

## Wyniki analizy

### 1. Przegroda ściana zewnętrzna warstwowa- od poziomu -0,15 do poziomu +2,70

#### 1.1 Typ przegrody, właściwości materiałów, spodziewane warunki klimatyczne w pomieszczeniu

##### 1.1.1 Typ przegrody: Ściana o budowie jednorodnej

##### Opory przyjmowania ciepła

$$R_{SE} = 0.040 [(m^2K)/W]$$

$$R_{SI} = 0.130 [(m^2K)/W]$$

##### 1.1.2 Przewidywane warunki klimatyczne w pomieszczeniu

Tab.1.1.2 Warunki wewnętrzne

|     | Miesiąc     | Temp. zewn. | Wilg. zewn. | Temp. wewn. | Wilg. wewn. | ΔP     |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
|     |             | [°C]        |             | [°C]        |             | [Pa]   |
| 1.  | styczeń     | -1.20       | 0.86        | 20.00       | 0.58        | 810.00 |
| 2.  | luty        | -0.90       | 0.83        | 20.00       | 0.58        | 810.00 |
| 3.  | marzec      | 4.40        | 0.78        | 20.00       | 0.58        | 631.80 |
| 4.  | kwiecień    | 6.30        | 0.72        | 20.00       | 0.56        | 554.85 |
| 5.  | maj         | 12.20       | 0.69        | 20.00       | 0.57        | 315.90 |
| 6.  | czerwiec    | 17.10       | 0.74        | 20.00       | 0.67        | 117.45 |
| 7.  | lipiec      | 19.20       | 0.74        | 20.00       | 0.72        | 32.40  |
| 8.  | sierpień    | 16.60       | 0.76        | 20.00       | 0.68        | 137.70 |
| 9.  | wrzesień    | 12.80       | 0.81        | 20.00       | 0.65        | 291.60 |
| 10. | październik | 8.20        | 0.85        | 20.00       | 0.62        | 477.90 |
| 11. | listopad    | 2.90        | 0.87        | 20.00       | 0.61        | 692.55 |
| 12. | grudzień    | 0.80        | 0.89        | 20.00       | 0.61        | 777.60 |

##### 1.1.3 Warunki wilgotnościowe

Zmienne warunki wewnętrzne odpowiadające przyjętej klasie wilgotności:

**Klasa 3** - Mieszkania z małą liczbą mieszkańców

**1.1.4 Budowa przegrody****Tab.1.1.4 Właściwości zastosowanych materiałów przegrody**

| Nr.                | Nazwa warstwy                     | d    | $\lambda$ | $\mu$ | R                    | $s_d$ |
|--------------------|-----------------------------------|------|-----------|-------|----------------------|-------|
|                    |                                   | [m]  | [W/mK]    |       | [m <sup>2</sup> K/W] | [m]   |
| <i>Na zewnątrz</i> |                                   |      |           |       |                      |       |
| 1.                 | Tynk wapienno-piaskowy            | 0.02 | 0.8       | 1     | 0.025                | 0.02  |
| 2.                 | Styropian (12)                    | 0.24 | 0.04      | 1     | 6.000                | 0.24  |
| 3.                 | Mur z betonu komórkowego (600) na | 0.24 | 0.3       | 1     | 0.800                | 0.24  |
| 4.                 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0.02 | 0.82      | 1     | 0.024                | 0.02  |
| <i>Wewnątrz</i>    |                                   |      |           |       |                      |       |

## 1.2 Wyniki obliczeń dla czynnika temperaturowego $f_{Rsi}$

### 1.2.1 Rodzaj i usytuowanie przegrody w pomieszczeniu

Przegroda pełna z dala od mostków cieplnych  
 $R_{si} = 0.167 [m^2K/W]$

### 1.2.2 Efektywna wartość czynnika temperaturowego na powierzchni wewnętrznej przegrody wyznaczona na podstawie wartości współczynnika przenikania ciepła elementu U oraz oporu przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej $R_{si}$ .

Całkowity opór cieplny przegrody:  $R_t = 7.019 [m^2K/W]$   
Współczynnik przenikania ciepła przegrody:  $U = 0.142 [W/m^2K]$   
Wartość czynnika temperaturowego przegrody:  $f_{Rsi} = 0.976 [W/m^2K]$

### 1.2.3 Wartości obliczeniowego czynnika temperatury $f_{Rsi,min}$

**Tab.1.2.3 Wartości minimalnego czynnika  $f_{Rsi,min}$  w poszczególnych miesiącach**

|     | Miesiąc     | $f_{Rsi,min}$ |
|-----|-------------|---------------|
| 1.  | styczeń     | 0.766         |
| 2.  | luty        | 0.760         |
| 3.  | marzec      | 0.667         |
| 4.  | kwiecień    | 0.579         |
| 5.  | maj         | 0.306         |
| 6.  | czerwiec    | 0.043         |
| 7.  | lipiec      | -1.131        |
| 8.  | sierpień    | 0.228         |
| 9.  | wrzesień    | 0.538         |
| 10. | październik | 0.657         |
| 11. | listopad    | 0.742         |
| 12. | grudzień    | 0.779         |

### 1.2.4 Porównanie wartości czynnika obliczeniowego $f_{Rsi}$ dla miesiąca krytycznego z współczynnikiem $f_{Rsi}$ przegrody.

Miesiącami krytycznymi są: **grudzień**

Wartość czynnika temperaturowego dla krytycznego miesiąca:  
 $f_{Rsi,max} = 0.779 [W/m^2K]$

Ponieważ warunek  $f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$  jest spełniony, zatem analizowana przegroda zaprojektowana została prawidłowo pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni

### 1.3 Wyniki obliczeń ilości kondensatu

#### 1.3.1 Miesięczne strumienie kondensacji i akumulacja wewnątrz przegrody

Tab. 1.3.1 Wartość  $g_c$  i  $M_a$  w poszczególnych miesiącach

|    | Miesiąc     | Kondensacja |
|----|-------------|-------------|
| 1  | styczeń     | NIE         |
| 2  | luty        | NIE         |
| 3  | marzec      | NIE         |
| 4  | kwiecień    | NIE         |
| 5  | maj         | NIE         |
| 6  | czerwiec    | NIE         |
| 7  | lipiec      | NIE         |
| 8  | sierpień    | NIE         |
| 9  | wrzesień    | NIE         |
| 10 | październik | NIE         |
| 11 | listopad    | NIE         |
| 12 | grudzień    | NIE         |

#### 1.3.2 Wnioski wynikające z obliczenia strumienia kondensacji

**Przegroda jest wolna od wewnętrznej kondensacji**



## 1.4 Ocena przegrody

### 1.4.1 Ocena przegrody pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni

Wartość współczynnika temperaturowego przegrody:  $f_{R_{si}} = 0.976 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Miesiącem krytycznym jest: **grudzień**

Wartość współczynnika temperaturowego dla miesiąca krytycznego:  
 $f_{R_{si,max}} = 0.779 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Ponieważ warunek  $f_{R_{si}} > f_{R_{si,max}}$  jest spełniony, zatem analizowana przegroda zaprojektowana została prawidłowo pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni

**PRZEGRODA ZAPROJEKTOWANA PRAWIDŁOWO**

### 1.4.2 Ocena przegrody pod kątem występowania kondensacji międzywarstwowej

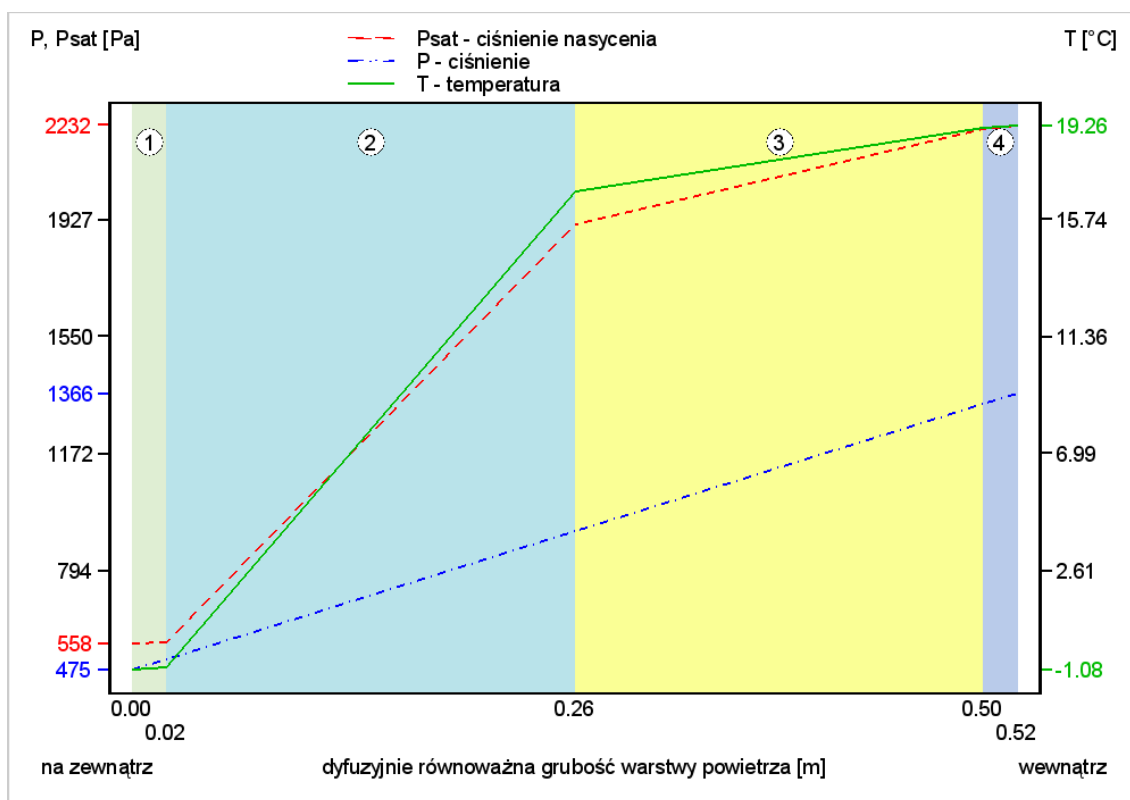
Przegroda jest wolna od wewnętrznej kondensacji

**PRZEGRODA ZAPROJEKTOWANA PRAWIDŁOWO**

### 1.5 Szczegółowe wyniki rozkładu temperatury i ciśnienia pary wodnej w przegrodzie dla wybranych miesięcy

Tab. 1.5.1 Wyniki dla miesiąca: *styczeń*

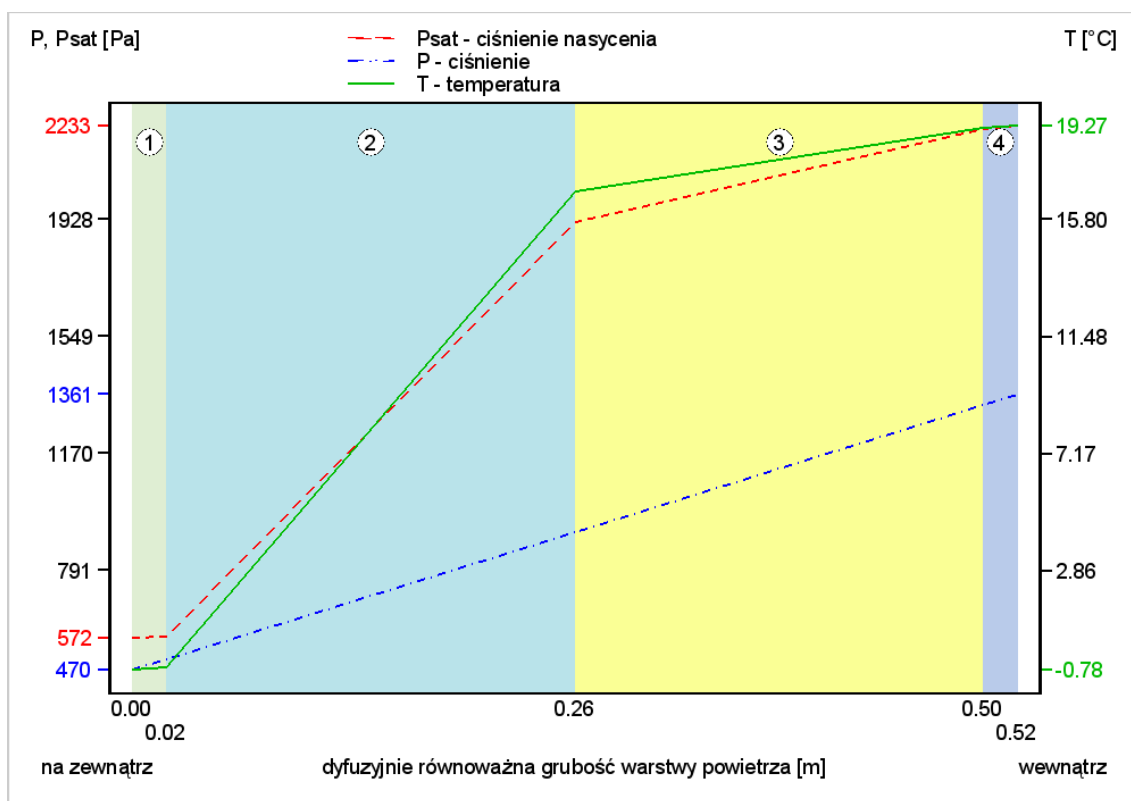
| Przegroda                                     |  | Powierzchnie stykowe |                     |               |                               |
|---|--|----------------------|---------------------|---------------|-------------------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$<br>[°C]        | $P_{n,sat}$<br>[Pa] | $P_n$<br>[Pa] | $g_c$<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = -1.2$ [°C], $\phi = 86$ [%] |  |                      |                     |               |                               |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | -1.08                | 558.26              | 475.39        | 0.00000                       |
| 2   | Styropian (12)                               | -1.01                | 561.72              | 509.66        | 0.00000                       |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 16.81                | 1913.41             | 920.89        | 0.00000                       |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.19                | 2221.65             | 1332.12       | 0.00000                       |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 58.4689$ [%] |  | 19.26                | 2231.70             | 1366.39       | 0.00000                       |



Rys.1.5.1 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: styczeń

Tab. 1.5.2 Wyniki dla miesiąca: *luty*

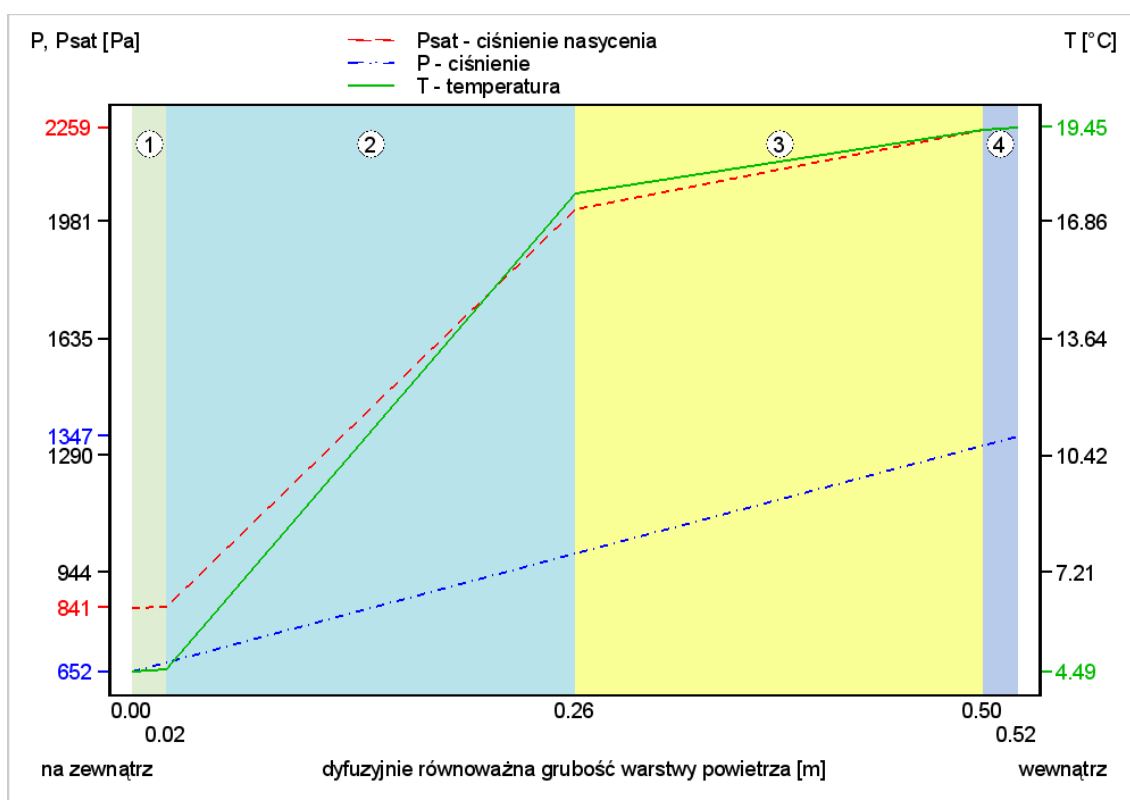
| Przegroda                                     |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|---|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|   |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = -0.9$ [°C], $\phi = 83$ [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | -0.78                | 572.25      | 470.38  | 0.00000              |
| 2   | Styropian (12)                               | -0.71                | 575.73      | 504.65  | 0.00000              |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 16.85                | 1918.90     | 915.88  | 0.00000              |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.20                | 2223.25     | 1327.11 | 0.00000              |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 58.2546$ [%] |  | 19.27                | 2233.16     | 1361.38 | 0.00000              |



Rys.1.5.2 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: luty

Tab. 1.5.3 Wyniki dla miesiąca: *marzec*

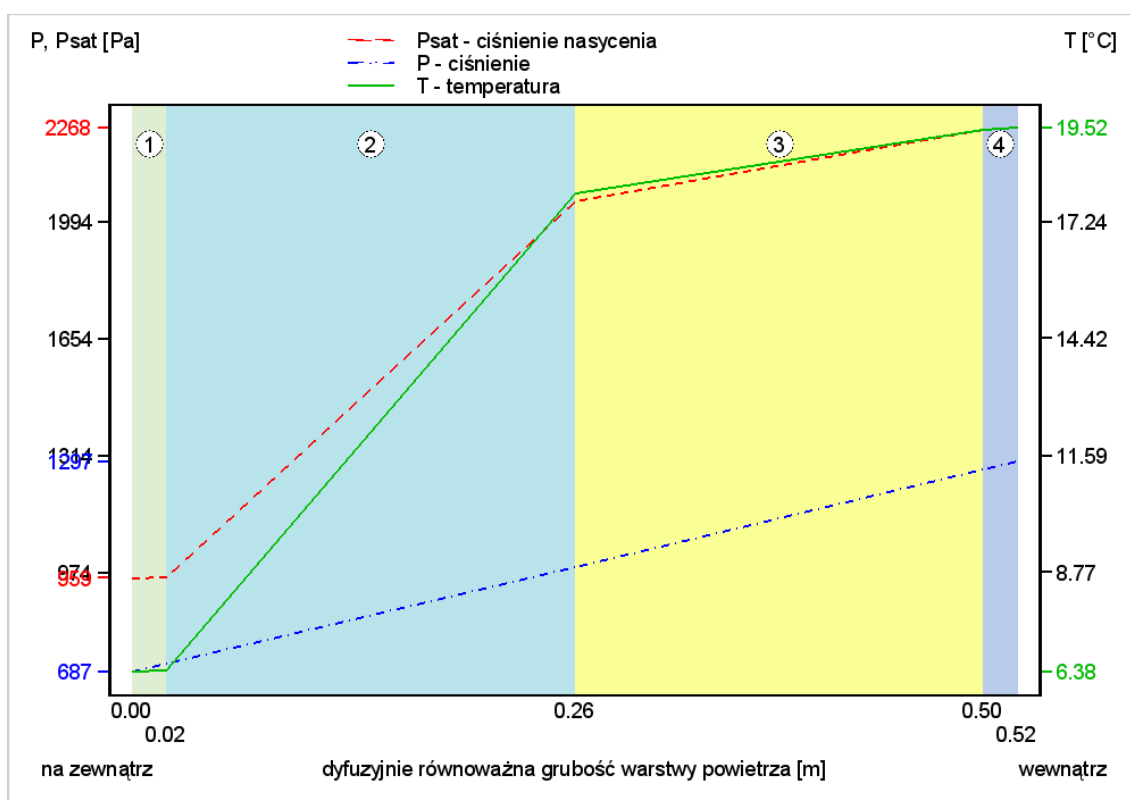
| Przegroda                                     |  | Powierzchnie stykowe |                     |               |                               |
|---|--|----------------------|---------------------|---------------|-------------------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$<br>[°C]        | $P_{n,sat}$<br>[Pa] | $P_n$<br>[Pa] | $g_c$<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = 4.4$ [°C], $\phi = 78$ [%]  |  |                      |                     |               |                               |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | 4.49                 | 841.16              | 652.09        | 0.00000                       |
| 2   | Styropian (12)                               | 4.54                 | 844.38              | 678.82        | 0.00000                       |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 17.65                | 2018.18             | 999.58        | 0.00000                       |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.40                | 2251.62             | 1320.34       | 0.00000                       |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 57.6424$ [%] |  | 19.45                | 2259.09             | 1347.07       | 0.00000                       |



Rys.1.5.3 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: marzec

Tab. 1.5.4 Wyniki dla miesiąca: *kwiecień*

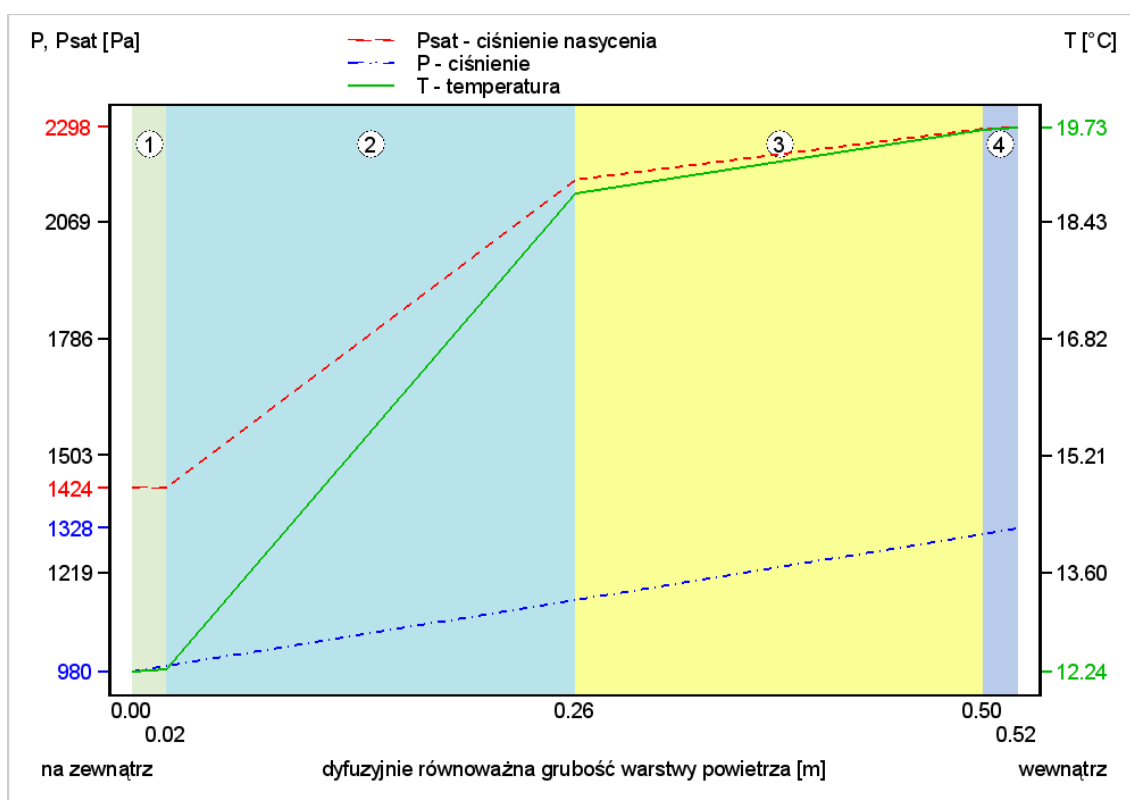
| Przegroda                                     |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|---|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|   |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = 6.3$ [°C], $\phi = 72$ [%]  |  |                      |             |         |                      |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | 6.38                 | 959.29      | 687.04  | 0.00000              |
| 2   | Styropian (12)                               | 6.42                 | 962.47      | 710.51  | 0.00000              |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 17.94                | 2054.84     | 992.20  | 0.00000              |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.47                | 2261.86     | 1273.90 | 0.00000              |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 55.5155$ [%] |  | 19.52                | 2268.45     | 1297.37 | 0.00000              |



Rys.1.5.4 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: kwiecień

Tab. 1.5.5 Wyniki dla miesiąca: *maj*

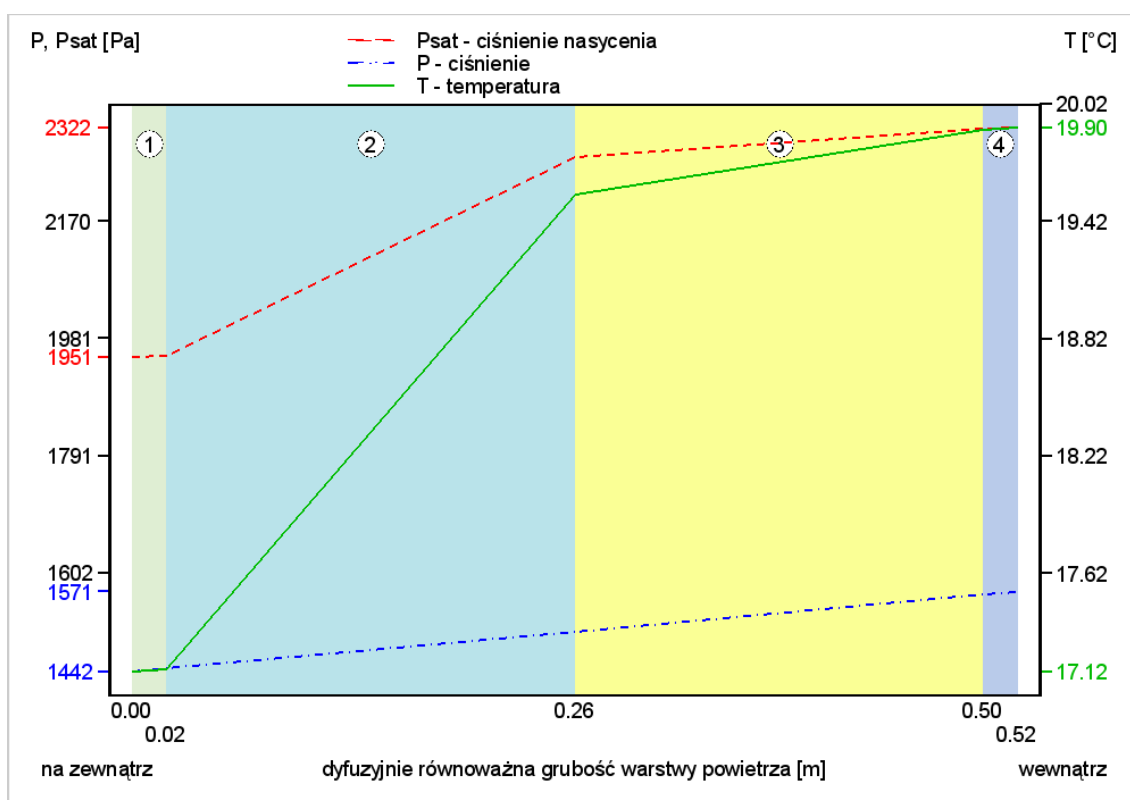
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 12.2 [°C], φ = 69 [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 12.24                | 1424.49     | 980.08  | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 12.27                | 1427.05     | 993.44  | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 18.83                | 2172.45     | 1153.82 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.70                | 2293.94     | 1314.20 | 0.00000              |
|  | Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 56.8076 [%]       | 19.73                | 2297.73     | 1327.57 | 0.00000              |



Rys.1.5.5 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: maj

Tab. 1.5.6 Wyniki dla miesiąca: czerwiec

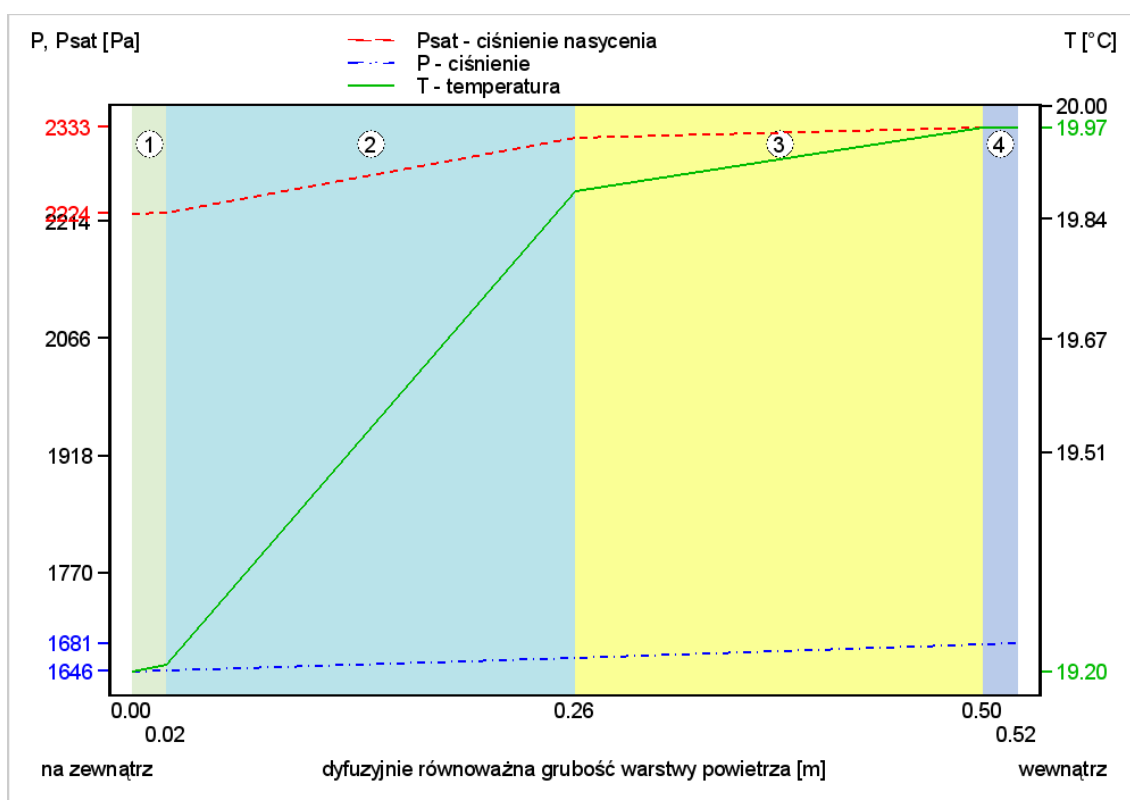
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 17.1 [°C], φ = 74 [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 17.12                | 1950.96     | 1442.23 | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 17.13                | 1952.22     | 1447.20 | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 19.56                | 2274.56     | 1506.82 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.89                | 2320.88     | 1566.45 | 0.00000              |
| Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 67.2424 [%] |  | 19.90                | 2322.30     | 1571.42 | 0.00000              |



Rys.1.5.6 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: czerwiec

Tab. 1.5.7 Wyniki dla miesiąca: *lipiec*

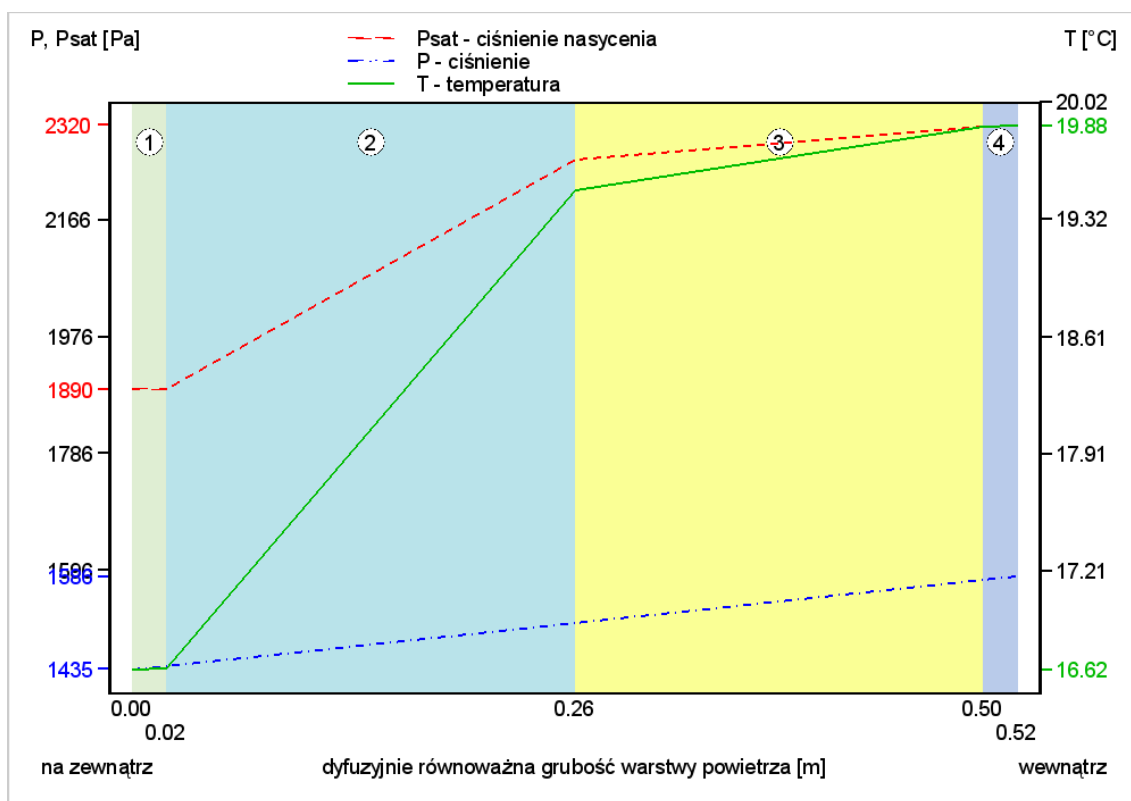
| Przegroda                                     |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|---|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|   |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = 19.2$ [°C], $\phi = 74$ [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | 19.20                | 2224.32     | 1645.54 | 0.00000              |
| 2   | Styropian (12)                               | 19.21                | 2224.71     | 1646.91 | 0.00000              |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 19.88                | 2319.59     | 1663.36 | 0.00000              |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.97                | 2332.51     | 1679.81 | 0.00000              |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 71.939$ [%]  |  | 19.97                | 2332.90     | 1681.18 | 0.00000              |



Rys.1.5.7 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: lipiec

Tab. 1.5.8 Wyniki dla miesiąca: *sierpień*

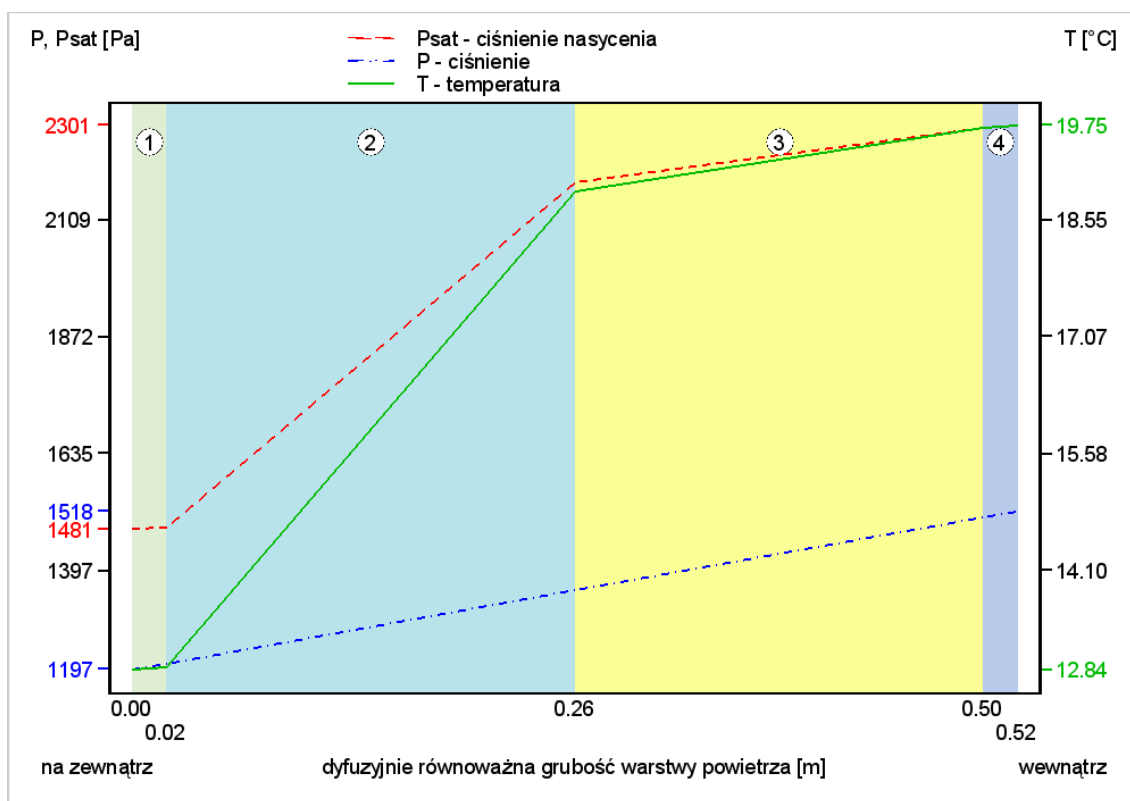
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 16.6 [°C], φ = 76 [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 16.62                | 1890.39     | 1434.96 | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 16.63                | 1891.82     | 1440.78 | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 19.49                | 2263.95     | 1510.69 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.87                | 2318.12     | 1580.60 | 0.00000              |
|  |  | 19.88                | 2319.78     | 1586.43 | 0.00000              |
| Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 67.8845 [%] |  |                      |             |         |                      |



Rys.1.5.8 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: sierpień

Tab. 1.5.9 Wyniki dla miesiąca: *wrzesień*

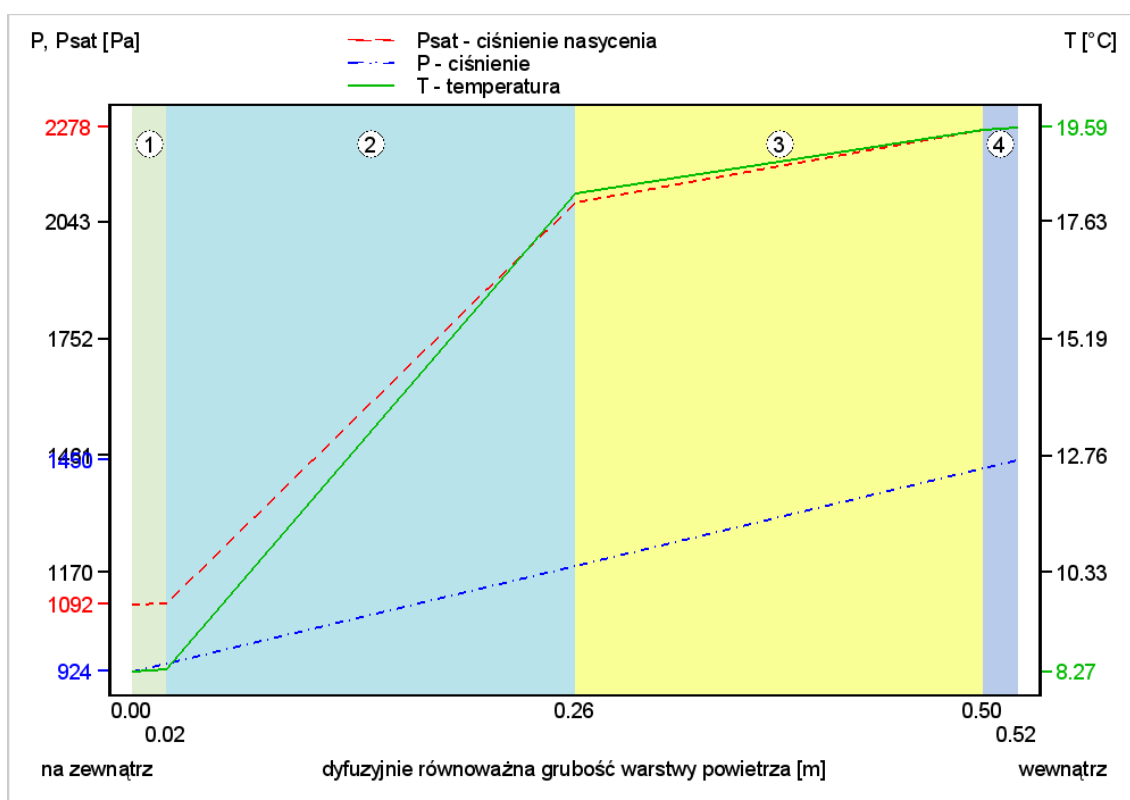
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 12.8 [°C], φ = 81 [%] |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 12.84                | 1481.40     | 1196.76 | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 12.87                | 1483.84     | 1209.10 | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 18.92                | 2184.74     | 1357.14 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.72                | 2297.22     | 1505.19 | 0.00000              |
| Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 64.9361 [%] |  | 19.75                | 2300.73     | 1517.52 | 0.00000              |



Rys.1.5.9 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: wrzesień

Tab. 1.5.10 Wyniki dla miesiąca: *październik*

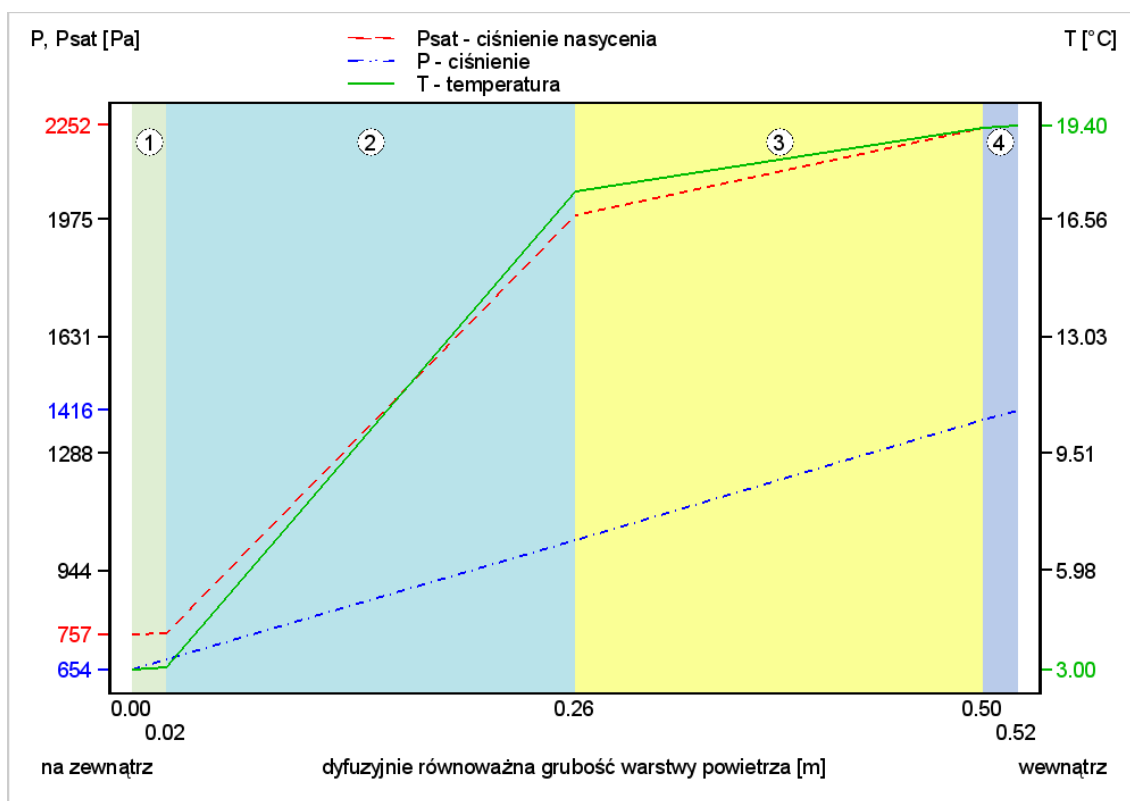
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 8.2 [°C], φ = 85 [%]  |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 8.27                 | 1091.79     | 923.86  | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 8.31                 | 1094.86     | 944.08  | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 18.22                | 2092.09     | 1186.71 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.55                | 2272.15     | 1429.34 | 0.00000              |
| Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 62.0276 [%] |  | 19.59                | 2277.84     | 1449.55 | 0.00000              |



Rys.1.5.10 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: październik

Tab. 1.5.11 Wyniki dla miesiąca: *listopad*

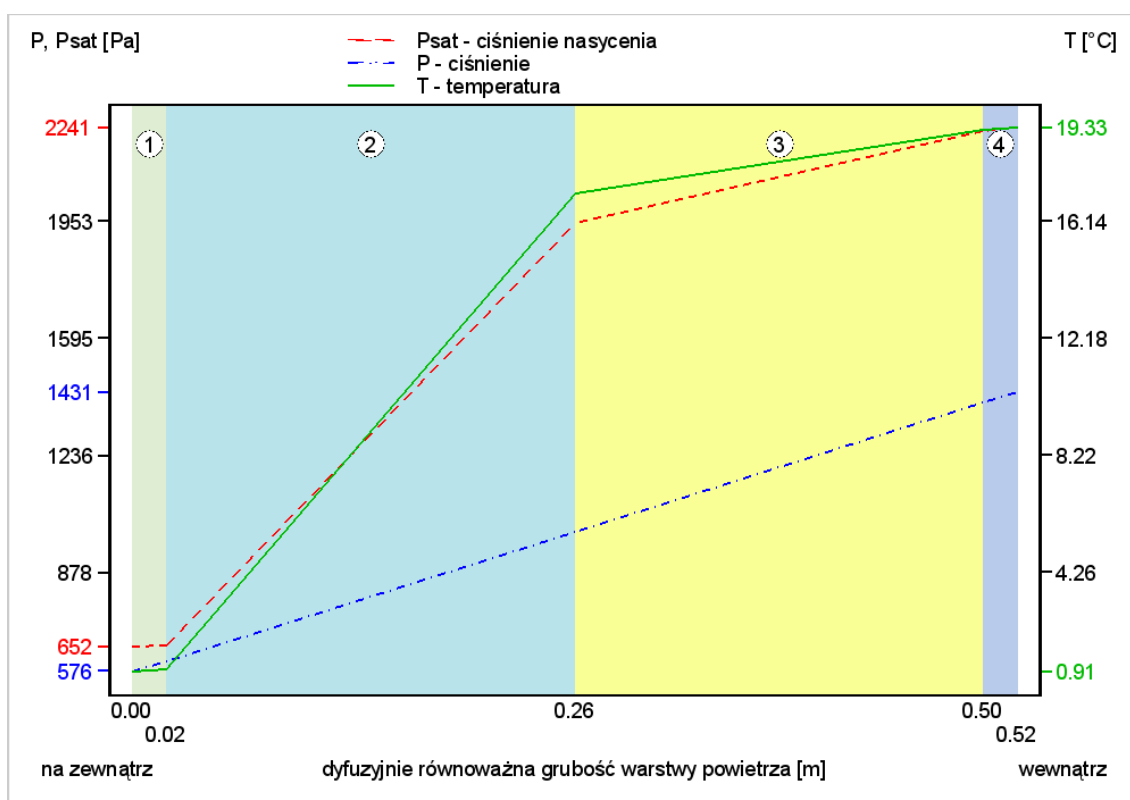
| Przegroda                              |  | Powierzchnie stykowe |             |         |                      |
|--|--|----------------------|-------------|---------|----------------------|
| Nr.                                    | Warstwa                                      | $T_n$                | $P_{n,sat}$ | $P_n$   | $g_c$                |
|  |  | [°C]                 | [Pa]        | [Pa]    | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: T = 2.9 [°C], φ = 87 [%]  |  |                      |             |         |                      |
| 1                                      | Tynk wapienno-piaskowy                       | 3.00                 | 757.16      | 654.26  | 0.00000              |
| 2                                      | Styropian (12)                               | 3.06                 | 760.38      | 683.56  | 0.00000              |
| 3                                      | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 17.43                | 1989.63     | 1035.17 | 0.00000              |
| 4                                      | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.34                | 2243.56     | 1386.77 | 0.00000              |
| Wewnątrz: T = 20 [°C], φ = 60.5947 [%] |  | 19.40                | 2251.72     | 1416.07 | 0.00000              |



Rys.1.5.11 Wykres rozkładu ciśnienia w przegrodzie dla miesiąca: listopad

Tab. 1.5.12 Wyniki dla miesiąca: *grudzień*

| Przełroda                                     |  | Powierchnie stykowe |                     |               |                               |
|---|--|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------------|
| Nr.   | Warstwa                                      | $T_n$<br>[°C]       | $P_{n,sat}$<br>[Pa] | $P_n$<br>[Pa] | $g_c$<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
| Na zewnątrz: $T = 0.8$ [°C], $\phi = 89$ [%]  |  |                     |                     |               |                               |
| 1   | Tynk wapienno-piaskowy                       | 0.91                | 652.02              | 575.80        | 0.00000                       |
| 2   | Styropian (12)                               | 0.97                | 655.19              | 608.70        | 0.00000                       |
| 3   | Mur z betonu komórkowego (600) na zaprawie c | 17.11               | 1950.27             | 1003.48       | 0.00000                       |
| 4   | Tynk lub gładź cementowo-wapienna            | 19.26               | 2232.31             | 1398.26       | 0.00000                       |
| Wewnątrz: $T = 20$ [°C], $\phi = 61.2406$ [%] |  | 19.33               | 2241.45             | 1431.16       | 0.00000                       |



Rys.1.5.12 Wykres rozkładu ciśnienia w przełrodzie dla miesiąca: grudzień

## SPIS TREŚCI

|  |          |
|--|----------|
| <b>Wyniki analizy</b>  | <b>1</b> |
| <b>1. Przegroda: ściana zewnętrzna warstwowa- od poziomu -0,15 do poziomu +2,70</b>                      | <b>1</b> |
| 1.1 Typ przegrody, właściwości materiałów, spodziewane warunki klimatyczne w pomieszczeniu               | 1        |
| 1.2 Wyniki obliczeń dla czynnika temperaturowego $f(R_{si})$   | 3        |
| 1.3 Wyniki obliczeń ilości kondensatu  | 4        |
| 1.4 Ocena przegrody  | 6        |
| 1.5 Szczegółowe wyniki rozkładu temperatury i ciśnienia pary wodnej w przegrodzie dla wybranych miesięcy | 7        |