

Węzeł ciepłowniczy – warunki projektowe

**Podstawa: Wytyczne i wymagania techniczne dla węzłów ciepłych w spółkach Grupy Fortum w Polsce (obowiązujące od 31 stycznia 2019 r.)**

1. Wyznaczenie strumienia wody sieciowej dla węzła i kryteria doboru węzła

1.1. Założenia

- 1.1.1. Moc wymiennika co N<sub>co</sub>=150 kW
- 1.1.2. Moc na potrzeby cwu
- Dobowe zapotrzebowanie ciepłej wody na osobę (Fortum) V<sub>cw</sub>=70 dm<sup>3</sup>/osobę/dobę
- (Veolia) V<sub>cw</sub>=100 dm<sup>3</sup>/osobę/dobę
- Liczba osób N=100
- Współczynnik Kh Kh=3,03 (Nh)
- Czas użytkowania instalacji τ=18 h
- Temperatura wody zimnej t<sub>wz</sub>=10 °C / 5°C
- (Fortum/Veolia)
- 1.1.3. Moc max godz cw (Fortum/Veolia) N<sub>cwmaxh</sub>=68,6 / 107,8 kW
- 1.1.4. Parametry w instalacji co t<sub>z</sub>/t<sub>p</sub>=80/60 °C

1.2. Obliczenia

Wg Fortum

<p>3 Węzeł ciepły dwufunkcyjny, dla centralnego i ciepłej wody użytkowej z dwustopniowym, szeregowo-równoległym włączeniem wymiennika ciepłej wody Rys. Nr 3</p>	$G_1 = \frac{3,6}{c_w \cdot \rho_{sr}} * \left[ \frac{N_{co}}{(T_{zo\ zima} - dT_{zo\ zima}) - T_{po\ zima}} + \frac{0,55 * N_{cw}^{max}}{(T_{zo\ zima} - dT_{zo\ zima}) - T_{po\ zima}^{cw}} \right]$ $G_2 = \frac{3,6}{c_w \cdot \rho_{sr}} * \left[ \frac{N_{cw}^{max}}{(T_{zo\ lato} - dT_{lato}) - T_{po\ lato}^{cw}} \right]$	$0,25 \leq \frac{N_{cw}^{max}}{N_{co}} \leq 1,20$	<p>Przyjmujemy większą z wartości G<sub>1</sub> i G<sub>2</sub></p>
--	---	---	---

1.2.1. Kryterium wyboru węzła

$$\mu = \frac{N_{cwmaxh}}{N_{co}} = \frac{68,6}{150} = 0,46$$

$$0,25 \leq \mu \leq 1,2$$

Węzeł ciepły dwufunkcyjny co i cwu szeregowo-równoległy dwustopniowy

1.2.2 Strumień wody sieciowej

$$M_1 = \frac{N_{co}}{c_p \cdot (T_{zo\ zima} - dT_{zo\ zima} - T_{po\ zima})} + \frac{0,55 \cdot N_{cwmaxh}}{c_p \cdot (T_{zo\ zima} - dT_{zo\ zima} - T_{cw\ po\ zima})}$$

$$M_2 = \frac{N_{cwmaxh}}{c_p \cdot (T_{zo\ lato} - dT_{zo\ lato} - T_{cw\ po\ lato})}$$

$$M_s = \max(M_1; M_2)$$

$$T_{zo\ zima} = 130\text{ °C} \quad dT_{zo\ zima} = 3\text{ °C} \quad T_{po\ zima} = t_{p\ co} + 5\text{ °C}$$

$$T_{cw\ po\ zima} = 65\text{ °C}$$

$$T_{zo\ lato} = 65\ ^\circ C \quad T_{cw\ po\ lato} = 25\ ^\circ C$$

$$M_1 = 0,723 \frac{kg}{s} \quad M_2 = 0,641\ kg/s$$

Projektowy strumień wody sieciowej dla węzła (Fortum)  $M_s = M_1 = 0,723\ kg/s$

Strumień wody sieciowej dla Ncwśrh (stare wytyczne)  $M_s = M_1 = 0,653\ kg/s$

Wg Veolia Warszawa

Kryterium wyboru węzła

$$\frac{N_{co}}{N_{cwmaxh}} < 4 \quad 75 < N_{cwmaxh} \leq 150\ kW$$

$$\frac{150}{107,8} = 1,39 < 4$$

Węzeł dwufunkcyjny co i cwu dwustopniowy

Projektowy strumień wody sieciowej dla węzła

Dla potrzeb co

$$M_{sco} = \frac{N_{co}}{c_p \cdot (\Delta T_{co})} = 0,663\ kg/s$$

$$\Delta T_{co} = T_z - (t_{pco} + 5) = 119 - (60 + 5) = 54\ ^\circ C$$

Dla cwu

$$M_{scw} = \frac{B \cdot N_{cwmaxh}}{c_p \cdot \Delta T_{II}} = \frac{0,45 \cdot 107,8}{4,19 \cdot 24} = 0,481\ kg/s$$

$$M_{scwL} = \frac{1,05 \cdot N_{cwmaxh}}{c_p \cdot \Delta T_L} = \frac{1,05 \cdot 107,5}{4,19 \cdot 48} = 0,561\ kg/s$$

Sumaryczny projektowy strumień wody sieciowej dla węzła  $M_s = 0,663 + 0,481 = 1,144 \frac{kg}{s}$

### 1.3 Parametry projektowe do doboru wymiennika co

Temperatura zasilania woda sieciowa (Fortum / Veolia)

$$T_z = 130 / 119\ ^\circ C$$

Temperatura za wymiennikiem co woda sieciowa

$$T_p = t_{pco} + 5\ ^\circ C$$

Temperatura powrotu z instalacji co

$$t_{pco} = 60\ ^\circ C$$

FORTUM

Project: \_\_\_\_\_  
 Calc. No.: \_\_\_\_\_  
 Prepared by: \_\_\_\_\_

Heat Exchanger Type  
 Shell & Tube  
 Braze Plate  
 Plate & Frame

Design     Performance

Fluid Side 1: Water  
 Fluid Side 2: Water

Heat Load: 150,0 kW

Parameter	Side 1	Side 2	Unit
Inlet Temperature	130,0	60,0	°C
Outlet Temperature	65,0	80,0	°C
Mass Flow	0,55	1,79	kg/s
Inlet Volume Flow	2,12	6,54	m³/h
Outlet Volume Flow	2,02	6,63	m³/h
Max. Press. Drop	25,0	25,0	kPa
Min. Oversizing	0		[%]
Fouling Factor	0,0000		m²K/kW
No. of Units in Series	1		
No. of Units Parallel	1		
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	130,0	80,0	°C


Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m²)	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Oversize (%)	Price (%)
LB31-60-1"	1,8	1,6	15,5	3,0	100,0
LB31-60H-1"	2,0	2,4	22,5	66,6	100,0
LB31-60-5/4"	1,8	1,5	13,9	3,0	94,3
LB31-60H-5/4"	2,0	2,3	20,9	66,6	94,3
LB31-70-1"	2,1	1,4	13,2	9,2	90,1

**LB31-60-5/4"**  
0203-0096

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load	150,0		kW
LMTD	19,5		°C
Min. Oversizing	0		%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	130,0	60,0	°C
Outlet Temperature	65,0	80,0	°C
Mass Flow	0,55	1,79	kg/s
Inlet Volume Flow	2,12	6,54	m³/h
Outlet Volume Flow	2,02	6,63	m³/h
Max. Press. Drop	25,0	25,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	130,0	80,0	°C

HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	1,8		m²
Fouling Factor	0,0067		m²K/kW
CHTC Clean	4446,1		W/m²K
CHTC Fouling	4318,5		W/m²K
Oversize	3		%
Calc. Press. Drop	1,5	13,9	kPa
Connections Press. Drop	0,0	0,0	kPa
Connections Velocity	0,71	2,27	m/s
Internal Velocity	0,09	0,28	m/s
Internal Reynolds No.	1175	2653	[ ]
Heat Transfer Coefficient	7382,8	14678,4	W/m²K

PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Phi sif	Water	Water	



Dobrano wymiennik co (Fortum)

Typ wymiennika	LB31-60-5/4"	
Moc wymiennika, kW	150	
Powierzchnia wymiany, m²	1,8	
Przewymiarowanie, %	3	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	130	60
Temp. wyjściowa, °C	65	80
Strumień wody, kg/s	0,55	1,79
Prędkość na króćcach, m/s	0,71	2,27 ≤ 3,5
Opory przepływu, kPa	1,5 ≤ 20	13,9 ≤ 20

Uwaga w celu spełnienia warunku oporu hydraulicznego dla węzła ciepłowniczego (Fortum)  $\Delta p_{stab} \leq 60 \text{ kPa}$ , zakładając autorytet zaworu regulacyjnego  $A=0,5$ - spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym wyniesie

$$\Delta p_{zr} = A \cdot \Delta p_{stab} = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ kPa}$$

Stąd spadek ciśnienia na wymienniku co/cwu II  $\Delta p_{co/cwuII} \leq 15 \text{ kPa}$

Dla dobranego wymiennika spadek ciśnienia po stronie wody sieciowej  $\Delta p_{co} = 1,7 \text{ kPa} < 15 \text{ kPa}$ .

Veolia Warszawa

Project:   
 Calc. No.:   
 Prepared by:

Heat Exchanger Type  
 Shell & Tube  
 Braze Plate  
 Plate & Frame

Design Performance  
 Fluid Side 1: Water  
 Fluid Side 2: Water  
 Heat Load: 150,0 kW  
 Inlet Temperature Side 1: 119,0 °C  
 Inlet Temperature Side 2: 60,0 °C  
 Mass Flow Side 1: 0,66 kg/s  
 Mass Flow Side 2: 1,79 kg/s  
 Inlet Volume Flow Side 1: 2,53 m³/h  
 Inlet Volume Flow Side 2: 6,54 m³/h  
 Outlet Temperature Side 1: 65,0 °C  
 Outlet Temperature Side 2: 80,0 °C  
 Outlet Volume Flow Side 1: 2,43 m³/h  
 Outlet Volume Flow Side 2: 6,63 m³/h  
 Max. Press. Drop Side 1: 50,0 kPa  
 Max. Press. Drop Side 2: 30,0 kPa  
 Min. Oversizing: 10 %  
 Fouling Factor: 0,0000 m²K/kW  
 No. of Units in Series: 1  
 No. of Units Parallel: 1  
 Design Pressure: 16,0 bar  
 Design Temperature: 119,0 °C

Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m²)	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Oversize (%)	Price (%)
LB31-50H-1"	1,6	4,4	27,8	38,9	100,0
LB31-50H-5/4"	1,6	4,1	26,2	38,9	93,6
LB31-60H-1"	2,0	3,5	22,5	50,3	89,0
LB47-40-5/4"	1,7	4,7	29,4	18,5	84,9
LB31-60H-5/4"	2,0	3,2	20,9	50,3	83,9

LB31-50H-5/4"  
0203-0686

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load	150,0		kW
UMTD	16,6		°C
Min. Oversizing	10		%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	119,0	60,0	°C
Outlet Temperature	65,0	80,0	°C
Mass Flow	0,66	1,79	kg/s
Inlet Volume Flow	2,53	6,54	m³/h
Outlet Volume Flow	2,43	6,63	m³/h
Max. Press. Drop	50,0	30,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	119,0	80,0	°C
HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	1,6		m²
Fouling Factor	0,0501		m²K/kW
OHTC Clean	7767,7		W/m²K
OHTC Fouling	5592,8		W/m²K
Oversize	39		%
Calc. Press. Drop	4,1	26,2	kPa
Connections Press. Drop	0,0	0,0	kPa
Connections Velocity	0,85	2,27	m/s
Internal Velocity	0,13	0,33	m/s
Internal Reynolds No.	1621	3184	[-]
Heat Transfer Coefficient	14567,1	23765,8	W/m²K
PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Fluid	Water	Water	



Dobrano wymiennik co (Veolia Warszawa)

Typ wymiennika	LB-31-50H-5/4"	
Moc wymiennika, kW	150	
Powierzchnia wymiany, m²	1,6	
Przewymiarowanie, %	38,9 > 10%	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	119	60
Temp. wyjściowa, °C	65	80
Strumień wody, kg/s	0,66	1,79
Prędkość na króćcach, m/s	0,85	2,27 < 3,5
Opory przepływu, kPa	4,1	26,2 < 30

1.4 Parametry projektowe do doboru wymienników cw

Fortum – parametry do doboru wymienników ciepłej wody należy przyjmować zgodnie z WTP, a jeżeli nie zostały określone przyjmować 65/25 °C

Opory przepływu po stronie wody sieciowej  $\Delta p_{I+II} \leq 40 \text{ kPa}$ , spadek ciśnienia po stronie instalacyjnej wymiennika cw  $\Delta p \leq 20 \text{ kPa}$

Parametry do doboru wymienników ciepła I i II stopnia.

Całkowite schłodzenie wody sieciowej na wymiennikach cw  $\Delta T = 65 - 25 = 40 \text{ °C}$

Zakładając po połowie mocy cieplnej na każdy stopień, moc do doboru wymiennika

$$II^\circ N_{II} = 0,55 \cdot N_{cwmaxh} = 0,55 \cdot 68,6 = 37,7 \text{ kW}$$

$$I^\circ N_I = 0,5 \cdot N_{cwmaxh} = 0,5 \cdot 68,6 = 34,3 \text{ kW}$$

Strumień wody instalacyjnej

$$G_{II} = G_{cwmaxh} + G_{cyr}$$

$$G_{cwmaxh} = \frac{N_{cwmaxh}}{c_p \cdot (t_{wc} - t_{wz})} = \frac{68,6}{4,19 \cdot (60 - 10)} = 0,327 \frac{kg}{s}$$

$$G_{II} = 1,2 \cdot G_{cwmaxh} = 0,393 \frac{kg}{s}$$

Temperatury obliczeniowe

Strona sieciowa  $T_z / T_{pII}=65 / 45 \text{ } ^\circ\text{C}$  (schłodzenie wody  $\Delta T=20^\circ\text{C}$ )

Strona instalacyjna  $t_{wc} / t_{wclI}= 60 / 38,3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Project:

Calc. No.:

Prepared by:

Heat Exchanger Type

Shell & Tube

Braze Plate

Plate & Frame

Design  Performance

Fluid Side 1:

Fluid Side 2:

Heat Load:  kW

Side 1 Inlet Temperature:   $^\circ\text{C}$

Side 2 Inlet Temperature:   $^\circ\text{C}$

Side 1 Mass Flow:  kg/s

Side 2 Mass Flow:  kg/s

Side 1 Inlet Volume Flow:  m<sup>3</sup>/h

Side 2 Inlet Volume Flow:  m<sup>3</sup>/h

Side 1 Outlet Temperature:   $^\circ\text{C}$

Side 2 Outlet Temperature:   $^\circ\text{C}$

Side 1 Outlet Volume Flow:  m<sup>3</sup>/h

Side 2 Outlet Volume Flow:  m<sup>3</sup>/h

Side 1 Max. Press. Drop:  kPa

Side 2 Max. Press. Drop:  kPa

Min. Oversizing:  [%]

Fouling Factor:  m<sup>2</sup>·K/kW

No. of Units in Series:

No. of Units Parallel:

Design Pressure:  bar

Design Temperature:   $^\circ\text{C}$


Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m <sup>2</sup> )	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Oversize (%)	Price (%)
LA34-40-3/4"	1,5	8,9	7,1	12,2	100,0
L330-40M-3/4"	1,4	11,7	9,2	49,5	100,0
L330-40M-1"	1,4	11,7	9,2	49,5	95,7
LH40-30H-1"	1,2	14,2	10,8	10,5	93,7
LB60-20H-1"	1,2	15,0	10,6	11,0	90,8

**LA34-40-3/4"**  
**0210-0018**

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load		35,4	kW
LMTD		5,8	$^\circ\text{C}$
Min. Oversizing		0	%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	65,0	38,3	$^\circ\text{C}$
Outlet Temperature	45,0	60,0	$^\circ\text{C}$
Mass Flow	0,42	0,39	kg/s
Inlet Volume Flow	1,55	1,41	m <sup>3</sup> /h
Outlet Volume Flow	1,54	1,42	m <sup>3</sup> /h
Max. Press. Drop	15,0	15,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	65,0	60,0	$^\circ\text{C}$

HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	1,5		m <sup>2</sup>
Fouling Factor	0,0274		m <sup>2</sup> ·K/kW
OHTC Clean	4469,7		W/m <sup>2</sup> ·K
OHTC Fouling	3982,4		W/m <sup>2</sup> ·K
Oversize	12		%
Calc. Press. Drop	8,9	7,1	kPa
Connections Press. Drop	0,6	0,5	kPa
Connections Velocity	2,42	2,23	m/s
Internal Velocity	0,15	0,13	m/s
Internal Reynolds No.	1149	919	[-]
Heat Transfer Coefficient	10394,8	9149,1	W/m <sup>2</sup> ·K

PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Fluid	Water	Water	



Dobrano wymiennik II°

Typ wymiennika	LA34-40-3/4"	
Moc wymiennika, kW	35,4	
Powierzchnia wymiany, m <sup>2</sup>	1,5	
Przewymiarowanie, %	12,2	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, $^\circ\text{C}$	65	38,3
Temp. wyjściowa, $^\circ\text{C}$	45	60
Strumień wody, kg/s	0,42	0,39
Prędkość w króćcach, m/s	2,42 < 3,5	2,23 < 3,5
Opory przepływu, kPa	8,9 < 15	7,1 < 15

Wymiennik I°

Moc wymiennika I°

$$N_{cwl} = c_p \cdot G_{cwmaxh} \cdot (t_{cwl} - t_{wz}) = 4,19 \cdot 0,327 \cdot (35 - 10) = 34,3 \text{ kW}$$

Schłodzenie wody na wymienniku I°

$$\Delta T_I = \frac{N_{cwl}}{c_p \cdot (M_{sco} + M_{sII})} = \frac{34,3}{4,19 \cdot (0,55 + 0,42)} = 8,4 \text{ } ^\circ\text{C} < 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Schłodzenie wody sieciowej jest mniejsze od 20 °C, stąd konieczność skierowania części strumienia wody sieciowej obejściem.

Zakładając schłodzenie wody sieciowej  $\Delta T_I = 20^\circ C$  obliczamy strumień wody przepływający przez wymiennik I° i obejście

$$M_{SI} = \frac{N_{cwl}}{c_p \cdot \Delta T_I} = \frac{34,3}{4,19 \cdot 20} = 0,409 \text{ kg/s}$$

Przepływ przez obejście wymiennika I°

$$M_o = (0,55 + 0,42) - 0,409 = 0,561 \text{ kg/s}$$

Parametry do doboru wymiennika I°

$$N_{cwl} = 34,3 \text{ kW} \quad T_{zI} = 45^\circ C \quad T_{pI} = 25^\circ C$$

$$G_{cwlmaxh} = 0,327 \text{ kg/s} \quad t_{wz} = 10^\circ C \quad t_{wI} = 35^\circ C$$

$$\Delta p_I \leq 20 \text{ kPa} \quad \Delta p_i \leq 20 \text{ kPa}$$

Project:

Calc. No.:

Prepared by:

Heat Exchanger Type:

Shell & Tube

Braze Plate

Plate & Frame

Design  Performance

Fluid Side 1: Water

Fluid Side 2: Water

Heat Load: 34,6 kW

Side 1      Side 2

Inlet Temperature: 45,0 / 10,0 °C

Mass Flow: 0,41 / 0,33 kg/s

Inlet Volume Flow: 1,90 / 1,19 m³/h

Outlet Temperature: 25,0 / 35,0 °C

Outlet Volume Flow: 1,49 / 1,19 m³/h

Max. Press. Drop: 20,0 / 20,0 kPa

Min. Oversizing: 0 [%]

Fouling Factor: 0,0000 m²K/kW

No. of Units in Series: 1

No. of Units Parallel: 1

Design Pressure: 16,0 / 16,0 bar

Design Temperature: 45,0 / 35,0 °C


Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m²)	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Oversize (%)	Price (%)
LA22-40-3/4"	0,9	6,4	4,0	7,9	100,0
LB31-20H-1"	0,6	9,6	5,3	21,1	97,8
LB30-30M-3/4"	1,1	19,5	11,5	128,1	91,8
LA34-30-3/4"	1,1	14,3	8,5	71,3	90,0
LA14-50-2-3/4"	0,7	15,2	10,1	24,7	88,2

**LA22-40-3/4"**  
**0202-0018**

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load	34,6		kW
LMTD	12,3		°C
Min. Oversizing	0		%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	45,0	10,0	°C
Outlet Temperature	25,0	35,0	°C
Mass Flow	0,41	0,33	kg/s
Inlet Volume Flow	1,50	1,19	m³/h
Outlet Volume Flow	1,49	1,19	m³/h
Max. Press. Drop	20,0	20,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	45,0	35,0	°C

HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	0,9		m²
Fouling Factor	0,0226		m²K/kW
OHTC Clean	3518,3		W/m²K
OHTC Fouling	3259,5		W/m²K
Oversize	8		%
Calc. Press. Drop	6,4	4,0	kPa
Connections Press. Drop	0,5	0,3	kPa
Connections Velocity	2,35	1,87	m/s
Internal Velocity	0,14	0,11	m/s
Internal Reynolds No.	795	458	[-]
Heat Transfer Coefficient	8836,1	6545,3	W/m²K

PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Fluid	Water	Water	



Dobrano wymiennik I°

Typ wymiennika	LA22-40-3/4"	
Moc wymiennika, kW	34,6	
Powierzchnia wym. ciepła, m²	0,9	
Przewymiarowanie, %	7,9	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	45	10
Temp. wyjściowa, °C	25	35
Strumień wody, kg/s	0,41	0,327
Prędkość na króćcach, m/s	2,35 < 3,5	1,87
Opory przepływu, kPa	6,4 < 15	4,0

### Dobór wymienników cw (Veolia)

Wymienniki dobieramy na warunki okresu przejściowego i max godzinowy rozbiór cw.

Parametry do doboru wymiennika I°

- temp. wody sieciowej przed I°  $T_m = 46^{\circ}\text{C}$
- temp. wody instalacyjnej  $t_{wz} = 5^{\circ}\text{C}$
- przewymiarowanie wymiennika 0%
- moc wymiennika I°

$$N_{cwl} = (1,05 - B) \cdot N_{cwmmaxh} = 0,55 \cdot 107,8 = 59,3 \text{ kW}$$

zakładamy B = 0,5 (0,45 – 0,5)

- max natężenie przepływu wody przez wymiennik I°

$$M_{SI} = \frac{N_{cwl}}{c_p \cdot \Delta T_{II}} = \frac{(1,05 - 0,5) \cdot 107,8}{4,19 \cdot 21} = 0,674 \text{ kg/s}$$

Parametry do doboru wymiennika ciepła I°

- moc wymiennika I°  $N_{cwl} = 0,55 \cdot N_{cwmmaxh} = 59,3 \text{ kW}$
- temperatura na wlocie strona sieciowa  $T_m = 46^{\circ}\text{C}$
- temperatura na wylocie strona sieciowa  $T_{pl} = 46 - 21 = 25^{\circ}\text{C}$
- temp. wody instalacyjnej  $t_{wz} = 5^{\circ}\text{C}$
- temp. za wymiennikiem strona inst.  $t_{wcl} = 35^{\circ}\text{C}$

$$t_{cwl} = t_{wz} + \frac{(1,05 - B) \cdot N_{cwmmaxh}}{c_p \cdot G_{cwmmaxh}} = 5 + \frac{0,55 \cdot 107,8}{4,19 \cdot 0,468} = 35,2^{\circ}\text{C}$$

- max opory przepływu strona sieciowa / instalacyjna 35 / 20 kPa

Project: \_\_\_\_\_

Calc. No.: \_\_\_\_\_

Prepared by: \_\_\_\_\_

Heat Exchanger Type

Shell & Tube

Braided Plate

Plate & Frame

Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m²)	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Overize (%)	Price (%)
LB31-20H-1"	0,6	24,4	10,4	8,0	100,0
LA22-50-3/4"	1,1	12,3	5,9	6,9	88,5
LB31-20H-5/4"	0,6	24,2	10,2	8,0	88,5
<b>LB31-30H-1"</b>	<b>0,9</b>	<b>11,7</b>	<b>5,3</b>	<b>30,3</b>	<b>83,6</b>
LB47-20-1"	0,8	18,5	7,9	0,6	83,6

**LB31-30H-1"**  
0203-0638

● Design ○ Performance

Fluid Side 1: Water

Fluid Side 2: Water

Heat Load: 59,5 kW

Side 1	Side 2	UNIT
Inlet Temperature: 46,0	5,0	°C
Mass Flow: 0,68	0,47	kg/s
Inlet Volume Flow: 2,45	1,69	m³/h
Outlet Temperature: 25,0	35,2	°C
Outlet Volume Flow: 2,44	1,70	m³/h
Max. Press. Drop: 25,0	40,0	kPa

Min. Oversizing: 0 [%]

Fouling Factor: 0,0000 [m²K/kW]

No. of Units in Series: 1

No. of Units Parallel: 1

Design Pressure: 16,0 [bar]

Design Temperature: 46,0 [°C]

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load		59,5	kW
LMTD		14,9	°C
Min. Oversizing		0	%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	46,0	5,0	°C
Outlet Temperature	25,0	35,2	°C
Mass Flow	0,68	0,47	kg/s
Inlet Volume Flow	2,45	1,69	m³/h
Outlet Volume Flow	2,44	1,70	m³/h
Max. Press. Drop	25,0	40,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	46,0	35,2	°C

HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	0,9		m²
Fouling Factor	0,0551		m²K/kW
OHTC Clean	5492,1		W/m²K
OHTC Fouling	4216,2		W/m²K
Overize	11,7	30	%
Calc. Press. Drop	0,2	5,3	kPa
Connections Press. Drop	1,64	0,1	kPa
Connections Velocity	0,22	0,14	m/s
Internal Velocity	1234	568	[ ]
Internal Reynolds No.	18865,6	10236,8	W/m²K
Heat Transfer Coefficient			

PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Fluid	Water	Water	

MACIEJ MINIEWICZ

7

Dobrano wymiennik I°

Typ wymiennika	LB31-30H-1"	
Moc wymiennika, kW	59,5	
Powierzchnia wym. ciepła, m <sup>2</sup>	0,9	
Przewymiarowanie, %	30,3	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	46	5
Temp. wyjściowa, °C	25	35,2
Strumień wody, kg/s	0,68	0,47
Prędkość na króćcach, m/s	1,64	1,13
Opory przepływu, kPa	11,7	5,3

Dobór wymiennika II°

- temperatura wody sieciowej przed II°  $T_{zz} = 73^{\circ}\text{C}$

- temperatura wody sieciowej za II°  $T_{pII} = 49^{\circ}\text{C}$

- temperatura wody instal za II°  $t_{cw} = 60^{\circ}\text{C}$

- przewymiarowanie wymiennika II° 0%

- moc cieplna wymiennika II°

$$N_{cwII} = B \cdot N_{cwmaxh} = 0,5 \cdot 107,8 = 53,9 \text{ kW}$$

- natężenie przepływu wody przez wymiennik II°

$$M_{sII} = \frac{N_{cwII}}{c_p \cdot \Delta T_{II}} = \frac{53,9}{4,19 \cdot 24} = 0,536 \text{ kg/s}$$

- natężenie przepływu wody w instalacji cyrkulacyjnej ze spinką

$$0,4 \cdot G_{cwmaxh}$$

- natężenie przepływu wody instalacyjnej przez wymiennik II°

$$G_{cwII} = 1,4 \cdot G_{cwmaxh} = 1,4 \cdot 0,47 = 0,658 \text{ kg/s}$$

- temperatura wody instalacyjnej przed II stopniem

$$t_{cwII} = t_{cw} - \frac{N_{cwII}}{c_p \cdot G_{cwII}} = 60 - \frac{53,9}{4,19 \cdot 0,658} = 60 - 19,6 = 40,4^{\circ}\text{C}$$

- maksymalny spadek ciśnienia na II°

Woda sieciowa / woda instalacyjna 25 / 40 kPa



Project:

Calc. No.:

Prepared by:

Heat Exchanger Type:

Shell & Tube

Braze Plate

Plate & Frame

Design     Performance

Fluid Side 1: Water

Fluid Side 2: Water

Heat Load: 53,9 kW

Inlet Temperature Side 1: 73,0 °C    Side 2: 40,4 °C

Mass Flow Side 1: 0,54 kg/s    Side 2: 0,66 kg/s

Inlet Volume Flow Side 1: 1,98 m³/h    Side 2: 2,38 m³/h

Outlet Temperature Side 1: 49,0 °C    Side 2: 60,0 °C

Outlet Volume Flow Side 1: 1,95 m³/h    Side 2: 2,40 m³/h

Max. Press. Drop Side 1: 25,0 kPa    Side 2: 40,0 kPa

Min. Oversizing: 0 [%]

Fouling Factor: 0,0000 m²K/kW

No. of Units in Series: 1

No. of Units Parallel: 1

Design Pressure: 16,0 bar    16,0 bar

Design Temperature: 73,0 °C    60,0 °C


Heat Exchanger	Heat Transfer Area (m²)	Calc. Press. Drop - Side 1 (kPa)	Calc. Press. Drop - Side 2 (kPa)	Oversize (%)	Price (%)
LB31-20H-1"	0,6	15,3	18,7	5,7	100,0
LA34-30-3/4"	1,1	22,9	30,4	53,3	92,0
LA14-50-2-3/4"	0,7	24,6	36,5	10,5	90,2
LA22-50-3/4"	1,1	7,8	11,0	6,5	88,5
LB31-20H-5/4"	0,6	15,1	18,5	5,7	88,5

**LB31-20H-1"**  
**0203-0637**

INPUT DATA	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Load	53,9		kW
LMTD	10,6		°C
Min. Oversizing	0		%
Fluid	Water	Water	
Inlet Temperature	73,0	40,4	°C
Outlet Temperature	49,0	60,0	°C
Mass Flow	0,54	0,66	kg/s
Inlet Volume Flow	1,98	2,38	m³/h
Outlet Volume Flow	1,95	2,40	m³/h
Max. Press. Drop	25,0	40,0	kPa
Design Pressure	16,0	16,0	bar
Design Temperature	73,0	60,0	°C

HEAT EXCHANGER (Standard Calculation)	Side 1	Side 2	UNIT
Heat Transfer Area	0,6		m²
Fouling Factor	0,0064		m²K/kW
OHTC Clean	8802,3		W/m²K
OHTC Fouling	8330,0		W/m²K
Oversize	6		%
Calc. Press. Drop	15,3	18,7	kPa
Connections Press. Drop	0,1	0,2	kPa
Connections Velocity	1,31	1,60	m/s
Internal Velocity	0,28	0,30	m/s
Internal Reynolds No.	2328	2176	[ ]
Heat Transfer Coefficient	21582,0	21721,6	W/m²K

PHYSICAL PROPERTIES	Side 1	Side 2	UNIT
Fluid	Water	Water	



Dobrano wymiennik II°

Typ wymiennika	LA31-20H-1"	
Moc wymiennika, kW	53,9	
Powierzchnia wym. ciepła, m²	0,6	
Przewymiarowanie, %	5,7	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	73	43,9
Temp. wyjściowa, °C	49	60
Strumień wody, kg/s	0,54	0,66
Prędkość na króćcach, m/s	1,31	1,6
Opory przepływu, kPa	15,3	18,7

Zestawienie wyników obliczeń strumieni wody sieciowej

		FORTUM	VEOLIA
Moc na c.o.	kW	<b>150</b>	<b>150</b>
Strumień wody inst. c.w.u.	Dm³/os/d	<b>70</b>	<b>100</b>
Moc na c.w.u.	kW	<b>68,6</b>	<b>107,8</b>
Strumień wody sieciowej na c.o.	kg/s	<b>0,55</b>	<b>0,66</b>
Strumień wody sieciowej na c.w.u.	kg/s	<b>0,42</b>	<b>0,54</b>
Sumaryczny strumień wody sieciowej dla węzła	kg/s	<b>0,97</b>	<b>1,2</b>
Obliczeniowy strumień wody sieciowej okres grzewczy / lato		<b>0,723 / 0,641</b>	<b>1,2</b>

FORTUM

<b>Typ wymiennika c.o.</b>	LB31-60-5/4"	
Moc wymiennika, kW	150	
Powierzchnia wymiany, m <sup>2</sup>	1,8	
Przewymiarowanie, %	3	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	130	60
Temp. wyjściowa, °C	65	80
Strumień wody, kg/s	0,55	1,79
Prędkość na króćcach, m/s	0,71	2,27 ≤ 3,5
Opory przepływu, kPa	1,5 ≤ 20	13,9 ≤ 20

<b>Typ wymiennika c.w. II°</b>	LA34-40-3/4"	
Moc wymiennika, kW	35,4	
Powierzchnia wymiany, m <sup>2</sup>	1,5	
Przewymiarowanie, %	12,2	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	65	38,3
Temp. wyjściowa, °C	45	60
Strumień wody, kg/s	0,42	0,39
Prędkość w króćcach, m/s	2,42 < 3,5	2,23 < 3,5
Opory przepływu, kPa	8,9 < 15	7,1 < 15

<b>Typ wymiennika c.w. I°</b>	LA22-40-3/4"	
Moc wymiennika, kW	34,6	
Powierzchnia wym. ciepła, m <sup>2</sup>	0,9	
Przewymiarowanie, %	7,9	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	45	10
Temp. wyjściowa, °C	25	35
Strumień wody, kg/s	0,41	0,327
Prędkość na króćcach, m/s	2,35 < 3,5	1,87
Opory przepływu, kPa	6,4 < 15	4,0

VEOLIA

<b>Typ wymiennika c.o.</b>	LB-31-50H-5/4"	
Moc wymiennika, kW	150	
Powierzchnia wymiany, m <sup>2</sup>	1,6	
Przewymiarowanie, %	38,9 > 10%	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	119	60
Temp. wyjściowa, °C	65	80
Strumień wody, kg/s	0,66	1,79
Prędkość na króćcach, m/s	0,85	2,27 < 3,5
Opory przepływu, kPa	4,1	26,2 < 30

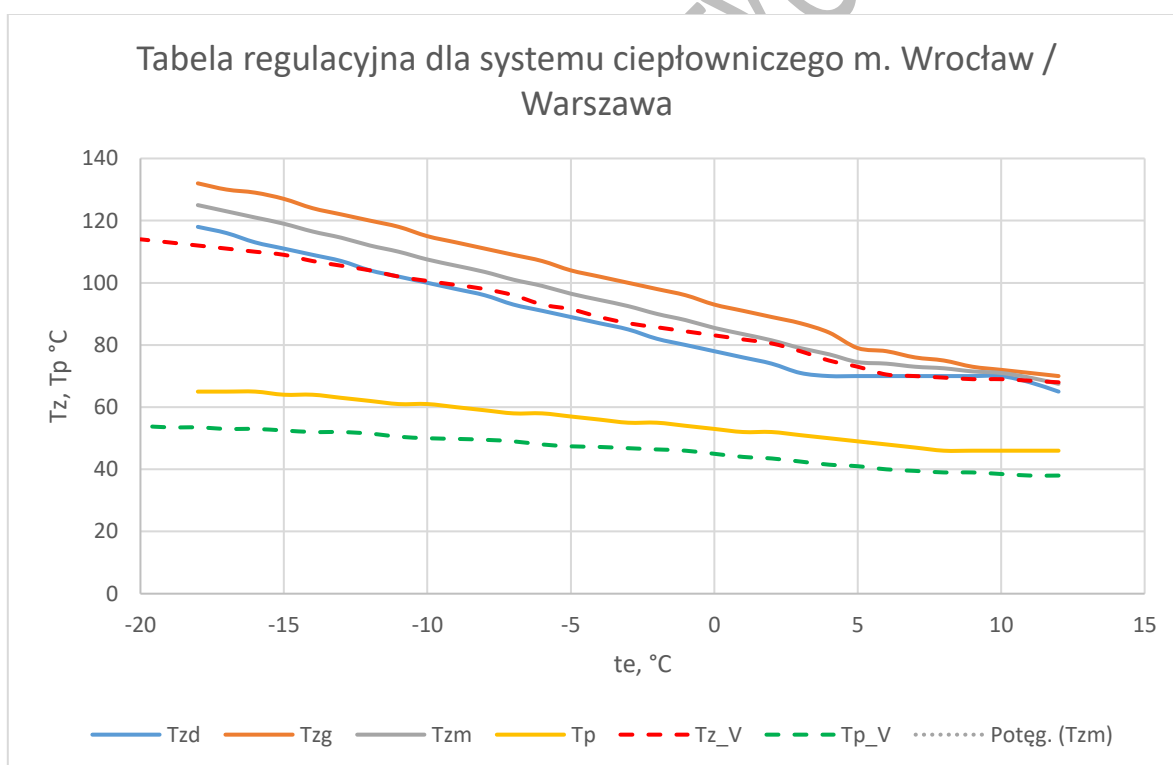
<b>Typ wymiennika c.w. II°</b>	LA31-20H-1"	
Moc wymiennika, kW	53,9	
Powierzchnia wym. ciepła, m <sup>2</sup>	0,6	
Przewymiarowanie, %	5,7	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	73	43,9
Temp. wyjściowa, °C	49	60
Strumień wody, kg/s	0,54	0,66
Prędkość na króćcach, m/s	1,31	1,6
Opory przepływu, kPa	15,3	18,7

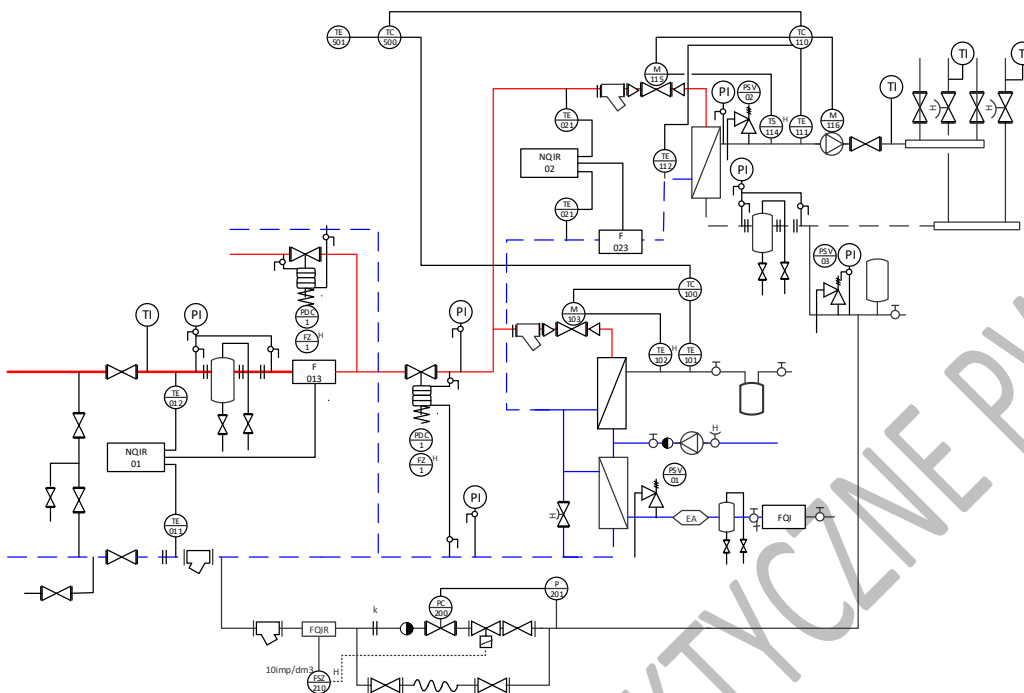
<b>Typ wymiennika c.w. I°</b>	LB31-30H-1"	
Moc wymiennika, kW	59,5	
Powierzchnia wym. ciepła, m <sup>2</sup>	0,9	
Przewymiarowanie, %	30,3	
	Strona sieciowa	Strona instalacyjna
Temp. wejściowa, °C	46	5
Temp. wyjściowa, °C	25	35,2
Strumień wody, kg/s	0,68	0,47
Prędkość na króćcach, m/s	1,64	1,13
Opory przepływu, kPa	11,7	5,3

2. ANALIZA PRACY DOBRANYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA DLA WĘZŁA SZEREGOWO-RÓWNOLEGŁEGO DWUSTOPNIOWEGO

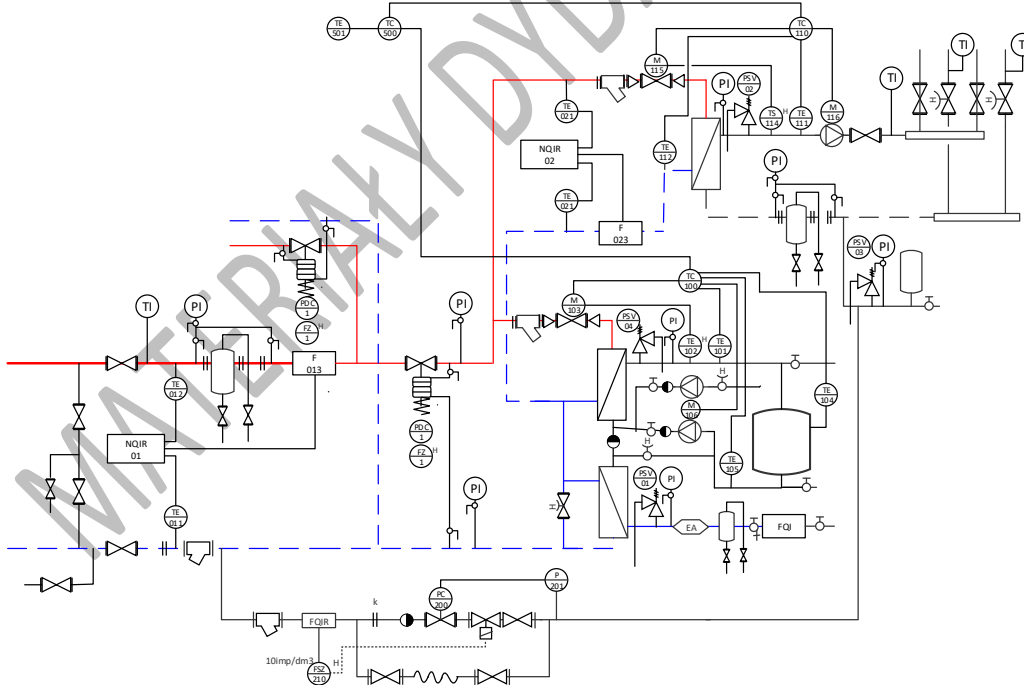
Analizę pracy węzła wykonujemy dla następujących temperatur zewnętrznych i parametrów obliczeniowych zależnych od temperatury zewnętrznej

	Temperatura zewnętrzna $t_e$ , °C				
	$t_{eo}=-18$	$t_{egz}=-12$	$t_{edz}=5$	$t_{ek,p}=12$	$t_{eL}>12$
Współ. $\varphi$	1,0				
Moc $c_o$ , kW	150				
$T_z$ , °C	130				
$T_p$ , °C					
$t_{zco}$ , °C	80				
$t_{pco}$ , °C	60				





Rys. 1 Schemat technologiczny węzła ciepłowniczego szeregowo-równoległego dwufunkcyjnego, dwustopniowego wraz z układami automatycznej regulacji



Rys. 2 Schemat technologiczny węzła ciepłowniczego szeregowo-równoległego dwufunkcyjnego, dwustopniowego w układzie z zasobnikiem ciepłej wody wraz z układami automatycznej regulacji