



Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe
EKOBUD Sp. z o. o.
86-300 Grudziadz, ul. Nad Torem 11

**KATALOG ELEMENTÓW TECHNOLOGII
EKOBUD
DLA BUDOWNICTWA PASYWNEGO
– ZGODNIE Z WYTYCZNYMI INSTYTUTU BUDOWNICTWA
PASYWNEGO im. Güntera Schlagowskiego**

Obliczenia wykonane zgodnie z

- PN-EN ISO 6946:2008: 'Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.'
- kryteriami Instytutu Budownictwa Pasywnego im. Güntera Schlagowskiego dla budynków pasywnych

Grudziadz, 2014

TECHNOLOGIA ENERGOOSZCZ DLA EKOBUD

1. **ŁAWA FUNDAMENTOWA + CIANA FUNDAMENTOWA + PODŁOGA NA GRUNCIE**

1.1. Ława fundamentowa

1.1.1. Elementy ławy fundamentowej

- Szalunek tracony wykonany ze styropianu EPS 150-036 GEO FUNDAMENT grubo ci 10 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{mK})$) . SF1;
- ci g szalunku dla ławy fundamentowej w zależności od długości ławy:
 - dla ławy 60x30 [cm]: dł 752 mm (SF1)
 - dla ławy 70x30 [cm]: dł 852 mm (SF2)
 - dla ławy 80x30 [cm]: dł 952 mm (SF3)
- Kojnierz mocujący PA;
- Zatyczka styropianowa ZS . styropian EPS 70-040, $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{mK})$;
- Beton klasy minimum C16/20 o konsystencji V2;
- Izolacja przeciwwilgociowa powłokowa

1.1.2. Opis wykonania

Ława fundamentowa posadowiona jest bezpośrednio na gruncie przygotowanym wcześniej poprzez wyrównanie i rozsypanie zagęszczonej podsypki z Pospółki (gr. warstwy 2-5 cm). Poziom posadowienia uzależniony jest od podpiwniczenia i warunków wodno . gruntowych.

Ława fundamentowa wylewana jest z betonu klasy minimum C16/20 o konsystencji V2, zbrojona zgodnie z projektem budowlanym i wymaganiami normy PN-EN 1991-1:2004: Eurokod 1: Oddziaływanie konstrukcji. Cz 1-1: Oddziaływania ogólne; prętkami ze stali AIII, zbrojonej o minimalnej średnicy 10 cm, strzemiona i prętki szalunkowe (SF) stal gładka A1.

Po wykonaniu wykopu na wyrównanym i wypoziomowanym podłożu ustawiamy szalunek tracony, stabilizujemy go żelaznikami styropianowym oraz prętkami dystansowymi (dolnymi cięgłami szalunku) i układamy zbrojenie zgodnie z dokumentacją projektową (po czym montujemy cięgła górne). Następnie następuje betonowanie, a po związaniu betonu wykonanie izolacji poziomej.

1.2. Ciana fundamentowa

1.2.1. Elementy ciany fundamentowej

- Płyta szalunkowa do cian fundamentowych format (0,5/1,0m) STYROPIAN EPS 036-150 GEO FUNDAMENT grubo ci 15 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{mK})$) . PSF;
- cięgła szalunku ciany fundamentowej . SSF;
- Kojnierz mocujący PA;
- Zatyczka styropianowa ZS . styropian EPS 70-040, $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{mK})$;
- Beton klasy minimum C16/20 o konsystencji V2;
- Siatka zbrojeniowa;
- Izolacja przeciwwilgociowa powłokowa;
- Rozpórki szalunku cian fundamentowych - RSF;
- Klej poliuretanowy CERESIT CT 84 do montażu i wypełnienia szczelin pomiędzy szalunkami;

1.2.2. Opis wykonania

Ciany fundamentowe montujemy z przygotowanych wcześniej elementów szalunku traconego . płyt PSF . połączonych za pomocą cięgłów i rozpórek fundamentowych. Elementy szalunkowe połączone są między sobą klejem poliuretanowym CERESIT CT 84. Na ławie fundamentowej montujemy izolację krawędziową ze styropianu EPS GEO

FUNDAMENT grubo ci 10 cm. Następnie na powierzchni zewnętrznej szalunku wklejamy siatkę zbrojonych w celu stworzenia jednolitej bryły wraz z żłobkami fundamentów. Na całej powierzchni żłobków i ścian fundamentowych nakładamy izolację przeciwwilgociową powłokową.

1.3. Podłoga na gruncie

1.3.1. Elementy podłogi na gruncie

- warstwa posadzkowa. do obliczeń przyjmijmy panele podłogowe HDF gr. 1,6 cm, $\lambda = 0,18$ W/(mK);
- warstwa podkładowa. beton wylewany gr. 6 cm, $\lambda = 1,15$ W/(mK);
- styropian EPS DACH/PODŁOGA SUPER gr. 22 cm, $\lambda = 0,036$ W/(mK);
- izolacja przeciwwilgociowa;
- podłoga betonowa 10 cm, $\lambda = 1,15$ W/(mK);

1.3.2. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

Założenia do obliczeń:

- temperatura wewnętrzna: $+20^{\circ}\text{C}$
- temperatura gruntu: $+10^{\circ}\text{C}$
- opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej. przepływ w dół $R_{si} = 0,17$ m²K/W
- opór przejmowania ciepła od strony gruntu $R_{se} = 0,00$ m²K/W
- do obliczeń przyjmijmy budynek o wymiarach: $A = 10 \times 10$ m = 100 m² i obwodzie $P = 10 + 10 + 10 + 10 = 40$ m
- rodzaj gruntu pod budynkiem: piasek lub żwir $\lambda = 2,0$ W/(mK)

Obliczenia wykonujemy w oparciu o Normę: PN-EN ISO 13370:2008: Ciepne wycieki u użytkownika budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metoda obliczania. - uwzględniając przypadek podłogi dla budynków niepodpiwniczonych typu płyta na gruncie z izolacją krawędzi pionową.

Wymiar charakterystyczny podłogi na gruncie:

$$B = A / (0,5 * P) = 100 \text{ m}^2 / (0,5 * 40 \text{ m}) = 5 \text{ [m]}$$

Zgodnie z Normą. współczynnik przenikania ciepła U dla podłogi dobrze izolowanej

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}$$

d_t . całkowita grubość ekwiwalentna

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

w . grubość ciany nadziemia

$$w = 0,5 \text{ m}$$

Obliczenie całkowitego oporu podłogi R_f :

$$R_f = 0,016 \text{ m} / 0,18 \text{ W/(mK)} + 0,06 \text{ m} / 1,15 \text{ W/(mK)} + 0,22 \text{ m} / 0,036 \text{ W/(mK)} + 0,1 \text{ m} / 1,15 \text{ W/(mK)} = 6,339 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$d_t = 0,5 \text{ m} + 2,0 \text{ (W/(mK))} * (0 \text{ (m}^2\text{K/W)} + 6,339 \text{ (m}^2\text{K/W)} + 0,17 \text{ (m}^2\text{K/W)}) = 13,518 \text{ m}$$

$$U_0 = 2,0 \text{ (W/(mK))} / (0,457 * 5 \text{ m} + 13,518 \text{ m}) = 0,127 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Liniowy współczynnik przenikania ciepła związany z izolacją krawędziową :

$$\psi_{ge} = -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1\right) \right]$$

Dla przyjętego budynku $\psi_{ge} = -0,017 \text{ W/(mK)}$

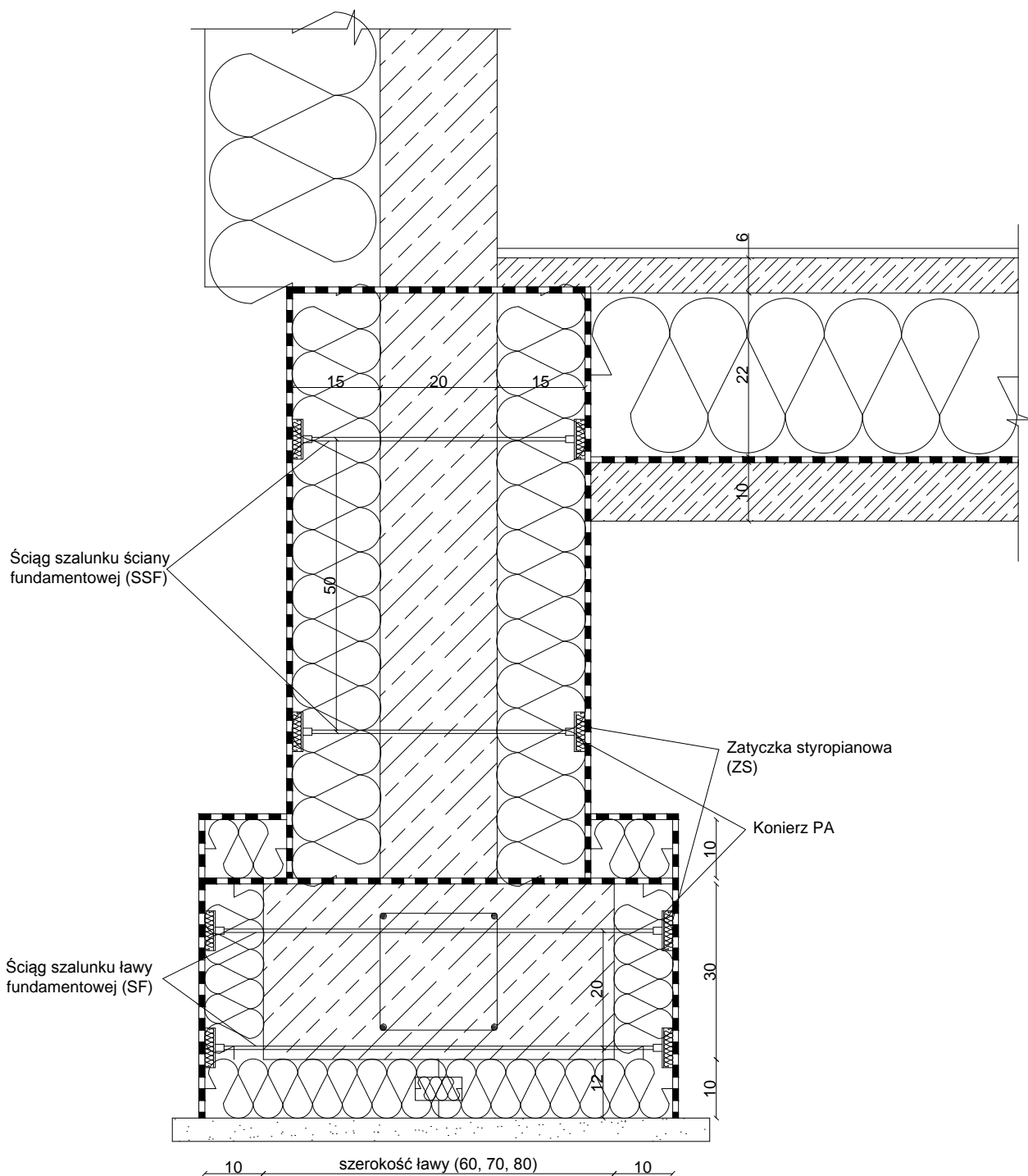
wówczas skorygowany współczynnik przenikania ciepła U wynosi:

$$U = U_0 + \frac{2\psi_{ge}}{B'}$$

$$U = 0,127 \text{ W/(m}^2\text{K)} + (2 \cdot (-0,017 \text{ W/(mK)})/5 = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$U_{max} \leq 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. warunek spełniony

ŁAWA FUNDAMENTOWA + ŚCIANA FUNDAMENTOWA + PODŁOGA NA GRUNCIE



TECHNOLOGIA ENERGOOSZCZĘDNA EKOBUD

2. CIANA NADZIEMIA

2.1. Elementy ciany nadziemna

- Płyta szalunkowa wewn trzna PSW . płyta cementowo - drzazgowa CETRIS grubo ci 1,2 cm, $\lambda = 0,251 \text{ W/(mK)}$;
- Płyta szalunkowa zewn trzna PSZ . ze styropianu EPS 032 FASADA LAMBDA SUPER grubo ci 30 cm, $\lambda = 0,032 \text{ W/(mK)}$;
- Rozpórka szalunku cian nadziemna . RSN;
- ci gi szalunku cian nadziemna . SSN;
- Koñnierz mocuj cy PA;
- Zatyczka styropianowa ZS . styropian EPS 70-040, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$;
- Klej poliuretanowy CERESIT CT 84 do monta u i wypeñnienia szczelin pomi dzy szalunkami;
- Beton klasy minimum C16/20 o konsystencji V2;

2.2. Opis wykonania

cian nadziemna montujemy z przygotowanych wcze niej elementów szalunku traconego . płyt PSW i PSZ . poñ czonych za pomoc ci gów i rozpórek. Elementy szalunkowe poñ czone s mi dzy sob klejem poliuretanowym CERESIT CT 84. Po zamontowaniu warstwy szalunku na obwodzie caej kondygnacji nast puje betonowanie. Po zwi zaniu betonu nast puj monta kolejnej warstwy ciany, a do uzyskania danej wysoko ci. Na koniec montowana jest siatka zbrojeniowa i tynk zewn trzny.

ciany zewn trzne zbroi nale y zgodnie z wytycznymi norm: 'PN-EN 1991-1:2004: Eurokod 1: Oddziaływanie konstrukcji. Cz s 1-1: Oddziaływanie ogólne' oraz 'PN-EN 1992-1-1:2008: Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Cz s 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.'

2.3. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

Zaö enia do oblicze :

- temperatura wewn trz: $+20^{\circ}\text{C}$
- temperatura na zewn trz: -20°C
- opór przejmowania ciepła po stronie wewn trznej . przepływ poziomy $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
- opór przejmowania ciepła po stronie zewn trznej $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Lp.	warstwy	przewodno cieplna	grubo warstwy	opór cieplny warstwy
			d	R
		[W/(m·K)]	[m]	[(m ² ·K)/W]
1	powietrze wewn trzne			0,130
2	tynk gipsowy wewn trzny	0,400	0,010	0,025
3	płyta cementowo-drzazgowa CETRIS	0,251	0,012	0,048
4	beton	0,720	0,188	0,261
5	EPS 032 FASADA LAMBDA SUPER	0,032	0,300	9,375
6	tynk zewn trzny	0,800	0,005	0,006
7	powietrze zewn trzne			0,040
8	całkowity opór cieplny R_T [(m ² ·K)/W]			9,89
9	współczynnik przenikania ciepła $U = 1/R_T$ [W/(m ² ·K)]			0,10

Współczynnik korekcyjny ze względu na czynniki mechaniczne

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f n_f A_f}{d_0} \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$

gdzie:

d_0 . grubość warstwy izolacji zawierającej czynnik $d_0 = 0,30$ m

α . współczynnik zależny od rodzaju czynnika $\alpha = 0,707$

A_f . pole przekroju $A_f = R^2 = 3,14 \cdot (0,006\text{m})^2 = 0,000113$ m²

λ_f . współczynnik przewodzenia ciepła czynnika $\lambda_f = 1,0$ W/(mK)

n . liczba czynników na m² $n = 8$ szt.

R_1 . opór cieplny warstwy przebijanej przez czynnik (styropian) $R_1 = 9,375$ m²K/W

R_T . opór cieplny komponentu $R_T = 9,71$ m²K/W

$$\Delta U_f = 0,707 \cdot (1,0 \text{ W/(mK)}) \cdot 8 \cdot (0,006\text{m})^2 / 0,3\text{m} \cdot (9,375/9,71)^2 = \underline{0,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

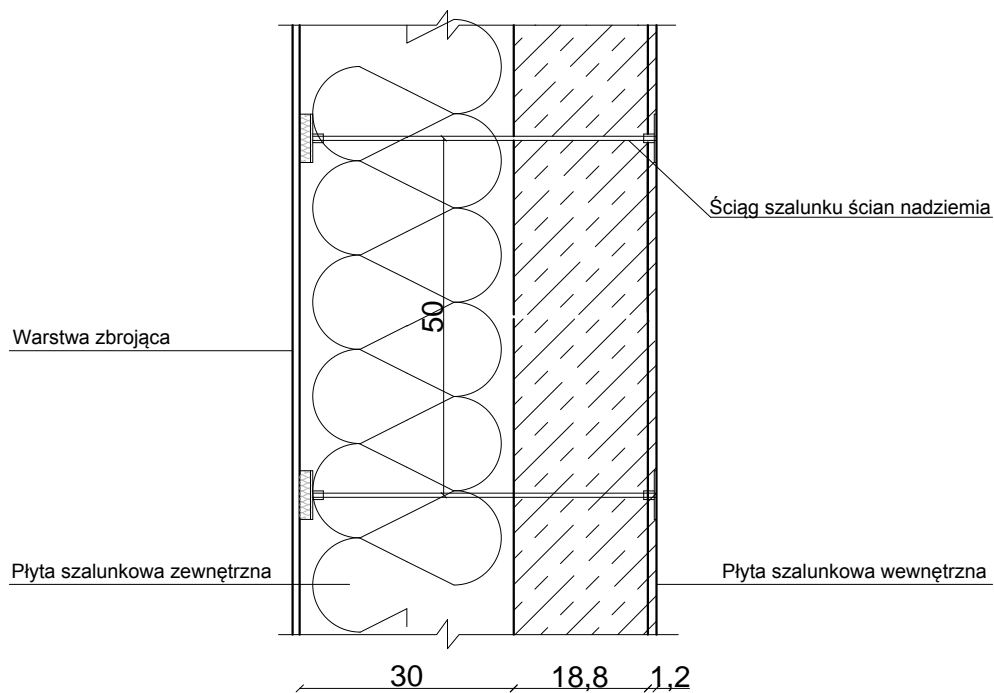
Całkowity współczynnik przenikania ciepła U w I, II, III strefie klimatycznej wynosi

$$U = 0,10 + 0,00192 = \underline{0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

$U_{\max} \leq 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ – warunek spełniony

ŚCIANA ZEWNĘTRZNA

I, II, III strefa klimatyczna



TECHNOLOGIA ENERGOOSZCZĘDNA EKOBUD

3. DACH

3.1. Elementy dachu

- izolacja termiczna nakrokwiowa . płyta dachowa PD ze styropianu EPS 036 DACH/PODÓOGA SUPER grubo 20 cm; $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$;
- płyta cementowo-drzazgowa CETRIS grubo 1,2 cm, $\lambda = 0,251 \text{ W/(mK)}$;
- hydroizolacja dachu . papa asfaltowa, $\lambda = 0,18 \text{ W/(mK)}$;
- krokwie 18 x 8 cm, $\lambda = 0,16 \text{ W/(mK)}$;
- izolacja termiczna międzykrokwiowa . wełna mineralna grubo 18 cm, $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$;
- izolacja termiczna pod krokwiami gr. 4 cm; $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$
- sufit podwieszony . płyta gipsowo . kartonowa grubo 1,3 cm, $\lambda = 0,23 \text{ W/(mK)}$;
- elementy izolacji nakrokwiowej . wkręty do drewna 6 szt/m² (Ø6 mm) dł 18,5 cm. ;
- kołnierze PA;

3.2. Opis wykonania

Konstrukcja dachu należy projektować zgodnie z wymogami normy obciążenia: 'PN-EN 1991-1:2004: Eurokod 1: Oddziaływanie konstrukcji. Część 1-1: Oddziaływanie ogólne.' oraz normy dotyczącej projektowania konstrukcji drewnianych: 'PN-EN 1995-1-1-2010: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne dotyczące budynków.'

Dach w technologii EKOBUD składa się z płyty dachowej PD zespolonej z płytą cementowo-drzazgow CETRIS. Drugą część stanowi krokwie z przestrzeniami wypełnionymi wełną mineralną. Całość połączona jest wkrętami do drewna. Od strony wewnętrznej do krokwi przytwierdzone są wieszaki stalowe typu U z listwami metalowymi stanowiącymi konstrukcję dla sufitu podwieszanego.

Dach pokryty jest papą termozgrzewalną.

3.3. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

Założenia do obliczeń:

- temperatura wewnętrzna: +20°C
- temperatura zewnętrzna: -20°C
- opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej . przepływ pionowy $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$
- opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Lp.	warstwy	przewodno cieplna	grubo warstwy	opór cieplny warstwy
		λ	d	R
		[W/(m·K)]	[m]	[(m ² ·K)/W]
1	powietrze wewnętrzne			0,100
2	plyta gipsowo-kartonowa	0,230	0,013	0,057
3	niewentylowana warstwa powietrza		0,250	0,160
4	warstwa wełny mineralnej pod stropem	0,036	0,040	1,111
5	krokwie - drewno sosnowe	0,160	0,180	1,125
6	wełna mineralna	0,036	0,180	5,000
7	EPS-036 DACH/PODŁOGA SUPER	0,036	0,200	5,556
8	plyta cementowo-drzazgowa CETRIS	0,251	0,012	0,048
9	papa asfaltowa	0,180	0,005	0,028
10	powietrze zewnętrzne			0,040

11	kres górny całkowitego oporu cieplnego R'_T [(m ² ·K)/W]	8,224
12	kres dolny całkowitego oporu cieplnego R''_T [(m ² ·K)/W]	12,099
13	całkowity opór cieplny R_T [(m ² ·K)/W]	10,161

• $U_0 = 1/R_T = 0,098 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik korekcyjny uwzględniający czynniki:

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f n_f A_f}{d_0} \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$

gdzie:

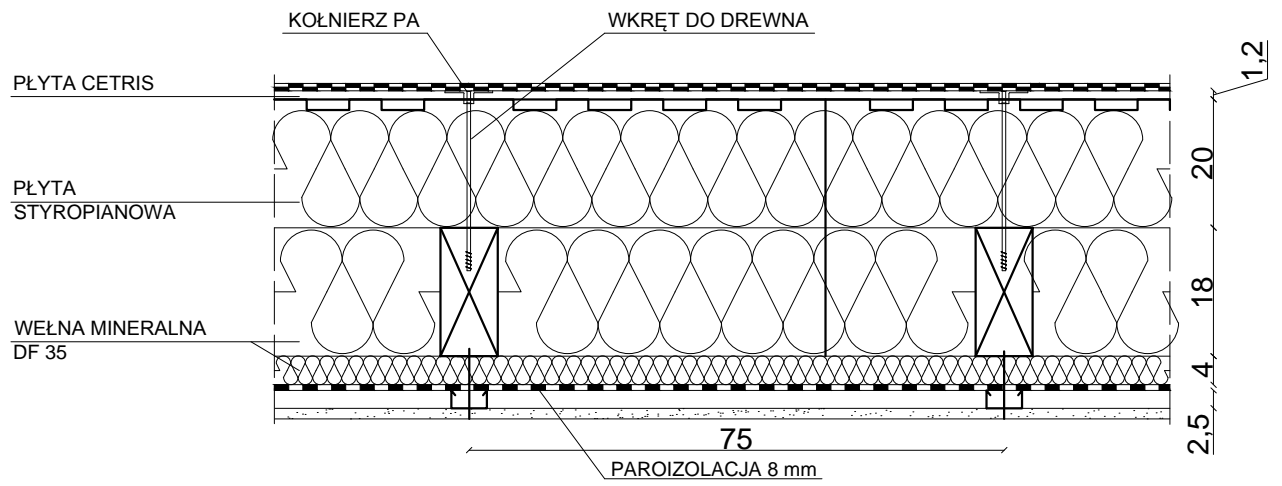
- $d = d_0 \cdot 0,0015 \text{ m} = 0,199 \text{ m}$. długość czynnika
- $d_0 = 0,2 \text{ m}$. grubość warstwy izolacji zawierającej czynnik
- $\alpha = 0,8 \cdot (d/d_0) = 0,796$. współczynnik zależny od rodzaju czynnika
- $A_f = 0,0000283 \text{ m}^2$. pole przekroju poprzecznego jednego czynnika (średnica czynnika 6 mm)
- $\lambda_f = 1,0 \text{ W/(mK)}$. współczynnik przewodzenia ciepła czynnika
- $n_f = 6 \text{ szt}$. liczba czynników na metr kwadratowy
- $R_1 = 5,556 \text{ m}^2\text{K/W}$. opór cieplny warstwy przebijanej przez czynnik
- $R_{T,h} = 10,161 \text{ m}^2\text{K/W}$. całkowity opór cieplny

$$U_f = 0,796 \cdot ((50 \text{ W/(mK)} \cdot 6 \cdot 0,0000283 \text{ m}^2) / 0,2 \text{ m}) \cdot (5,556 \text{ (m}^2\text{K/W)} / 10,161 \text{ (m}^2\text{K/W)})^2 = 0,000 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

CAŁKOWITY WSPÓŁCZYNNIK PRZENIKANIA CIEPŁA $U = 0,098 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_{\max} \leq 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Ę warunek spełniony

DOCIEPLENIE DACHU



TECHNOLOGIA ENERGOOSZCZĘDNA EKOBUD

4. STROPODACH

3.1. Elementy stropodachu

- Beton klasy minimum C16/20 o konsystencji V2;
- Izolacja przeciwwilgociowa;
- Belki stropowe prefabrykowane typu TERIVA 4.0/1;
- Blok stropowy BS1 . wykonany ze styropianu EPS 038 FASADA SUPER wysoko 19 cm, $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$;
- Izolacja termiczna na stropie styropian EPS DACH/PODÓGA SUPER gr. 26 cm; $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$
- Sufit podwieszony . płyta gkf grubo 1,3 cm, $\lambda = 1,0 \text{ W/(mK)}$;
- Pokrycie dachu . papa termozgrzewalna;

3.2. Opis wykonania

Strop w technologii EKOBUD zaliczany jest do stropów belkowo-pustakowych z konstrukcyjną warstwą betonu wylewaną w czasie budowy. Projektowany jest zgodnie z normami: 'Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.', 'EN 15037-1: Prefabrykaty z betonu. Belkowo-pustakowe systemy stropowe. Część 1: Belki.'

Najpierw montowane są belki stropowe. Pomiędzy nie montowane są kształtki styropianowe . pustaki uzbrojone w blachy krawędziowe, do których montowane są sufity podwieszane. Następnie następuje zbrojenie stropu, a po nim zabetonowanie. Po związaniu betonu układamy izolację przeciwwilgociową, a na niej izolację termiczną w postaci styropianu.

3.3. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła

Założenia do obliczeń:

- temperatura wewnątrz trz: $+20^{\circ}\text{C}$
- temperatura na zewnątrz trz: -20°C
- opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej . przepływ pionowy $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$
- opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

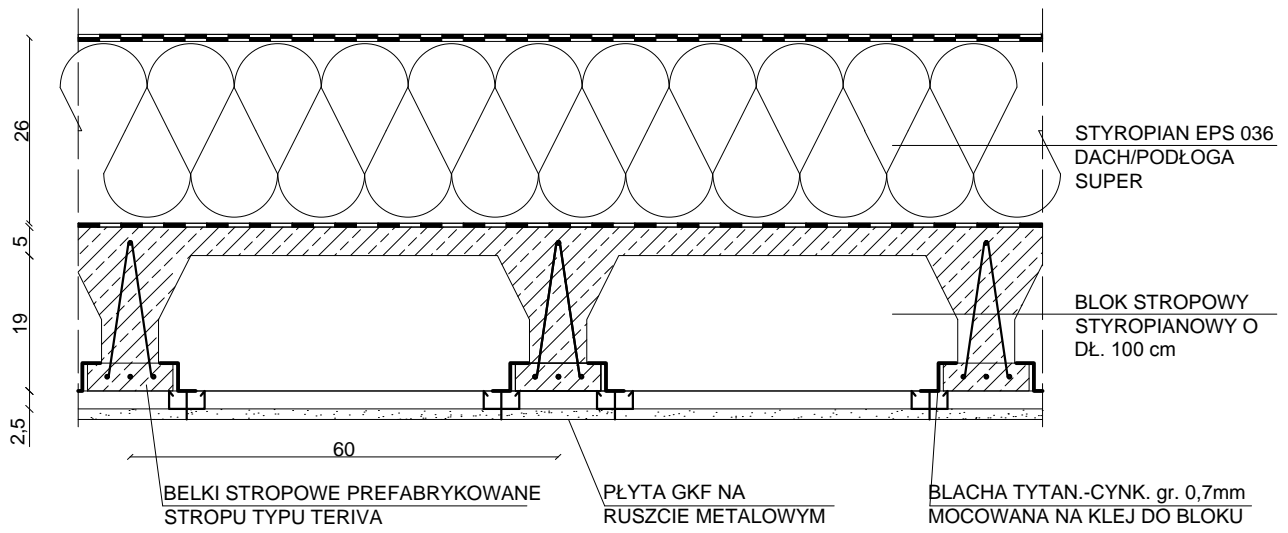
Nr	Warstwa	Przewodność cieplna	Grubość warstwy	Opór cieplny
		[W/(mK)]	d [m]	R [(m ² K)/W]
1	powietrze wewnętrzne			0,100
2	płyta gkf	1,000	0,013	0,013
3	niwelowana warstwa powietrza			0,160
4	kształtki styropianowe EPS 038 FASADA SUPER	0,038	0,190	5,000
5	elbet	2,500	0,190	0,076
6	elbet	2,500	0,050	0,020
7	styropian EPS DACH/PODÓGA SUPER	0,036	0,260	7,222
8	papa termozgrzewalna	0,180	0,005	0,028
9	powietrze zewnętrzne			0,040

Opór cieplny w przekroju przez pustak R_1	12,583
Opór cieplny w przekroju przez cebro R_2	7,659
Całkowity opór cieplny stropodachu $R_T = (R_1+R_2)/2$	10,121

Współczynnik przenikania ciepła stropodachu $U = 1/RT$ [W/(m²K)] **0,099**

$U_{max} \leq 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ – warunek spełniony

DOCIEPLENIE STROPODACHU



TECHNOLOGIA ENERGOOSZCZĘDNA EKOBUD