

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

Symbol kwalifikacji: **BUD.20**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

**BUD.20-01-24.01-SG**

## **EGZAMIN ZAWODOWY**

**Rok 2024**

**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2019**

### **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

Wykonaj obliczenia parametrów cieplnych i hydraulicznych instalacji ogrzewania podłogowego dla pokoju w budynku jednorodzinny, uwzględniając dane zawarte w treści zadania, na Rysunku 1 oraz w Tabelach od 1 do 6.

Uzupełnij Rysunek A odpowiednio nazwami warstw podłogi w instalacji ogrzewania podłogowego.

Uporządkuj w kolejności technologicznej (cyframi 1 ÷ 4) zapisane w Tabeli C czynności związane z napełnieniem i uruchomieniem instalacji ogrzewania podłogowego.

Instalacja ogrzewania podłogowego będzie wykonana z rur PEX-AL-PEX o wymiarach  $16 \times 2,0$  mm, a czynnik grzewczy będzie o temperaturach: zasilania  $45^{\circ}\text{C}$  i powrotu  $35^{\circ}\text{C}$ .

Rysunek 1. Rzut poziomy pomieszczenia

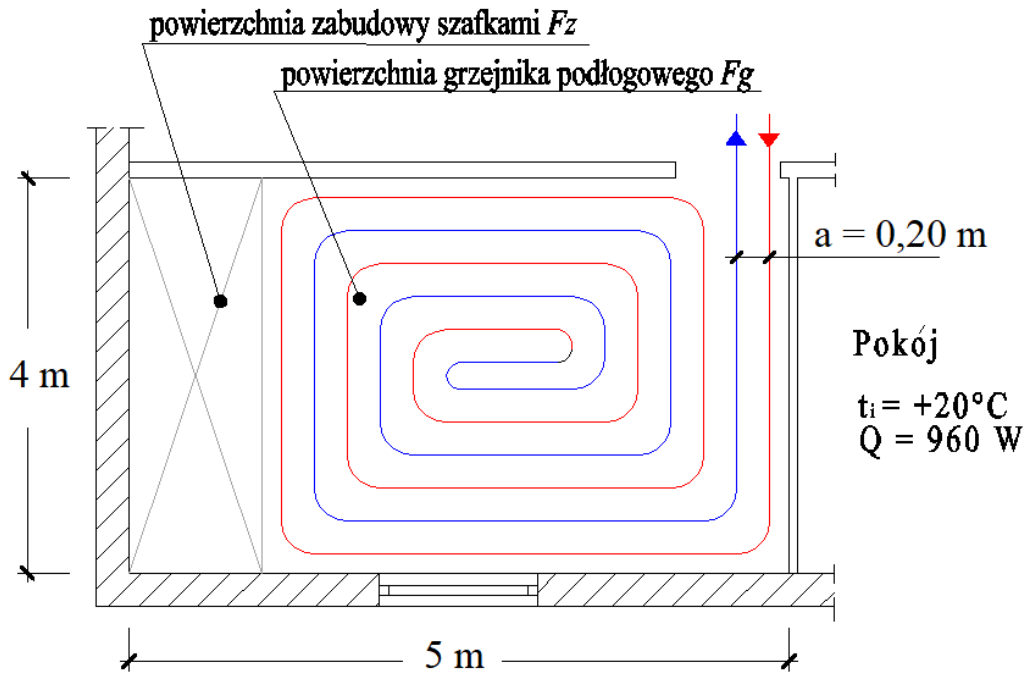


Tabela 1. Wzory – parametry cieplne instalacji ogrzewania podłogowego

Opis	Wzór	Jednostka miary
<p><b>Powierzchnia grzejnika podłogowego, <math>F_g</math></b></p>	$F_g = F_c - F_z$ <p>gdzie:  <math>F_g</math> – powierzchnia grzejnika podłogowego, <math>m^2</math>,  <math>F_c</math> – powierzchnia całkowita pomieszczenia, <math>m^2</math>,  <math>F_z</math> – powierzchnia zabudowy szafkami, <math>m^2</math>,                      Uwaga:                      do obliczeń należy przyjąć <math>F_z = 20\%</math> całkowitej powierzchni pomieszczenia.</p>	<p><math>m^2</math></p>
<p><b>Orientacyjna gęstość strumienia ciepła grzejnika podłogowego, <math>q_o</math></b></p>	$q_o = \frac{Q}{F_g}$ <p>gdzie:  <math>q_o</math> – orientacyjna gęstość strumienia ciepła grzejnika podłogowego, <math>W/m^2</math>,  <math>Q</math> – straty ciepła pomieszczenia, <math>W</math>,  <math>F_g</math> – powierzchnia grzejnika podłogowego, <math>m^2</math>.</p>	<p><math>W/m^2</math></p>
<p><b>Średnia różnica temperatur, <math>t_{sr}</math></b></p>	$t_{sr} = \frac{(t_z + t_p)}{2} - t_i$ <p>gdzie:  <math>t_{sr}</math> – średnia różnica temperatur, <math>^{\circ}C</math>,  <math>t_z</math> – temperatura zasilania, <math>^{\circ}C</math>,  <math>t_p</math> – temperatura powrotu, <math>^{\circ}C</math>,  <math>t_i</math> – temperatura wewnętrzna pomieszczenia, <math>^{\circ}C</math>.</p>	<p><math>^{\circ}C</math></p>
<p><b>Skorygowana gęstość strumienia ciepła grzejnika podłogowego i temperatura podłogi, <math>q</math></b></p>	<p><math>q</math> – skorygowana gęstość strumienia ciepła grzejnika podłogowego, <math>W/m^2</math> – odczytana z Tabeli 2,  <math>t_{podł.}</math> – temperatura podłogi, <math>^{\circ}C</math> – odczytana z Tabeli 2,                      Uwaga:                      1/ Do odczytania wartości z Tabeli 2 wykorzystaj:                      - obliczoną wartość <math>t_{sr}</math>                      - wartość modułu ułożenia rur <math>a = 0,20\ m</math>,                      - wartość oporu cieplnego wykładziny podłogowej <math>R\lambda = 0,05\ m^2,^{\circ}C/W</math>.                      2/ temperatura podłogi powinna być mniejsza od maksymalnej dopuszczalnej temperatury podłogi <math>t_{p\ dop}</math> – odczytanej z Tabeli 3.</p>	<p><math>W/m^2</math>  <math>^{\circ}C</math></p>

**Tabela 2. Gęstość strumienia ciepła oddawanego przez podłogę w zależności od oporu cieplnego i modułu ułożenia rur dla temperatury pomieszczenia  $t_i = 20\text{ °C}$**

Rλ [m <sup>2</sup> ,°C /W]	$t_{sr}$ [°C]											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	$q$ [W/m <sup>2</sup> ] $t_{podłogi}$ [°C]											
$a = 0,10$ [m]												
0,02	<b>53</b> 26,7	<b>56</b> 26,8	<b>68</b> 27,3	<b>74</b> 27,8	<b>82</b> 28,2	<b>90</b> 28,6	<b>97</b> 29,0	<b>103</b> 29,4	<b>110</b> 29,8	<b>120</b> 30,3	<b>125</b> 30,6	<b>131</b> 30,9
0,05	<b>45</b> 25,8	<b>51</b> 26,1	<b>58</b> 26,3	<b>63</b> 26,9	<b>65</b> 27,0	<b>76</b> 27,6	<b>81</b> 28,1	<b>87</b> 28,3	<b>93</b> 28,7	<b>100</b> 29,2	<b>106</b> 29,6	<b>112</b> 30,1
0,09	<b>40</b> 24,0	<b>45</b> 24,3	<b>50</b> 24,7	<b>55</b> 25,0	<b>61</b> 25,6	<b>67</b> 25,8	<b>73</b> 26,2	<b>78</b> 26,6	<b>82</b> 27,0	<b>89</b> 27,3	<b>95</b> 27,8	<b>100</b> 28,2
$a = 0,15$ [m]												
0,02	<b>48</b> 26,3	<b>51</b> 26,4	<b>62</b> 27,1	<b>69</b> 27,5	<b>78</b> 27,9	<b>83</b> 28,3	<b>89</b> 28,5	<b>95</b> 29,0	<b>102</b> 29,4	<b>110</b> 29,7	<b>117</b> 30,2	<b>122</b> 30,4
0,05	<b>40</b> 25,6	<b>47</b> 25,8	<b>53</b> 26,2	<b>59</b> 26,6	<b>65</b> 27,0	<b>71</b> 27,4	<b>77</b> 27,7	<b>82</b> 28,1	<b>87</b> 28,4	<b>94</b> 28,8	<b>100</b> 29,3	<b>107</b> 29,6
0,09	<b>36</b> 23,7	<b>40</b> 24,0	<b>44</b> 24,3	<b>50</b> 24,7	<b>57</b> 25,2	<b>60</b> 25,3	<b>67</b> 25,8	<b>71</b> 26,1	<b>76</b> 26,5	<b>82</b> 26,9	<b>87</b> 27,2	<b>92</b> 27,6
$a = 0,20$ [m]												
0,02	<b>33</b> 26,0	<b>42</b> 26,1	<b>54</b> 26,8	<b>60</b> 27,0	<b>69</b> 27,4	<b>73</b> 27,8	<b>80</b> 28,1	<b>87</b> 28,4	<b>98</b> 28,9	<b>100</b> 29,2	<b>106</b> 29,4	<b>111</b> 29,8
0,05	<b>29</b> 25,2	<b>39</b> 25,3	<b>47</b> 25,8	<b>53</b> 26,3	<b>59</b> 26,5	<b>64</b> 26,9	<b>70</b> 27,3	<b>76</b> 27,7	<b>86</b> 28,3	<b>88</b> 28,4	<b>92</b> 28,7	<b>99</b> 29,2
0,09	<b>27</b> 23,2	<b>34</b> 23,6	<b>39</b> 23,9	<b>44</b> 24,3	<b>49</b> 24,6	<b>52</b> 24,9	<b>59</b> 25,3	<b>62</b> 25,6	<b>68</b> 25,8	<b>73</b> 26,3	<b>77</b> 26,6	<b>83</b> 26,9
$a = 0,25$ [m]												
0,02			<b>50</b> 26,5	<b>54</b> 26,8	<b>63</b> 27,2	<b>68</b> 27,3	<b>72</b> 27,7	<b>79</b> 27,9	<b>85</b> 28,4	<b>91</b> 28,8	<b>97</b> 29,0	<b>101</b> 29,3
0,05			<b>40</b> 25,6	<b>47</b> 25,8	<b>52</b> 26,2	<b>58</b> 26,4	<b>63</b> 26,8	<b>69</b> 27,2	<b>73</b> 27,5	<b>78</b> 27,8	<b>83</b> 28,3	<b>89</b> 28,5
0,09			<b>36</b> 23,7	<b>40</b> 23,9	<b>44</b> 24,3	<b>49</b> 24,5	<b>53</b> 24,9	<b>58</b> 25,2	<b>61</b> 25,6	<b>67</b> 25,8	<b>70</b> 26,1	<b>75</b> 26,4

**Tabela 3. Maksymalne dopuszczalne wartości temperatury powierzchni podłogi**

<b>Maksymalna dopuszczalna temperatura podłogi</b> $t_{p\ dop}$	<b>Przeznaczenie pomieszczenia</b>
27°C	pomieszczenia robocze, w których pracuje się na stojąco
29°C	strefa stałego pobytu ludzi, np. pomieszczenia mieszkalne i biurowe
33°C	kuchnie i łazienki
35°C	strefa brzegowa

Tabela 4. Wzory – parametry hydrauliczne ogrzewania podłogowego

Opis	Wzór	Jednostka miary
<p><b>Wydajność cieplna z 1 mb węžownicy, <math>q_l</math></b></p>	$q_l = q \cdot a$ <p>gdzie:  <math>q_l</math> – wydajność cieplna z 1 mb węžownicy, W/m,  <math>q</math> – skorygowana gęstość strumienia ciepła grzejnika podłogowego, W/m<sup>2</sup>,  <math>a</math> – moduł ułożenia rur w stropie, m.</p>	W/m
<p><b>Długość węžownicy, <math>l^*</math></b></p>	$l = \frac{Q}{q_l}$ <p>gdzie:  <math>l</math> – maksymalna długość obwodu grzewczego (węžownicy), m  <math>Q</math> – straty ciepła pomieszczenia, W,  <math>q_l</math> – wydajność cieplna z 1mb węžownicy, W/m.</p> <p><i>Uwaga:</i>                      1/ maksymalna długość obwodu grzewczego rur o wymiarach 16 x 2 mm powinna być mniejsza od długości dopuszczalnej <math>l_{dop} = 120</math> m,                      2/ musi być spełniony warunek: <math>l &lt; l_{dop}</math></p>	m
<p><b>Strumień masy wody, <math>G^*</math></b></p>	$G = \frac{(Q \cdot 0,86)}{\Delta t}$ <p>gdzie:  <math>G</math> – strumień masy wody, kg/h,  <math>Q</math> – straty ciepła pomieszczenia, W,  <math>\Delta t</math> – różnica temperatur między zasilaniem i powrotem czynnika grzewczego, K,  <i>Uwaga:</i>                      różnica temperatur między zasilaniem a powrotem powinna mieścić się w granicach <math>5 \div 10</math> °K.</p>	kg/h
<p><b>Opory miejscowe, <math>Z</math></b></p>	$Z = Z_1 \cdot \Sigma \xi$ <p>gdzie:  <math>Z</math> – opory miejscowe, Pa,  <math>Z_1</math> – jednostkowe opory miejscowe danej węžownicy, Pa  <math>\Sigma \xi</math> – suma oporów miejscowych,  <i>Uwaga:</i>                      1/ wartość <math>Z_1</math> należy przyjąć z Tabeli 6 na podstawie prędkości wody odczytanej z Tabeli 5,                      2/ współczynnik oporów miejscowych <math>\xi = 0,5</math> dla pojedynczego kolana węžownicy, a liczbę kolan węžownicy należy odczytać dla rzutu pomieszczenia z Rysunku 1</p>	Pa
<p><b>Opory przepływu wody przez węžownicę, <math>\Delta p^*</math></b></p>	$\Delta p = R \cdot l + Z$ <p>gdzie:  <math>\Delta p</math> – opory przepływu wody przez węžownicę, Pa  <math>R</math> – jednostkowy liniowy spadek ciśnienia, Pa/m  <math>l</math> – maksymalna długość obwodu grzewczego (węžownicy), m  <math>Z</math> – opory miejscowe, Pa</p> <p><i>Uwaga:</i>                      1/ jeśli <math>\Delta p &gt; 20</math> kPa, węžownicę należy podzielić na krótsze odcinki, a obliczenia powtórzyć dla każdego z nich,                      2/ wartość <math>R</math> należy odczytać z Tabeli 5. Powinna być to wartość odczytana dla strumienia masy wody <math>G</math> przyjęta jako równa bądź wyższa od wartości obliczonej (pierwsza najbliższa)</p>	Pa

Uwaga: \* wyniki obliczeń zapisz z dokładnością do setnych części całości.

**Tabela 5. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia R w rurach wielowarstwowych**

G	14 x 2		16 x 2		20 x 2.25		25 x 2.5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
kg/h	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
66	101.1	0.219	44.3	0.159	9.9	0.098	2.6	0.056
68	106.5	0.225	48.0	0.164	10.9	0.101	2.7	0.058
70	111.9	0.232	51.4	0.168	12.0	0.104	2.7	0.060
72	117.5	0.238	54.6	0.173	13.2	0.107	2.8	0.061
74	123.2	0.245	57.6	0.178	14.5	0.110	2.9	0.063
76	129.0	0.252	60.5	0.183	15.9	0.113	3.0	0.065
78	135.0	0.258	63.2	0.188	17.3	0.116	3.2	0.066
80	141.0	0.265	66.1	0.192	18.8	0.119	3.4	0.068
82	147.2	0.271	68.9	0.197	20.2	0.122	3.6	0.070
84	153.4	0.278	71.8	0.202	21.7	0.125	3.8	0.072
86	159.8	0.285	74.8	0.207	23.1	0.128	4.1	0.073
88	166.3	0.291	77.9	0.212	24.4	0.131	4.4	0.075
90	173.0	0.298	80.9	0.217	25.7	0.134	4.7	0.077
92	179.7	0.305	84.1	0.221	26.9	0.137	5.1	0.078
94	186.6	0.311	87.2	0.226	28.0	0.140	5.5	0.080
96	193.5	0.318	90.5	0.231	29.1	0.143	5.9	0.082
98	200.6	0.324	93.8	0.236	30.1	0.146	6.3	0.084
100	207.8	0.331	97.1	0.241	31.2	0.149	6.8	0.085
120	285.7	0.397	133.3	0.289	42.7	0.179	11.3	0.102
140	374.5	0.463	174.4	0.337	55.7	0.209	14.8	0.119
160	474.0	0.530	220.4	0.385	70.3	0.238	18.6	0.136
180	583.9	0.596	271.0	0.433	86.3	0.268	22.8	0.153
200	704.1	0.662	326.4	0.481	103.7	0.298	27.4	0.170
220	834.4	0.728	386.3	0.529	122.5	0.328	32.3	0.187

**Tabela 6. Wartości oporów miejscowych Z<sub>1</sub>**

Prędkość wody [m/s]	Opór Z <sub>1</sub> [Pa]	Prędkość wody [m/s]	Opór Z <sub>1</sub> [Pa]
0,05	1	0,55	147
0,10	5	0,60	175
0,12	7	0,65	205
0,14	10	0,70	238
0,16	12	0,75	273
0,18	16	0,80	310
0,20	19	0,85	350
0,25	30	0,90	393
0,30	44	0,95	438
0,35	59	1,00	485
0,40	78	1,05	510
0,45	98	1,10	588
0,50	121	1,15	700

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

**Ocenić będą 4 rezultaty:**

- parametry cieplne instalacji ogrzewania podłogowego – *Tabela A*,
- parametry hydrauliczne instalacji ogrzewania podłogowego – *Tabela B*,
- opisane warstwy konstrukcji podłogi w instalacji ogrzewania podłogowego – *Rysunek A*,
- kolejność czynności związanych z napełnieniem i uruchomieniem instalacji ogrzewania podłogowego – *Tabela C*.

**Tabela A. Parametry cieplne instalacji ogrzewania podłogowego**

$F_g$	$q_o$	$t_{sr}$	$q$	$t_{podl.}^*$	$t_{podl.} < t_{p dop}^*$
$m^2$	$W/m^2$	$^{\circ}C$	$W/m^2$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
					..... < .....

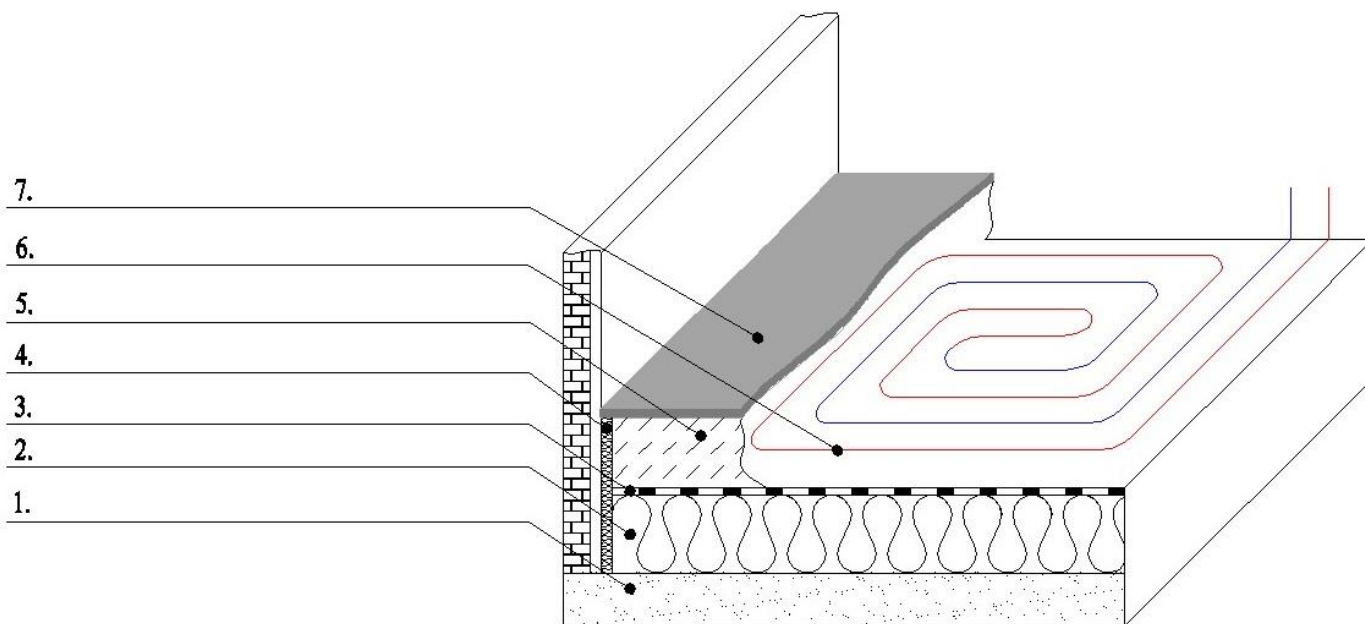
\* wyniki obliczeń zapisz z dokładnością do jednego miejsca po przecinku

**Tabela B. Parametry hydrauliczne instalacji ogrzewania podłogowego**

$q_l$	$l$	$l < l_{dop}$	$G$	$Z_1$	$\Sigma \zeta$	$Z$	$R$	$w$	$\Delta p$
$W/m^2$	$m$	$m$	$kg/h$	$Pa$	-	$Pa$	$Pa/m$	$m/s$	$Pa$
		..... < .....							

Wyniki obliczeń zapisz z dokładnością do 2 miejsc po przecinku

**Rysunek A. Warstwy konstrukcji podłogi w instalacji ogrzewania podłogowego.**





**Tabela C. Zasady napełniania i uruchamiania instalacji ogrzewania podłogowego**  
 – czynności należy **uporządkować** w kolejności technologicznej

Lp.	Czynności związane z napełnianiem i z uruchamianiem instalacji po ułożeniu jastrychu i po zakończeniu procesu wiązania	Kolejność technologiczna czynności (cyfry 1 ÷ 4)
1.	Włączyć źródło ciepła i sprawdzić poprawność działania instalacji.	
2.	Doprowadzić do napełnienia i odpowietrzenia całej instalacji.	
3.	Napełnić i odpowietrzyć każdy obieg z osobna.	
4.	Nastawić poziom ciśnienia i pompę obiegową zgodnie z obliczonymi stratami ciepła. Ustalić wartość ciśnienia w instalacji i pompę obiegową zgodnie z obliczeniami hydraulicznymi.	

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