

СЪДЪРЖАНИЕ

ДОКЛАД

ОТ ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

- 1. ВЪВЕДЕНИЕ**
- 2. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО**
 - 2.1. Основни климатични данни за обекта
 - 2.2. Описание на сградата, конструкция, режими на обитаване, енергоснабдяване
 - 2.3. Строителни и топлофизични характеристики и анализ на ограждащите елементи
 - 2.3.1. Строителни и топлофизични характеристики на стените по фасади
 - 2.3.2. Строителни и топлофизични характеристики на пода по типове
 - 2.3.3. Строителни и топлофизични характеристики на покрива по типове
 - 2.3.4. Строителни и топлофизични характеристики на дограмата по типове
- 3. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ И ВЕНТИЛАЦИЯ**
 - 3.1. Котелна инсталация
 - 3.2. Отопление
 - 3.3. Битово горещо водоснабдяване
 - 3.4. Вентилация и климатизация
- 4. ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ**
 - 4.1. Електрозахранване
 - 4.2. Осветителна инсталация
 - 4.3. Ел. консуматори, влияещи и невлияещи на топлинния баланс
 - 4.4. Ел. мощност на ел. помпи и вентилатори
 - 4.5. Ел. мощност за битово горещо водоснабдяване (БГВ)
 - 4.6. Инсталирана ел.мощност за отопление

5. ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ И АНАЛИЗИ

6. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СГРАДАТА

- 6.1. Създаване на модел на сградата
- 6.2. Калибриране на модела
- 6.3. Нормализиране на модела
- 6.4. Потенциални мерки за намаляване разхода на енергия
- 6.5. Енергоспестяващи мерки по проекта – описание

7. ТЕХНИКО – ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ

- 7.1. Показатели на избраните мерки за намаляване на разхода на енергия
- 7.2. Оценка на екологичния ефект на избраните мерки

ОПРЕДЕЛЯНЕ КЛАСА НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ НА СГРАДАТА

- 8.** по Наредба № 7/2004 год. за енергийна ефективност , топлосъхранение и икономия на енергия в сгради.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

10. ПРОГРАМА ЗА ЕНЕРГИЕН МОНИТОРИНГ

11. ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

Приложение 1 – Типове прозорци и врати

Приложение 2 – Количествено - стойностни сметки

Приложение 3 – Данни за сградата, получени от администрацията и СС

ДОКЛАД

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Настоящото обследване за енергийна ефективност има за цел да направи обективен анализ на енергопотреблението на разглежданата сграда - Жилищна сграда на ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. „А-Б“ и № 8, вх. „А-Б“, гр. Симеоновград, общ. Симеоновград, обл. Хасково и е извършено въз основа на Договор от № 182/24.11.2015 г между община Симеоновград и “Термо Новел“ ДЗЗД, гр. София

Административно сградата е разделена на два блока – № 6 вх. А и вх. Б и № 8, вх. А и вх. Б.

Докладът е изготвен съгласно изискванията на Закона за енергийната ефективност, Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност, топлосъхранение и икономия на енергия в сгради /изм., доп. 2015 год./, Наредба РД-16-1594 от 13.11.2013 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради и Наредба № РД-16-1058 от 10.12.2009 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите.

След запознаване с текущия разход на енергия, обосновано са предвидени конкретни мерки, водещи до намаляване на енергопотреблението при запазване комфорта на обитаване.

В резултат на извършения енергиен анализ са предложени енергоспестяващи мерки, с реализирането на които ще се постигне:

- ✓ подобряване на енергийните характеристики на сградните ограждащи елементи (фасадни стени, покрив и неотопляем под) чрез полагане топлоизолация;
- ✓ намаляване на топлинните загуби от инфилтрация на външен въздух чрез подмяна на амортизираната дървена слепена и стоманена дограма с дограма с PVC и метални врати с алуминиеви профили;
- ✓ намаляване потреблението на ток за осветление чрез подмяна на осветителните тела с по-ефективни, отнася се за общите части на сградата и подмяна на комутационната апаратура на асавсьорните и разпределителните ел. табла.
- ✓ препоръчва се повишаване ефективността на осветителната инсталация чрез монтиране на енергоспестяващи лампи и подмяна на електроинсталацията на ел. таблата. Предложените енергоспестяващи мерки ще доведат до подобряване енергийните характеристики и повишаване класа на енергопотребление на обекта.

Настоящият доклад представя технико-икономически анализ на резултатите от извършеното **ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ** на сградата.

В доклада е направена експертна оценка на:

- 1) топлотехническите характеристики на ограждащите елементи на сградата;
- 2) енергопотреблението на сградата при съществуващото и състояние и режими на експлоатация;
- 3) потенциала за енергоспестяване;

- 4) възможните енергоспестяващи решения за достигане на нормативните изисквания за енергопотребление клас „С”;
- 5) финансовите показатели на разработените енергоспестяващи мерки;
- б) екологичния ефект от проекта.

2. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО

2.1. Основни климатични данни за района

Обектът се характеризира със следните климатични особености, съгласно климатичното райониране на Република България /по Наредба № РД 16-1058/10.12.2009 г. за показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на сградите/ попада в Климатична зона 8:

- ✓ продължителност на отоплителния сезон е 161 дни за климатичната зона;
- ✓ начало: 28 октомври; край: 06 април
- ✓ надморска височина 80 м;
- ✓ отоплителни денградуси 2300 DD при ср. температура в сградата 19 °С
- ✓ изчислителна външна температура: -14 °С.

2.2. Описание на сградата, конструкция, режими на обитаване, енергоснабдяване.

Сградата представлява многофамилна жилищна сграда, състояща се от 2 еднакви секции 33-322. Всяка секция има по два входа, всеки с пет надземни жилищни етажа и един полувкопан сутерен. Секциите за разделени една от друга с деформационна fuga и са разместени в план с 3.08м, а по височина с 0,10 м. Всяка секция има по 5 апартамента на етаж. Разпределението на апартаментите е показано на чертежите.

Фасадните стени са стоманобетонни панели 20 см., а преградните са панели 14 см. и панели 7см. Дограмата е дървена, двукатна, подменена с алуминиева или ПВЦ на определени места. Подовите настилки са мокети, балатуми и мозайка. Някои от собствениците са ги обновили с ламиниран паркет и теракота. Пода на стълбищната клетка е с мозайка. Пода на сутерена е бетонна настилка. Стените и таваните са шпакловани и боядисани с боя , която някои собственици са обновили.

Фасадата е обработена с пръскана мазилка, а цокъла е с мита бучарда. Много собственици са топлоизолирали стените на апартаментите си и са измазали изолацията с мазилки в разнообразни цветове. Парапета на терасите е стоманен, боядисан с блажна боя и е в лошо състояние .

Покрив е двоен „студен“, с неизползваемо подпокривно пространство. Наклона на на покривната повърхност е 5-7%. Покривното покритие е битумизирана мушама, защитена от пряко слънчево греене с посипка.

а) Застроена площ 379,28 м² ; ЗП на етаж - 432.2м², ЗП на двете секции – 864,4м².

б) Разгъната застроена площ на секция -2540,28м² ; РЗП на двете секции -5080,56 м², като в това число влиза и ЗП на сутерена, който е средно на 1,60м под терена.

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

- гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б
- в) Брой на етажите-5 надземни и един полувкопан сутерен.
- г) Етажна височина(готов под-готов под)-2.70m; Светла височина-2.52m

При външния оглед на част от сградата се установи, че фасадата не е в много добро състояние, изпълнени са частични остъклявания на балкони, отделни стени на част от жилища са топлоизолирани и са отразени в анкетните карти предоставени от СС.

Стълбищните клетки и входните пространства са поддържани, но са в незадоволително състояние. В някои от секциите са сменени входните врати.

Съществуващите видими дефекти по сградите са описани конкретно в техническото обследване по различните части на сградата.

По-голямата част от жилищата са двустранно ориентирани. На север са разположени трапезариите с кухненския бокс и спалня, а на юг - дневните и при тристайните апартаменти втора спалня. Единият от двуктайните апартаменти във всяка секция е разположен изцяло еснопосочно на югоизток. На югоизток тераси / балкони/, а на северозапад тераса/балкон/ пред кухненски бокс и трапезария.

Конструктивната система на блоковете е безскелетна, панелна. Вътрешните носещи стени са бетонни, с дебелина 14 см. Разпределителните стени са от 7 см. бетон. Фасадните надлъжни елементи са носещи, (трислойни) с дебелина 20 см., с топлоизолация от стиропор - 3см. Подовите панели са от тежък бетон, без кухни, с дебелини 14 см. и са подпрени по целия си контур.

Основите и сутеренните стени са изпълнени монолитно от стоманобетон.

Покривът е плосък с наклон 5-7 % и въздушен слой. Изпълнен е с хоризонтални тавански панели над помещенията, втори ред панели - покривни, и бетон за наклон над тях. Хидроизолационното покритие е рулонна битумна мушама.

Липсва запазена проектна документация.

Сградата се състои от две еднотипни 5 етажни секции 33-322 с по два входа.

Вход „А” са с вход на северозапад и са с по два апартамента на етаж. Общо 10 апартамента. В сутеренния етаж са разпределени складовите и общи помещения. Брой на обитателите – 21 в сграда на ул. „П. К. Яворов”, № 6 и 20 в сграда на ул. „П. К. Яворов”, № 8.

Вход „Б” са с вход на северозапад и са с по три апартамента на етаж. Общо 15 апартамента. В сутеренния етаж са разпределени складовите и общи помещения. Брой на обитателите – 29 сграда на ул. „П. К. Яворов”, № 6 и 30 в сграда на ул. „П. К. Яворов”, № 8

Застроена площ на всяка секция е 379,28 м². Разгъната застроена площ бруто – 2540,28 м²
Общият брой на обитателите на всяка секция – 50 човека

Всички жилища са собственост на физически лица.

Таблица 1

Данни за обекта	
Сграда (наименование)	Жилищна сграда – 5 етажен панелен блок
Адрес	обл. Хасково, общ. Симеоновград, гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов” № 6 “А-Б” и № 8 „А-Б“
Тип сграда	Жилищна Сграда
Собственост	Частна
Година на построяване	1974 г.
Брой обитатели	100
График обитатели час /ден	График отопление час/ден

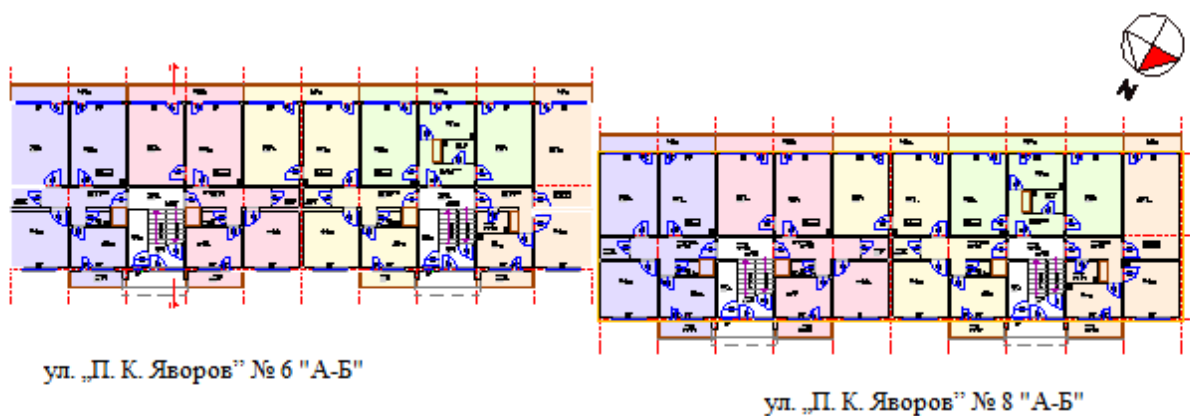
*ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б , № 8, вх. А и вх. Б*

Работни дни, час/ден	24 часа	Работни дни, час/ден	24 часа
Събота, час/ден	24 часа	Събота, час/ден	24 часа
Неделя, час/ден	24 часа	Неделя, час/ден	24 часа

СИТУАЦИЯ НА СГРАДАТА



СХЕМА НА СГРАДАТА



ИЗГЛЕДИ НА СГРАДАТА

Фасада Североизток № 6 А-Б



Фасада Югозапад № 8 А-Б



Фасада Северозапад № 6 А-Б



Фасада Северозапад № 8 А-Б



Фасада Югоизток № 6 А-Б



Фасада Югоизток № 8 А-Б



ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
 гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б
 Геометрични характеристики на сградата.

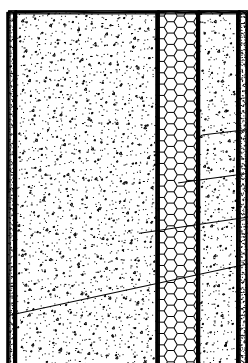
Таблица 2

Геометрични характеристики						
	Застроена площ, А _{зп}	Кондиционирана площ А	Отопляем обем бруто, V _с	Отопляем обем нето, V	Площ на пода	Площ на покрива
	m ²	m ²	m ³	m ³	m ²	m ²
	759,56	3845,72	10383,44	8306,76	759,56	759,56

2.3. Строителни и топлофизични характеристики и анализ на ограждащите елементи.

2.3.1. Строителни и топлофизични характеристики на външните стени по фасади

Външни стени – Бетонни панели 20 см



- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Външна мазилка | δ = 0.008 m |
| коэффициент на топлопроводност | λ = 0.87 W/(m.K) |
| 2. Стоманобетон | δ = 0.03 m |
| коэффициент на топлопроводност | λ = 1.63 W/(m.K) |
| 3. Изолация - полистирол | δ = 0.03 m |
| коэффициент на топлопроводност | λ = 0.041 W/(m.K) |
| 4. Стоманобетон | δ = 0.14 m |
| коэффициент на топлопроводност | λ = 1.63 W/(m.K) |
| 5. Гипсова шпакловка | δ = 0.004 m |
| коэффициент на топлопроводност | λ = 0.70 W/(m.K) |

$$R = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{\text{вн.м}}}{\lambda_{\text{вн.м}}} + \frac{\delta_{\text{шп.}}}{\lambda_{\text{шп.}}} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{тух}}}{\lambda_{\text{тух}}} + \frac{\delta_{\text{вт.м}}}{\lambda_{\text{вт.м}}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

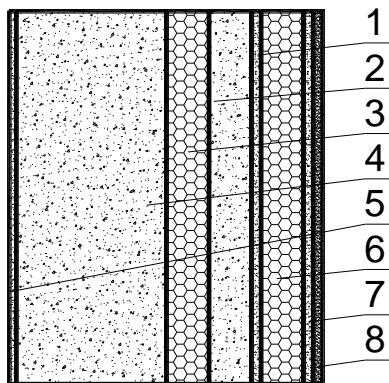
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,03}{1,63} + \frac{0,03}{0,041} + \frac{0,14}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,07 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,07} = 0,933 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Референтна стойност

Референтната стойност на коефициента на топлопреминаване на външни стени $U_{\text{реф}}=0,28$ W/(m².K).

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
 гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б
Външни стени – Бетонни панели 20 см + топлинна изолация



1. Външна мазилка	$\delta = 0.008 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$
2. Стоманобетон	$\delta = 0.03 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
3. Изолация - полистирол	$\delta = 0.03 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.041 \text{ W/(m.K)}$
4. Стоманобетон	$\delta = 0.14 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
5. Гипсова шпакловка	$\delta = 0.004 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$
6. Изолация - полистирол	$\delta = 0.04 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.041 \text{ W/(m.K)}$
7. Армирана шпакловка	$\delta = 0.003 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.80 \text{ W/(m.K)}$
8. Минерална мазилка	$\delta = 0.005 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$

$$R = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{\text{вн.м}}}{\lambda_{\text{вн.м}}} + \frac{\delta_{\text{шп.}}}{\lambda_{\text{шп.}}} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{тук}}}{\lambda_{\text{тук}}} + \frac{\delta_{\text{вт.м}}}{\lambda_{\text{вт.м}}} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{а.шп.}}}{\lambda_{\text{а.шп.}}} + \frac{\delta_{\text{мн.м}}}{\lambda_{\text{мн.м}}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

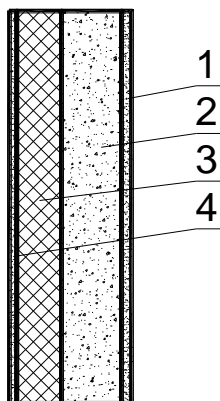
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,03}{1,63} + \frac{0,03}{0,041} + \frac{0,14}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,003}{0,80} + \frac{0,005}{0,70} + 0,13 = 2,06 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2,06} = 0,486 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Референтна стойност

Референтната стойност на коефициента на топлопреминаване на външни стени $U_{\text{реф}}=0,28 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

Външни стени –парапети на остъклените тераси



1. Стъкло (от съществуващия стъклен парапет)	
2. Зидария от газобетонни блокове	$\delta = 0.07 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0,26 \text{ W/(m.K)}$
3. Изолация - полистирол	$\delta = 0.02 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.040 \text{ W/(m.K)}$
4. Гипсова шпакловка	$\delta = 0.004 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$

$$R = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{\text{вн.м}}}{\lambda_{\text{вн.м}}} + \frac{\delta_{\text{бет.}}}{\lambda_{\text{бет.}}} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{шп.}}}{\lambda_{\text{шп.}}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$R = 0,04 + \frac{0,07}{0,26} + \frac{0,04}{0,040} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 0,94 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,94} = 1,058 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

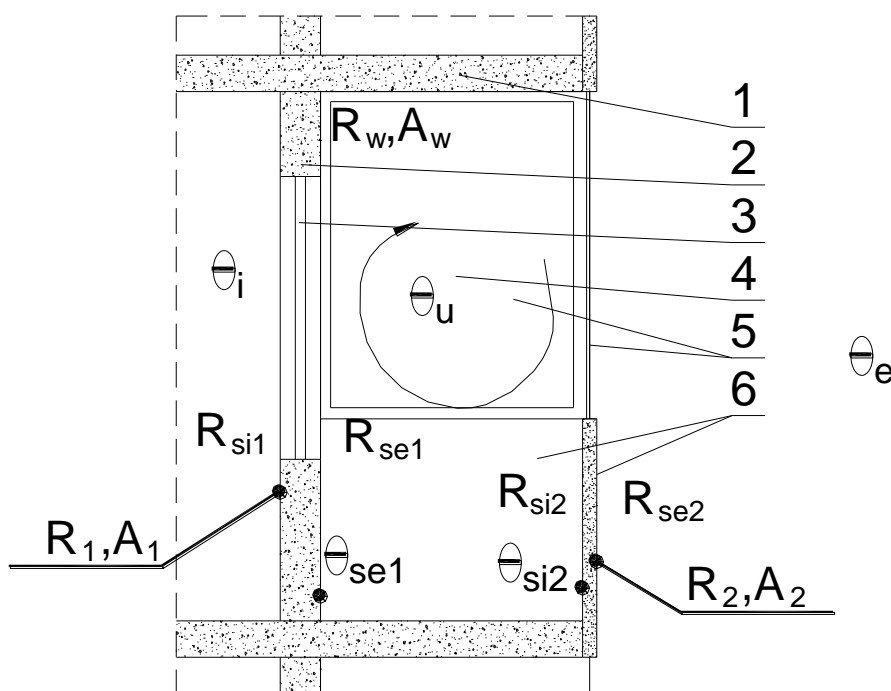
Референтна стойност

Референтната стойност на коефициента на топлопреминаване на външни стени $U_{\text{реф}}=0,28 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Външни стени – остъклени тераси

Част от остъклените тераси не са отопляеми и въздушния слой затворен в тях представлява допълнително термично съпротивление. Пресмятането на коефициента на топлопреминаване се прави, като се използва метода на подобие и критериалните уравнения за конвективен топлообмен в ограничено пространство.

1. Стоманобетонен панел (покрив и под на терасата),
коефициент на топлопреминаване $U = 2,95 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
2. Стоманобетонен панел към отопляемото помещение,
коефициент на топлопреминаване $U = 0,93 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
3. Прозорец към отопляемото помещение,
коефициент на топлопреминаване $U = 2,63 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
4. Затворено пространство,
 $\delta_{\text{вс}} = 1,00\text{m}$, еквивалентен коефициент на топлопроводност $\lambda_{\text{екв}} = 1,93 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$;
5. Остъкление със стоманена рамка,
коефициент на топлопреминаване $U = 6,67 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
6. Стоманобетонен парапет,
коефициент на топлопреминаване $U = 5,59 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;



Пресмятане на температурата на въздушния слой в затвореното пространство:

$$\theta_u = \frac{\theta_i \cdot U_1 \cdot A_1 + \theta_e \cdot U_2 \cdot A_2 + \theta_e \cdot U_w \cdot A_w + \theta_e \cdot 0,33 \cdot n \cdot V}{U_1 \cdot A_1 + U_e \cdot A_2 + U_w \cdot A_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

където:

θ_i – средната обемна температура в сградата, °C

$\theta_i = 19$ °C

U_1 – средно преведен по площи коефициент на топлопреминаване през стоманобетонния панел и прозореца към отопляемото помещение, W/(m².K).

$$U_1 = \frac{U_{\text{пан}} \cdot A_{\text{пан}} + U_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}}}{A_{\text{пан}} + A_{\text{пр}}}$$

$$U_1 = \frac{0,93 \cdot 7,04 + 2,63 \cdot 2,68}{7,04 + 2,68} = 1,40 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)};$$

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

$$U = \frac{1}{R_{\text{si1}} + R + R_{\text{se1}}}$$

$R_{\text{si1}} = 0,13$ (m².K)/W - съпротивление на топлопреминаване от страната на отопляемото помещение;

R - съпротивление на топлопроводност на съответния строителен елемент, (m².K)/W;

$R_{\text{se1}} = 0,10$ (m².K)/W - съпротивление на топлопреминаване към въздуха в затвореното пространство;

A_1 – площ на стената към отопляемото помещение, m²;

$A_1 = A_{\text{пан}} + A_{\text{пр}} = 9,72$ m²;

θ_e – външна температура с най-голяма продължителност през отоплителния сезон, °C

$\theta_e = 2$ °C;

U_2 – средно преведен по площи коефициент на топлопреминаване през стоманобетонния парапет и остъкления към външния въздух, W/(m².K), W/(m².K)

$$U_2 = \frac{U_{\text{пар}} \cdot A_{\text{пар}} + U_{\text{ост}} \cdot A_{\text{ост}}}{A_{\text{пар}} + A_{\text{ост}}}$$

$$U_2 = \frac{5,59 \cdot 7,01 + 6,67 \cdot 8,38}{7,01 + 8,38} = 6,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)};$$

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

$$U = \frac{1}{R_{\text{si2}} + R + R_{\text{se2}}}$$

$R_{\text{si2}} = 0,10$ (m².K)/W - съпротивление на топлопреминаване от въздуха в затвореното пространство към парапета;

R_2 - съпротивление на топлопроводност на парапета, (m².K)/W;

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

$R_{se2} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ - съпротивление на топлопреминаване от парапета към външния въздух;

A_2 – площ на стоманобетонния парапет и остъклението към външен въздух, m^2 ;

$$A_2 = A_{\text{пар}} + A_{\text{ост}} = 15,39 \text{ m}^2;$$

V – обемът на въздуха в ограниченото пространство, m^3 .

$$V = 8,87 \text{ m}^3$$

n – кратността на въздухообмена в подпокривното пространство;

приема се $n = 0,20 \text{ h}^{-1}$,

$$\theta_u = \frac{\theta_i \cdot U_1 \cdot A_1 + \theta_e \cdot U_2 \cdot A_2 + \theta_e \cdot U_w \cdot A_w + \theta_e \cdot 0,33 \cdot n \cdot V}{U_1 \cdot A_1 + U_e \cdot A_2 + U_w \cdot A_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

$$\theta_u = \frac{19,00 \cdot 1,40 \cdot 9,72 + 2,6 \cdot 18 \cdot 15,39 + 0 + 2,0 \cdot 33 \cdot 0,20 \cdot 8,87}{1,40 \cdot 9,72 + 6,18 \cdot 15,39 + 0 + 0,33 \cdot 0,20 \cdot 8,87} = 4,12 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурата на повърхността на панела към затвореното пространство

$$\theta_{se1} = \theta_u + R_{se1} \cdot U_1 \cdot (\theta_i - \theta_u)$$

$$\theta_{se1} = 4,12 + 0,10 \cdot 1,40 \cdot (19,00 - 4,12) = 6,20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурата на повърхността на парапета към затвореното пространство

$$\theta_{si2} = \theta_u - R_{si2} \cdot U_2 \cdot (\theta_u - \theta_e)$$

$$\theta_{si2} = 4,12 - 0,17 \cdot 6,18 \cdot (4,12 - 2) = 1,89 \text{ }^\circ\text{C}$$

Критерий на Грасхоф

$$Gr = \frac{g \cdot \delta_{bc}^3 \cdot \beta \cdot (\theta_{se1} - \theta_{si2})}{\nu^2}$$

където:

δ_{bc} – еквивалентна дебелина на въздушния слой, m

$$\delta_{bc} = \frac{V'}{A'} = \frac{8,87}{8,97} = 0,99 \text{ m}$$

β – коефициент на обемно разширение на въздуха, K^{-1}

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{\theta_u + 273,15} = \frac{1}{4,12 + 273,15}$$

$\nu = 13,643 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ - кинематичен вискозитет, табл.2.3 [1],

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 0,99^3 \cdot (6,20 - 1,894)}{(13,643 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (4,12 + 273,15)} = 792,20 \cdot 10^6$$

Критерий на Прандтл, табл.2.3 [1],

$$Pr = 0,7062$$

$$Gr \cdot Pr = 792,20 \cdot 10^6 \cdot 0,7062 = 559,43 \cdot 10^6$$

Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство

$$\lambda_{bc} = \lambda_{екв} = \lambda \cdot \varepsilon_k, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

където:

$\lambda = 2,4688 \cdot 10^{-2} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ - коефициент на топлопроводност на въздуха, табл.2.3 [1],

ε_k – поправъчен коефициент – определя се от критериалното уравнение:

$$\varepsilon_k = 0,4 \cdot (\text{Gr} \cdot \text{Pr})^{0,25}$$

$$\varepsilon_k = 0,4 \cdot (559,43 \cdot 10^6)^{0,25} = 61,52$$

$$\lambda_{bc} = \lambda_{екв} = 2,4688 \cdot 10^{-2} \cdot 61,52 = 1,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Съпротивленията на топлопредаване R_{se1d} и R_{si2d} се определят по формулата :

$$R_{se1d} = R_{si2d} = \frac{\delta_{bc}}{2\lambda_{екв}} = \frac{0,99}{2 \cdot 1,52} = 0,33 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Тогава действителните стойности на коефициент на топлопреминаване могат да се пресметнат по зависимостта:

$$U_{1d} = \frac{1}{\frac{1}{U_1} - R_{se1} + R_{se1d}}, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

– Стоманобетонен панел:

$$U_{пан20} = \frac{1}{\frac{1}{0,933} - 0,10 + 0,33} = 0,768 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

– Прозорци:

$$U_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{2,63} - 0,10 + 0,33} = 1,639 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

2.3.2. Коефициент на топлопреминаване през неотопляем подземен етаж

„П. К. Яворов” № 6 вх. “А-Б” и № 8 вх. „, А-Б“

Коефициента на топлопреминаване се пресмята по зависимостта:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A_f}{(A_{bf} \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V)}$$

където:

A_{bf} е площта на пода на подземния етаж, m^2 , $A_{bf} = 379,29 \text{ m}^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 379,28 \text{ m}^2$;

z - височината на стените в контакт със земята на съответния неотопляем подземен етаж, m ;

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

$z = 0,74$ m (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m;

$P = 93,44$;

$(z.P)$ - площта на стените в контакт със земята на неотопляемия подземен етаж,

$(z.P) = 69,15$ m²;

h - височината на стените на подземния етаж, които граничат с външния въздух, m (от долната повърхност на подовата плоча на отопляваното помещение до нивото на земята);

$h = 1,46$ m (среднопреведена);

$(h.P)$ - площта на ограждащите конструкции и елементи на неотопляемия подземен етаж, които граничат с външен въздух,

$(h.P) = 136,42$ m²;

U_f - коефициентът на топлопреминаване през пода на отопляваното помещение, W/(m²K), при съпротивления на топлопредаване $R_{si} = R_{se} = 0,17$ (m²K)/W;

U_w - коефициентът на топлопреминаване през ограждащите конструкции и елементи на неотопляемия подземен етаж, които граничат с външен въздух, W/(m²K);

n – кратността на въздухообмена в подземния етаж, приема се $n = 0,3$ h⁻¹;

V – нетният обем на въздуха в подземния етаж, m³;

$V = 675,00$ m³;

U_{bf} – коефициентът на топлопреминаване през пода на подземния етаж, W/(m²K);

U_{bw} – коефициентът на топлопреминаване през стените на подземния етаж, граничещи със земята, W/(m²K).

Коефициент на топлопреминаване U_{bf} на пода на подземния етаж.

Еквивалентна дебелина:

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$$

където:

w – дебелина на надземната част на вертикалната стена над нивото на терена, m

$w = 0,20$ m

λ – коефициент на топлопроводност на земята

$\lambda = 2,0$ W/(m.K)

R_{si} = съпротивление на топлопредаване на вътрешната повърхност;

$R_{si} = 0,17$ (m².K)/W

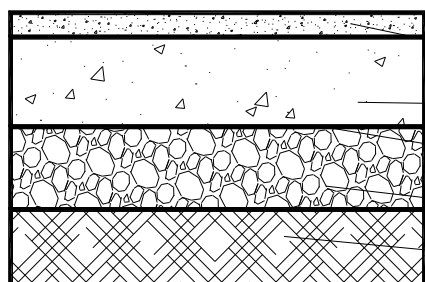
R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

$R_f = 0,111$ (m².K)/W

R_{se} = съпротивление на топлопредаване на външната повърхност;

$R_{se} = 0,04$ (m².K)/W

Определяне на R_f - под върху земя



1

1. Циментова замазка
коефициент на топлопроводност

2

2. Стоманобетонена настилка
коефициент на топлопроводност

3

3. PVC фолио

4

4. Уплътнена баластра

5

5. Почвена основа

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

$$R_f = \frac{\delta_{\text{и.з.}}}{\lambda_{\text{и.з.}}} + \frac{\delta_{\text{ст.б.}}}{\lambda_{\text{ст.б.}}}$$

$$R_f = \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,10}{1,63} = 0,111 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

Тогава еквивалентната дебелина:

$$d_t = 0,20 + 2 \cdot (0,17 + 0,111 + 0,04) = 0,85$$

Характеристиката на пода:

$$B' = \frac{A_G}{(0,5 \cdot P)}$$

където:

A_G – площ на земната основа, m^2

$A_G = 379,28 \text{ m}^2$

P – периметър на земната основа (който граничи със земя), m

$P = 91,84 \text{ m}$

$$B' = \frac{379,28}{(0,5 \cdot 91,84)} = 8,26$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 0,74 = 1,22$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,22 < B' = 8,26$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

$$U_{\text{bf}} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right), \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_{\text{bf}} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 8,26 + 0,85 + 0,5 \cdot 0,74} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 8,26}{0,85 + 0,5 \cdot 0,74} + 1 \right) = 0,457 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Коефициент на топлопреминаване U_{bw} на стените на подземния етаж, граничещи със земя.

Пресмятане на:

$$d_w = \lambda \cdot (R_{\text{si}} + R_w + R_{\text{se}})$$

където:

λ – коефициент на топлопроводност на земята

$\lambda = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

R_{si} = съпротивление на топлопредаване на вътрешната повърхност;

$R_{\text{si}} = 0,13 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

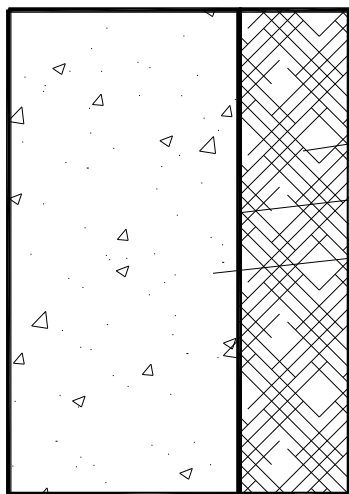
R_w = термично съпротивление на топлопроводност на стената на подземния етаж;

$R_w = 0,18 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

R_{se} = съпротивление на топлопредаване на външната повърхност;

$R_{\text{se}} = 0,04 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва
2. Хидроизолация
3. Стоманобетон $\delta = 0.14 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$

$$R_w = \frac{\delta_{\text{ст.б.}}}{\lambda_{\text{ст.б.}}}$$

$$R_w = \frac{0,20}{1,63} = 0,123 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

Тогава:

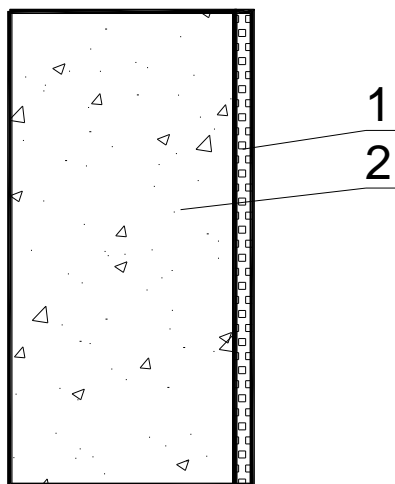
$$d_w = 2 \cdot (0,13 + 0,123 + 0,04) = 0,585$$

При $d_w = 0,585 < d_t = 0,85$ коэффициентът на топлопреминаване през стените на подземния етаж:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_w}{d_w + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$U_{bw} = \frac{2,2}{\pi \cdot 0,74} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,585}{0,585 + 0,74} \right) \cdot \ln \left(\frac{0,74}{0,585} + 1 \right) = 1,717 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Коэффициент на топлопреминаване U_w на стените на подземния етаж, граничеци с външен въздух



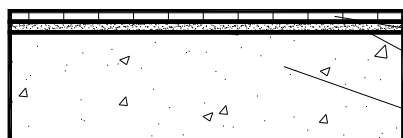
1. Варово-циментова мазилка $\delta = 0.01 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$
2. Стоманобетон $\delta = 0.20 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$

$$R = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{\text{вц.м.}}}{\lambda_{\text{вц.м.}}} + \frac{\delta_{\text{бет.}}}{\lambda_{\text{бет.}}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$R = 0,04 + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,20}{1,63} + 0,13 = 0,32 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U_w = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,32} = 3,168$$

Коефициент на топлопреминаване U_f през пода на отопляваното помещение към мазето.



1. Подови плочи $\delta = 0.01$ m
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.05$ W/(m.K)
2. Лепилен и изравнителен слой
коэффициент на топлопроводност
3. Стоманобетонена плоча $\delta = 0.14$ m
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.63$ W/(m.K)

$$R = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{п.п.}}{\lambda_{п.п.}} + \frac{\delta_{л.с.}}{\lambda_{л.с.}} + \frac{\delta_{ст.б.}}{\lambda_{ст.б.}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$R = 0,17 + \frac{0,01}{1,05} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,14}{1,63} + 0,17 = 0,468 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U_f = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,468} = 2,138 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Тогава коефициентът на топлопреминаване през пода на неотопляемия подземен етаж ще е равен:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A_f}{(A_{bf} \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V)}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{379,28}{(379,28 \cdot 0,457) + (69,15 \cdot 1,717) + (136,42 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 675,00)} = 0,991 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{0,991} = 1,009 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Референтна стойност

Референтната стойност на коефициента на топлопреминаване при $U_{f,ref} = 0,50$ W/(m².K).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_{f,ref}} + \frac{A_f}{(A_{bf} \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V)}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{379,28}{(379,28 \cdot 0,457) + (69,15 \cdot 1,717) + (136,42 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 675,00)} = 2,52 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{2,52} = 0,396 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Таблица 3

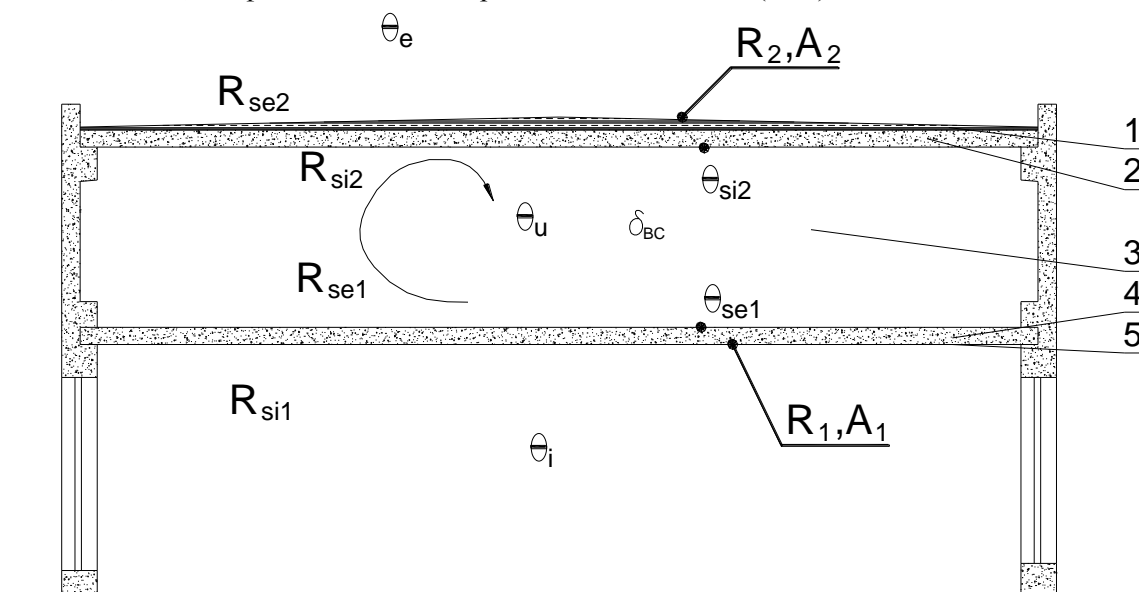
ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

Под над неопл. сутерен блок 6	379,28	1,009	-	-	-	0,396
Под над неопл. сутерен блок 8	379,28	1,009	-	-	-	0,396
Общо под A_{под}	758,56	1,009				0,396

2.3.3. Покрив с въздушен слой.

„П. К. Яворов” № 6 вх. “А-Б” и № 8 вх. „А-Б“

1. Хидроизолация,
 $\delta = 0,01\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,170 \text{ W}/(\text{m.K})$;
2. Стоманобетонен панел,
 $\delta = 0,10\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 1,63 \text{ W}/(\text{m.K})$;
3. Подпокривно пространство,
 $\delta_{\text{вс}} = 1,08\text{m}$, еквивалентен коефициент на топлопроводност $\lambda_{\text{екв}} = 1,83 \text{ W}/(\text{m.K})$;
4. Стоманобетонен панел,
 $\delta = 0,14\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 1,63 \text{ W}/(\text{m.K})$;
5. Гипсова шпакловка,
 $\delta = 0,004\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,70 \text{ W}/(\text{m.K})$.



Пресмятане на температурата на въздушния слой в подпокривното пространство:

$$\theta_u = \frac{\theta_i \cdot U_1 \cdot A_1 + \theta_e \cdot U_2 \cdot A_2 + \theta_e \cdot U_w \cdot A_w + \theta_e \cdot 0,33 \cdot n \cdot V}{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + U_w \cdot A_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

където:

θ_i – средната обемна температура в сградата, °C

$\theta_i = 19 \text{ °C}$

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

U_1 – коефициент на топлопреминаване през стоманобетонна плоча с топлинната изолация, $W/(m^2 \cdot K)$

$$U_1 = \frac{1}{R_{si1} + R_1 + R_{se1}}$$

$R_{si1} = 0,10 (m^2 \cdot K)/W$ - съпротивление на топлопреминаване от страната на отопляемото помещение;

R_1 - съпротивление на топлопроводност на бетонния панел с топлинната изолация, $(m^2 \cdot K)/W$;

$$R_1 = \frac{\delta_{бет}}{\lambda_{бет}} + \frac{\delta_{ини}}{\lambda_{ини}} = \frac{0,14}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} = 0,092(m^2 \cdot K)/W$$

$R_{se1} = 0,10 (m^2 \cdot K)/W$ - съпротивление на топлопреминаване към въздуха в подпокривното пространство;

$$U_1 = \frac{1}{0,10 + 0,092 + 0,10} = 3,43 W/(m^2 \cdot K)$$

A_1 – площ на тавана, m^2 ;

$$A_1 = 379,28 m^2;$$

θ_e – външна температура с най-голяма продължителност през отоплителния сезон, $^{\circ}C$

$$\theta_e = 2 ^{\circ}C;$$

U_2 – коефициент на топлопреминаване през скатния покрив, $W/(m^2 \cdot K)$

$$U_2 = \frac{1}{R_{si2} + R_2 + R_{se2}}$$

$R_{si2} = 0,17 (m^2 \cdot K)/W$ - съпротивление на топлопреминаване от въздуха в подпокривното пространство към скатния покрив;

R_2 - съпротивление на топлопроводност на скатния покрив, $(m^2 \cdot K)/W$;

$$R_2 = \frac{\delta_{х.из.}}{\lambda_{х.из.}} + \frac{\delta_{бет}}{\lambda_{бет}} = \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,10}{1,63} = 0,120(m^2 \cdot K)/W$$

$R_{se2} = 0,04 (m^2 \cdot K)/W$ - съпротивление на топлопреминаване от скатния покрив към външния въздух;

$$U_2 = \frac{1}{0,17 + 0,120 + 0,04} = 3,03 W/(m^2 \cdot K)$$

A_2 – площ на покрива към външен въздух, m^2 ;

$$A_2 = 380,28 m^2;$$

U_w – коефициент на топлопреминаване през вертикалните ограждащи елементи, $W/(m^2 \cdot K)$

$$U_w = 3,91 W/(m^2 \cdot K)$$

A_w – площта на вертикалните ограждащи елементи, m^2 ;

$$A_w = 96,42 m^2;$$

V – обемът на въздуха в подпокривното пространство, m^3 .

$$V = 397,04 m^3$$

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

n – кратността на въздухообмена в подпокривното пространство;
при вентилируеми покриви се приема $n = 0,35 \text{ h}^{-1}$,

$$\theta_u = \frac{\theta_i \cdot U_1 \cdot A_1 + \theta_e \cdot U_2 \cdot A_2 + \theta_w \cdot U_w \cdot A_w + \theta_e \cdot 0,33 \cdot n \cdot V}{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + U_w \cdot A_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

$$\theta_u = \frac{19,00 \cdot 3,43 \cdot 379,28 + 2,3 \cdot 0,3 \cdot 380,28 + 2,3 \cdot 91,96 \cdot 42 + 2,0 \cdot 33 \cdot 0,35 \cdot 397,04}{3,43 \cdot 379,28 + 3,03 \cdot 380,28 + 3,91 \cdot 96,42 + 0,33 \cdot 0,35 \cdot 397,04} = 9,69 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурата на повърхността на изолацията към подпокривното пространство

$$\theta_{sel} = \theta_u + R_{sel} \cdot U_1 \cdot (\theta_i - \theta_u)$$

$$\theta_{sel} = 9,69 + 0,10 \cdot 3,43 \cdot (19,00 - 9,69) = 12,88 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температурата на повърхността на покрива към подпокривното пространство

$$\theta_{si2} = \theta_u - R_{si2} \cdot U_2 \cdot (\theta_u - \theta_e)$$

$$\theta_{sel} = 9,69 + 0,17 \cdot 3,03 \cdot (9,69 - 2) = 5,73 \text{ }^\circ\text{C}$$

Критерий на Грасхоф

$$Gr = \frac{g \cdot \delta_{bc}^3 \cdot \beta \cdot (\theta_{sel} - \theta_{si2})}{\nu^2}$$

където:

δ_{bc} – еквивалентна дебелина на въздушния слой, m

$$\delta_{bc} = \frac{V'}{A'} = \frac{397,04}{366,28} = 1,08 \text{ m}$$

β – коефициент на обемно разширение на въздуха, K^{-1}

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{\theta_u + 273,15} = \frac{1}{9,69 + 273,15}$$

$\nu = 14,132 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ - кинематичен вискозитет, табл.2.3 [1],

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 1,08^3 \cdot (12,88 - 5,73)}{(14,132 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (9,69 + 273,15)} = 1581,89 \cdot 10^6$$

Критерий на Прандтл, табл.2.3 [1],

$$Pr = 0,7051$$

$$Gr \cdot Pr = 1581,89 \cdot 10^6 \cdot 0,7051 = 1115,33 \cdot 10^6$$

Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство

$$\lambda_{bc} = \lambda_{екв} = \lambda \cdot \varepsilon_k, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

където:

$\lambda = 2,5078 \cdot 10^{-2} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ - коефициент на топлопроводност на въздуха, табл.2.3 [1],

ε_k – поправъчен коефициент – определя се от критериалното уравнение:

$$\varepsilon_k = 0,4 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25}$$

$$\varepsilon_k = 0,4 \cdot (1115,33 \cdot 10^6)^{0,25} = 73,10$$

$$\lambda_{bc} = \lambda_{екв} = 2,5078 \cdot 10^{-2} \cdot 73,10 = 1,83 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Съпротивленията на топлопредаване R_{se1} и R_{si2} се определят по формулата :

$$R_{se1} = R_{si2} = \frac{\delta_{bc}}{2\lambda_{екв}} = \frac{1,08}{2 \cdot 1,83} = 0,30 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Действителните стойности на U_1 и U_2 са равни на:

$$U_1 = \frac{1}{R_{si1} + R_1 + R_{se1}}, \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_1 = \frac{1}{0,10 + 0,092 + 0,30} = 2,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_2 = \frac{1}{R_{si2} + R_2 + R_{se2}}, \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_2 = \frac{1}{0,30 + 0,120 + 0,04} = 2,19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Действителният коефициент на топлопреминаване U_r се определя по формулата:

$$U_r = \frac{1}{\frac{1}{U_1} + \frac{A_1}{A_2 \cdot U_2 + A_w \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}}, \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_r = \frac{1}{\frac{1}{2,05} + \frac{379,28}{380,28 \cdot 2,19 + 96,42 \cdot 3,91 + 0,33 \cdot 0,35 \cdot 397,04}} = 1,267 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Референтна стойност

Референтната стойност на коефициент на топлопреминаване $U_{r,ref}$ се определя по същата формула:

$$U_{r,ref} = \frac{1}{\frac{1}{U_{1,ref}} + \frac{A_1}{A_2 \cdot U_2 + A_w \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}}, \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

където:

$U_{1,ref}$ – референтна стойност на коефициент на топлопреминаване през таванска плоча към въздушно пространство, $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, $U_{1,ref} = 0,30 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

$$U_{r,ref} = \frac{1}{\frac{1}{0,30} + \frac{379,28}{380,28 \cdot 2,19 + 96,42 \cdot 3,91 + 0,33 \cdot 0,35 \cdot 397,04}} = 0,275 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

Таблица 4

Покрив – плоча с възд. слой, блок 6	379,28	1,267	-	-		0,275
Покрив – плоча с възд. слой, блок 8	379,28	1,267	-	-		0,275
Общо покриви A_{нк}	758,56	1,267				0,275

2.3.4. Строителни и топлофизични характеристики на прозорци и врати.

В сградата има различни видове прозорци, които са идентифицирани в различни типоразмери. Прозорците са дървени слепени и прозорци със стъклопакет с рамка от PVC, като последните са монтирани през различни периоди от време. Данните за прозорците и външните врати в сградата са представени в приложение 1 към доклада. Неподменените прозорци са в добро общо състояние, няма счупени стъкла.

Инфилтрацията е завишена в резултат на деформираните каси и рамки на дървените прозорци. Схеми на външните прозорци и врати са дадени в приложение 1.

Коефициента на енергопреминаване g е определен по формулата:

$$g = g_{\perp} \cdot F_w \cdot F_f \cdot F_c$$

където:

g_{\perp} - действителния коеф. на сумарна пропускливост на слънчева енергия при перпендикулярно лъчение, отчитаме от Наредба № 7, приложение 3, таблица 7.

F_w – коригиращ фактор за неперпендикулярност на лъчението (0,85-0,9)

F_f – коригиращ фактор за рамката на прозореца (0,7-0,8)

F_c – коригиращ фактор за слънцезащитни приспособления, при липса на такива – 1.

Таблица 5

	СИ						
	догр.дърв.	пан. 20	пан.20изол	догр.-поп.	остк.PVC	остк.алум	парапет
U, W/m ² K	2,63	0,93	0,49	1,64	2	2,2	1,06
Площ, m ²							
Вх. А	0	141,2	0	0	4,89	3,26	12,05
Вх. Б	0	141,2	0	0	0	3,26	16,62
Сума	0	282,4	0	0	4,89	6,52	28,67

Таблица 6

	СЗ							
	догр.дърв.	пан. 20	догр.-поп.	пан.20поп	пан.20изол	догр.PVC	догр.алум	парапет
U, W/m ² K	2,63	0,93	1,64	0,77	0,49	2	2,2	1,06
Площ, m ²								
Вх. А	40,58	172,13	46,09	79,92	61,02	41,16	27,9	20,7
Вх. Б	77,05	212,35	35,5	61,7	20,34	19,01	20,63	42,92
Сума	117,63	384,48	81,59	141,62	81,36	60,17	48,53	63,62

Заб-ка: Към фасада северозапад са налице 18,8 m² метални врати с U = 6,67 W/m²K.

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

Таблица 7

ЮЗ							
	догр.дърв.	пан. 20	пан.20изол	догр.-поп.	остк.PVC	остк.алум	парапет
U, W/m ² K	2,63	0,93	0,49	1,64	2	2,2	1,06
Площ, м ²							
Вх. А	0	141,2	0	0	3,26	4,89	12,05
Вх. Б	0	141,2	0	0	0	3,26	16,62
Сума	0	282,4	0	0	3,26	8,15	28,67

Таблица 8

ЮИ								
	догр.дърв.	пан. 20	догр.-поп.	пан.20поп	пан.20изол	догр.PVC	догр.алум	парапет
U, W/m ² K	2,63	0,93	1,64	0,77	0,49	2	2,2	1,06
Площ, м ²								
Вх. А	158,9	236	12,75	16,41	0	36,8	16,87	11,77
Вх. Б	171,65	252,41	7,1	12,34	0	46	0	0
Сума	330,55	488,41	19,85	28,75	0	82,8	16,87	11,77

ул. "П.К.Яворов" № 6 "А-Б" и № 8 вх. "А-Б"								
	догр.дърв.	пан. 20	догр.-поп.	пан.20поп	пан.20изол	догр.PVC	догр.алум	парапет
ОБЩО:	448,18	1437,69	101,44	170,37	81,36	151,12	80,37	132,73



3. ТОПЛОСНАБДЯВАНЕ И ВЕНТИЛАЦИЯ

3.1. Котелна инсталация.

Няма изградена централна отоплителна система. Липсва и локална котелна инсталация. Използват се климатични сплит системи на част от апартаментите за

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б
поддържане на определена температура в някои помещения. В друга част се използва твърдо
гориво за отопление. По-голямата част от апартаментите се отопляват с електрически уреди.

Таблица 9

Тип	Брой	Вх. ел. /изх. топл.	режим отопление
Климатична сплит система	6	входяща ел.мощност, kW	1,64
		изходяща топл. мощност, kW	3,4
Климатична сплит система	2	входяща ел.мощност, kW	0,84
		изходяща топл. мощност, kW	3,2

3.2. Отопление

Понастоящем отоплението на обитаемите помещения на блока се осъществява от климатици на директно изпарение (сплит системи), електрически отоплителни уреди и отопление на дърва.

Отоплението на отделните помещения е неравномерно. Невъзможно е да се определят кои стаи се отопляват, в какъв интервал от време.



3.3. Битово горещо водоснабдяване

**ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес**

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

В сградата има инсталирани ел. бойлери за подгряване на гореща вода за битови нужди (БГВ). Монтирани са стенно. Всеки апартамент има наличен електрически бойлер – 80 л.

Топла вода за санитарно-битови нужди се осигурява от 42 бр. електрически бойлери по 80 L с мощност 2,0-3,0 kW.

Таблица 10

№ по ред	Видове сгради и дейности	Единица показател за водоснабдителна норма	Водоснабдителна норма						
			средно денонощно потребление, l/d		максимално денонощно потребление, l/d		максимално часово потребление, l/h		
			обща вода qоб	гореща вода qг	обща вода qоб	гореща вода qг	обща вода qоб	гореща вода qг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Общежития:	живуш							
1.1.	със санитарен възел във всяко жилищно помещение;	живуш	110	60	120	70	12,5	8,2	
1.2.	с кухненски и санитарен възел към всяка жилищна група		140	80	160	90	12,0	7,2	

Еталонната стойност на специфичното количество гореща вода за санитарно – битови нужди е пресметнато по формулата:

Еталонната стойност на специфичното количество гореща вода за санитарно – битови нужди е пресметнато по формулата:

където:

V – количество вода на човек, на ден ;

$$V_{55} \frac{55 - 7,5}{37,5 - 7,5} = 80 * \frac{47,5}{30} = 127,2 l_{30} / hd$$

N – брой на живущи в сградата -100;

D – брой дни на работа на сградата през годината – 365;

A_{конд} – кондиционирана площ на сградата – 3845,72 m².

3.5. Вентилация и климатизация

Няма изградена вентилационна и климатична инсталация.

4. ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ

4.1. Електрозахранване.

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

Сградата е с кабелно електрозахранване от намиращия се в района трафопост, през разпределителни ел. табла.



4.2. Осветителна инсталация

По принцип осветителната уредба, според местонахождението си, се състои от две основни части – вътрешно осветление, *влияещо* на топлинния комфорт в сградата, и външно осветление, попадащо в групата на външните, *невлияещи* консуматори на ел. енергия.

В обекта има както вътрешно осветление, така и външно – осветители по терасите. В случая се разглежда само вътрешното осветление – попадащо в отопляемия или кондициониран обем. Към него са причислени всички осветителни тела, монтирани в отопляемите помещения, вътре в сградата: апартаменти, коридори, сервизни помещения, и т.н. Използваната система е от типа “общо директно осветление”, с осветителни тела, монтирани предимно на тавана.

След направения оглед се констатира, че осветителната инсталация в сградата е изпълнена с осветителни тела с единични лампи с нажежаема спирала (ЛНЖ) и с луминесцентни осветителни тела (ЛОТ), както и частично с енергоспестяващи лампи



ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б



Таблица 11

ОСВЕТЛЕНИЕ											
Осветителни тела	Осветителни тела	Лампи/Пури в едно осветително тяло	Лампи	Работещи лампи	Неработещи лампи	Единична мощност на лампа	Обща инсталирана мощност	Работен режим	Работен режим	Коефициент на едновременност	Σ П.К.
			/Пури общо количество	/пури	/пури	/пури					
вид	брой	брой	брой	брой	брой	W	P, W	h, ч./ден	D _{дни} / сед м.	K	-
Осветителни крушки	149	1	149	149	0	75	11175	9	7	0,3	211207,5
Осветителни крушки	120	1	120	120	0	60	7200	9	7	0,3	136080
Спирала 15 W	127	1	127	127	0	15	1905	10	7	0,7	93345
Спирала 11 W	104	1	104	104	0	11	1144	10	7	0,7	56056
Лунички	77	1	77	77	0	24	1848	6	7	0,4	31046,4
ЛОТ 1x18W	44	1	44	44	0	18	792	9	7	0,7	34927,2
ЛОТ 4x18W	31	4	124	124	0	18	2232	9	7	0,5	70308
Общо	652	-	745	745	0		26296	8,9	7,00	0,38	632970,1

Режимът на работа на осветлението е около 8,9 ч./ден, 7 дни в седмицата. Едновременната инсталирана мощност за осветление е 0,98 W/m² (с коефициент на едновременност K_E = 0,38).

$$P_{ед.} = \frac{\sum (h * D * P * k)}{h_{ce} (24,0) * D_{ce} (7,0) * A_u (3845,72)} = 0,98 \text{ W/m}^2$$

Осветителните тела с ЛНЖ (най-вече в коридори, сервизни помещения и складовете) заемат значителен дял от общото осветление. Европейската директива предвижда тези лампи да се подменят с компактни люминесцентни лампи и енергоспестяващи спирала или LED.

В тази връзка, нашето предложение е да се направи енергийно ефективна оптимизация на осветителната електрическа инсталация. Това предполага задължително да се подменят всички ЛНЖ в общите части с енергоспестяващи лампи тип спирала с

*ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес*

гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

подходяща мощност или с лед осветление. Към мярката се предвижда реконструкция на електрическата инсталация и автоматизация на работата на осветлението във входовете на блока.

4.3. Ел. консуматори, влияещи на топлинния баланс

Влияещи на топлинния баланс ел. консуматори – това са инсталираните вътре в сградата ел. консуматори, които чрез собствените си топлинни излъчвания по време на ползването им, влияят на топлинния комфорт в нея; към тази група се причисляват всички онези електроконсуматори, които са свързани с ежедневно и нормално функциониране.

Консуматорите, които влияят на енергийния баланс са основно компютри, хладилници, микровълнови печки, кухненски ел. уреди и т.н., намиращи се в отопляемия обем на сградата.

Синтезирана информация за влияещите на топлинния баланс ел. консуматори вътре в сградата е поместена в таблицата по-долу:



ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б

Таблица 12

УРЕДИ ВЛИЯЕЩИ НА ТОПЛИННИЯ БАЛАНС									
Уреди	Уреди	Работещи уреди	Неработещи уреди	Единична мощност	Обща инсталирана мощност	Работен режим	Работен режим	Коефициент на едновременност	$\sum h \cdot D \cdot P \cdot K$
вид	брой	брой	брой	W	P,W	h,ч/ден	D,дни/седм.	k	--
Компютър	22	22	0	350	7700	6	7	0,2	64680
Хладилник	42	42	0	160	6720	24	7	0,3	338688
Фризер	8	8	0	180	1440	24	7	0,3	72576
Принтер	12	12	0	50	600	2	7	0,2	1680
Микровълнова фурна	33	33	0	800	26400	2	7	0,1	36960
Ел.котлони	42	42	0	1600	67200	3	7	0,1	141120
Ел. печки	42	42	0	2600	109200	3	7	0,1	229320
Праховсмукачка	42	42	0	1200	50400	3	7	0,1	105840
Телевизор	52	52	0	160	8320	1	7	0,2	11648
Пералня	42	42	0	1200	50400	2	7	0,1	70560
Други	1	1	0	3200	3200	2	7	0,8	35840
Общо	338	338	0	--	331580	3,29	7,0	---	1108912

Режимът на работа на уредите е 23,1 часа/седм. със специфична инсталирана мощност определена по формулата:

$$P_{ед.} = \frac{\sum (h * D * P * k)}{h_{сз} (24,0) * D_{сз} (7,0) * A_u (3845,72)} = 1,72 \text{ W/m}^2$$

Невлияещи на топлинния баланс ел. консуматори – това са инсталираните извън сградата ел. консуматори или пък онези, които са вътре, но са с много малка номинална мощност, работят твърде рядко или пък твърде за кратко и чиято работа не влияе на топлинния комфорт вътре в сградата. Независимо от тази им особеност обаче, тяхното отчитане и описание е наложително заради по-точното калибриране на потребната електроенергия. Към тях спадат осветителни тела по терасите и мазетата.

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
МНОГОФАМИЛНА ЖИЛИЩНА СГРАДА с адрес
гр. Симеоновград, ул. „П. К. Яворов”, № 6, вх. А и вх. Б, № 8, вх. А и вх. Б
Таблица 13

Уреди невлияещи на топлинния баланс									
Уреди	Уреди	Работещи уреди	Неработещи уреди	Единична мощност	Обща инсталирана мощност	Работен режим	Работен режим	Коефициент на едновременност	$\sum h \cdot D \cdot P \cdot k$
вид	брой	брой	брой	W	P, W	h, ч/ден	ч/дни D, /седм.	K	--
външни осветители тераси и мазета	1	1	0	2800	2800	3	7	0,6	35280
Общо	1	1	0	--	2800	3,0	7	0,6	35280

Режимът на работа на уредите невлияещи на топлинния баланс е 21,0 часа/седм. със специфична инсталирана мощност определена по формулата:

$$P_{ед.} = \frac{\sum (h * D * P * k)}{h_{cz} (24,0) * D_{cz} (7,0) * A_u (3845,72)} = 0,05 \text{ W/m}^2$$

4.4. Електрическа мощност на ел. помпи в системата на отоплението

Тъй като не е изградена отоплителна система с принудителна циркулация на водата няма налични помпи.

4.5. Електрическа мощност за битово горещо водоснабдяване (БГВ)

В обекта топлата вода се осигурява от обемни електрически бойлери.

Таблица 14

№	Вид консуматор за БГВ	Р _{ном} (W)	Броя	Р _{инст} (W)
1	Електрически бойлер	2 500	42	105 000

