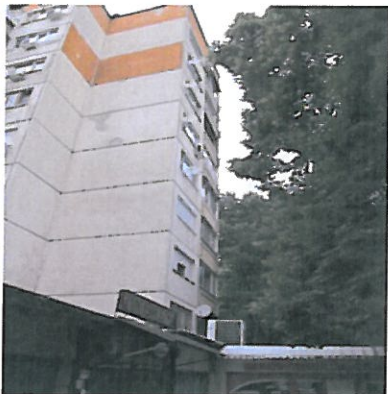


ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „ А”, „ Б”, „ В”, „ Г”, „Д”
 гр. Стара Загора

Фасада Изток



Геометрични характеристики на сградата

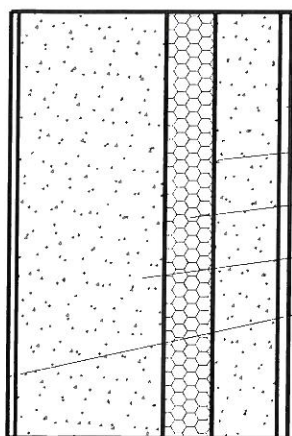
Таблица 2

Геометрични характеристики						
	Застроена площ, $A_{зп}$	Кондиционирана площ A	Кондициониран обем бруто, V_e	Кондициониран обем нето, V	Площ на пода	Площ на покрива
	m^2	m^2	m^3	m^3	m^2	m^2
	1329,44	9434,28	26415,98	21132,8	1165,03	1165,03

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „А”, „Б”, „В”, „Г”, „Д”
 гр. Стара Загора

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

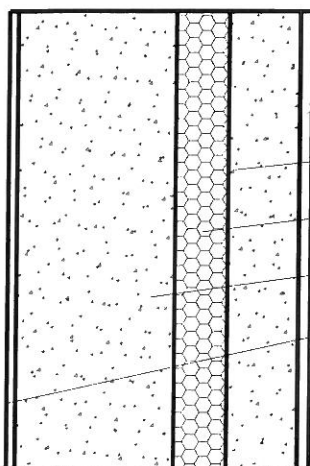
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,05}{1,63} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,26 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

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

Референтна стойност

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

Външни стени – Бетонни панели 24cm



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 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 | $\lambda = 0.70 \text{ W/(m.K)}$ |

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

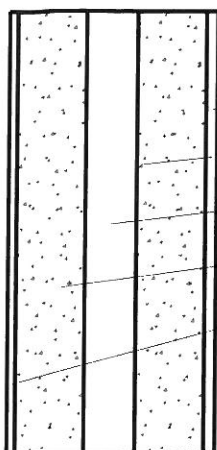
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,07}{1,63} + \frac{0,06}{0,041} + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 1,75 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

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

Референтна стойност

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

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



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

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

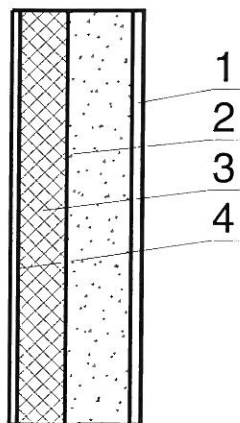
$$R = 0,04 + \frac{0,008}{0,87} + \frac{0,07}{1,63} + 0,14 + \frac{0,11}{1,63} + \frac{0,004}{0,70} + 0,13 = 0,44 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

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

Референтна стойност

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

Външни стени – бетонни парпети на остъклените тераси



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

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

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

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

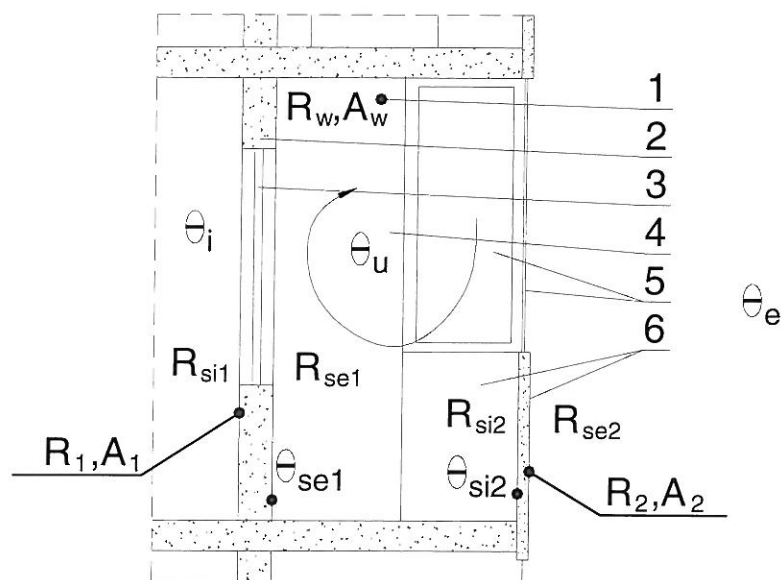
Референтна стойност

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

Външни стени –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),
коефициент на топлопреминаване $U = 0,57 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$;
2. Стоманобетонен панел към отопляемото помещение,
коефициент на топлопреминаване $U = 0,79 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$;
3. Прозорец към отопляемото помещение,
коефициент на топлопреминаване $U = 2,63 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$;
4. Затворено пространство,
 $\delta_{\text{вс}} = 1,29\text{m}$, еквивалентен коефициент на топлопроводност $\lambda_{\text{екв}} = 1,93 \text{ W/(m.K)}$;
5. Остъкление със стоманена рамка,
коефициент на топлопреминаване $U = 6,67 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$;
6. Стоманобетонен парапет,
коефициент на топлопреминаване $U = 4,50 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$;



Пресмятане на температурата на въздушния слой в затвореното пространство:

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

където:

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „ А”, „ Б”, „ В”, „ Г”, „Д”
гр. Стара Загора

θ_i – средната обемна температура в сградата, °C
 $\theta_i = 19$ °C

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

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

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

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

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

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

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

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

A_1 – площ на стената към отопляемото помещение, m²;

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

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

$\theta_e = 2$ °C;

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

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

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

Коефициентите на топлопреминаване се пресмятат по зависимостта

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

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

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

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

A_2 – площ на стоманобетонния парапет и остъклението към външен въздух, m²;

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

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

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

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 $n = 0,20 \text{ h}^{-1}$,

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

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

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

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

където:

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

ϵ_k – поправъчен коефициент – определя се от критериалното уравнение:

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

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

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

Съпротивленията на топлопредаване $R_{\text{se1 d}}$ и $R_{\text{si2 d}}$ се определят по формулата :

$$R_{\text{se1 d}} = R_{\text{si2 d}} = \frac{\delta_{\text{вс}}}{2\lambda_{\text{екв}}} = \frac{1,29}{2 \cdot 1,93} = 0,33 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

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

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

– Стоманобетонен панел:

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

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

– Прозорци:

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

2.3.2. Коефициент на топлопреминаване през неотопляем подземен етаж

Вх. О (секция 222)

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 , $A_{bf} = 198,79 m^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 193,09 m^2$;

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

$z = 1,13 m$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;

$P = 62,96$;

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

$(z \cdot P) = 71,14 m^2$;

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);

$h = 1,50 m$ (среднопреведена);

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

$(h \cdot P) = 94,44 m^2$;

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 ;

$V = 374,00 m^3$;

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:

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

където:

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

$w = 0,20 m$

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

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

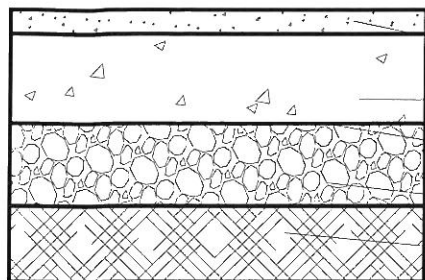
R_f – термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „ А”, „ Б”, „ В”, „ Г”, „Д”
гр. Стара Загора

R_{se} = съпротивление на топлопредаване на външната повърхност;
 $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Определяне на R_f - под върху земя



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

Термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча:

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

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

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

$A_G = 198,79 \text{ m}^2$

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

$P = 62,96 \text{ m}$

$$B' = \frac{198,79}{(0,5 \cdot 62,96)} = 6,31$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,13 = 1,42$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,42 < B' = 6,31$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{br} = \frac{2.2}{\pi \cdot 6,31 + 0,85 + 0,5 \cdot 1,13} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 6,31}{0,85 + 0,5 \cdot 1,13} + 1 \right) = 0,510 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Коефициент на топлопреминаване U_{bw} на стените на подземния етаж, граничеши 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;

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

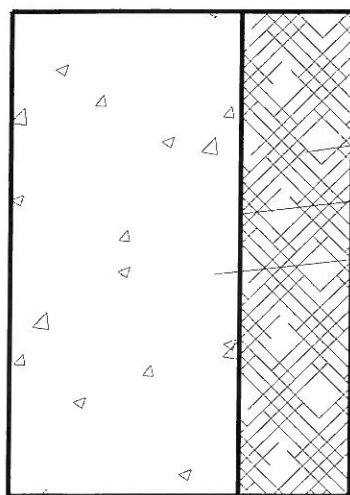
R_w = термично съпротивление на топлопроводност на стената на подземния етаж;

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

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

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

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.63 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

$\delta = 0.14 \text{ m}$

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

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

Тогава:

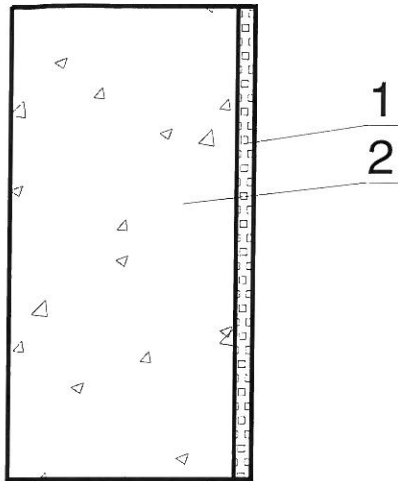
$$d_w = 2 \cdot (0,13 + 0,123 + 0,04) = 0,585$$

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

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

$$U_{bw} = \frac{2.2}{\pi \cdot 1,13} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,585}{0,585 + 1,13} \right) \cdot \ln \left(\frac{1,13}{0,585} + 1 \right) = 1,419 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

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



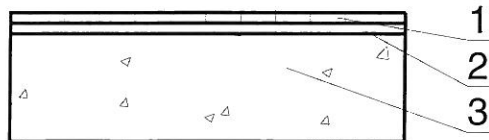
- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Варово-циментова мазилка | $\delta = 0.01 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Стоманобетон | $\delta = 0.20 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda =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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{193,09}{(198,79.0,510) + (71,14.1,419) + (94,44.3,168) + (0,33.0,3.374,00)} = 0,826(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{0,826} = 1,210 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}).$$

Референтна стойност

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{193,09}{(198,79.0,510) + (71,14.1,419) + (94,44.3,168) + (0,33.0,3.374,00)} = 2,36 (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{2,37} = 0,424 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}).$$

Вх. А и вх. Б 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 ;

$z = 1,13 \text{ m}$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;

$P = 61,76$;

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

$(z \cdot P) = 69,79 \text{ m}^2$;

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);

$h = 1,50 \text{ m}$ (среднопреведена);

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

$(h \cdot P) = 92,64 \text{ m}^2$;

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

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

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 ;

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „ А”, „ Б”, „ В”, „ Г”, „Д”
гр. Стара Загора

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

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

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

Еквивалентна дебелина:

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

където:

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

$w = 0,20m$

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

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

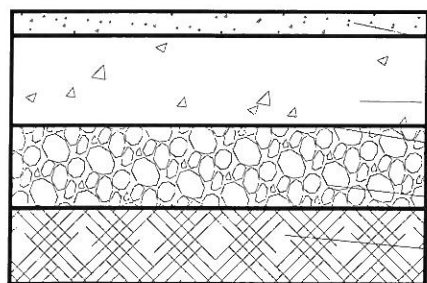
R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

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

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

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

Определяне на R_f - под върху земя



1. Циментова замазка

коэффициент на топлопроводност

2. Стоманобетонена настилка

коэффициент на топлопроводност

3. PVC фолио

4. Уплътнена баластра

5. Почвена основа

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

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

Тогава еквивалентната дебелина:

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

Характеристиката на пода:

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

където:

A_G – площ на земната основа, m^2

$A_G = 203,02 m^2$

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
Жилищна сграда, ул. „Ген. Гурко“ № 100, Вх. „0“, „А“, „Б“, „В“, „Г“, „Д“
гр. Стара Загора

P – периметър на земната основа (който граничи със земя), m
 P = 61,76 m

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

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,13 = 1,42$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,42 < B' = 6,57$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 6,57 + 0,85 + 0,5 \cdot 1,13} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 6,57}{0,85 + 0,5 \cdot 1,13} + 1 \right) = 0,498$$

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;

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

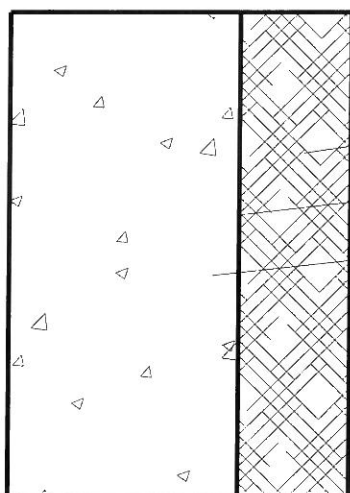
R_w = термично съпротивление на топлопроводност на стената на подземния етаж;

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

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

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

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

коефициент на топлопроводност

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

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

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

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

Тогава:

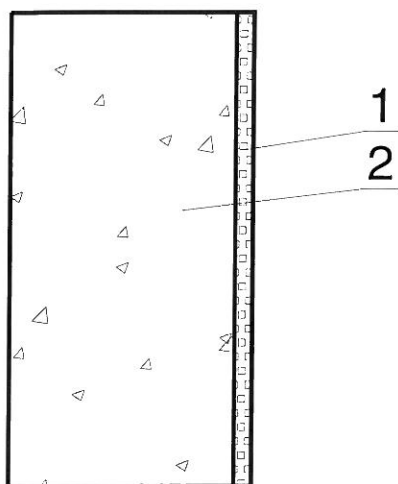
$$d_w = 2 \cdot (0,13 + 0,123 + 0,04) = 0,585$$

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

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

$$U_{bw} = \frac{2,2}{\pi \cdot 1,13} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,585}{0,585 + 1,13} \right) \cdot \ln \left(\frac{1,13}{0,585} + 1 \right) = 1,419 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

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



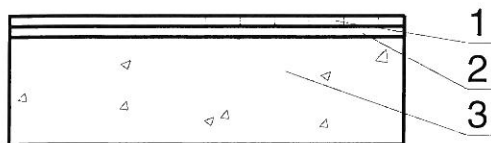
- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Варово-циментова мазилка | $\delta = 0,01 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0,87 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Стоманобетон | $\delta = 0,20 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$ |

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

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

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

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



- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Подови плочи | $\delta = 0,01 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1,05 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Лепил и изравнителен слой | |
| коэффициент на топлопроводност | |
| 3. Стоманобетонена плоча | $\delta = 0,14 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$ |

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{194,20}{(203,02 \cdot 0,498) + (69,79 \cdot 1,419) + (92,64 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 380,00)} = 0,833 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{0,833} = 1,200 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Референтна стойност

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{194,20}{(203,02 \cdot 0,481) + (18,53 \cdot 1,811) + (143,90 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 380,00)} = 2,37 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$U = \frac{1}{2,37} = 0,423 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

Вх. В и вх. Г – заедно (секция 33-33)

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 , $A_{bf} = 406,04 \text{ m}^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 386,40 \text{ m}^2$;

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

$z = 1,13 \text{ m}$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;

$$P = 111,64$$

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

$$(z.P) = 126,15 \text{ m}^2;$$

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);

$$h = 1,50 \text{ m (среднопреведена);}$$

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

$$(h.P) = 167,46 \text{ m}^2;$$

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

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 ;

$$V = 760,00 \text{ m}^3;$$

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

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

λ – коефициент на топлопроводност на земята

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

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

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

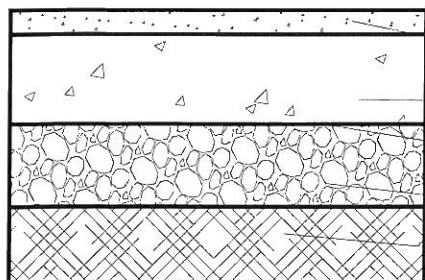
R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

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

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

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

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

Термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча:

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

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

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

$$A_G = 386,40 \text{ m}^2$$

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

$$P = 111,64 \text{ m}$$

$$B' = \frac{386,40}{(0,5 \cdot 111,64)} = 6,92$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,13 = 1,42$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,42 < B' = 6,92$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 6,92 + 0,85 + 0,5 \cdot 1,13} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 6,92}{0,85 + 0,5 \cdot 1,13} + 1 \right) = 0,483 \text{ W/(m}^2\text{.K)}.$$

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;

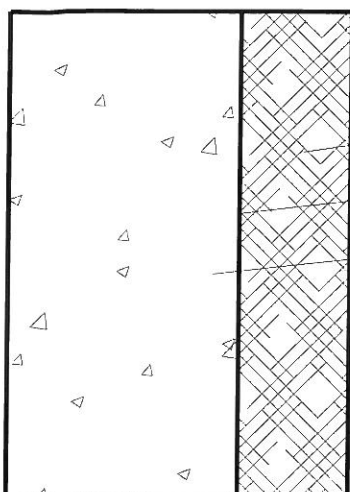
$$R_w = 0,18 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

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

ОБСЛЕДВАНЕ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
 Жилищна сграда, ул. „ Ген. Гурко” № 100, Вх. „0”, „ А”, „ Б”, „ В”, „ Г”, „Д”
 гр. Стара Загора

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

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

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

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

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

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

Тогава:

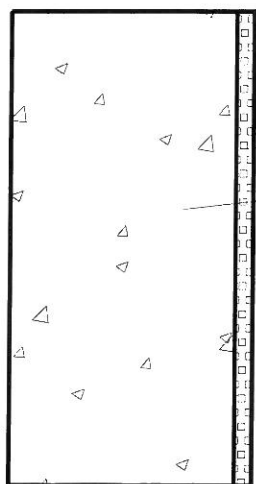
$$d_w = 2 \cdot (0,13 + 0,123 + 0,04) = 0,585$$

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

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

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2}{\pi \cdot 1,13} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 0,585}{0,585 + 1,13} \right) \cdot \ln \left(\frac{1,13}{0,585} + 1 \right) = 1,419 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

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



1. Варово-циментова мазилка

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

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

2. Стоманобетон

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

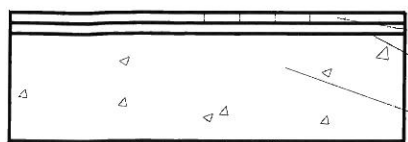
$$\text{коефициент на топлопроводност } \lambda = 1,63 \text{ W/(m.K)}$$

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

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

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

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)

$$R = \frac{1}{\alpha_c} + \frac{\delta_{п.н.}}{\lambda_{п.н.}} + \frac{\delta_{л.с.}}{\lambda_{л.с.}} + \frac{\delta_{ст.б.}}{\lambda_{ст.б.}} + \frac{\delta_{из.}}{\lambda_{из.}} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_i}$$

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{386,40}{(406,04 \cdot 0,483) + (126,15 \cdot 1,419) + (167,46 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 760)} = 0,862 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{0,862} = 1,161 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Референтна стойност

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{386,40}{(406,04 \cdot 0,483) + (126,15 \cdot 1,419) + (167,46 \cdot 3,168) + (0,33 \cdot 0,3 \cdot 760)} = 2,39 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$U = \frac{1}{2,39} = 0,418 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Вх. Д (секция 321)

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 , $A_{bf} = 202,67 m^2$;

A_f е площта на пода на надземния към подземния етаж, m^2 , $A_f = 197,14 m^2$;

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

$z = 1,13 m$ (среднопреведена);

P – периметърът на подземния етаж, m ;

$P = 67,76$;

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

$(z \cdot P) = 76,57 m^2$;

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);

$h = 1,50 m$ (среднопреведена);

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

$(h \cdot P) = 101,64 m^2$;

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

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

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

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

$V = 380,00 m^3$;

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

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

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;

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

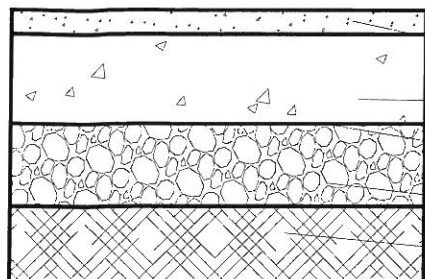
R_f = термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча;

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

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

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

Определяне на R_f - под върху земя



1. Циментова замазка $\delta = 0.04$ m
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 0.93$ W/(m.K)
2. Стоманобетонена настилка $\delta = 0.10$ m
коэффициент на топлопроводност $\lambda = 1.63$ W/(m.K)
3. PVC фолио
4. Уплътнена баластра
5. Почвена основа

Термично съпротивление на топлопроводност на подовата плоча:

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

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

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

$A_G = 202,67 \text{ m}^2$

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

$P = 67,76 \text{ m}$

$$B' = \frac{202,67}{(0,5 \cdot 67,76)} = 5,98$$

Пресмятане на:

$$(d_t + 0,5 \cdot z') = 0,85 + 0,5 \cdot 1,13 = 1,42$$

При $(d_t + 0,5 \cdot z') = 1,42 < B' = 5,98$ коефициентът на топлопреминаване през подовата плоча се изчислява по зависимостта:

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

$$U_{bf} = \frac{2.2}{\pi \cdot 5.98 + 0.85 + 0.5 \cdot 1.13} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 5.98}{0.85 + 0.5 \cdot 1.13} + 1 \right) = 0.526 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Коефициент на топлопреминаване U_{bw} на стените на подземния етаж, граничеши 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;

$$R_{si} = 0.13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

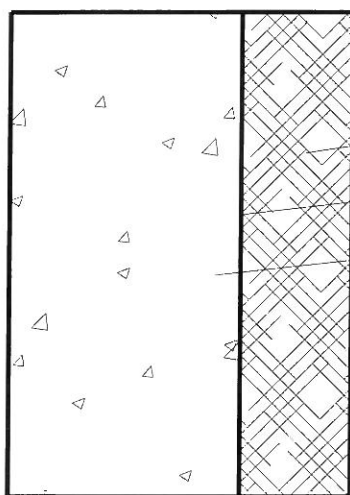
R_w = термично съпротивление на топлопроводност на стената на подземния етаж;

$$R_w = 0.18 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

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

$$R_{se} = 0.04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Определяне на R_w - външни стени бетон



1. Почва

2. Хидроизолация

3. Стоманобетон

коефициент на топлопроводност

$$\delta = 0.14 \text{ m}$$

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

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

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

Тогава:

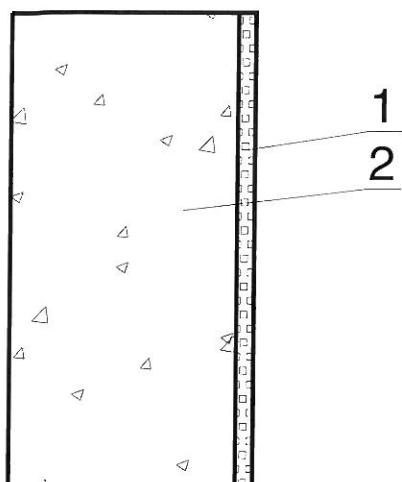
$$d_w = 2 \cdot (0.13 + 0.123 + 0.04) = 0.585$$

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

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

$$U_{bw} = \frac{2.2}{\pi \cdot 1.13} \left(1 + \frac{0.5 \cdot 0.585}{0.585 + 1.13} \right) \cdot \ln \left(\frac{1.13}{0.585} + 1 \right) = 1.419 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

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



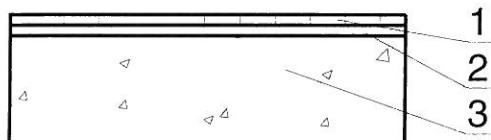
- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Варово-циментова мазилка | $\delta = 0.01 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda = 0.87 \text{ W/(m.K)}$ |
| 2. Стоманобетон | $\delta = 0.20 \text{ m}$ |
| коэффициент на топлопроводност | $\lambda =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

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

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

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

Коефициент на топлопреминаване U_f през пода на отопляваното помещение към мазето



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

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,138} + \frac{197,14}{(202,67.0,527) + (76,57.1,795) + (101,64.3,168) + (0,33.0,3.380,00)} = 0,811(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{0,811} = 1,234 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}).$$

Референтна стойност

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

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

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,50} + \frac{197,14}{(202,67.0,527) + (76,57.1,795) + (101,64.3,168) + (0,33.0,3.380,00)} = 2,34 (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{2,34} = 0,427 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}).$$

Таблица 3

Под над неотопл. сутерен - вх. О	193,09	1,210	-	-	-	
Под над неотопл. сутерен - вх. А и Б	388,40	1,200	-	-	-	
Под над неотопл. сутерен - вх. В и Г	386,40	1,161	-	-	-	
Под над неотопл. сутерен - вх. Д	197,14	1,234	-	-	-	
Общо под $A_{\text{под}}$	1165,03					

2.3.3. Покрив с въздушен слой.

Вх. О (секция 222)

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