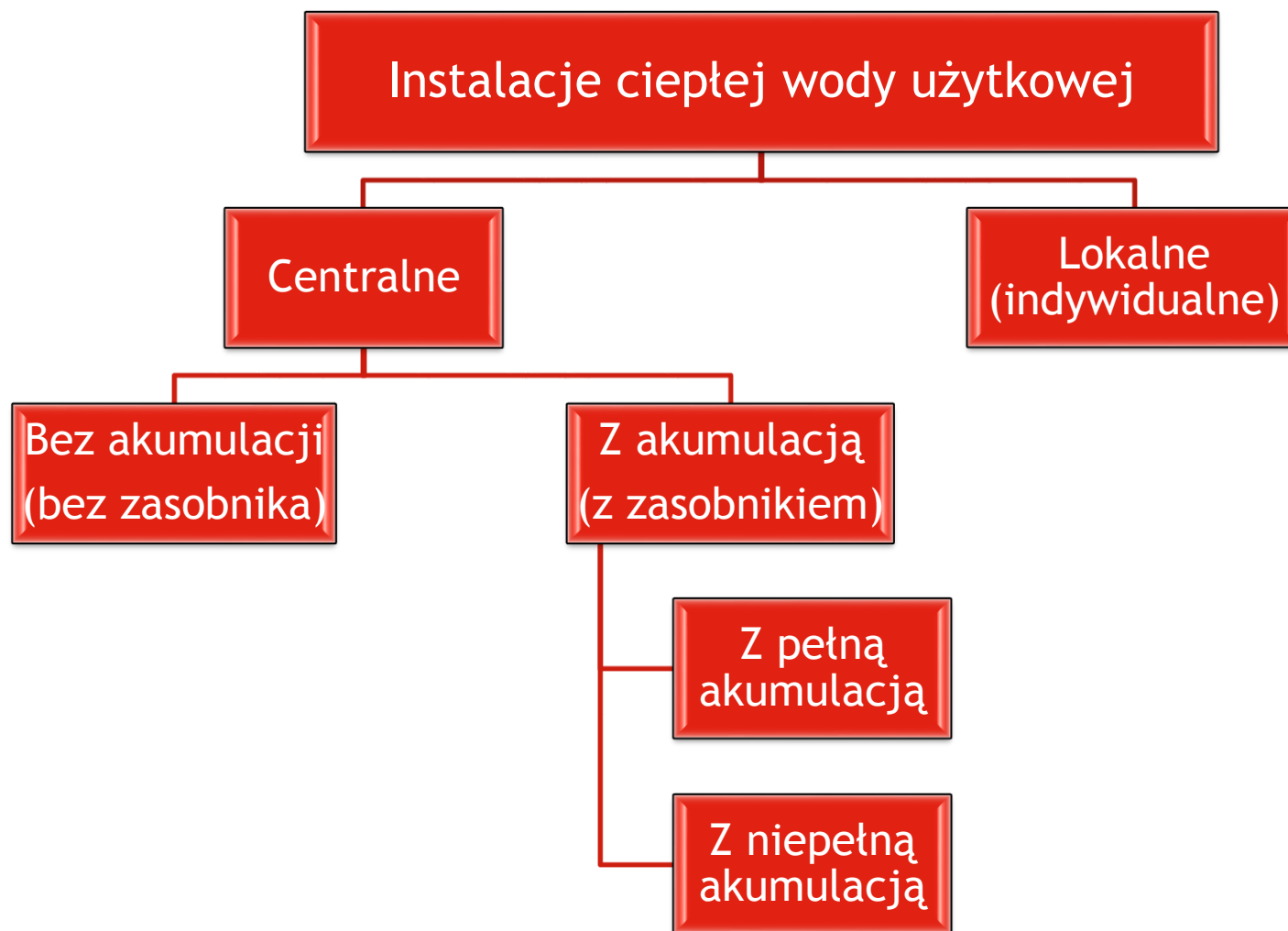


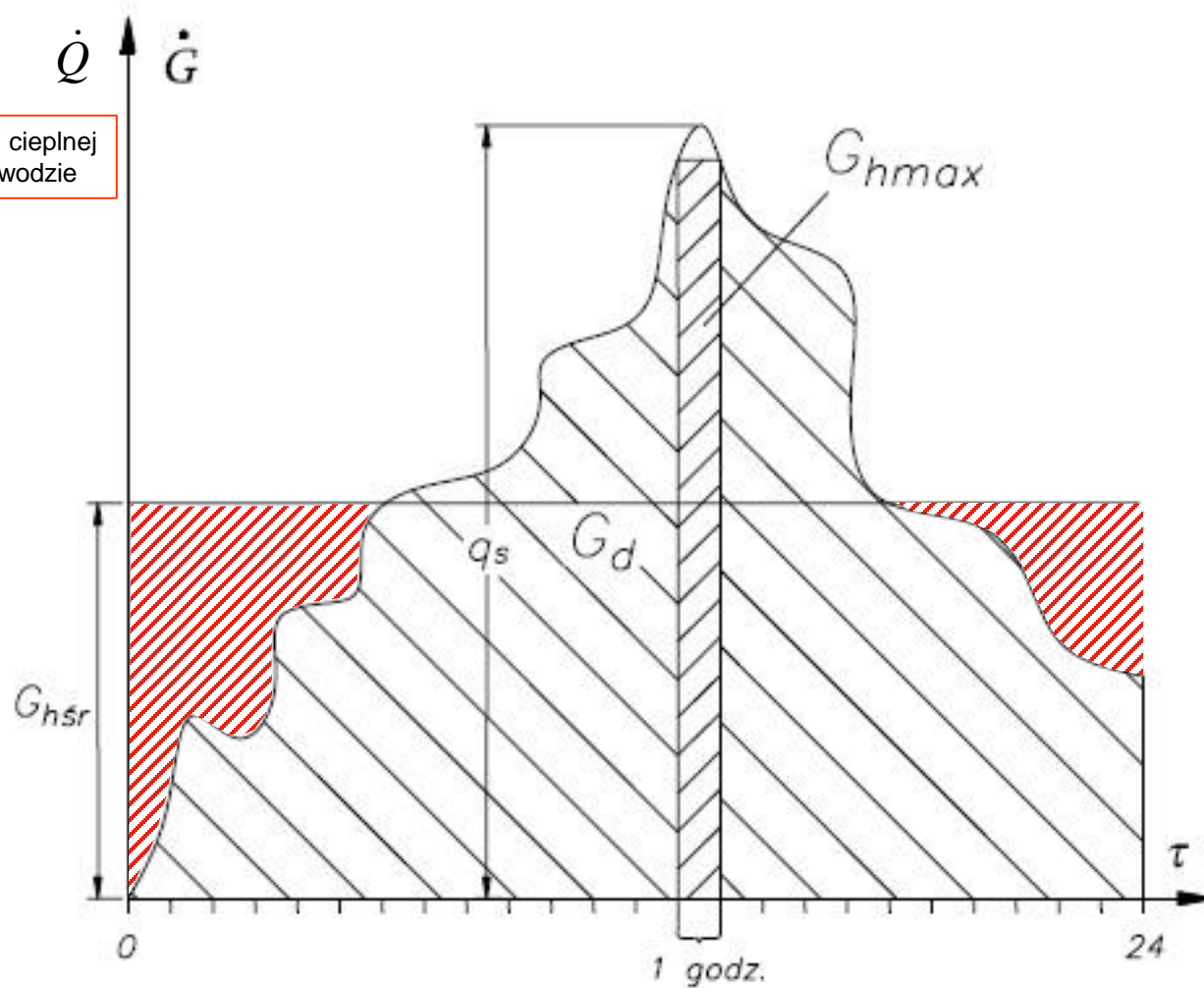


Układy przygotowania cwu



Doba obliczeniowa

Strumień energii cieplnej pobierany w ciepłej wodzie





Przeptywy obliczeniowe

- Dobowe zapotrzebowanie cwu:

$$G_d = q_j \cdot U, \frac{\text{dm}^3}{\text{doba}}$$

- q_j - jednostkowe zużycie ciepłej wody przez jednego użytkownika instalacji w ciągu doby, $\text{dm}^3/\text{uż} \cdot \text{doba}$
 - w budynkach mieszkalnych zgodnie z normą PN-92/B-01706 q_j należy przyjmować z zakresu 110 - 130 $\text{dm}^3/\text{uż} \cdot \text{doba}$, przy czym:
 - 110 $\text{dm}^3/\text{uż} \cdot \text{doba}$ jeśli w budynku są tylko natryski
 - 120 $\text{dm}^3/\text{uż} \cdot \text{doba}$ jeśli są i natryski i wanny
 - 130 $\text{dm}^3/\text{uż} \cdot \text{doba}$ jeśli są tylko wanny
- U - liczba użytkowników instalacji, uż
 - liczba pokoi + 1





Przeptywy obliczeniowe

- Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu:

$$G_{h\acute{s}r} = \frac{G_d}{\tau}, \text{ dm}^3/\text{h}$$

τ - czas użytkowania instalacji w ciągu doby, h

- Max godzinowe zapotrzebowanie cwu:

$$G_{h\text{max}} = G_{h\acute{s}r} \cdot k_h, \text{ dm}^3/\text{h}$$

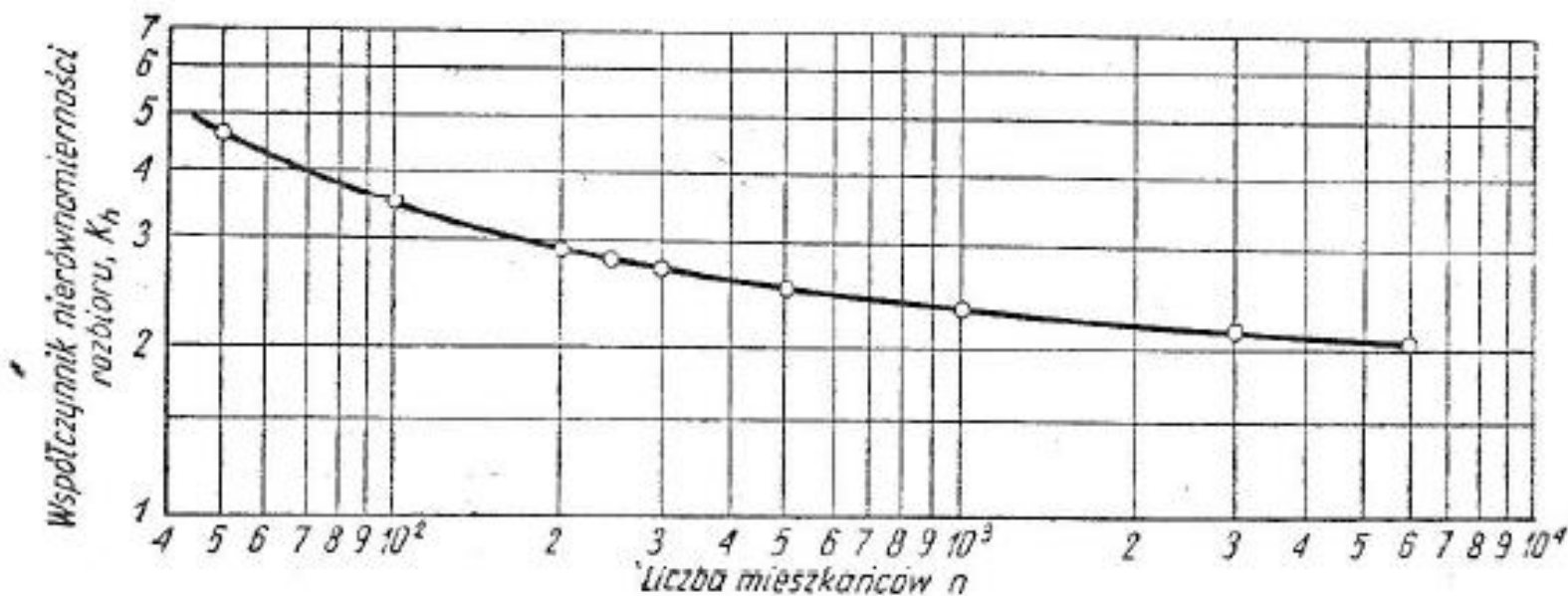
k_h - współczynnik nierównomierności godzinowego poboru wody (n_h)?





Współczynnik nierównomierności godzinowego poboru wody

Liczba mieszkańców								
50	100	150	200	300	500	1000	3000	6000
Współczynnik K_h								
4,5	3,7	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0





Maksymalna godzinowa moc cieplna wymiennika ciepłej wody

$$Q_{\text{hmax}}^{\text{cwu}} = \frac{G_{\text{hmax}} \cdot c_w \cdot (t_{\text{cwu}} - t_{\text{wz}})}{3600}, \text{ kW}$$

Uwaga

G_{hmax} – dm³/h,

jeśli w m³/h to wzór należy uzupełnić o gęstość wody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$,

czyli w liczniku pojawiłoby się jeszcze ρ

$c_w = 4,19 \text{ kJ/kgK}$ – ciepło właściwe wody

$t_{\text{cwu}} = 60^\circ\text{C}$ – obliczeniowa temperatura ciepłej wody

$t_{\text{wz}} = 10^\circ\text{C}$ (5°C) – obliczeniowa temperatura zimnej wody





I° i II°

Jeśli moc potrzebna na podgrzanie cwu przekroczy **70 kW** należy zastosować węzeł dwustopniowy, wówczas moce wymiennika I° i II° oblicza się jako połowę potrzebnej mocy Q_{cwu} przy czym moc II° należy zwiększyć o 5% ze względu na cyrkulację.

Zatem:

$$Q_{\text{cwu}}^{\text{I}^\circ} = 0,5 \cdot Q_{\text{cwu}}$$

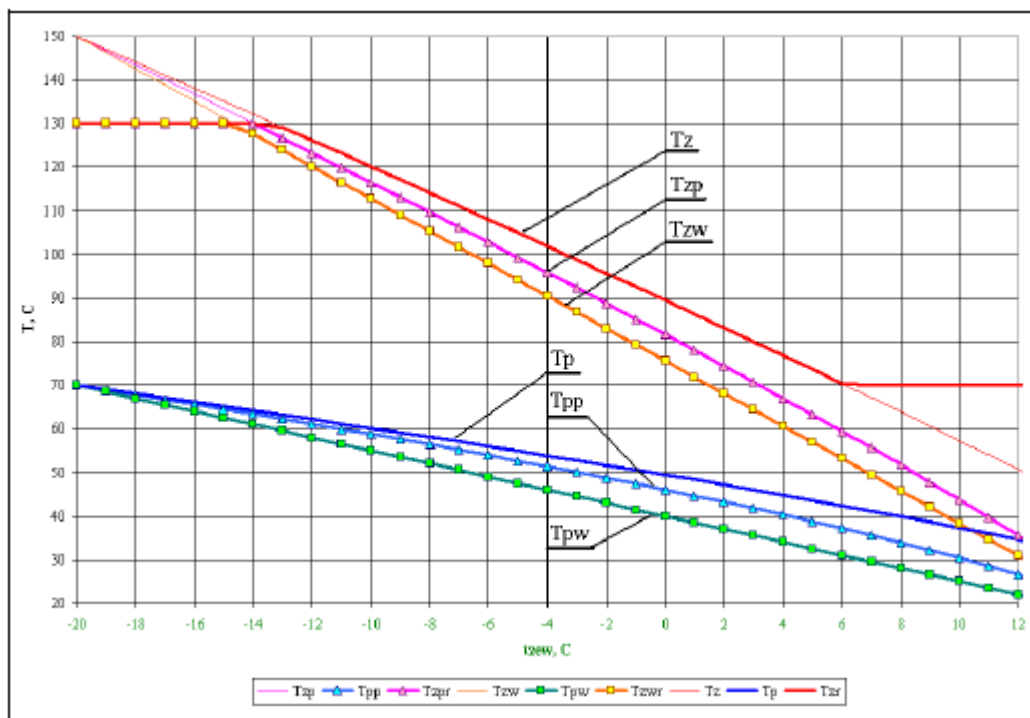
$$Q_{\text{cwu}}^{\text{II}^\circ} = 0,55 \cdot Q_{\text{cwu}}$$

A co z kotłownią?



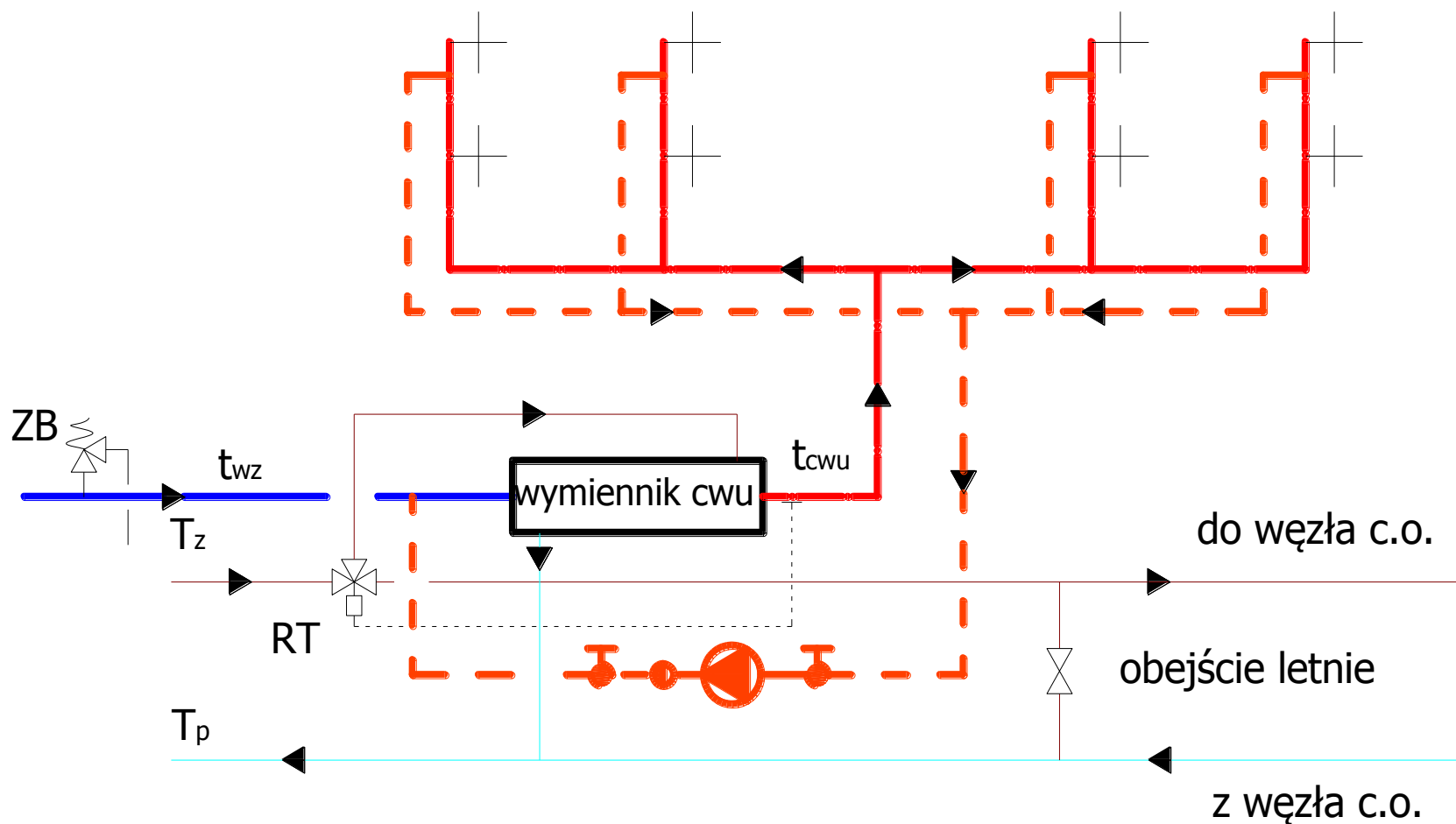
Zasilanie układu przygotowania cwu

- ❑ z kotłowni – parametry obliczeniowe czynnika grzejnego dla okresu zimowego: $90/70^{\circ}\text{C}$
- ❑ z miejskiej sieci ciepłowniczej – parametry obliczeniowe czynnika grzejnego dla okresu zimowego: $130/70^{\circ}\text{C}$

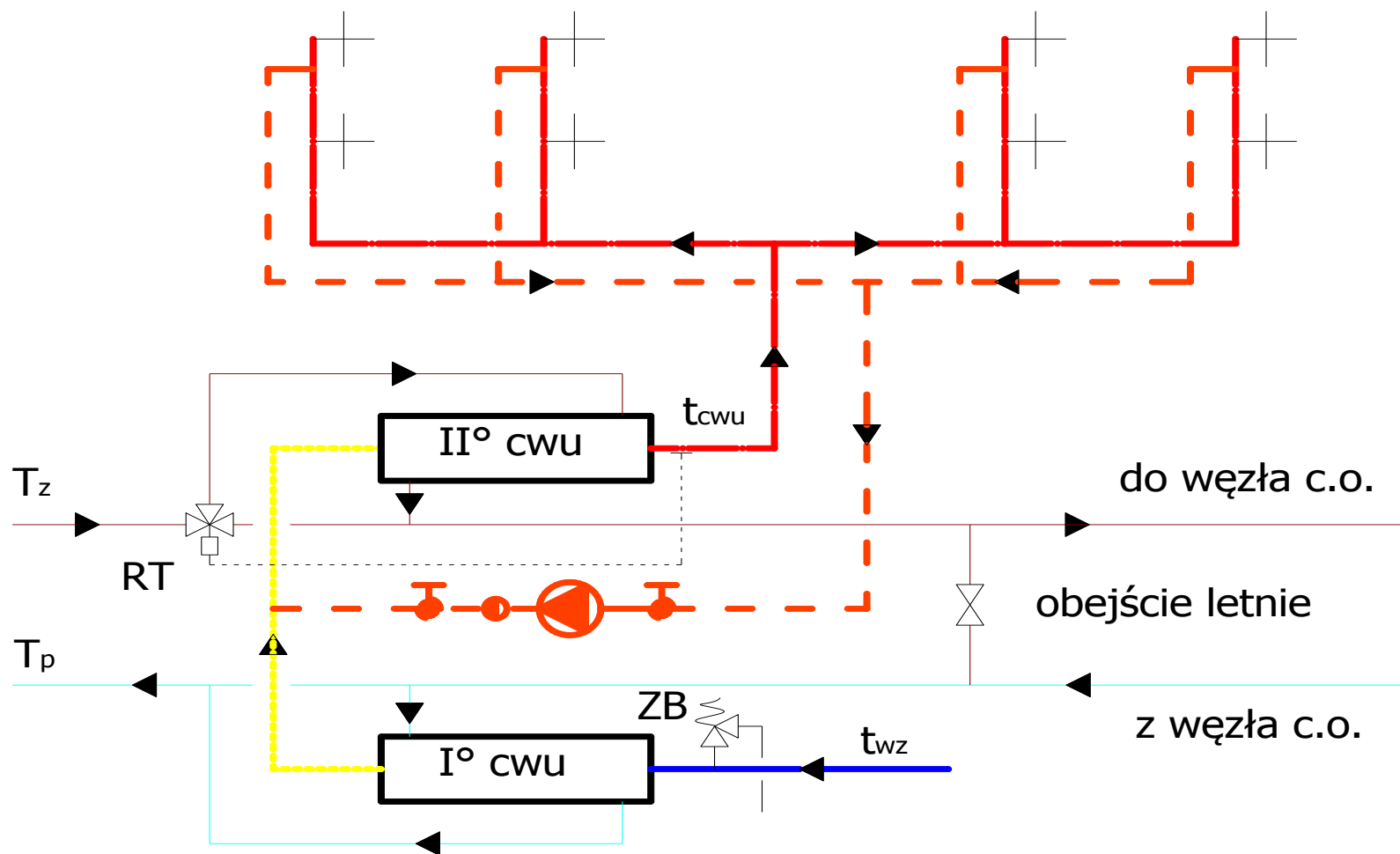




Schemat pełno szeregowego węzła jednostopniowego cwu



Schemat pełno szeregowego węzła dwustopniowego cwu





Zawór bezpieczeństwa

PN-76
B-02440

Zabezpieczenie urządzeń ciepłej
wody użytkowej

Wymagania

b) Dla urządzeń ciepłej wody zasilanych wodą grzejną o temperaturze do 165°C i ciśnieniu wyższym od ciśnienia dopuszczonego podgrzewacza najmniejszą średnicę kanału dolotowego w zaworze pod grzybem d , mm, obliczać należy wg wzoru

$$d = \sqrt{\frac{4G}{3,14 \cdot 159 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1p_1 - p_2)\gamma_1}}} \quad (6)$$

przyjmując przepustowość zaworu bezpieczeństwa G , kg/h, ze wzoru

$$G = 159 \cdot \alpha_a \cdot b \cdot F \cdot \sqrt{(p_3 - p_1)\gamma_1} \quad (7)$$

$$G = 0,16 \cdot V \quad (5)$$

Oznaczenia we wzorach (4), (5), (6), (7), (8) i (9):

α - współczynnik wypływowi zaworu bezpieczeństwa wg danych katalogowych wytwórcy podanych dla gazu,

α_c - współczynnik wypływowi zaworu bezpieczeństwa obliczony wg zależności $\alpha_c = 0,35 \alpha$,

α_{c1} - współczynnik wypływowi wody grzejjnej dla pękniętej rury grzejjnej; $\alpha_{c1} - 1$ niezależnie od średnicy rury (węźownicy),

γ - ciężar objętościowy wody użytkowej przy temperaturze dopuszczonej tej wody, kg/m³,

γ_1 - ciężar objętościowy wody grzejjnej przy najniższej, występującej na zasileniu podgrzewacza, temperaturze tej wody, kg/m³,

b - współczynnik zależny od różnicy ciśnienia czynnika grzejjnego i ciśnienia dopuszczonego dla podgrzewacza; współczynnik ten należy przyjmować:

gdy $(p_3 - p_1) \leq 5 \text{ kg/cm}^2$ $b = 1$,

gdy $(p_3 - p_1) > 5 \text{ kg/cm}^2$ $b = 2$,

F - powierzchnia przekroju wewnętrznego rury grzejjnej (węźownicy), mm²,

Wymiennik płytowy $F=1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

p_1 - ciśnienie dopuszczone podgrzewacza, kg/cm²,

p_2 - ciśnienie na wylocie z zaworu (przy wylocie do atmosfery $p_2 = 0$), kg/cm²,

p_3 - ciśnienie czynnika grzejjnego na zasileniu podgrzewacza, kg/cm²,

V - pojemność wodna podgrzewacza lub podgrzewacza i zasobnika ciepłej wody, l,

v_1 - objętość właściwa płynu przed zaworem bezpieczeństwa, m³/kg.

Minimalna średnica nominalna zaworów bezpieczeństwa dla urządzeń systemu zamkniętego nie powinna być mniejsza niż 20 mm dla zaworów normalnoskokowych i średnioskokowych oraz 15 mm - dla zaworów pełnoskokowych.

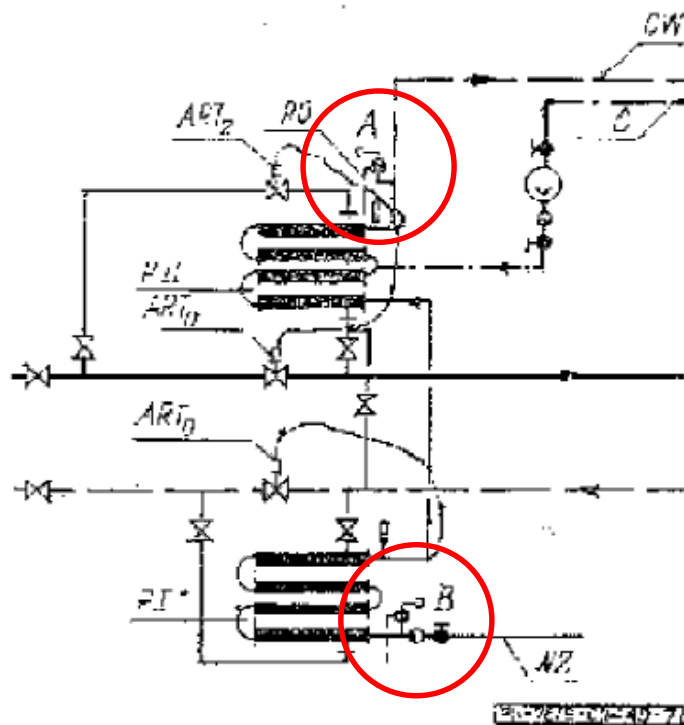


Zawór bezpieczeństwa

PN **76**
B-02440

Zabezpieczenie urządzeń ciepłej
wody użytkowej

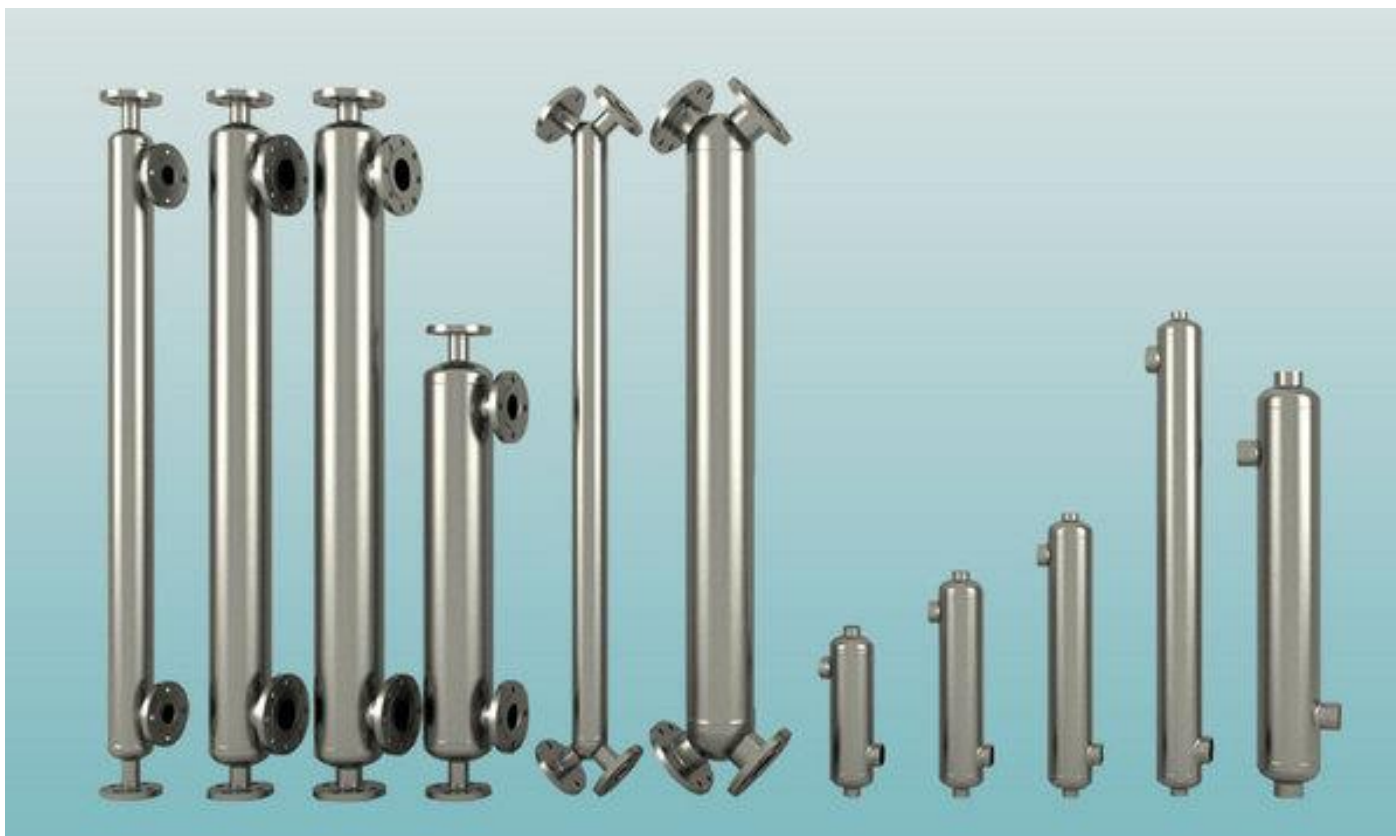
Wymagania



Rys. 7. Schemat zabezpieczenia podgrzewaczy w dwustopniowym szeregowym układzie węzła ciepłego zasilanego z wodnej sieci ciepłej; usytuowanie zaworu bezpieczeństwa wg wariantu A lub B

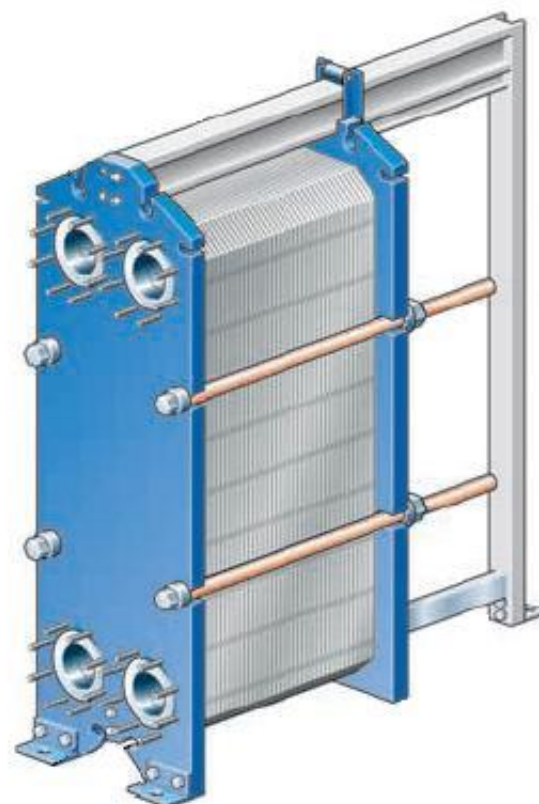


Wymienniki ciepła typu JAD





Płytkowe wymienniki ciepła





Programy doboru wymienników ciepła

- **Wymienniki SECESPOL, program CAIRO 3.4**
- **Wymienniki APV (tylko płytowe)**
- **Wymienniki TERMOWENT (tylko typ JAD)**
- **Wymienniki DANFOSS (tylko płytowe)**





KOTŁOWNIA

Przykład 1: Termowent

Dbór wymienników

typ wymiennika	jad5.10	jad3.18	jad5.36	jad6.50	jad6.50
dopuszczalny przepływ wody grzejnej G1dop w [kg/s]		0,44	1,06	1,5	2,36
dopuszczalny przepływ wody ogrzewanej G2dop w [kg/s]		3,78	1,98	4,1	6,55
wymagany przepływ wody grzejnej G1 w [kg/s]		0,30	0,56	0,3	0,43
wymagany przepływ wody ogrzewanej G2 w [kg/s]		0,43	0,43	0,43	0,43
stosunek wymaganego do dopuszczalnego przepływu wody grzejnej		0,68	0,53	0,2	0,18
stosunek wymaganego do dopuszczalnego przepływu wody ogrzewanej		0,11	0,22	0,10	0,07
ilość wymienników i		2	1	2	1
rzeczywisty przepływ wody grzejnej w jednym wymienniku Gr1 w [kg/s]		0,15	0,56	0,14	0,43
rzeczywisty przepływ wody ogrzewanej w jednym wymienniku Gr2 w [kg/s]		0,21	0,43	0,2	0,43
rzeczywisty opór przepływu wody ogrzewanej dP1 w [kPa]		4,25	11,80	0,8	1,45
rzeczywisty opór przepływu wody ogrzewanej dP2 w [kPa]		0,25	2,04	0,1	0,17
wymagany współczynnik przenikania ciepła		2,150	1,202	0,52	0,713
współczynnik przenikania ciepła dla warunków eksploatacyjnych		2,164	1,213	0,52	0,714
względny nadmiar współczynnika przenikania w %		0,6%	1,0%	0,0%	0,1%
temperatura wyjściowa wody grzejnej T12		19,0	52,0	23,0	40,0
komentarz do wyników	zastosowanie wymiennika możliwe	zastosowanie wymiennika możliwe	zastosowanie wymiennika możliwe	najkorzystniejszy wariant	

1 c.o. c.w.

wymagana moc cieplna Q w [kW]

2 dopuszczalny opór przepływu Dp1

temperatura wejściowa T11

3 dopuszczalny opór przepływu Dp2

temperatura wejściowa T21

temperatura wyjściowa T22





KOTŁOWNIA

Przykład 2: Secespol Cairo

The screenshot displays the CAIRO 3.4.0 software interface for configuring a boiler. The window title is 'CAIRO 3.4.0' and the units are set to 'SECESPOL'. The interface is divided into several sections:

- Wymienniki ciepła (Heat Exchangers):** A tree view on the left shows 'Wszystkie' (All) selected, with sub-items for 'Płaszczowo-rurowe' (Shell and tube), 'Z węzownicą' (With manifold), and 'Płytkowe lutowane' (Welded plate). Below this is a list of selected heat exchanger models: B45, B70, B130, B180, B250, B300, B500, B1000, H0K, H1K, H2K, S1, and S1K.
- General Settings:** Includes 'Moc' (Power) set to 90.00 kW, 'Min. przewymiar.' (Min. oversizing) set to 10%, 'Ilość w połącz. szer.' (No. of parallel connections) set to 1, and 'Ilość w połącz. równ.' (No. of parallel connections) set to 1. The 'Strona gorąca' (Hot side) and 'Strona zimna' (Cold side) are both set to 'w rurkach/ węzownicy' (in tubes/manifold). 'Współ. zaniecz.' (Fouling factor) is set to 0 m²K/kW.
- Hot Side (Strona gorąca):** 'Ciecz' (Fluid) is 'Water', 'Ciśnienie' (Pressure) is 100.00 kPa. Inlet ('Wejście') parameters: Temperature 90.00 deg.C, Mass flow 0.431138 kg/s, Volume flow 1.608389 m³/h. Outlet ('Wyjście') parameters: Temperature 40.00 deg.C, Volume flow 1.566192 m³/h. 'Min. spadek ciśn.' (Min. pressure drop) is 0.00 kPa, and 'Max. spadek ciśn.' (Max. pressure drop) is 25.00 kPa.
- Cold Side (Strona zimna):** 'Ciecz' (Fluid) is 'Water', 'Ciśnienie' (Pressure) is 100.00 kPa. Inlet ('Wejście') parameters: Temperature 10.00 deg.C, Mass flow 0.430725 kg/s, Volume flow 1.550610 m³/h. Outlet ('Wyjście') parameters: Temperature 60.00 deg.C, Volume flow 1.579033 m³/h. 'Min. spadek ciśn.' (Min. pressure drop) is 0.00 kPa, and 'Max. spadek ciśn.' (Max. pressure drop) is 25.00 kPa.

Navigation tabs at the bottom include 'Projekt', 'Parametry' (highlighted in purple), 'Obliczenia', and 'Konstrukcja'.



KOTŁOWNIA

Przykład 2: Secespol Cairo

6

Sortowanie wg przewymiarowania

CAIRO 3.4.0

Oblicz 5

Jednostki: SECESPOL

Posort. wg przewym. Wyniki

Dalsze wyniki... Płyny

Moc 90,00 kW

Przewymiar. 12 %

Ilość w połąc. szer. 1

Ilość w połąc. równ. 1

Pow. wymiany ciepła 0,6 m²

DeltaTLog 30,00 deg.C

Współ. zaniecz. 0 m²/kW

k czyste 5255,43 W/m²K

k zaniecz. 4702,19 W/m²K

Strona gorąca

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 90,00 deg.C

Przepl. masowy 0,431138 kg/s

Przepl. objęt. 1,608389 m³/h

Wyjście

Temperatura 40,00 deg.C

Przepl. objęt. 1,566192 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 14,62 kPa

Strona zimna

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 10,00 deg.C

Przepl. masowy 0,430725 kg/s

Przepl. objęt. 1,550610 m³/h

Wyjście

Temperatura 60,00 deg.C

Przepl. objęt. 1,579033 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 14,83 kPa

Projekt Parametry Obliczenia Konstrukcja





KOTŁOWNIA

Przykład 2: Secespol Cairo

Dalsze wyniki

Strona gorąca		Strona zimna	
Przyłącza		Przyłącza	
Prędkość wejśc.	2,222760 m/s	Prędkość wejśc.	2,142911 m/s
Prędkość wyjśc.	2,164444 m/s	Prędkość wyjśc.	2,182190 m/s
Urządzenie		Urządzenie	
Prędkość	0,203674 m/s	Prędkość	0,200815 m/s
Liczba Reynoldsa	1848 [-]	Liczba Reynoldsa	1106 [-]
Wymiana ciepła		Wymiana ciepła	
NTU	1 [-]	NTU	1 [-]
Alfa	12739,83 W/m2K	Alfa	10951,97 W/m2K
Liczba Nusselta	78 [-]	Liczba Nusselta	70 [-]

OK

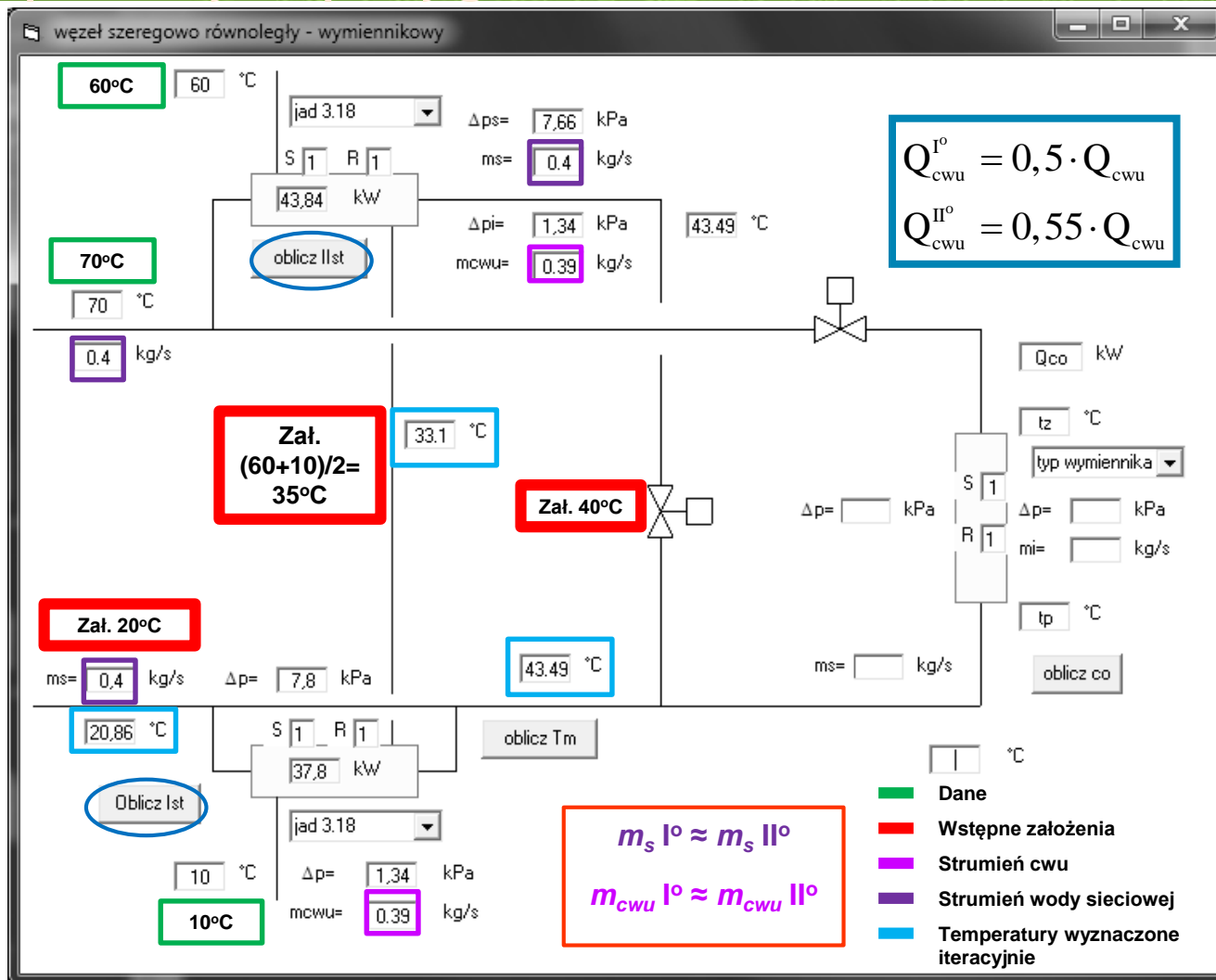
SECESPOL





ZAŁOŻENIA DO DOBORU

Schemat węzła szeregowo-równoległego z dwustopniowym przygotowaniem cwu





I^o - pierwsze przybliżenie

The screenshot shows the CAIRO 3.4.0 software interface. The window title is "CAIRO 3.4.0 - I stopień". The menu bar includes "Plik", "Obliczenia", "Ustawienia", and "Pomoc". The toolbar contains various icons for file operations and calculations. The "Jednostki" dropdown is set to "SECESPOL".

The left sidebar lists various heat exchanger models, with "LB31-80-2" selected. The main area displays calculation results for this model. The "Moc" (Power) is 50,00 kW, circled in blue. The "Przewymiar" (Overdesign) is 12%. The "Ilość w połącz. szer." (Number of connections in width) is 1, and "Ilość w połącz. równ." (Number of connections in length) is 1. The "Pow. wymiany ciepła" (Heat exchange area) is 2,4 m².

The "Strona gorąca" (Hot side) section shows the fluid is "Water" at a pressure of 100,00 kPa. The inlet temperature is 40,00 deg.C (circled in red), and the inlet mass flow is 0,597800 kg/s (circled in purple). The inlet volume flow is 2,171625 m³/h. The outlet temperature is 20,00 deg.C (circled in red), and the outlet volume flow is 2,158556 m³/h. The pressure drop is 9,40 kPa.

The "Strona zimna" (Cold side) section shows the fluid is "Water" at a pressure of 100,00 kPa. The inlet temperature is 10,00 deg.C (circled in green), and the inlet mass flow is 0,477498 kg/s (circled in purple). The inlet volume flow is 1,718992 m³/h. The outlet temperature is 35,00 deg.C (circled in red), and the outlet volume flow is 1,731110 m³/h. The pressure drop is 6,20 kPa (circled in blue).

Other parameters include "DeltaTLog" (7,21 deg.C), "Współ. zaniecz." (0 m²K/kW), "k czyste" (3157,55 W/m²K), and "k zaniecz." (2830,33 W/m²K).

The bottom status bar shows "Projekt", "Parametry", "Obliczenia", and "Konstrukcja".



II^o - pierwsze przybliżenie

CAIRO 3.4.0 - II stopień

Plik Obliczenia Ustawienia Pomoc

Jednostki SECESPOL

Posort. wg przewym. Wyniki

Dalsze wyniki... Płyny

Moc 55,00 kW

Przewymiar. 11 %

Ilość w połącz. szer. 1

Ilość w połącz. równ. 1

Pow. wymiany ciepła 3,7 m²

DeltaTLog 7,21 deg.C

Współ. zaniecz. 0 m²K/kW

k czyste 2279,30 W/m²K

k zaniecz. 2053,49 W/m²K

Strona gorąca

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 70,00 deg.C

Przepł. masowy 0,439332 kg/s

Przepł. objęt. 1,618829 m³/h

Wyjście

Temperatura 40,00 deg.C

Przepł. objęt. 1,595960 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 1,68 kPa

Strona zimna

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 35,00 deg.C

Przepł. masowy 0,527072 kg/s

Przepł. objęt. 1,910836 m³/h

Wyjście

Temperatura 60,00 deg.C

Przepł. objęt. 1,932241 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 2,41 kPa

Projekt Parametry Obliczenia Konstrukcja



I^o - wyniki

CAIRO 3.4.0 - I stopień

Jednostki: SECESPOL

Posort. wg typu Wyniki

Moc: 50,00 kW

Przewymiar: 10 %

Ilość w połąc. szer.: 1

Ilość w połąc. równ.: 1

Pow. wymiany ciepła: 1,3 m²

DeltaTLog: 9,99 deg.C

Współ. zaniecz.: 0 m²/kW

k czyste: 4155,63 W/m²K

k zaniecz.: 3772,63 W/m²K

Strona gorąca

Płyn: Water

Ciśnienie: 100,00 kPa

Wejście

Temperatura: 43,79 deg.C

Przept. masowy: 0,502701 kg/s

Przept. objęt.: 1,828956 m³/h

Wyjście

Temperatura: 20,00 deg.C

Przept. objęt.: 1,815169 m³/h

Oblicz. spadek ciśn.: 17,68 kPa

Strona zimna

Płyn: Water

Ciśnienie: 100,00 kPa

Wejście

Temperatura: 10,00 deg.C

Przept. masowy: 0,501502 kg/s

Przept. objęt.: 1,805406 m³/h

Wyjście

Temperatura: 33,80 deg.C

Przept. objęt.: 1,817693 m³/h

Oblicz. spadek ciśn.: 17,76 kPa

Projekt Parametry Obliczenia Konstrukcja



II^o - wyniki

CAIRO 3.4.0 - II stopień

Plik Obliczenia Ustawienia Pomoc

Jednostki SECESPOL

Posort. wg przewym. Wyniki

Dalsze wyniki... Płyny

Moc 55,00 kW

Przewymiar. 14 %

Ilość w połącz. szer. 1

Ilość w połącz. równ. 1

Pow. wymiany ciepła 3,1 m²

DeltaTLog 9,99 deg.C

Współ. zaniecz. 0 m²K/kW

k czyste 2041,63 W/m²K

k zaniecz. 1793,01 W/m²K

Strona gorąca

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 70,00 deg.C

Przełk. masowy 0,502815 kg/s

Przełk. objęt. 1,852746 m³/h

Wyjście

Temperatura 43,79 deg.C

Przełk. objęt. 1,829370 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 1,47 kPa

Strona zimna

Płyn Water

Ciśnienie 100,00 kPa

Wejście

Temperatura 33,80 deg.C

Przełk. masowy 0,502932 kg/s

Przełk. objęt. 1,822877 m³/h

Wyjście

Temperatura 60,00 deg.C

Przełk. objęt. 1,843741 m³/h

Oblicz. spadek ciśn. 1,48 kPa

Projekt Parametry Obliczenia Konstrukcja

Literatura:

1. A. W. Chłudow - Zaopatrzenie w ciepłą wodę, 1960
2. B. Chybowski - Instalacje ciepłej wody użytkowej, 1973
3. S. Mańkowski - Projektowanie instalacji cwu, 1981
4. W. Szaflik - Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych, 2008