

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда , кв. „ Трите чукура - юг” бл. № 104 , Вх. „0” , „ А” , „ Б” , „ В”
 гр. Стара Загора

Геометрични характеристики на сградата.

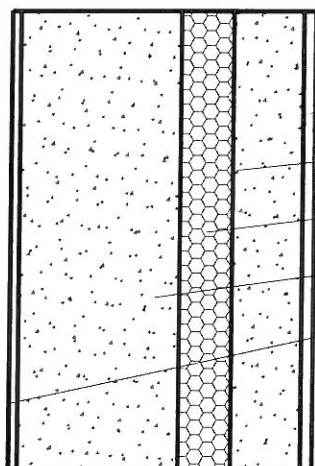
Таблица 2

Геометрични характеристики						
	Застроена площ, $A_{зп}$	Кондиционирана площ $A_{конд}$	Отопляем обем бруто, V_b	Отопляем обем нето, V	Площ на пода	Площ на покрива
	m^2	m^2	m^3	m^3	m^2	m^2
	936,38	5936,82	16623,09	13299,12	807,13	807,13

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

2.3.1. Строителни и топлофизични характеристики на външните стени по фасади

Външни стени – Бетонни панели 20 см



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Външна мазилка | $\delta = 0.008 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Стоманобетон | $\delta = 0.05 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$ |
| 3. Изолация - полистирол | $\delta = 0.04 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.041 \text{ W/(m.K)}$ |
| 4. Стоманобетон | $\delta = 0.11 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$ |
| 5. Гипсова шпакловка | $\delta = 0.004 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$ |

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

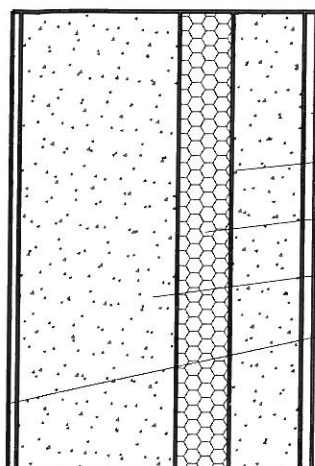
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,05}{1,63} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,26 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,26} = 0,79 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Референтна стойност

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

Външни стени – Бетонни панели 24см



1. Външна мазилка	$\delta = 0.008 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$
2. Стоманобетон	$\delta = 0.07 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
3. Изолация - полистирол	$\delta = 0.06 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.041 \text{ W/(m.K)}$
4. Стоманобетон	$\delta = 0.11 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
5. Гипсова шпакловка	$\delta = 0.004 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$

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

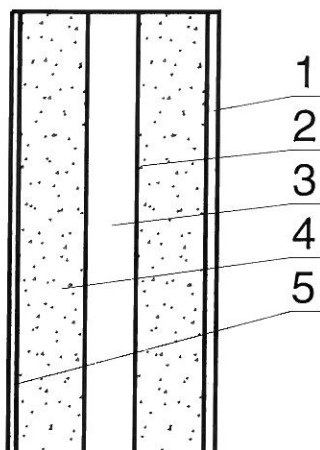
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,07}{1,63} + \frac{0,06}{0,041} + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,75 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,75} = 0,570 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Референтна стойност

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

Външни стени – 2 броя бетонни панели – с въздушна слой между тях



1. Външна мазилка	$\delta = 0.008 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$
2. Стоманобетон	$\delta = 0.10 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
3. Въздушен слой	$\delta = 0.02-0.05 \text{ m}$
коэф. на терм. съпротивление	$R_{\text{в.с}} = 0.14 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$
4. Стоманобетон	$\delta = 0.10 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$
5. Гипсова шпакловка	$\delta = 0.004 \text{ m}$
коэффициент на топлопроводност	$\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$

$$R = \frac{1}{\alpha_c} + \frac{\delta_{\text{вн.м}}}{\lambda_{\text{вн.м}}} + \frac{\delta_{\text{шп}}}{\lambda_{\text{шп}}} + R_{\text{в.с.}} + \frac{\delta_{\text{тук}}}{\lambda_{\text{тук}}} + \frac{\delta_{\text{вт.м}}}{\lambda_{\text{вт.м}}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

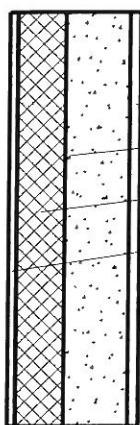
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,07}{1,63} + 0,14 + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 0,44 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,44} = 2,30 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Референтна стойност

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

Външни стени – бетонни парапети на остъклените тераси



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Външна мазилка | $\delta = 0.008 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Стоманобетон | $\delta = 0.07 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$ |
| 3. Изолация - полистирол | $\delta = 0.04 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.041 \text{ W/(m.K)}$ |
| 4. Гипсова шпакловка | $\delta = 0.004 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$ |

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

$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,07}{1,63} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,20 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,20} = 0,831 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Референтна стойност

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

Външни стени – остъклени тераси

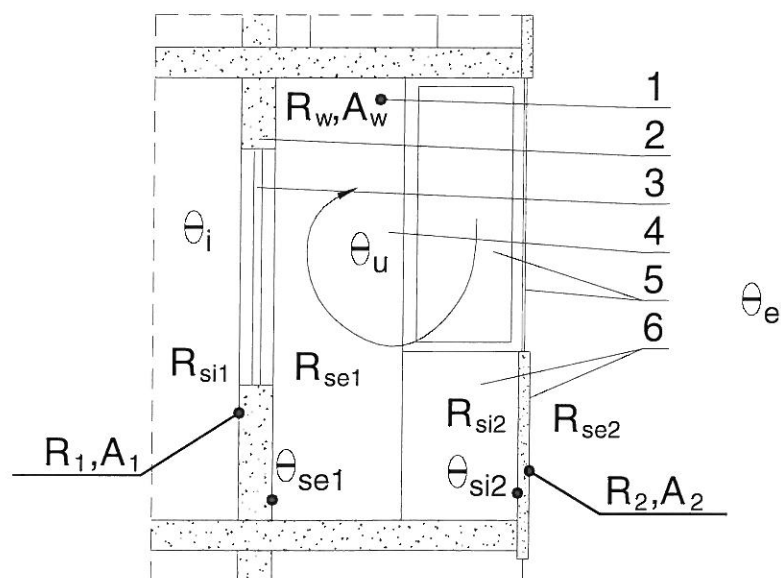
Част от остъклените тераси не са отопляеми и въздушния слой затворен в тях представлява допълнително термично съпротивление. Пресмятането на коефициента на топлопреминаване се прави както за покрив, като се използва метода на подобие и критериалните уравнения за конвективен топлообмен в ограничено пространство,.

1. Стоманобетонен панел (страничен на терасата),
коэффициент на топлопреминаване $U = 0,57 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Жилищна сграда, кв. „Трите чучура - юг“ бл. № 104, Вх. „0“, „А“, „Б“, „В“
гр. Стара Загора

2. Стоманобетонен панел към отопляемото помещение,
коefficient на топлопреминаване $U = 0,79 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
3. Прозорец към отопляемото помещение,
коefficient на топлопреминаване $U = 2,63 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
4. Затворено пространство,
 $\delta_{\text{вс}} = 1,29\text{m}$, еквивалентен coefficient на топлопроводност $\lambda_{\text{екв}} = 1,93 \text{ W/(m.K)}$;
5. Остъкление със стоманена рамка,
коefficient на топлопреминаване $U = 6,67 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
6. Стоманобетонен парапет,
коefficient на топлопреминаване $U = 4,50 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;



Пресмятане на температурата на въздушния слой в затвореното пространство:

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

където:

θ_i – средната обемна температура в сградата, °C

$\theta_i = 19 \text{ }^\circ\text{C}$

U_1 – средно преведен по площи coefficient на топлопреминаване през стоманобетонния панел и прозореца към отопляемото помещение, $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

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

$$U_1 = \frac{0,79 \cdot 10,50 + 2,63 \cdot 4,23}{10,50 + 4,23} = 1,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Жилищна сграда , кв. „ Трите чучура - юг” бл. № 104 , Вх. „0” , „ А” , „ Б” , „ В”
гр. Стара Загора

$R_{si1} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ - съпротивление на топлопреминаване от страната на отопляемото помещение;

R - съпротивление на топлопроводност на съответния строителен елемент, $(\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$;

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

A_1 – площ на стената към отопляемото помещение, m^2 ;

$A_1 = A_{\text{пан}} + A_{\text{пр}} = 14,73 \text{ m}^2$;

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

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

U_2 – средно преведен по площи коефициент на топлопреминаване през стоманобетонния парапет и остъкления към външния въздух, $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$., $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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

$$U_2 = \frac{4,50 \cdot 6,00 + 6,67 \cdot 6,60}{6,00 + 6,60} = 5,64 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)};$$

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

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

$R_{si2} = 0,10 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ - съпротивление на топлопреминаване от въздуха в затвореното пространство към парапета;

R_2 - съпротивление на топлопроводност на парапета, $(\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$;

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

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

$A_2 = A_{\text{пар}} + A_{\text{ост}} = 12,60 \text{ m}^2$;

U_w – коефициент на топлопреминаване през страничните панели, $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$

$U_w = 2,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

A_w – площта на страничните панели, m^2 ;

$A_w = 2,13 \text{ m}^2$;

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

$V = 12,90 \text{ m}^3$

n – кратността на въздухообмена в подпокривното пространство;

приема се $n = 0,20 \text{ h}^{-1}$,

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

$$\theta_u = \frac{19,00 \cdot 1,32 \cdot 14,73 + 2,5,64 \cdot 12,60 + 2,2,30 \cdot 2,13 + 2,0,33 \cdot 0,20 \cdot 12,90}{1,32 \cdot 14,73 + 5,64 \cdot 12,60 + 2,30 \cdot 2,13 + 0,33 \cdot 0,20 \cdot 12,90} = 5,43 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температурата на повърхността на панела към затвореното пространство

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

$$\theta_{se1} = 5,43 + 0,10 \cdot 1,32 \cdot (19,00 - 5,43) = 7,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температурата на повърхността на парапета към затвореното пространство

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

$$\theta_{si2} = 5,43 - 0,17 \cdot 5,64 \cdot (5,43 - 2) = 2,14 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Критерий на Грасхоф

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

където:

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

$$\delta_{bc} = \frac{V'}{A'} = \frac{12,90}{10,00} = 1,29 \text{ m}$$

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

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{\theta_u + 273,15} = \frac{1}{5,43 + 273,15}$$

$\nu = 13,758 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ - кинематичен вискозитет, табл.2.3 [1],

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 1,29^3 \cdot (7,22 - 2,14)}{(13,758 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (5,43 + 273,15)} = 2029,99 \cdot 10^6$$

Критерий на Прандтл, табл.2.3 [1],

$$Pr = 0,7059$$

$$Gr \cdot Pr = 2029,99 \cdot 10^6 \cdot 0,7059 = 1432,99 \cdot 10^6$$

Еквивалентен коефициент на топлопроводност на въздуха в подпокривното пространство

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

където:

$\lambda = 2,4780 \cdot 10^{-2} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ - коефициент на топлопроводност на въздуха, табл.2.3 [1],

ϵ_k – поправъчен коефициент – определя се от критериалното уравнение:

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

$$\epsilon_k = 0,4 \cdot (1432,99 \cdot 10^6)^{0,25} = 77,83$$

$$\lambda_{bc} = \lambda_{екв} = 2,4780 \cdot 10^{-2} \cdot 77,80 = 1,93 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

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

$$R_{se1d} = R_{si2d} = \frac{\delta_{вс}}{2\lambda_{екв}} = \frac{1,29}{2.1,93} = 0,33 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

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

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

– Стоманобетонен панел:

$$U_{пан20} = \frac{1}{\frac{1}{0,79} - 0,10 + 0,33} = 0,590 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$U_{пан24} = \frac{1}{\frac{1}{0,57} - 0,10 + 0,33} = 0,458 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

– Прозорци:

$$U_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{2,63} - 0,10 + 0,33} = 1,23 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

2.3.2. Коефициент на топлопреминаване през неотопляем подземен етаж

Вх. О, Б и В секция 33 (34)

Коефициента на топлопреминаване се пресмята по зависимостта:

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

където:

A_{bf} е площта на пода на подземния етаж, m^2 , $A_{bf} = 203,02 \text{ m}^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 194,20 \text{ m}^2$;

z - височината на стените в контакт със земята на съответния неотопляем подземен етаж, m ;
 $z = 1,58 \text{ m}$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;
 $P = 61,76$;

$(z \cdot P)$ - площта на стените в контакт със земята на неотопляемия подземен етаж,
 $(z \cdot P) = 97,58 \text{ m}^2$;

h - височината на стените на подземния етаж, които граничат с външния въздух, m (от долната повърхност на подовата плоча на отопляваното помещение до нивото на земята);
 $h = 1,05 \text{ m}$ (среднопреведена);

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

$$(h.P) = 64,85 \text{ m}^2;$$

U_f - коефициентът на топлопреминаване през пода на отопляваното помещение, $W/(m^2K)$, при съпротивления на топлопредаване $R_{si} = R_{se} = 0,17 \text{ (m}^2K)/W$;

U_w - коефициентът на топлопреминаване през ограждащите конструкции и елементи на неотопляемия подземен етаж, които граничат с външен въздух, $W/(m^2K)$;

n – кратността на въздухообмена в подземния етаж, приема се $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$;

V – нетният обем на въздуха в подземния етаж, m^3 ;

$$V = 380,00 \text{ m}^3;$$

U_{bf} – коефициентът на топлопреминаване през пода на подземния етаж, $W/(m^2K)$;

U_{bw} – коефициентът на топлопреминаване през стените на подземния етаж, граничещи със земята, $W/(m^2K)$.

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

Еквивалентна дебелина:

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

където:

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

$$w = 0,20m$$

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

$$R_{si} = 0,17 \text{ (m}^2.K)/W$$

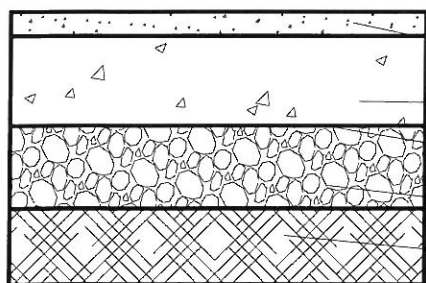
R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

$$R_f = 0,111 \text{ (m}^2.K)/W$$

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

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

Определяне на R_f - под върху земя



1. Циментова замазка
коефициент на топлопроводност
2. Стоманобетонена настилка
коефициент на топлопроводност
3. PVC фолио
4. Уплътнена баластра
5. Почвена основа

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

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

Тогава еквивалентната дебелина:

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
Жилищна сграда , кв. „ Трите чукура - юг” бл. № 104 , Вх. „0” , „ А” , „ Б” , „ В”
гр. Стара Загора

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

Характеристиката на пода:

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

където:

A_G – площ на земната основа, m^2

$$A_G = 203,02 \text{ m}^2$$

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

$$P = 61,76 \text{ m}$$

$$B' = \frac{203,02}{(0,5 \cdot 61,76)} = 6,57$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,58 = 1,64$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,64 < B' = 6,57$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 6,57 + 0,85 + 0,5 \cdot 1,58} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 6,57}{0,85 + 0,5 \cdot 1,58} + 1 \right) = 0,468 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

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

Пресмятане на:

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

където:

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

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

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

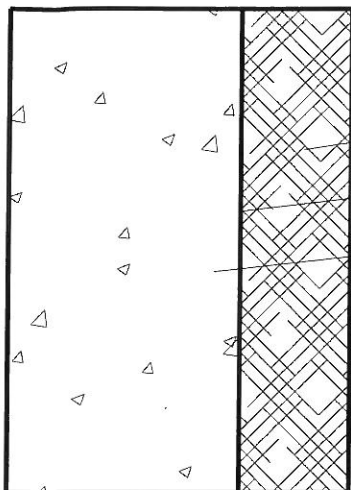
$$R_w = 0,18 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

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

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда , кв. „ Трите чучура - юг” бл. № 104 , Вх. „0” , „ А” , „ Б” , „ В”
 гр. Стара Загора

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

коefficient на топлопроводност

$\delta = 0.14 \text{ m}$

$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$

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

$$R_w = \frac{0.20}{1.63} = 0.123 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Тогава:

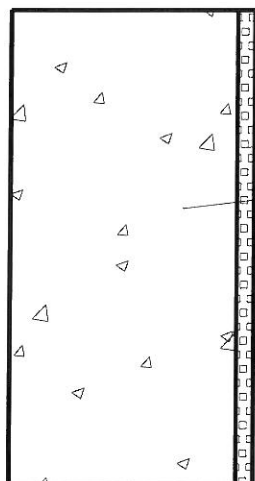
$$d_w = 2 \cdot (0.13 + 0.123 + 0.04) = 0.585$$

При $d_w = 0.585 < d_t = 0.85$ coefficientът на топлопреминаване през стените на подземния етаж:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0.5 \cdot d_w}{d_w + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_{bw} = \frac{2.2}{\pi \cdot 1.58} \left(1 + \frac{0.5 \cdot 0.585}{0.585 + 1.58} \right) \cdot \ln \left(\frac{1.58}{0.585} + 1 \right) = 1.197 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

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



1. Варово-циментова мазилка

$\delta = 0.01 \text{ m}$

коefficient на топлопроводност

$\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$

2. Стоманобетон

$\delta = 0.20 \text{ m}$

коefficient на топлопроводност

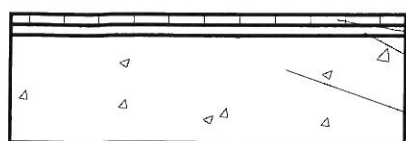
$\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$

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

$$R = 0.04 + \frac{0.02}{0.87} + \frac{0.20}{1.63} + 0.13 = 0.32 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U_w = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.32} = 3.168$$

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



1. Подови плочи $\delta = 0.01$ m
 коефициент на топлопроводност $\lambda = 1.05$ W/(m.K)

2. Лепилен и изравнителен слой
 коефициент на топлопроводност

3. Стоманобетонена плоча $\delta = 0.14$ m
 коефициент на топлопроводност $\lambda = 1.63$ W/(m.K)

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{194,20}{(203,02 \cdot 0,468) + (97,58 \cdot 1,197) + (64,85 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 380,00)} = 0,895 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{0,895} = 1,118 \text{ W/(m}^2\text{.K)}.$$

Референтна стойност

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{194,20}{(203,02 \cdot 0,468) + (97,58 \cdot 1,197) + (64,85 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 380,00)} = 2,43 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{2,43} = 0,412 \text{ W/(m}^2\text{.K)}.$$

Вх. А - секция 322

Коефициента на топлопреминаване се пресмята по зависимостта:

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

където:

A_{bf} е площта на пода на подземния етаж, m^2 , $A_{bf} = 230,61 m^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 224,53 m^2$;

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

$z = 1,58 m$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;

$P = 70,16$;

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

$(z \cdot P) = 110,85 m^2$;

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

$h = 1,05 m$ (среднопреведена);

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

$(h \cdot P) = 73,67 m^2$;

U_f - коефициентът на топлопреминаване през пода на отопляваното помещение, $W/(m^2K)$, при съпротивления на топлопредаване $R_{si} = R_{se} = 0,17 (m^2K)/W$;

U_w - коефициентът на топлопреминаване през ограждащите конструкции и елементи на неотопляемия подземен етаж, които граничат с външен въздух, $W/(m^2K)$;

n – кратността на въздухообмена в подземния етаж, приема се $n = 0,3 h^{-1}$;

V – нетният обем на въздуха в подземния етаж, m^3 ;

$V = 460,00 m^3$;

U_{bf} – коефициентът на топлопреминаване през пода на подземния етаж, $W/(m^2K)$;

U_{bw} – коефициентът на топлопреминаване през стените на подземния етаж, граничещи със земята, $W/(m^2K)$.

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

Еквивалентна дебелина:

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

където:

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

$w = 0,20 m$

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

$R_{si} = 0,17 (m^2 \cdot K)/W$

R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

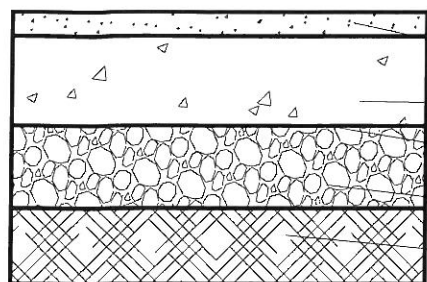
$R_f = 0,111 (m^2 \cdot K)/W$

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

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
*Жилищна сграда, кв. „Трите чучура - юг“ бл. № 104, Вх. „0“, „А“, „Б“, „В“
 гр. Стара Загора*

Определяне на R_f - под върху земя



1. Циментова замазка
коэффициент на теплопроводность
2. Стоманобетонена настилка
коэффициент на теплопроводность
3. PVC фолио
4. Уплътнена баластра
5. Почвена основа

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

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

Тогава еквивалентната дебелина:

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

Характеристиката на пода:

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

където:

A_G – площ на земната основа, m^2

$A_G = 230,61 \text{ m}^2$

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

$P = 70,16 \text{ m}$

$$B' = \frac{230,61}{(0,5 \cdot 70,16)} = 6,57$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,58 = 1,64$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,64 < B' = 6,57$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 6,57 + 0,85 + 0,5 \cdot 1,58} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 6,57}{0,85 + 0,5 \cdot 1,58} + 1 \right) = 0,436 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

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

Пресмятане на:

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

където:

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

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

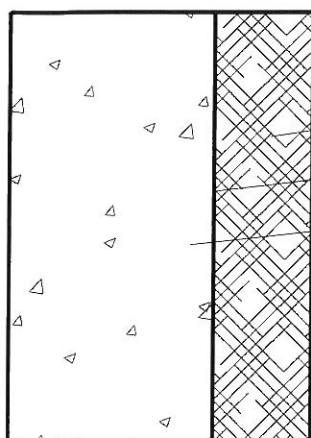
R_w = термично съпротивление на топлопроводност на стената на подземния етаж;

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

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

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

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

коефициент на топлопроводност

$$\delta = 0,14 \text{ m}$$

$$\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$$

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

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

Тогава:

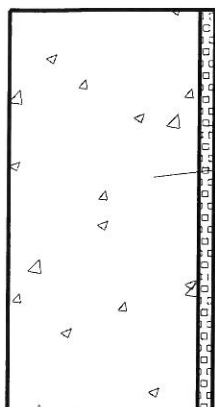
$$d_w = 2 \cdot (0,13 + 0,123 + 0,04) = 0,585$$

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

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

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 1,58} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,585}{0,585 + 1,58} \right) \cdot \ln \left(\frac{1,58}{0,585} + 1 \right) = 1,197 \text{ W/(m}^2\text{.K)}.$$

Коефициент на топлопреминаване U_w на стените на подземния етаж, граничеши с външен въздух



1. Варово-циментова мазилка

$$\delta = 0,01 \text{ m}$$

коефициент на топлопроводност

$$\lambda = 0,87 \text{ W/(m.K)}$$

2. Стоманобетон

$$\delta = 0,20 \text{ m}$$

коефициент на топлопроводност

$$\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$$

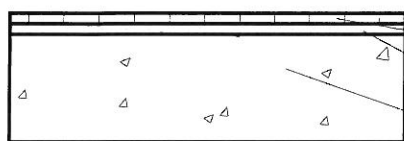
ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда , кв. „ Трите чукура - юг” бл. № 104 , Вх. „0” , „ А” , „ Б” , „ В”
 гр. Стара Загора

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

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

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

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



1. Подови плочи $\delta = 0.01 \text{ m}$
 коефициент на топлопроводност $\lambda = 1.05 \text{ W/(m.K)}$

2. Лепилен и изравнителен слой
 коефициент на топлопроводност

3. Стоманобетонена плоча $\delta = 0.14 \text{ m}$
 коефициент на топлопроводност $\lambda = 1.63 \text{ W/(m.K)}$

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{224,53}{(230,61 \cdot 0,468) + (110,85 \cdot 1,197) + (73,67 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 460,00)} = 0,900 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{0,900} = 1,111 \text{ W/(m}^2\text{.K)}.$$

Референтна стойност

Референтната стойност на коефициента на топлопреминаване при $U_{f,\text{ref}} = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{224,53}{(230,61 \cdot 0,468) + (110,85 \cdot 1,197) + (73,67 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 460,00)} = 2,43 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{2,43} = 0,411 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Таблица 3

Под над неотопл. сутерен вх. О, Б и В	582,60	1,118	-	-	-	
Под над неотопл. сутерен - вх. А	224,53	1,111	-	-	-	
Общо под A_{под}	807,13					

2.3.3. Покрив с въздушен слой.

Вх. О, Б и В - секция 33 (34)

1. Хидроизолация,
 $\delta = 0,01\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,170 \text{ W/(m.K)}$;
2. Стоманобетонен панел,
 $\delta = 0,10\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$;
3. Подпокривно пространство,
 $\delta_{bc} = 1,17\text{m}$, еквивалентен коефициент на топлопроводност $\lambda_{крв} = 1,41 \text{ W/(m.K)}$;
4. Бетонна замазка,
 $\delta = 0,03\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,95 \text{ W/(m.K)}$;
5. Топлинна изолация – керамзитова посипка,
 $\delta = 0,20\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,160 \text{ W/(m.K)}$;
6. Стоманобетонен панел,
 $\delta = 0,14\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$;
7. Гипсова шпакловка,
 $\delta = 0,004\text{m}$, коефициент на топлопроводност $\lambda = 0,70 \text{ W/(m.K)}$.

