

"ИНФРАПРО" АД

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

УАСГ Блок 11 – Западно крило –
/Ректорат/ и ЦНИЛХИ
ул. „Христо Смирненски“ №1, гр. София



Разработили :

1.....

/инж. И. Йотов/

2.....

/инж. Хр. Топалски/

3.....

/арх. Хр. Борисов/

Управител:

/арх. Т. Делев/

ИНФРАПРО АД - СОФИЯ
INFRAPRO PLC - SOFIA

м. 06.2016 г.

ОРИГИНАЛ

„ИНФРАПРО“ АД
рег. № 00312/20.10.2011 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

	ДОКЛАД ЗА ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ	4
1.	ВЪВЕДЕНИЕ	4
2.	АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО	4
2.1.	Описание на сградата	4
2.1.1.	Геометрични характеристики на сградата	7
2.1.2.	Строителни и топлофизични характеристики на стените по фасади	7
2.1.3.	Строителни и топлофизични характеристики на пода по типове	7
2.1.4.	Строителни и топлофизични характеристики на покрива по типове	7
2.1.5.	Строителни и топлофизични характеристики на прозорците по фасади	8
2.2.	Анализ на ограждащите елементи	8
2.2.1.	Външни стени	8
2.2.2.	Прозорци и външни врати	8
2.2.3.	Покрив	9
2.2.4.	Под	9
3.	ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ И ВЕНТИЛАЦИЯ	10
3.1.	Котелна централа	10
3.2.	Отоплителна инсталация	10
3.3.	Битово горещо водоснабдяване	11
3.4.	Студозахранване и климатизация	11
3.5.	Вентилация	11
4.	КОНСУМАТОРИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ	11
4.1	Осветителна уредба	11
4.2	Силови консуматори	12

5.	БАЛАНС НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯТА	12
6.	ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ	13
7.	МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА	16
7.1.	Създаване на модел на сградата	16
7.2.	Калибриране на модела	22
7.3.	Нормализиране на модела	24
7.4.	Потенциални мерки за намаляване разхода на енергия	25
7.5.	Енергоспестяващи мерки по проекта	25
7.6.	Класификация на сградата	26
8.	ТЕХНИКО – ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА МЕРКИТЕ	30
8.1.	Списък от енергоспестяващи мерки	30
8.2.	Описание на мерките	30
8.3.	Технико – икономическа оценка на мерките	38
8.4.	Оценка на екологичния ефект на избраните мерки	40
9.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
	ПРОГРАМА ЗА ЕНЕРГИЕН МОНИТОРИНГ	42
	ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	45
	ПРИЛОЖЕНИЯ	46

ДОКЛАД ЗА ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Сградата е построена през 1952 год. и в момента се използва като учебно заведение. Детайлното обследване на сградата има за цел да установи интегрираната енергийна характеристика на сградата, да се класифицира, съгласно клас на енергопотребление и да набележи мерки за енергоспестяване, които да доведат до издаването на сертификат за енергийни характеристики, съгл. новите промени в нормативната уредба от м. 01.2016 г.

При разработването на този доклад са използвани данни от предоставено ни от Възложителя Обследване за енергийна ефективност, изготвено от фирма „Енергоефект” ООД през м. 04.2014г.

2. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО

Съгласно климатичното райониране на Република България по Наредба № Е-РД-04-2/22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите, гр. София принадлежи към Климатична зона 7, която се характеризира със следните климатични особености:

- Средна надморска височина 500 м;
- Продължителност на отоплителния сезон 190 дни;
начало: 15 октомври; край: 23 април
- Отоплителни денградуси (DD) – 2900 при средна температура в сградата 19 °C (Наредба 15/ 28.07.2005 г. към Закона за енергетиката)
- Изчислителна външна температура: - 16 °C

Като базови климатични данни са използвани измерените средномесечни температури на външния въздух за населеното място за периода 2013 г. – 2015 г., по данни на Националния институт по метеорология и хидрология към БАН, както и представителни средномесечни температури на външния въздух за климатична зона 7.

2.1. Описание на сградата

Обследваната сграда е изцяло отопляема и се състои от две части - Ректорат и лаборатория ЦНИЛХИ. Частта, в която се помещава Ректората е изградена на четири основни етажа, един сутеренен и един подпокривен етаж. Главният вход е от западната фасада. Към източната фасада има обособен вътрешен двор. На север сградата на Ректората е долепена на калкан към Софийска гимназия по строителство, архитектура и геодезия.

В сутерена в северозападната част се помещават кафене и пицария. Останалата площ е заета от лаборатории, учебни и учителски кабинети, санитарни помещения. На останалите нива са разположени учебни зали, лаборатории, преподавателски кабинети, лекторски зали, на първия етаж се намира учебна аула, санитарни помещения и други, съобразени с предназначението на сградата помещения.

ЦНИЛХИ е хале с частичен сутерен и частично второ ниво, като в източната си част е на калкан със сграда, която не е собственост на УАСГ.

Външните ограждащи стени са от тухлена зидария и монолитни стоманобетонни колони. Няма поставена топлоизолация. Финишният слой е от минерална мазилка, каменна облицовка и мозайка.

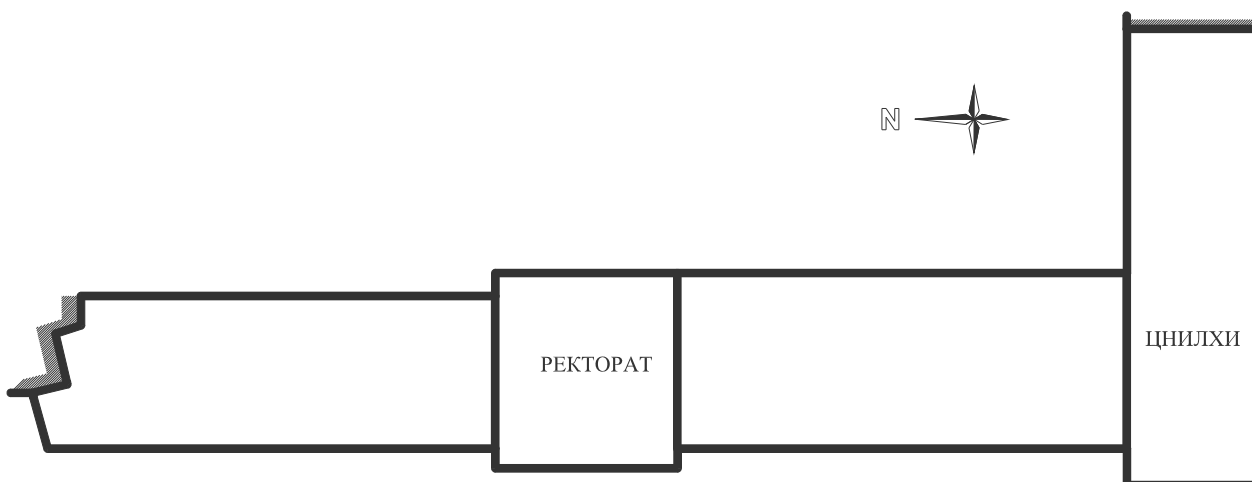
Дограмата е подменена в по-голямата си част с PVC и алуминиеви профили, остъклени със стъклопакет. Неподменената дограма е дървена двукатна и метална единична.

Покривите са осем вида – пет скатни и три плоски, като частично е констатирано наличие на топлоизолация в покрива на лабораторията.

Сутеренът е изцяло отопляем, затова подовите са два типа – под (стени) на отопляем сутерен и под върху земя.

Табл. 2.1

Данни за обекта			
Сграда (наименование)	УАСГ Блок 11 – Западно крило /Ректорат/ и ЦНИЛХИ		
Адрес	гр. София	ул. „Христо Смирненски” №1	
Тип сграда	Сграда за образование и наука		
Собственост	Публична държавна		
Година на построяване		1952 г.	
Брой обитатели + Персонал		900	
График обитатели час/ден		График отопление час/ден	
Работни дни, час/ден	11	Работни дни, час/ден	24
Събота, час/ден	-	Събота, час/ден	-
Неделя, час/ден	-	Неделя, час/ден	-

Схема на сградата

ИЗГЛЕДИ НА СГРАДАТА



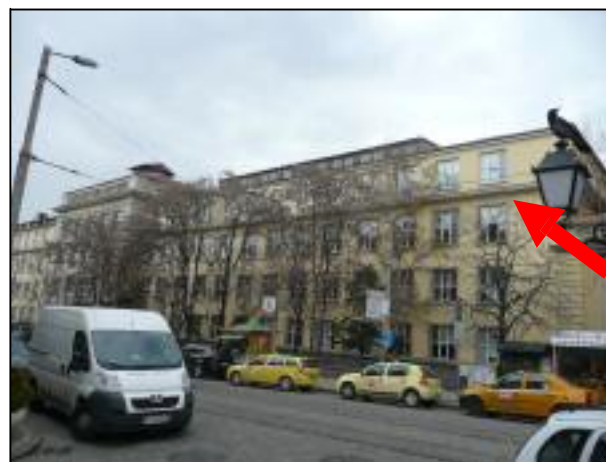
север



изток



юг



запад

2.1.1. Геометрични характеристики на сградата

Табл. 2.2

Застроена площ	Обследваема площ	Отопляема площ	Отопляем обем бруто	Отопляем обем нето
m^2	m^2	m^2	m^3	m^3
2788	13245*)	12938*)	50116	42600

*) площи със сутерен

2.1.2. Строителни и топлофизични характеристики на стените по фасади:

Табл. 2.3

Тип		Външни стени Аобщо=4540,3m ² Усредно=1,501W/m ² K			
№	-	С	И	Ю	З
1	A=m ²	38,78	739,54	109,43	371,19
	U=W/m ² K	1,40	1,40	1,40	1,40
2	A=m ²	1,47	501,34		338,05
	U=W/m ² K	1,82	1,82		1,82
3	A=m ²	14,40	230,08	13,20	181,76
	U=W/m ² K	2,09	2,09	2,09	2,09
4	A=m ²	29,25	164,69		
	U=W/m ² K	1,41	1,41		
5	A=m ²	9,89		9,89	60,32
	U=W/m ² K	1,40		1,40	1,40
6	A=m ²	18,36		18,36	43,82
	U=W/m ² K	2,66		2,66	2,66
7	A=m ²	49,39	134,00	71,97	324,73
	U=W/m ² K	1,40	1,40	1,40	1,40
8	A=m ²		42,80		50,30
	U=W/m ² K		0,68 (0,25)		0,68 (0,25)
9	A=m ²	8,00		25,42	
	U=W/m ² K	1,05 (0,28)		1,05 (0,28)	
10	A=m ²	6,53		6,30	
	U=W/m ² K	0,80 (0,26)		0,80 (0,26)	
11	A=m ²		32,79		33,96
	U=W/m ² K		1,08 (0,28)		1,08 (0,28)
12	A=m ²	7,54			123,63
	U=W/m ² K	1,41			1,41
13	A=m ²	1,04			16,64
	U=W/m ² K	2,12			2,12
14	A=m ²	4,13	75,59		40,09
	U=W/m ² K	1,16	1,16		1,16
15	A=m ²				15,27
	U=W/m ² K				0,46

Табл. 2.3 - продължение

Тип		Фасади			
№	-	С	И	Ю	З
16	A=m ²	5,74			19,93
	U=W/m ² K	1,09			1,09
17	A=m ²	1,73		1,73	12,34
	U=W/m ² K	1,18			
18	A=m ²	66,49	101,24	112,78	44,91
	U=W/m ² K	1,15	1,15	1,15	1,15
19	A=m ²	15,14		57,06	17,94
	U=W/m ² K	1,87		1,87	1,87
20	A=m ²	8,25		39,00	13,00
	U=W/m ² K	1,85		1,85	1,85
21	A=m ²			26,35	
	U=W/m ² K			0,42	
22	A=m ²		23,66		23,66
	U=W/m ² K		0,56		0,56
Аобщо=m ²		286,13	2051,13	471,50	1731,54
Усредно заснемане		1,430	1,528	1,373	1,515
Усредно след ЕСМ		1,396	1,505	1,325	1,487

2.1.3. Строителни и топлофизични характеристики на покрива по типове

Табл. 2.5

Покрив Аобщо=2809,0m ² Усредно=1,02W/m ² K							
Характеристики по типове						U _{екв.}	А
№	δ _{вс}	Gr	Pr	λ	λ _{екв.}		
-	m	-	-	W/mK	W/mK	W/ m ² K	m ²
1	0,80	5,66.10 ⁸	0,7046	0,0253	1,43	1,08	780,3
2	0,80	4,35.10 ⁸	0,7050	0,0251	1,33	0,90	481,0
3	1,10	1,45.10 ⁹	0,7048	0,0252	1,80	1,18	338,0
4	1,79	6,27.10 ⁹	0,706	0,0253	2,61	0,98	302,0
5	-	-	-	-	-	101,0	3,11
6	-	-	-	-	-	113,0	2,77
7	1,92	1,83.10 ⁹	0,7056	0,0249	1,89	643,7	0,34
8	3,45	2,51.10 ¹⁰	0,7052	0,0250	3,65	50,0	0,80

2.1.4. Строителни и топлофизични характеристики на пода по типове

Табл. 2.4

Под Аобщо=3356,6m ² Усредно=0,550W/m ² K				
Тип	Под на отопл. сутерен	Стени към земя	Площи към земя - обобщено	Под върху земя
№	1	2	1 + 2	3
A, m ²	2228,9	614,0	2842,9	614,0
U, W/ m ² K	-	-	0,60	0,33

2.1.5. Строителни и топлофизични характеристики на прозорците по фасади

Табл. 2.6

Тип						Фасада								Обща площ
						С		И		Ю		З		
№	a	b	A	U	g	n	A	n	A	n	A	n	A	
-	m	m	m²	W/m²K	-	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	бр.	m²	m²
1	1,30	0,90	1,17	2,32	0,51			3	3,51					3,51
2	2,00	0,90	1,80	2,32	0,51			3	5,40					5,40
3	2,00	1,10	2,20	2,32	0,51			3	6,60			1	2,20	8,80
4	1,10	0,90	0,99	2,32	0,51			2	1,98			4	3,96	5,94
5	2,10	1,10	2,31	2,32	0,51			12	27,72			14	32,34	60,06
6	5,00	3,90	19,50	6,66	0,01			1	19,50					19,50
7	2,00	2,15	4,30	3,57	0,30			1	4,30					4,30
8	1,70	2,20	3,74	3,57	0,30			1	3,74					3,74
9	2,05	5,00	10,25	6,66	0,51	7	71,75			11	112,75	3	30,75	215,25
10	2,00	0,70	1,40	2,32	0,51			11	15,40			12	16,80	32,20
11	1,20	0,70	0,84	2,32	0,51			1	0,84					0,84
12	0,70	0,70	0,49	2,32	0,51			1	0,49					0,49
13	4,80	10,44	50,11	6,66	0,56			1	50,11					50,11
14	1,00	2,10	2,10	3,57	0,30	1	2,10			1	2,10			4,20
15	2,00	0,90	1,80	2,20	0,51					1	1,80	12	21,60	23,40
16	2,00	2,30	4,60	3,57	0,30							1	4,60	4,60
17	1,25	2,30	2,88	2,20	0,51			6	17,25				0,00	17,25
19	2,00	2,40	4,80	2,20	0,51			59	283,20	3	14,40	91	436,80	734,40
20	1,90	3,10	5,89	2,20	0,51			5	29,45				0,00	29,45
21	1,60	2,40	3,84	2,20	0,51				0,00			4	15,36	15,36
22	1,25	2,50	3,13	2,20	0,51			3	9,38				0,00	9,38
23	2,00	2,60	5,20	2,20	0,51			22	114,40			32	166,40	280,80
24	1,25	2,10	2,63	2,20	0,51			3	7,88				0,00	7,88
25	1,00	2,35	2,35	2,20	0,51			1	2,35				0,00	2,35
26	1,00	0,75	0,75	2,20	0,51			1	0,75				0,00	0,75
27	1,90	2,40	4,56	2,20	0,51			5	22,80				0,00	22,80
28	2,00	0,70	1,40	2,20	0,51			2	2,80			2	2,80	5,60
29	1,50	2,00	3,00	2,20	0,51			8	24,00				0,00	24,00
30	1,50	2,75	4,13	2,20	0,51			1	4,13				0,00	4,13
31	1,30	1,10	1,43	2,20	0,51			2	2,86			2	2,86	5,72
32	1,60	1,30	2,08	2,20	0,51							5	10,40	10,40
ОБЩО:							73,9		660,8		131,1		746,9	1612,6

a - ширина на прозореца, m ; U - коефициент на топлопреминаване през прозореца, W/m²K;
b - височина на прозореца, m ; A - площ на прозореца, m²

2.2. Анализ на ограждащите елементи

2.2.1. Външни стени

Фасадните стени на сградата представляват двадесет и два типа:

- **Тип 1** – вътрешна мазилка, тухлен зид (38 cm), външна мазилка;
- **Тип 2** – вътрешна мазилка, тухлен зид (25 cm), външна мазилка;
- **Тип 3** – вътрешна мазилка, стоманобетон (40 cm), външна мазилка;
- **Тип 4** – каменна облицовка, цим. лепило, тухлен зид (38 cm), външна мазилка;
- **Тип 5** – каменна облицовка, цим. лепило, тухлен зид (38 cm), цим. лепило, каменна облицовка;
- **Тип 6** – вътрешна мазилка, стоманобетон (40 cm), цим. лепило, каменна облицовка;
- **Тип 7** – вътрешна мазилка, тухлен зид (38 cm), цим. лепило, каменна облицовка;
- **Тип 8** – вътрешна мазилка, морска пяна, въздух, дъсчена обшивка, керемиди;
- **Тип 9** – вътрешна мазилка, рокозка, въздух, дъсчена обшивка, керемиди;
- **Тип 10** – вътрешна мазилка, рогозка, въздух, рогозка, външна мазилка;
- **Тип 11** – вътрешна мазилка, рогозка, въздух, дъсчена обшивка;
- **Тип 12** – вътрешна мазилка, тухлен зид (38 cm), вароцименто-пясъчен разтвор, мозайка;
- **Тип 13** – вътрешна мазилка, стоманобетон (40 cm), вароцименто-пясъчен разтвор, мозайка;
- **Тип 14** – вътрешна мазилка, тухлен зид (50 cm), вароцименто-пясъчен разтвор, мозайка;
- **Тип 15** – гипсокартон, минерална вата, вътрешна мазилка, тухлен зид (50 cm), вароцименто-пясъчен разтвор, мозайка;
- **Тип 16** – гипсокартон, вътрешна мазилка, тухлен зид (50 cm), вароцименто-пясъчен разтвор, мозайка;
- **Тип 17** – каменна облицовка, цим. лепило, тухлен зид (50 cm), цим. лепило, каменна облицовка;
- **Тип 18** – вътрешна мазилка, тухлен зид (50 cm), външна мазилка;
- **Тип 19** – вътрешна мазилка, стоманобетон (50 cm), вароцименто-пясъчен р-р; мозайка;

- **Тип 20** – вътрешна мазилка, стоманобетон (50cm), външна мазилка;
- **Тип 21** – вътрешна мазилка, тухлен зид (50 cm), циментово лепило, XPS, стоманобетон;
- **Тип 22** – гипскартон, въздух, дъсчена обшивка, минерална вата, битумни керемиди

Външна стена тип 1	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,38	0,79	0,481
	Външна мазилка	0,03	0,87	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		I Ri	0,714

Външна стена тип 2	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,25	0,79	0,316
	Външна мазилка	0,03	0,87	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		I Ri	0,550

Външна стена тип 3	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Стоманобетон	0,40	1,63	0,245
	Външна мазилка	0,03	0,87	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		I Ri	0,438

Външна стена тип 4	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Каменна облицовка (пясъчник)	0,03	2,04	0,015
	циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Тухлен зид	0,38	0,79	0,481
	Външна мазилка	0,03	0,87	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		I Ri	0,711

Външна стена тип 5	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Каменна облицовка (пясъчник)	0,03	2,04	0,015
	циментово лепило	0,01	0,93	0,140
	Тухлен зид	0,38	0,79	0,481
	циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Каменна облицовка (варовик)	0,03	1,16	0,026
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		I Ri	0,842

Външна стена тип 6	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Стоманобетон	0,40	1,63	0,140
	Циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Каменна облицовка (варовик)	0,03	1,16	0,026
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция			I Ri

Външна стена тип 7	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,38	0,79	0,481
	Циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Каменна облицовка (варовик)	0,03	1,16	0,026
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция			$1/R_i$

Външна стена тип 8	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Морска пяна	0,20	0,21	0,952
	Въздух	0,30		0,16
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция			$1/R_i$

Външна стена тип 9	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Рогозка	0,02	0,046	0,435
	Въздух	0,30		0,16
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция			IR_i

Външна стена тип 10	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Рогозка	0,02	0,046	0,435
	Въздух	0,08		0,15
	Рогозка	0,02	0,046	0,435
	Външна мазилка	0,03	0,87	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция			$1/R_i$

Външна стена тип 11	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Рогозка	0,02	0,046	0,435
	Въздух	0,08		0,15
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$ R_i$	0,93

Външна стена тип 12	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,38	0,79	0,481
	Вароцимент-пясъчен разтеор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$ R_i$	0,708

Външна стена тип 13	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Стоманобетон	0,40	1,63	0,245
	Вароцимент-пясъчен разтеор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$ R_i$	0,473

Външна стена тип 14	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	Вароцимент-пясъчен разтеор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$ R_i$	0,860

Външна стена тип 15	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Гипскартон	0,0125	0,21	0,060
	Минерална вата	0,05	0,04	1,250
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	Вароцимент-пясъчен разтвор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$ R_i$	2,170

Външна стена тип 16	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Гипскартон	0,0125	0,21	0,060
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	Вароцимент-пясъчен разтвор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		IR_i	0,920

Външна стена тип 17	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Каменна облицовка (варовик)	0,0125	2,04	0,006
	циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	Каменна облицовка (гранит)	0,04	3,49	0,011
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		IR_i	0,842

Външна стена тип 18	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	Външна мазилка	0,03	0,89	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		IR_i	0,865

Външна стена тип 19	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Стоманобетон	0,50	1,63	0,307
	Вароцимент-пясъчен разтвор	0,02	0,87	0,023
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		IR_i	0,534

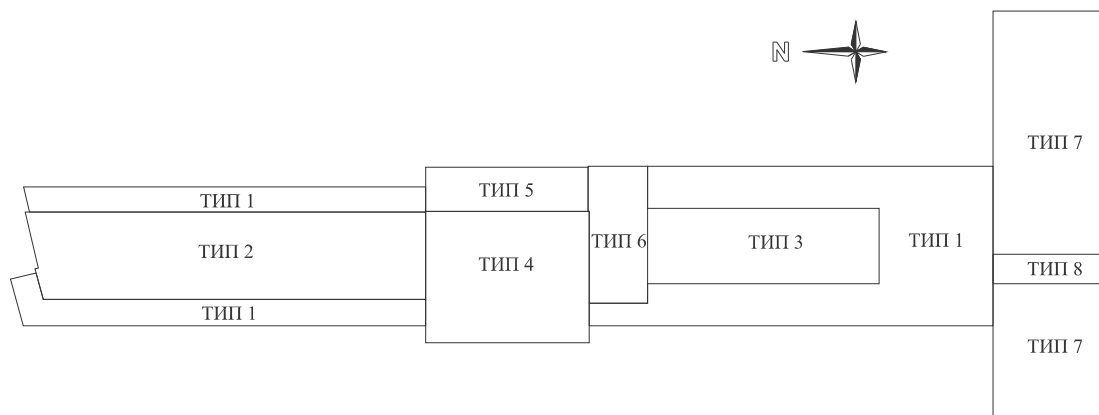
Външна стена тип 20	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Стоманобетон	0,50	1,63	0,307
	Външна мазилка	0,03	0,89	0,034
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		IR_i	0,539

Външна стена тип 21	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	циментово лепило	0,01	0,93	0,011
	XPS	0,04	0,03	1,333
	Стоманобетон	0,30	1,63	0,184
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$I R_i$	2,360

Външна стена тип 22	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Гипскартон	0,0125	0,21	0,060
	Въздух	0,10		0,15
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Минерална вата	0,05	0,04	1,250
	Битумни керемиди	0,005	0,17	0,029
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Съпротивление на топлопреминаване на съставната конструкция		$I R_i$	1,80

2.2.2. Покрив

В сградата са установени осем типа покриви, от които пет скатни и три плоски. Типовете покриви ще бъдат разгледани по-долу, заедно с техните конструктивни и топлотехнически характеристики



Скатен покрив тип 1	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Хидроизолация	0,008	0,17	0,047
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Въздушен слой	Лекв = 1,43		
	Стоманобетон	0,18	1,63	0,110
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

Скатен покрив тип 2	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Хидроизолация	0,008	0,17	0,047
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Въздух	Лекв =1,33		
	Каратаван	0,02	0,14	0,14
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

Плосък покрив тип 3	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Ламарина	0,63	53,50	0,000
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Каратаван	0,02	0,14	0,143
	Въздушен слой	Лекв =1,80		
	Стоманобетон	0,18	1,63	0,110
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

Скатен покрив тип 4	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Въздушен слой	Лекв =2,51		
	Стоманобетон	0,18	1,63	0,110
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

Плосък покрив Тип 5	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Мозайка	0,02	3,49	0,006
	Циментова замазка	0,04	0,93	0,043
	Стоманобетон	0,20	1,63	0,123
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

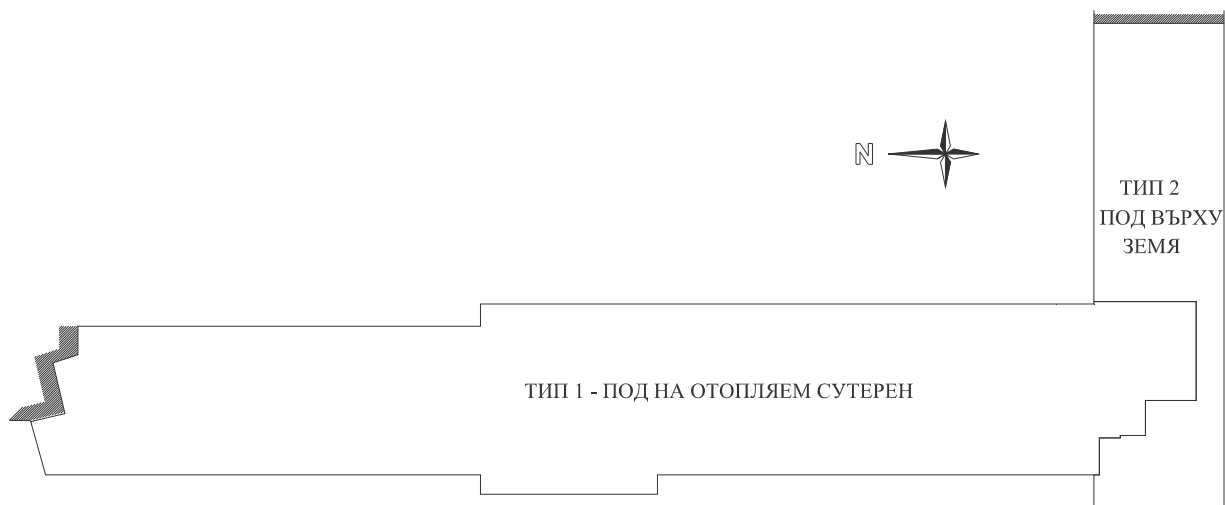
Скатен покрив тип 6	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Каратаван	0,02	0,14	0,143
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

Скатен покрив тип 7	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Керемиди	0,015	0,99	0,015
	Хидроизолация	0,008	0,17	0,047
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,143
	Въздушен слой	Лекв = 1,89		
	Морска пяна	0,10	0,41	0,2439
	Въздух	0,10		0,15
	Минерална вата	0,05	0,04	1,25
	Каратаван	0,10	0,70	0,026
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,026

плосък покрив тип 8	Материали	δ	λ	R
	Покрив външна повърхност Rse	-	-	0,040
	Битумни керемиди	0,005	0,99	0,0051
	Минерална вата	0,05	0,04	1,25
	Дъсчена обшивка	0,02	0,14	0,1429
	Въздух	0,10		0,15
	Гипскартон	0,0125	0,21	0,06
	Покрив вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,100

2.2.3. Под

В сградата съществуват два основни типа под, както следва: под (стени) на отопляем сутерен и под върху земя.



Под на отопляем сутерен тип 1	Материали	δ	λ	R
	Подова плоча вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,170
	Мозайка / паркет	0,02	3,49 / 0,21	0,006
	Циментова замазка	0,04	0,93	0,043
	Стоманобетон	0,18	1,63	0,110
	Трамбована баластра	0,50	1,16	0,431
	Подова плоча външна повърхност Rse	-	-	0,040

Стена граничеща със земя	Материали	δ	λ	R
	Външна стена вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,130
	Вътрешна мазилка	0,02	0,70	0,029
	Тухлен зид	0,50	0,79	0,633
	Обратен насип	0,50	1,16	0,431
	Външна стена външна повърхност Rse	-	-	0,040

под върху земя тип 2	Материали	δ	λ	R
	Подова плоча вътрешна повърхност Rsi	-	-	0,170
	Циментова замазка	0,04	0,93	0,043
	Стоманобетон	0,20	1,63	0,123
	Трамбована баластра	0,50	1,16	0,431
	Подова плоча външна повърхност Rse	-	-	0,040

2.2.4. Прозорци и външни врати

По-голямата част от дограмата е подменена с нова с PVC профили и стъклопакети. Неподменената дограма е единична и двукатна дървена и единична метална. Тя е стара, деформирана и има на много места изметнати рамки. Прозорците на централното стълбище и лабораторията са единични, метални, което е недопустимо по съвременните изисквания.

3. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ И ВЕНТИЛАЦИЯ

3.1. Абонатна станция

Основните енергоносители на сградата са топлинна енергия, доставена от „Топлофикация София” ЕАД и електроенергия, доставена от „ЧЕЗ България” ЕАД. Първоначално топлоснабдяването на разглежданата сграда е било от парна котелна централа на дизелово гориво, намираща се в съседство. Освен УАСГ “Ректорат”, тя е захранвала и УАСГ “Геодезия” и СГ “Христо Ботев”. Топлоносителят от котелното до сградата и във вътрешно-сградна инсталация е бил пара.



Абонатна станция



Табло управление

В момента топлоснабдяването на сградата е централизирано от градската ТЕЦ, като първоначално подгръвяването е ставало през кожухотръбни топлообменници, всички подменени през 2008 г. Свързването на вътрешния отоплителен кръг с топлопреносната мрежа се осъществява посредством индиректна абонатна станция, монтирана в сутеренно помещение в южната част на сградата. Изпълнена е с пластинчати топлообменници за отопление и БГВ, като е оборудвана с необходимата предпазна, спирателна и регулираща арматура. Работата на АС е автоматизирана чрез „IP” регулатор /фиг.1.19/. Датчикът за външна температура е монтиран на северна фасада. Регулирането е по външна температура и време, с възможност за външна намеса /дават се 24 часови дежурства от поддържащ персонал/.



Проточен топломер



Разпределителни колектори

В същото помещение е инсталирана циркуляционната помпа за отопление “BIRAL” EBZ 85V, едностепенна с N=3kW и затворените разширителни съдове 3бр.x500литра. Измерването на изразходваната енергия се осъществява чрез проточен топломер. Използват се старите колектори със спирателна арматура, които са в задоволително състояние. Топлоизолацията на тръбната мрежа в АС е въжета стъклена вата с бандажна лента или поцинкована ламарина.



Топлоизолация – стъклена вата с лента



Топлоизолация – стъклена вата с обшивка

3.2. Отоплителна инсталация

Отоплителната инсталация е с топлоносител вода 90/70°C, подменена през 1992 година. Разпределителната мрежа е „Тихелман”, изпълнена с черни газови тръби, положени по конструкция в сутерена, като топлоизолацията е стъклена вата с бандажна лента. Вертикалната тръбна мрежа и аншлусите са изпълнени с черни газови тръби /малко поетиленови с алуминиева вложка/ в добро техническо състояние без сериозни течове и запушвания, положени открито.

Отоплителните тела са основно чугунени радиатори, малко тръбни лири на някои позиции в сутерена и ЦНИЛХИ с неизчерпан експлоатационен ресурс в добро техническо състояние. По-голяма част от радиаторните тела са монтирани в декоративни ниши. Радиаторните спирателни кранове са без монтирани термостатични глави.



Вертикални щрангове



Чугунен радиатор



Тръбна лира



Обикновен радиаторен вентил

Като цяло отоплителната инсталация е в задоволително състояние. В началото и края на отоплителния сезон на определени места е разрешено да се използват електрически отоплителни уреди. Монтирани са климатици „сплит-система” и различни отоплителни печки, радиатори, калорифери и др.

3.3. Битово горещо водоснабдяване

Инсталацията е разработена за да осигурява необходимото количество битова гореща вода. Подгръването се осъществява чрез пластинчат топлообменник в АС, като циркулацията се осигорява от ЦП “BIRAL” AG CH 3110, тристепенна с $N=0,044-0,096\text{kW}$. Тръбите в по-голямата си част са полипропиленови, топлоизолирани “ISOVER” 13mm. На някои места с цел аварийно подсигуряване /”Пицария”, “Кафе”, някои от офисите на 5 етаж и др./ са монтирани обемни електрически бойлери 80 литра с $N=3\text{kW}$ и проточни с $N=1\text{kW}$.



Пластинчат топлообменник за БГВ

Тръбна мрежа БГВ с топлоизолация

Нормативната консумация за БГВ е изчислена съгласно Наредба №4/29.09.2005 г., Приложение №2 към чл. 18, ал.1.

$$\frac{V \cdot N \cdot D}{A_u} = \frac{8.900.215}{12938} = 120\text{l/m}^2$$

V – количество вода на човек, на ден за такъв тип сгради;

N – брой обитатели;

D – брой дни на работа; A_u – отопляема площ, m^2 ;

Консумацията на БГВ след смесване $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ ще е с 50% по-висока.

3.4. Вентилация

Изградени са три общообменни вентилационни инсталации, както следва:

3.4.1 Вентилация Кафе

Изградена е самостоятелна вентилационна система, осигуряваща засмукване на необходимото количество въздух от помещението чрез прозоречни вентилатори и локален смукателен чадър с $V=700\text{ m}^3/\text{h}$ и $N=0,3\text{kW}$ за кухнята. Компенсирането на засмукания въздух от Кафето става с нагнетателна вентилация с $V=1100\text{ m}^3/\text{h}$ и $N=0,37\text{kW}$, състояща се от филтърна, вентилаторна, шумозаглушителна и електроотоплителна секции. Пресният въздух,

УАСГ Блок 11 – Западно крило – /Ректорат/ и ЦНИЛХИ, ул. „Христо Смирненски” №1, гр. София
филтриран и подгрят се подава в отделните зони. Засмукването на пресен въздух е от западната фасада на височина +3,80m от кота терен.

3.4.2 Вентилация Пицария

Засмуканият въздух от залата за хранене и прилежащите спомагателни помещения се изхвърля над покрива на сградата, през смукателен вентилационен бокс с $V=1300 \text{ m}^3/\text{h}$ и $N=0,5\text{kW}$, локален смукателен чадър с $V=1560 \text{ m}^3/\text{h}$ и $N=0,75\text{kW}$ за кухнята и няколко по-малки канални вентилатори. Компенсирането на засмукания въздух става с нагнетателна вентилация с $V=1800\text{m}^3/\text{h}$ и $N=0,93\text{kW}$, състояща се от филтърна, вентилаторна, шумозаглушителна и отоплително-охладителна секции, въздухопроводна мрежа и нагнетателни регулируеми решетки. Пресният въздух, филтриран и подгрят /охладен/ се подава в отделните зони. За охлаждане и подгряване е монтиран канален термопомпен агрегат въздух-въздух.

3.4.3 Вентилация Автоработилница

Изпълнени са две аналогични вентилационни системи /по една на гаражна клетка/, състоящи се от смукателни вентилатори и кръгли въздуховоди с отводи за заустване на изпускателните системи на ремонтираните автомобили.

4. КОНСУМАТОРИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ (ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ)

4.1. Електрозахранване

Сградата се захранва на част НН от трафопост, монтиран в сутеренно помещение в южната част на сградата. Измерването на консумираната ел. енергия се извършва на част НН чрез трифазен тритарифен електромер за активна и реактивна енергии през ТТ, с възможност за дистанционно отчитане. От ГРТ радиално е развита ел. инсталацията. По отношение на електрозахранването сградата е III категория и изисква захранване от един източник. Обследване на фактора на мощността $\cos \phi$ е установило, че показателят е в нормативните граници.

Изградени са следните електрическите инсталации :

Силнотокowi инсталации:

Ел. табла и разпределителни мрежи, Осветителна инсталация, Силова инсталация, Заземителна инсталация и Мълниезащитна инсталация.

Слаботокowi инсталации:

Звънчева инсталация; Телефонна, СОТ, Пожароизвестяване, LAN и Видеонаблюдение.

Освен ГРТ и етажни табла, има изработени табла и за отделни консуматори. Такива са табла Автоработилница, Пицария, Кафе и др. Схемата на ел. инсталацията е тип TN /две и четири проводна/. Предпазители са със стапяема жичка и автоматични. Проводниците са оразмерени по токово натоварване и пад на напрежение. Използвани са проводници СВТ, ПВА и ПВВМ, положени по скари, антигронови скоби, в PVC кабелканални, бергманови тръби и директно под мазилката. Част от токови кръгове са изпълнени от проводници с изолация от импрегниран текстил тип ПКИ-380.

Като цяло електро инсталацията е в добро общо техническо състояние.

4.2. Осветителна инсталация

Осветлението в заведенията залите, кабинетите, лабораторийте, коридорите и техническите помещения е решено с осветителни тела с ХЛ 20W и 30W, ЛОТ 18W, 24W и 36W, ЛНЖ 40W, 60W и НЛВН 250W за ЦНИЛХИ. Осветителната инсталация е изпълнена с проводници ПКИ, СВТ, ПВА и ПВВМ 1,5mm², положени по скари, антигронови скоби, в PVC кабелканалы, бергманови тръби и директно под мазилката. Управлението на осветлението е ръчно, като ключовете са монтирани на височина 1,4m. Евакуационните пътища са осветени с осветителни тела с вградени кадмиево никелови батерии, които включват автоматично при отпадане на нормалното захранване. Има разработено външно осветление, изпълнено с ККЛ 18W, ЛОТ 36W, НЛВН 125W и рекламни неоновы.

Осветителната инсталация, вкл. осветителни тела, контакти и захранващи проводници е морално остаряла. Осветеността в помещенията не отговаря на съвременните изисквания. Кабелите са стари, често дават на късо и създават предпоставки за възникване на пожар.



ЛОТ 4x36W



ЛОТ 2x24W



ЛНЖ 40W



НЛВН 250W

Осветлителните тела, влияещи върху топлинния баланс на сградата са представени в следната таблица:

№	Вид консуматор	Ринст, kW	Бр.	Седм. натов., h/седм.	Обща консумация, kWh/седм
1	ХЛ	0,02	25	60	30,0
2	ХЛ	0,03	25	60	45,0
3	ЛНЖ	0,04	110	15	66,0
4	ЛНЖ	0,06	90	15	81,0
5	Евакуационно осветление	0,008	50	1	0,4
6	ЛОТ 18W	0,018	450	15	121,5
7	ЛОТ 24W	0,024	100	15	36,0
8	ЛОТ 36W	0,036	800	15	432,0
9	НЛВН 250W	0,25	10	25	62,5
10	Общо				874,4

Ринст=53,3 kW

От така изчисленият разход на енергия за програмното моделиране на обекта при период на едновременна работа 65 ч/сед. и К едн. = 0,25 получаваме:

$$P_{\text{едн. осв.}} = 1,00 \text{ W/m}^2;$$

4.3. Силови консуматори

Контактите и излазите за технологичното обзавеждане са монтирани на съответните места съобразно плана на обзавеждането. Кабелите са тип ПКИ, СВТ, ПВА, ПВВМ и ШКПТ /за подвижните елементи/ положени по скари, антигронови скоби, в PVC кабелканалы, бергманови тръби и директно под мазилката, като до последна кутия са 4mm², а спускащите са 2,5mm². Използват се различни по вид и мощност консуматори. За нуждите на ОВК са инсталирани циркулационни помпи, вентилатори, термopомпи и отоплителни уреди с различна мощност. Изградени са 2 броя асансьори.

Помпи отопление и нагнетателна вентилация:

№	Вид консуматор	Ринст, kW	Бр.	Седм. натов., h/седм.	Обща консумация, kWh/седм
1	ЦП Отопление	3,00	1	168	504,0
2	Вентилация нагнетателна	0,37	1	65	24,1
3	Вентилация нагнетателна	0,93	1	65	60,5
4	Общо				588,5

Ринст=4,3 kW

Консуматори, влияещи върху топлинния баланс на сградата:

№	Вид консуматор	Ринст, kW	Бр.	Седм. натов., h/седм.	Обща консумация, kWh/седм
1	Автомат за вода	0,02	3	2	0,1
2	Слаботокова апаратура	0,5	1	168	84,0
3	Кухненско обзавеждане	30	1	30	900,0
4	Помпа БГВ	0,06	1	168	10,1
5	хладилник	0,05	10	50	25,0
6	хладилник	0,3	10	50	150,0
7	Компютър настолен	0,35	110	40	1540,0
8	Дребна офис техника	5	1	5	25,0
9	Кафеварка	1,2	10	2	24,0
10	Кафемашина	2	2	15	60,0
11	Кафемашина	3	2	20	120,0
12	Оборудване "Копирни центрове"	12	2	25	600,0
13	Оборудване "Автосервиз"	40	1	15	600,0
14	Оборудване ЦНИЛХИ	60	1	25	1500,0
15	Телевизор	0,1	5	60	30,0
16	Общо				5668,2

Ринст=224,1 kW

Консуматори, не влияещи върху топлинния баланс на сградата:

№	Вид консуматор	Ринст, kW	Бр.	Седм. натов., h/седм.	Обща консумация, kWh/седм
1	Осветление невлияещо	2	1	70	140,0
2	Слаботокова апаратура	0,5	1	168	84,0
3	Миялна	2,5	2	20	100,0
4	Вентилация смукателна	1,75	1	65	113,8
5	Вентилация смукателна	0,3	2	65	39,0
6	Асансьор	9	2	10	180,0
7	Общо				656,8

Ринст=27,9 kW

5. ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Табл. 6.1

2013 г.				
месец	електроенергия		Централно топлоснабдяване	
			топлина Блок 11	
	kWh	лв. без ДДС	MWh	лв без ДДС
I	45 811	5 416,31 лв.	216,119914	18 004,95 лв
II	39 946	4 731,81 лв.	182,010083	15 163,26 лв
III	39 758	4 942,28 лв.	168,600048	14 046,07 лв
IV	36 075	4 581,06 лв.	42,290065	3 388,28 лв
V	33 196	4 132,57 лв.	6,92998	555,20 лв
VI	34 893	4 354,34 лв.	6,55005	524,79 лв
VII	35 919	4 432,79 лв.	6,30005	504,76 лв
VIII	33 179	4 480,50 лв.	4,920015	393,06 лв
IX	31 947	4 390,31 лв.	6,09	486,53 лв
X	45 051	6 406,83 лв.	7,13	569,62 лв
XI	43 618	6 067,67 лв.	114,370001	9 137,02 лв
XII	43 352	5 965,71 лв.	221,519999	17 697,24 лв
всичко	462745	59 902,18 лв.	982,830	80 470,78 лв.

2014 година				
месец	електроенергия		Централно топлоснабдяване	
			топлина Блок 11	
	kWh	лв. без ДДС	MWh	лв без ДДС
I	56501	6 774,46 лв.	215,920	17 249,85 лв.
II	48572	5 789,75 лв.	157,020	12 544,33 лв.
III	49729	5 892,88 лв.	103,300	8 252,64 лв.
IV	48908	5 878,71 лв.	26,930	2 151,43 лв.
V	44413	5 302,90 лв.	6,860	548,05 лв.
VI	42864	5 066,49 лв.	6,300	503,31 лв.
VII	44422	6 032,54 лв.	5,590	473,14 лв.
VIII	39877	5 375,47 лв.	4,070	344,48 лв.
IX	41170	5 660,92 лв.	5,180	438,44 лв.
X	54401	8 388,65 лв.	48,447	4 100,56 лв.
XI	52476	7 944,88 лв.	124,13	10 506,36 лв.
XII	53391	8 029,96 лв.	161,46	13 665,98 лв.
всичко	576724	76 137,60 лв.	865,207	70 778,57 лв.

2015 година				
месец	електроенергия		Централно топлоснабдяване	
			топлина Блок 11	
	kWh	лв. без ДДС	MWh	лв без ДДС
I	57145	10 486,02 лв.	220,010	18 615,05 лв.
II	53212	9 796,38 лв.	151,490	12 822,11 лв.
III	55062	10 098,32 лв.	137,120	11 605,84 лв.
IV	46105	8 570,99 лв.	55,960	4 402,37 лв.
V	42153	7 751,89 лв.	5,670	446,06 лв.
VI	42014	7 726,30 лв.	1,640	129,02 лв.
VII	48157	8 856,02 лв.	0,950	70,28 лв.
VIII	40224	7 300,57 лв.	3,120	230,82 лв.
IX	40755	7 454,02 лв.	4,520	334,39 лв.
X	51196	9 537,91 лв.	68,840	4 873,87 лв.
XI	49261	8 847,34 лв.	127,190	9 005,05 лв.
XII	51355	9 197,71 лв.	202,790	14 357,53 лв.
всичко	576638	105 623,45 лв.	979,300	76 892,39 лв.

• Обработени данни

Табл. 6.2

2015 година									
Месец	Средно месечна температура на външния въздух		Отопление			подгряване вентилация ел.енергия	БГВ ТЕЦ	Охлаждане ел. енергия	Ел. енергия други нужди
			ТЕЦ	Ел. енергия	Общо				
	°C	Денгр.	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
I	0,9	561,6	189648	9879	199527	7471	9216		28478
II	1,8	482,6	162970	8489	171459	6420	9123		31467
III	4,6	447,9	151252	7879	159131	5958	8978		32780
IV	10,2	193,6	65377	3405	68783	2575	8443		42401
V		0					6832	670	48904
VI		0					6457	1305	48127
VII		0					6211	2685	46437
VIII		0					4850	2023	47248
IX		0					6004	1166	48297
X	10,4	120,4	40658	2118	42776	1602	6845		45169
XI	8,7	309,0	104347	5435	109782	4111	7121		38035
XII	2,1	523,9	176917	9215	186132	6969	8050		29905
Всичко:		2639	891170	46420	937590	35107	88130	7849	487248

7. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА

7.1. Създаване на модел на сградата

Име на проекта	Ректорат и ЦНИЛХИ
Страна	България
Климатични данни	Клим. зона 7 - София
Тип сграда	Потребителски-Потребителски-П
Референтни стойности	2016
Празници	Университет

Фиг. 7.1

ЕТАЛОН НА СГРАДАТА

Еталонни данни, отговарящи на нормативните изисквания за 2016 г.

Настройки - климатични данни			Настройки - еталонни данни			Настройки - празници		
Описание на сградата			Отопление			БГВ		
Страна	България		U - стени	W/m²K	0,28	БГВ - консумация	l/m²a	180,0
Тип сграда	Потребителски-Потребител		U - прозорци	W/m²K	1,47	Темп. разлика	°C	30,0
Състояние	2 016		U - покрив	W/m²K	0,29	Ефект.разпред.мрежа	%	98,0
отопл. h/ден през раб. дни	24,0		U - под	W/m²K	0,46	Автом. управление	%	97,0
отопл. h/ден през съботите	0,0		Коеф. на енергопрем.		0,50	Е_П / ЕМ	%	96,0
отопл. h/ден през неделите	0,0		Инфилтрация	l/h	0,50	КПД на топлоснабд.	%	100,0
хора h/ден през раб. дни	11,0		Проектна темп.	°C	19,0	Осветление		
хора h/ден през съботите	0,0		Темп. с понижение	°C	15,0	Работен режим	ч/седм.	65,0
хора h/ден през неделите	0,0		Ефект. на отдаване	%	100,0	Едновр.мощност	W/m²	1,0
Външни стени	m²	4 530	Ефект.разпред.мрежа	%	95,0	Вентилатори, помпи		
Стени север	m²	286	Автом. управление	%	95,0	Вент., мощност	W/m²	0,10
Стени изток	m²	2 051	Е_П / ЕМ	%	96,0	Помпи вентилация	W/m²	0,00
Стени юг	m²	472	КПД на топлоснабд.	%	100,0	Помпи отопление	W/m²	0,23
Стени запад	m²	1 732	Относ. площ прозорци	%	25,0	Е_П / ЕМ	%	96,00
Прозорци	m²	1 613	Вентилация (отопл.)			Други използвани		
Площ прозорци север	m²	74	Работен режим	h/week	65,0	Работен режим	ч/седм.	65,00
Площ прозорци изток	m²	661	Дебит	m³/m²h	0,40	Едновр.мощност	W/m²	7,3
Площ прозорци юг	m²	131	Темп. на подаване	°C	20,0	Други неизползвани		
Площ прозорци запад	m²	747	Рекуперация	%	0,0	Работен режим	ч/седм.	65,0
Покрив	m²	2 809	Ефект. на отдаване	%	100,0	Едновр.мощност	W/m²	1,40
Под	m²	3 356,60	Ефект.разпред.мрежа	%	98,0	Други неизползвани		
Отопляема площ	m²	12 938,00	Автом. управление	%	97,0	Работен режим	ч/седм.	65,0
Отопляем обем	m³	42 600,00	Овлажняване	<input type="checkbox"/>	0,0	Едновр.мощност	W/m²	1,40
Еф.топл.капацитет Wh/m²K	46,00		Е_П / ЕМ	%	96,0	Обитатели		
Фактор на формата	0,50		КПД на топлоснабд.	%	150,0		W/m²	8,00

ФИГ. 7.2

Данни за строителните и топлофизичните характеристики на външните ограждащи конструкции по фасади.

Север		Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
Външни стени				Прозорци															
A		U		A		U		g		n									
[m²]		[W/m²K]		[m²]		[W/m²K]		-		-									
286,10		1,43		2,10		3,57		0,30		1									
				71,75		6,66		0,51		1									
Обща площ на фасадата																			
359,95		[m²]																	
Външни стени				Прозорци															
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
[m²]		[W/m²K]		[m²]		[W/m²K]		-											
286,10		1,43		73,85		6,57		0,50											
ЕС мерки																			
286,10		1,40		2,10		2,20		0,30		1									
				71,75		1,70		0,51		1									
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
286,10		1,40		73,85		1,71		0,50											

Фиг. 7.3

Север		Североизток		Изток		Югоизток		Юг		Югозапад		Запад		Северозапад		Покрив		Под	
Външни стени				Прозорци															
A		U		A		U		g		n									
[m²]		[W/m²K]		[m²]		[W/m²K]		-		-									
2 051,1		1,52		61,94		2,32		0,51		1									
				8,04		3,57		0,30		1									
				50,11		6,66		0,56		1									
				19,50		6,66		0,01		1									
				521,24		2,20		0,51		1									
Обща площ на фасадата																			
2 711,93		[m²]																	
Външни стени				Прозорци															
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
[m²]		[W/m²K]		[m²]		[W/m²K]		-											
2 051,10		1,52		660,83		2,70		0,50											
ЕС мерки																			
2 051,1		1,49		61,94		1,40		0,51		1									
				8,04		2,20		0,30		1									
				50,11		1,90		0,56		1									
				19,50		2,20		0,01		1									
				521,24		2,20		0,51		1									
A (нето)		U (екв)		A (нето)		U (екв)		g (екв)											
2 051,10		1,49		660,83		2,10		0,50											

Фиг. 7.4

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

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-	-
471,50	1,37	2,10	3,57	0,30	1
		112,75	6,66	0,51	1
		16,20	2,20	0,51	1

Обща площ на фасадата

602,55 [m²]

Външни стени		Прозорци		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-
471,50	1,37	131,05	6,06	0,51

ЕС мерки					
471,50	1,33	2,10	2,20	0,30	1
		112,75	1,70	0,51	1
		16,20	2,20	0,51	1

A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	[W/m²K]
471,50	1,33	131,05	1,77	0,51

Фиг. 7.5

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

Външни стени		Прозорци			
A	U	A	U	g	n
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-	-
1 731,5	1,50	55,30	2,32	0,51	1
		4,60	3,57	0,30	1
		30,75	6,66	0,51	1
		656,22	2,20	0,51	1

Обща площ на фасадата

2 478,37 [m²]

Външни стени		Прозорци		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	-
1 731,50	1,50	746,87	2,40	0,51

ЕС мерки					
1 731,5	1,46	55,30	1,40	0,51	1
		4,60	2,20	0,30	1
		30,75	1,70	0,51	1
		656,22	2,20	0,51	1

A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)
[m²]	[W/m²K]	[m²]	[W/m²K]	[W/m²K]
1 731,50	1,46	746,87	2,12	0,51

Фиг. 7.6

Север	Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Покрив</th> <th colspan="4">Прозорци</th> <th></th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>U</th> <th>A</th> <th>U</th> <th>g</th> <th>Наклон</th> <th></th> </tr> <tr> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> <th>-</th> <th>deg</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 809,0</td> <td>1,02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Север</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Изток</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Юг</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Запад</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>СИ/СЗ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ЮИ/ЮЗ</td> </tr> </tbody> </table>										Покрив		Прозорци					A	U	A	U	g	Наклон		[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-	deg		2 809,0	1,02					Север							Изток							Юг							Запад							СИ/СЗ							ЮИ/ЮЗ
Покрив		Прозорци																																																																						
A	U	A	U	g	Наклон																																																																			
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-	deg																																																																			
2 809,0	1,02					Север																																																																		
						Изток																																																																		
						Юг																																																																		
						Запад																																																																		
						СИ/СЗ																																																																		
						ЮИ/ЮЗ																																																																		
Обща площ на покрива																																																																								
2 809,00		[m ²]																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Покрив</th> <th colspan="3">Прозорци</th> <th></th> </tr> <tr> <th>A (нето)</th> <th>U (екв)</th> <th>A (нето)</th> <th>U (екв)</th> <th>g (екв)</th> <th></th> </tr> <tr> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> <th>-</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 809,00</td> <td>1,02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Покрив		Прозорци				A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)		[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-		2 809,00	1,02																																											
Покрив		Прозорци																																																																						
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)																																																																				
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	-																																																																				
2 809,00	1,02																																																																							
ЕС мерки																																																																								
2 809,0		0,30																																																																						
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	g (екв)																																																																				
2 809,00	0,30																																																																							

Фиг. 7.7

Север	Североизток	Изток	Югоизток	Юг	Югозапад	Запад	Северозапад	Покрив	Под																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Данни за пода</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Състояние</th> <th colspan="2">ЕС мерки</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>U</th> <th>A</th> <th>U</th> </tr> <tr> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> <th>[m²]</th> <th>[W/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 356,6</td> <td>0,55</td> <td>3 356,6</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A (нето)</td> <td>U (екв)</td> <td>A (нето)</td> <td>U (екв)</td> </tr> <tr> <td>3 356,60</td> <td>0,55</td> <td>3 356,60</td> <td>0,55</td> </tr> </tbody> </table>										Данни за пода				Състояние		ЕС мерки		A	U	A	U	[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]	3 356,6	0,55	3 356,6	0,55																	A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)	3 356,60	0,55	3 356,60	0,55
Данни за пода																																																					
Състояние		ЕС мерки																																																			
A	U	A	U																																																		
[m ²]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/m ² K]																																																		
3 356,6	0,55	3 356,6	0,55																																																		
A (нето)	U (екв)	A (нето)	U (екв)																																																		
3 356,60	0,55	3 356,60	0,55																																																		

Фиг. 7.8

Обобщени данни на геометричните характеристики на ограждащите елементи на сградата:

Отопляема площ	m ²	12 938	Външни стени	m ²	4 540
Отопляем обем	m ³	42 600	Прозорци	m ²	1 613
Ефективен топлинен капацитет	Wh/m ² K	46	Покрив	m ²	2 809
			Под	m ²	3 357

Топлина от обитатели	W/m ²	8,0
----------------------	------------------	-----

График обитатели ч/ден	График отопление ч/ден
Работни дни, ч/ден	11
Събота, ч/ден	0
Неделя, ч/ден	0
Работни дни, ч/ден	24
Събота, ч/ден	0
Неделя, ч/ден	0

Фиг. 7.9

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност	kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
2. Вентилация (отопл.)							
	2,7	kWh/m ² a					
Работен режим	65,0 ч/седм.	65,0	65,0	+5 ч/седм. =	0,21	65,0	
Дебит	0,40 m ³ /hm ²	0,40	0,40	+1 m ³ /hm ² =	6,78	0,40	
Темп. на подаване	20,0 °C	20,0	20,0	+1 °C =	0,17	20,0	
Рекуперация	0,0 %	0,0	0,0	+1 % =	-0,03	0,0	
Сума 1	kWh/m²a	3,7	3,7			3,7	
Ефект. на отдаване	100,0 %	100,0	100,0			100,0	
Ефект. разпред. мрежа	98,0 %	98,0	98,0			98,0	
Автом. управление	97,0 %	97,0	97,0			97,0	
Овлажняване	He	He	He			He	
Е.П. / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0			96,0	
Сума 2	kWh/m²a	4,1	4,1			4,1	
КПД на топлоснабд.	150,0 %	150,0	150,0			150,0	
Сума 3	kWh/m²a	2,7	2,7			2,7	
Принос към отоплението	kWh/m²a	0,6	0,2			0,2	

Фиг. 7.10

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
3. БГВ 6,8 kWh/m²a						
БГВ - консумация	180 l/m²a	180	180	+ 10 l/m² = 0,38	180	
Темп. разлика	30,0 °C	30,0	30,0		30,0	
Годишно след смесване	m³	2 329	2 329		2 329	
Сума 1	kWh/m²a	6,2	6,2		6,2	
Ефект.разпред.мрежа	98,0 %	98,0	98,0		98,0	
Автом. управление	97,0 %	97,0	97,0		97,0	
Е_П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
Сума 2	kWh/m²a	6,8	6,8		6,8	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Сума 3	kWh/m²a	6,8	6,8		6,8	

Фиг. 7.11

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
4. Вентилатори и помпи 1,3 kWh/m²a						
Вентилатори	0,10 W/m²	0,10	0,10	+1 W/m² = 1,75	0,10	
Помпи вентилация	0,00 W/m²	0,00	0,00	+1 W/m² = 1,75	0,00	
Помпи отопление	0,23 W/m²	0,23	0,23	+1 W/m² = 4,78	0,23	
Е_П / ЕМ	96 %	96,00	96,00		96,00	
Сума 3	kWh/m²a	1,3	1,3		1,3	
5. Осветление 3,0 kWh/m²a						
Работен режим	65 ч/седм.	65	65	+1 ч/седм. = 0,05	65	
Едновр.мощност	1,00 W/m²	1,00	1,00	+1 W/m² = 3,04	0,88	0,36
Сума 3	kWh/m²a	3,0	3,0		2,7	

Фиг. 7.12

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m²a	ЕС мерки	Спестяване
6. Разни						
6.1 Разни влияещи на баланса 22,2 kWh/m²a						
Работен режим	65 ч/седм.	65	65	+5 ч/седм. = 1,71	65	
Едновр.мощност	7,30 W/m²	7,30	7,30	+1 W/m² = 3,04	7,30	
Сума 3	kWh/m²a	22,2	22,2		22,2	
6.2 Разни невяляещи на баланса 4,3 kWh/m²a						
Работен режим	65 ч/седм.	65	65	+5 ч/седм. = 0,07	65	
Едновр.мощност	1,40 W/m²	1,40	1,40	+1 W/m² = 3,04	1,40	
Сума 3	kWh/m²a	4,3	4,3		4,3	

Фиг. 7.13

7.2. Калибриране на модела

За калибрирането на модела е необходимо намиране на стойности на параметрите „кратност на въздухообмен” и „средна температура в сградата”, при които се получава специфичен годишен разход на енергия за отопление равен на избрания референтен от 2015 г.

Референтният разход на енергия за отопление се определя по следния начин:

$$\frac{(\text{Годишен разход за 2015 г.}) \cdot (\text{Денградуси по кл. база данни})}{(\text{Денградуси за 2015 г.}) \cdot (\text{Отопляема площ})} = \text{Референтен разход}$$

$$DD_{\text{база}} = 2900$$

$$DD_{2015} = 2639$$

$$A_G = 12938 \text{ m}^2$$

Годишен разход на енергия за отопление за 2015 година – **972700 kWh**

от ТЕЦ 891170 kWh

от ел. енергия 46420 kWh.

$$\frac{(972700) \cdot (2900)}{(2639) \cdot (12938)} = \mathbf{82,70 \text{ kWh/m}^2\text{y}}$$

Денградусите са изчислени за температура в сградата 19,0 °C.

При стойност на инфилтрацията 0,59 h⁻¹ и средна температура в сградата 17,3°C, получаваната информация от прозорец „Отопление“ показва специфичен разход на енергия за отопление в размер на 80,0 kWh/m²y. Разходът на топлинна енергия за вентилация е 2,7 kWh/m²a – прозорец „Вентилация (отопл.)“. Специфичния разход на топлинна енергия за отопление и вентилация за 2015 г. е 80,0+2,7=82,7 kWh/m²a и е равен на референтния.

Параметър	Еталон	Състояние	
1. Отопление	32,7	kWh/m²a	
U - стени	0,28 W/m²K	1,49	▼
U - прозорци	1,47 W/m²K	3,01	▼
U - покрив	0,29 W/m²K	1,02	▼
U - под	0,46 W/m²K	0,55	▼
Фактор на формата	0,29 -	0,29	
Относ. площ прозорци	12,5 %	12,5	
Коеф. на енергопрем.	0,50 -	0,50	▼
Инфилтрация	0,50 1/h	0,59	▲
Проектна темп.	19,0 °C	17,3	▼
Темп. с понижение	15,0 °C	13,4	▲
Приноси от			
Вентилация (отопл.)	kWh/m²a	0,62	...
Осветление	kWh/m²a	1,63	...
Други	kWh/m²a	11,87	...
Сума 1	kWh/m²a	69,3	
Ефект. на отдаване	100,0 %	100,0	▲
Ефект. разпред. мрежа	95,0 %	95,0	▲
Автом. управление	95,0 %	95,0	▲
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	▲
Сума 2	kWh/m²a	80,0	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	▲
Сума 3	kWh/m²a	80,0	

Фиг. 7.14

При стойност на инфилтрацията 0,59/h и средна температура в сградата през отопляемия сезон 17,3 °C, получаваме специфичен разход на енергия за отопление **80,0 kWh/m²y**.

7.3. Нормализиране на модела

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия
1. Отопление 32,7 kWh/m²a			
U - стени	0,28 W/m²K	1,49 >	1,49
U - прозорци	1,47 W/m²K	3,01 >	3,01
U - покрив	0,29 W/m²K	1,02 >	1,02
U - под	0,46 W/m²K	0,55 >	0,55
Фактор на формата	0,29 -	0,29	0,29
Относ. площ прозорци	12,5 %	12,5	12,5
Коеф. на енергопрем.	0,50 -	0,50 >	0,50
Инфилтрация	0,50 1/h	0,59	0,59
Проектна темп.	19,0 °C	17,3	19,0
Темп. с понижение	15,0 °C	13,4	15,0
Приноси от			
Вентилация (отопл.)	kWh/m²a	0,62 ...	0,23 ...
Осветление	kWh/m²a	1,63 ...	1,69 ...
Други	kWh/m²a	11,87 ...	12,35 ...
Сума 1	kWh/m²a	69,3	83,0
Ефект. на отдаване	100,0 %	100,0	100,0
Ефект. разпред. мрежа	95,0 %	95,0	95,0
Автом. управление	95,0 %	95,0	95,0
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0
Сума 2	kWh/m²a	80,0	95,8
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0
Сума 3	kWh/m²a	80,0	95,8

Фиг. 7.15

След въвеждане на нормативната температура за отопление се получават следните резултати за енергопотреблението:

годишен еталонен разход – **32,7 kWh/m²y**

годишен базов разход – **95,8 kWh/m²y**

Сравнението показва, че нормализираният разход на енергия за отопление е по – голям от еталонният .

7.4. Потенциални мерки за намаляване разходите на енергия

1. Топлопреминаването и инфилтрацията през прозорците (по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния по действащите към момента норми).
2. Топлопреминаването през стените (по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния към действащите към момента норми).
3. Топлопреминаването през покрива (по-висок коефициент на топлопреминаване от еталонния към действащите към момента норми).
4. Ниска ефективност на отоплението – липса на индивидуално регулиране на температурата в стаите
5. Висока енергоемкост на осветлението – подмяна на осветителни тела с нажежаема жичка с LED лампи

7.5. Енергоспестяващи мерки по проекта

В колона „Енергоспестяващи мерки” се въвеждат енергоспестяващите мерки чрез съответни стойности на конкретните параметри, а в полето след ЕСМ се вижда намаляването на специфичната енергия за отопление до **67,0 kWh/m²y**.

Параметър	Еталон	Състояние	Базова линия	Чувствителност kWh/m ² a	ЕС мерки	Спестяване
1. Отопление 32,7 kWh/m²a						
U - стени	0,28 W/m ² K	1,49	1,49	+ 0,1 W/m ² K = 2,53	1,46	0,74
U - прозорци	1,47 W/m ² K	3,01	3,01	+ 0,1 W/m ² K = 0,90	2,07	8,22
U - покрив	0,29 W/m ² K	1,02	1,02	+ 0,1 W/m ² K = 1,56	0,30	10,96
U - под	0,46 W/m ² K	0,55	0,55	+ 0,1 W/m ² K = 1,87	0,55	
Фактор на формата	0,29 -	0,29	0,29		0,29	
Относ. площ прозорци	12,5 %	12,5	12,5		12,5	
Коеф. на енергопрем.	0,50 -	0,50	0,50		0,50	
Инфилтрация	0,50 1/h	0,59	0,59	+ 0,1 1/h = 8,07	0,50	7,07
Проектна темп.	19,0 °C	17,3	19,0	+ 1 °C = 6,65	19,0	
Темп. с понижение	15,0 °C	13,4	15,0	+ 1 °C = 3,04	15,0	
Приноси от						
Вентилация (отопл.)	kWh/m ² a	0,62	0,23		0,23	
Осветление	kWh/m ² a	1,63	1,69		1,46	
Други	kWh/m ² a	11,87	12,35		12,15	
Сума 1	kWh/m²a	69,3	83,0		59,3	
Ефект. на отдаване	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Ефект. разпред. мрежа	95,0 %	95,0	95,0		95,0	
Автом. управление	95,0 %	95,0	95,0		97,0	1,93
Е П / ЕМ	96,0 %	96,0	96,0		96,0	
Сума 2	kWh/m²a	80,0	95,8		67,0	
КПД на топлоснабд.	100,0 %	100,0	100,0		100,0	
Сума 3	kWh/m²a	80,0	95,8		67,0	

Фиг. 7.16

7.6. Класификация на сградата преди и след ЕСМ

Бюджет „Мощностен”

Бюджет "Разход на енергия"

ЕС мерки

Мощностен бюджет

ЕТ крива

Годишно разпределение

Топлинни загуби

Тип сграда

Потребителски -

Клим. зона

Клим. зона 7 - София

Референтни стойности

2016

Изчислителна температура

-16,0

Параметър	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
	W/m²	kW	W/m²	kW	W/m²	kW
1. Отопление	64,0	828	67,3	871	53,8	696
2. Вентилация (отопл.)	4,9	63	4,9	63	4,9	63
3. БГВ	0,0	0	0,0	0	0,0	0
4. Вентилатори и помпи	0,3	4	0,3	4	0,3	4
5. Осветление	0,0	0	0,0	0	0,0	0
6. Разни	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Фиг. 7.16

Бюджет „Разход на енергия” с еталонни данни към момента на обследване на сградата.

Бюджет "Разход на енергия"		ЕС мерки	Мощностен бюджет	ЕТ крива	Годишно разпределение	Топлинни загуби	
Тип сграда		Потребителски -		Клим. зона		Клим. зона 7 - София	
Референтни стойности		2016					

Параметър	Еталон kWh/m²	Състояние		Базова линия		След ЕСМ	
		kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a	kWh/m²	kWh/a
1. Отопление	32,7	80,0	1 035 157	95,8	1 239 048	67,0	867 303
2. Вентилация (отопл.)	2,7	2,7	35 108	2,7	35 108	2,7	35 108
3. БГВ	6,8	6,8	88 131	6,8	88 131	6,8	88 131
4. Помпи, вент.(отопл.)	1,3	1,3	16 474	1,3	16 474	1,3	16 474
5. Осветление	3,0	3,0	39 285	3,0	39 285	2,7	34 571
6. Разни	26,4	26,4	341 782	26,4	341 782	26,4	341 782
Общо (отопление)	73,0	120,3	1 555 938	136,0	1 759 829	106,9	1 383 370

Обща отопляема площ	12 938
---------------------	--------

Фиг. 7.17

7.6.1 Оценка на класа на енергийна ефективност на сградата преди ЕСМ

След детайлното обследване и анализа на сградата е пресметнат и оценен Интегрираният енергиен показател „Специфичен годишен разход на първична енергия” по базова линия:

- Специфичен разход на първична енергия за отопление, вентилация, БГВ, осветление и разни:

$$EP = (95,8 + 6,8) \times 1,30 + (2,7 + 1,3 + 3,0 + 26,4) \times 3,0 = 233,6 \text{ kWh/m}^2\text{y.}$$

Сградата попада в **клас D** от скала на енергопотреблението, съгласно Наредба № Е-РД-04-2/22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

7.6.2. Оценка на класа на енергийна ефективност на сградата след ЕСМ

След детайлното обследване и анализа на сградата е пресметнат и оценен Интегрираният енергиен показател „Специфичен годишен разход на първична енергия” след ЕСМ:

- Специфичен разход на първична енергия за отопление, вентилация, БГВ, осветление и разни:

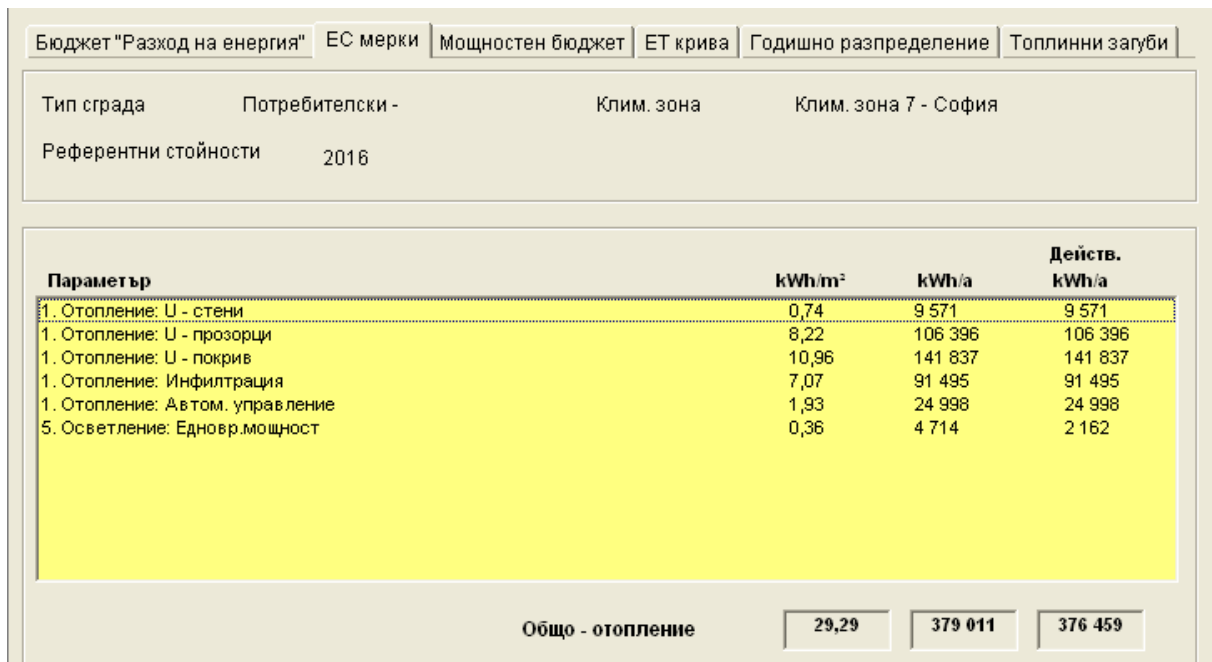
$$EP = (67,0 + 6,8) \times 1,30 + (2,7 + 1,3 + 2,7 + 26,4) \times 3,0 = 195,2 \text{ kWh/m}^2\text{y.}$$

След ЕСМ сградата попада в **клас C** от скала на енергопотреблението, съгласно Наредба № Е-РД-04-2/22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

EP_{min} kWh/m ²	EP_{max} kWh/m ²	Скала на енергопотребление по първична енергия kWh/m ²	Преди kWh/m ²	След kWh/m ²
<	45	A+		
45	90	A		
91	180	B		
181	220	C		195
221	260	D	234	
261	325	E		
326	390	F		
>	390	G		

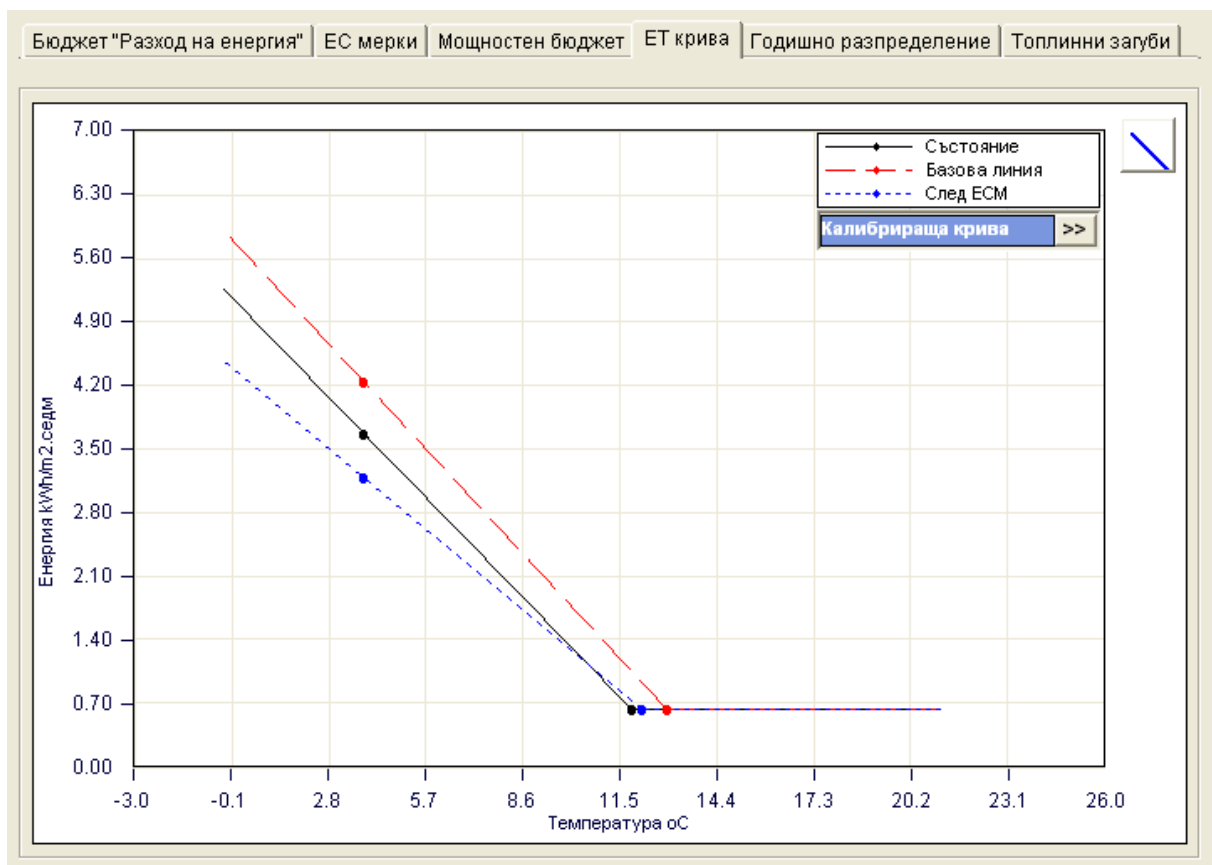
Фиг. 7.18

Годишният ефект като специфичен и пълен разход на симулираните с програмата мерки е показан в прозорец „ЕС мерки”.

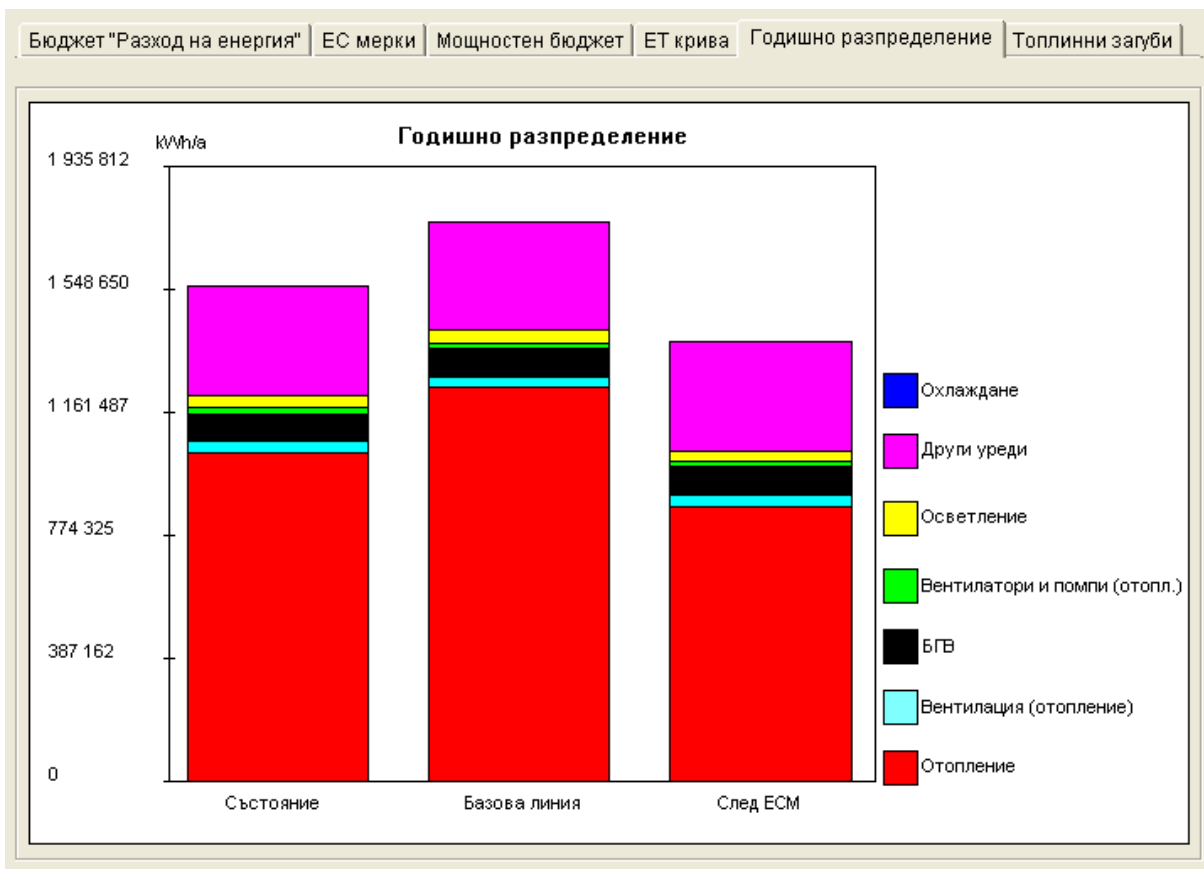


Фиг. 7.18

Връзката между разхода на енергия и външната температура се вижда от „ЕТ крива”



ГОДИШНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПОТРЕБЕНАТА ЕНЕРГИЯ



Фиг. 7.20

8. ТЕХНИКО – ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА МЕРКИТЕ

8.1. Списък от енергоспестяващи мерки

Табл.8.1

№	Наименование на ЕСМ	Съществув-ащо положение	След въвеждане на мерките	Икономия		Анализ		
		kWh	kWh	kWh	%	Инвестиция лв.	Печалба лв.	Срок на откупуване Години
B1	Топлинно изолиране на външни стени	1 759 829	1750258	9571	0,54	11061,45	746,54	14,8
B2	Подмяна дограма	1 759 829	1561938	197891	11,24	90133,75	15435,50	5,8
B3	Топлинно изолиране на покрив	1 759 829	1617992	141837	8,06	86467,10	11063,28	7,8
C1	Повишаване ефективността на отоплението	1 759 829	1734831	24998	1,42	14836,20	1949,84	7,6
C2	Смяна на осветителни тела	1 759 829	1757667	4714	0,12	5240,00	848,52	6,2
Всичко:						207738,50	30043,68	6,9

8.2. Описание на мерките

8.2.1. Топлинно изолиране на външни стени

1. Съществуващо положение

Фасадните стени на сградата представяват двадесет и два типа с обобщен коефициент на топлопреминаване $U = 1,49 \text{ W/m}^2\text{K}$, който е по-голям от нормативният за 2016 г. - $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2. Описание на мярката

Топлинно изолиране отвътре на фасадните стени на пети етаж тип 8, тип 9, тип 10 и тип 11 (211,5 m²) с 10 cm топлоизолационен материал минерална вата с коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ на конструкция с гипсокартон. В резултат на това обобщеният коефициент на топлопреминаване на всички стени ще се промени на $U = 1,47 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3. Финансов анализ

Разходи за елементи и материали	Разходи за демонтаж и монтаж	Годишни експлоатационни разходи	Разходи /общо/, лв.
*	*	*	11061,45
Печалба	% Икономия	Икономия, MWh	Парично спестяване, лв.
Топлинна енергия	0,54	9,571	746,54
Срок на откупуване, год.			14,8

* Включени са в общите разходи;

Дълготрайност на елементите – 30 години.

Цените са без включен ДДС.

8.2.2. Подмяна на дограма

1. Съществуващо положение

По-голямата част от дограмата е подменена с нова с PVC профили и стъклопакети. Неподменената дограма е единична и двукатна дървена и единична метална. Монтирана е преди повече от 60 години. Дограма е деформирана, има на много места изметнати рамки, което е предпоставка за засилена инфилтрация в сградата.

2. Описание на мярката.

Предвижда се подмяна на 418,9 m² стара амортизирана дограма със следните видове:

- Всички дървени и метални прозорци на Ректората да се подменят с нови с високо качествени PVC профили и стъклопакети с пълнеж от аргон с коефициент на топлопреминаване $U_{\max} = 1,40 \text{ W/mK}$;

- Прозорците на централното стълбище откъм източната фасада да се подменят с нови от окачена фасада с алуминиеви профили и стъклопакети с пълнеж от аргон с коефициент на топлопреминаване $U_{max}=1,90W/mK$;

- Всички стари външни врати да се подменят с нови с алуминиеви профили с прекъснат термомост и стъклопакети с пълнеж от аргон с коефициент на топлопреминаване $U_{max}=2,20W/mK$;

- Външната врата на гаража в сутерена да се подмени с нова топлоизолирана рулетна врата с коефициент на топлопреминаване $U_{max}=2,20W/mK$;

- Всички външни прозорци на Лабораторията да се подменят с нови с алуминиеви профили с прекъснат термомост и стъклопакети с пълнеж от аргон с коефициент на топлопреминаване $U_{max}=1,70W/mK$.

Коефициентът на инфилтрация се променя от 0,59 h-1 на 0,50 h-1.

3. Финансов анализ.

Разходи за елементи и материали	Разходи за демонтаж и монтаж	Годишни експлоатационни разходи	Разходи /общо/, лв.
*	*	*	90133,75
Печалба	% Икономия	Икономия, MWh	Парично спестяване, лв.
Топлинна енергия	11,24	197,891	15435,50
Срок на откупуване, год.			5,8

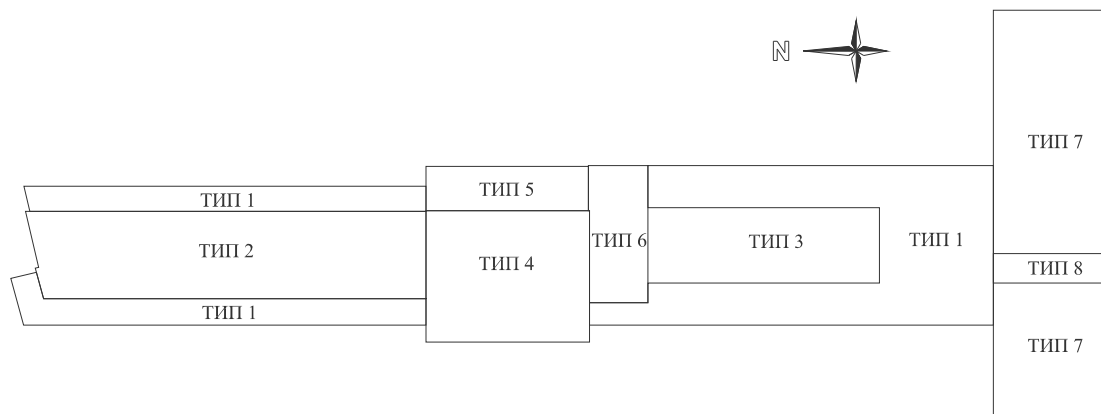
* Включени са в общите разходи;
Дълготрайност на елементите – 30 години.

Цените са без включен ДДС.

8.2.3. Теплоизолация на покрив

1. Съществуващо положение

Покривът на сградата представлява осем типа с обобщен коефициент на топлопреминаване $U= 1,02 W/m^2K$, който е по- голям от нормативния за 2016 г. - $U=0,29 W/m^2K$.



2. Описание на мярката

Топлинно изолиране на 2115,3 m² покриви от тип 1 до тип 6, както следва:

- Неизползваемите подпокривни пространства на ректората – покриви тип 1 и тип 3 да се изолират топлинно с полагане на едностранно каширана минерална вата с дебелина мин. 10 см върху стоманобетоновите плочи;
 - При ремонта на покрив тип 6 да се положи между ребрата топлоизолация от минерална вата с дебелина мин. 10 см.
 - Покриви тип 2 и 4 да се изолират топлинно с полагане на едностранно каширана минерална вата с дебелина мин. 10 см върху таванските плочи и каратаван;
 - Покривът-тераса тип 5 се изолира топлинно с 8 см XPS върху плочата.
- Обобщеният коефициент на топлопреминаване след ЕСМ намалява на $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$,

4. Финансов анализ

Разходи за елементи и материали	Разходи за демонтаж и монтаж	Годишни експлоатационни разходи	Разходи /общо/, лв.
*	*	*	86467,10
Печалба	% Икономия	Икономия, MWh	Парично спестяване, лв.
Топлинна енергия	8,06	141,837	11063,28
Срок на откупуване, год.			7,8

* Включени са в общите разходи; Цените са без включен ДДС.
Дълготрайност на елементите – 20 години.

8.2.4. Повишаване ефективността на отоплението

1. Съществуващо положение

Съществуващите отоплителни тела са оборудвани с обикновени радиаторни вентили.

2. Описание на мярката

На всички отоплителни тела (313 броя) да се монтират термостатични глави за индивидуално регулиране на температурата във всяко помещение.

2. Финансов анализ

Разходи за елементи и материали	Разходи за демонтаж и монтаж	Годишни експлоатационни разходи	Разходи /общо/, лв.
*	*	*	14836,20
Печалба	% Икономия	Икономия, MWh	Парично спестяване, лв.
Топлинна енергия	1,42	24,998	1949,84
Срок на откупуване, год.			7,6

* Включени са в общите разходи; Цените са без включен ДДС.
Дълготрайност на елементите – 20 години.

8.2.5. Подмяна на осветителни тела

1. Съществуващо положение

Съществуващите осветителни тела основно луминисцентни и с нажежаема жичка.

3. Описание на мярката

Всички осветителни тела с нажежаема жичка (200 броя) да се подменят с нови с LED технология.

4. Финансов анализ

Разходи за елементи и материали	Разходи за демонтаж и монтаж	Годишни експлоатационни разходи	Разходи /общо/, лв.
*	*	*	5240,00
Печалба	% Икономия	Икономия, MWh	Парично спестяване, лв.
Топлинна енергия	0,12	4,714	848,52
Срок на откупуване, год.			6,2

* Включени са в общите разходи;
Дълготрайност на елементите – 15 години.

Цените са без включен ДДС.

8.4. Оценка на екологичния ефект на избраните мерки:

Оценка на екологичния еквивалент от избраните мерки					
ЕСМ	Мярка	Икономия	Коефициент	Еталонен екологичен еквивалент	Спестени емисии
		kWh		gCO ₂ /kWh	тона
B1	Топлоизолация стени	9571	1,3	290	2,77
B2	Подмяна дограма	197891	1,3	290	57,39
B3	Топлоизолация покрив	141837	1,3	290	41,13
C1	Повишаване ефект. на отоплението	24998	1,3	290	7,25
C2	Смяна на осветителни тела	4714	3,0	819	1,77
Общо спестени емисии CO ₂ :					110,3

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършеното енергийно обследване показва, че при сегашното състояние на сградата и системата на топлоснабдяване не се осигуряват изискваните санитарно – хигиенни норми за топлинен комфорт. Средната поддържана температура в сградата е по - ниска от нормативната 17,3 °С. Причини за това са топлинните загуби през ограждащите елементи и липса на индивидуално регулиране на температурата в помещенията.

Установен е потенциал за намаляване на действително необходимите разходи за отопление и осветление, който се равнява на 379011 kWh/y с екологичен еквивалент 110,3 тона спестени емисии CO₂.

Необходимите инвестиции за въвеждане на енергоспестяващите мерки са в размер на 207738,50 лв. без включен ДДС и срок на откупуване 6,9 години.

В настоящето състояние сградата попада в **енергиен клас D** от скала на енергопотреблението. След прилагане на предвидените ЕСМ сградата ще попадне в **енергиен клас C**, с което ще покрие минималните изисквания на нормативните документи.

ПРОГРАМА ЗА ЕНЕРГИЕН МОНИТОРИНГ

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

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

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

Необходими измервателни средства за извършването на енергиен мониторинг

1. Термометър за измерване на температура на външния въздух (препоръчително е да има възможност за запис на данните);
2. Термометри за измерване на вътрешната температура в представителни помещения (препоръчително е да има възможност за запис на данните);

3. Термометри за измерване на температурите на подаващия и връщащия топлоносител ;

Предписания за разположение на термометрите

1. Термометърът за измерване на температурата на околния въздух не трябва да се поставя на фасади, които са в близост до технически помещения, кухни, вентилационни решетки и други, в които се отделя голямо количество топлина.

2. Термометрите за измерване на температурите в помещенията задължително трябва да са поне толкова броя, колкото са щранговете от разпределителния колектор. Добре е да има и на представителни етажи (последен и първи), както и в помещения с неблагоприятно разположение спрямо небесната ориентация.

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

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

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

1. Преди началото на всеки отоплителен сезон е необходимо да се направи проверка на отделните измервателни уреди.

2. Всекидневно регистриране на температурите и доставяне на информация на фирмата занимаваща се с енергийния мониторинг на сградата - седмично.

Процедури за ежеседмичен енергиен мониторинг

1. За съответната седмица се пресмята средната температура.

2. Отчитат се показанията от топломера (разходомера, електромера) и се изчислява специфичното потребление на енергия.

3. Отчитат се и средните стойности на температурите по представителни помещения.

4. Отклоненията от предварително зададените стойности предизвестяват за нередности в настройките или неправилно функциониране на сградната инсталация.

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

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

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

- грешна настройка на термостатите
- грешна настройка на системата за автоматичен контрол
- голям процент отворени прозорци
- повреда в регулиращите вентили
- течове в разпределителната мрежа
- повреди във вентилационните системи

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

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

Инструктаж на техническия персонал по поддръжката на инсталациите

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

- При нередности в измервателните прибори своевременно да информират, за да се избегнат неточности в данните;
- След инструктажа отговорниците се подписват, че са запознати със задълженията си.

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

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

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. *Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, “Закон за енергийната ефективност”*
2. *Наредба № Е-РД-04-1/22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради*
3. *Наредба № Е-РД-04-2/22.01.2016 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите*
4. *Наредба № 15 за техническите правила и нормативни актове за проектирани, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия*
5. *Наредба №7 от 15.12.2004 г. за Енергийна ефективност на сгради, обнародвана в ДВ, бр.5 от 14.01.2005 г. и последвали изменения*
6. *Министерство на регионалното развитие и благоустройството “Методически указания за изчисляване на годишния разход на енергия в сгради”, БСА 11/2005 г.*
7. *Технически Университет – София, “Ръководство за обследване за енергийна ефективност и сертифициране на сгради”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г.*
8. *Технически Университет – София, “Ръководство за изчисляване на годишния разход на енергия в сградите”, “СОФТТРЕЙД”, 2006 г.*
9. *Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – I част, “Техника” 1990 г.*
10. *Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – II част, “Техника” 2001 г.*
11. *Стамов С., “Справочник по отопление, вентилация и климатизация” – III част, “Техника” 1993 г.*
12. *Авторски колектив, “Справочник по енергетика-т.7”, АВС Техника 1999 г.*

Приложение 1

Месец							
<u>Януари-седмица I-ва</u>	1.1 8ч. 18ч	2.1 8ч. 18ч	7.1 8ч. 18ч
Външна температура, °C (средна)							
Вътрешна температура, °C (средна) 1. 2. 3. 4.							
Разход на енергия, kWh							
Температура на входа на сградната инсталация, °C							
Температура на изхода на сградната инсталация, °C							