

ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

на инвестиционен проект
съгласно Наредба № 7

Обект: "ПРИЛАГАНЕ НА МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА ЖИЛИЩЕН БЛОК №7, кв. Простор"

Местоположение на обекта: УПИ II, кв. 314 по плана за регулация и застрояване на гр. Свиленград, общ. Свиленград

Фаза: Технически Проект

1. Обяснителна записка.

а) Описание на функционалното предназначение на сградата:

Многофамилната жилищна сграда с административен адрес УПИ II, кв. 314 по плана за регулация и застрояване на , гр. Свиленград, общ. Свиленград, която е енергийно обследвана, се състои от две секции - вход А и вход Б с по пет етажа и сутерен. Сградата функционира при непрекъснат 24 часов режим на работа, включително в почивни и празнични дни. Общият брой самостоятелни обекта с жилищно предназначение в сградата е 30 бр., а броя на живущите е 68 души. Сградата е построена през 1977г. по строителна система едропанелно жилищно строителство /ЕПЖС/.

Стените на сградата са изпълнени от стоманобетонни елементи (панели) с междинна топлинна изолация керамзитобетон с дебелина 20см и със заводско покритие от вароциментова мазилка. Хоризонталните fugи между панелите са компрометирани, незащитени, открити и позволяват при обилни валежи проникването на вода в жилищните помещения. Обработката на фасадите е със: ситнопръскана мазила с цокъл бучарда. По време на експлоатация на сградата е извършвана частична допълнителна топлинна изолация по отделни части от фасадите, изпълнена по различен начин и с различни материали. Външните прозорци и врати на сградата са изпълнени от дървена слепена дограма с двойно стъкло. В процеса на експлоатация на сградата дограмата е частично подменяна с PVC дограма със стъклопакет на жилищните помещения и остъкляване на някои балкони с метална дограма с еденично стъкло. При някои апартаменти балконите са затворени с PVC дограма със стъклопакет, а другаде са усвоени изцяло като жилищна площ. Всички неподменени прозорци и врати на сградата са в лошо състояние и с висок коефициент на топлопреминаване. Покривът на сградата е „студен“ покрив с неотопляемо подпокривно пространство, а малка част (където е направено приобщаване на тераси) се е оформил като плосък „топъл“ покрив. Покривът не е топлоизолиран. Подът на сградата е под над неотопляем сутерен. Там където има приобщаване на тераси, подът е оформен като под границещ с външен въздух (еркер). Подът не е топлоизолиран. В сградата няма изградена отоплителна система. В сградата няма инсталирана вентилационна система. В сградата няма изградена охладителна система. БГВ в сградата се използва от електрически бойлери. Електрическата инсталация не е в много добро състояние. Осветлението е от ЛНЖ. За обекта е разработено Обследване за енергийна ефективност от фирма „ПРОИНВЕСТ 2007“ЕООД.

Съгласно чл.4 ал.1 точка 1 от Наредба 7, техническият показател за енергийна ефективност при проектиране на сградата е:

Техническите изисквания към енергийните характеристики на сградите са изисквания за енергийна ефективност и се изразяват като интегриран показател (интегрирана енергийна характеристика на сградата) на сграда или топлинна зона в сграда, изразен в числови граници по скала на класовете на енергопотребление за съответното предназначение на сградите

Интегриран показател за енергийна ефективност на сградите по чл. 1, ал. 2 е специфичният годишен разход на първична енергия в kWh/m² годишно или в kWh/m³ годишно за отопляване, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди, потребляващи енергия, на един квадратен метър от общата кондиционирана площ на сградата (Аконд.) или на един кубичен метър кондициониран обем (Vs). Интегрираният показател може да се комбинира със специфични изисквания към други показатели за разход на енергия на сградите.

б) Изчислителни параметри на външният въздух и проектни параметри на вътрешния климат в зависимост на категорията на топлинната среда на сградата:

6.1 Изчислителните параметри на външният въздух са съгласно Таблица 2 от Приложение 2 на Наредба 7 - за 8-та климатична зона "Южна България".

6.2 Проектните параметри на вътрешния климат са определени съгласно Наредба 15 от 2005 г. Те са приети по таблица 1 от Приложение 12 (съгласно чл.195 ал.1) на Наредбата и са:

- Категория на обитаемата среда "С" - температура за жилищна сграда 22°±3°C

Средната температура на вътрешният въздух за целият отопляем обем в зимен отоплителен и летен охладителен режим е определени в зависимост от нормативните стойности за вътрешните температури на три основни зони:

Зона 1 - Обитаеми стаи. С обем.	V1	=	2144,1 [m³]
Зона 2 - Коридори, антрета и WC.	V2	=	1575 [m³]
Зона 3 - Общи части на сградата	V3	=	657,3 [m³]

в) Описание на разположението, ориентацията и основните геометрични характеристики на сградата.

Жилищната сграда е ситуирана в гр. Свиленград. Тя е част от комплексно застрояване, като архитектурния образ на сградата е съобразен с околните градски застройки. Главната и фасада е ориентирана на югоизток.

г) Топлинни характеристики на конструктивните елементи на сградата, технически спецификации и характеристики на заложените в проекта строителни продукти;

Към настоящата разработка са приложени детайли и подробни изчисления, като те са разделени по видове:

1. За различни видове външни стени, прозорци и врати
2. За различни видове тавани
3. За различни видове елементи граничещи с земен почвен слой и еркери

д) Описание на проектираните системи за отопление/охлаждане и вентилация на сградата и техническите им характеристики:

ОТОПЛЕНИЕ И КЛИМАТИЗАЦИЯ

Системите за отопление на сградата са решени индивидуално от всеки собственик. Част от обитателите (23%) ползват печки на твърдо гориво.

Останалата част от помещенията се отопляват на електрически ток с ел. печки

или подобни уреди. По фасадата на сградата са поставени и сплит климатици, които се ползват целогодишно.

ВЕНТИЛАЦИОННИ ИНСТАЛАЦИИ

В сградата няма изградени вентилационни инсталации.

БИТОВО ГОРЕЩО ВОДОСНАБДЯВАНЕ (БГВ)

Сградата не е централно водоснабдена с топла вода за битови нужди. За подгряване на водата за битови нужди се използват индивидуални електрически бойлери за всеки апартамент.

е) Режимы на обитаване на сградата, отоплявани зони, охлаждащи зони, брой на обитателите.

Броя на хората обитаващи сградата е приет: **68** човека.

Режима на обитаване на сградата и графика за отопление/охлаждане е приет съгласно приложените таблици:

График на обитателите	[часа/ден]
През работни дни	16
Събота	24
Неделя	24

График отопление (охл.)	[часа/ден]
През работни дни	16
Събота	24
Неделя	24

ж) Консуматори на енергия и приети проектни функционални режими по групи технически уреди и системи.

Консуматорите на енергия се делят на две основни групи - влияещи на топлинния баланс на сградата и не влияещи. Машините и съоръженията, които не отделят топлина при работата си в отопляемия обем са не влияещи. Описани са по-долу.

Вид на уреди и машини инсталирани на обекта	изчислителна мощност
1 Невлияещи на топлинния баланс.	1,0 kW
2 Влияещи на топлинния баланс.	2,0 kW

з) Изчислени показатели, характеризиращи енергопреобразуващите и енергопреносните свойства на ограждащите конструкции на сградата.

Таблица с годишно потребни топлини по видове			
Вид на годишно потребна енергия	изчислена в точка:	Референтна енергия kWh	Потребна енергия kWh
1 За отопление.	2.2	81470	37168
2 За вентилация.	2.3	0	0

Обобщени коефициенти на топлопреминаване		
Вид на външното ограждение	U рефер. [W/m²·K]	U реални [W/m²·K]
1 Стени	0,28	0,26
2 Тавани	0,29	0,28

3	За БГВ	2.4	34054	34054
4	За охлаждане	2.5	39210	43998
Общо:			154734	115219

3	Подове	0,47	0,35
4	Прозорци	1,41	1,52

Годишни консумации на енергия от сградата		
Брутна енергия (реална)		107162
Брутна енергия (референтна)		140656
Първична енергия (реална)		297671
Първична енергия (референтна)		369769
Годишна енергия за уреди и осветление:		kWh
1	Влияещи на топлинният баланс	17783
2	Невлияещи на топлинният баланс	8322
Общо:		26105

Обобщени характеристики на сградата:	
Брутен обем	5739 m ³
Нетен отопляем обем	4376 m ³
Отопляема площ (разг.)	2084 m ²
Площ на външни стени	1074 m ²
Площ прозорци и врати	386 m ²
Площ на покрива	472 m ²
Площ на пода	472 m ²
Сума на всички външ. огр.	2404 m ²

Изчислени са стойности за деңградусите: 1938,2 за режим отопление и 158,70 за режим охлаждане. Енергията консумирана за отопление, вентилация, БГВ, охлаждане, осветление и уреди е 141324 kWh/m².a Референтната стойност на същата тази енергия е: 180839 kWh/m².a

Първичната енергия за отопление е изчислена с обобщения коефициент "ер", определен съответно при посочените проценти: 77% ел.отоплителни тела и 23% дърва.

В конкретният обект има 2 използвани енергоносителя:

1 Електроенергия 94949 ,[kWh] със ер.і = 3,00 Qp.1 = 284848 ,[kWh]
2 Дърва за огрев 12212 ,[kWh] със ер.і = 1,05 Qp.2 = 12823 ,[kWh]

Общото количество първична енергия което консумира сградата за 1 година е: Qp. = 297671 ,[kWh]

Общото количество първична енергия за референтна сградата за 1 година е: Qp. = 369769 ,[kWh]

Емисии въглероден диоксид: 78,3 тона/година.

НАРЕДБА № 7 ОТ 2004 Г. ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИ
(ЗАГЛ. ИЗМ. - ДВ, БР. 85 ОТ 2009 Г., ИЗМ. - ДВ, БР. 27 ОТ 2015 Г. В СИЛА ОТ 15.07.2015 Г.)

Оценка съответствието на проекта с изискванията за енергийна ефективност

Техническите изисквания към енергийните характеристики на сградите са изисквания за енергийна ефективност и се изразяват като интегриран показател (интегрирана енергийна характеристика на сградата) на сграда или топлинна зона в сграда, изразен в числови граници по скала на класовете на енергопотребление за съответното предназначение на сградите

Интегриран показател за енергийна ефективност на сградите по чл. 1, ал. 2 е специфичният годишен разход на първична енергия в kWh/m² годишно или в kWh/m³ годишно за отопляване, охлаждане, вентилация, гореща вода, осветление и уреди, потребяващи енергия, на един квадратен метър от общата кондиционирана площ на сградата (Аконд.) или на един кубичен метър кондициониран обем (Vs). Интегрираният показател може да се комбинира със специфични изисквания към други показатели за разход на енергия на сградите.

Изчисляване на първична енергия

$$\frac{297671}{2084,0} = 142,8 \text{ kWh/m}^2.\text{a}$$

$$EP_{min} \quad 96 \quad < \quad 142,8 \quad < \quad EP_{max} \quad 190 \text{ kWh/m}^2.\text{a}$$

В част ЕЕ е изчислена и енергията необходима за работата на климатичните машини на обекта. В обследването това не е взето в предвид. Ако се изключи охлаждането от крайният резултат, годишното потребление на първична енергия ще спадне от 142,8 на 121,7 kWh/m² годишно. В обследването това число е 124,5 kWh/m².a

$$EP_{min} \quad 96 \quad < \quad \underline{121,7} \quad < \quad EP_{max} \quad 190 \text{ kWh/m}^2.\text{a}$$

Сградата отговаря на клас "В" от скалата на класовете на енергопотребление в сгради


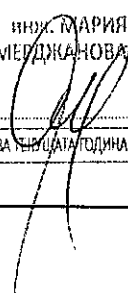
Сградата **отговаря** на изискванията на Чл. 6. (Изм. - ДВ, бр. 85 от 2009 г., изм. - ДВ, бр. 27 от 2015 г., в сила от 14.04.2015 г.) (1) Съответствието с изискванията за енергийна ефективност на сградите се приема за изпълнено, когато стойността на интегрирания показател - специфичен годишен разход на първична енергия в kWh/m², съответства най-малко на следния клас на енергопотребление:

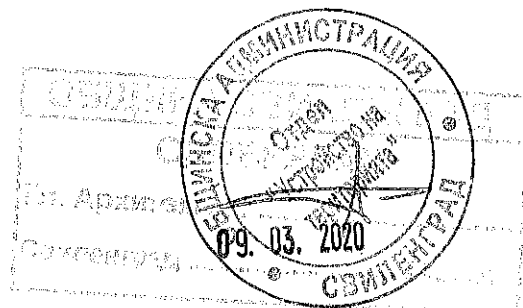
1. "В" - за нови сгради, които се въвеждат за първи път в експлоатация, и за съществуващи сгради, които са въведени в експлоатация след 1 февруари 2010 г.;

2. "С" - за съществуващи сгради, които са въведени в експлоатация до 1 февруари 2010 г. включително;

Клас	EPmin, kWh/m ²	EPmax, kWh/m ²	Жилищни сгради
A+	<	48	
A	48	95	
B	95	190	
C	191	240	
D	241	290	
E	291	363	
F	366	435	
G	>	435	

печат:

 Секция: ОВКХТГ Част на проекта: по удостоверение за ПП	КАМАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ
	ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОСПОСОБНОСТ
	Регистрационен № 06936
	инж. МАРИЯ ХРИСТОВА МЕДЖАНОВА Подпис: 
ВАЖИ С ВАЛИДНО УДОСТОВЕРЕНИЕ ЗА ПП ЗА ТОВАТА ГОДИНА	



2. Изчисляване на показателите, характеризиращи енергопреобразуващите и енергопреносните свойства на ограждащите конструкции на сградата.

2.1. Определяне на годишната потребна енергия за отопление, вентилация, БГВ и охлаждане

Определя се по следното балансово уравнение:

$$Q = Q_H + Q_V + Q_W + Q_C - Q_R, [\text{kWh}]$$

където: $Q = 115219$,[kWh] - за заложените в проекта детайли на конструктивните елементи.
 $Q_H = 37168$,[kWh] - годишна потребна енергия за отопление. Определена в точка 2.2
 $Q_V = 0$,[kWh] - годишна потребна енергия за вентилация. Определена в точка 2.3
 $Q_W = 34054$,[kWh] - годишна потребна енергия за БГВ. Определена в точка 2.4
 $Q_C = 43998$,[kWh] - годишна потребна енергия за охлаждане. Определена в точка 2.5
 $Q_R = 0,0$,[kWh] - годишна спестена енергия от рекуператори. Определена в точка 2.6

За определяне на енергийният клас на сградата е необходимо да се определи тази енергия и за сграда изпълнена с референтни стойности на коефициентите на топлопреминаване. Те са описани по-долу:

$Q = 154734$,[kWh] - с референтни стойности на топлопреминаване за елементите
 $Q_H = 81470$,[kWh] - годишна потребна енергия за отопление. Определена в точка 2.2
 $Q_V = 0$,[kWh] - годишна потребна енергия за вентилация. Определена в точка 2.3
 $Q_W = 34054$,[kWh] - годишна потребна енергия за БГВ. Определена в точка 2.4
 $Q_C = 39210$,[kWh] - годишна потребна енергия за охлаждане. Определена в точка 2.5
 $Q_R = 0,0$,[kWh] - годишна спестена енергия от рекуператори. Определена в точка 2.6

2.2. Определяне на годишната потребна енергия за отопление.

Определя се за всеки месец по формулата:

$$Q_{H.nd} = Q_{H.nt} - \eta_{H.ng} \cdot Q_{H.gn}, [\text{kWh}]$$

където: $Q_{H.nt}$,[kWh] потребна енергия за отопляване на зоната за изчисляваният месец
 $Q_{H.gn}$,[kWh] топлинни печалби в зоната определени за месеца
 $\eta_{H.ng}$ - коефициент на оползотворяване на топлинните печалби. Формулата по която се смята зависи от стойността на $\gamma_{H.} = \frac{Q_{H.gn}}{Q_{H.nt}}$

Като при:

$\gamma_{H.} > 0$ и $\gamma_{H.} \neq 1$ важи формулата: $\eta_{H.ng} = \frac{1 - \gamma_{H.}^{a_n}}{1 - \gamma_{H.}^{(a_n+1)}}$
 $\gamma_{H.} = 1$ важи формулата: $\eta_{H.ng} = a_n / (a_n + 1) = 6,8476 / 7,8476 = 0,873$
 $\gamma_{H.} < 0$ важи формулата: $\eta_{H.ng} = 1 / \gamma_{H.}$

численият параметър a_n се определя по формулата:

$$a_n = a_{n,0} + \tau / \tau_{n,0}$$

където:

$$a_n = 1 + 87,714 / 15 = 6,8476$$

с референтни стойности на U , параметъра $a_n = 3,9474$ в изчисленията е ползван реалният параметър!

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr.adj} + H_{ve.adj}} = \frac{173588}{1393,2 + 585,87} = 87,714, \text{h} - \text{време константа}$$

$$a_{n,0} = 1$$

$$\tau_{n,0} = 15$$

$C_m = 173588$,[Wh/K] е ефективният топлинен капацитет на зоната. По таблица 14 от Приложение 3.

От нея отчитаме за тежка сграда $72,22$. $A_f = 72,22$. $2403,6$

$H_{tr.adj} = 1393,2$,[W/K] коефициент на пренос на топлина през ограждащите елементи. Точка 4.2

$H_{tr.adj,p} = 2345,8$,[W/K] също, но референтен

$H_{ve.adj} = 585,9$,[W/K] е коефициента на пренос на топлина от вентилация. Точка 4.3

$H_{ve.adj,p} = 585,9$,[W/K] също, но референтен (за вентилациите не се променя).

Определяне на годишната потребна енергия за отопление (по Наредба 7 - 2009)

$Q_{H.nd}$

m	Месец	$Q_{H.nt, \text{реалн}}$ [kWh]	$Q_{H.nt, \text{реф}}$ [kWh]	$Q_{H.gn, \text{реалн}}$ [kWh]	$Q_{H.gn, \text{реф}}$ [kWh]	$\gamma_{H.}$	a_n	$\eta_{H.ng}$	$Q_{H.nd, \text{реал}}$ [kWh]	$Q_{H.nd, \text{реф}}$ [kWh]
1	Януари	24736	35800	12116	12118	0,49	6,85	1,00	12667	23729

2	Февруари	20266	29217	12196	12199	0,60	6,85	0,99	8223	17171
3	Март	16153	23175	14570	14573	0,90	6,85	0,91	2853	9872
4	Април	8046	11425	14991	14994	1,86	6,85	0,53	53	3431
10	Октомври	5569	8291	14137	14140	2,54	6,85	0,39	6	2727
11	Ноември	13406	19580	11436	11439	0,85	6,85	0,93	2764	8935
12	Декември	21331	30984	10736	10738	0,50	6,85	1,00	10644	20294
Общо за годината:									37210	86159

Определяне на годишната потребна енергия за отопление с отчитане на DD.

$Q_{H.nd}$

m №	Месец	$Q_{H.ht.reall}$ [kWh]	$Q_{H.ht.ref}$ [kWh]	$Q_{gn.reall}$ [kWh]	$Q_{gn.ref}$ [kWh]	γ_{Ht}	α_{Ht}	$\eta_{H.ng}$	$Q_{H.nd.reall}$ [kWh]	$Q_{H.nd.ref}$ [kWh]
1	Януари	24736	35800	12116	12118	0,49	6,85	1,00	12667	23729
2	Февруари	20266	29217	12196	12199	0,60	6,85	0,99	8223	17171
3	Март	16153	23175	14570	14573	0,90	6,85	0,91	2853	9872
4	Април	2414	3428	4497	4498	1,86	6,85	0,53	16	1029
10	Октомври	898	1337	2280	2281	2,54	6,85	0,39	1	440
11	Ноември	13406	19580	11436	11439	0,85	6,85	0,93	2764	8935
12	Декември	21331	30984	10736	10738	0,50	6,85	1,00	10644	20294
Общо за годината:									37168	81470

2.2.1 Определяне на пълните топлинни загуби по месеци.

определят се по формулата:

$$Q_{H.ht} = Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \text{ , [kWh]}$$

където:

Q_{tr} , [kW] - топлинни загуби на зоната от топлопреминаване за месеца

Q_{ve} , [kW] - топлинни загуби на зоната от вентилация за месеца

$$Q_{tr} = 1/1000 \cdot \{ (N_{tr} + \Phi_g) \cdot (\theta_{i,n} - \theta_e) \} t \text{ , [kW]} \text{ формула 3.9 от Наредба 7}$$

Формулата, която отчита тези неща е:

$$Q_{tr} = 0,024 \cdot DD \cdot (N_{tr} + \Phi_g) \text{ , [kWh]}$$

За проверка изчислявам един от пълните месеци (януари) по 2-та формула.

$$\text{по 3.9} \quad Q_{tr} = 0,001 \cdot \{ (1393,2 + -7,36) \cdot (17,414 - 1,80) \} \cdot 744 = 16095 \text{ , [kWh]}$$

$$\text{по вярната формула:} \quad Q_{tr} = 0,024 \cdot 483,93 \cdot (1393,2 - 7,36) = 16095 \text{ , [kWh]}$$

2-та резултата съвпадат! Т.е. Изчислените денградуси и формулата са верни и те ще се ползват в табличното представяне на резултата от определянето на загубите по месеци.

Топлинни загуби на зоната от вентилация за месеца се определя по формулата:

$$Q_{ve} = 1/1000 \cdot N_{ve} \cdot (\theta_{i,n} - \theta_e) t \text{ , [kWh]} \text{ форм. 3.11 от Наредба 7}$$

$$Q_{ve} = 0,024 \cdot DD \cdot N_{ve} \text{ , [kWh]}$$

във формулите по-горе се ползват:

N_{tr} = 1393,2 ,[W/K] коефициент на пренос на топлина през приетите ограждащите елементи

$N_{tr,p}$ = 2345,8 ,[W/K] коефициент на пренос на топлина с референтни ограждащи елементи

N_{ve} ,[W/K] коефициент на пренос на топлина с вентилационен въздух

$N_{ve,p}$,[W/K] също, но референтен. Той е приет еднакъв на изчисления.

Цитираните по-горе стойности са определени в точка 4.2

Φ_g ,[W/K] топлинният поток през земята, причинен от топлинната и инертност по месеци определен е в точка 4.4. Референтната му стойност също е еднаква на изчислителната.

Таблично представяне на резултатите за пълни топлинни загуби по месеци с отчитане на периода на работа на отоплителната инсталация и корекция на надморската височина.

m №	Месец	коригирани [DD]	$N_{tr,p}$ [W/K]	N_{tr} [W/K]	Φ_g [W/K]	$N_{ve.cor}$ [W/K]	Q_{tr} [kWh]	Q_{ve} [kWh]	Q_{ht} [kWh]	$Q_{ht.ref}$ [kWh]
1	Януари	483,93	2345,8	1393,2	-7,4	744,0	16095	8641	24736	35800
2	Февруари	391,46	2345,8	1393,2	19,9	744,0	13276	6990	20266	29217
3	Март	307,10	2345,8	1393,2	54,5	744,0	10670	5484	16153	23175
4	Април	44,34	2345,8	1393,2	130,9	744,0	1622	792	2414	3428
10	Октомври	19,20	2345,8	1393,2	-187,9	744,0	555	343	898	1337

11	Ноември	270,03	2345,8	1393,2	-68,6	744,0	8584	4822	13406	19580
12	Декември	422,18	2345,8	1393,2	-31,9	744,0	13793	7538	21331	30984
тази таблица е по моите формули.					Общо за годината:		64596	34609	99204	143520

Таблично представяне на резултатите за пълни топлинни загуби по месеци по методиката на Наредба 7 за външни ограждения и стени с коефициенти на топлопреминаване по детайли

m №	Месец	θ_{in} [°C]	θ_e [°C]	t [h]	H_{tr} [W/K]	Φ_g [W/K]	$H_{ve,cor}$ [W/K]	Q_{tr} [kWh]	Q_{ve} [kWh]	Q_{hr} [kWh]
1	Януари	17,4	1,8	744	1393,2	-7,4	744,0	16095	8641	24736
2	Февруари	17,4	3,4	672	1393,2	19,9	744,0	13276	6990	20266
3	Март	17,4	7,5	744	1393,2	54,5	744,0	10670	5484	16153
4	Април	17,4	12,5	720	1393,2	130,9	744,0	5406	2639	8046
5	Май	24,0	16,4	744	1393,2	82,3	364,5	8343	2061	10404
6	Юни	24,0	21,0	720	1393,2	140,4	364,5	3313	787	4100
7	Юли	24,0	23,8	744	1393,2	107	364,5	223	54	278
8	Август	24,0	23,5	744	1393,2	-600	364,5	295	136	431
9	Септември	24,0	19,4	720	1393,2	-133,1	364,5	4173	1207	5380
10	Октомври	17,4	13,6	744	1393,2	-187,9	744,0	3444	2126	5569
11	Ноември	17,4	8,4	720	1393,2	-68,6	744,0	8584	4822	13406
12	Декември	17,4	3,8	744	1393,2	-31,9	744,0	13793	7538	21331
Общо за годината:								87616	42484	130100

за външни ограждения и стени с референтни коефициенти на топлопреминаване

m №	Месец	θ_{in} [°C]	θ_e [°C]	t [h]	H_{tr} [W/K]	Φ_g [W/K]	$H_{ve,cor}$ [W/K]	Q_{tr} [kWh]	Q_{ve} [kWh]	Q_{hr} [kWh]
1	Януари	17,4	1,8	744	2345,8	-7,4	744,0	27160	8641	35800
2	Февруари	17,4	3,4	672	2345,8	19,9	744,0	22227	6990	29217
3	Март	17,4	7,5	744	2345,8	54,5	744,0	17691	5484	23175
4	Април	17,4	12,5	720	2345,8	130,9	744,0	8786	2639	11425
5	Май	24,0	16,4	744	2345,8	82,3	364,5	13730	2061	15791
6	Юни	24,0	21,0	720	2345,8	140,4	364,5	5370	787	6158
7	Юли	24,0	23,8	744	2345,8	107	364,5	365	54	419
8	Август	24,0	23,5	744	2345,8	-600	364,5	650	136	785
9	Септември	24,0	19,4	720	2345,8	-133,1	364,5	7328	1207	8536
10	Октомври	17,4	13,6	744	2345,8	-187,9	744,0	6166	2126	8291
11	Ноември	17,4	8,4	720	2345,8	-68,6	744,0	14758	4822	19580
12	Декември	17,4	3,8	744	2345,8	-31,9	744,0	23446	7538	30984
Общо за годината:								147676	42484	190160

Горните 2 таблици се ползват и в точка 2.5 - определяне на потребна енергия за охлаждане.

2.2.2 Определяне на пълните топлинни печалби за всяка зона и всеки месец.

определят се по формулата:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, [kWh]$$

където: Q_{int} , [kWh] сумарно количество топлина отделено от вътрешни топлинни източници по месеци
 Q_{sol} , [kWh] количество топлина получено от слънцето по месеци

Сумарно количество топлина отделено от вътрешни топлинни източници по месеци се определя по формулата:

$$Q_{int} = 0,001 \cdot (\Sigma \Phi_{int,k}) \cdot t + 0,001 \cdot (\Sigma (1-b_{tr,l}) \cdot \Phi_{int,u,l} \cdot t), [kWh]$$

$$Q_{int} = 0,001 \cdot (\Sigma \Phi_{int,k}) \cdot t + 0,001 \cdot (\Sigma (1-b_{tr,l}) \cdot 0 \cdot t), [kWh]$$

където: $\Sigma \Phi_{int,k}$ = 8077, [W] сума на средните по време стойности на топлинните потоци на източниците на топлина намиращи се в отопляемата зона (виж определянето му по-долу).

t, [h] - продължителността на месеца в часове

$\Phi_{int,u,l}$ = 0, [W] сума на средните по време стойности на топлинните потоци на източниците на топлина намиращи се в съседна не отопляемата зона. За тази сграда няма.

$$b_{tr,l} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}, \text{ в Наредба 7 не е дадена формула. Насочват ни към стандарт БДС EN 13789}$$

В него с b се бележи редуциращ фактор (adjustment factor) и това е формулата. В нея участват:

H_{ue} , [kWh] е коефициента на пренос на топлина от не отопляемото на вън.

H_{iu} , [kWh] е коефициента на пренос на топлина между 2-те зони.

Таблично определяне на Q_{gn}

m		Q_{int}	$Q_{sol. ref.}$	$Q_{sol. реалн}$	$Q_{gn. ref.}$	$Q_{gn. реалн}$
№	Месец	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
1	Януари	6010	6109	6106	12118	12116
2	Февруари	5428	6771	6768	12199	12196
3	Март	6010	8563	8560	14573	14570
4	Април	5816	9178	9176	14994	14991
5	Май	6010	8135	8464	14145	14474
6	Юни	5816	9201	9575	15017	15391
7	Юли	6010	9268	9644	15278	15654
8	Август	6010	9845	10233	15855	16242
9	Септември	5816	8478	8795	14293	14611
10	Октомври	6010	8130	8128	14140	14137
11	Ноември	5816	5623	5621	11439	11436
12	Декември	6010	4729	4726	10738	10736
Суми:					164790	166554

2.2.2.1 Определяне на сумата на средните по време стойности на топлинните потоци на източниците на топлина намиращи се в отопляемата зона (в сградата).

Топлинните печалби от вътрешни топлинни източници в отопляемата зона включват:

а). Метаболична топлина от обитателите. Тя зависи от броя на хората и режима на обитаване. Определя се по формулата: $N_{хора} \cdot T \cdot Q_{хора} = 68 \cdot 0,7667 \cdot 116 = 6047,5 \text{ , [W]}$

Където: $N_{хора} = 68$ - брой на хората обитаващи сградата общо.

$$T = \frac{T1.n1 + T2.n2 + T3.n3}{24 \cdot (n1+n2+n3)} = \frac{336 + 96 + 120}{720} = 0,7667 \text{ - безразмерен фактор определящ средното присъствие на хората на час.}$$

$Q_{хора} = 116 \text{ , [W]}$ топлинен поток отделян от хората (по таблица 1 от Приложение X)

$T1 = 16 \text{ , [h]}$ количество часове за делничен ден в което хората са в сградата.

$T2 = 24 \text{ , [h]}$ количество часове за съботен ден в което хората са в сградата.

$T3 = 24 \text{ , [h]}$ количество часове за неделен ден (и празник) в което хората са в сградата.

$n1 = 21 \text{ , [бр.]}$ брой на делничните дни в месеца

$n2 = 4 \text{ , [бр.]}$ брой на съботните дни в месеца

$n3 = 5 \text{ , [бр.]}$ брой на неделни и празнични дни в месеца

Въведени са средни данни за брой и вид на дните за месец. Разликата за действителни месеци и малка.

б). Топлина отделена от уреди

в). Топлина отделена от осветителни тела

Топлина отделена от тези 2 подточки е определена в точка "Ж" на обяснителната записка, като тя представена в табличен вид и е отчетена средната продължителност на работата на час. Стойността е: 2030 , [W]

г). Топлина отделена или погълната от ВиК инсталациите. Водопроводите ще са топлоизолирани и този баланс се пренебрегва в настоящият случай.

д). Топлина отделена или погълната от климатичните инсталации за случаите в които целенасоченият топлообмен не ги отчита. За тази сграда това е топлината отделена или погълната от тръбният път свързващ външните с вътрешните тела. Тези участъци са добре изолирани и отново се приемат за 0.

е). Топлина отделена или погълната от процеси и продукти. Приема се, че няма такива.

ж) Всички компоненти на регенерирана топлина които не са отчетени за намаляване на топлинните загуб

В случая е прието за 0 (нула). Тази стойност може да се изчисли за следните по-известни случай:

- когато се изхвърля отработен вътрешен въздух насочено към външни тела на климатици.
- когато се ползва енергията на изхвърляната в канала топла вода от баните за затопляне на постъпваща прясна вода; подово отопление или се предава на климатиците.

Общата сума на топлинните потоци, които влияят на топлинният баланс е: 8077 , [W]

опростен запис на формулата по която е попълнена таблицата:

$$Q_{int} = 0,001 \cdot (8077) \cdot t + 0,001 \cdot (\sum(1-b_{tr,i}) \cdot 0) \cdot t$$

Таблично определяне на Q_{int}

m		t	$\sum \Phi_{int,k}$	$b_{tr,i}$	$\Phi_{int,i}$	Q_{int}
№	Месец	[h/месец]	[W]		[W]	[kWh]
1	Януари	744,0	8077			6010
2	Февруари	672,0	8077			5428

3	Март	744,0	8077			6010
4	Април	720,0	8077			5816
5	Май	744,0	8077			6010
6	Юни	720,0	8077			5816
7	Юли	744,0	8077			6010
8	Август	744,0	8077			6010
9	Септември	720,0	8077			5816
10	Октомври	744,0	8077			6010
11	Ноември	720,0	8077			5816
12	Декември	744,0	8077			6010
Общо:						70759

2.2.2.2 Определяне на количество топлина получено от слънцето по месеци.

Общите топлинни печалби от слънчево греење за всяка топлинна зона и всеки месец се изчисляват по уравнението:

$$Q_{sol} = 0,001 \cdot (\sum \Phi_{sol.k}) \cdot t + 0,001 \cdot (\sum (1-b_{tr.l}) \cdot \Phi_{sol.u.l}) \cdot t, [kWh]$$

Където:

$\Phi_{sol.k}$, [W] - Средна по време стойност на топлинният поток от слънчево облъчване през елемента "k"

$\Phi_{sol.u.l}$, [W] - Средна по време стойност на топлинният поток от слънчево облъчване през елемента "l" в съседна не отопляема (не охлаждаема) зона.

$b_{tr.l} = \frac{N_{ue}}{N_{iu} + N_{ue}}$, редуциращ фактор за съседна не отоплявана (не охлаждаема) зона с топлинен поток през елемент "l".

N_{ue} , [W/K] е коефициента на пренос на топлина от не на вън.

N_{iu} , [W/K] е коефициента на пренос на топлина между 2-те зони.

Понеже имам различни видове ограждения определям обобщените коефициенти на пренос на топлина:

$$N_{ue,реал.} = 133,1, [W/K]$$

$$N_{ue,рефер.} = 133,6, [W/K]$$

Стойността на редуциращия фактор в летен режим е: $b_{tr.l} = \frac{133,11}{30,733 + 133,11}$

Референтната стойност е: $b_{tr.l.p} = 0,9639$

$\Phi_{sol.k}$, [W] - Средна по време стойност на топлинният поток от слънчево облъчване през елемента "k" се определя по формулата:

$$\Phi_{sol.k} = F_{sh.ob.k} \cdot A_{sol.k} \cdot I_{sol.k} - F_{г.к} \cdot \Phi_{г.к}, [W]$$

където

$F_{sh.ob.k}$ - фактор на засенчване на приемащата слънчева енергия повърхност от външни причини.

Определен е в точка: 2.2.2.5

$A_{sol.k}$ [m²]- ефективна приемащата слънчева енергия площ на "k" елемента. (т. 2.2.2.3)

$I_{sol.k}$ [W/m²]- средно денонощният интензитет на слънчево греење (по таблица 2 на приложение 2)

$F_{г.к}$ - ъглов коефициент между елемента "k" и небосвода. Има стойности:

$$F_{г.к} = 1 - \text{при незасенчен елемент}$$

$$F_{г.к} = 0,5 - \text{при засенчен елемент}$$

$\Phi_{г.к}$ [W]- топлинен поток в резултат на излъчването на елемента "k" към небосвода. (т. 2.2.2.4)

Таблично представяне на произведението: $F_{sh.ob.k} \cdot A_{sol.k} \cdot I_{sol.k}$ за климатизираните зони									
	хоризонтал	С	СИ	И	ЮИ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Януари	220	0	3492	0	0	0	6068	0	0
Февруари	307	0	4468	0	0	0	6870	0	0
Март	421	0	5582	0	0	0	7076	0	0
Април	542	0	6725	0	0	0	7051	0	0
Май	484	0	6104	0	0	0	5810	0	0
Юни	566	0	6956	0	0	0	6703	0	0
Юли	552	0	6766	0	0	0	6589	0	0
Август	555	0	6670	0	0	0	7453	0	0
Септември	431	0	5560	0	0	0	7247	0	0
Октомври	352	0	4950	0	0	0	7195	0	0
Ноември	225	0	3488	0	0	0	5667	0	0
Декември	175	0	2856	0	0	0	4894	0	0

В тази таблица не са включен площите на огражденията приемащи топлина към зони 2 и 3 от май до септември!

Таблично представяне на произведението: $F_{sh.ob.k}$. $A_{sol.k}$. $I_{sol.k}$ за НЕклиматизираните зони									
	хоризонтал	С	СИ	И	ЮИ	Ю	ЮЗ	3	СЗ
Май	147	6	0	46	0	7	0	2740	0
Юни	172	7	0	54	0	8	0	3211	0
Юли	168	6	0	52	0	8	0	3122	0
Август	169	6	0	54	0	10	0	3223	0
Септември	131	5	0	46	0	11	0	2740	0

В тази таблица са само площите на огражденията приемащи топлина към зони 2 и 3 от май до септември!

Таблично представяне на среден по време топлинен поток от слънце.							$\Phi_{sol.u.1}$
	$\Sigma F_{sh} A_{sol} I_s$	$F_{t.k}$	$\Phi_{t.k-ref}$	$\Phi_{t.k-real}$	$\Phi_{sol.k-ref}$	$\Phi_{sol.k-real}$	[W]
Януари	9781	1,0	1569,9	1573,6	8211	8207	
Февруари	11646	1,0	1569,9	1573,6	10076	10072	
Март	13079	1,0	1569,9	1573,6	11509	11506	
Април	14318	1,0	1569,9	1573,6	12748	12744	
Май	12398	1,0	1569,9	1573,6	10828	10824	2945,8
Юни	14225	1,0	1569,9	1573,6	12655	12651	3451,0
Юли	13906	1,0	1569,9	1573,6	12336	12333	3356,1
Август	14678	1,0	1569,9	1573,6	13108	13104	3461,4
Септември	13239	1,0	1569,9	1573,6	11669	11665	2932,1
Октомври	12498	1,0	1569,9	1573,6	10928	10924	
Ноември	9380	1,0	1569,9	1573,6	7810	7806	
Декември	7926	1,0	1569,9	1573,6	6356	6352	

През зимата е за цялата сграда, а за лятото само към зона 1 (климатизиранта).

зони 2 и 3

Таблица с количеството топлина получена от слънцето по месеци

m	№	Месец	t	$\Phi_{sol.k-ref}$	$\Phi_{sol.k-real}$	$\Phi_{sol.u.1}$	bt.1	bt.1	$Q_{sol-ref}$	$Q_{sol-real}$
			[h/месец]	[W]	[W]	[W]	референтно	по данни	[kWh]	[kWh]
1	1	Януари	744,0	8211	8207	0,0	0,9639	0,8124	6109	6106
2	2	Февруари	672,0	10076	10072	0,0	0,9639	0,8124	6771	6768
3	3	Март	744,0	11509	11506	0,0	0,9639	0,8124	8563	8560
4	4	Април	720,0	12748	12744	0,0	0,9639	0,8124	9178	9176
5	5	Май	744,0	10828	10824	2945,8	0,9639	0,8124	8135	8464
6	6	Юни	720,0	12655	12651	3451,0	0,9639	0,8124	9201	9575
7	7	Юли	744,0	12336	12333	3356,1	0,9639	0,8124	9268	9644
8	8	Август	744,0	13108	13104	3461,4	0,9639	0,8124	9845	10233
9	9	Септември	720,0	11669	11665	2932,1	0,9639	0,8124	8478	8795
10	10	Октомври	744,0	10928	10924	0,0	0,9639	0,8124	8130	8128
11	11	Ноември	720,0	7810	7806	0,0	0,9639	0,8124	5623	5621
12	12	Декември	744,0	6356	6352	0,0	0,9639	0,8124	4729	4726
Суми									94031	95795

2.2.2.3 Ефективна приемащата слънчева енергия площ на "к" елемента се определя в зависимост от вида и, като за прозрачни елементи (прозорци) формулата е:

$$A_{sol.k} = F_{sh.gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w.p} \quad , [m^2]$$

където:

$F_{sh.gl}$ - Фактор на засенчването от подвижни засенчващи устройства (по табл.12 и 13 от прилож.3)

В случая са приети:

$$F_{sh.gl} = 0,95 \text{ - за зимния сезон (бели прозрачни пердета)}$$

$$F_{sh.gl} = 0,75 \text{ - за летния сезон (бели вътрешни непрозрачни щори)}$$

$g_{gl} = F_w \cdot g_{gl,n} = 0,9 \cdot g_{gl,n}$ коефициент на обща пропускателна способност на прозрачните елементи. Когато тези елементи не са разположени перпендикулярно на слънчевите лъчи (т.е. почти винаги) той се коригира с фактора $F_w=0,90$. Действителният коефициент на сумарна пропускливост на слънчева енергия при перпендикулярно лъчени:

$g_{gl,n}$ се определя по таблица 7 от Приложение 3. В нашият случай е прието:

$$g_{gl,n} = 0,67 \text{ - за двоен стъклопакет с К-стъкло}$$

$$g_{gl} = 0,9 \cdot 0,67 = 0,603$$

$F_F = 20\%$ - фактор (частта) на рамката на прозореца от общата повърхност. Приета е средна стойност и това, че всички прозорци са от един и същ вид.

$A_{w.p}$ - пълна площ на прозореца по зидарски мерки

С горните данни сме определили:

прозорци:

$$A_{sol.k} = 0,95 \cdot 0,603 \cdot (1 - 0,20) \cdot A_{w.p} = 0,458 \cdot A_{w.p} \text{ - за зимен режим}$$

$$A_{sol.k} = 0,75 \cdot 0,603 \cdot (1 - 0,20) \cdot A_{w.p} = 0,362 \cdot A_{w.p} \text{ - за летен режим}$$

2.2.2.4 Топлинният поток в резултат на излъчването на елемента "k" към небосвода се определя по формулата:

$$\Phi_{r.k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \text{ , [W]}$$

където

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (\theta_{ss} + 273)^3 \text{ , [W/m}^2\text{.K]} \text{ - коефициент на топлопреминаване чрез излъчване от повърхността към небосвода}$$

ε - степен на чернота на повърхностите. По таблица 3 от приложение X

$\varepsilon_{стени} = 0,9$ - за непрозрачни елементи

$\varepsilon_{проз.} = 0,55$ - за прозрачни елементи

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$, [W/m².K⁴] - Константа на Стефан - Болцман

$\theta_{ss} = 10$, [°C] - средна аритметична стойност на температурата на повърхност и температурата на небосвода. При липса на данни се приема 10°C.

с приетите по-горе данни е изчислен:

за стени $h_r = 4,6338$, [W/m².K]

прозорци $h_r = 2,8318$, [W/m².K]

$\Delta\theta_{er} = 11$, [°K] - средна температурна разлика между температурата на външния въздух и небосвода. Приема се 11°K

Съкратен запис на формулата със заместени стойности:

$$\Phi_{r.k} = 2,0389 \cdot U_c \cdot A_c \text{ , [W]} \text{ - за непрозрачни елементи (стени)}$$

$$\Phi_{r.k} = 1,246 \cdot U_c \cdot A_c \text{ , [W]} \text{ - за прозрачни елементи (прозорци)}$$

2.2.2.5 Определяне фактор на засенчване на приемащата слънчева енергия повърхност от външни причини. $F_{sh.ob}$

а) засенчване от други сгради:

б) засенчване от топография (хълмове и дървета)

Тези две подточки "а" и "б" се отразяват на коефициента F_{hor} от формулата по-долу.

Стойността на този коефициент се взема от таблица 9 на Приложение 3.

б) засенчване от козирки и други елементи на сградата

По тази подточка се определят коефициентите

F_{ov} - фактор на засенчване от козирки (по таблица 10 от Приложение 3)

F_{fin} - фактор на засенчване от странични сенници (по таблица 11 от Приложение 3)

формулата по която се определя фактора на засенчване е:

$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

		Засенчване на стени и прозорци от други сгради, хълмове и дървета.								F_{hor}							
№	елемент	°	С	°	СИ	°	И	°	ЮИ	°	Ю	°	ЮЗ	°	З	°	СЗ
ст. и проз.		10	1		0,981	10	0,962		0,972	10	0,982		0,972	10	0,962		0,981
		Засенчване на сградата от странични сенници (съседна сграда)								F_{fin}							
№	елемент	°	С	°	СИ	°	И	°	ЮИ	°	Ю	°	ЮЗ	°	З	°	СЗ
ст. и проз.		0	1		1	0	1		1	0	1		1	0	1		1
		Обобщено засенчване на стени и прозорци на сградата:								$F_{sh}'=F_{hor}.F_{fin}$							
№	елемент	°	С	°	СИ	°	И	°	ЮИ	°	Ю	°	ЮЗ	°	З	°	СЗ
ст. и проз.		10	1		0,981		0,962		0,972		0,982		0,972		0,962		0,981

В горната таблица се разглежда засенчването на цялата сграда, а в долната на прозорците, като е включено и засенчването на сградата. Тези стойности се ползват за непрозрачните елементи в точка 2.2.2.2

Ако няма засенчване в клетките въведете стойността 1

№	прозорци с сенник	Засенчване на прозорци от корнизи (горни сенници)									F _{ov}
		° С	° СИ	° И	° ЮИ	° Ю	° ЮЗ	° З	° СЗ		

1	открити	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
2	тип 1	30	0,91	30	0,896	30	0,882	30	0,885	30	0,888	30	0,885	30	0,882	30	0,896
3	тип 2	45	0,8	45	0,774	45	0,748	45	0,732	45	0,716	45	0,732	45	0,748	45	0,774
4	тип 3	60	0,664	60	0,616	60	0,568	60	0,514	60	0,46	60	0,514	60	0,568	60	0,616
№	прозорци	Обобщено засенчване на прозорци												$F_{sh}''=F_{sh}'\cdot F_{ov}$			
	с сенник	С	СИ	И	ЮИ	Ю	ЮЗ	З	СЗ								
1	открити	1	0,981	0,962	0,972	0,982	0,972	0,962	0,981								
2	тип 1	0,91	0,879	0,8485	0,8602	0,872	0,8602	0,8485	0,879								
3	тип 2	0,8	0,7593	0,7196	0,7115	0,7031	0,7115	0,7196	0,7593								
4	тип 3	0,664	0,6043	0,5464	0,4996	0,4517	0,4996	0,5464	0,6043								
№	прозорци	Средно-претеглена стойност на обобщеното засенчване за всички типове прозорци															
		С	СИ	И	ЮИ	Ю	ЮЗ	З	СЗ								
F_{sh} -средна		0	0,8661	0	0	0	0,8348	0	0								
Тези стойност се ползва за прозрачните елементи в точка 2.2.2.2																	

2.3. Определяне на годишната потребна енергия за вентилация

Определя се за всеки месец, като за периода на отопляване формулата е:

$$Q_{ve,z} = 1/1000 \cdot \{ N_{ve} \cdot (\theta_{i,n} - \theta_e) \} t, [kW]$$

а за охладителният период е:

$$Q_{ve,l} = 1/1000 \cdot \{ N_{ve} \cdot (\theta_{i,c} - \theta_e) \} t, [kW]$$

където:

N_{ve} , [W/K] - Коефициента на пренос на явна топлина с вентилационен въздух (виж точка 4.3).

$\theta_{i,n}$ = 17,41, [°C] - температура на зоната в зимен (отоплителен) режим

$\theta_{i,c}$ = 24,00, [°C] - температура на зоната в летен (охладителен) режим

θ_e , [°C] - средно месечна температура на външния въздух

t , [h] - продължителността на месеца в часове

Таблица с количеството енергия необходима за вентилацията на сградата по месеци

m №	Месец	t [h/месец]	θ_e [°C]	$\theta_{i,n}$ [°C]	$\theta_{i,c}$ [°C]	N_{ve} при [W/K]	Q_{ve} [kWh]
1	Януари	744,0	1,8	17,41		0,0	0,0
2	Февруари	672,0	3,4	17,41		0,0	0,0
3	Март	744,0	7,5	17,41		0,0	0,0
4	Април	720,0	12,5	17,41		0,0	0,0
5	Май	744,0	16,4		24,00	0,0	0,0
6	Юни	720,0	21,0		24,00	0,0	0,0
7	Юли	744,0	23,8		24,00	0,0	0,0
8	Август	744,0	23,5		24,00	0,0	0,0
9	Септември	720,0	19,4		24,00	0,0	0,0
10	Октомври	744,0	13,6	17,41		0,0	0,0
11	Ноември	720,0	8,4	17,41		0,0	0,0
12	Декември	744,0	3,8	17,41		0,0	0,0
Сума:							0

2.4. Определяне на годишната потребна енергия за битово горещо водоснабдяване (БГВ)

Потребната енергия съвпада с нетната и се определя по формулата:

$$Q_w = (p.c)_w \cdot V_w \cdot (\theta_w - \theta_o), [kW]$$

където:

$(p.c)_w$ = 1,161, [kWh/(m³.K)] - обемно изразен топлинен коефициент на водата

V_w , [m³] - обем на отопляваната вода за изчислителния период.

В Наредба 7 няма регламентирани нормативни количества топла вода за 1 човек. В по-старият вариант от 2004 г. на Наредбата те бяха регламентирани така:

V_w = 2, [m³] - на човек за месец;

V_w = 5, [m³] - на човек за отоплителния период;

V_w = 9, [m³] - на човек за годишно балансиране.

θ_w = 50, [°C] - температура на горещата вода

θ_o = 10, [°C] - температура на студената вода

2.5. Определяне на годишната потребна енергия за охлаждане

2.5.1 Сух охладителен товар.

Потребната енергия за охлаждане се определя за всеки месец по формулата:

$$Q_{C.nd} = Q_{C.gn} - \eta_{C.ls} \cdot Q_{C.ht} \text{ , [kWh]} \quad \text{при условие, че} \quad Q_{C.nd} \geq 0$$

където:

$Q_{C.gn}$, [kWh] - топлинните печалби в зоната за месеца

$Q_{C.ht}$, [kWh] - пълните топлинни загуби в зоната за месеца

$\eta_{C.ls}$, безразмерен фактор на оползотворяване на топлинните загуби в зоната за месеца. Определя в зависимост от стойността на отношението: $\eta_{C.ng} = \frac{Q_{C.ht}}{Q_{C.gn}}$

Като при:

$$\eta_{C.ng} > 0 \quad \text{и} \quad \eta_{C.ng} \neq 1 \quad \text{важи формулата:} \quad \eta_{C.ng} = \frac{1 - \eta_{C.ng}^{\alpha_n}}{1 - \eta_{C.ng}^{\alpha_n + 1}}$$

$$\eta_{C.ng} = 1 \quad \text{важи формулата:} \quad \eta_{C.ng} = \alpha_n / (\alpha_n + 1) = 6,8476 / 7,8476 = 0,873$$

$$\eta_{C.ng} < 0 \quad \text{важи формулата:} \quad \eta_{C.ng} = 1$$

Численият параметър α_n се определя по формулата:

$$\alpha_n = \alpha_{n,0} + \tau / \tau_{n,0} = 6,8476$$

Стойността му е определена в точка 2.2.

Определяне на годишната потребна енергия за охлаждане (по Наредба 7 - 2009)

$Q_{C.nd}$

m №	Месец	$Q_{C.ht,real}$ [kWh]	$Q_{C.ht,ref}$ [kWh]	$Q_{C.gn,real}$ [kWh]	$Q_{C.gn,ref}$ [kWh]	$\eta_{C.ng}$	α_n	$\eta_{C.ng}$	$Q_{C.nd,real}$ [kWh]	$Q_{C.nd,ref}$ [kWh]
5	Май	10404	15791	14474	14145	0,72	6,85	0,9683	4400	0
6	Юни	4100	6158	15391	15017	0,27	6,85	0,9999	11291	8860
7	Юли	278	419	15654	15278	0,02	6,85	1,0000	15376	14859
8	Август	431	785	16242	15855	0,03	6,85	1,0000	15812	15070
9	Септември	5380	8536	14611	14293	0,37	6,85	0,9993	9234	5764
Общо за годината:									56112	44552

определяне на стойностите на

$$Q_{C.ht} = Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \text{ , [kWh]} \text{ е направено в точка 2.2.1.}$$

а на

$$Q_{C.gn} = Q_{int} + Q_{sol} \text{ , [kWh]} \text{ е направено в точка 2.2.2.}$$

Годишната потребна енергия за охлаждане (сух товар)

m №	Месец	$Q_{C.nd,real}$ [kWh]	$Q_{C.nd,ref}$ [kWh]
5	Май	0	0
6	Юни	5646	4430
7	Юли	15376	14859
8	Август	15812	15070
9	Септември	6156	3842
Общо за год.		42989	38201

ден-градуси за месеца	ден-градуси за периода
235,6	0,0
90,0	45,0
6,2	6,2
15,5	15,5
138,0	92,0
158,7	

2.5.2 Латентен (влажностен) товар.

Определя се по формулата:

$$Q_{C.w} = Q_{a.w} + Q_{p.w} + Q_{e.w} \text{ , [kWh]}$$

където:

$Q_{C.w}$, [kWh] - топлина на влагата, която се отнема от зоната.

$Q_{a.w}$, [kWh] - топлина на влагата от инфилтрираният външен въздух.

$Q_{p.w}$, [kWh] - топлина на влагата отделена от хората.

$Q_{e.w}$, [kWh] - топлина на влагата от други източници отделящи я в зоната.

2.5.2.1 Определяне на топлината от инфилтрираният външен въздух.

Топлината на влагата от инфилтрираният външен въздух се определя по формулата:

$$Q_{a.w} = \frac{n \cdot V}{3600} \cdot (x_e + x_i) \cdot \rho_{da} \cdot 2501 \cdot t_c$$

n , [1/h] - кратност на циркуляция (определена е в точка 4.3)

V , [m³] - нетен охлаждаем обем (зона 1)

x_e , [kg/kg] - влагосъдържание на външният въздух, определено по месеци в зависимост от средномесечната температура и относителна влажност по формулата:

X_i ,[kg/kg] - влагосъдържание на вътрешният въздух, определено при влажност 50%

Влагосъдържанията се определят по формулата:

$$P_{w.s} = \frac{X_e}{\phi} = \frac{e^{(7.3458 + 0.0067 \cdot T / (-7235 / T))}}{p_{ws}} \cdot p_{ws} / 100 \quad , [kg/kg]$$

p_w = ϕ . p_{ws} / 100 , p_a - парциално налягане на водните пари.

ϕ ,% - относителна влажност на външният въздух за месеца.

p_{ws} , p_a - налягане на насищане на водните пари при външна месечна температура

B , p_a - барометрично налягане на въздуха (за Благоевград)

Налягането на насищане на водните пари се определя по формулата:

p_a - където $T = \theta_e + 273,15$ (абс. температура)

Забележка: В Наредба 7 формулата е грешно изписана. Там 7235 е дадено със запетая така 7,235

ρ_{da} ,[kg/m³] - плътността на вътрешният въздух определена по формулата:

$\rho_{da} = B / 286,9 \cdot T$,[kg/m³] - където $T = \theta_e + 273,15$ (абс. температура), а B - налягането.

t_c ,[h] - брой часове в месеца в които се ползва климатичната инсталация

Таблично представяне на основните данни необходими за определяне на

$Q_{a.w}$

m №	Месец	θ_e [°C]	ϕ [%]	$p_{ws,e}$ [Pa]	$p_{w,e}$ [Pa]	$p_{w,i}$ [Pa] $\phi=50\%$	B [Pa]	X_e [kg/kg]	X_i [kg/kg]	ρ_{da} [kg/m ³]
5	Май	16,4	72,0	1860	1339	1488	97040	0,0087	0,0097	1,14
6	Юни	21,0	69,0	2479	1711	1488	97040	0,0112	0,0097	1,14
7	Юли	23,8	62,0	2940	1823	1488	97040	0,0119	0,0097	1,14
8	Август	23,5	59,5	2887	1718	1488	97040	0,0112	0,0097	1,14
9	Септември	19,4	66,5	2246	1494	1488	97040	0,0097	0,0097	1,14

Таблично представяне на определянето на топлината от инфилтрация.

m №	Месец	t [h]	приета част от времето	t_c [h]	n [1/h]	V [m ³]	$Q_{a.w}$ [kWh]
5	Май	744,0	0%	0,0	0,5	2144	0,0
6	Юни	720,0	25%	180,0	0,5	2144	225,8
7	Юли	744,0	35%	260,4	0,5	2144	490,6
8	Август	744,0	30%	223,2	0,5	2144	288,6
9	Септември	720,0	15%	108,0	0,5	2144	3,7

Общо за год. 1009

Приетата част от времето в което работят климатиците зависи от запаса на мощност, които те имат и от това, че през нощта те не се ползват (т.е. тя следва да е по-малка от 50%)

2.5.2.2 Определяне на топлината на влагата отделена от хората.

В наредба 7 е дадена следната формула за определянето и:

$$Q_{p.w} = \dot{Q}_{p.w} \cdot t_p \quad , [kWh]$$

където: $\dot{Q}_{p.w}$,[kW] - е средна часова стойност на латентният топлинен поток от хора за периода на престоя им, като той се определя в зависимост от броя на хората и отделеният от един човек топлинен поток в зависимост от физическата му активност.

В точка 2.2.2.1 е определена пълната метаболична топлина която отделят хората в зоната и тя е включена в определянето на сумата от топлинните потоци в зоната. $\Sigma \Phi_{int,k}$ В нея влиза и влагата отделена от хс. Повторното и включване в изчисленията ще доведе до грешен краен резултат. По тази причина не я изчислявам.

2.5.2.2 Определяне на топлината на влагата отделена от други източници в зоната.

В наредба 7 е дадена следната формула за определянето и:

$$Q_{e.w} = \dot{Q}_{e.w} \cdot t_p$$

където: $\dot{Q}_{e.w}$,[kW] - е средна часова стойност на топлинен поток от влага от други източници за периода на отделянето им.

t_p ,[h] - сумата от часовете за месеца в които тези източници отделят топлина.

ако $t_p > t_c$ се приема $t_p = t_c$

За разглежданата сграда няма други източници на влага или топлина, които да не са описани в точка 2.2.1

Таблично представяне на годишната потребна енергия за охлаждане

m №	Месец	QC реална [kWh]	QC рефер. [kWh]
5	Май	0	0
6	Юни	5871	4656
7	Юли	15867	15349
8	Август	16100	15358
9	Септември	6160	3846
Общо за год.		43998	39210

в таблицата са сумирани сухият и латентен (влажностен) топлинен товар (енергия).

2.6. Определяне на годишната спестена енергия от рекуператори.

Q_r

В Наредба 7 от 2009 няма приложена формула за определянето на тази енергия. В по-старият вариант на същата наредба (от 2004 г.) в Приложение 3 формулата за определянето е:

$$Q_r = \sum \text{пинст} \cdot \eta_v \cdot V \cdot (\rho \cdot c)_a \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m \quad , [Wh]$$

Определя се за всяка инсталация и всеки месец, като:

пинст, [1/h] - кратност на циркулация на инсталацията с рекуператор

V, [m³] - нетен обем на зоната обслужвана от инсталацията.

Горните 2 члена могат да се заместят с дебита на инсталацията, понеже в случая той е известен.

Определен е в точка 4.3 за инсталация: **ОВ-1 включваща СВ-1 и НВ-1**

Дебита и е: $q_{ve} = 0$, [m³/h] като тук е включен и дебита причинен от разликата на налягане в смукателната и изхвърляща решетка при пад на налягане 50Pa.

$\eta_v = 48\%$ - ефективност на рекуператора. В случая е от тип въздух/въздух.

$(\rho \cdot c)_a = 0,34$, [Wh/(m³.K)] - специфичен обемен топлинен капацитет на въздуха.

θ_i , [°C] - температура на външният въздух през месеца

θ_e , [°C] - температура на вътрешният въздух през месеца

t_m , [h] - сумарно време в месеца през което се ползва инсталацията с рекуператор.

В случая то е средно 3 часа/ден и се изчислява в зависимост от продължителността на месеца

Таблица на количеството топлина спестено от рекуператора по месеци

m №	Месец	t [дена]	t _m [часа]	θ_i [°C]	θ_e [°C]	q_{ve} [m³/h]	η_v %	Q_r [kWh]
1	Януари	31	93	17,4	1,80	0,0	48%	0,0
2	Февруари	28	84	17,4	3,43	0,0	48%	0,0
3	Март	31	93	17,4	7,51	0,0	48%	0,0
4	Април	6	18	17,4	12,49	0,0	48%	0,0
5	Май	0	0	24,0	16,40	0,0	48%	0,0
6	Юни	15	45	24,0	21,00	0,0	48%	0,0
7	Юли	31	93	24,0	23,80	0,0	48%	0,0
8	Август	31	93	24,0	23,50	0,0	48%	0,0
9	Септември	10	30	24,0	19,40	0,0	48%	0,0
10	Октомври	3	9	17,4	13,57	0,0	48%	0,0
11	Ноември	30	90	17,4	8,41	0,0	48%	0,0
12	Декември	31	93	17,4	3,79	0,0	48%	0,0

Данните са определени за 2та режима отопление и охлаждане, като са съобразени с продължителности им. Получава се спестяване на енергия в отоплителен режим от: 0,0 [kWh], а за охладителният се получава обратен ефект от:

0,0 [kWh]. Понеже в по-голямата част от времето рекуператора не охлажда, а отоплява постъпващият свеж въздух. Това може да се компенсира с рекуператор с бай-пас, но в случая не е заложен такъв. Реално спестената годишна енергия е: 0,0 [kWh].

3. Определяне на brutната и първичната енергия за сградата.

Брутната енергия представлява действително необходимата енергия за поддържане на микроклимата в сградата, като към нея се добавят и загубите за преобразуване, пренос и разпределение, които се реализират в техническите системи на сградата и енергията необходима за транспортиране на топло/студо носителите. По-просто казано, брутната енергия е тази която е необходимо да се достави до сградата.

Първичната енергия е еквивалентна на брутната, като в нея се отчита загубите за производството, пренос и разпределение до сградата. Т.е. това е енергията, която не е била обект на процес на превръщане и/или на преработване в друг вид.

3.1. Определяне на Брутната енергия

3.1.1 Брутна потребна енергия за отопление

Определя се за всяка зона и месец по формулата:

$$Q_{H,m} = \frac{Q_{H,nd,m}}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g} + E_{H,sys,m} \text{ , [kWh]}$$

Където:

$Q_{H,nd,m}$, [kWh] е потребната енергия за отопляване на зоната за месеца. Определена в точка 2.2.

$E_{H,sys,m}$, [kWh] е допълнително необходимата енергия за работата на отоплителната инсталация. Примерно: електроенергия за циркуляционни помпи или вентилатори. В разглежданият Случай няма такава енергия.

$\eta_{sys} = \eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g$ Това произведение представлява ефективността на цялата система за отопление.

η_e - ефективност на отдаване на топлина от отоплителните тела към отопляемият обем. Формулите за определяне на този коефициент са дадени в БДС EN 15316-2,1, - 2,3;

η_d - ефективност на преноса и разпределението на топлина от източника до зоната. Това са загубите на тръбна разпределителна мрежа. Когато тя е разположена изцяло в отопляема зона може да се приеме, че няма такива, т.е. 1. Максималната стойност на загубите може да достигне до 15% или коефициент на ефективност 0,85.

η_a - ефективност на системата за автоматично управление на топлопредаването. Това са загубите които реализира инсталацията от неточно управление. Примерно прегряване на помещенията вследствие лоша регулация на температурата и др. Възможните стойности са: При добро (автоматично) управление: 1 при лошо управление 0,95 при ръчно управление 0,92

η_g - ефективност на генератора на топлина. За климатици се приема COP, а за котли КПД.

За изчисленията по-долу приемам, че:

53% от обема ще се отоплява с климатици;

$$\eta_{sys} = COP ; E_{H,sys,m} = 0$$

24% от електрически отоплителни тела;

$$\eta_{sys} = 0,99 ; E_{H,sys,m} = 0,1\% \cdot Q_{H,m}$$

23% от печки и камини на дърва;

$$\eta_{sys} = 0,70 ; E_{H,sys,m} = 0,0\% \cdot Q_{H,m}$$

Таблично определяне на брутната енергия за отопление

m №	Месец	$Q_{H,nd,m}$ [kWh]	Климатизи COP	Климатизи [kWh]	Ел. тела [kWh]	Дърва [kWh]	$Q_{H,m}$ [kWh]
1	Януари	12667	2,0	3357	3074	4162	10593
2	Февруари	8223	2,4	1816	1995	2702	6513
3	Март	2853	2,8	540	692	937	2170
4	Април	16	3,1	3	4	5	12
10	Октомври	1	3,1	0	0	0	1
11	Ноември	2764	2,8	523	671	908	2102
12	Декември	10644	2,4	2351	2583	3497	8431
Общо за год.				8589	9019	12212	29821

Таблично определяне на брутна референтна енергия за отопление

m №	Месец	$Q_{H,nd,m}$ реф. [kWh]	Климатизи COP	Климатизи [kWh]	Ел. тела [kWh]	Дърва [kWh]	$Q_{H,m-реф}$ [kWh]
1	Януари	23729	2,0	6288	5758	7797	19843
2	Февруари	17171	2,4	3792	4167	5642	13600
3	Март	9872	2,8	1869	2396	3244	7508
4	Април	1029	3,1	176	250	338	764
10	Октомври	440	3,1	75	107	144	326
11	Ноември	8935	2,8	1691	2168	2936	6795
12	Декември	20294	2,4	4482	4925	6668	16075
Общо за год.				18373	19770	26769	64911

Брутната енергия се получава по-малка от потребната за отопление понеже част от нея се доставя от климатици, а те имат коефициент на преобразуване (COP) по-голям от 1.

3.1.2 Брутна потребна енергия за охлаждане

Определя се за всяка зона и месец по формулата:

$$Q_{C,m} = \frac{Q_{C,nd,m} + Q_{C,w,m}}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g} + E_{C,sys,m} \text{ , [kWh]}$$

Където: $Q_{C,nd,m}$, [kWh] е потребната енергия за охлаждане на зоната за месеца. Сух товар.

$Q_{C,w,m}$, [kWh] е потребната енергия на влагата внесена в обема. Латентен товар.

Определени са в точка 2.5 има ги и като сума.

Останалите елементи на формулата са аналогични на тези в точка 3.2.1 (виж предният лист).

Климатизацията (охлаждането) ще се прави със стандартни климатици сплит система с коефициент на ефективност в режим охлаждане $ERR = \eta_{sys} = 3,00$ За тези системи няма $E_{C,sys,m} = 0\%$

Таблично определяне на брутната енергия за охлаждане

m		Q_{nd}	Q_w	$Q_{nd}+Q_w$	ERR	$Q_{C,m}$
№	Месец	[kWh]	[kWh]	[kWh]	η_{sys}	[kWh]
5	Май	0	0	0	3,00	0
6	Юни	5646	226	5871	3,00	1957
7	Юли	15376	491	15867	3,00	5289
8	Август	15812	289	16100	3,00	5367
9	Септември	6156	4	6160	3,00	2053
Общо за год.						14666

Таблично определяне на брутна референтна енергия за охлаждане

m		$Q_{nd,ref}$	Q_w	$Q_{nd}+Q_w$	ERR	$Q_{C,m}$
№	Месец	[kWh]	[kWh]	[kWh]	η_{sys}	[kWh]
5	Май	0	0	0	3,00	0
6	Юни	4430	226	4656	3,00	1552
7	Юли	14859	491	15349	3,00	5116
8	Август	15070	289	15358	3,00	5119
9	Септември	3842	4	3846	3,00	1282
Общо за год.						13070

3.1.3 Брутна потребна енергия за вентилация

Потребната енергия за вентилационните инсталации е изчислена в точка 2.3. Тя е: 0 , [kWh]

Към нея следва само да се добави енергията консумирана от вентилаторите. $E_{V,sys,m}$

В случай, че вентилационната инсталация е от тип с предварително загряване или охлаждане на въздуха или се прави овлажняване (изсушаване) на въздуха и това не е включено в изчисленията по определянето и, тогава брутната потребна енергия се определя по формулите:

3.1.3.1 За зимен отоплителен период:

$$Q_{V,m} = \left(\frac{1}{3600} \right) \frac{q_{ve,m} \sum_{i_m} \sum_{j=jb}^{je} (\rho_{e,j} \cdot h_{e,j} - \rho_{sup,m} \cdot h_{sup,m})}{(\eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g)} (1 - \eta_r) + E_{V,sys,m} \text{ , [kWh]}$$

3.1.3.2 За летен охладителен период:

$$Q_{V,m} = \left(\frac{1}{3600} \right) \frac{q_{ve,m} \sum_{i_m} \sum_{j=jb}^{je} (\rho_{e,j} \cdot h_{e,j} - \rho_{sup,m} \cdot h_{sup,m})}{(\eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g)} + E_{V,sys,m} \text{ , [kWh]}$$

Понеже в разглежданият случай енергията необходима за вентилационните инсталации са определени изцяло, няма нужда от изчисляване по горните формули. По-долу е определена само допълнителната енергия необходима за работата на вентилационните инсталации: $E_{V,sys,m}$ Данните за дебитите и режимите на работа на вентилационните инсталации са определени в точка 4.3. Енергията е определена като функция на дебита за година, напора на инсталацията и КПД-то.

$$N_{el} = \frac{Q \cdot H}{3600 \cdot \eta} \text{ , W}$$

Където: η = 50% , КПД на системата мотор, вентилатор, предавка (от 45 до 60%).

ρ = 1,14 , [kg/m³] - плътност на въздуха

Q , [m³/h] - дебит на инсталацията за година.

H , [Pa] - чист напор на съоръжението

Таблично определяне на енергията необходима за вентилаторите - $E_{V,sys,m}$

Вентилационна инсталация	q_{ve}	Q	H	Нел.
--------------------------	----------	-----	-----	------

(виж точка 4.3)	[m³/h]	[m³/год.]	[Pa]	[kWh]
	0,0	0	80	0,0
Общо:				0,0

Брутна потребна енергия за вентилационните инсталации е равна на референтната: $Q_{W,ref}$,[kWh]

3.1.4 Брутна потребна енергия за битово горещо водоснабдяване БГВ

Определя се за всяка зона и месец по формулата:

$$Q_{W,m} = \frac{Q_{W,nd,m}}{\eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g} + E_{W,sys,m} \text{ ,[kWh]}$$

Където: $Q_{W,nd,m}$,[kWh] е потребната енергия за БГВ на зоната за месеца. Определена в точка 2.4.

$E_{W,sys,m}$,[kWh] е допълнително необходимата енергия за работата на БГВ инсталацията.

Примерно: електроенергия за циркуляционни помпи. В случая няма такава.

$$\eta_{sys} = \eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_g \text{ Това произведение представлява ефективността на цялата система за загряване на водата. } \eta_{sys} = 1 \cdot 0,97 \cdot 0,96 = 0,9312$$

η_d = 1 - ефективност на обемното съхранение (акумулирането), преноса и разпределението на водата от бойлера до консуматорите.

η_a = 0,97 - ефективност на автоматичното управление (1/0,95/0,92-автом./лошо/ръчно)

η_g = 0,96 - ефективност на генератора на топлина (за ЕЛ-нагреватели е 0,995).

При слънчева инсталация този коефициент може да надвиши 1.

Топлата вода за обекта се доставя изцяло от електрически бойлери и стойностите на $E_{W,sys,m}$ и η_{sys} не се променят през различните месеци. Т.е. Брутната енергия може да се определи точно през потребната годишна

$$Q_W = \frac{34054}{0,9312} + 0 = 36570 \text{ ,[kWh]}$$

Референтната брутна енергия за БГВ е равна на изчислителната.

3.1.5 Обобщаване на данните за Брутна потребна енергия за сградата.

Брутната потребна енергия за сградата може да се доставя с различни енергоносители.

По-долу те са систематизирани и описани по месеци. В конкретният случай има електроенергия и дърва за огрев.

Таблица с количеството брутна енергия по месеци

m №	Месец	Отопление		Охлаждане	Вентилация	БГВ	други невл.	Σ брутна енерг. [kWh]
		ЕЛ [kWh]	Дърва	ЕЛ [kWh]	ЕЛ [kWh]	ЕЛ [kWh]	на бал. kWh	
1	Януари	6431	4162		0	3106	2175	15874
2	Февруари	3811	2702		0	2805	2175	11494
3	Март	1232	937		0	3106	2175	7451
4	Април	7	5		0	3006	2175	5193
5	Май	0	0	0	0	3106	2175	5281
6	Юни	0	0	1957	0	3006	2175	7138
7	Юли	0	0	5289	0	3106	2175	10570
8	Август	0	0	5367	0	3106	2175	10648
9	Септември	0	0	2053	0	3006	2175	7234
10	Октомври	0	0		0	3106	2175	5282
11	Ноември	1194	908		0	3006	2175	7283
12	Декември	4934	3497		0	3106	2175	13713
Общо за год.		17609	12212	14666	0	36570	26105	107162

Таблица с количеството брутна референтна енергия по месеци

m №	Месец	Отопление		Охлаждане	Вентилация	БГВ	други невл.	Σ брутна енерг. [kWh]
		ЕЛ [kWh]	Дърва	ЕЛ [kWh]	ЕЛ [kWh]	ЕЛ [kWh]	на бал. kWh	
1	Януари	12046	7797		0	3106	2175	25124
2	Февруари	7958	5642		0	2805	2175	18581
3	Март	4264	3244		0	3106	2175	12789
4	Април	426	338		0	3006	2175	5945
5	Май	0	0	0	0	3106	2175	5281
6	Юни	0	0	1552	0	3006	2175	6733
7	Юли	0	0	5116	0	3106	2175	10398
8	Август	0	0	5119	0	3106	2175	10401

9	Септември	0	0	1282	0	3006	2175	6463
10	Октомври	182	144		0	3106	2175	5608
11	Ноември	3860	2936		0	3006	2175	11977
12	Декември	9406	6668		0	3106	2175	21356
Общо за год.		38143	26769	13070	0	36570	26105	140656

3.2. Определяне на Първичната енергия.

Определянето на първичната енергия се прави по формулата:

$$Q_p = \sum Q_i \cdot \epsilon_{p,i} \quad ,[\text{kWh}]$$

където:

Q_i ,[kWh] - е количеството брутна потребна енергия на "i-тия" енергоносител.

$\epsilon_{p,i}$ - коефициент отчитащ загубите за добив/производство и пренос на "i-тата" съставляваща на брутната потребна енергия. По таблица 1 от Приложение 3.

В конкретният обект има 2 използвани енергоносителя:

1 Електроенергия 94949 ,[kWh] със $\epsilon_{p,i} = 3,00$ $Q_{p,1} = 284848$,[kWh]

2 Дърва за огрев 12212 ,[kWh] със $\epsilon_{p,i} = 1,05$ $Q_{p,2} = 12823$,[kWh]

Общото количество първична енергия което консумира сградата за 1 година е: $Q_p = 297671$,[kWh]

Общото количество първична енергия за референтна сградата за 1 година е: $Q_{p,r} = 369769$,[kWh]

4. Изчисляване на показатели необходими за изчисленията по точка 2

4.1. Изчисляване на коефициента на пренос на топлина през ограждащите зоната елементи по методиката за определяне на обобщеният коефициент на топлопреминаване.

$$N_{tr,adj,o} = \sum U_{k,A_k} = 1165,4 \quad ,[\text{W/K}] \text{ - по детайли}$$

$$N_{tr,adj,p} = \sum U_{k,A_k} = 1204,8 \quad ,[\text{W/K}] \text{ - референтната стойност}$$

Обобщеният коефициент на топлопреминаване на ограждащата е: $\frac{1165,4}{2403,6} = 0,485$,[W/m².K]

Референтният коефициент на топлопреминаване на ограждащата е: $\frac{1204,8}{2403,6} = 0,501$,[W/m².K]

4.2. Изчисляване на коефициента на пренос на топлина през ограждащите зоната елементи по пълната методика на Приложение 3

Формулата по която се определя коефициента за пренос на топлина е:

$$N_{tr} = N_D + N_g + N_U + N_A \quad ,[\text{W/K}]$$

Изчислява се за реално заложените в обекта ограждащи елементи и с референтни стойности:

$$N_{tr} = 1192,8 + 200,34 + 0 + 0 = 1393,2 \quad ,[\text{W/K}] \text{ - по детайли}$$

$$N_{tr,p} = 2085,3 + 260,55 + 0 + 0 = 2345,8 \quad ,[\text{W/K}] \text{ - референтни}$$

където:

$N_D = 1192,8$,[W/K] коеф.на пренос на топлина през ограждащи елементи граничещи с въздух

$N_{D,p} = 2085,3$,[W/K] също, но с референтни стойности на U

$N_g = 200,3$,[W/K] коеф.на пренос на топлина през ограждащи елементи граничещи с земя

$N_{g,p} = 260,6$,[W/K] също, но с референтни стойности на U

$N_U = 0$,[W/K] коеф.на пренос на топлина през елементи граничещи с неотопляеми обем

$N_{U,p} = 0$,[W/K] също, но с референтни стойности на U

$N_A = 0$,[W/K] коеф.на пренос на топлина през елементи граничещи с прилепени сгради

$N_{A,p} = 0$,[W/K] също, но с референтни стойности на U (такова няма и за U_p е приет 0,5).

Коефициента на пренос на топлина през ограждащи елементи граничещи с въздух се определя по формулата:

$$N_D = \sum U_i A_i + \sum (l_k \cdot \Psi_k) + \sum \chi_j = 1014,6 + 178,2 + 0 = 1192,8 \quad ,[\text{W/K}]$$

$$N_{D,p} = 993,8 + 1091,5 + 0 = 2085,3 \quad ,[\text{W/K}]$$

За определяне на референтната стойност е заложено: $\Psi_g = 0,60$,[W/m.K] по чл.11 ал.2

Коефициента на пренос на топлина през елементи граничещи с неотопляеми обеми.

Разглежданата сграда няма такива елементи. Приети са стойности:

$$N_U = 0 \quad ,[\text{W/K}] \quad N_{U,p} = 0 \quad ,[\text{W/K}]$$

Коефициента на пренос на топлина през елементи граничещи с прилепени сгради се определя по формулата:

$$N_A = b \cdot N_{iA} = 0,1203 \cdot 0 = 0 \quad ,[\text{W/K}] \text{ - по детайл C}$$

$$H_{A,p} = 0 \text{ , [W/K] референтна } U = 0,5$$

$$\text{където: } b = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e} = \frac{17,414 - 16}{17,414 - 5,67} = 0,1203 \text{ , безразмерен температурен фактор}$$

$$H_{iA} = A_{\text{калк}} \cdot U_{\text{калк}} = 0 \cdot 0,5 = 0 \text{ , [W/K]}$$

$$\theta_i = 17,414 \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{вътрешна температура на зоната (приета е средната зимна за сградата)}$$

$$\theta_e = 5,67 \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{средна външна температура за месеца температура (средна зимна)}$$

$$\theta_a = 16 \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{температура на прилепената сграда. Данни за нея няма!}$$

$$A_{\text{калк}} = 0 \text{ , [m}^2\text{]} - \text{площ на ограждението граничещо със съседната сграда}$$

$$U_{\text{калк}} = U_{C5} = 0,5 \text{ , [W/m}^2\text{.K]}$$

4.3. Определяне на коефициента на пренос на явна топлина с вентилационен въздух.

Определя се за всеки месец по формулата. Смисъла да се определя всеки месец е в промяната на безразмерният коефициент $b_{ve,k}$. Той не се променя, а е равен на 1 ако $\theta_{k,sup} = \theta_e$ (както е в случая).

$$H_{ve} = (\rho \cdot c)_a \cdot \sum b_{ve,k} \cdot q_{ve,k} \text{ , [W/K]}$$

$$\text{където: } (\rho \cdot c)_a = 0,34 \text{ , [Wh/(m}^3\text{.K)]} - \text{специфичен обемен топлинен капацитет на въздуха.}$$

ЗИМЕН РЕЖИМ

$$b_{ve,k} = \frac{\theta_i - \theta_{k,sup}}{\theta_i - \theta_e} \text{ , безразмерен температурен фактор, най-често той е 1, но може да придобие друга стойност ако } \theta_{k,sup} \text{ е различна от } \theta_e.$$

$$\theta_i = 17,414 \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{вътрешна температура на зоната (приета е средната зимна за сградата)}$$

$$\theta_e = 5,67 \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{средна външна температура за месеца температура (средна зимна)}$$

$$\theta_{k,sup} \text{ , [}^\circ\text{C]} - \text{температура на постъпващият въздух (приема се външната по месеци).}$$

$$q_{ve,k} \text{ , [m}^3\text{/h]} - \text{средномесечен дебит в час на постъпващият въздух. Определя се за естествена и принудителните вентилации по видове по формулите:}$$

За естествена вентилация (инфилтрация).

$$q_{ve} = n \cdot V = 0,35 \cdot 4376,4 = 1531,7 \text{ , [m}^3\text{/h]} - \text{може да се променя!}$$

$$n = 0,35 \text{ , [1/h]} - \text{кратност на циркулация (<0,7 съгласно чл.14 от Наредба 7)}$$

$$V = 4376,4 \text{ , [m}^3\text{]} - \text{нетен отопляем обем. В летен режим той е по-малък (само зона 1)}$$

За принудителни вентилационни инсталации - инсталациите са разделени на 4 вида (виж обяснителната записка)

формулата по която се определя дебита им е:

$$q_{ve} = q_{ve,f} + q_{ve,x}$$

За ОВ-1 включваща СВ-1 и НВ-1

$$q_{ve} = 0 + 0 = 0 \text{ , [m}^3\text{/h]}$$

$$\text{където: } q_{ve,f} = 0 \text{ , [m}^3\text{/h]} - \text{дебит на нагнетателната инсталация (НВ-1 от записката)}$$

$$q_{ve,e} = 0 \text{ , [m}^3\text{/h]} - \text{дебит на смукателната инсталация (СВ-1 от записката)}$$

$$V = 0 \text{ , [m}^3\text{]} - \text{вентилиран обем от ОВ-1}$$

$$q_{ve,x} = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f_e}{e} \cdot \left(\frac{q_{ve,f} - q_{ve,e}}{V \cdot n_{50}} \right)^2} = 0 \text{ , [m}^3\text{/h]}$$

$$n_{50} = 1,5 \text{ , [1/h]} - \text{средночасова кратност на въздухообмена за пространството при разлика между наляганията наляганията вън и вътре 50 Pa с отчитане на съпротивлението на входящият отвор.}$$

Отчита се от таблица 6 към Приложение 3. Приета е стойност за сграда с висока въздухоплътност.

$$e = 0,01 - \text{Коефициент за защитеност от вятъра (таблица 5 при 1 фасада и защитено разположение)}$$

$$f_e = 20 - \text{Коефициент за защитеност от вятъра (таблица 5 при 1 фасада)}$$

Инсталацията се ползва с прекъсване, като на ден тя работи до: 3 часа./ден (виж точка 2.6)

$$\text{при този режим дебита е: } q_{ve} = 0 \text{ , [m}^3\text{/h]}$$

$$\text{Общата изчислителна стойност на дебита за всички принудителни вентилации е: } 0 \text{ , [m}^3\text{/h]}$$

Таблично определяне на загубите от вентилационен въздух:

m №	Месец	θ_i [$^\circ\text{C}$]	θ_e [$^\circ\text{C}$]	$\theta_{k,sup}$ [$^\circ\text{C}$]	$b_{ve,k}$	n [1/h]	V [m ³]	H _{ve,ест} [W/K]	H _{ve,прин} [W/K]	H _{ve,общ} [W/K]
1	Януари	17,4	1,80	1,8	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
2	Февруари	17,4	3,43	3,4	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
3	Март	17,4	7,51	7,5	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
4	Април	17,4	12,49	12,5	1,0	0,50	4376	744	0	744,0

5	Май	24,0	16,40	16,4	1,0	0,50	2144	364	0	364,5
6	Юни	24,0	21,00	21,0	1,0	0,50	2144	364	0	364,5
7	Юли	24,0	23,80	23,8	1,0	0,50	2144	364	0	364,5
8	Август	24,0	23,50	23,5	1,0	0,50	2144	364	0	364,5
9	Септември	24,0	19,40	19,4	1,0	0,50	2144	364	0	364,5
10	Октомври	17,4	13,57	13,6	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
11	Ноември	17,4	8,41	8,4	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
12	Декември	17,4	3,79	3,8	1,0	0,50	4376	744	0	744,0
							Суми:	7030	0	7030

4.4. Определяне на топлинният поток през земята, причинен от топлинната и инертност изчислява се по формулата:

$$\Phi_g = \frac{1}{(\theta_i - \theta_e)} \left\{ -H_{pi} \cdot \hat{\theta}_i \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{m - \tau + \alpha}{12} \right) + H_{pe} \cdot \hat{\theta}_e \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{m - \tau - \beta}{12} \right) \right\}$$

Където:

H_{pi} ,[W/K] - Вътрешен коефициент на периодичен пренос на топлина. Виж точка 4.4.1

H_{pe} ,[W/K] - Външен коефициент на периодичен пренос на топлина. Виж точка 4.4.2

θ_i = 17,41 ,[°C] - Средномесечна температура на вътрешният въздух

$\hat{\theta}_i$ = 4 ,[°C] - амплитуда на средномесечна температура на вътрешният въздух

θ_e ,[°C] - Средномесечна температура на външният въздух - по таблица 2 от Приложение 2

$\hat{\theta}_e$,[°C] - амплитуда на средномесечна температура на външният въздух от табл.2 от прил.Х

m - номер на месеца (за януари е 1 останалите с нарастване)

τ = 1 - номерът на месеца с най-ниска температура

α - времето на фазово изпреварване на цикъла на топлинният поток по отношение на цикъла на температурата на вътрешният въздух в месеците. Определя се по:

$$\alpha = 1,5 - \frac{12}{2\pi} \cdot \arctan \left(\frac{dt}{dt + \delta} \right)$$

$$\alpha = 1,5 - 1,9099 \cdot \arctan \left(\frac{1,009}{1,009 + 3,17} \right) = 1,0473$$

dt - е приведената дебелина на пода. Изчислена е по видове в точки П1

dt = 1,009 ,[m] - за под върху земя на отопляем надземен етаж (П1).

За изчисленията приемам средна стойност: dt = 1,009 ,[m] разликите са минимални.

β - коефициент на фазово закъснение на цикъла на топлинният поток по отношение на цикъла на температурата на външният въздух в месеците. Определя се по:

$$\beta = 1,5 - 0,42 \ln \left(\frac{\delta}{dt + 1} \right) = 1,3088$$

Таблично представяне на резултатите на топлинният поток през земята

m №	Месец	θ_i [°C]	$\hat{\theta}_i$ [°C]	θ_e [°C]	$\hat{\theta}_e$ [°C]	α [h]	β -	H_{pi} [W/K]	H_{pe} [W/K]	Φ_g [W/K]
1	Януари	17,4	4	1,80	7,5	1,05	1,309	154,34	70,96	-7
2	Февруари	17,4	4	3,43	8,2	1,05	1,309	154,34	70,96	20
3	Март	17,4	4	7,51	7,9	1,05	1,309	154,34	70,96	54
4	Април	17,4	4	12,49	7,2	1,05	1,309	154,34	70,96	131
5	Май	24,0	4	16,4	7,3	1,05	1,309	154,34	70,96	82
6	Юни	24,0	4	21,0	7,8	1,05	1,309	154,34	70,96	140
7	Юли	24,0	4	23,8	9,2	1,05	1,309	154,34	70,96	107
8	Август	24,0	4	23,5	8,5	1,05	1,309	154,34	70,96	-600
9	Септември	24,0	4	19,4	9,0	1,05	1,309	154,34	70,96	-133
10	Октомври	17,4	4	13,57	8,9	1,05	1,309	154,34	70,96	-188
11	Ноември	17,4	4	8,41	6,6	1,05	1,309	154,34	70,96	-69
12	Декември	17,4	4	3,79	7,3	1,05	1,309	154,34	70,96	-32

4.4.1. Определяне на вътрешен коефициент на периодичен пренос на топлина H_{pi}

Изчислява се с различни формули в зависимост от вида на пода. Ако някоя стойност на А е равна на 0, значи на обекта няма от този тип ограждение.

4.4.1.1 При подземен неотопляем етаж. Виж точка П1.

$$H_{pi} = \left[\frac{1}{A \cdot U_f} + \frac{1}{(A + z \cdot P) \cdot \frac{\lambda}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V} \right]^{-1} = 154,34 \text{ , [W/K]}$$

4.4.2. Определяне на вътрешен коефициент на периодичен пренос на топлина **Нре**
Изчислява се с различни формули в зависимост от вида на пода. Ако някоя стойност е равна на 0, значи на обекта няма от този тип ограждение.

4.4.2.1 При подземен неотопляем етаж. Виж точка П1.

$$H_{pe} = A \cdot U_f \frac{0,37 \cdot P \cdot \lambda \cdot (2 - e^{-z/\delta}) \ln \left(\frac{\delta}{d_i} + 1 \right) + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}{(A + z \cdot p) \cdot \frac{\lambda}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V + A \cdot U_f} = 70,96 \text{ , [W/K]}$$

5. Изчисления за влагуустойчивост, въздухопропускливост и водонепропускливост.

Съгласно чл.18 на Наредба 7 сградните ограждащи конструкции и елементи на отопляеми сгради с продължителна относителна влажност на въздуха под 70% се изчисляват за евентуален кондензен пад. Изчисленията се правят за всички външни ограждащи конструкции и елементи (без граничещите с земя), както и за вътрешни елементи граничещи с не пространства.

5.1. Образуване на конденз по вътрешни повърхности.

Образуването на конденз по вътрешните повърхности на външните ограждения се предотвратява ако техният коефициент на топлопреминаване удовлетворява условието:

$$U \leq \alpha_i \cdot \frac{(\theta_i - \theta_s)}{\theta_i - \theta_e}$$

където: α_i = $1/R_{si}$, [W/m².°K] - коефициент на топлопредаване на вътрешната повърхност.

Зависи от посоката на топлообмена, като:

α_i = 10,00 , [W/m².°K] - за хоризонтална повърхност и топлинен поток нагоре

α_i = 7,692 , [W/m².°K] - за вертикална повърхност

α_i = 5,882 , [W/m².°K] - за хоризонтална повърхност и топлинен поток надолу

θ_i = 17,4 , [°C] - вътрешна температура

θ_e = -14 , [°C] - минимална външна температура

θ_s = 11,1 , [°C] - температура на оросяване по таблица 1 от приложение 7 към Наредба 7. приета е стойност за 17 , [°C] вътрешна температура и 60% влажност.

$$\begin{array}{ll} \text{обобщен } U \text{ за стени} = 0,2619 & U \leq 7,6923 \cdot \frac{(17,414 - 11,1)}{17,414 - -14} = \underline{1,546} \text{ , [W/m}^2\text{.°K]} \\ \text{обобщен } U \text{ за прозорци} = 1,5202 & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{обобщен } U \text{ за тавани} = 0,2799 & U \leq 10 \cdot \frac{(17,414 - 11,1)}{17,414 - -14} = \underline{2,010} \text{ , [W/m}^2\text{.°K]} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{обобщен } U \text{ за подове} = 0,3507 & U \leq 5,8824 \cdot \frac{(17,414 - 11,1)}{17,414 - -14} = \underline{1,182} \text{ , [W/m}^2\text{.°K]} \end{array}$$

Всички заложи в проекта конструктивни елементи отговарят на условието от чл.19 ал.1 (формулата). При относителна влажност в помещенията над 70% по прозорците ще се появи влага.

5.2. Дифузионно проникване на влага.

Водните пари проникващи във вътрешността на ограждащите конструкции не причиняват вреда когато:

1. Общата влажност на материала x'_{uk} , в структурата на който са кондензирали пари в края на изчислителният период е по-малка от максимално допустимата x_{max} . Формулата е:

$$x'_{uk} = x'_r + \Delta x_{dif} \leq x_{max} \text{ \%}$$

Където:

x'_r , % - експлоатационната влажност на материала. От табл.2 от Приложение 4 (и за x_{max} - също)

Изчислява се съгласно Приложение 6

 Δx_{dif}

се изпарява през периода на съхнене на конструкцията.

$$\Delta x_{\text{dif}}' = \frac{100}{d_z} \cdot \frac{W_k}{\rho} \quad \%$$

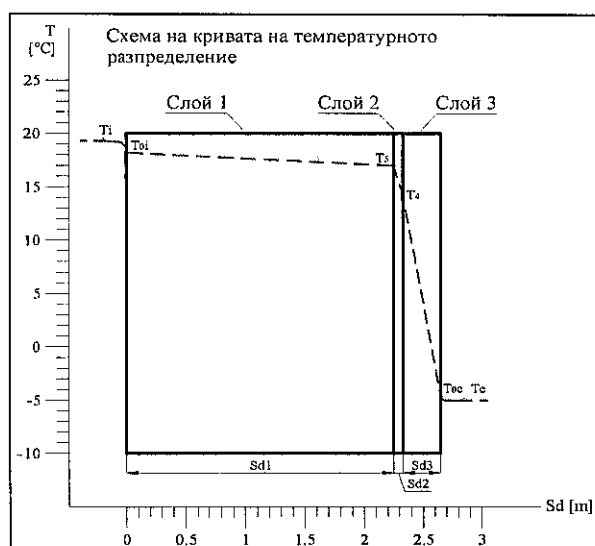
d_z , [m] - широчина на зоната на кондензация (определя се графично)

ρ , [kg/m³] - плътност на материала в зоната на кондензация (таблица 1 от приложение 4).

Таблично представяне на резултатите за съставяне на диаграма за дифузионно овлажняване:

m №	Месец	θ_1 [°C]	θ_2 [°C]	ϕ_1 [%]	ϕ_2 [%]	q [W/m ²]	θ_{01} [°C]	θ_5 [°C]	θ_4 [°C]	θ_3 [°C]
1	Януари	17,4	1,80	40,0	50,0	4,9	16,8	14,4	14,4	2,1
2	Февруари	17,4	3,43	45,0	55,0	4,4	16,8	14,7	14,7	3,7
3	Март	17,4	7,51	45,0	55,0	3,1	17,0	15,5	15,5	7,7
4	Април	17,4	12,49	50,0	60,0	1,5	17,2	16,5	16,5	12,6
5	Май	24,0	16,4	50,0	72,0	2,4	23,7	22,5	22,5	16,6
6	Юни	24,0	21,0	50,0	69,0	0,9	23,9	23,4	23,4	21,1
7	Юли	24,0	23,8	50,0	62,0	0,06	24,0	24,0	24,0	23,8
8	Август	24,0	23,5	50,0	59,5	0,16	24,0	23,9	23,9	23,5
9	Септември	24,0	19,4	50,0	66,5	1,4	23,8	23,1	23,1	19,5
10	Октомври	17,4	13,57	45,0	55,0	1,2	17,3	16,7	16,7	13,7
11	Ноември	17,4	8,41	45,0	55,0	2,8	17,0	15,7	15,7	8,6
12	Декември	17,4	3,79	40,0	50,0	4,3	16,9	14,8	14,8	4,1
По член 22		17,4	-5,0	50,0	0,9	7,0	16,5	13,1	13,1	-4,5

m №	Месец	θ_{02} [°C]	p _{1,max} [Pa]	p ₁ [Pa]	p _{2,max} [Pa]	p ₂ [Pa]	p ₀₁ [Pa]	p _{1,max 5} [Pa]	p _{1,max 4} [Pa]	p _{1,max 3-02} [Pa]
1	Януари	2,0	1983	793	694	347	1905	1638	1633	710
2	Февруари	3,6	1983	892	779	429	1913	1672	1667	795
3	Март	7,6	1983	892	1034	569	1933	1758	1754	1049
4	Април	12,5	1983	992	1444	866	1958	1868	1866	1453
5	Май	16,5	2975	1488	1860	1339	2920	2725	2721	1878
6	Юни	21,0	2975	1488	2479	1711	2953	2874	2872	2489
7	Юли	23,8	2975	1488	2940	1823	2974	2968	2968	2940
8	Август	23,5	2975	1488	2887	1718	2971	2958	2958	2889
9	Септември	19,5	2975	1488	2246	1494	2942	2821	2819	2259
10	Октомври	13,6	1983	892	1550	853	1963	1893	1891	1558
11	Ноември	8,5	1983	892	1100	605	1937	1777	1774	1114
12	Декември	4,0	1983	793	799	400	1914	1679	1675	815
По член 22		-4,7	1983	992	421	4	1871	1505	1499	435



В случай, че има засичане трябва да се изчисли продължителността на периода в което има натрупване на влага и се провери, дали натрупалата се влага е по-висока от максимално допустимите за конструктивните елементи на стена та и дали в периода на изсушаване тя успява да се изпари. За сгради без климатични инсталации това може да се прави по съкратена методика (съгласно чл.21 от Наредба 7), като се приема:

$$\theta_i = \theta_e = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_i = \phi_e = 65\%$$

$$\text{Период на изсъхване} \quad 1440 \text{ [h]}$$

За сгради с климатични инсталации в Наредбата не е упоменато как се изчислява. Най-вярно определене на продължителността на периодите на овлажняване и съхнене на конструкцията се получава, като се построят графиките за всички месеци (данните са дадени в таблицата по-горе) и се види в кои от месеците има засичане. След това да се определят средните стойности на: θ_i , θ_e , ϕ_i и ϕ_e за 2-та периода (овлажняване и изсъхване) и по тях да се изчисли действително натрупаната влага и изпаряването и в периода на съхнене.

Възможно е да се получи, че няма натрупване на влага в нито един от месеците, въпреки това че по изчисленията съгласно чл.22 излиза, че има.

5.3. Въздухопропускливост и водонепропускливост на прозорци и врати.

При закупуването на тези елементи Инвеститора трябва да се съобрази със следните условия:

Съгласно чл. 23 елементите трябва да удовлетвореват най-малко:

- 1 Клас 1 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207, и за водонепропускливост БДС EN 1027, при свръх налягане 150 Pa. За ниско строителство за прозорци и врати на 1 и 2-ри етаж.
- 2 Клас 1 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207, и за водонепропускливост БДС EN 1027, при свръх налягане 300 Pa. За ниско и средно строителство за прозорци и врати на 3 и 4-ти етаж.
- 3 Клас 3 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207, и за водонепропускливост БДС EN 1027, при свръх налягане 600 Pa. За високо строителство за прозорци и врати над 4-ти етаж.

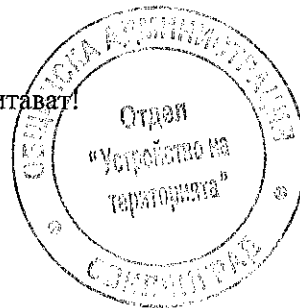
Изискванията за водонепропускливост не се прилагат за прозорци и врати които не са изложени на преки метеорологични въздействия.

6. Оценка на действителната защита на остъклена фасада от слънчево греене.

Съгласно чл. 24 на Наредба 7 остъклените фасади с изключение на северните или естествено защитените се защитават от слънчево греене. Качеството на защитата трябва да отговаря на условието:

$$f_{st,g} \leq 0,25$$

В обекта няма фасади които следва да се защитават!



Изчисляване на коефициента на топлопреминаване U, [W/m² °K] - за различни видове външни стени, прозорци и врати

топлофизичните характеристики на строителните елементи се вземат от
таблица 1 от Приложение 4 към Наредба 7 - 2009 г.

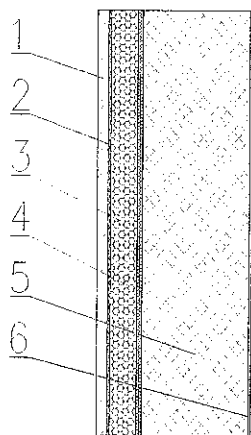
За елементи които са придружени със сертификат и доклад за съответствие са ползвани
стойностите описани в техническата им документация.

Основната част от външните стени на сградата са изградени от фасадни стоманобетонни панели със слой керамзитобетон в средата, измазани отвътре и отвън с варопясъчна мазилка. В направеното обследване на Енергийна Ефективност е изчислен обобщения коефициент на топлопреминаване на този елемент U= 1,54 W/m² .°K.

От изчисления обобщен коефициент трябва да се извадят коефициентите на топлопредаване от/към външен/вътрешен въздух Rse и Rsi тъй като те участват допълнително в изчисленията. Така полученият коефициент на топлопреминаване на този елемент U= 2,09 W/m² .°K.

№ С1 ВЪНШНА СТЕНА - Фасаден панел 20 см. двустранно измазан с топлоизолация

Детайл № С-1



1. Външна мазилка

дебелина	b =	2 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,87 [W/m.K]

2. Укрепваща армировка: РЕ-мрежа

3. Експандиран полистирен EPS

дебелина	b =	10,0 [cm]
плътност	ρ =	17 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,033 [W/m.K]

4. Запелваща мазилка: цименто-пясъчен р-р.

дебелина	b =	0,9 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,7 [W/m.K]

5. Стена: Фасаден СБ панел

дебелина	b =	20 [cm]
коэф.на топлопреминаване U	=	2,09 [W/m ² .°K]

6. Гипсова шпакловка

дебелина	b =	1 [cm]
плътност	ρ =	1200 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,5 [W/m.K]

коефициента на термично съпротивление на стената е:

$$R_{C1} = 0,13 + \frac{0,020}{0,87} + \frac{0,100}{0,033} + \frac{0,009}{0,70} + \frac{1}{2,09} + \frac{0,010}{0,50} + 0,04 = 3,74 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

коефициента на топлопреминаване на стената е:

$$U_{C1} = 1/R_{C1} = 0,27 \text{ [W/m}^2\text{ .°K]}$$

Референтната стойност за този вид ограждение е U_{C1} е = 0,28 [W/m² .°K]

№ С3 ВЪНШНА СТЕНА - Фасаден панел 20 см. двустранно измазан с топлоизолация

Стената е с новоположена изолация от 10 см каменна вата, положена от вън.

Този вид стена отговаря на изискването на чл. 14 (15) т. 3 НАРЕДБА № Из-1971 от 29.10.2009 г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар

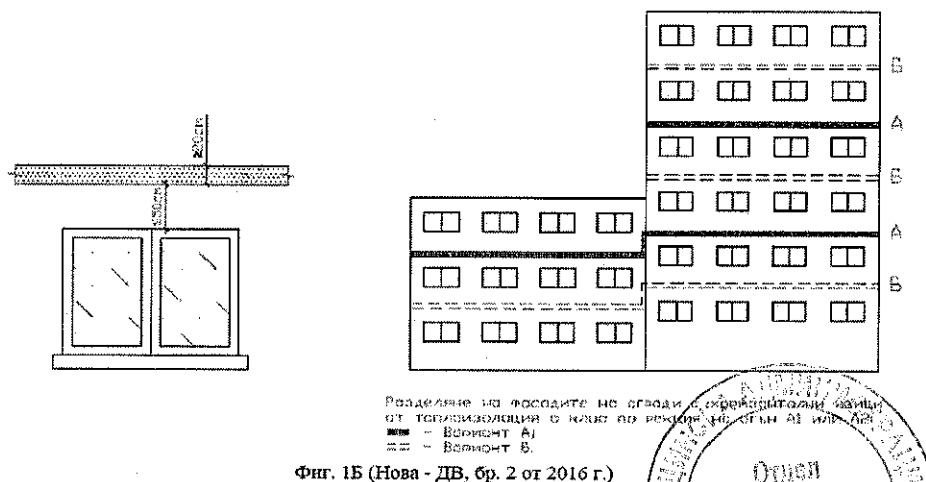
Чл. 14.

(15) (Нова - ДВ, бр. 2 от 2016 г.) За строежи или части от тях (съгласно чл. 12, ал. 1) от клас на функционална пожарна опасност Ф1, които са с три и повече надземни етажа (с височина до 28 м) и с топлоизолация на външните стени, изпълнена от продукти с класове по реакция на огън D-F, освен изискванията по ал. 13 се изпълнява и едно от следните технически решения:

- над всеки отвор (прозорец или врата) се изпълнява ивица от топлоизолация с клас по реакция на огън А1 или с минимална ширина 20 см, достигаща странично най-малко 30 см извън ръбовете на отвора;
- около всеки отвор (прозорец или врата) се изпълнява рамка от ивици от топлоизолация с клас по реакция на

огън А1 или А2 и минимална широчина 20 cm;

3. на всеки 2 етажа, по периметъра на строежа се изпълнява хоризонтална ивица от топлоизолация с клас по реакция на огън А1 или А2 с минимална широчина 20 cm, разположена на разстояние не повече от 50 cm от горния ръб на отворите, съгласно фиг. 1Б.

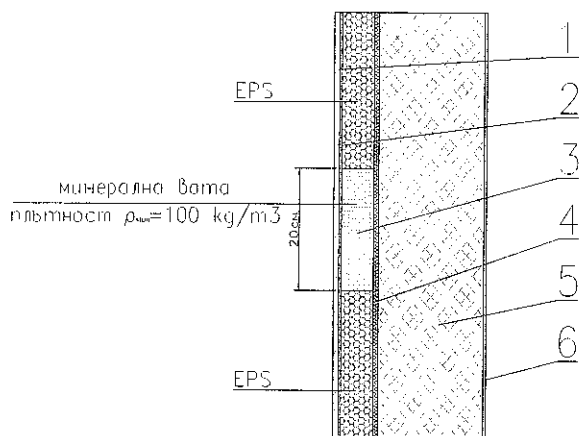


(16) (Нова - ДВ, бр. 2 от 2016 г.) Ивиците по ал. 15 се изпълняват от плътно положени продукти с минимална плътност 100 kg/m³, а прикрепващите им устройства се предвиждат от продукти с клас по реакция на огън А1 или А2.

Общата дебелина на стената е: 33,9 [cm]

Външна мазилка, армировка РЕ-фолио, топлоизолация минерална вата, залепваща мазилка, фасаден бетонов панел гипсова шпакловка.

Детайл № С-3



1. **Външна мазилка**
дебелина $b = 2 \text{ [cm]}$
плътност $\rho = 1800 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,87 \text{ [W/m.K]}$
2. **Укрепваща армировка: РЕ-мрежа**
3. **Топлоизолация: Каменна вата**
дебелина $b = 10,0 \text{ [cm]}$
плътност $\rho = 100 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,036 \text{ [W/m.K]}$
4. **Залепваща мазилка: цименто-пясъчен р-р.**
дебелина $b = 0,9 \text{ [cm]}$
плътност $\rho = 1800 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,7 \text{ [W/m.K]}$
5. **Стена: Фасаден панел**
дебелина $b = 20 \text{ [cm]}$
коэф.на топлопреминаване $U = 2,09 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$
6. **Гипсова шпакловка**
дебелина $b = 1 \text{ [cm]}$
плътност $\rho = 1200 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,41 \text{ [W/m.K]}$

коефициента на термично съпротивление на стената е:

$$R_{c3} = 0,13 + \frac{0,020}{0,87} + \frac{0,100}{0,036} + \frac{0,009}{0,70} + \frac{1}{2,09} + \frac{0,010}{0,41} + 0,04 = 3,49 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

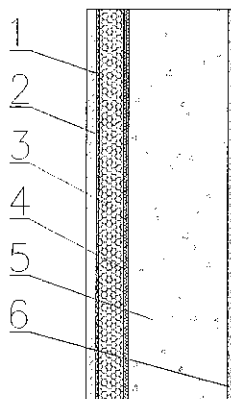
коефициента на топлопреминаване на стената е:

$$U_{c3} = 1/R_{c3} = 0,29 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$\text{Референтната стойност за този вид ограждение е } U_{c3} = 0,28 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

№ С4 ВЪНШНА СТЕНА - СБ парапет на усвоена тераса съществуващ

Детайл № С-4



1. Външна мазилка

дебелина	b =	2 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,87 [W/m.K]

2. Укрепваща армировка: РЕ-мрежа

3. Експандиран полистирен EPS

дебелина	b =	10,0 [cm]
плътност	ρ =	17 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,035 [W/m.K]

4. Парапет съществуващ

дебелина	b =	0 [cm]
плътност	ρ =	2400 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	1,63 [W/m.K]

5. Стена: зидария с газобетонкови блокчета - Итонг

дебелина	b =	15 [cm]
плътност	ρ =	500 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,16 [W/m.K]

6. Вътрешна изравнителна мазилка и шпакловка

дебелина	b =	1,1 [cm]
плътност	ρ =	1050 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,7 [W/m.K]

коэффициента на термично съпротивление на стената е:

$$R_{C4} = 0,13 + \frac{0,020}{0,87} + \frac{0,100}{0,035} + \frac{0,000}{1,63} + \frac{0,150}{0,16} + \frac{0,011}{0,70} + 0,04 = 4,00 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

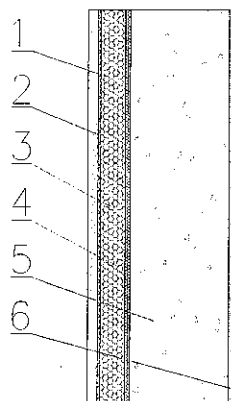
коэффициента на топлопреминаване на стената е:

$$U_{C4} = 1/R_{C4} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{.}^{\circ}\text{K]}$$

№ С6 ВЪНШНА СТЕНА - ИТОНГ 15 см. двустранно измазани с топлоизолация

При усвоените към отопляем обем тераси.

Детайл № С-6



1. Външна мазилка

дебелина	b =	2 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,87 [W/m.K]

2. Укрепваща армировка: РЕ-мрежа

3. Експандиран полистирен EPS

дебелина	b =	10,0 [cm]
плътност	ρ =	17 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,035 [W/m.K]

4. Залепваща мазилка: цименто-пясъчен р-р

дебелина	b =	0,9 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,7 [W/m.K]

5. Стена: зидария с газобетонкови блокчета - Итонг

дебелина	b =	15 [cm]
плътност	ρ =	500 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,16 [W/m.K]

6. Вътрешна изравнителна мазилка и шпакловка

дебелина	b =	1,1 [cm]
плътност	ρ =	1050 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,7 [W/m.K]

коэффициента на термично съпротивление на стената е:

$$R_{C6} = 0,13 + \frac{0,020}{0,87} + \frac{0,100}{0,035} + \frac{0,009}{0,70} + \frac{0,150}{0,16} + \frac{0,011}{0,70} + 0,04 = 4,02 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

коэффициента на топлопреминаване на стената е:

$$U_{C6} = 1/R_{C6} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{.}^{\circ}\text{K]}$$

$$\text{Референтната стойност за този вид ограждение е } U_{C6} \text{ е } = 0,28 \text{ [W/m}^2\text{.}^{\circ}\text{K]}$$

№ ПР Външни прозорци

Инвеститора ще подбере какъв тип дограма да ползва! Вариантите, които отговарят на нормативните изисквания са:

1 PVC дограма със стъклопакет	$R_{5'}$	=	0,71 [$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$]
2 Алюминиева с прекъснат термо мост и стъклопакет	$R_{5''}$	=	0,59 [$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$]
3 Дървени слепени със стъклопакет (уплътнени)	$R_{5'''}$	=	0,63 [$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$]

етапонни стойности!

СЪЩЕСТВУВАЩА PVC ДОГРАМА КОЯТО СЕ ЗАПАЗВА

За изчисленията приемам вариант изпълнен с PVC профили и остъкляване с двоен стъклопакет изпълнен с две обикновени флат-стъкла 4 мм.(външно) и въздушна междина 16 мм.

$$U_{\text{ПР}} = 1/R_{\text{ПР}} = \mathbf{1,75} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}] \text{ референтната стойност е } \mathbf{1,40} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

НОВА PVC ДОГРАМА

За изчисленията приемам вариант изпълнен с 5 камерни PVC профили и остъкляване с двоен стъклопакет изпълнен с едно обикновено флат-стъкло 4 мм.(външно); въздушна междина 16 мм и К-стъкло 4 мм.

$$U_{\text{ПР}} = 1/R_{\text{ПР}} = \mathbf{1,30} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}] \text{ референтната стойност е } \mathbf{1,40} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

НОВА PVC ДОГРАМА ЗА СТЬЛБ.КЛЕТКА И ОБЩИ ЧАСТИ

За изчисленията приемам вариант изпълнен с 5 камерни PVC профили и остъкляване с двоен стъклопакет изпълнен с едно обикновено флат-стъкло 4 мм.(външно); въздушна междина 16 мм и стъкло 4 мм.

$$U_{\text{ПР}} = 1/R_{\text{ПР}} = \mathbf{1,30} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}] \text{ референтната стойност е } \mathbf{1,40} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

НОВА PVC ДОГРАМА ЗА ПРОЗОРЦИ СУТЕРЕН

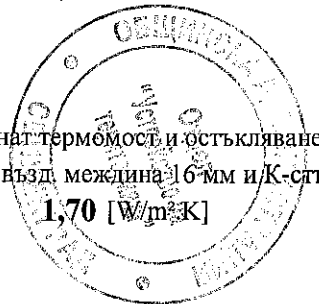
За изчисленията приемам вариант изпълнен с 5 камерни PVC профили и остъкляване с двоен стъклопакет изпълнен с едно обикновено флат-стъкло 4 мм.(външно); въздушна междина 16 мм и стъкло 4 мм.

$$U_{\text{ПР}} = 1/R_{\text{ПР}} = \mathbf{2,00} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}] \text{ референтната стойност е } \mathbf{2,00} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$

№ ВВ Външни врати при входове

Външните врати са от Al профили /и/или плътен термопанел/ с прекъснат термо мост и остъкляване от двоен стъклопакет изпълнен с едно обикновено флат-стъкло 4 мм.(външно); възд. междина 16 мм и К-стъкло.

$$U_{\text{ВВ}} = 1/R_{\text{ВВ}} = \mathbf{1,70} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}] \text{ референтната стойност е } \mathbf{1,70} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$$



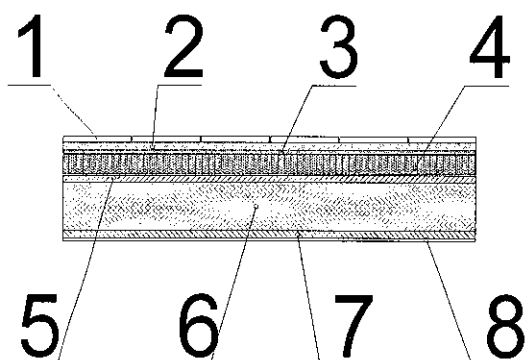
Изчисляване на коефициента на топлопреминаване U , [W/m² °K] - за различни видове тавани.

№ T1 ТАВАН терасовиден - граничещ с външен въздух (мозаечни плочи)

Усвоена тераса

Топлоизолацията се полага от вътрешната страна на плочата.

Детайл № Т-1



1. Гранитогрес

дебелина	$b =$	1,0 [cm]
плътност	$\rho =$	920 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	3,49 [W/m.K]

2. Лепило

дебелина	$b =$	2,0 [cm]
плътност	$\rho =$	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,93 [W/m.K]

3. Хидро-изолация - битумна самозалепваща се.

дебелина	$b =$	0,5 [cm]
плътност	$\rho =$	1050 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,17 [W/m.K]

4. Изравнителна замазка

дебелина	$b =$	4 [cm]
плътност	$\rho =$	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,87 [W/m.K]

5. Топлоизолация: EPS

дебелина	$b =$	6,0 [cm]
плътност	$\rho =$	17 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,033 [W/m.K]

7,8. Замазка и шпакловка (вътрешна)

дебелина	$b =$	1 [cm]
плътност	$\rho =$	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,7 [W/m.K]

$$R_{T1} = 2,16 \text{ [m}^2 \text{ °K/W]}$$

6. Стомано-бетонова плоча

дебелина	$b =$	14 [cm]
плътност	$\rho =$	2500 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	1,63 [W/m.K]

коефициента на термично съпротивление на тавана е:

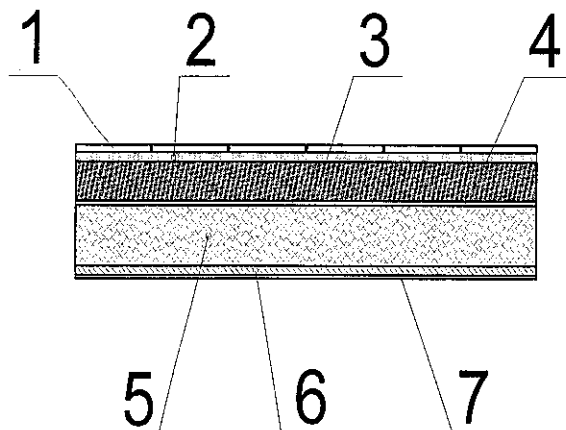
$$R_{T1} = 0,1 + \frac{0,010}{3,49} + \frac{0,020}{0,930} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,060}{0,03} + \frac{0,040}{0,870} + \frac{0,140}{1,63} + \frac{0,010}{0,70} + 0,04$$

коефициента на топлопреминаване на тавана е:

$$U_{T1} = 1/R_{T1} = 0,46 \text{ [W/m}^2 \text{ °K]}$$

№ T26 ТАВАН - граничещ с външен въздух - покрив с битумно покритие

Над входове



Детайл № Т-2

1. Горещо положен битум на 2 слоя

дебелина на 2та слоя	$b =$	0,85 [cm]
плътност	$\rho =$	1050 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,17 [W/m.K]

2. Армирана замазка

дебелина	$b =$	5,0 [cm]
плътност	$\rho =$	1800 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,93 [W/m.K]

3. Топлоизолация: XPS

дебелина	$b =$	10,0 [cm]
плътност	$\rho =$	20 [kg/m ³]
коэф.на топлопроводност	$\lambda =$	0,03 [W/m.K]

4. Пароизолация - фолио (не участва в изчисл.)

5. Изравнителна замазка

дебелина	$b =$	4 [cm]
----------	-------	--------

Изравнителната замазка при плоски покриви е въз-

плътност $\rho = 1800 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ можно да е с дебелина до 10 см., за наклони.
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 0,87 \text{ [W/m.K]}$

6. Стомано-бетонова плоча

дебелина $b = 14 \text{ [cm]}$
 плътност $\rho = 2500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 1,63 \text{ [W/m.K]}$

7 и 8. Замазка и шпакловка (вътрешна)

дебелина $b = 2 \text{ [cm]}$
 плътност $\rho = 1800 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 0,7 \text{ [W/m.K]}$

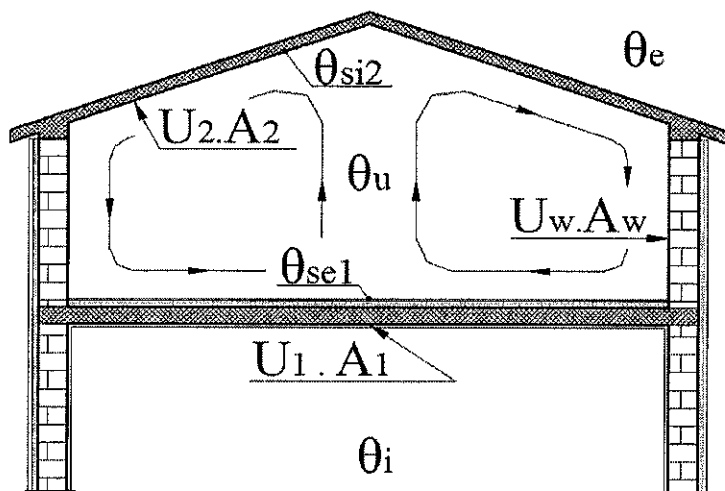
коефициента на термично съпротивление на тавана е:

$$R_{T2} = 0,1 + \frac{0,009}{0,17} + \frac{0,050}{0,930} + \frac{0,100}{0,03} + \frac{0,140}{1,63} + \frac{0,020}{0,70} + 0,04 = 3,69 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

коефициента на топлопреминаване на тавана е:

$$U_{T2} = 1/R_{T2} = 0,27 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

№ Т3 ТАВАН граничещ с под-покривно пространство с височина по-голяма от 30 см.



Детайл № Т-3

Забележка:

Методиката по която е определен коефициента на топлопреминаване е за тавани с въздушна междина по-голяма от 30 см.

При по-малки дебелини на въздушният слой се ползва стойността на съпротивлението на въздушният слой от таблица № 4 от приложение 3. Описано е в точка 10 (следващата).

Действителният коефициент на топлопреминаване U_r , се определя по формулата:

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

$$U_r = \frac{1}{0,297 + \frac{385}{549,04 + 22,648 + 10,89}} = 0,25 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

където:

- $A_1 = 385 \text{ [m}^2\text{]}$ - е площта на таванската плоча над отопляемия етаж.
- $U_1 = 0,30 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$ - коефициента на топлопреминаване на плоча (определен по-долу).
- $A_2 = 385,0 \text{ [m}^2\text{]}$ - е площта на покривната конструкция
- $U_2 = 1,43 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$ - коефициента на покривната конструкция (определен по-долу).
- $A_w = 85 \text{ [m}^2\text{]}$ - е площта на стените ограждащи подпокривното пространство.
- $U_w = 0,27 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$ - коефициента на ограждащите стени (определен по-долу).
- $n = 0,1 \text{ [1/h]}$ кратност на въздухообмена (от 0,1 за уплътнен до 0,3 на неуплътнен таван)
- $V = 330,0 \text{ [m}^3\text{]}$ - обем на въздуха в подпокривното пространство.

Коефициентите на топлопреминаване U_1 , U_2 и U_w се определят по формулите:

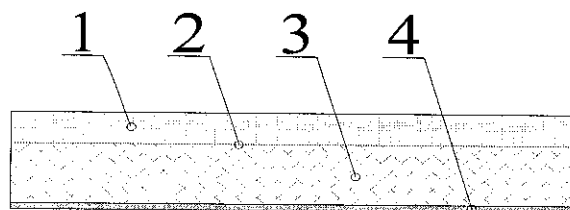
$$U_1 = \frac{1}{R_{si1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + R_{se1}} = \frac{1}{0,1 + 2,8062 + R_{se1}}, \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$U_2 = \frac{1}{R_{si2} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + R_{se2}} = \frac{1}{R_{si2} + 0,1958 + 0,04}, \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$U_w = \frac{1}{R_{siw} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + R_{sew}} = \frac{1}{0,13 + 3,57 + 0,04} = 0,268 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

Сумата от термичните съпротивления на конструктивните слоеве δ/λ и съпротивленията на топлопреминаване R_{se1} и R_{si2} са определени на следващият лист. Стената ограждаща подпокривното пространство е еднаква на стените на сградата. Приет е коефициента на стена C1 (детайл C-1), без вътрешната мазилка и шпакловката.

Детайл на таванската плоча - ограждение 1 в схемата. 1. Топлоизолация: минерална вата



дебелина $b = 10,0$ [cm]
плътност $\rho = 65$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,037$ [W/m.K]

2. Пароизолация - фолио (не участва в изчисл.)

3. Стомано-бетонена плоча

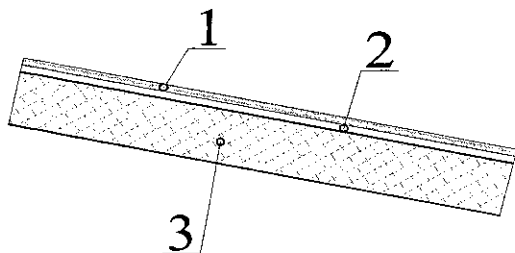
дебелина $b = 15$ [cm]
плътност $\rho = 2500$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 1,63$ [W/m.K]

4. Замазка и шпакловка

дебелина $b = 1$ [cm]
плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,87$ [W/m.K]

$$\Sigma \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0}{0} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,15}{1,63} + \frac{0,01}{0,87} = 2,81, \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}]$$

Детайл на покривна конструкция - ограждение 2.



1. Горещо положен битум на 2 слоя

дебелина на 2та слоя $b = 0,85$ [cm]
плътност $\rho = 1050$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,17$ [W/m.K]

2. Армирана замазка

дебелина $b = 5,0$ [cm]
плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,93$ [W/m.K]

3. Стомано-бетонена плоча

дебелина $b = 15$ [cm]
плътност $\rho = 2500$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 1,63$ [W/m.K]

$$\Sigma \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,0085}{0,17} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0}{0,035} + \frac{0,15}{1,63} = 0,1958, \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}]$$

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

$$R_{se1} = R_{si2} = \frac{\delta_{вс}}{2 \cdot \lambda_{екв}} = \frac{0,8571}{2 \cdot \lambda_{екв}}, \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}]$$

където; $\delta_{вс} = V/A' = 0,8571$ [m] височина на въздушния слой. Определен като отношение на обема на въздуха в подпокривното към площта на плочата по вътрешни размери.

$\lambda_{екв} = \lambda \cdot \epsilon_k$ [W/m.K] еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното.

λ [W/m.K] коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното. Зависи от температурата $\theta_{и}$.

ϵ_k - Корекционен коефициент. Той е функция на произведението $Gr \cdot Pr$, като формулата за определянето му зависи от това произведение и е:

$$\begin{aligned} \text{за: } Gr \cdot Pr < 1000 & \rightarrow \epsilon_k = 1 \\ 1000 < Gr \cdot Pr < 1E+06 & \rightarrow \epsilon_k = 0,105 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,3} \\ 1E+06 < Gr \cdot Pr < 1E+10 & \rightarrow \epsilon_k = 0,4 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \end{aligned}$$

Критерият на подобие Прандтл - Rr се отчита за таблица за температура на въздуха $\theta_{и}$ (така както и λ)

Критерият на подобие Грасхоф се определя по формулата:

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

където: $g = 9,81$ [m/s²] - земното ускорение

$\beta = \frac{1}{\theta_{и}} \text{ [1/K]} -$ коефициент на обемно разширение на въздуха в подпокривното.

$\theta_u + 273,15$
 ν , [m²/s] - кинематичен вискозитет на въздуха при температура θ_u . Отчита се от таблица така, като R_g и λ .

$$\theta_u = \frac{\theta_i \cdot U1 \cdot A1 + \theta_e \cdot U2 \cdot A2 + \theta_e \cdot U_w \cdot A_w + \theta_e \cdot 0,33 \cdot n \cdot V}{U1 \cdot A1 + U2 \cdot A2 + U_w \cdot A_w + 0,33 \cdot n \cdot V}, [^{\circ}\text{C}]$$

където: $\theta_i = 17,414$ °C - Средна температура в сградата
 $\theta_e = 5,67$ °C - Средна външна температура за отоплителния период.

Извод: За да се определят R_{se1} и R_{si2} , трябва да се определят преди това температурите: θ_u , θ_{se1} и θ_{si2} , но θ_u се определя чрез стойностите на $U1$ и $U2$, а те зависят от R_{se1} и R_{si2} . За да се излезе от този затворен кръг. Стойностите на $U1$ и $U2$, се изчисляват на 2 стъпки!

първа стъпка: Приемат се стойности:

$$R_{se1} = 0,1, [\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}/\text{W}]$$

$$R_{si2} = 0,17, [\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}/\text{W}]$$

С тях се определят $U1$, $U2$, θ_u , θ_{se1} и θ_{si2} . С получените резултати се минава на втора стъпка.

$$U1 = \frac{1}{0,1 + 2,8062 + R_{se1}} = \frac{1}{0,1 + 2,8062 + 0,1} = 0,3326, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

$$U2 = \frac{1}{R_{si2} + 0,1958 + 0,04} = \frac{1}{0,17 + 0,1958 + 0,04} = 2,4643, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

$$\theta_u = \frac{17,414 \cdot 128,07 + 5,67 \cdot 948,77 + 5,67 \cdot 22,648 + 5,67 \cdot 10,89}{128,07 + 948,77 + 22,648 + 10,89}, [^{\circ}\text{C}]$$

$$\theta_u = \frac{7796,5}{1110,4} = 7,0, [^{\circ}\text{C}] - \text{това е средната температура на въздуха в подпокривното пространство с нея от таблица отчитаме: (за таблицата гледай шийт [Данни])}$$

$$Pr = 0,7036 - \text{критерии за подобие на Прандтл}$$

$$\nu = 14,79 \cdot 10^{-6}, [\text{m}^2/\text{s}] - \text{кинематичен вискозитет на въздуха}$$

$$\lambda = 2,566 \cdot 10^{-2}, [\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}] - \text{коэффициент на топлопроводност на въздуха}$$

температурата на повърхностите граничеши с въздушния слой в подпокривното пространство се определя по:

$$\theta_{se1} = \theta_u + R_{se1} \cdot U1 \cdot (\theta_i - \theta_u)$$

$$\theta_{se1} = 7,0 + 0,1 \cdot 0,333 \cdot (17,414 - 7,0) = 7,37, [^{\circ}\text{C}]$$

$$\theta_{si2} = \theta_u - R_{si2} \cdot U2 \cdot (\theta_u - \theta_e)$$

$$\theta_{si2} = 7,0 - 0,17 \cdot 2,464 \cdot (7,0 - 5,67) = 6,45, [^{\circ}\text{C}]$$

Критерият на подобие Грасхоф се определя по формулата:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \delta^3_{\text{вс}} \cdot (\theta_{se1} - \theta_{si2})}{\nu^2}$$

$$\text{където: } g = 9,81, [\text{m}/\text{s}^2] - \text{земното ускорение}$$

$$\beta = \frac{1}{\theta_u + 273,15} = \frac{1}{7,0 + 273,15} = 0,0036 [1/\text{K}] - \text{коэффициент на обемно разширение.}$$

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 0,0036 \cdot 0,6297 \cdot (7,37 - 6,45)}{2 \cdot 10^{-10}} = 9 \cdot 10^7 = 0,921 \cdot 10^8$$

Произведението на критериите: $Pr \cdot Gr = 6 \cdot 10^7$ определя, че формулата по която се изчислява ϵ_k е:

$$\epsilon_k = 0,4 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} = 35,885 \quad (\text{ако е необходимо промени формулата}).$$

Еквивалентния коэффициент на топлопроводност е:

$$\lambda_{\text{екв}} = \lambda \cdot \epsilon_k = 0,026 \cdot 35,885 = 0,9208, [\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$$

Съпротивленията на топлопреминаване R_{se1} и R_{si2} се получават:

$$R_{se1} = R_{si2} = \frac{\delta_{\text{вс}}}{2 \cdot \lambda_{\text{екв}}} = \frac{0,8571}{1,84} = 0,4654, [\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}/\text{W}]$$

втора стъпка: Определяне на действителните стойности на $U1$ и $U2$.

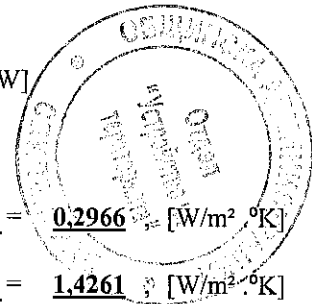
$$U1 = \frac{1}{0,1 + 2,8062 + R_{se1}} = \frac{1}{0,1 + 2,8062 + 0,4654} = 0,2966, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

$$U2 = \frac{1}{R_{si2} + 0,1958 + 0,04} = \frac{1}{0,4654 + 0,1958 + 0,04} = 1,4261, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

Получените стойности са заместени в уравнението в началото на точката. Така е определен

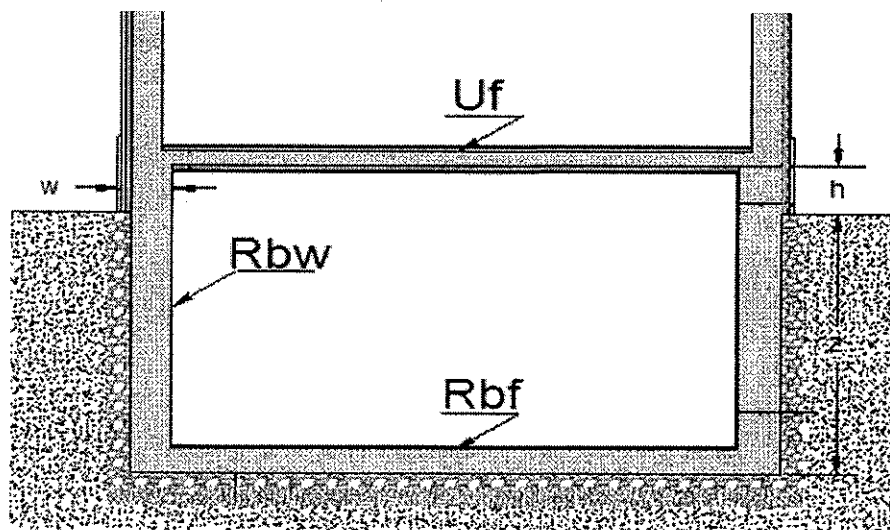
$$\text{Действителният коэффициент на топлопреминаване } U_r = 0,25, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

$$\text{Референтната стойност за този вид ограждение е } U_{T3e} = 0,30, [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}]$$



Изчисляване на коефициента на топлопреминаване U , [W/m²·°K] - за елементи граничещи с земен почвен слой.

П1 Под на отопляем обем над не отопляем подземен етаж.
Детайл № П-1



Действителният коефициент на топлопреминаване U_{uk} се определя по формулата:

$$\frac{1}{U_{uk}} = \frac{1}{U_f} + \frac{A_g}{A_g \cdot U_{bf} + z \cdot p \cdot U_{bw} + h \cdot p \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

$$\frac{1}{U_{uk}} = \frac{1}{0,54} + \frac{422,00}{422 \cdot 0,410 + 108,02 \cdot 1,193 + 118,92 \cdot 0,4194 + 0,099 \cdot 966,4}$$

$$U_{uk} = \underline{\underline{0,357}} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

където: $A_g = 422,0$ [m²] - Площ на пода на подземният етаж.
 $z = 1,09$ [m] - Височина на подземната част на стените
 $p = 99,1$ [m] - Периметър на подземният етаж.
 $h = 1,20$ [m] - Височина на надземната част на стените
 $n = 0,3$ [1/h] - Кратност на циркуляция на въздуха в не отопляемият обем (приема се 0,3).
 $V = 966,38$ [m³] - Обем на въздуха в не отопляемият обем.
 $U_f = 0,54$ [W/m²·°K] - Коефициент на топлопреминаване на пода на отопляваното помещение.

Стойността е по-ниска от референтната <0,5. Определена е като са ползвани следните конструктивни елементи:

МЕЖДУЕТАЖНА ПЛОЧА

1. Теракот

дебелина $b = 0,08$ [cm]
плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 1,05$ [W/m.K]

2. Лепило и изравняваща замазка

дебелина $b = 1,5$ [cm]
плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,93$ [W/m.K]

3. Стоманобетонова плоча

дебелина $b = 15$ [cm]
плътност $\rho = 2500$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 1,63$ [W/m.K]

4. EPS

дебелина $b = 5,0$ [cm]
плътност $\rho = 17$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,033$ [W/m.K]

5. Външна мазилка армирана с мрежа:

дебелина $b = 2$ [cm]
плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
коэф.на топлопроводност $\lambda = 0,93$ [W/m.K]

$$R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R_f = \text{теракот} + \text{замазка} + \text{ст.бетон} + \text{Кам. вата} + \text{мазилка} = 0,17 + 0,0008 + 0,0161 + 0,092 + 1,5152 + 0,0215 + 0,04 = 1,8556 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$U_w = 0,4194$ [W/m²·°K] - Коефициент на топлопреминаване на стените на сутерена над земята

Определен е като са ползвани следните конструктивни елементи:

СТЕНА НА СУТЕРЕНА (надземна)

1. Вътрешна мазилка

дебелина $b = 1$ [cm]
 плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 0,7$ [W/m.K]

2. Стена (стоманобетон)

дебелина $b = 30$ [cm]
 плътност $\rho = 2500$ [kg/m³]
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 1,63$ [W/m.K]

3. Теплоизолация: XPS

дебелина $b = 6,0$ [cm]
 плътност $\rho = 20$ [kg/m³]
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 0,03$ [W/m.K]

4. Външна мазилка: армирана с мрежа

дебелина $b = 1,5$ [cm]
 плътност $\rho = 1800$ [kg/m³]
 коеф. на топлопроводност $\lambda = 0,93$ [W/m.K]

5. Облицовка - няма

$$R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R_w = 0,13 + 0,0143 + 0,184 + 2 + 0,0161 + 0,04 = 2,3845 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$U_{bf} = 0,410 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]} - \text{Коефициент на топлопреминаване през пода на подземният гараж.}$$

Определен е като са ползвани конструктивните елементи на детайл 1 (под над отопляем обем), но без завършващите покрития (теракот и лепило).

Определяне пространствената характеристика на пода B'

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P} = \frac{422,00}{0,5 \cdot 99,10} = 8,517$$

където $A_G = 422,00$ кв.м - площ на земната основа
 $P = 99,10$ м. - периметър

Преведената дебелина определя коя формула се ползва за изчисляване на U_{bf} :

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

където $w = 0,42$ м. - дебелина на надземната стена (ползвана е дебелината на стена тип 1)
 $\lambda = 2$ - коеф. на топл. проводност на земята (приема се 2)
 $R_{si} = 0,17$ - коеф. на топл. проводност от пода към вътрешен въздух
 $R_f = 0,0843$ - коеф. на топл. проводност на пода
 $R_{se} = 0,04$ - коеф. на топл. проводност от пода към външен въздух

Изчисляване на съпротивлението на топлопреминаване на подовата конструкция

$$R_f = \frac{0,100}{1,630} + \frac{0,020}{0,870} + \frac{0}{0,930} + \frac{0}{1,050} = 0,0843 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R = R_{si} + R_f + R_{se} = 0,17 + 0,0843 + 0,04 = 0,2943$$

$$\text{Стойността на коефициента на топлопреминаване } U = 1/R = 3,397 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$d_t = 0,42 + 2 (0,17 + 0,0843 + 0,04) = 1,0087$$

Формулата по която се изчислява U_{bf} , зависи от сравняването на $(d_t + 0,5 \cdot Z)$ и B' :

при: $(d_t + 0,5 \cdot Z) = 1,5537 < 8,52 = B'$ се ползва формулата:

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

$$U_{bf} = \frac{4}{26,755 + 1,01 + 0,545} \ln \left(\frac{26,755}{1,01 + 0,545} + 1 \right) = 0,4101 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

при: $(d_t + 0,5 \cdot Z) = 1,5537 \geq 8,52 = B'$ се ползва формулата:

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457 \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot Z} = \frac{2,000}{3,8921 + 1,01 + 0,545} = 0,3673 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$\text{В конкретният случай } U_{bf} = 0,4101 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

$$U_{bw} = 1,193 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]} - \text{Коефициент на топлопреминаване през подземните стени на сутерена.}$$

Определен е като са ползвани конструктивните елементи на стените на надземната част, но са премахнати двата слоя: теплоизолация и каменна облицовка, добавена хидроизолация $b = 0,5$ [cm] съставена от горещо положен битум със $\lambda = 0,17$ [W/m.K] и са взети в предвид чакъла и почвата.

Дебелината на почвеният слой е приета с отчитане на намаляването и по височината: $z/2 = 0,5$ [m]

$$d_{bw} = \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) \text{ [m]}$$

$$d_{bw} = 2 (0,13 + 0,2439 + 0,04) = 0,83 \text{ , [m]}$$

СТЕНА НА СУТЕРЕНА (подземна)

$$R_{bw} = \frac{\text{вътр.м}}{0,0143} + \frac{\text{ст.бет.}}{0,184} + \frac{\text{външ.м}}{0,0161} + \frac{\text{хидро}}{0,0294} = 0,2439 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

при $d_{bw} = 0,828 \geq 1,009 = d_t$

важи формулата:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_t + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) = 1,217 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

при $d_{bw} = 0,83 < 1,0087 = d_t$

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_w}{d_w + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) = 1,193 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$

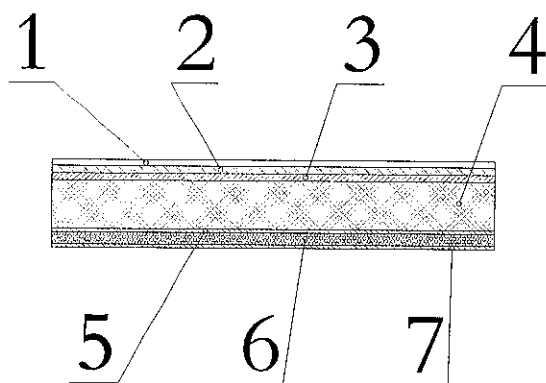
В конкретният случай $U_{bw} = 1,193 \text{ , [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$

Коефициент на топлопреминаване към неотопляем подземен етаж $U_{п1} = 0,36 \text{ , [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$

Референтната стойност за този вид ограждение е $U_{п1 е} = 0,50 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$

П2 Под границещ с външен въздух (над проходи, открити пространства и еркери)

Детайл № П-2



1. Теракот

дебелина	b =	0,5 [cm]
плътност	ρ =	920 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	2,1 [W/m.K]

2. Залепваща мазилка

дебелина	b =	0,5 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,86 [W/m.K]

3. Замазка изравнителна

дебелина	b =	1 [cm]
плътност	ρ =	1900 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,7 [W/m.K]

4. Стоманобетонова плоча

дебелина	b =	20 [cm]
плътност	ρ =	2500 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	1,63 [W/m.K]

5. Залепваща мазилка

дебелина	b =	0,5 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,87 [W/m.K]

7. Външна мазилка: армирана с мрежа

дебелина	b =	0,5 [cm]
плътност	ρ =	1800 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,86 [W/m.K]

6. Теплоизолация EPS

дебелина	b =	10 [cm]
плътност	ρ =	17 [kg/m³]
коэф.на топлопроводност λ	=	0,033 [W/m.K]

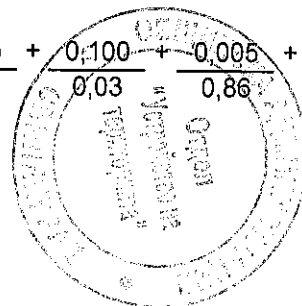
коефициента на термично съпротивление на стената е:

$$R_{п2} = 3,40 \text{ [m}^2 \cdot \text{°K/W]}$$

$$R_{п2} = 0,17 + \frac{0,005}{2,10} + \frac{0,005}{0,860} + \frac{0,010}{0,70} + \frac{0,200}{1,630} + \frac{0,005}{0,87} + \frac{0,100}{0,03} + \frac{0,005}{0,86} + 0,04$$

коефициента на топлопреминаване на стената е:

$$U_{п2} = 1/R_{п2} = 0,29 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K]}$$



ИЗХОДНИ ДАННИ ПО КОИТО СЕ ИЗЧИСЛЯВА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Таблица 1 - от приложение 2

№	Населено място	Брой отоплителни дни t _n	Денградуси DD при t _n ≤ 12 °C	Брой отоплителни дни t _n	Денградуси DD при t _n ≤ 12 °C
		θ _{i,n} = 19 °C	θ _{i,n} = 17 °C	θ _{i,n} = 19 °C	θ _{i,n} = 17 °C
2	Свиленград	165	2200	165	1870

Таблица 2 - от приложение 2

Климатична зона 8		ЮЖНА БЪЛГАРИЯ												
Отоплителен сезон: Начало				28 X		Изчислителна външна температура:							-14,0 °C	
Край				6 IV		Денградуси при средна температура на сградата 19°C:							2300	
Месец:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
средна T°C	0,6	2,4	6,9	12,4	16,4	21,0	23,8	23,5	19,4	13,6	7,9	2,8		
Средна месечна относителна влажност, %					72	69	62	59,5	66,5					
Среден интензитет на пълното слънчево греење по вертикални повърхности, W/m²														
Север	27,7	38,5	53,3	68,1	78,7	86,1	83,8	76,7	61,8	44,0	29,7	23,5		
Изток	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0		
Запад	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0		
Юг	109,5	118,4	111,4	97,3	91,8	103,9	103,5	129,6	142,0	121,0	100,5	88,5		
хоризонтално	69,5	96,9	132,8	171,0	199,1	232,7	226,8	228,2	177,3	111,1	70,9	55,3		

Брой на отоплителните дни разнесен по месеци: ИЗЧИСЛЯВА СЕ АВТОМАТИЧНО

Денградуси: 2200				Брой отоплителни дни 165				θ _{i,n} = 19 °C				
Месец:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
дни (табл.2)	31	28	31	6						3	30	31
дни (табл.1)	31	28	31	9						5	30	31
T°C (табл.2)	0,6	2,4	6,9	12,4	16,4	21,0	23,8	23,5	19,4	13,6	7,9	2,8
T°C (корег.)	0,58	2,33	6,69	12,02	12,0	21,0	23,8	23,5	18,8	13,19	7,66	2,72
Север	27,7	38,5	53,3	68,1	78,7	86,1	83,8	76,7	61,8	44,0	29,7	23,5
Северо-Изток	43,1	55,2	68,9	83,0	94,9	108,2	105,2	103,7	86,5	61,1	43,1	35,3
Изток	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Юго-Изток	84,0	95,1	98,0	97,6	101,5	117,1	115,1	130,2	126,6	99,6	78,5	67,8
Юг	109,5	118,4	111,4	97,3	91,8	103,9	103,5	129,6	142,0	121,0	100,5	88,5
Юго-Запад	84,0	95,1	98,0	97,6	101,5	117,1	115,1	130,2	126,6	99,6	78,5	67,8
Запад	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Северо-Запад	43,1	55,2	68,9	83,0	94,9	108,2	105,2	103,7	86,5	61,1	43,1	35,3
хоризонтално	69,5	96,9	132,8	171,0	199,1	232,7	226,8	228,2	177,3	111,1	70,9	55,3
DD-1	570,4	464,8	375,1	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	333,0	502,2
DD-2	571,0	466,8	381,6	62,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,1	340,2	504,8
DD-3	533,1	435,9	356,3	58,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,1	317,6	471,4
реална T°C	1,80	3,43	7,51	12,49	16,40	21,0	23,8	23,5	19,40	13,57	8,41	3,79
коригиран DD	483,9	391,5	307,1	44,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2	270,0	422,2

При въвеждане в най-горните клетки данни за денградусите за θ_{i,n} = 17 °C тя се произчислява и за нея.

Ако конкретният обект се изчислява на различна средна температура тя се отразява на данните!
 Средна вътрешна зимна температура по която се извършват изчисленията е: 17,4 °C
 Коригираната стойност на денградусите е: 1938,2 DD
 Средната температура на външният въздух за отоплителният период е: 5,67 °C
 Количество на емисиите на CO₂ 78,3 t/година

