

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja robót związanych z budową i eksploatacją sieci komunalnych oraz instalacji sanitarnych**

Oznaczenie kwalifikacji: **B.27**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**B.27-01-19.06**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**  
**Rok 2019**  
**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

***Powodzenia!***

\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

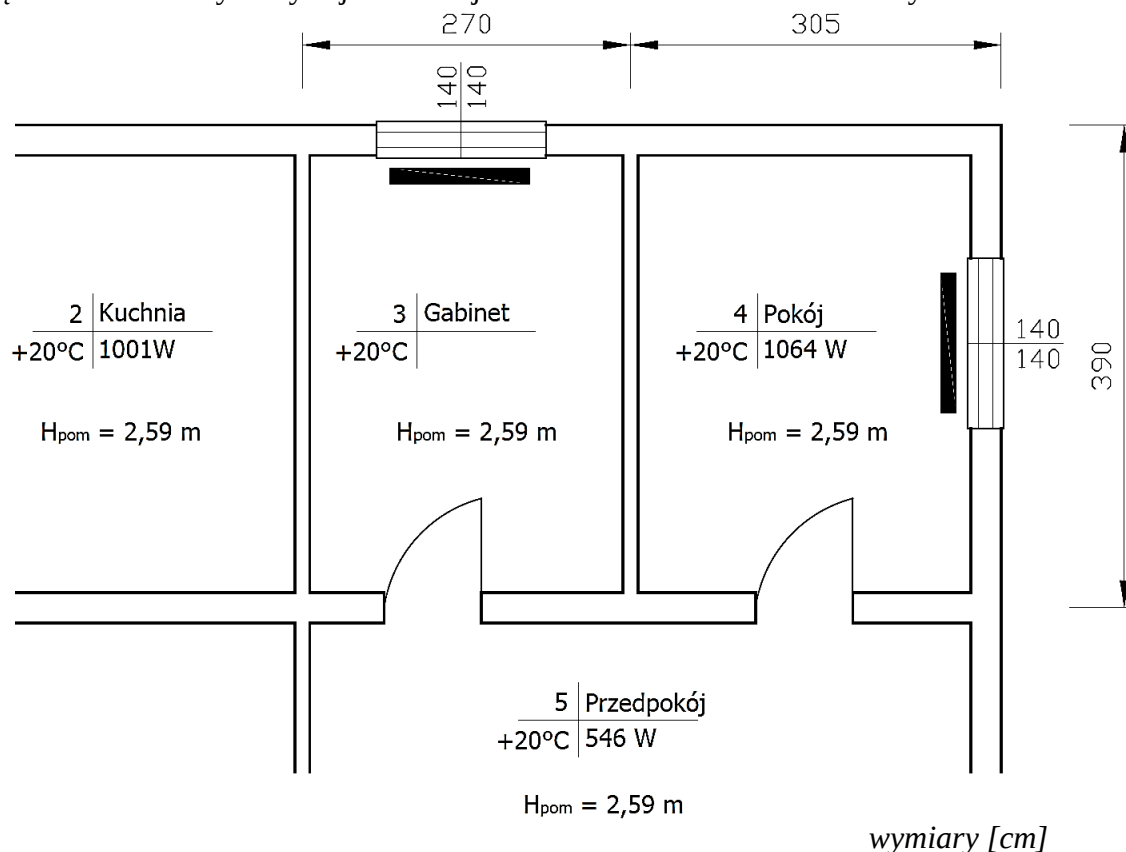
W ramach projektu instalacji centralnego ogrzewania dla domku jednorodzinnego dobierz grzejnik i stopień nastawy zaworu termostatycznego w pomieszczeniu nr 3. Sporządź wykaz materiałów niezbędnych do wykonania montażu tego grzejnika i do podłączenia go do pionu zasilającego i powrotnego.

Budynek jest usytuowany w Krakowie. Został wybudowany w nowoczesnej technologii z zaizolowaniem mostków cieplnych. Wysokość kondygnacji wynosi 2,59 m. Pomieszczenie nr 3 znajduje się na drugiej kondygnacji nadziemnej i nie występują w nim straty ciepła przez stropy.

Dla projektowanej instalacji centralnego ogrzewania dla pomieszczenia nr 3:

- oblicz dane temperaturowe,
- oblicz sumę oporów cieplnych dla izolowanej ściany zewnętrznej,
- oblicz straty ciepła przez przenikanie, przez przegrody budowlane,
- sporządź zestawienie wyników prowadzących do obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego,
- dobierz wielkość i moc grzejnika,
- dobierz stopień nastawy zaworu termostatycznego dla grzejnika (narysuj na nomogramie na Rysunku 5. linie pomocnicze do doboru stopnia nastawy zaworu termostatycznego i uzupełnij Tabelę 11.)
- sporządź wykaz materiałów niezbędnych do montażu grzejnika wraz z włączeniem go do pionów zasilającego i powrotnego.

Do rozwiązania zadania wykorzystaj informacje i dane zawarte w tabelach i na rysunkach.



Rysunek 1. Fragment rzutu poziomego parteru



Rysunek 2. Podział terytorialny Polski na strefy klimatyczne

Tabela 1. Projektowana temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

| Strefa klimatyczna | Projektowana temperatura zewnętrzna $\theta_e$ [°C] | Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ [°C] |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| I                  | -16                                                 | 7,7                                                       |
| II                 | -18                                                 | 7,9                                                       |
| III                | -20                                                 | 7,6                                                       |
| IV                 | -22                                                 | 6,9                                                       |
| V                  | -24                                                 | 5,5                                                       |

Tabela 2. Współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku

| Straty ciepła                 | Współczynnik poprawkowy temperatury $f_k$ |                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                               | jeśli mostki cieplne są zaizolowane       | jeśli mostki cieplne nie są zaizolowane |
| izolowana ściana zewnętrzna   | 1,00                                      | 1,40                                    |
| przez przestrzeń nieogrzewaną | 0,80                                      | 1,00                                    |
| przez grunt                   | 0,30                                      | 0,42                                    |
| przez poddasze                | 0,90                                      | 1,26                                    |
| przez przestrzeń podłogową    | 0,92                                      | 1,26                                    |
| dla okien i drzwi             | 1,00                                      |                                         |

Tabela 3. Opory przejmowania ciepła

| Opór przejmowania ciepła            | Jednostka miary | Kierunek przepływu ciepła |                |               |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------|
|                                     |                 | poziomy                   | pionowy w górę | pionowy w dół |
| na powierzchni wewnętrznej $R_{si}$ | $m^2 \cdot K/W$ | 0,13                      | 0,10           | 0,17          |
| na powierzchni zewnętrznej $R_{se}$ | $m^2 \cdot K/W$ | 0,04                      |                |               |

Tabela 4. Wzory do obliczeń

| Opis                                                                                   | Wzór                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Jednostka       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Opór cieplny materiałów budowlanych                                                    | $R = \frac{d}{\lambda}$ <p>gdzie:</p> <p>R – opór cieplny materiałów budowlanych, <math>m^2 \cdot K/W</math></p> <p>d – grubość warstwy przegrody budowlanej, m</p> <p><math>\lambda</math> – współczynnik przewodzenia cieplnego, <math>W/m \cdot K</math></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $m^2 \cdot K/W$ |
| Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie                                  | $H_{T,i} = f_k \cdot A_k \cdot U_k$ <p>gdzie:</p> <p><math>H_{T,i}</math> – całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie, <math>W/K</math></p> <p><math>f_k</math> – współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku</p> <p><math>A_k</math> – powierzchnia elementu budynku, <math>m^2</math></p> <p><math>U_k</math> – współczynnik przenikania ciepła elementu budynku, <math>W/m^2 \cdot K</math></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</p>                                                                                                                                                                                                          | $W/K$           |
| Całkowite straty ciepła przez przenikanie                                              | $\Phi_{T,i} = \Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ <p>gdzie:</p> <p><math>\Phi_{T,i}</math> – całkowite straty ciepła przez przenikanie, <math>W</math></p> <p><math>\Sigma H_{T,i}</math> – suma całkowita współczynnika strat ciepła przez przenikanie, <math>W/K</math></p> <p><math>\theta_{int,i}</math> – projektowana temperatura wewnętrzna, <math>^{\circ}C</math></p> <p><math>\theta_e</math> – projektowana temperatura zewnętrzna, <math>^{\circ}C</math></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do liczby całkowitej</p>                                                                                                                                                                   | $W$             |
| Projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła | $\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta}$ <p>gdzie:</p> <p><math>\Phi_i</math> – projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła, <math>W</math></p> <p><math>\Phi_{T,i}</math> – całkowite straty ciepła przez przenikanie, <math>W</math></p> <p><math>\Phi_{V,i}</math> – całkowite wentylacyjne straty ciepła, <math>W</math></p> <p><b>do obliczeń należy przyjąć <math>\Phi_{V,i} = 370 W</math></b></p> <p><math>f_{\Delta\theta}</math> – współczynnik poprawkowy ze względu na podwyższenie temperatury,</p> <p><b>do obliczeń należy przyjąć <math>f_{\Delta\theta} = 1</math></b></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do liczby całkowitej</p> | $W$             |
| Całkowite obciążenie cieplne                                                           | $\Phi_{HL,i} = (\Phi_i + \Phi_{RH,i})$ <p>gdzie:</p> <p><math>\Phi_{HL,i}</math> – całkowite obciążenie cieplne, <math>W</math></p> <p><math>\Phi_i</math> – projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła, <math>W</math></p> <p><math>\Phi_{RH,i}</math> – całkowita nadwyżka mocy cieplnej, <math>W</math></p> <p><b>do obliczeń należy przyjąć <math>\Phi_{RH,i} = 137 W</math></b></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do liczby całkowitej</p>                                                                                                                                                                                                                      | $W$             |
| Strumień masowy wody przepływającej przez grzejnik                                     | $\dot{m} = \frac{0,86 \cdot Q}{(t_z - t_p)}$ <p>gdzie:</p> <p><math>\dot{m}</math> – strumień masy wody przepływającej przez grzejnik, <math>kg/h</math></p> <p>Q – moc dobranego grzejnika, <math>W</math></p> <p><math>t_z</math> – temperatura zasilania, <math>^{\circ}C</math></p> <p><math>t_p</math> – temperatura powrotu, <math>^{\circ}C</math></p> <p><b>Uwaga!</b> Wynik należy zaokrąglić do liczby całkowitej</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $kg/h$          |

**Tabela 5. Tabela do doboru grzejników dla parametrów instalacji  $t_z/t_p/\theta_{int,i} = 75/55/20^\circ\text{C}$**   
(podano ceny brutto grzejników wyposażonych w odpowietrznik ręczny, korki, wieszaki grzejnika)

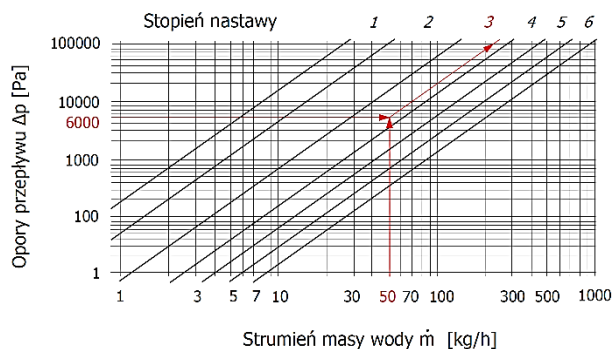
| Wysokość<br>H<br>[mm] | 450        |              |            |              | 500        |              |            |              | 600        |              |            |              | 900        |              |            |              |
|-----------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| typ                   | C-11       |              | C-22       |              | C-11       |              | C-22       |              | C-11       |              | C-22       |              | C-11       |              | C-22       |              |
| Długość<br>L<br>[mm]  | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] | moc<br>[W] | cena<br>[zł] |
| 400                   | 205        | 290          | 378        | 346          | 305        | 299          | 521        | 387          | 336        | 302          | 567        | 396          | 395        | 367          | 659        | 421          |
| 500                   | 265        | 299          | 473        | 365          | 382        | 306          | 651        | 407          | 420        | 307          | 709        | 418          | 494        | 311          | 826        | 442          |
| 600                   | 318        | 306          | 567        | 376          | 458        | 315          | 764        | 423          | 504        | 318          | 850        | 439          | 593        | 320          | 968        | 465          |
| 700                   | 371        | 310          | 662        | 401          | 535        | 324          | 911        | 445          | 588        | 327          | 992        | 462          | 692        | 336          | 1153       | 492          |
| 800                   | 424        | 315          | 756        | 425          | 611        | 330          | 1041       | 467          | 671        | 341          | 1134       | 485          | 790        | 354          | 1318       | 517          |
| 900                   | 477        | 327          | 871        | 449          | 687        | 349          | 1171       | 501          | 745        | 358          | 1276       | 517          | 850        | 372          | 1472       | 548          |
| 1000                  | 530        | 340          | 945        | 470          | 771        | 366          | 1302       | 535          | 830        | 374          | 1417       | 545          | 988        | 391          | 1647       | 564          |

**Tabela 6. Wartość współczynnika przepływu  $k_v$  dla zaworu termostaticznego**

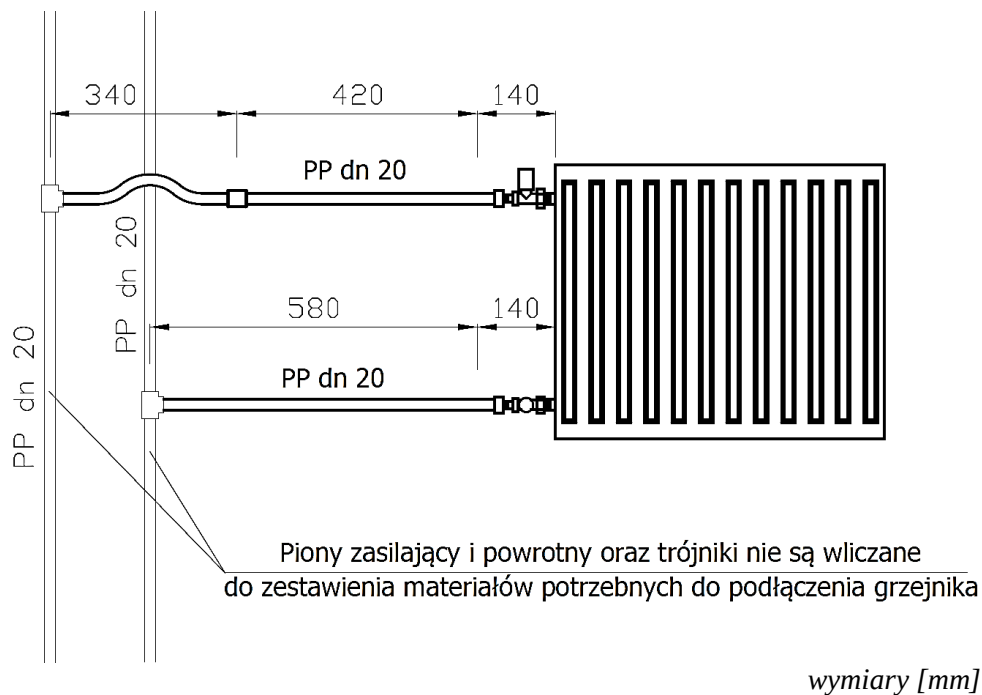
| Stopień nastawy wstępnej     |                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Współczynnik przepływu $k_v$ | $\text{m}^3/\text{h}$ | 0,047 | 0,126 | 0,269 | 0,417 | 0,600 | 0,700 |

### Przykład doboru nastawy

(Rysunek pomocniczy do odczytu stopnia nastawy dla parametrów podanych w treści zadania)



**Rysunek 3. Nomogram doboru stopnia nastawy wstępnej zaworu termostaticznego dla przykładowych wartości oporu przepływu  $\Delta p = 6000 \text{ Pa}$  i strumienia masy wody  $\dot{m} = 50 \text{ kg/h}$ , stopień nastawy = 3**



**Rysunek 4. Schemat podłączenia grzejnika płytowego w pomieszczeniu nr 3 do pionów zasilającego i powrotnego**

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:**

- dane temperaturowe,
- opory cieplne dla izolowanej ściany zewnętrznej,
- straty ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane,
- zestawienie wyników do obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego,
- dobór grzejnika oraz stopnia nastawy wstępnej zaworu termostatycznego dla grzejnika,
- wykaz materiałów niezbędnych do wykonania montażu grzejnika i włączenia go do pionów zasilającego i powrotnego.

## Projektowanie fragmentu instalacji centralnego ogrzewania dla pomieszczenia nr 3

**Tabela A. Dane temperaturowe**

| Lp. | Opis                                | Symbol                      | Jednostka | Wartość |
|-----|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|---------|
| 1.  | Projektowana temperatura zewnętrzna | $\theta_e$                  |           |         |
| 2.  | Projektowana temperatura wewnętrzna | $\theta_{int,i}$            |           |         |
| 3.  | Projektowana różnica temperatur     | $\theta_{int,i} - \theta_e$ |           |         |

**Tabela B. Opory cieplne dla izolowanej ściany zewnętrznej**  
(wartości należy wpisywać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku)

| Lp.                                                                             | Opis                                                            | d    | λ     | R                   | U <sub>k</sub>      |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|-------|---------------------|---------------------|
|                                                                                 |                                                                 | m    | W/m·K | m <sup>2</sup> ·K/W | W/m <sup>2</sup> ·K |
| Izolowana ściana zewnętrzna                                                     |                                                                 |      |       |                     |                     |
| 1.                                                                              | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej R <sub>si</sub> |      |       |                     |                     |
| 2.                                                                              | Tynk gipsowy                                                    | 0,01 | 0,350 |                     |                     |
| 3.                                                                              | Styropian                                                       | 0,08 | 0,043 |                     |                     |
| 4.                                                                              | Lekkie cegły                                                    | 0,20 | 0,800 |                     |                     |
| 5.                                                                              | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej R <sub>se</sub> |      |       |                     |                     |
| Suma oporów cieplnych Σ R                                                       |                                                                 |      |       |                     |                     |
| Wartości współczynnika przenikania ciepła U <sub>k</sub> = $\frac{1}{\Sigma R}$ |                                                                 |      |       |                     | 0,433               |

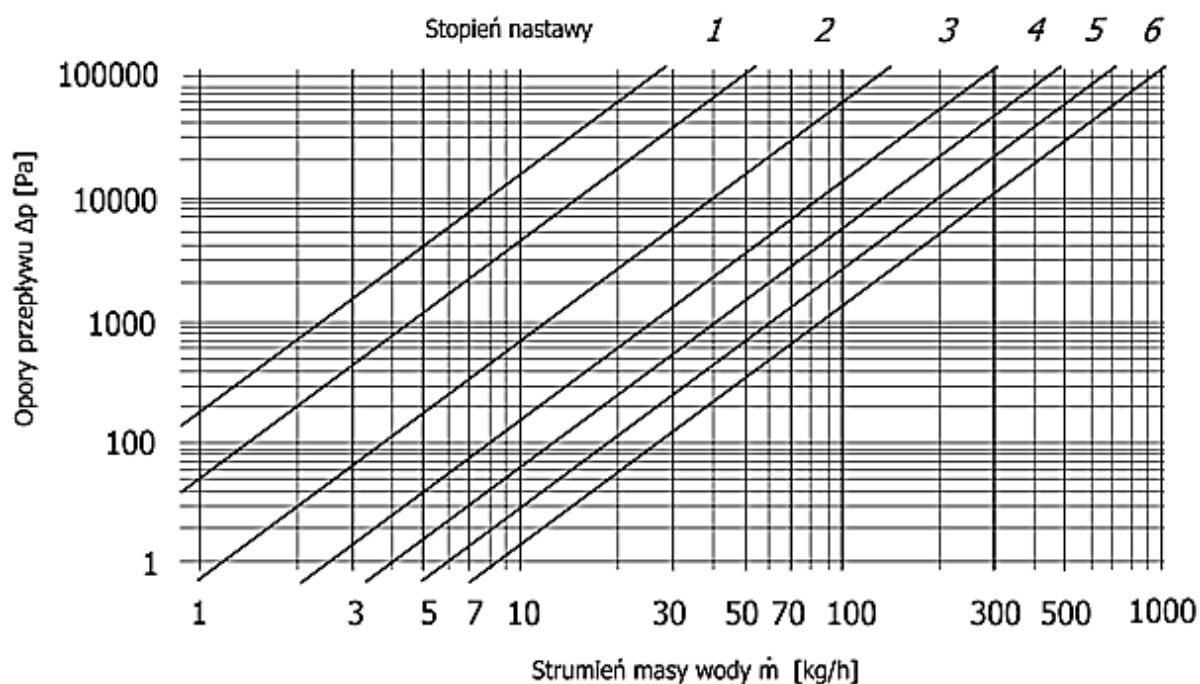
**Tabela C. Straty ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane**  
(wartości należy wpisywać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku)

| Lp.                                                                                            | Przegroda budowlana         | $f_k$ | $A_k$          | $U_k$               | $H_{T,i}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|----------------|---------------------|-----------|
|                                                                                                |                             | -     | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> ·K | W/K       |
| 1.                                                                                             | Izolowana ściana zewnętrzna |       |                | 0,433               |           |
| 2.                                                                                             | Okno                        |       |                | 2,100               |           |
| <b>Suma całkowita współczynnika strat ciepła przez przenikanie <math>\Sigma H_{T,i}</math></b> |                             |       |                |                     |           |

**Tabela D. Zestawienie wyników prowadzących do obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego**

| Lp. | Opis                                                                                           | Symbol        | Jednostka | Wartość* |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|
| 1.  | Całkowite straty ciepła przez przenikanie                                                      | $\Phi_{T,i}$  |           |          |
| 2.  | Projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła         | $\Phi_i$      |           |          |
| 3.  | Całkowite obciążenie cieplne (określa wymaganą minimalną moc cieplną projektowanego grzejnika) | $\Phi_{HL,i}$ |           |          |

\*wartości należy zapisać z dokładnością wskazaną w Tabeli 4



Rysunek 5. Nomogram doboru stopnia nastawy wstępnej zaworu termostatycznego

Tabela E. Dobór grzejnika oraz stopnia nastawy wstępnej zaworu termostatycznego dla grzejnika

| Dobór grzejnika                                                                                     |               |                    |          |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|----------|--------------------------|
| Typ grzejnika                                                                                       | Moc grzejnika | Wysokość grzejnika |          | Długość grzejnika        |
|                                                                                                     | $W$           | $mm$               |          | $mm$                     |
|                                                                                                     |               |                    |          |                          |
| Dobór stopnia nastawy wstępnej                                                                      |               |                    |          |                          |
| Numer pomieszczenia                                                                                 | $\dot{m}$ *   | $\Delta p$         | $k_v$ ** | Stopień nastawy wstępnej |
|                                                                                                     | $kg/h$        | $Pa$               | $m^3/h$  |                          |
|                                                                                                     |               | 1000               |          |                          |
| * Wynik strumienia masy $\dot{m}$ należy zapisać z dokładnością do liczby całkowitej                |               |                    |          |                          |
| **Wartość współczynnika przepływu $k_v$ należy zapisać z dokładnością do trzech miejsc po przecinku |               |                    |          |                          |

**Tabela F. Wykaz materiałów niezbędnych do wykonania montażu grzejnika i włączenia go do pionów zasilającego i powrotnego**

[illegible]

**Miejsce na obliczenia**  
(nie podlegające ocenie)