

Warszawa, 11.06.2018 r.

OBLICZENIA TERMICZNE

Przedmiot obliczeń: Elewacja wentylowana z zastosowaniem podkonstrukcji aluminiowej BSP System

Inwestycja: Metro Point, Warszawa

Wykonawca obliczeń: BSP Bracket System Polska Sp. z o.o.



Dorota Kozula
04-219 Warszawa, ul. Pabianicka 26A lok. 3-4
Regon: 141848637, NIP: 7010182756

Dorota Kozula

mgr inż. Mateusz Nowak

Uprawnienia do sporządzenia świadectw
charakterystyki energetycznej
wpis do rejestru MI nr 14865

Mateusz Nowak

Spis treści

1. Opis przegrody nr 1	3
2. Opis przegrody nr 2	3
3. Założenia oraz dane do obliczeń	3
3. Obliczenia dla przegrody nr 1	4
3.1. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS /170-120	4
3.2. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW PAS/170-60	6
4. Obliczenia dla przegrody nr 2	8
4.1. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS/170-150	8
4.2. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS/170-60	9
5. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych elewacji inwestycji	11
6. Wnioski	11

1. Opis przegrody nr 1

Lp	Materiał	Grubość warstwy d [m]	Wsp. Przewodzenia ciepła λ [W/(mK)]	Opór $R_i = d/\lambda$ [m ² K/W]
-	Opór przejmowania od strony wewnętrznej, R_{si}			0,13
1	Żelbet	0,20	2,5	0,083
2	Wełna termoizolacyjna	0,15	0,034	4,7058
-	Opór przejmowania od strony zewnętrznej, R_{se}	-	-	0,13
suma oporów ΣR				4,7550

$U = 1/\Sigma R$ [W/(m ² K)]	0,2103
---	--------

2. Opis przegrody nr 2

Lp	Materiał	Grubość warstwy d [m]	Wsp. Przewodzenia ciepła λ [W/(mK)]	Opór $R_i = d/\lambda$ [m ² K/W]
-	Opór przejmowania od strony wewnętrznej, R_{si}			0,13
1	Pustak Leier	0,188	0,30	0,6266
2	Wełna termoizolacyjna	0,15	0,034	4,4117
-	Opór przejmowania od strony zewnętrznej, R_{se}	-	-	0,13
suma oporów ΣR				5,2984

$U = 1/\Sigma R$ [W/(m ² K)]	0,1887
---	--------

3. Założenia oraz dane do obliczeń

3.1. Temperatura wewnątrz: 20°C

3.2. Temperatura zewnątrz: -20°C

3.3. Różnica temperatur $\Delta t = 40$ K3.4. Zamodelowana powierzchnia do obliczeń $A = 1$ m²3.5. Współczynnik przenikania ciepła bez uwzględnienia mostków termicznych $U = 0,2143$ W/(m²K) oraz $U = 0,1919$ W/(m²K)

3.6. W modelu uwzględniono kotwy ze stali ocynkowanej M8/50 o współczynniku przewodzenia ciepła 50 W/mK

3.7. W obliczeniach nie uwzględniono podkładki pod konsolę aluminiową

3. Obliczenia dla przegrody nr 1

3.1. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS /170-120

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu Trisco. Na badanym modelu o powierzchni $A = 1\text{m}^2$ uwzględniono jeden wspornik stalowy. Wyniki przedstawiono poniżej:

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: KW PAS 170-120 - zel, welna 0,034 150mm.trc

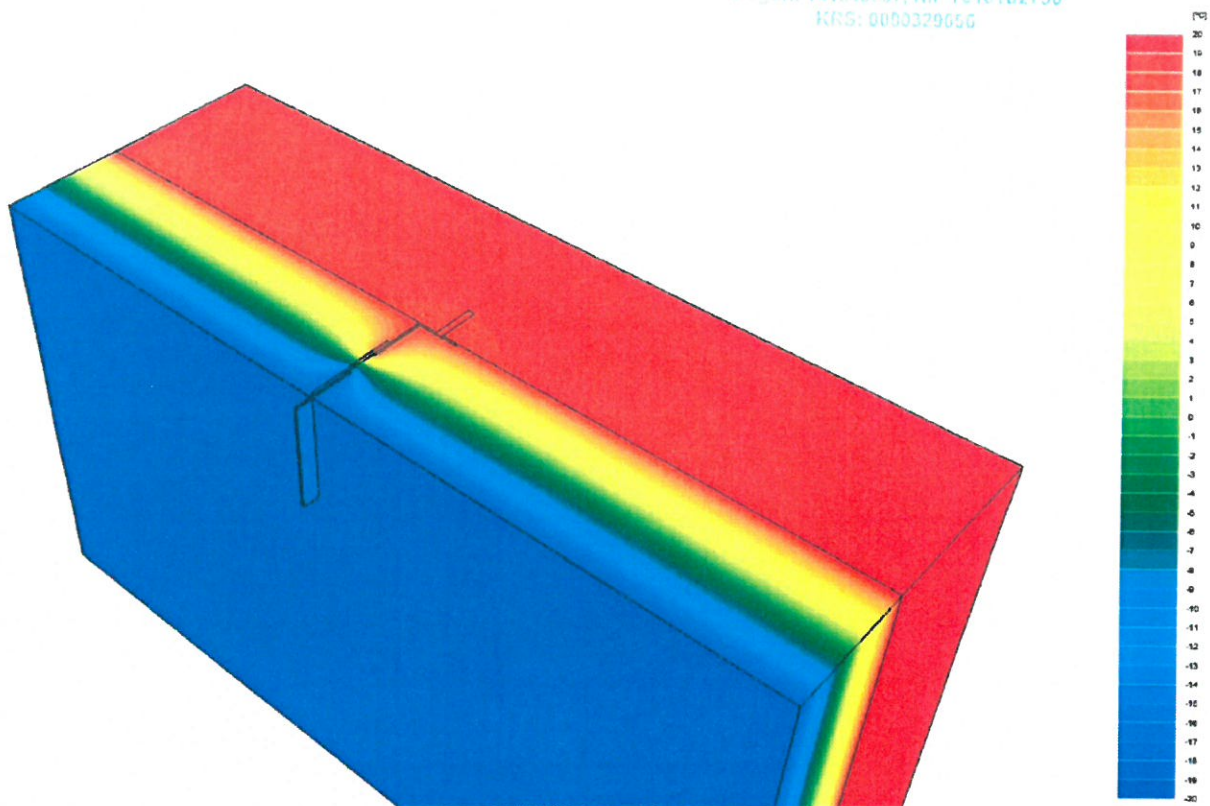
Number of nodes = 425030

Heat flow divergence for total object = 0.000461966 %

Heat flow divergence for worst node = 0.106356 %

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
1	BC_SIMPL	zewnetrzne	-18.93	91	7	37	-14.66	91	18	36
2	MATERIAL	zelbet	17.55	35	19	37	18.89	1	0	74
6	MATERIAL	welna	-18.93	91	7	37	18.20	35	0	0
7	BC_SIMPL	wewnetrzne	18.82	1	35	37	18.89	1	0	74
8	MATERIAL	aluminium	-14.70	101	21	60	17.71	35	47	60
10	MATERIAL	stal_ocynkowana	17.64	38	31	30	18.01	21	37	50
12	MATERIAL	laminat	-15.41	86	14	60	17.31	50	18	37

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
1	BC_SIMPL	zewnetrzne		0.00	8.67
7	BC_SIMPL	wewnetrzne		8.67	
0.00					



RYS. NR 1 Model termiczny nr 1

$$\chi = U_k - U$$

gdzie U_k – współczynnik przenikania ciepła dla badanego modelu

$$U_k = [\text{Flow in/out}] / A / \Delta t$$

$$U_k = 8,67 / 1 / 40 = 0,21675 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$X_{KW1 \text{ PAS } 170-120} = 0,21675 - 0,2103 = 0,00645 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

3.2. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW PAS/170-60

BSP BracketSystem
Polska Sp. z o.o.
ul. 213 Warszawa, ul. Fabiańska 26A lok. 3-4
Regon: 141848037, NIP 7010182756
KRS: 0000329656

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu Trisco. Na badanym modelu o powierzchni $A = 1\text{m}^2$ uwzględniono jedną konsolę BSP KW PAS /170-60. Wyniki przedstawiono poniżej:

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: KW PAS 170-60 - zel, welna 0,034 150mm.trc

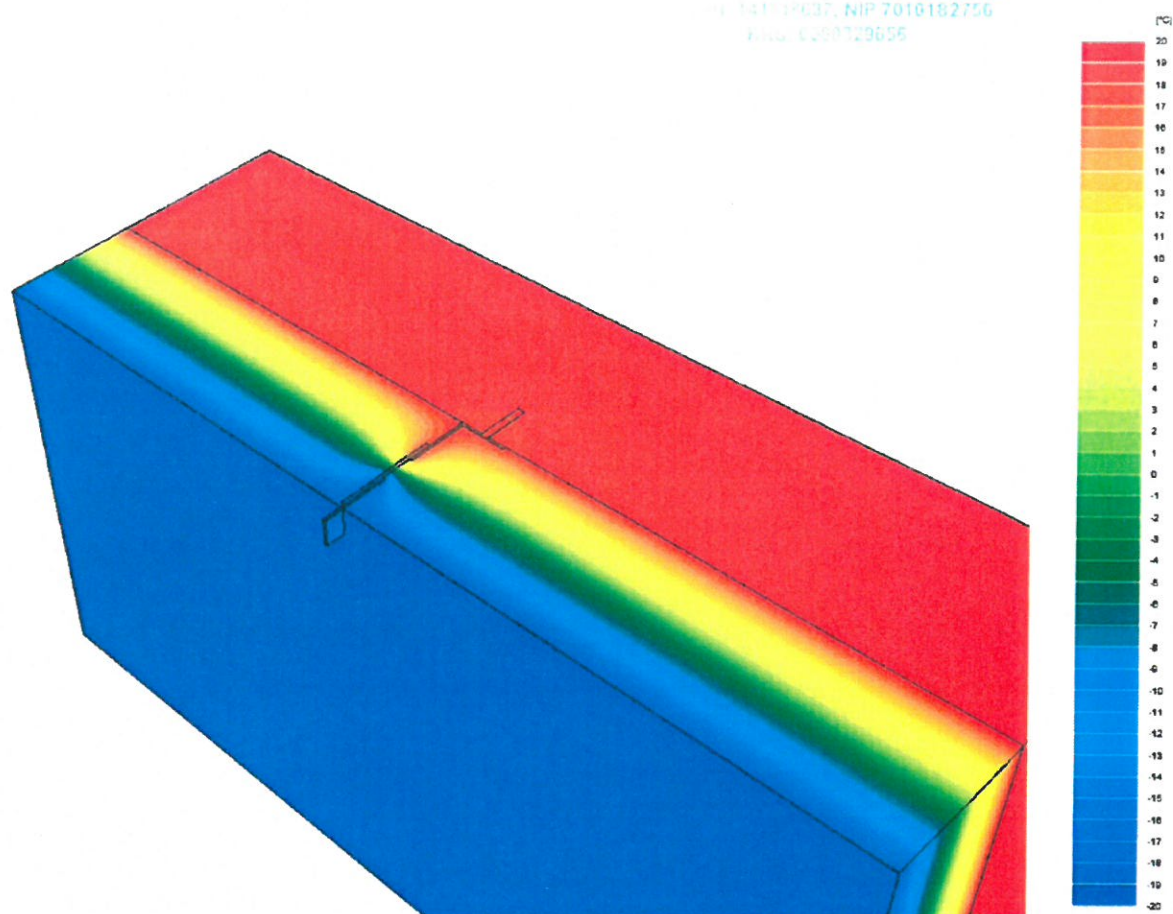
Number of nodes = 311390

Heat flow divergence for total object = 3.93409e-006 %

Heat flow divergence for worst node = 0.12795 %

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
1	BC_SIMPL	zewnetrzne	-18.92	91	7	27	-14.57	91	18	27
2	MATERIAL	zelbet	17.64	35	19	27	18.90	1	0	0
6	MATERIAL	welna	-18.92	91	7	27	18.21	35	0	0
7	BC_SIMPL	wewnetrzne	18.86	1	35	27	18.90	1	0	0
8	MATERIAL	aluminium	-14.62	101	21	40	17.79	35	47	14
10	MATERIAL	stal_ocynkowana	17.73	38	31	25	18.10	21	37	24
12	MATERIAL	laminat	-15.34	86	14	14	17.36	50	18	27

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
1	BC_SIMPL	zewnetrzne		0.00	8.55
7	BC_SIMPL	wewnetrzne		8.55	0.00



RYS. NR 2 Model termiczny nr 2

$$U_k = 8,55 / 1 / 40 = 0,21375 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$X_{KW1 \text{ PAS } 170-60} = 0,21375 - 0,2103 = 0,00345 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

4. Obliczenia dla przegrody nr 2

4.1. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS/170-150

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu Trisco. Na badanym modelu o powierzchni $A = 1\text{m}^2$ uwzględniono jedną konsolę. Wyniki przedstawiono poniżej:

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: KW PAS 170-150 - sil, welna 0,034 150mm.trc

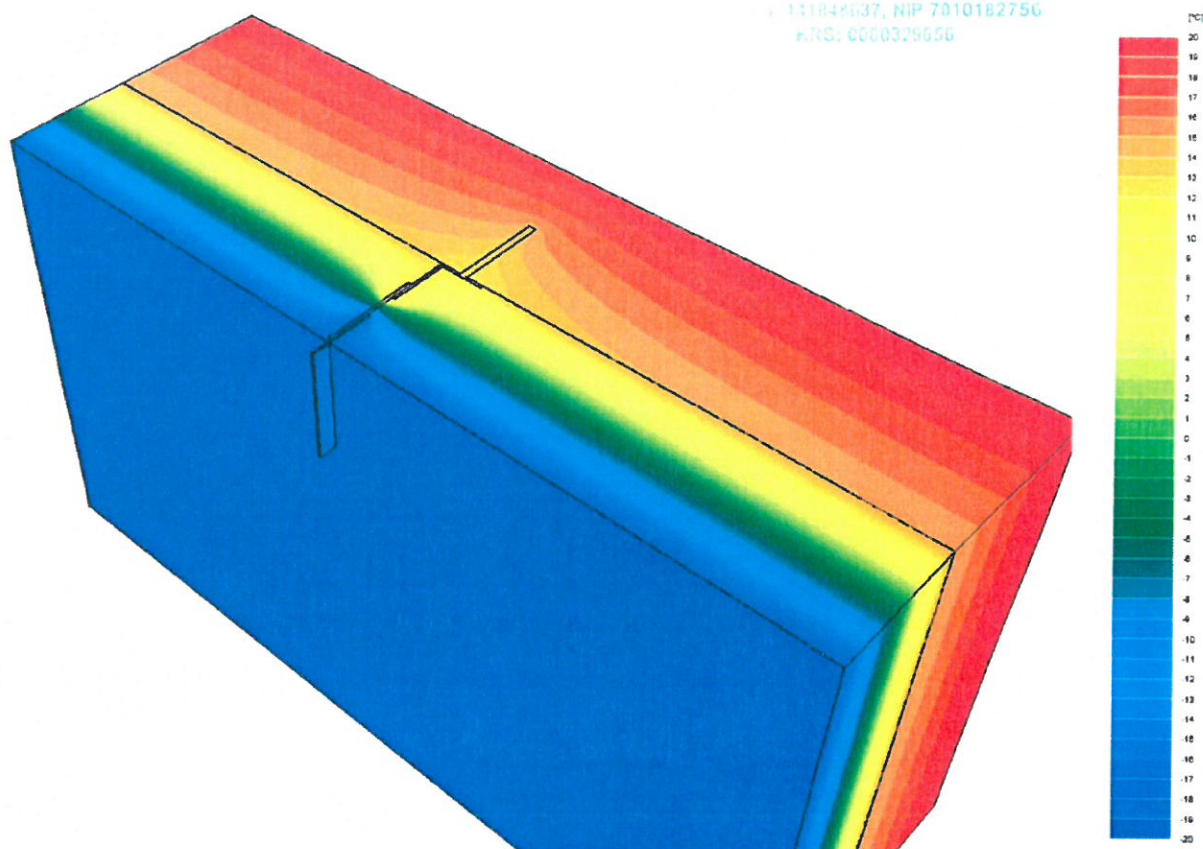
Number of nodes = 426846

Heat flow divergence for total object = 0.00022692 %

Heat flow divergence for worst node = 0.0991345 %

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
1	BC_SIMPL	zewnetrzne	-19.08	89	7	38	-15.44	89	18	40
2	MATERIAL	porotherm	11.80	33	19	38	19.02	1	0	1
6	MATERIAL	welna	-19.08	89	7	38	14.23	33	0	0
7	BC_SIMPL	wewnetrzne	18.79	1	35	38	19.02	1	0	1
8	MATERIAL	aluminium	-15.48	99	21	14	11.98	33	37	49
10	MATERIAL	stal_ocynkowana	11.93	36	31	30	14.04	17	31	52
12	MATERIAL	laminat	-16.08	84	14	14	11.62	48	18	38

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
1	BC_SIMPL	zewnetrzne		0.00	7.78
7	BC_SIMPL	wewnetrzne		7.78	0.00



RYS. NR 3 Model termiczny nr 3

$$U_k = 7,78 / 1 / 40 = 0,1945 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$X_{KW1 \text{ PAS } 170-150} = 0,1945 - 0,1887 = 0,0058 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

4.2. Obliczenie współczynnika punktowego przenikania ciepła χ dla konsoli pasywnej BSP KW1 PAS/170-60

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu Trisco. Na badanym modelu o powierzchni $A = 1\text{m}^2$ uwzględniono jedną konsolę. Wyniki przedstawiono poniżej:

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: KW PAS 170-60 - sil, welna 0,034 150mm.trc

Number of nodes = 304570

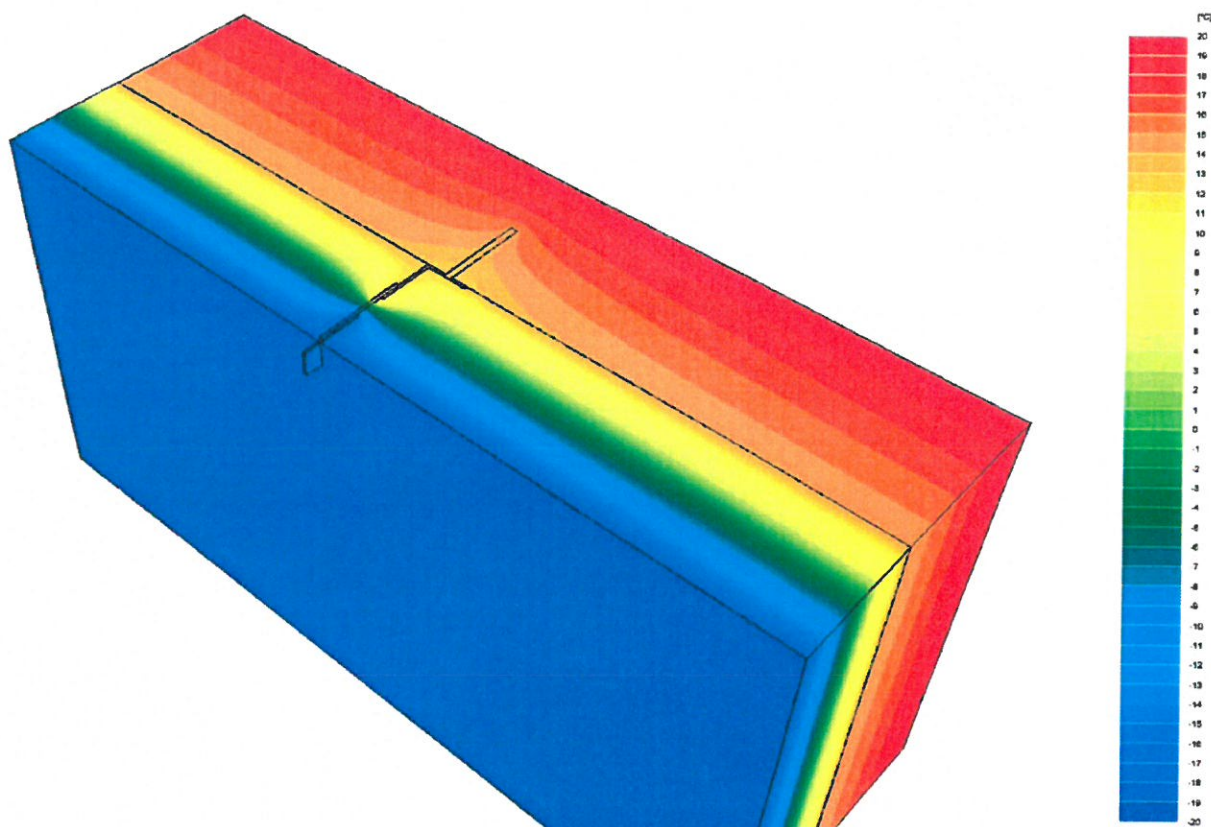
Heat flow divergence for total object = 0.000139594 %

Heat flow divergence for worst node = 0.0533596 %

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
------	------	------	--------------	---	---	---	--------------	---	---	---

1	BC_SIMPL	zewnetrzne	-19.06	89	7	27	-15.28	89	18	27
2	MATERIAL	porotherm	12.33	33	18	35	19.02	1	0	54
6	MATERIAL	welna	-19.06	89	7	27	14.24	33	0	54
7	BC_SIMPL	wewnetrzne	18.89	1	35	27	19.02	1	0	54
8	MATERIAL	aluminium	-15.32	99	18	14	12.49	33	37	27
10	MATERIAL	stal_ocynkowana	12.45	36	31	30	14.47	17	31	24
12	MATERIAL	laminat	-15.94	84	14	14	12.10	48	18	27

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
1	BC_SIMPL	zewnetrzne		0.00	7.65
7	BC_SIMPL	wewnetrzne		7.65	0.00



RYS. NR 4 Model termiczny nr 4

$$U_k = 7,65 / 1 / 40 = 0,19125 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$X_{KW1 \text{ PAS } 170-60} = 0,19125 - 0,1887 = 0,00255 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

5. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych elewacji inwestycji

• ZAKRES NR 1 – przegroda nr 1 (żelbet – 25%)

Dla elewacji przewidziano zastosowanie:

- KW1 PAS /170-120 [1,2 szt/m²]
- KW1 PAS/170-60 [1,2 szt/ m²]

Na podstawie projektu określono średnią ilość konsol BSP KW1 PAS/170-120 oraz KW1 PAS/170-60 występujących na elewacji. Dla KW1 PAS/170-120 wynoszącej 1,2 szt./m² oraz dla KW1 PAS/170-60 wynoszącej 1,2 szt./m² Współczynnik przenikania ciepła dla danej elewacji wynosi:

$$U_p = U_{\text{przegroda}} + 1,2 \chi_{\text{KW1 PAS 170-120}} + 1,2 \chi_{\text{KW PAS 170-60}} + U_{\text{kolki}} + U_{\text{profil}} = 0,2103 + 0,00774 + 0,00414 + 0,005 + 0,01 = 0,2371 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

• ZAKRES NR 2 – przegroda nr 2 (pustak Leier – 75%)

Dla elewacji przewidziano zastosowanie:

- KW1 PAS /170-150 [1,2 szt/m²]
- KW1 PAS/170-60 [1,2 szt/ m²]

Na podstawie projektu określono średnią ilość konsol BSP KW1 PAS/170-150 oraz KW1 PAS/170-60 występujących na elewacji. Dla KW1 PAS/170-150 wynoszącej 1,2 szt./m² oraz dla KW1 PAS/170-60 wynoszącej 1,2 szt./m² Współczynnik przenikania ciepła dla danej elewacji wynosi:

$$U_p = U_{\text{przegroda}} + 1,2 \chi_{\text{KW1 PAS 170-150}} + 1,2 \chi_{\text{KW PAS 170-60}} + U_{\text{kolki}} + U_{\text{profil}} = 0,1887 + 0,00696 + 0,00306 + 0,005 + 0,01 = 0,2137 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Dla warunku 25% podłoże żelbetowe oraz 75% podłoże murowane parametry prawidłowe

Warunek spełniony!

6. Wnioski

Po wykonaniu obliczeń stwierdzono, że wentylowana elewacja z zastosowaniem okładzin mocowanych na pasywnym systemie podkonstrukcji aluminiowej BSP na danym obiekcie spełnia wymogi termiczne ustalone w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 5 lipca 2013 r. dla współczynnika przenikania ciepła na poziomie poniżej 0,23 W/m²K.