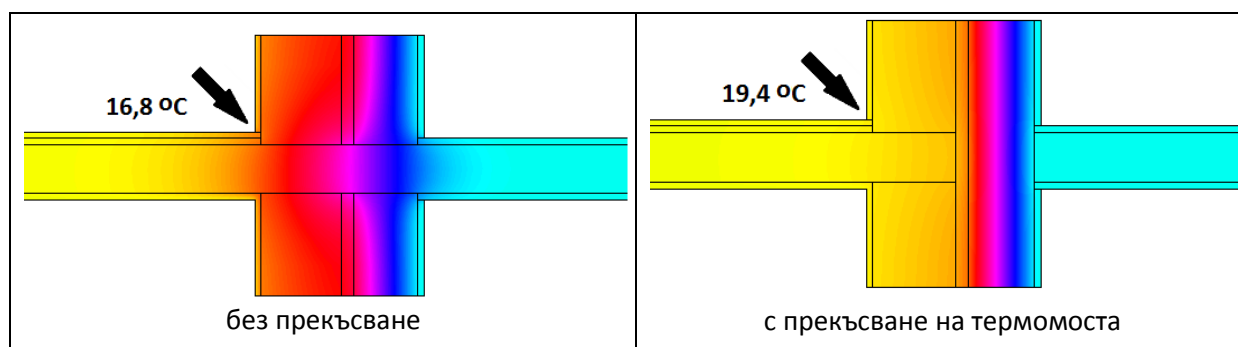
Съгласно изискванията за постигане на стандарт EnerPHit в корпус А мярката предвижда полагане на топлоизолация от експандиран полистирол с графитни частици (EPS-F) с дебелина 20 cm и коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. В зависимост от проектантското решение, може да се използва и друг тип изолационен материал с различна дебелина или коефициент на топлопроводност, но задължително трябва да се постигне коефициент на топлопреминаване през стените не по-голям от $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

При изпълнението на мярката за корпус А следва да се осигури прекъсване на потенциалните термомостове при: конзоли, прозорци, връзки между стени и покрив. 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 °C външна температура е 16,8 °C.

Препоръчва се изрязване на козирките и изграждане на отделна носеща конструкция или напълно премахване на козирката. Тогава за термомоста получаваме: $\psi=0,004 \text{ W/mK}$, а минималната температура на повърхността отвътре при -5°C външна температура е $19,4^\circ\text{C}$.

Друг възможен вариант е топлоизолиране на минимум 50 см от конзолата с топлоизолация EPS-F с дебелина минимум 10 см. Тогава за термомоста получаваме: $\psi=0,211 \text{ W/mK}$, а минимална температура на повърхността отвътре при -5°C външна температура е $17,9^\circ\text{C}$.



При прилагане на мерките по ограждащите елементи в корпус А е необходимо да се запечатат 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 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.

За корпусите В, С и D мярката се изпълнява с 10 см. топлоизолация от експандиран полистирен (EPS) с коефициент на топлопроводност по-нисък или равен на $0,04 \text{ W/mK}$. Начинът на полагане на изолацията е чрез залепване със строително лепило на циментова основа и укрепване с пластмасови дюбели с пирон. От външната страна се поставя армирана шпакловка и се завършва с минерална или силикатна мазилка. Коефициентът на топлопреминаване на стените след полагане на топлоизолацията ще бъде $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ (при моделирането е отчетено и наличието на топлинни мостове 10%, равняващо се на $U=0,34$).

Инвестицията за топлоизолиране на външните стени включва всички необходими инвестиции за материали и труд по обработване на фасада преди полагане на топлоизолацията (премахване подкужувани зони и пукнатини), временно премахване и наново полагане на наличните климатици, полагане на топлоизолацията и измазване с външна мазилка на сградата.

С цел отчитане на топлинните загуби през термомостовете, в изчисленията е заложено увеличаване на коефициента на топлопреминаване през плътните ограждащи елементи 8% за корпус А и 10 % за корпусите В, С и D.

Инвестиция:

ЕСМ 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	3 500
3	Доставка и монтаж на топлоизолация от експандиран полистирен с графитни частици EPS-F (с коефициент на топлопреминаване $\lambda \leq 0,032$ W/mK) с дебелина 20см 335 m ² (включително: лепила, крепежни елементи, уплътняване на фуги и други по укрепване на изолацията).	19 430
4	Неутрализиране на топлинни мостове	2 000
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
6	Доставка и монтаж на топлоизолация от експандиран полистирен с дебелина 10см. 3073 m ² (включително: лепила, крепежни елементи, уплътняване на фуги и други по укрепване на изолацията).	104 120
Общо инвестиция		194 391
ДДС 20%		38 878
Общо инвестиция с ДДС		233 269
Икономически живот на мярката - 30 години		

Икономии:

В зависимост от изпълнения етап от реконструкцията 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 етапите.

Корпуси	Топлоизолация на вн. стени	След ЕСМ	
ABC	Икономия на топл. енергия от природен газ	195 242*	kWh/год.
D	Икономия на топл. енергия от природен газ	39 134	kWh/год.
Общо	Икономия на топл. енергия от природен газ	234 376	kWh/год.
ABC	Финансови ползи от спестен природен газ**	16 986	лв./год.
D	Финансови ползи от спестен природен газ**	3 405	лв./год.
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка**	0	лв./год.
	Финансови икономии – общо**	20 391	лв./год.
	Прост срок на откупуване	9,5	год.

* В икономията на енергия от стени в корпус А, В и С е добавена и икономията на топлинна енергия от топлоизолирането на стените на неотопляемите сутерени. Инвестицията за топлоизолиране на стените на неотопляемите сутерени също е включена в мярката.

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

ЕСМ 3. ВЕИ. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия

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 монтажа на 10 бр. слънчеви колектори с обща площ приблизително 24 m² за подгряване на топла вода за битови нужди. Слънчевите колектори следва да бъдат разположени на покрива на корпус С (в южната част, над котелното помещение). В котелното помещение ще се монтира нов бойлер с обем от 1500 литра. Предвидено е бойлера да бъде с две серпентини, като през зимните месеци докато работи отоплителната инсталация, топлата вода ще се доподгрява с топлинна енергия от котела, работещ с природен газ.

Инсталацията следва да бъде свързана с всички санитарни помещения в корпус С и корпус D и кухненските помещения в корпус В.

Инвестиция:

ЕСМ 3. Инсталация за подгряване на топла вода със слънчева енергия		Цена, лв. без ДДС
1	Слънчева инсталация, включваща 10 броя селективни слънчеви панели с ефективна площ 20 m ² , металоконструкция за монтаж на плосък покрив, Бойлер комбиниран водо -воден 1500л с 2 серпентини и ел.нагревател , резервен 9kW,400V , комплект с термосонда за включване на циркулационна помпа , модулиращо управление и помпена група, разширителен съд, пропилен гликол 30%, UPS и акумулатор за резервно ел.захранване , предпазна и спирателна арматура, тръбни връзки	22 500
2	Тръбна мрежа , арматура, непредвидени, неутрализиране на топлинни мостове и отвори получени при монтаж на слънчевите колектрои	6 500
3	Средства за мониторинг- топломери, водомери	2 000
Общо инвестиция		30 500
ДДС 20%		6 100
Общо инвестиция с ДДС		36 600
Икономически живот на мярката - 20 години		

Икономии:

Корпуси	Слънчеви колектори		
ABC	Икономия на електрическа енергия	17 816	kWh/год.
ABC	Икономия на топл. енергия от природен газ	-9 932	kWh/год.
D	Икономия на електрическа енергия	3 470	kWh/год.
D	Икономия на топл. енергия от природен газ	-1 826	kWh/год.
ABC	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	3759	лв./год.
ABC	Финансови ползи от спестен природен газ	-864	лв./год.
D	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	732	лв./год.

D	Финансови ползи от спестен природен газ	-159	лв./год.
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	100	лв./год.
	Финансови икономии – общо	3 368	лв./год.
	Прост срок на откупуване	9,1	год.

ЕСМ 4. Подмяна на осветлението със светодиодно

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

В момента сградата се осветява с луминесцентно осветление, по-голямата част от което е старо, с електромагнитни баласта 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 мощност от осветлението в сградата е 20 619 kWh/год.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Бързото напредване на технологиите и постоянно намаляващата цена на светодиодните лампи позволява да се предприемат мерки за все по-енергийноефективно и качествено осветление. Новите поколения светодиодни лампи 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 луминесцентните осветителни тела в коридорите, класните стаи и учителските кабинети. Единствено се запазват компактните луминесцентни лампи. 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 4. Енергийно ефективно осветление		Цена, лв. без ДДС
1	Подмяна на лампите с нажежаема жичка със светодиодни лампи с мощност 7 W	700
2	Подмяна на луминесцентните осветителни тела със светодиодни. Избора на конкретни осветителни тела зависи от проектното решение.	37 600
2	Подмяна на осветителните тела във физкултурния салон с светодиодни лампи тип камбана или други в зависимост от проектантското решение	2 100
Общо инвестиция		40 400
ДДС 20%		8 080
Общо инвестиция с ДДС		48 480
Икономически живот на мярката - 15 години		

Икономии:

В зависимост от изпълнения етап от реконструкцията 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 етапите.

Корпуси	Енергийно ефективно осветление	След ЕСМ	
ABC	Икономия на електрическа енергия	11 603	kWh/год.
ABC	Икономия на топл. енергия от природен газ	-6 567	kWh/год.
D	Икономия на електрическа енергия	1 224	лв./год.
D	Икономия на топл. енергия от природен газ	-806	лв./год.
ABC	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	2 448	
ABC	Финансови ползи от спестен природен газ	-571	
D	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	258	
D	Финансови ползи от спестен природен газ	-70	
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	-1 880	лв./год.
	Финансови икономии – общо	3 945	лв./год.
	Прост срок на откупуване	10,2	год.

ЕСМ 5. Подмяна на една входна врата в сградата

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ:

Всички прозорци и врати в сградата са подменени с нови PVC и алуминиеви врати, изключение прави единствено една врата на северната фасада на корпус А (снимка X). Вратата е дървена двукатна, като на мястото на прозорците в момента са монтирани плоскости от шперплат.



ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Мярката включва подмяна на старата врата на корпус А с нова. Вратата трябва да отговаря на високи изискванията за топлоизолация и въздухонепроницаемост, необходими постигането на стандарт EnerPHit.

Новата врата трябва да отговаря на следните изисквания - обобщен коефициент на топлопреминаване не повече от $1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, с включени топлинни мостове между рамката и стъклопакет и инсталационния топлинен мост при монтажа на дограмата. Общата площ на дограмата за смяна е $4,75 \text{ m}^2$.

Инвестиция:

ЕСМ 5. Демонтаж на стара дървена врата и монтаж на нова		Цена, лв. без ДДС
1	Врата с високи изисквания за топлоизолация и въздухоплътност $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	800
Общо инвестиция		800
ДДС 20%		160
Общо инвестиция с ДДС		960
Икономически живот на мярката, 30 год.		

Икономии:

Корпуси	Енергийно ефективно осветление	След ЕСМ	
АВС	Икономия на електрическа енергия	833	kWh/год.
АВС	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	72	
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	0	лв./год.
	Финансови икономии – общо	72	лв./год.
	Прост срок на откупуване	11,0	год.

МР 1. Инсталиране на вентилационна инсталация за осигуряване на пресен въздух в помещенията на корпус А

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. Заложеното количество пресен въздух по норми в България е $25 \text{ m}^3/\text{h}$ за обитател, като този въздухообмен, гарантиращ минималните количества външен въздух, може да се осигури чрез изграждането на вентилационна инсталация.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Съгласно високите цели за енергийна ефективност, включващи и допълнителни мерки по намаляване на естествената инфилтрация на външен въздух в корпус А на сградата, е необходимо да се изгради вентилационна инсталация. Организацията на въздухообмена в помещенията е предвидено да се извърши, като се предвиди общообменна вентилация. Като е възможно част от помещенията да се разделят на зони за нагнетяване на пресен въздух, зони за изсмукване на въздуха и транзитни зони (зони, в които не се подава или изсмуква въздуха, но задължително има въздушен поток преминаващ през тях). Всички помещения в училището трябва да попадат поне в една от дадените зони.

За доставяне на необходимите количества пресен въздух в помещенията е необходимо да се осигури общ дебит на пресния въздух 1800 m³/h. Тъй като след изпълнението на мерките корпуса ще бъде добре уплътнен и няма да се позволява неконтролируемото проникване на външен въздух е необходимо да се предвиди същото количество отработен въздух да се изтегля от инсталацията. При проектирането се препоръчва да се изпълнят минимум 2 вентилационни модула по един за всеки етаж от корпуса. Като отделянето на тоалетните от общия дебит на вентилациите е също препоръчително.

Минималните изискванията към вентилационната инсталация са за издаване на сертификат по стандарта EnerPhit: наличие на рекуперация на отпадната топлина с ефективност не по-малка от $\eta_{HR,eff} \geq 75\%$ и електрическа ефективност на вентилационната система ≤ 0.45 Wh/m³. Въпреки, че е по-ефективен от минималните изисквания се препоръчва в сградата да се инсталират топлообменници с ефективност $\eta_{HR,eff} \geq 81\%$, които ще допринесат за допълнителни икономии на енергия в сградата, без значително оскъпяване на инвестицията. В обследването е разгледан вариант с ефективност на рекуперацията $\eta_{HR,eff} = 81\%$ и електрическа ефективност на вентилационната система 0,40 Wh/m³.

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 $\lambda = 0,041$ W/m²K.

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

Инвестиция:

МР 1. 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 370 m ²	11 840
2	Изграждане на вентилационна инсталация - въздуховоди, шумозаглушители, решетки, арматура и др.	6 500
3	Закупуване на рекуператорни блокове, оборудвани с вентилатори, топлообменник за предварителен подгрев на въздуха преди рекуператор, автоматичен байпас, филтри, пресостат за мръсни филтри, автоматично и дистанционно управление. Ефективност на рекуператорните блокове 81%. Дебит 800 м3/ч	4 600

4	Закупуване на рекуператорни блокове, оборудвани с вентилатори, топлообменник за предварителен подгрев на въздуха преди рекуператор, автоматичен байпас, филтри, пресостат за мръсни филтри, автоматично и дистанционно управление. Ефективност на рекуператорните блокове 81%. Дебит 600 м3/ч	4 100
5	Закупуване на рекуператорни блокове, оборудвани с вентилатори, топлообменник за подгрев на въздуха преди рекуператор, автоматичен байпас, филтри, пресостат за мръсни филтри, автоматично управление. Ефективност на рекуператорните блокове 75%. Дебит 200 м3/ч	2 250
6	Непредвидени разходи, неутрализиране на топлинни мостове и отвори получени при монтаж на вентилацията	2 000
Общо инвестиция		34 440
ДДС 20%		6 888
Общо инвестиция с ДДС		41 328
Икономически живот на мярката - 20 години		

Окръпняването 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 изпълнения етап от реконструкцията 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 етапите.

Корпуси	Вентилация	След ЕСМ	
АВС	Икономия на електрическа енергия	-409	kWh/год.
АВС	Икономия на топл. енергия от природен газ	8 008	kWh/год.
АВС	Финансови ползи от спестена електрическа енергия	-86	лв./год.
АВС	Финансови ползи от спестен природен газ	697	лв./год.
	Увеличени годишни разходи за експлоатация и поддръжка	180	лв./год.
	Финансови икономии – общо	430	лв./год.
	Прост срок на откупуване	80,0	год.

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

В таблицата е добавен годишен разход на енергия за работа на вентилаторите. За работата на инсталацията е приет най-високата стойност за разход на вентилаторите съгласно стандарта "Пасивна къща" $0,4 \text{ Wh/m}^3$. Съгласно формулата:

$$\frac{0,4 \times q_{ve,f} \times t}{1000} = \frac{0,4 \times 414 \times 2464}{1000} = 409 \text{ kWh/a}, \quad \text{където:}$$

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

t - време за работа на инсталацията (32 седм. по 77 часа);

МР 2. Монтаж на външни засенчващи устройства

Поради високите изисквания за енергийна ефективност в корпус А 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 2. Монтаж на външни засенчващи устройства		Цена, лв. без ДДС
1	Закупуване и монтаж на външни щори с манивела. Обща площ 87 m ²	25 000
Общо инвестиция		25 000
ДДС 20%		5 000
Общо инвестиция с ДДС		30 000
Икономически живот на мярката - 25 години		

МР 3. Профилактика на отоплителната инсталация и подмяна на отоплителни тела

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.

Необходимо е почистване и профилактика на отоплителната система, за правилното и функциониране. След профилактиката на инсталацията и локализиране на причините за недостига на топлина до част от корпусите се препоръчва да се инсталират нови панелни радиатори с термостатични вентили, да се предвидят връзки за включване на вентилационните блокове към отоплителната инсталация за подгръване на въздуха.

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

Инвестиция:

МР 3. Профилактика на отоплителната инсталация и подмяна на отоплителни тела		Цена, лв. без ДДС
1	Инсталация на нови панелни радиатори с термостатични вентили с мощности отговарящи на новите изисквания на сградата след прилагане на енергоспестяващите мерки	19 550
2	Предвиждане на връзки с вентилационните инсталации в сградата	5 000
3	Профилактика на отоплителна система и подмяна на запушени и течащи тръбопроводи. Други непредвидени разходи	6 500
4	Топлоизолиране на топлопроводи, колена, връзки и спирателна арматура	4 500
Общо инвестиция		35 550
ДДС 20%		7 110
Общо инвестиция с ДДС		42 660

Забележка: При значителното намаляване на нуждата от топлинна енергия в сградата след изпълнението на предписаните мерки, делът на загубите от неизолираните топлопроводи, както и от по-неефективната работа на системата се увеличава значително. След тяхното изолиране и подобряването на работата на отоплителната инсталация процентното съотношение от загубите преди и след мерките се приемат за еднакви.

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.

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

9.1. Обобщение на техническите и финансови показатели на отделните мерки

Таблица 30. Техническите и финансови показатели на мерките

Мярка Номер. Име	Инвест. (без ДДС) лв.	Икономия на електрическа енергия		Топлинна енергия (пр. газ)		Финансови ползи		
		Корпуси ABC	Корпус D	Корпуси ABC	Корпус D	Икономия в лв.	Разходи ЕиП	Общо
		kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	лв./год.	лв./год.	лв./год.
ЕСМ 1. Изолация на покрива	144 440	0	0	49 833	32 632	7 174	0	7 174
ЕСМ 2. Изолация на външните стени	194 391	0	0	195 242	39 134	20 391	0	20 391
ЕСМ 3. Слънчеви колектори за БГВ	30500	17 816	3 470	-9 932	-1 826	3 468	100	3 368
ЕСМ 4. Светодиодно осветление	40400	11 603	1 224	-6 567	-806	2 065	-1 880*	3 945
ЕСМ 5. Смяна на врата	800	0	0	833	0	72	0	72
МР 5. Вентилационна инсталация	34440	-409	0	8 008	0	610	180	430
ОБЩО	444 971	29 010	4 694	237 417	69 134	33 782	-1 600	35 382

* Намаление на разходите за експлоатация и поддръжка заради по-дългия живот на светодиодните лампи в сравнение с луминесцентните и лампите с нажежаема жичка

При топлоизолацията на външните стени на сградата се залага и топлоизолацията на външните стени на неотопляемите сутерени. От прилагане на мярката вентилация за снабдяване на сградата с пресен въздух се добавя енергия за работа на вентилационните съоръжения 409 kWh/a (виж стр. 48 от доклада). Енергията е отразена в ред "вентилатори и помпи" и е отразена в модела на сградата.

За определяне на финансовите показатели на проект за цялостна реконструкция на сградата са използвани два подхода за определяне на инвестициите. Първия подход е с определяне на пълната инвестиция по полагане на топлоизолация и ремонт на сградата включително инвестиции за ремонт, каквито са нова хидроизолация на покрива, направа на окачени тавани, боядисване инсталиране на вентилация, нови настилки и др. Втория подход за определяне на инвестициите е с инвестиция само за енергоспестяващите материали и съоръжения, представени в таблица 31.

Таблица 31. Необходими инвестиции за енергоспестяващите материали и съоръжения

ЕСМ 1	ЕСМ 2	ЕСМ 3	ЕСМ 4	ЕСМ 5	МР1	ОБЩО
43 729	96 165	30 500	40 400	800	12 100	223 694

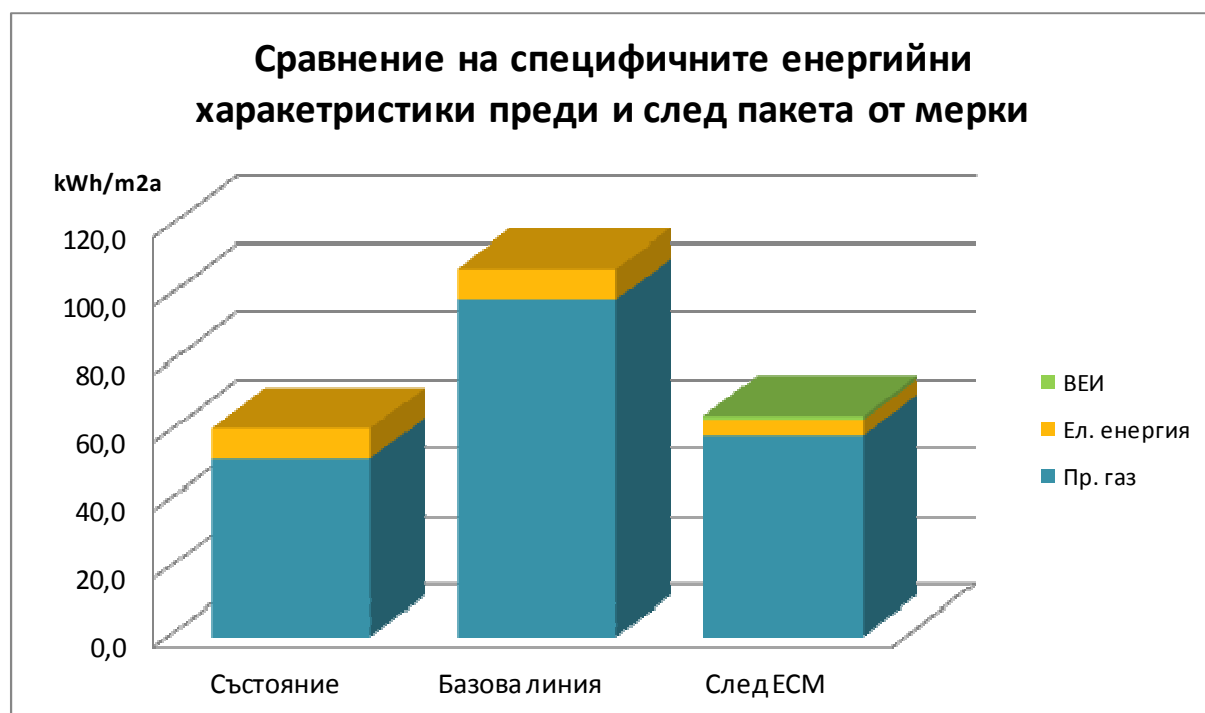
9.2. Енергийни разходи на сградата след прилагане на пакети от енергоспестяващи мерки

В енергиите в графа "След ЕСМ" са добавени и спестяванията от инсталиране на вентилационна инсталация (намаляване на инфилтрацията и рекуперация на отработения въздух).

Таблица 32. Енергийни характеристики на сградата по потребна енергия. Пакет 1 (етап 1)

	Базова линия		След ЕСМ	
	kWh/m ²	kWh/a	kWh/m ²	kWh/a
Отопление	98,8	751 806	56,7	431 103
Вентилация	0,0	0	0,3	2 394
БГВ газ	0,0	0	1,5	11 758
БГВ ел. енергия	3,5	26 270	0,7	4 984
Помпи и вентилатори	0,7	5 687	0,8	6 096
Осветление	3,0	22 869	1,3	10 042
Уреди	1,8	13 485	1,8	13 485
ОБЩО	107,8	820 117	63,1	479 862
Икономия			44,7	340 255

Фигура 9. Графично сравнение на показателите на разход на енергия след ЕСМ



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

Таблица 33. Специфични енергийни характеристики по първична енергия. Клас на енергопотребление

	Базова линия	След ЕСМ
	kWh/m ²	kWh/m ²
Отопление	108,7	62,3
Вентилация	0,0	0,9
БГВ газ	0,0	1,7
БГВ ел. енергия	10,4	2,0
Помпи и вентилатори	0,0	0,0
Осветление	2,2	2,4
Уреди	9,0	4,0
Невлияещи на баланса	5,3	5,3
ОБЩО	135,6	78,6
Икономия		57,0
Клас на енергопотребление	D	B

9.4. 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 %.

На база параметрите от софтуера е оценена финансовата рентабилност и целесъобразност на изготвените мерки. В таблици 34 са показани икономическите показатели на енергоспестяващите мерки.

Таблица 34. Икономически показатели на мерките

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: 8 ОУ Габрово

Отчет: Отчет Всички мерки

Фирма:

EnEffect

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	Към пакет			
									п.1	п.2	п.3	п.4
ЕСМ 2. Външни стени	194.391	20.391	30	9,5	11,3	9,9	211.309	1,09	V			
ЕСМ 5. Врати	800	72	30	11,1	13,6	8,1	633	0,79	V			
ЕСМ 3. Слънчеви колектори	30.500	3.368	20	9,1	10,6	9,1	20.148	0,66	V			
ЕСМ 4. Осветление	40.400	3.945	15	10,2	12,3	5,2	7.091	0,18	V			
ЕСМ 1. Покрив	144.440	7.174	25	20,1	30,6	1,7	-17.897	-0,12	V			
MP1. Вентилация	34.440	517	20	66,6	99,0	0,0	-26.666	-0,77				

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

Таблица 35. Икономически показатели на пакета от мерки

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: **8 ОУ Габрово**
Отчет: **Отчет: Пакет мерки 1**

Фирма: **EnEffect**
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. Външни стени	194.391	20.391	30	9,5	11,3	9,9	211.309	1,09		
ЕСМ 5. Врата	800	72	30	11,1	13,6	8,1	633	0,79		
ЕСМ 3. Слънчеви колектори	30.500	3.368	20	9,1	10,6	9,1	20.146	0,66		
ЕСМ 4. Осветление	40.400	3.945	15	10,2	12,3	5,2	7.091	0,18		
ЕСМ 1. Покрив	144.440	7.174	25	20,1	30,6	1,7	-17.897	-0,12		
Пакет:	410.531	34.950	15	11,7	-	3,2	10.203	0,02	0	-

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

Условия

Ном. лихвен процент: **7,00 %**
Процент на инфлация: **4,00 %**

От гледна точка на реконструкцията на сградата е направен още един вариант (таблица 36) за изчисление на финансовите показатели от мярката. На база на инвестиционните разходи покриващи единствено **закупуване и монтаж на материалите водещи до икономия на енергия**, без да са включени разходите за ремонт на сградата, каквито са новата мазилка на сградата, изграждането на вентилационна инсталация, разходите по ремонт на течащите покриви. В инвестицията не са включени и разходите за подмяна на прозорците до ниво отговарящо на националните норми в България.

Таблица 36. Икономически анализ на крайния пакет от мерки при инвестиционни разходи само за енергийно ефективните мероприятия

Отчетът е генериран от ENSI Profitability software

Име на проекта: **8 ОУ Габрово**
Отчет: **Отчет: Пакет мерки 1**

Фирма: **EnEffect**
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. Външни стени	96.165	20.391	30	4,7	5,1	21,1	309.535	3,22		
ЕСМ 1. Покрив	43.729	7.174	25	6,1	6,8	16,0	82.814	1,89		
ЕСМ 5. Врата	800	72	30	11,1	13,6	8,1	633	0,79		
ЕСМ 3. Слънчеви колектори	30.500	3.368	20	9,1	10,6	9,1	20.146	0,66		
ЕСМ 4. Осветление	40.400	3.945	15	10,2	12,3	5,2	7.091	0,18		
МР 1. Вентилация	12.100	517	20	23,4	39,5	0,0	-4.326	-0,36		
Пакет:	223.694	35.467	15	6,3	-	13,5	203.264	0,91	0	-

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

Условия

Ном. лихвен процент: **7,00 %**
Процент на инфлация: **4,00 %**

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 № 7 за енергийна ефективност на сгради*.

Таблица 37. Оценка на емисиите от въглероден диоксид преди и след прилагане на ЕСМ

Източник на емисии на CO ₂	Преди Проекта	След ЕСМ	Мерна единица
Енергия внесена с природен газ	751 806	445 255	kWh/год.
Отопление	751 806	431 103	kWh/год.
Вентилация	0	2 394	kWh/год.
БГВ	0	11 758	kWh/год.
Годишни емисии на CO₂ вследствие на разхода на природен газ	151,9	89,9	тона CO₂/год.
Електрическа енергия	68 311	34 607	kWh/год.
БГВ	26 270	4 984	kWh/год.
Вент. и помпи	5 687	6 096	kWh/год.
Осветление	22 869	10 042	kWh/год.
Уреди	13 485	13 485	kWh/год.
Годишни емисии на CO₂ вследствие на разхода на електрическа енергия	55,9	28,3	тона CO₂/год.
Годишни емисии на CO₂ – общо	207,8	118,3	тона CO₂/год.
Намаляване на годишните емисии на CO₂	-	89,5	тона CO₂/год.

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.

Сградата е в сравнително добро състояние, но на места се наблюдава паднала мазилка и нарушена хидроизолация на покрива. 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 7 от 2004 г. за енергийна ефективност на сгради.

Енергийните характеристики на сградата не са в съответствие с действащите изисквания за енергийна ефективност, записани в Наредба 7 „ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИ“. Съществуващият газов котел, пуснат в експлоатация през месец ноември 2013 г. е в много добро състояние. Разходите за доставка на гориво са сравнително високи, поради незадоволителното състояние на ограждащите елементи.

В доклада е оценена енергийно ефективна реконструкция на един от корпусите (корпус А), съгласно проект EuroPHit (финансиран от Европейската комисия по програма "Интелигентна енергия за Европа") в който участва Община Габрово, като са заложени нива на реконструкция на сградата за постигане на клас на енергийна ефективност А. Отново съгласно проекта е изработена концепция за реконструкция на корпус А за постигане на ниво на разход на енергия отговарящо на критериите за получаване на сертификат за реконструкции на съществуващи сгради EnerPHit.

В доклада са оценени енергоспестяващи мерки за реконструкция и топлоизолиране на покрива, външните стени, частична смяна на входни врати, подобряване на въздухоплътността на сградата, изграждането на вентилационна система, монтажа на слънчеви колектори за топла вода на покривите и мерки по осветлението на сградата. При икономическата оценка за вентилационната система е заложена пълната инвестиция за изграждането ѝ, а не само съоръженията допринасящи за енергийна ефективност, поради което са получени много ниски финансови показатели за мярката. По същата причина мярката за инсталиране на вентилационни съоръжения в корпус А на училището е заложена като мярка за реконструкция, а не като мярка за енергийна ефективност.

В доклада са заложени и една задължителна и две пожелателни мерки за реконструкция МР 1 за инсталиране на вентилационна инсталация за зоната, където се предвижда постигане на по-високи стандарти за енергийна ефективност, МР2 за засенчващите устройства в корпус А и МР 2 за отоплителната инсталация в сградата.

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