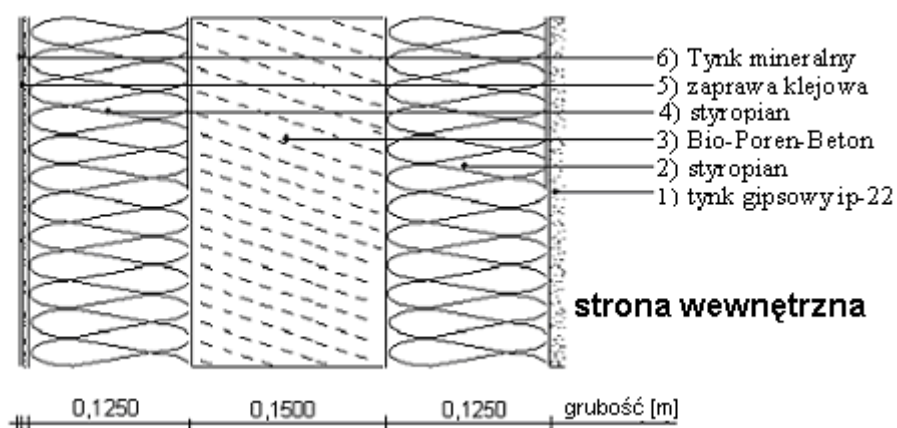




### Przeграда 12.5cm / 15cm/ 12.5cm (bez bariery termicznej)

#### Konstrukcja (warstwy przegrody):

Material	Grubość [m]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciężar [kg/m <sup>2</sup> ]
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	1100	16.50
2) styropian	0.1250	30	3.75
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	1200	180.00
4) styropian	0.1250	30	3.75
5) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
6) tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.4230		214.20



#### Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne

	Okres skraplania	Okres parowania
Temperatura zewnętrzna	-10.00°C	12.00°C
Temperatura wewnętrzna	20.00°C	12.00°C
Wartość wilgotności bezwzględnej na zewnątrz	80.00%	70.00%
Wartość wilgotności bezwzględnej wewnątrz	50.00%	70.00%
Czas (okres)	1440 godzin	2160 godzin



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
**Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich**  
45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
 Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
 45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

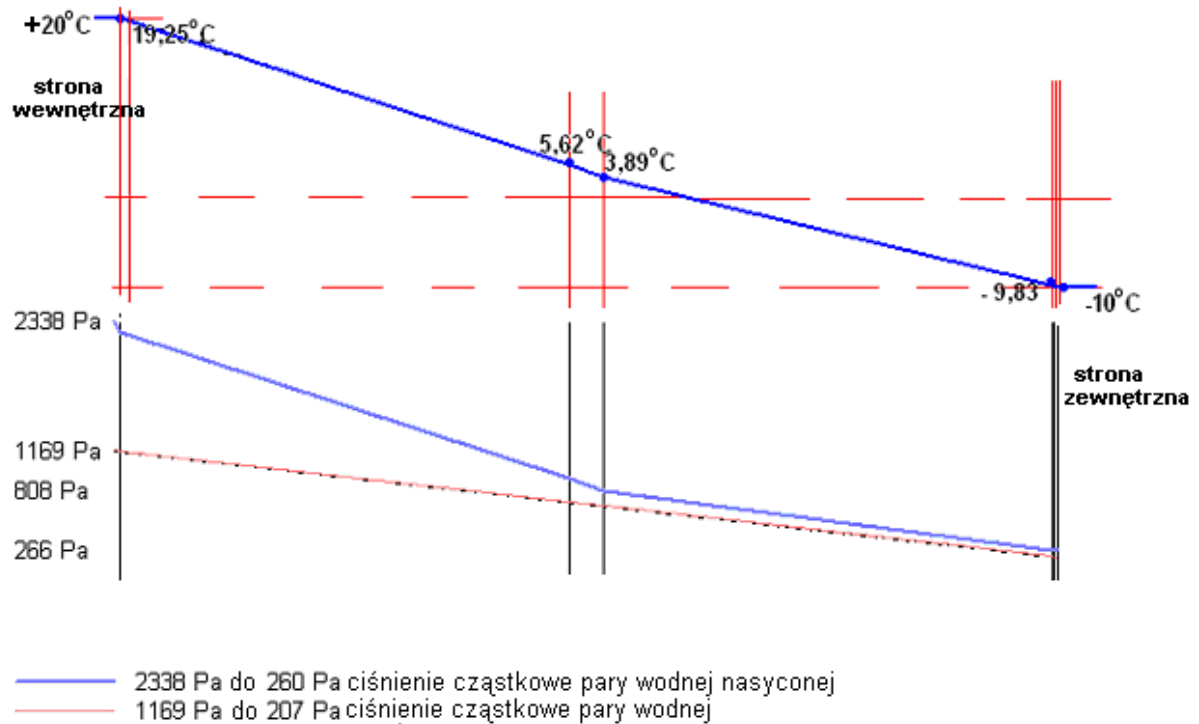
**Rozkład temperatur oraz analiza wilgotnościowa**

Warstwa	Grubość d [m]	Wsp. przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	Opór cieplny [m <sup>2</sup> K/W]	Rozkład temperatur dla skraplania [°C]	Rozkład temperatur dla parowania [°C]	Wsp. oporu dyfuzyjnego μ	Wsp. przep. pary wodnej sd (μd)	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Powietrze – wewnątrz				20.00	12.00			2338	
Opór przejmowania ciepła- pow. wewnętrzna			0.1300	19.43	12.15			2258	1169
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	0.350	0.0429	19.25	12.20	10	0.15	2231	1162
2) styropian	0.1250	0.040	3.1250	5.62	15.84	80	10.00	912	705
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	0.380	0.3947	3.89	16.29	5	0.75	808	671
4) styropian	0.1250	0.040	3.1250	-9.74	19.93	80	10.00	266	213
5) zaprawa klejowa	0.0050	0.290	0.0172	-9.81	19.95	15	0.07	264	210
6) Tynk mineralny	0.0030	0.870	0.0034	-9.83	19.95	15	0.04	264	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna			0.0400	-10.00	20.00			259	208
Powietrze – zewnętrzne				-10.00	20.00			259	
Opór przenikania ciepła [m <sup>2</sup> K/W]			6.878						
<b>U [W/m<sup>2</sup>K] przegrody</b>			<b>0.145</b>						

Całkowity wsp. przepuszczalności pary wodnej	<b>21.02</b>
--	--------------



**Wykres rozkładu temperatury oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie**



**Bilans wykropłonej pary wodnej**

Dowód niepotrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



**Obliczenia strat energii przez przegrodę w sezonie grzewczym.**

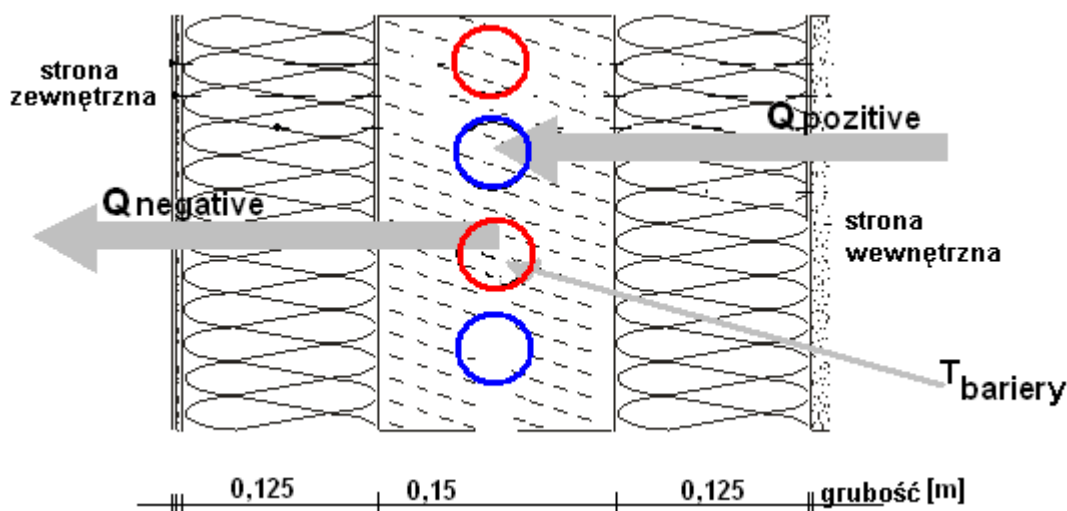
miasto	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Opole	8.28	-2.1	-1	2.7	7.9	12.9	16.8	18	17.5	13.7	8.8	4	0.1
Ld		31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

**Temperatura średniomiesięczna powietrza zewnętrznego wg PN-B-02025:1999**

Ld - liczba dni grzewczych w danym miesiącu

Do obliczeń przyjęto temperaturę zewnętrzną jako temperaturę średniomiesięczną dla miasta Opole.

Zakładamy, że w przegrodzie temperatura bariery termicznej  $T_b$  jest stała przez cały rok oraz że temperatura wewnętrzna wynosi  $T_i = +20^\circ\text{C}$ .

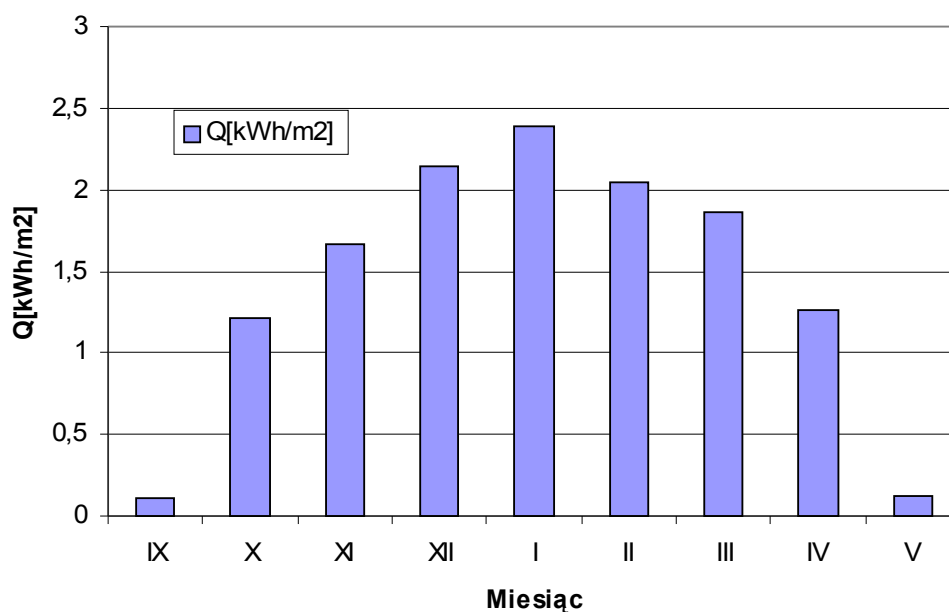


Obliczenia straty energii przez przegrodę **bez uwzględnienia bariery termicznej:**

Q[kWh/m <sup>2</sup> ]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
	0.11	1.208	1.67	2.15	2.38	2.046	1.87	1.26	0.12	12.81858



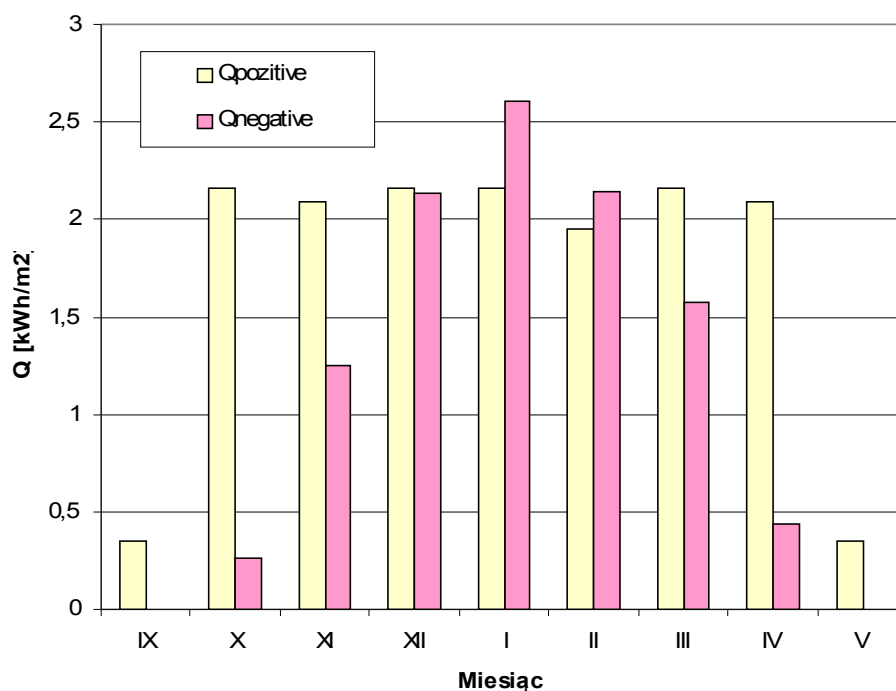
$U=0.145 \text{ W/m}^2\text{K}$



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=10^\circ\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m²	$T_b=10$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0.348	2.158	2.09	2.16	2.16	1.949	2.16	2.09	0.35	15.4512
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0	0.259	1.25	2.14	2.61	2.144	1.58	0.44	0	10.41564

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

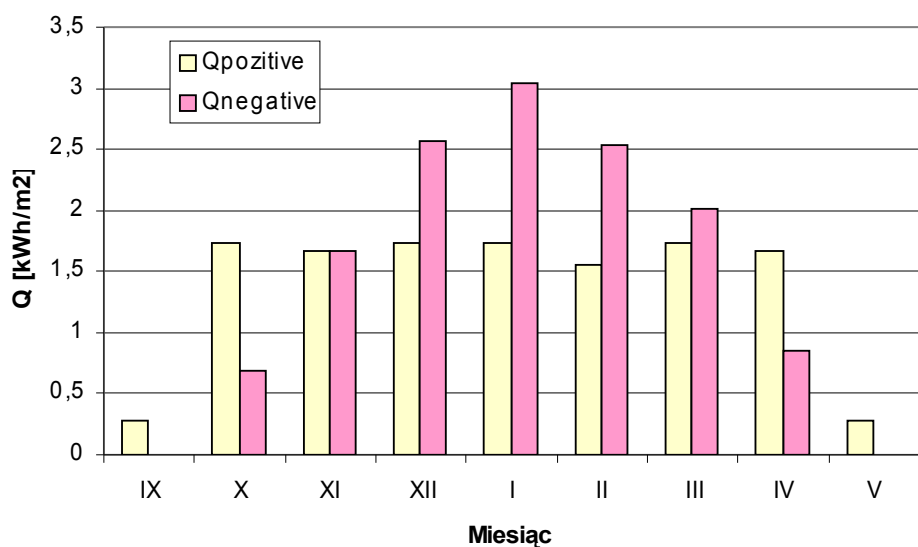




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=12^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =12	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0.278	1.726	1.67	1.73	1.73	1.559	1.73	1.67	0.28	12.08256
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0	0.69	1.67	2.57	3.04	2.533	2.01	0.86	0	13.36668

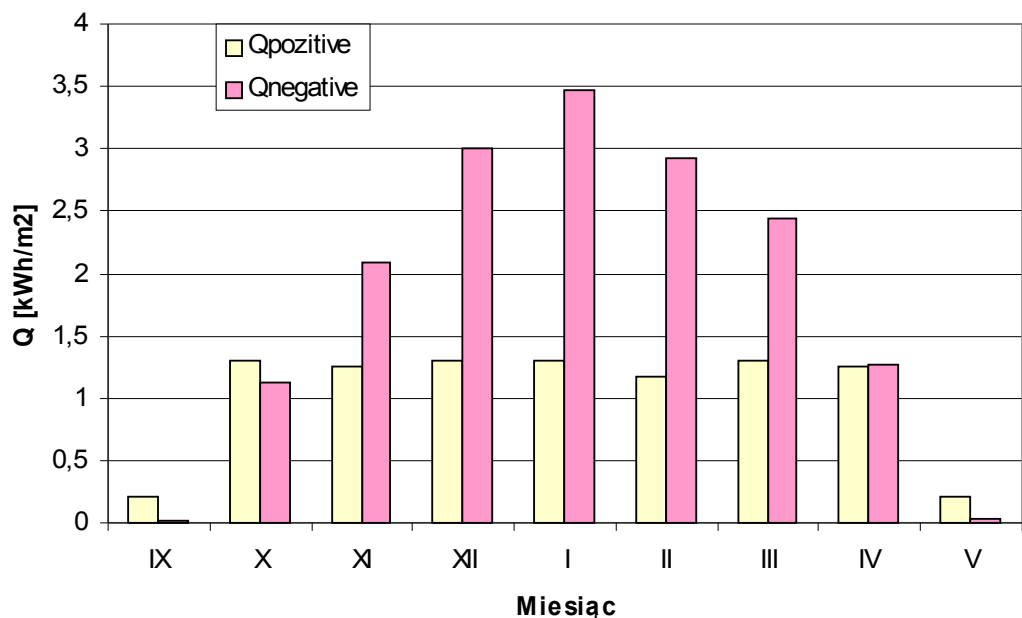
**Zestawienie miesięcznych strat energii**



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=14^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =14	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0.209	1.295	1.25	1.29	1.29	1.169	1.29	1.25	0.21	9.06192
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0.01	1.122	2.09	3	3.47	2.923	2.44	1.27	0.04	16.32816

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

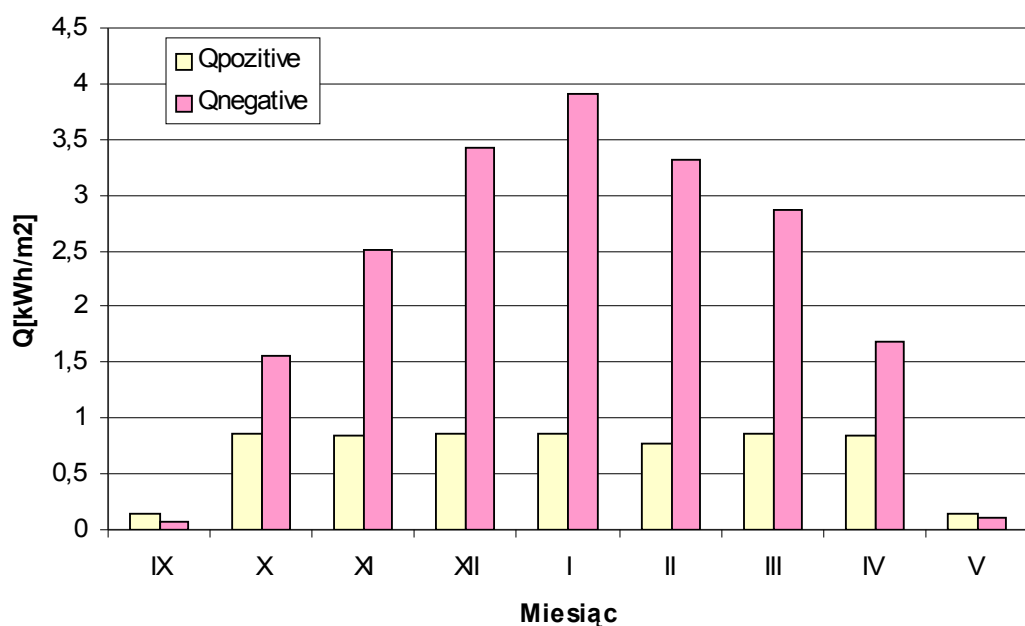




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=16^\circ\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}= 0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =16	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0.139	0.863	0.84	0.86	0.86	0.78	0.86	0.84	0.14	6.18048
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0.08	1.553	2.51	3.43	3.91	3.313	2.87	1.69	0.11	19.45668

**Zestawienie miesięcznych strat energii**



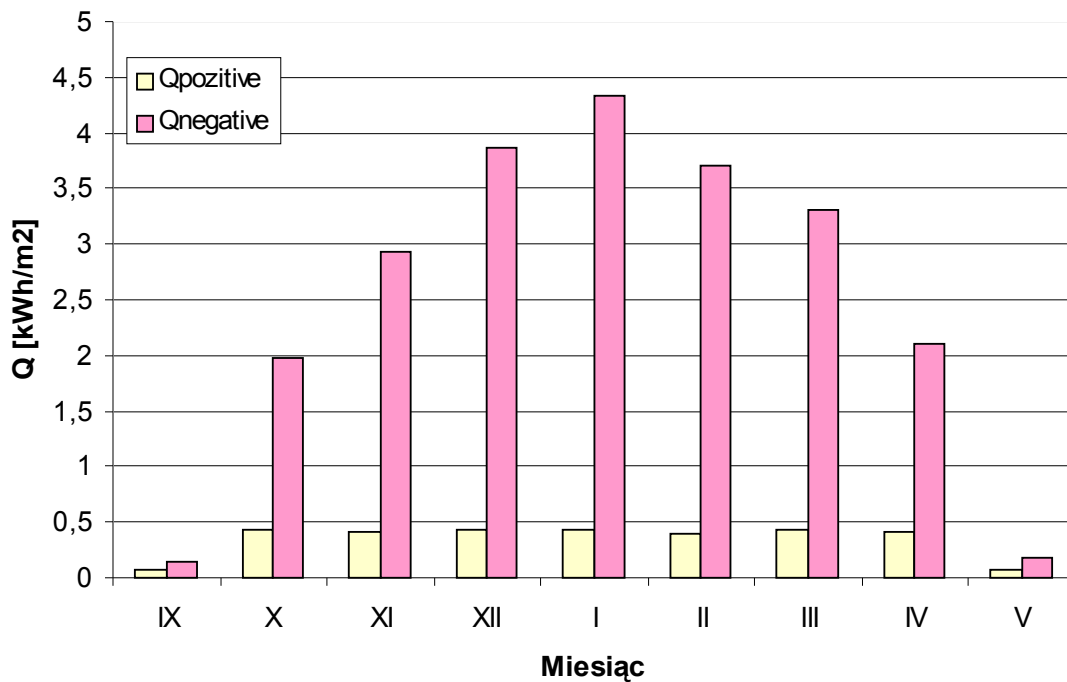
Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=18^\circ\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}= 0.290 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =18	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0.07	0.432	0.42	0.43	0.43	0.39	0.43	0.42	0.07	3.09024
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0.15	1.985	2.92	3.86	4.34	3.703	3.3	2.11	0.18	22.54692





### Zestawienie miesięcznych strat energii



**Analiza wilgotnościowa dla przegrody z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=+18^{\circ}\text{C}$**



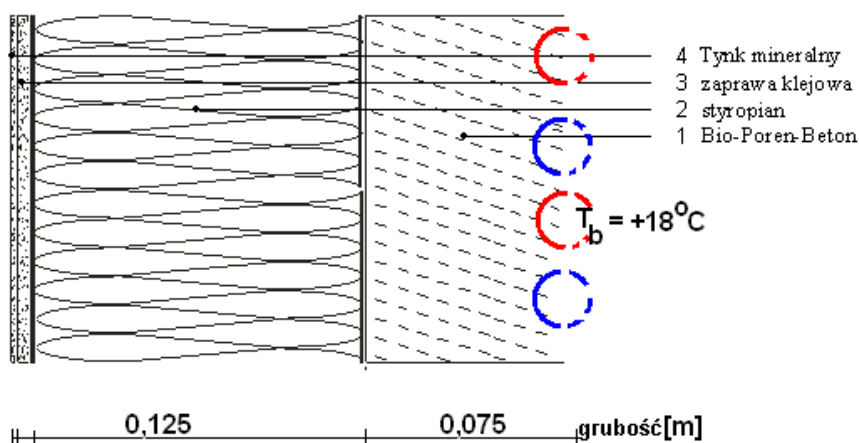
Przegroda została podzielona na dwie części. W części *pozytywnej* nie występuje proces wykraplania dla najbardziej niekorzystnych temperatur obliczeniowych:  $T_i=20^{\circ}\text{C}$ ,  $T_b=10^{\circ}\text{C}$ . W części *negatywnej* także nie występuje proces wykraplania pary wodnej co przedstawiono poniżej:

**Dane klimatyczne:** DIN4108 warunki normalne

	Okres skraplania	Okres parowania
Temperatura zewnętrzna	$-10.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Temperatura wewnętrzna	$18.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Wartość wilgotności bezwzględnej na zewnątrz	80.00%	70.00%
Wartość wilgotności bezwzględnej wewnątrz	50.00%	70.00%
Czas (okres)	1440 godzin	2160 godzin

**Konstrukcja (warstwy przegrody):**

Material	Grubość [m]	Gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Ciężar [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	1200	90.00
2) styropian	0.1250	30	3.75
3) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
4) Tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.2080		103.95

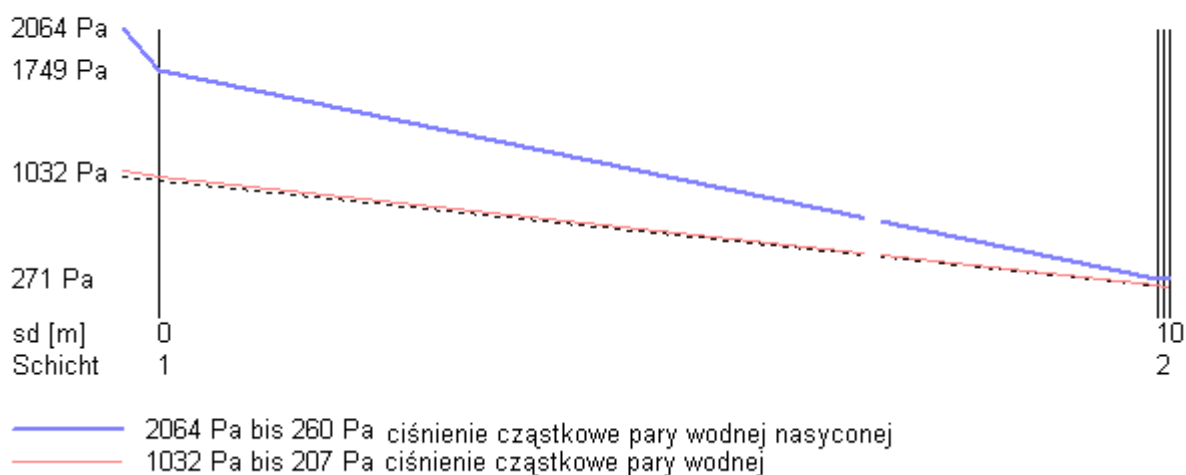




### Analiza wilgotnościowa

Warstwa	Grubość $d$ [m]	Wsp. oporu dyfuzyjnego $\mu$	Wsp. przep pary wodnej $s_d$ ( $\mu d$ )	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Wewnątrz				2064	
pow. wewnętrzna				1934	1032
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	5	0.38	1750	1003
4) styropian	0.1250	80	10.00	271	217
5) zaprawa klejowa	0.0050	15	0.07	268	211
6) Tynk mineralny	0.0030	15	0.04	267	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna				259	208
Powietrze- zewnętrzne				259	

### Wykres ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie



### Bilans wykroplonej pary wodnej

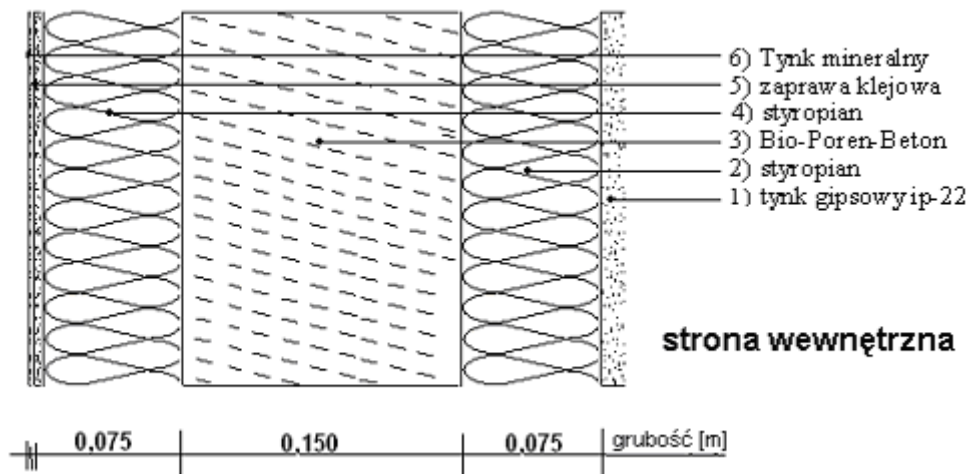
Dowód nie potrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



### Przegroda 7.5cm / 15cm/ 7.5cm (bez bariery termicznej)

#### Konstrukcja (warstwy przegrody):

Material	Grubość [m]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciężar [kg/m <sup>2</sup> ]
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	1100	16.50
2) styropian	0.0750	30	2.25
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	1200	180.00
4) styropian	0.0750	30	2.25
5) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
6) tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.4230		211.20



Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
 Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
 45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

**Rozkład temperatur oraz analiza wilgotnościowa**

Warstwa	Grubość d [m]	Wsp. przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	Opór cieplny [m <sup>2</sup> K/W]	Rozkład temperatur dla skraplania [°C]	Rozkład temperatur dla parowania [°C]	Wsp. oporu dyfuzyjnego μ	Wsp. przep. pary wodnej sd (μd)	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Powietrze – wewnątrz				20.00	12.00			2338	
Opór przejmowania ciepła- pow. wewnętrzna			0.1300	19.11	12.24			2213	1169
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	0.350	0.0429	18.82	12.32	10	0.15	2172	1158
2) styropian	0.0750	0.040	1.8750	5.97	15.74	80	6.00	934	715
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	0.380	0.3947	3.26	16.46	5	0.75	773	660
4) styropian	0.0750	0.040	1.8750	-9.58	19.89	80	6.00	270	217
5) zaprawa klejowa	0.0050	0.290	0.0172	-9.70	19.92	15	0.07	267	211
6) Tynk mineralny	0.0030	0.870	0.0034	-9.87	19.93	15	0.04	266	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna			0.0400	-10.00	20.00			259	208
Powietrze – zewnętrzne				-10.00	20.00			259	
Opór przenikania ciepła [m <sup>2</sup> K/W]			4.378						
<b>U [W/m<sup>2</sup>K] przegrody</b>			<b>0.228</b>						

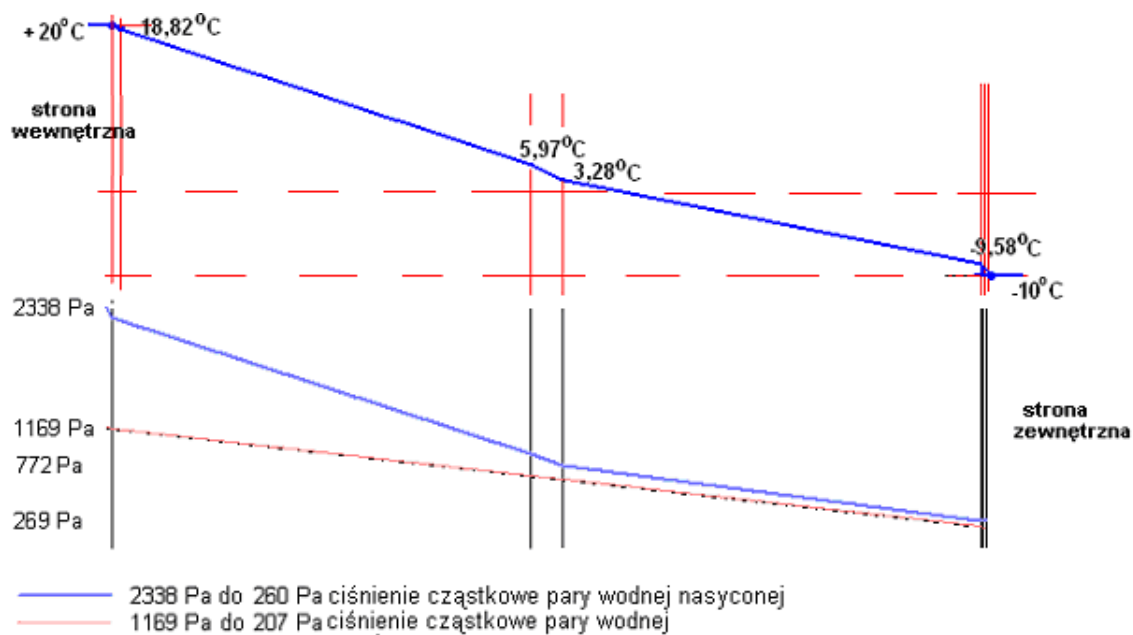
Całkowity wsp. przepuszczalności pary wodnej	<b>13.02</b>
--	--------------



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
**Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich**  
45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5



### Wykres rozkładu temperatury oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie



### Bilans wykroplonej pary wodnej

Dowód niepotrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



**Obliczenia strat energii przez przegrodę w sezonie grzewczym.**

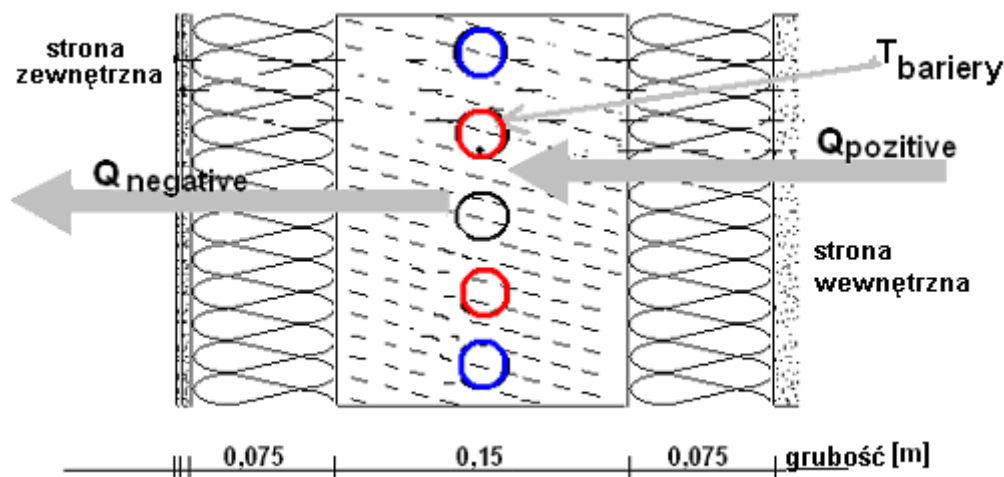
miasto	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Opole	8.28	-2.1	-1	2.7	7.9	12.9	16.8	18	17.5	13.7	8.8	4	0.1
Ld		31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

**Temperatura średniomiesięczna powietrza zewnętrznego wg PN-B-02025:1999**

Ld - liczba dni grzewczych w danym miesiącu

Do obliczeń przyjęto temperaturę zewnętrzną jako temperaturę średniomiesięczną dla miasta Opole.

Zakładamy, że w przegrodzie temperatura bariery termicznej  $T_b$  jest stała przez cały rok oraz że temperatura wewnętrzna wynosi  $T_i = +20^\circ\text{C}$ .



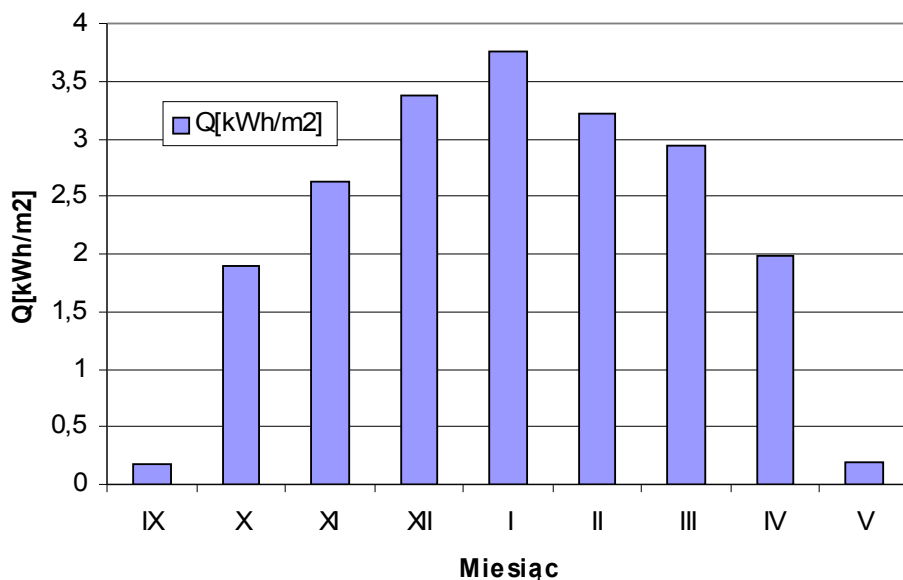
**Obliczenia straty energii przez przegrodę bez uwzględnienia bariery termicznej:**

Q[kWh/m2]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
	0,172	1,9	2,63	3,38	3,75	3,218	2,93	1,99	0,19	20,15611





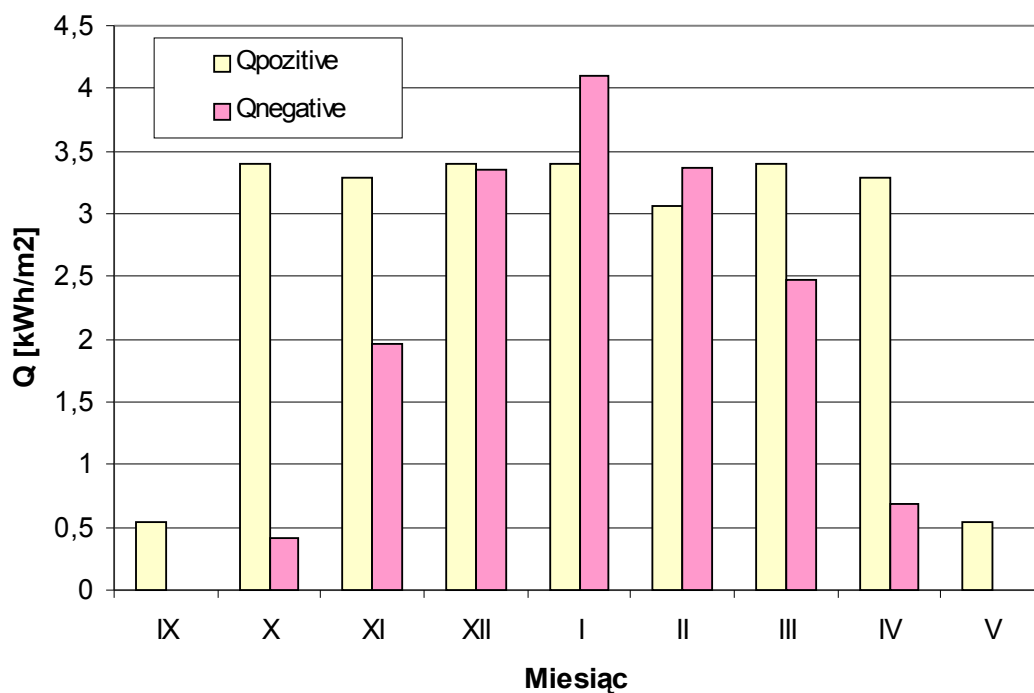
$U=0,228 \text{ W/m}^2\text{K}$



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=10^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m2	$T_b=10$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
$Q_{\text{positive}}$		0,547	3,393	3,28	3,39	3,39	3,064	3,39	3,28	0,55	24,29568
$Q_{\text{negative}}$		0	0,407	1,97	3,36	4,11	3,371	2,48	0,69	0	16,3777

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

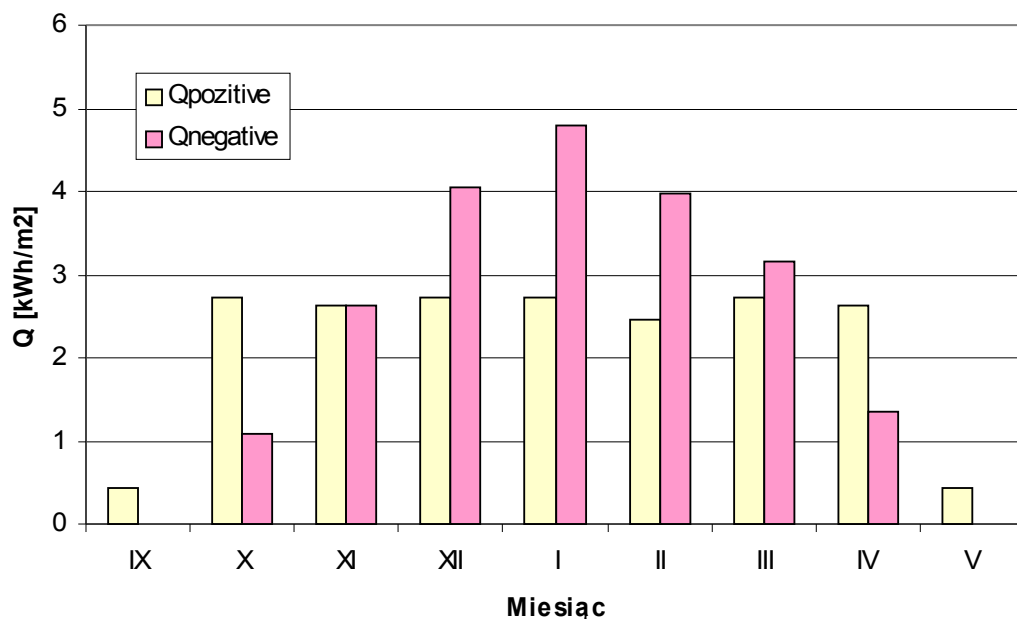




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=12^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	$T_b=12$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,438	2,714	2,63	2,71	2,71	2,451	2,71	2,63	0,44	19,43
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0	1,086	2,63	4,04	4,78	3,984	3,16	1,35	0	21,01795

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

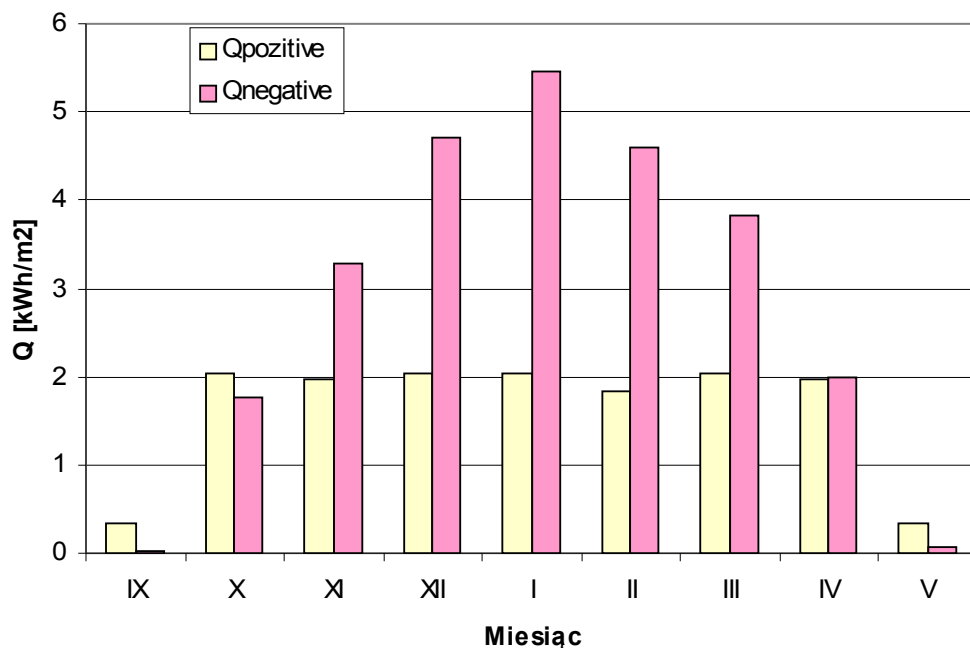


Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=14^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	$T_b=14$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,328	2,036	1,97	2,04	2,04	1,839	2,04	1,97	0,33	14,57741
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,016	1,764	3,28	4,72	5,46	4,596	3,83	2	0,06	25,73462



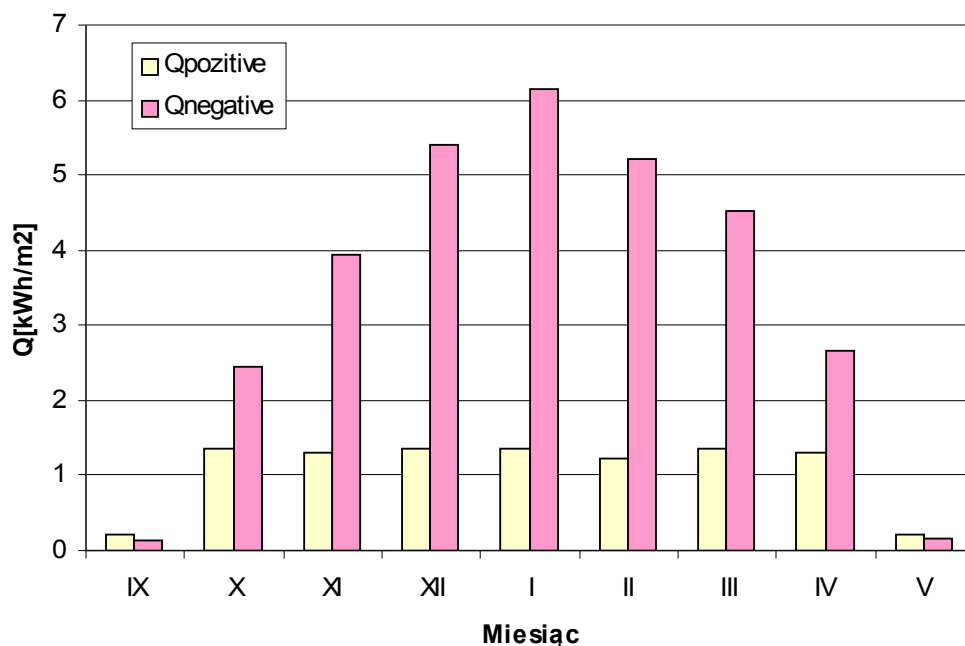
### Zestawienie miesięcznych strat energii



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=16^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}= 0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m²	$T_b=16$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Qpositive</b>		0,219	1,357	1,31	1,36	1,36	1,226	1,36	1,31	0,22	9,718272
<b>Qnegative</b>		0,126	2,443	3,94	5,39	6,14	5,209	4,51	2,66	0,17	30,59395

### Zestawienie miesięcznych strat energii

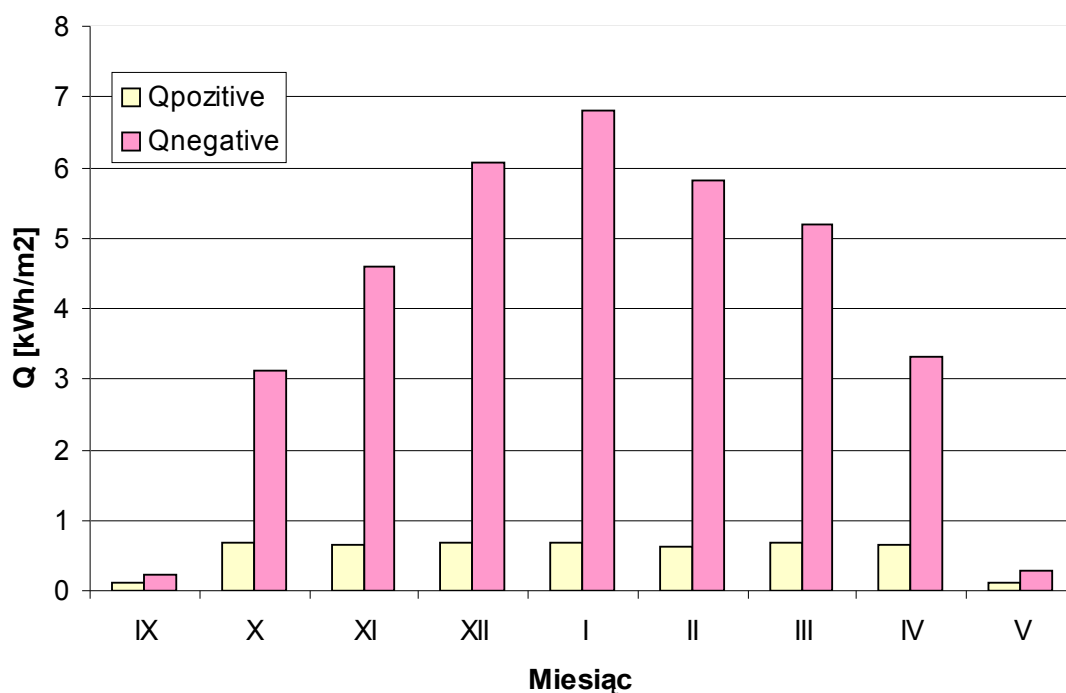




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=18^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$                        $U_{\text{negative}}= 0.456 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =18	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,109	0,679	0,66	0,68	0,68	0,613	0,68	0,66	0,11	4,859136
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,235	3,121	4,6	6,07	6,82	5,822	5,19	3,32	0,28	35,45309

**Zestawienie miesięcznych strat energii**





### Analiza wilgotnościowa dla przegrody z uwzględnieniem bariery termicznej $T_b=+18^{\circ}\text{C}$

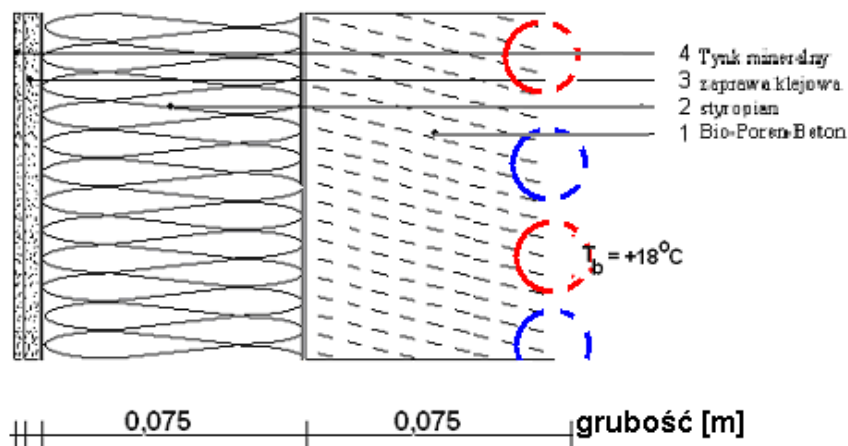
Przegroda została podzielona na dwie części. W części *pozytywnej* nie występuje proces wykraplania dla najbardziej niekorzystnych temperatur obliczeniowych:  $T_i=20^{\circ}\text{C}$ ,  $T_b=10^{\circ}\text{C}$ . W części *negatywnej* także nie występuje proces wykraplania pary wodnej co przedstawiono poniżej:

Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne

	Okres skraplania	Okres parowania
Temperatura zewnętrzna	$-10.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Temperatura wewnętrzna	$18.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Wartość wilgotności bezwzględnej na zewnątrz	80.00%	70.00%
Wartość wilgotności bezwzględnej wewnątrz	50.00%	70.00%
Czas (okres)	1440 godzin	2160 godzin

### Konstrukcja (warstwy przegrody):

Material	Grubość [m]	Gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Ciężar [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	1200	90.00
2) styropian	0.0750	30	2.25
3) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
4) Tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.1580		102.45

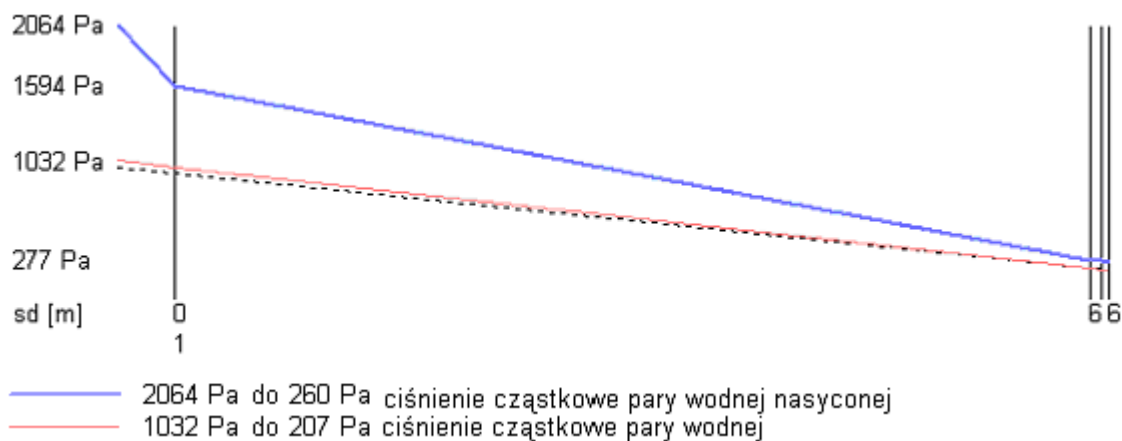




### Analiza wilgotnościowa

Warstwa	Grubość $d$ [m]	Wsp. oporu dyfuzyjnego $\mu$	Wsp. przep. pary wodnej $s_d$ ( $\mu d$ )	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Wewnątrz				2064	
pow. wewnętrzna				1865	1032
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	5	0.38	1594	985
4) styropian	0.0750	80	6.00	278	223
5) zaprawa klejowa	0.0050	15	0.07	273	214
6) Tynk mineralny	0.0030	15	0.04	272	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna				259	208
Powietrze- zewnętrzne				259	

### Wykres ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie





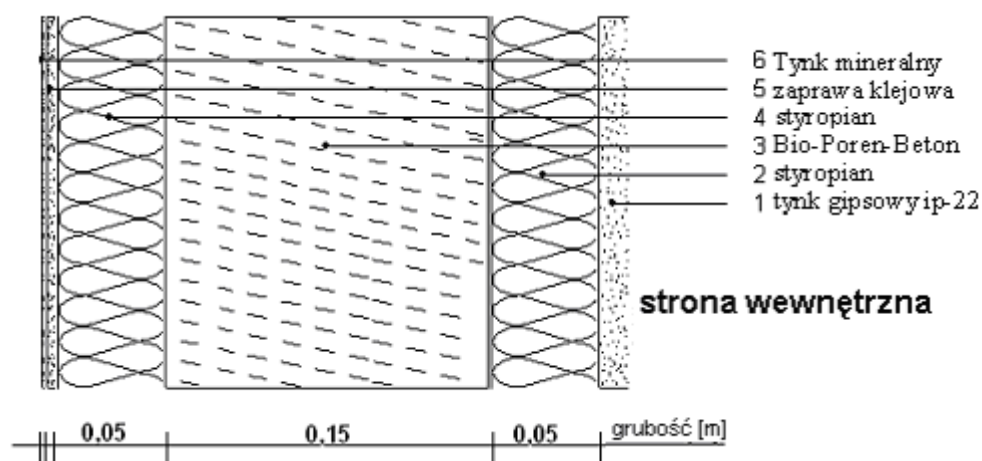
## Bilans wykroplonej pary wodnej

Dowód nie potrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.

## Przełoga 5cm / 15cm/ 5cm (bez bariery termicznej)

Konstrukcja (warstwy przełogi):

Material	Grubość [m]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciężar [kg/m <sup>2</sup> ]
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	1100	16.50
2) styropian	0.0500	30	1.50
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	1200	180.00
4) styropian	0.0500	30	1.50
5) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
6) tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.2730		209.70



Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
**Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich**  
45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5





**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
 Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
 45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

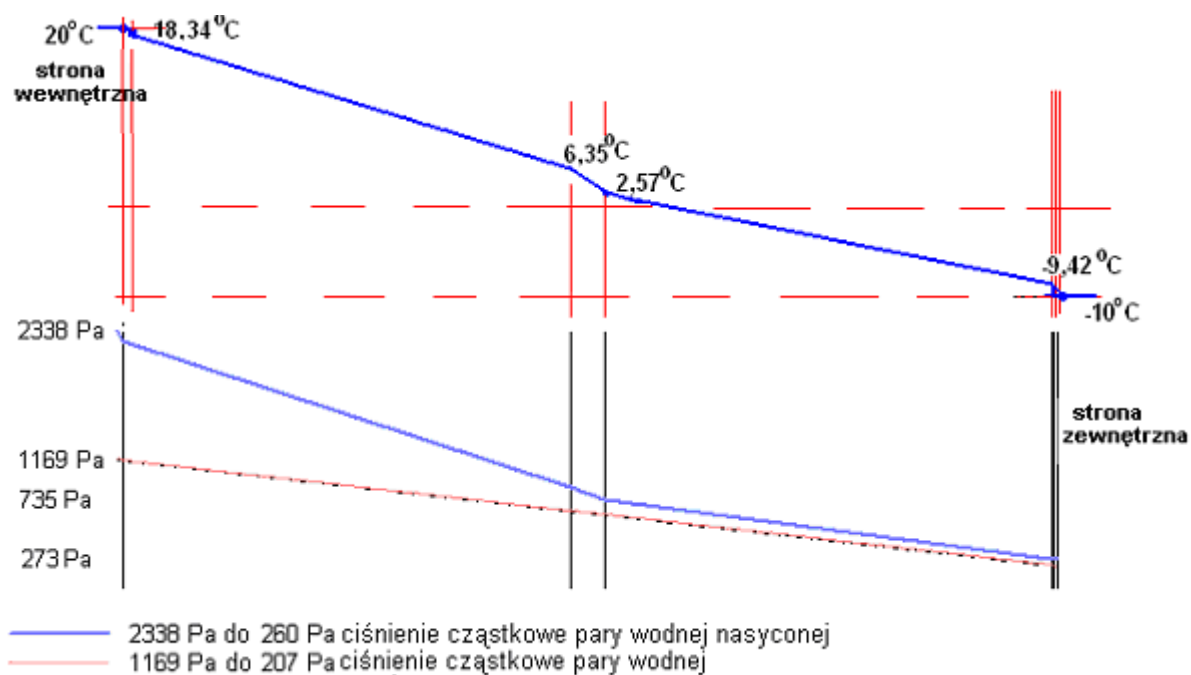
**Rozkład temperatur oraz analiza wilgotnościowa**

Warstwa	Grubość d [m]	Wsp. przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	Opór cieplny [m <sup>2</sup> K/W]	Rozkład temperatur dla skraplania [°C]	Rozkład temperatur dla parowania [°C]	Wsp. oporu dyfuzyjnego μ	Wsp. przep. pary wodnej sd (μd)	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Powietrze – wewnątrz				20.00	12.00			2338	
Opór przejmowania ciepła- pow. wewnętrzna			0.1300	18.75	12.33			2164	1169
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	0.350	0.0429	18.34	12.44	10	0.15	2109	1153
2) styropian	0.0500	0.040	1.2500	6.35	15.64	80	4.00	959	727
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	0.380	0.3947	2.57	16.65	5	0.75	736	647
4) styropian	0.0500	0.040	1.2500	-9.42	19.84	80	4.00	274	221
5) zaprawa klejowa	0.0050	0.290	0.0172	-9.58	19.89	15	0.07	270	213
6) Tynk mineralny	0.0030	0.870	0.0034	-9.62	19.90	15	0.04	269	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna			0.0400	-10.00	20.00			259	208
Powietrze – zewnętrzne				-10.00	20.00			259	
Opór przenikania ciepła [m <sup>2</sup> K/W]			3.128						
<b>U [W/m<sup>2</sup>K] przegrody</b>			<b>0.320</b>						

Całkowity wsp. przepuszczalności pary wodnej	<b>9.02</b>
--	-------------



**Wykres rozkładu temperatury oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie**



**Bilans wykroplonej pary wodnej**

Dowód niepotrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



**Obliczenia strat energii przez przegrodę w sezonie grzewczym.**

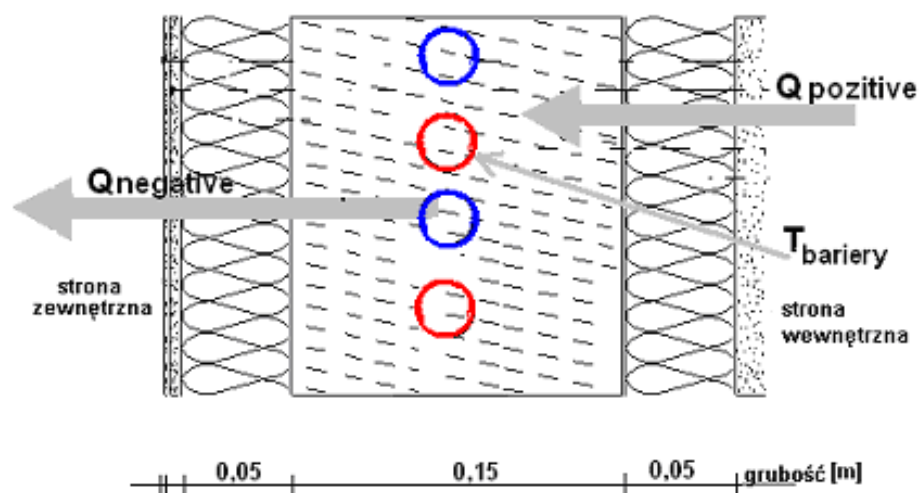
miasto	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Opole	8.28	-2.1	-1	2.7	7.9	12.9	16.8	18	17.5	13.7	8.8	4	0.1
Ld		31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

**Temperatura średniomiesięczna powietrza zewnętrznego wg PN-B-02025:1999**

Ld - liczba dni grzewczych w danym miesiącu

Do obliczeń przyjęto temperaturę zewnętrzną jako temperaturę średniomiesięczną dla miasta Opole.

Zakładamy, że w przegrodzie temperatura bariery termicznej  $T_b$  jest stała przez cały rok oraz że temperatura wewnętrzna wynosi  $T_i = +20^\circ\text{C}$ .

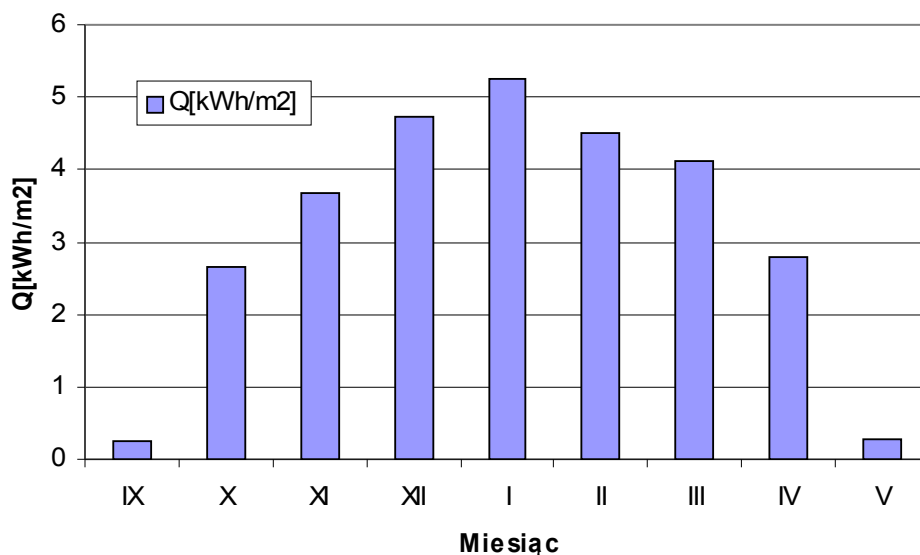


**Obliczenia straty energii przez przegrodę bez uwzględnienia bariery termicznej:**

Q[kWh/m <sup>2</sup> ]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
	0.242	2.666	3.69	4.74	5.26	4.516	4.12	2.79	0.27	28.28929



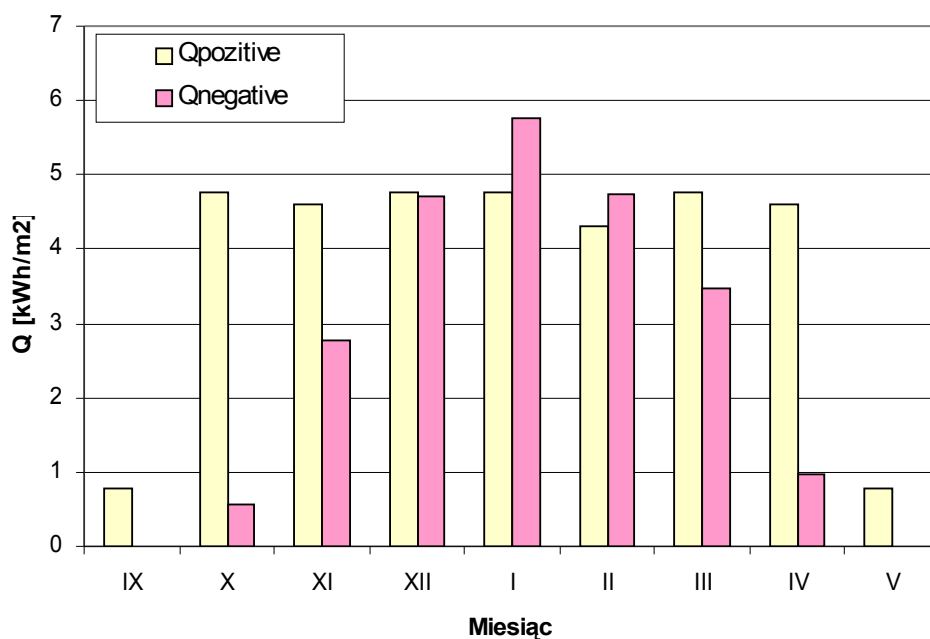
$U=0.320 \text{ W/m}^2\text{K}$



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=10^\circ\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m2	$T_b=10$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Qpositive</b>		0,768	4,762	4,61	4,76	4,76	4,301	4,76	4,61	0,77	34,0992
<b>Qnegative</b>		0	0,571	2,76	4,71	5,76	4,731	3,48	0,97	0	22,98624

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

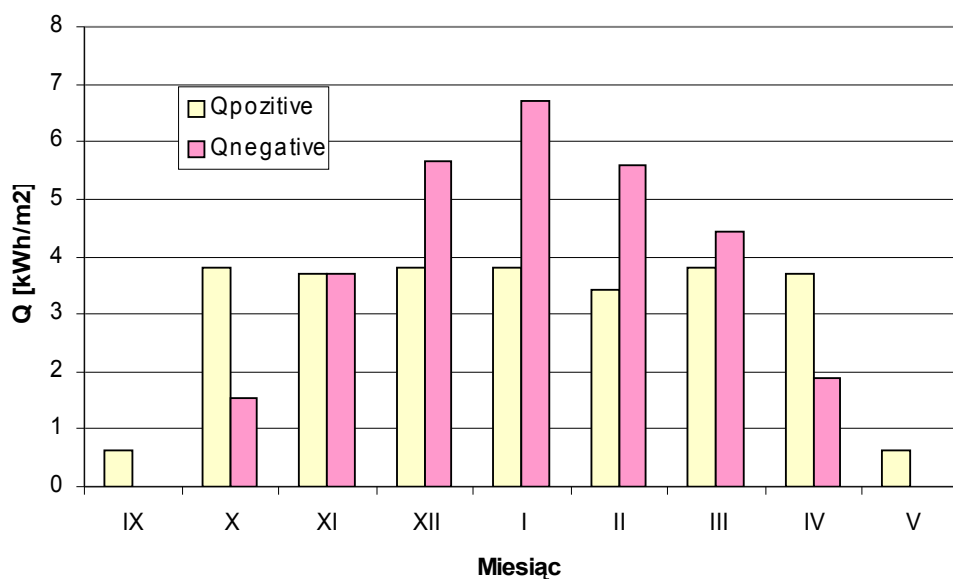




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=12^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	$T_b=12$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,614	3,809	3,69	3,81	3,81	3,441	3,81	3,69	0,61	27,27936
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0	1,524	3,69	5,67	6,71	5,591	4,43	1,89	0	29,49888

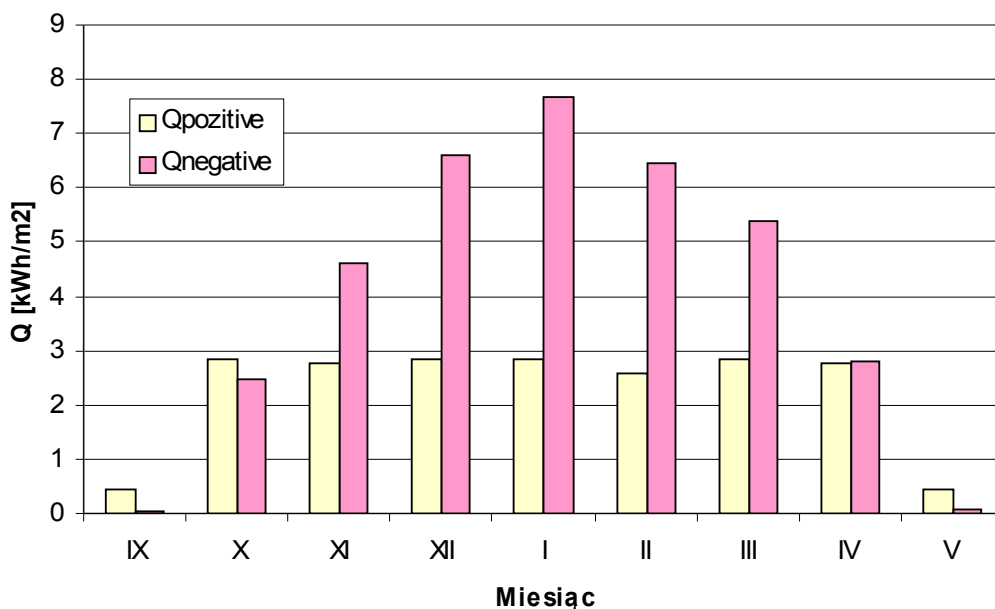
**Zestawienie miesięcznych strat energii**



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=14^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$        $U_{\text{negative}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	$T_b=14$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,461	2,857	2,76	2,86	2,86	2,58	2,86	2,76	0,46	20,45952
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,023	2,476	4,61	6,62	7,67	6,451	5,38	2,81	0,08	36,11904

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

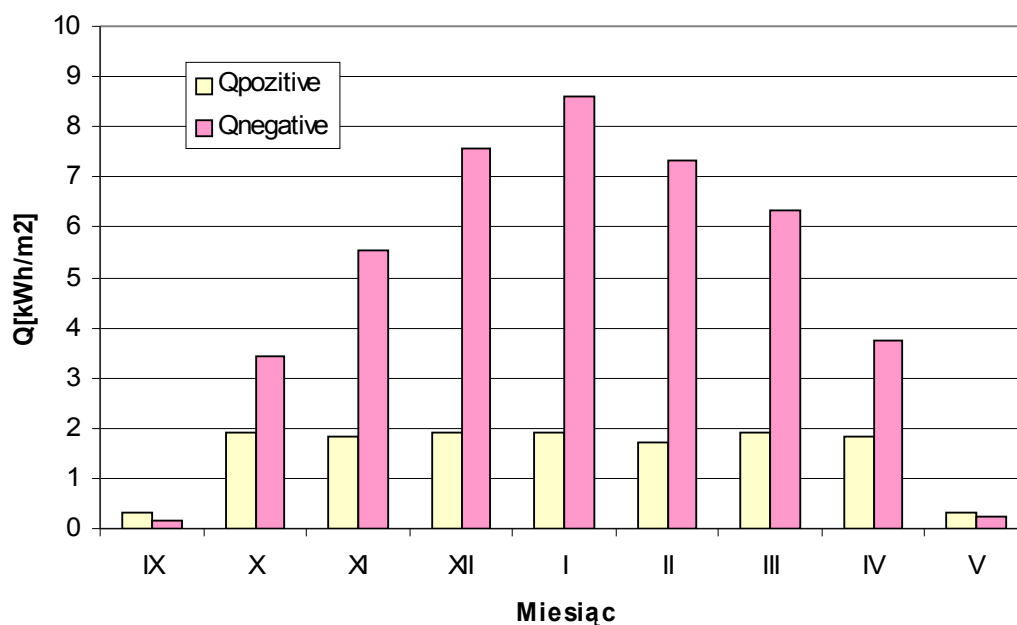




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=16^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =16	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,307	1,905	1,84	1,9	1,9	1,72	1,9	1,84	0,31	13,63968
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,177	3,428	5,53	7,57	8,62	7,311	6,33	3,73	0,24	42,93888

**Zestawienie miesięcznych strat energii**

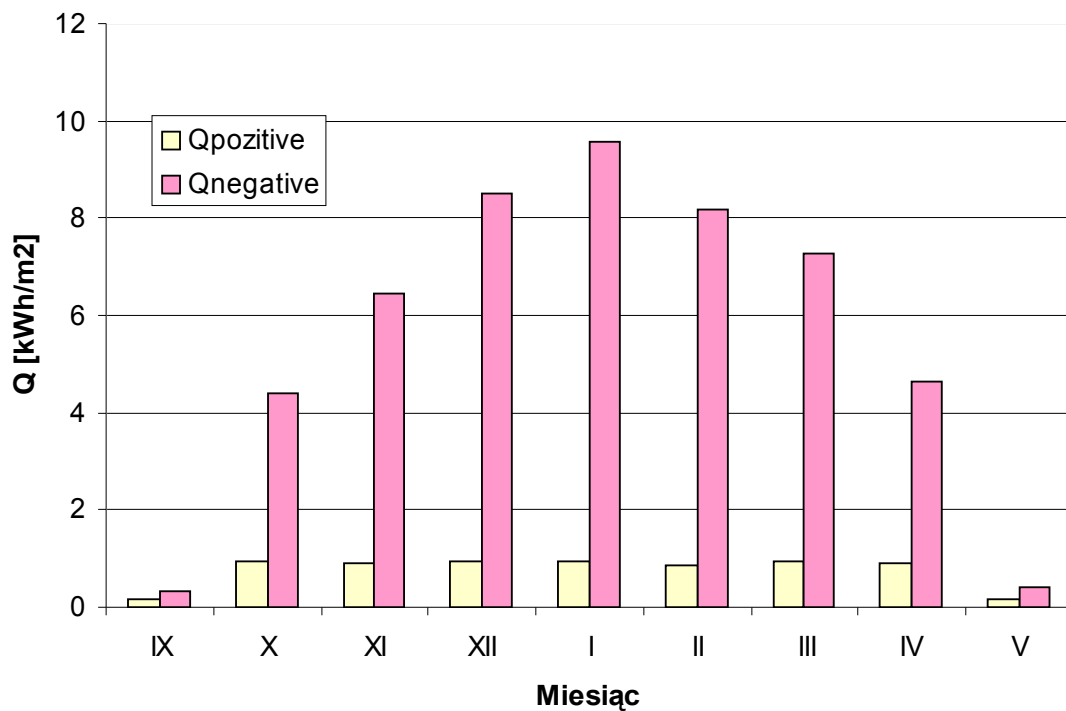


Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=18^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =18	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,154	0,952	0,92	0,95	0,95	0,86	0,95	0,92	0,15	6,81984
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,33	4,381	6,45	8,52	9,57	8,172	7,29	4,65	0,39	49,75872



### Zestawienie miesięcznych strat energii



**Analiza wilgotnościowa dla przegrody z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=+18^{\circ}\text{C}$**



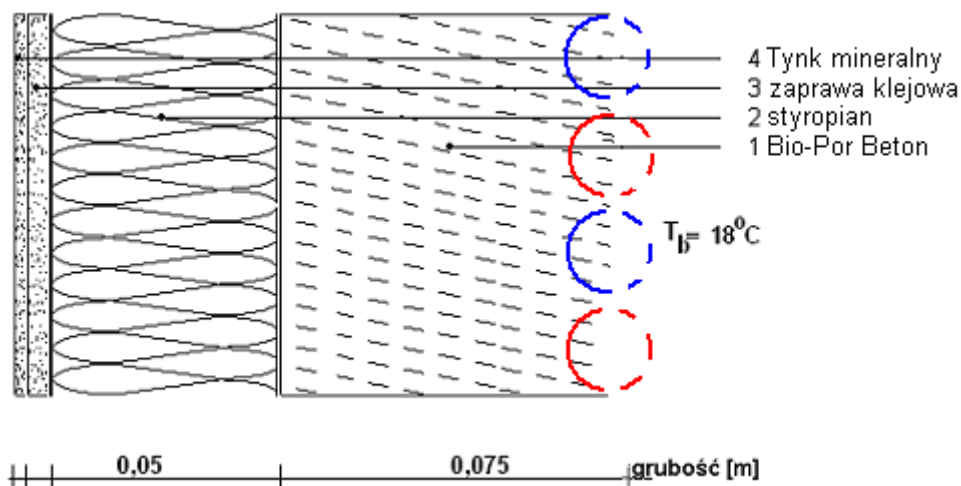
Przegroda została podzielona na dwie części. W części *pozytywnej* nie występuje proces wykrapłania dla najbardziej niekorzystnych temperatur obliczeniowych:  $T_i=20^{\circ}\text{C}$ ,  $T_b=10^{\circ}\text{C}$ . W części *negatywnej* także nie występuje proces wykrapłania pary wodnej co przedstawiono poniżej:

**Dane klimatyczne:** DIN4108 warunki normalne

	Okres skraplania	Okres parowania
Temperatura zewnętrzna	$-10.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Temperatura wewnętrzna	$18.00^{\circ}\text{C}$	$12.00^{\circ}\text{C}$
Wartość wilgotności bezwzględnej na zewnątrz	80.00%	70.00%
Wartość wilgotności bezwzględnej wewnątrz	50.00%	70.00%
Czas (okres)	1440 godzin	2160 godzin

**Konstrukcja (warstwy przegrody):**

Material	Grubość [m]	Gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Ciężar [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	1200	90.00
2) styropian	0.0500	30	1.50
3) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
4) Tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.1330		101.70



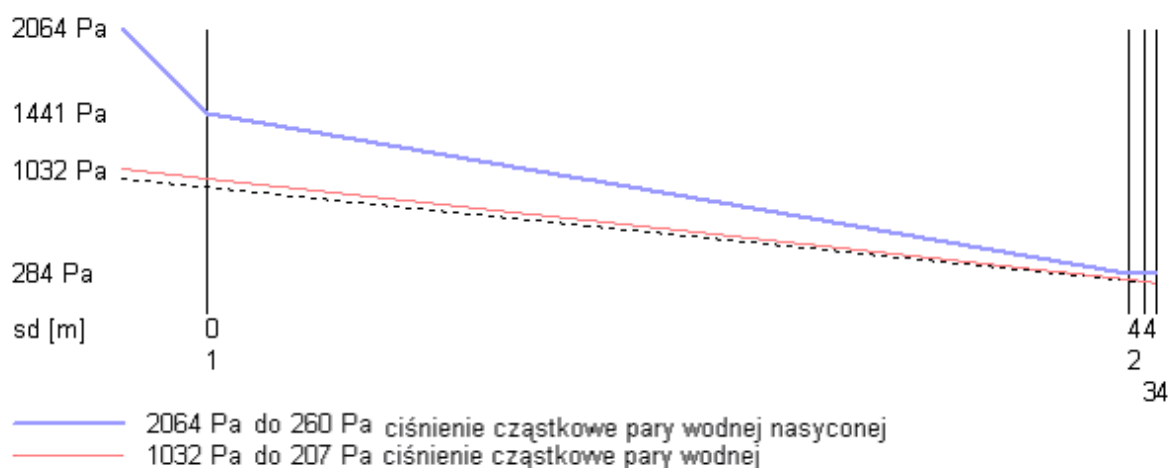




### Analiza wilgotnościowa

Warstwa	Grubość $d$ [m]	Wsp. oporu dyfuzyjnego $\mu$	Wsp. przep. pary wodnej $sd$ ( $\mu d$ )	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Wewnątrz				2064	
pow. wewnętrzna				1793	1032
1) Bio-Poren-Beton	0.0750	5	0.38	1442	965
4) styropian	0.0500	80	4.00	285	230
5) zaprawa klejowa	0.0050	15	0.07	278	216
6) Tynk mineralny	0.0030	15	0.04	276	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna				259	208
Powietrze- zewnętrzne				259	

### Wykres ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie



### Bilans wykroplonej pary wodnej

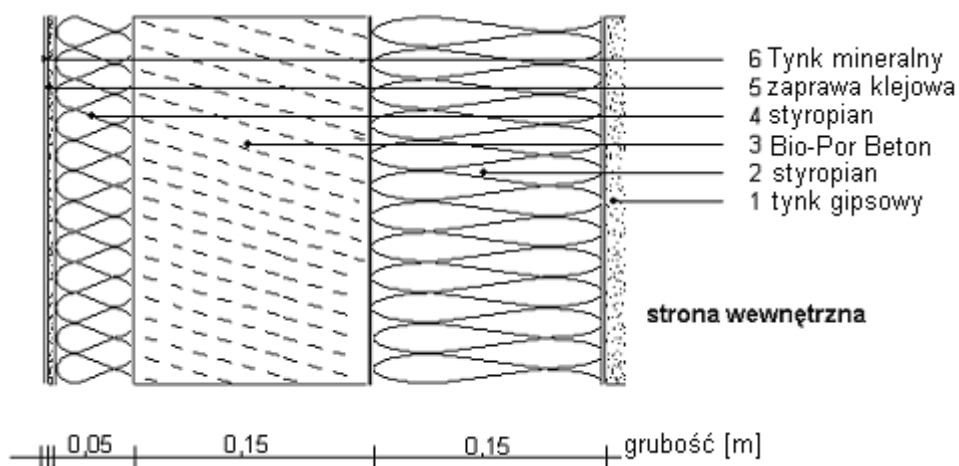


Dowód nie potrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.

### Przeegroda 15cm / 15cm/ 5cm (bez bariery termicznej)

#### Konstrukcja (warstwy przegrody):

Material	Grubość [m]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciężar [kg/m <sup>2</sup> ]
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	1100	16.50
2) styropian	0.1500	30	4.50
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	1200	180.00
4) styropian	0.0500	30	1.50
5) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
6) tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.3730		212.20



Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
**Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich**  
45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
 Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
 45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

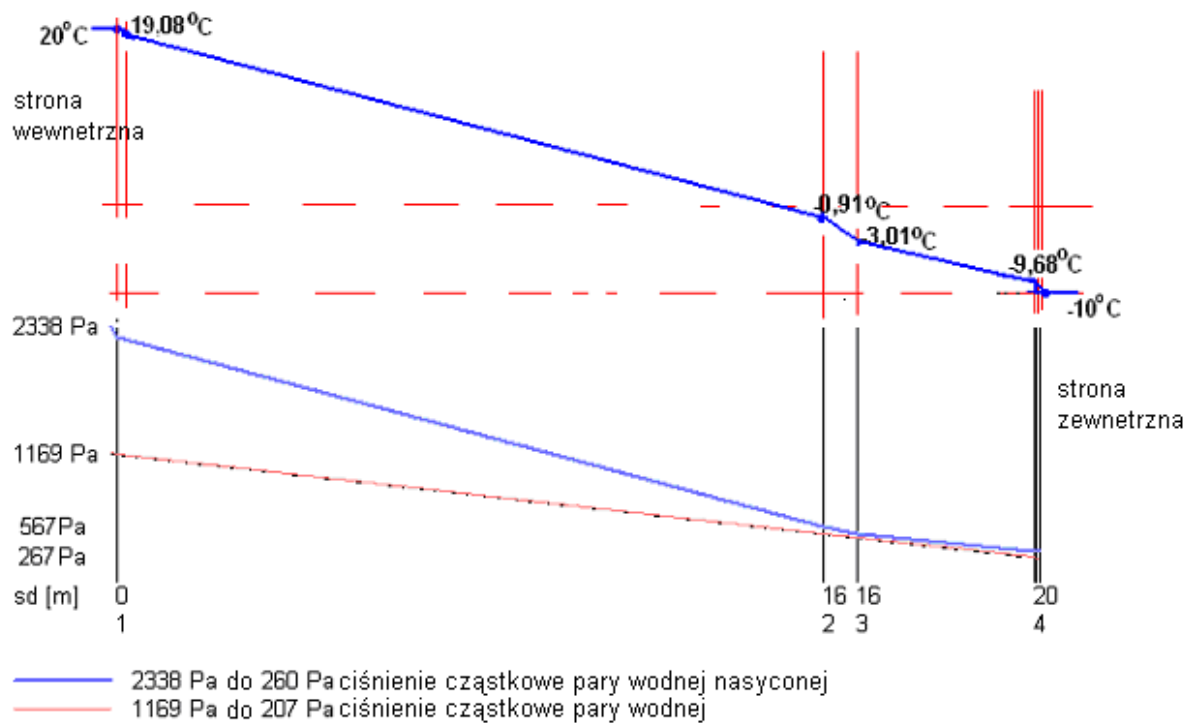
**Rozkład temperatur oraz analiza wilgotnościowa**

Warstwa	Grubość d [m]	Wsp. przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	Opór cieplny [m <sup>2</sup> K/W]	Rozkład temperatur dla skraplania [°C]	Rozkład temperatur dla parowania [°C]	Wsp. oporu dyfuzyjnego μ	Wsp. przep. pary wodnej sd (μd)	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Powietrze – wewnątrz				20.00	12.00			2338	
Opór przejmowania ciepła- pow. wewnętrzna			0.1300	19.31	12.18			2240	1169
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	0.350	0.0429	19.08	12.25	10	0.15	2208	1161
2) styropian	0.1500	0.040	3.750	-0.91	17.58	80	12.00	568	483
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	0.380	0.3947	-3.01	18.14	5	0.75	476	441
4) styropian	0.5000	0.040	1.2500	-9.68	19.91	80	4.00	267	215
5) zaprawa klejowa	0.0050	0.290	0.0172	-9.77	19.94	15	0.07	265	210
6) Tynk mineralny	0.0030	0.870	0.0034	-9.79	19.94	15	0.04	265	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna			0.0400	-10.00	20.00			259	208
Powietrze – zewnętrzne				-10.00	20.00			259	
Opór przenikania ciepła [m <sup>2</sup> K/W]			5.628						
<b>U [W/m<sup>2</sup>K] przegrody</b>			<b>0.178</b>						

Całkowity wsp. przepuszczalności pary wodnej	<b>17.02</b>
--	--------------



### Wykres rozkładu temperatury oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie



### Bilans wykrojonej pary wodnej

Dowód niepotrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



**Obliczenia strat energii przez przegrodę w sezonie grzewczym.**

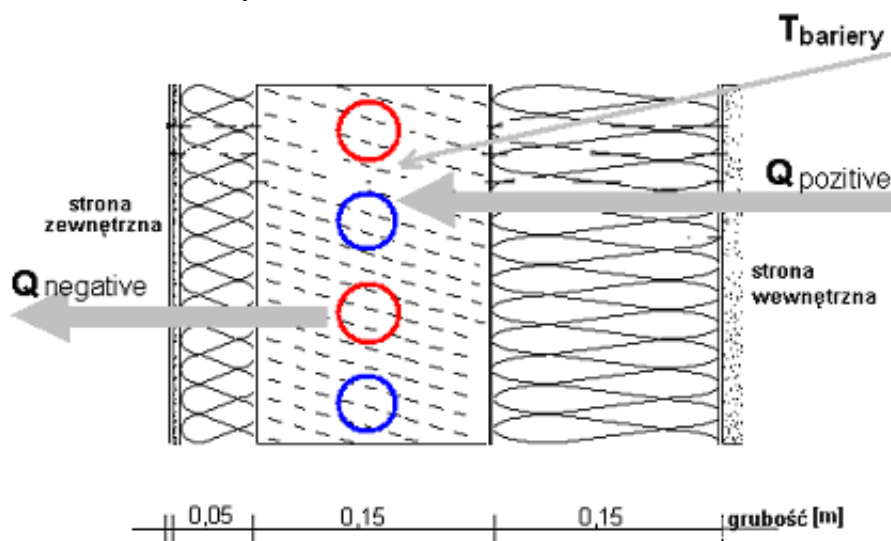
miasto	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Opole	8.28	-2.1	-1	2.7	7.9	12.9	16.8	18	17.5	13.7	8.8	4	0.1
Ld		31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

**Temperatura średniomiesięczna powietrza zewnętrznego wg PN-B-02025:1999**

Ld - liczba dni grzewczych w danym miesiącu

Do obliczeń przyjęto temperaturę zewnętrzną jako temperaturę średniomiesięczną dla miasta Opole.

Zakładamy, że w przegrodzie temperatura bariery termicznej  $T_b$  jest stała przez cały rok oraz że temperatura wewnętrzna wynosi  $T_i = +20^\circ\text{C}$ .

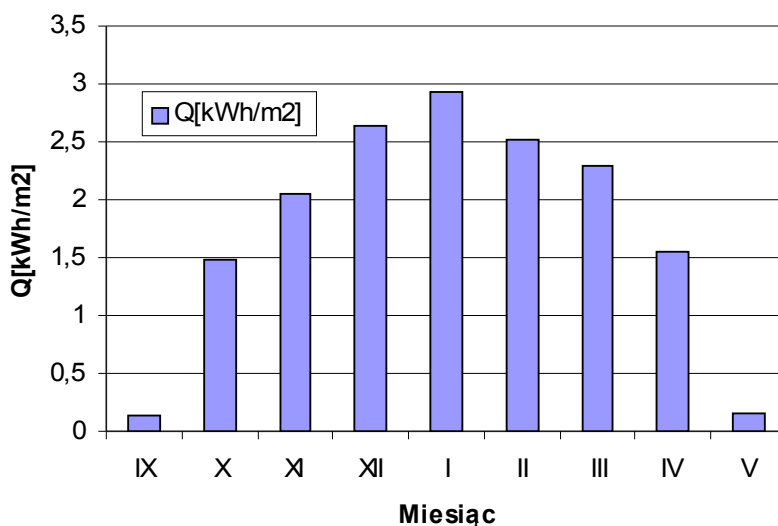


**Obliczenia straty energii przez przegrodę bez uwzględnienia bariery termicznej:**

Q[kWh/m <sup>2</sup> ]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
	0,135	1,483	2,05	2,64	2,93	2,512	2,29	1,55	0,15	15,73591



$U=0,178 \text{ W/m}^2\text{K}$



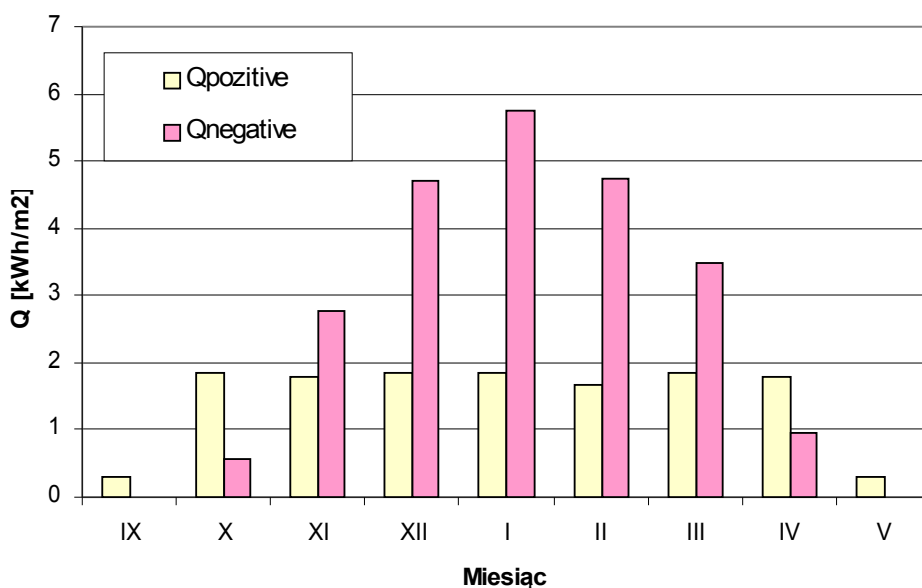
Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=10^{\circ}\text{C}$

$U_{\text{positive}}=0.248 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

KWh/m2	$T_b=10$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Qpositive</b>		0,298	1,845	1,79	1,85	1,85	1,667	1,85	1,79	0,3	13,21344
<b>Qnegative</b>		0	0,571	2,76	4,71	5,76	4,731	3,48	0,97	0	22,98624

**Zestawienie miesięcznych strat energii**



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=12^{\circ}\text{C}$

$U_{\text{positive}}=0.248 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

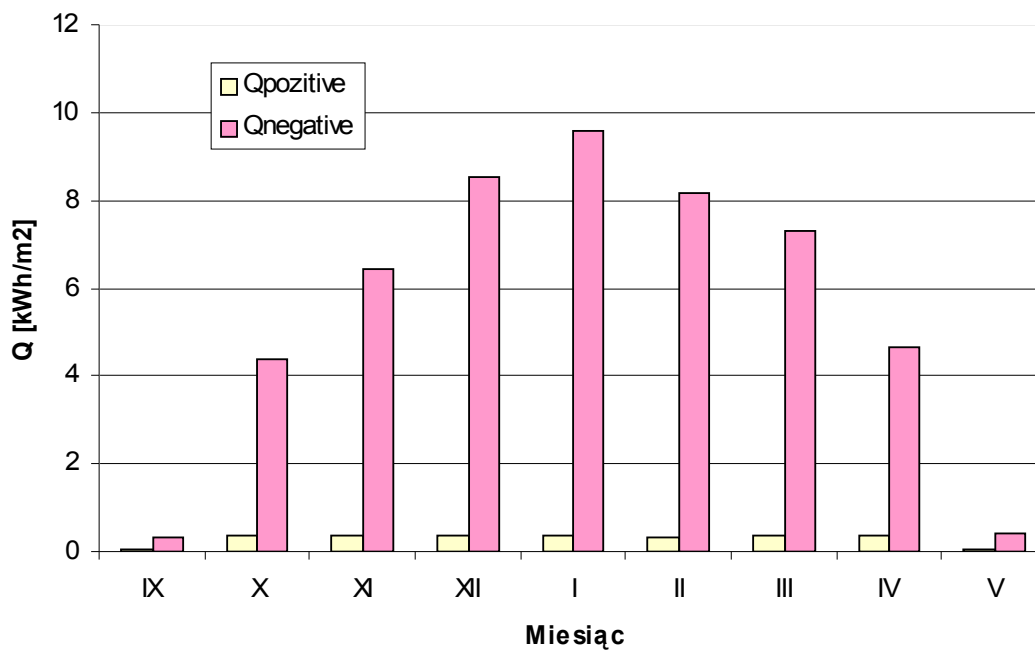








### Zestawienie miesięcznych strat energii

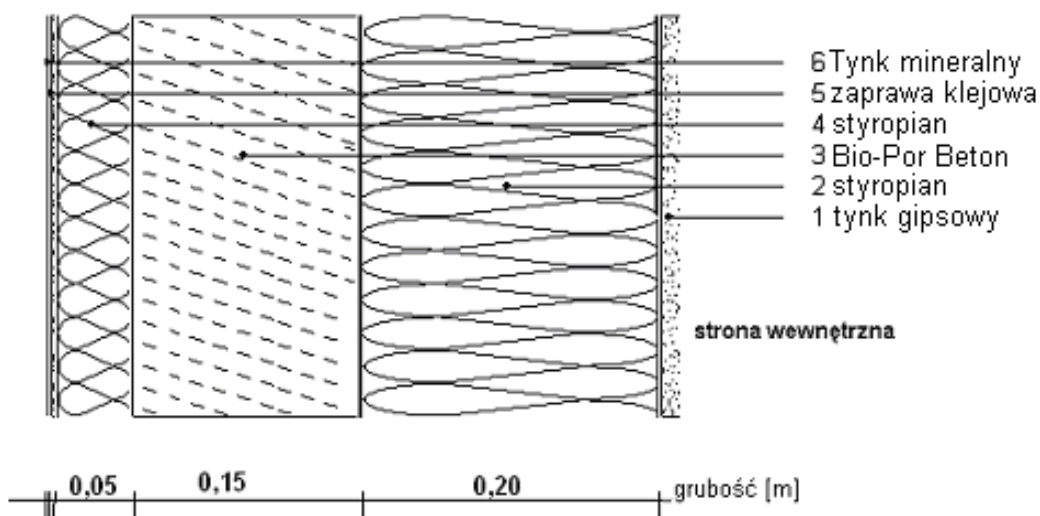




### Przeграда 20cm / 15cm/ 5cm (bez bariery termicznej)

#### Konstrukcja (warstwy przegrody):

Material	Grubość [m]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciężar [kg/m <sup>2</sup> ]
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	1100	16.50
2) styropian	0.2000	30	6.00
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	1200	180.00
4) styropian	0.0500	30	1.50
5) zaprawa klejowa	0.0050	1200	6.00
6) tynk mineralny	0.0030	1400	4.20
Ściana	0.4230		214.20



Dane klimatyczne: DIN4108 warunki normalne



**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
 Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
 45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

**Rozkład temperatur oraz analiza wilgotnościowa**

Warstwa	Grubość d [m]	Wsp. przenikania ciepła [W/m <sup>2</sup> K]	Opór cieplny [m <sup>2</sup> K/W]	Rozkład temperatur dla skraplania [°C]	Rozkład temperatur dla parowania [°C]	Wsp. oporu dyfuzyjnego μ	Wsp. przep. pary wodnej sd (μd)	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej [Pa]	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej [Pa]
Powietrze – wewnątrz				20.00	12.00			2338	
Opór przejmowania ciepła- pow. wewnętrzna			0.1300	19.43	12.15			2258	1169
1) tynk gipsowy ip-22	0.0150	0.350	0.0429	19.25	12.20	10	0.15	2231	1162
2) styropian	0.2000	0.040	5.0000	-2.56	18.02	80	16.00	494	431
3) Bio-Poren-Beton	0.1500	0.380	0.3947	-4.28	18.48	5	0.75	427	396
4) styropian	0.5000	0.040	1.2500	-9.74	19.93	80	4.00	266	213
5) zaprawa klejowa	0.0050	0.290	0.0172	-9.81	19.95	15	0.07	264	210
6) Tynk mineralny	0.0030	0.870	0.0034	-9.83	19.94	15	0.04	264	208
Opór przejmowania ciepła- pow. zewnętrzna			0.0400	-10.00	20.00			259	208
Powietrze– zewnętrzne				-10.00	20.00			259	
Opór przenikania ciepła [m <sup>2</sup> K/W]			6.878						
<b>U [W/m<sup>2</sup>K] przegrody</b>			<b>0.151</b>						

Całkowity wsp. przepuszczalności	<b>21.02</b>
-------------------------------------	--------------



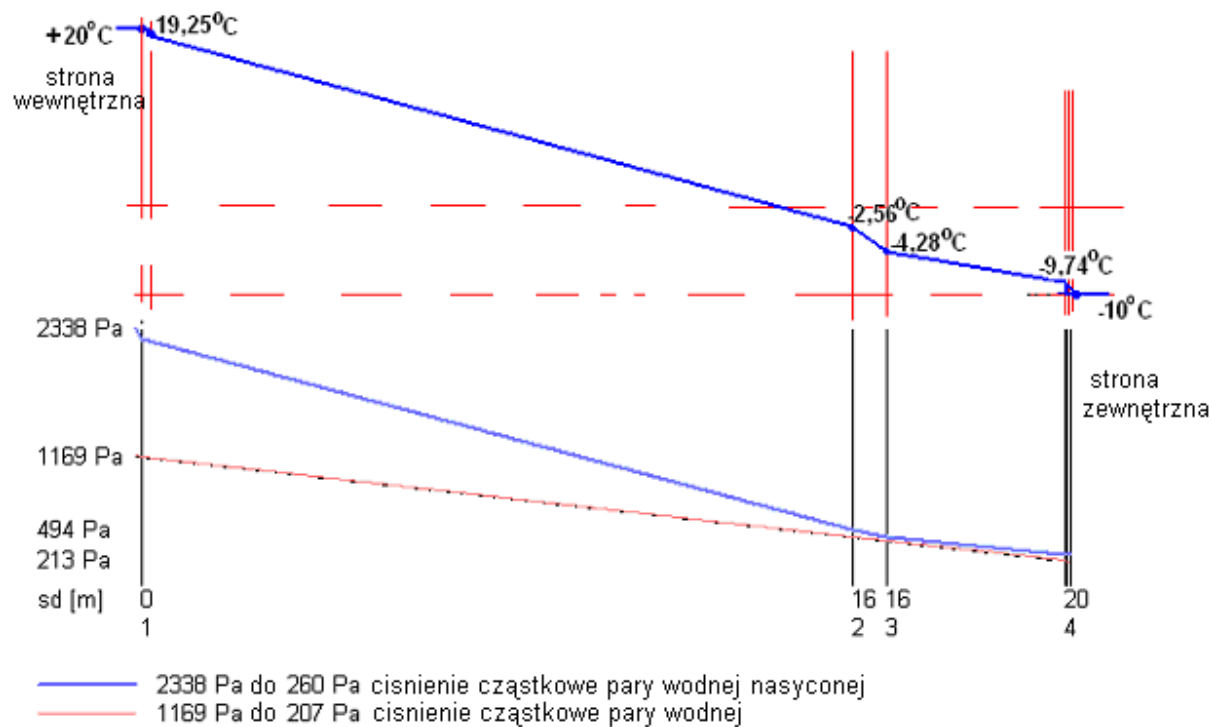
**POLITECHNIKA OPOLSKA**  
**Wydział Mechaniczny**  
**Katedra Inżynierii Środowiska**  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Roman Ulbrich  
45-271 Opole ul. Mikołajczyka 5

pary wodnej

---



**Wykres rozkładu temperatury oraz ciśnienia cząstkowego pary wodnej w przegrodzie**



**Bilans wykroplonej pary wodnej**

Dowód niepotrzebny ponieważ para wodna się nie wykrapla.



**Obliczenia strat energii przez przegrodę w sezonie grzewczym.**

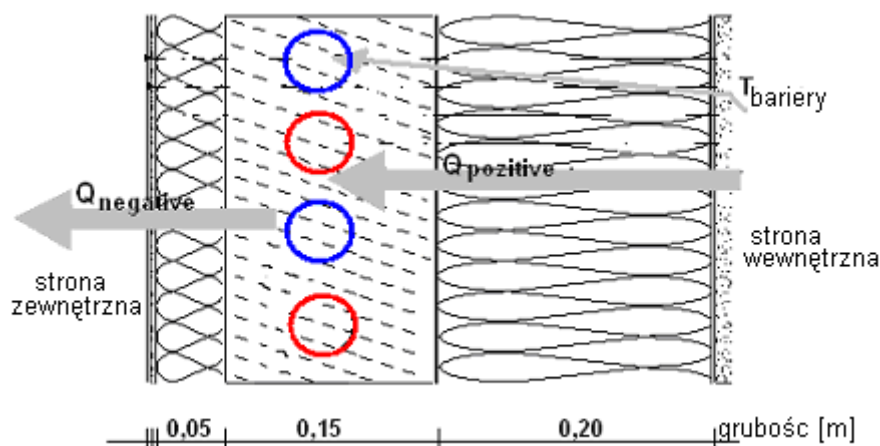
miasto	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Opole	8.28	-2.1	-1	2.7	7.9	12.9	16.8	18	17.5	13.7	8.8	4	0.1
Ld		31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

**Temperatura średniomiesięczna powietrza zewnętrznego wg PN-B-02025:1999**

Ld - liczba dni grzewczych w danym miesiącu

Do obliczeń przyjęto temperaturę zewnętrzną jako temperaturę średniomiesięczną dla miasta Opole.

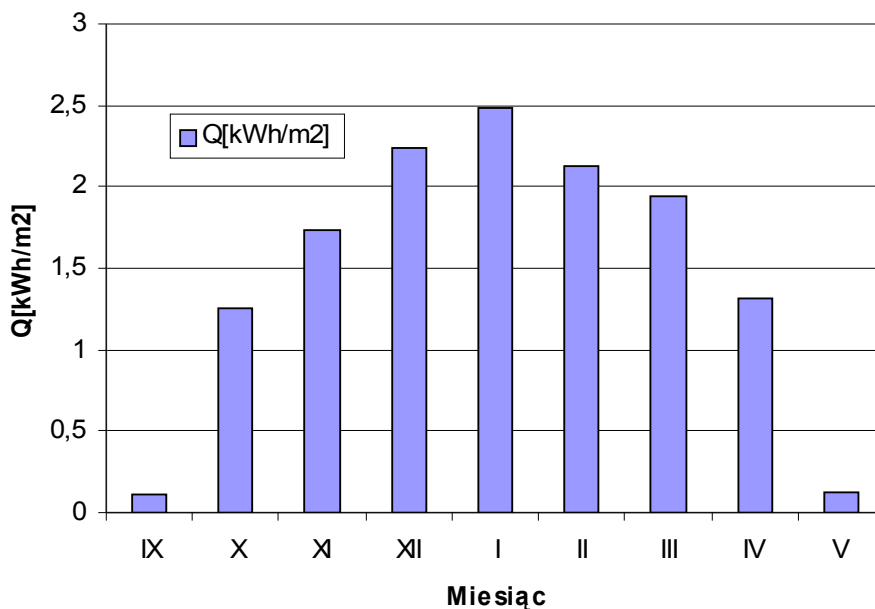
Zakładamy, że w przegrodzie temperatura bariery termicznej  $T_b$  jest stała przez cały rok oraz że temperatura wewnętrzna wynosi  $T_i = +20^{\circ}\text{C}$ .



**Obliczenia straty energii przez przegrodę bez uwzględnienia bariery termicznej:**

**$U = 0,151 \text{ W/m}^2\text{K}$**

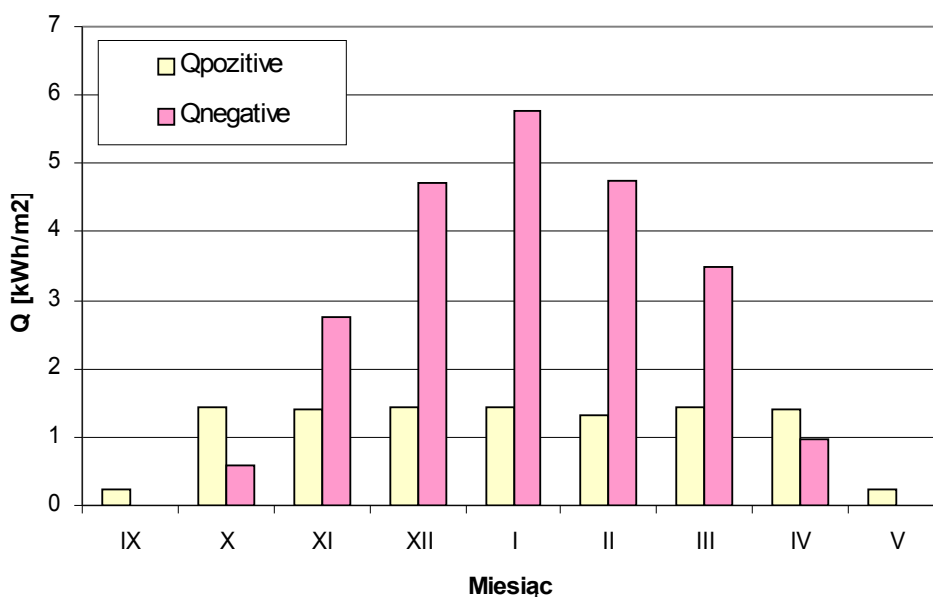
Q[kWh/m2]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
	0,114	1,258	1,74	2,24	2,48	2,131	1,94	1,32	0,13	13,349



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=10^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}=0,194 \text{ W/m}^2\text{K}$       $U_{\text{negative}}=0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m²	$T_b=10$	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,233	1,443	1,4	1,44	1,44	1,304	1,44	1,4	0,23	10,33632
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0	0,571	2,76	4,71	5,76	4,731	3,48	0,97	0	22,98624

**Zestawienie miesięcznych strat energii**





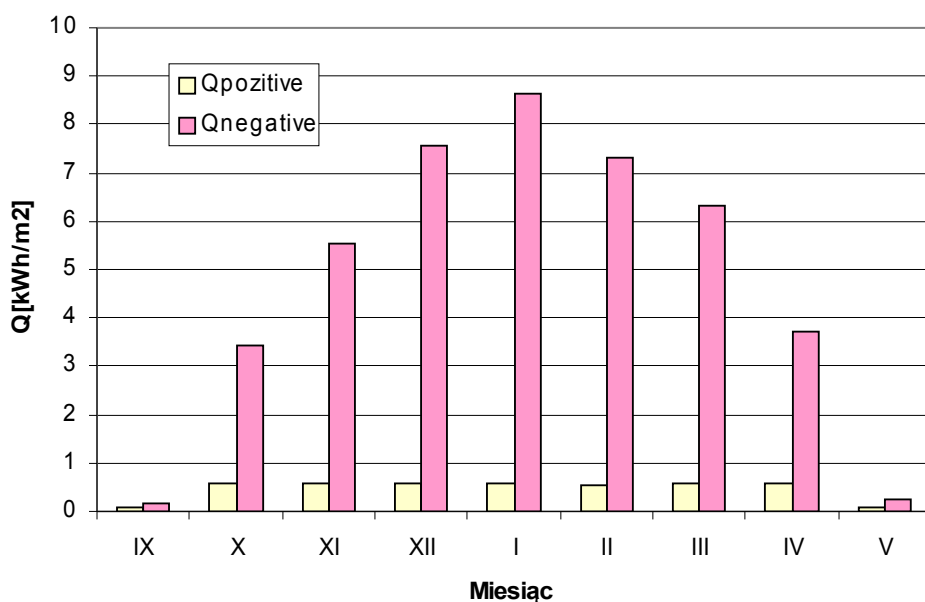




Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=16^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}= 0,194 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =16	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,093	0,577	0,56	0,58	0,58	0,521	0,58	0,56	0,09	4,134528
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,177	3,428	5,53	7,57	8,62	7,311	6,33	3,73	0,24	42,93888

**Zestawienie miesięcznych strat energii**



Obliczenia straty energii przez przegrodę z uwzględnieniem bariery termicznej  $T_b=18^{\circ}\text{C}$   
 $U_{\text{positive}}= 0,194 \text{ W/m}^2\text{K}$   $U_{\text{negative}}= 0.640 \text{ W/m}^2\text{K}$

kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>b</sub> =18	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Razem
<b>Q<sub>positive</sub></b>		0,047	0,289	0,28	0,29	0,29	0,261	0,29	0,28	0,05	2,067264
<b>Q<sub>negative</sub></b>		0,33	4,381	6,45	8,52	9,57	8,172	7,29	4,65	0,39	49,75872



## Zestawienie miesięcznych strat energii

