

Węzeł 2 Funkcyjny - Równoległy c.o. i c.w.u.

Adres: Siedlce	Komenda Policji
----------------	-----------------

### 1. Bilans zapotrzebowania na moc cieplną

Zapotrzebowanie na moc cieplną do c.o. (wg danych PEC)	$N_{co}$	81,80	kW
Zapotrzebowanie na moc do c.w. maksymalne (wg danych PEC)	$N_{cwmax}$	78,60	kW
Łącznie (c.o.+c.w.max.)	$N_{tot}$	160,40	kW

### 2. Parametry sieci i instalacji

Obliczeniowa temperatura zasilania w sieci - zima (wg danych PEC)	$T_{zz}$	125,0	°C
Obliczeniowa temperatura powrotu w sieci c.o.-zima (wg danych PEC)	$T_{pco}$	57,0	°C
Obliczeniowa temperatura zasilania w sieci - lato (wg danych PEC)	$T_{zl}$	67,0	°C
Obliczeniowa temperatura powrotu w sieci - lato (wg danych PEC)	$T_{pl}$	35,0	°C
Temperatura zasilania instalacji c.o. (wg danych PEC)	$T_{zico}$	75,0	°C
Temperatura powrotu instalacji c.o. (wg danych PEC)	$T_{pico}$	52,0	°C
Temperatura c.w. (wg danych PEC)	$T_{cw}$	55,0	°C
Temperatura wody zimnej (wg danych PEC)	$T_{wz}$	10,0	°C
Minimalne ciśnienie zasilania (założono) - nadciśnienie	$p_{minzas}$	5,8	bar
Maksymalne ciśnienie zasilania (wg danych PEC)	$p_{maxzas}$	16,0	bar
Ciśnienie dyspozycyjne - zima (wg danych PEC)	$p_{dyspz}$	120,0	kPa
Ciśnienie dyspozycyjne - lato (wg danych PEC)	$p_{dyspl}$	120,0	kPa
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji c.o. (wg danych PEC)	$p_{maxco}$	5,0	bar
Ciśnienie statyczne w instalacji c.o. (przyjęte przez projektanta)	$p_{statco}$	2,0	bar
Dopuszczalne ciśnienie w instalacji c.w. (wg danych PEC)	$p_{maxcw}$	6,0	bar
Strata ciśnienia w instalacji c.o. (przyjęte przez projektanta)	$\Delta p_{instco}$	25,0	kPa
Strata ciśnienia w instalacji cyrkulacji c.w. (przyjęte przez projektanta)	$\Delta p_{icyrk}$	25,0	kPa
Pojemność instalacji c.o. (przyjęte przez projektanta)	$V_{ico}$	1,9	m <sup>3</sup>

### 3. Zestawienie przepływów (strumienia masy), średnic i strat ciśnienia w obwodach

Opis obwodu	Oznaczenie przepływu	Przepływ masowy czynnika G [t/h]	Średnica nominalna rurociągu $D_{nom}$ [mm]	Prędkość przepływu w [m/s]	Opory liniowe i miejscowe R [Pa/m]	Suma oporów w obwodzie $\Delta p_{obw}$ [kPa]
Obwód sieciowy wspólny zima	$G_{sz}$	2,02	32	0,53	111,79	49,70
$G_{sz} = G_{sco} + G_{scw} = \frac{N_{co}}{\Delta T_{co} \cdot C_p} + \frac{N_{cw \max}}{\Delta T_{cw} \cdot C_p}$		$\Delta p_{obw \ sz} = \Delta p_{prur} + \Delta p_{ciepl} + \Delta p_{zawdp} / V$				
Obwód sieciowy wspólny lato	$G_{sl}$	2,12	32	0,55	123,91	45,55
$G_{sl} = \frac{N_{cw \max}}{\Delta T_{l \cdot C \cdot p}}$		$\Delta p_{obw \ sl} = \Delta p_{prur} + \Delta p_{ciepl} + \Delta p_{zawdp} / V$				
Obwód sieciowy c.o.	$G_{sco}$	1,03	25	0,46	120,26	29,44
$\Delta p_{obw \ sco} = \Delta p_{wsco} + \Delta p_{prur} + \Delta p_{ciepl} + \Delta p_{zawregco}$						
Obwód sieciowy c.w. lato	$G_{scw}$	2,12	25	0,93	491,67	57,03
$\Delta p_{obw \ scw} = \Delta p_{wscw} + \Delta p_{prur} + \Delta p_{ciepl} + \Delta p_{zawregcw}$						
Obwód instalacyjny c.o.	$G_{ico}$	3,06	40	0,59	117,45	33,45
$\Delta p_{obw \ ico} = \Delta p_{instco} + \Delta p_{wico} + \Delta p_{prur} + \Delta p_{filtra \ co}$						
Obwód instalacyjny c.w.	$G_{icw}$	1,50	32	0,52	125,77	15,43
$\Delta p_{obw \ icw} = \Delta p_{wicw} + \Delta p_{prur}$						
Obwód cyrkulacji c.w.	$G_{cyrk}$	0,50	25	0,26	44,75	36,25
$G_{cw \ max} = \frac{N_{cw \ max}}{C_p \cdot \Delta t_{cw}}$		$\Delta t_{cw} = 50 \text{ K}$	33 % $G_{cwmax}$	$\Delta p_{obw \ icyrk} = \Delta p_{icyrk} + \Delta p_{wicw} + \Delta p_{prur} + \Delta p_{filtra \ cw}$		

Wymagana różnica ciśnienia na zasilaniu węzła - zima	$\Delta p_{dyspz}$ [kPa]	106,96	kPa
Wymagana różnica ciśnienia na zasilaniu węzła - lato	$\Delta p_{dyspl}$ [kPa]	107,37	kPa

#### 4. Zestawienie ciepłomierzy

	TYP	Q <sub>n</sub> [m <sup>3</sup> /h]	D <sub>nom</sub> [mm]	Δp <sub>ciepl</sub> [kPa]
Licznik główny - obwód sieciowy wspólny zima (dostarcza PEC)	Siemens UH50 ULTRAHEAT+2 Pt500	2,50	20	13,16
Licznik główny, strata ciśnienia lato				14,14
Podlicznik - obwód sieciowy c.o. (Opcjonalnie na życzenie odbiorcy)	Siemens UH50 ULTRAHEAT+2 Pt500	1,50	20	7,81

#### 5. Obliczenia obwodu c.o.

Typ wymiennika c.o.					XB 20-	1 30
Temperatura doboru sieć	$T_{zz}/T_{pco}$	125,0			57,0	°C
Temperatura doboru instalacja	$T_{zico}/T_{pico}$	75,0			52,0	°C
Strata ciśnienia po stronie sieciowej			Δp <sub>wSCO</sub>		2,24	kPa
Strata ciśnienia po stronie instalacyjnej			Δp <sub>wico</sub>		3,06	kPa
Strumień masy wody sieciowej		G <sub>sco</sub>			1,03	t/h
Strumień masy wody instalacyjnej		G <sub>ico</sub>			3,06	t/h
Wydajność pompy c.o.		V <sub>pco</sub>			3,12	m <sup>3</sup> /h
Zestawienie strat ciśnienia do doboru pomp c.o. [kPa]	Δp <sub>instco</sub>	Δp <sub>wico</sub>	Δp <sub>rur</sub>	Δp <sub>filtra co</sub>	Razem	
$\Delta p_{obwico} = \Delta p_{instco} + \Delta p_{wico} + \Delta p_{rur} + \Delta p_{filtra co}$	25,00	3,06	4,47	0,92	33,45	
Wysokość podnoszenia pompy c.o.			H <sub>pco</sub>		3,48	m sł. w.
Armatura oczyszczająca			FOM			
Strata ciśnienia w armaturze oczyszczającej			Δp <sub>filtra co</sub>		0,92	kPa
Typ pompy			MAGNA 25-100 1x230V			
Zawór bezpieczeństwa /A-współcz. wymiennika	SYR 1915	A			41,0	mm <sup>2</sup>
Nastawa ciśnienia (p <sub>maxco</sub> )		p <sub>2</sub>			5,00	bar
Ciśnienie w sieci ciepłowniczej (p <sub>maxzas</sub> )		p <sub>1</sub>			16,00	bar
Gęstość wody w sieci		ρ <sub>s</sub>			939,03	kg/m <sup>3</sup>
Współczynnik do wzoru		b			2,00	
Wymagana przepustowość wg normy PN-B-02414:1999			$M = 447.3 \cdot b \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot \rho_s}$			
		M			3,73	kg/s
Przepustowość zaworu bezpieczeństwa		$M_z = \left(\frac{d_o}{54}\right)^2 \cdot 0.9\alpha \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho_s}$				
Przepustowość dobranego zaworu		M			5,55	kg/s
Współczynnik wypływu dobranego zaworu		α			0,36	kg/s
Srednica dolotowa dobranego zaworu		d <sub>o</sub>			27,00	mm
Srednica nominalna dobranego zaworu	szt.	d <sub>n</sub>			32	mm
Wskaźnik pojemności instalacji (0 - gdy wpisana pojemność)		wsk			23,55	dm <sup>3</sup> /kW
Pojemność instalacji, gdzie N - moc cieplna [kW]	$V_1 = wsk \cdot N_{co}$	V <sub>1</sub>			1926,4	dm <sup>3</sup>
Gęstość wody instalacyjnej		ρ <sub>1</sub>			999,72	kg/m <sup>3</sup>
Przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej		Δv			0,0256	m <sup>3</sup> /kg
Wymagana pojemność użytkowa naczynia zbiorczego wg normy PN-B-02414:1999		$V_{u1} = V_1 \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$				
Wymagana pojemność użytkowa naczynia zbiorczego		V <sub>u</sub>			49,35	dm <sup>3</sup>
Ciśnienie statyczne w instalacji c.o. (p <sub>statco</sub> )		p <sub>st1</sub>			2,00	bar
Ciśnienie wstępne w naczyniu zbiorczym	$p = p_{st1} + 0.2$	p			2,20	bar
Maksymalne ciśnienie w naczyniu zbiorczym		p <sub>max</sub>			5,00	bar
Wymagana pojemność całkowita naczynia zbiorczego		$V_{c1} = V_{u1} \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p}$				
		V <sub>c</sub>			105,76	dm <sup>3</sup>
Przyjęta pojemność całkowita naczynia zbiorczego		V <sub>c</sub>		Reflex	140	dm <sup>3</sup>
Liczba naczyń zbiorczych		n			1	szt.
Minimalna średnica wewnętrzna rury zbiorczej	$d_{min} = 0.7 \cdot \sqrt{V_u}$	d <sub>min</sub>			4,92	mm
Przyjęto średnicę rury zbiorczej jak króciec przy naczyniu zbiorczym		DN			25	mm

## 6. Obliczenia obwodu c.w.

Typ wymiennika c.w.				XB 30-	1 26
Temperatura doboru sieć	$T_z/T_{pl}$	67,0	35,0	°C	
Temperatura doboru instalacja	$T_{cw}/T_{wz}$	55,0	10,0	°C	
Różnica temp. wody sieciowej nprzy maksymalnym rozbiórze c.w. w okresie przejściowym		$\Delta T_{ews}$	32,0	K	
Strata ciśnienia po stronie sieciowej		$\Delta p_{wscw}$	18,94	kPa	
Strata ciśnienia po stronie instalacyjnej		$\Delta p_{wicw}$	10,12	kPa	
Strumień masy wody sieciowej		$G_{scw}$	2,12	t/h	
Strumień masy wody instalacyjnej		$G_{icw}$	1,50	t/h	
Zawór bezpieczeństwa wymiennik c.w./ /A=F-wspótcz. wymiennika	SYR 2115	A=F	41,0	mm <sup>2</sup>	
Nastawa ciśnienia ( $p_{maxcw}$ )		$p_1$	6,00	bar	
Ciśnienie w sieci ciepłowniczej ( $p_{maxzas}$ )		$p_3$	16,00	bar	
Gęstość wody w sieci		$\rho_s$	939,03	kg/m <sup>3</sup>	
Współczynnik do wzoru		$b$	2,00		
Wsp. wypływu wody grzejnej		$\alpha_{c1}$	1		
Wymagana przepustowość wg normy PN-76/B-02440		$G = 1,59 \cdot \alpha_{c1} \cdot b \cdot F \sqrt{(p_3 - p_1) \cdot \rho_s}$			
		G	12 634,32	kg/h	
Min. średnica wewn. dla pojedynczego zaworu bezp:		$d_{0min} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1 p_1 - p_2)} \cdot p_1 \cdot \rho_s}} =$			
Ciśnienie na wylocie zaworu bezpieczeństwa		$p_2$	0,0	bar	
Współczynnik wypływu $\alpha_c$ dla dobranego zaworu		$\alpha_c=0,35 \alpha$	0,1925		
Minimalna wymagana przepustowość dobranego zaworu		$d_{0min}$	18,27	mm	
Współczynnik wypływu dobranego zaworu dla par i gazów (dla $b_1=10\%$ )		$\alpha$	0,55		
Średnica dolotowa dobranego zaworu		$d_o$	20	mm	
Średnica nominalna dobranego zaworu		szt.	2	$d_0$ mm	
Strumień objętości w obiegu cyrkulacji		33 % $G_{cwmax}$	$G_{cyrk}$	0,50 m <sup>3</sup> /h	
Wydajność pompy cyrkulacyjnej			$V_{pcyrk}$	0,50 m <sup>3</sup> /h	
Zestawienie strat ciśnienia do doboru pomp cyrk. [kPa]		$\Delta p_{icyrk}$	$\Delta p_{wicw}$	$\Delta p_{rur}$	$\Delta p_{filtra cw}$
$\Delta p_{obwicyrkw} = \Delta p_{icyrk} + \Delta p_{wicw} + \Delta p_{rur} + \Delta p_{filtra cw}$		25,00	10,12	0,99	0,14
Wysokość podnoszenia pompy cyrkulacyjnej			$H_{pcyrk}$	3,75 m sł. w.	
Armatura oczyszczająca		filtr magnetyczny			
Strata ciśnienia w armaturze oczyszczającej		$\Delta p_{filtra cw}$	0,14	kPa	
Typ pompy		Magna 25-100 N 1x230V			

## 7. Dobór zaworów regulacji temperatury

Obieg		c.o.	c.w.
Strumień objętości wody sieciowej	$G_s$ [m <sup>3</sup> /h]	1,07	2,14
Zawór		VM2	VM2
Średnica nominalna	DN	15	20
Siłownik z funkcją awaryjną		AMV23/230V	AMV33/230V
Współczynnik przepływu zaworu	$K_v$ [m <sup>3</sup> /h]	2,50	4,00
Strata ciśnienia (100% otwarcia)	$\Delta p$ [kPa]	17,57	28,33
Autorytet	A	0,60	0,50
Autorytet zaworu c.w. (lato)	$A_1$		0,50
Prędkość wlotowa	$w_{wl}$ [m/s]	1,68	1,89

### 8. Obliczenia zaworu regulacji różnicy ciśnienia i przepływu $\Delta p/V$

Strumień objętości wody sieciowej - zima	$G_{sz}$	2,09	$m^3/h$
Strumień objętości wody sieciowej - lato	$G_{sl}$	2,14	$m^3/h$
Współczynnik przepływu zaworu	$K_v$	6,30	$m^3/h$
Zawór regulacyjny	AVPQ/PN16		
Średnica nominalna	DN	20	mm
Strata ciśnienia na zwężce zaworu	$\Delta p_{zw}$	20	kPa
Strata ciśnienia w zaworze ze zwężką (100% otwarcia) - zima	$\Delta p_{zz}$	31,01	kPa
Strata ciśnienia w zaworze ze zwężką (100% otwarcia) - lato	$\Delta p_{zl}$	31,16	kPa
Prędkość wlotowa	$w_{wl}$	1,85	m/s
Zakres regulacji przepływu (max)	$V_{max}$	4,50	$m^3/h$
	c.o.	c.w.	
Strata ciśnienia w obwodzie (zima)	kPa	29,44	57,03
Strata ciśnienia w obwodzie (lato - c.w.)	kPa		57,03
			zima lato
Strata ciśnienia w obwodzie wspólnym (w pętli regulacji $\Delta p$ )	$\Delta p_w(lato/zima) = \Delta p_{rur}$	$\Delta p_w$ [kPa]	0,22 0,25
Nastawa zaworu regulacyjnego (regulowana różnica ciśnienia)	$\Delta p_{zr}$ [kPa]		57,26 57,28
Przyjęty zakres nastawy zaworu regulacyjnego [bar]			0.2..1.00

#### 8.1. Sprawdzenie warunku stopnia otwarcia zaworu $\Delta p/V$

Spadek ciśnienia w zaworze (bez dławika)	$\Delta p_{zbd} = p_{dysp s} - \Delta p_{dysp} - \Delta p_{zawdP/V} - \Delta p_{zw}$	$\Delta p$ [kPa]	24,05	23,79
Stopień otwarcia zaworu $\Delta p/V$	$\frac{h}{h_o} = \frac{V}{V_o} = \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_o} \right)^{0.5}$	$h/h_o$	0,68	0,68
Wymagany opór kryzy	$\Delta p_{kr} = p_{dysp min} - \Delta p_{dysp} - \frac{\Delta p_{zdp/V} - \Delta p_{zw}}{0.3^2}$	$\Delta p_{kr}$ [kPa]	0,00	0,00
Zaleca się dopuszczalny minimalny stopień otwarcia zaworu na 20%. Wartość do skrzyżowania pojawia się przy stopniu otwarcia mniejszym niż 0,3 ew. kryzę należy montować na rurociągu powrotnym wężła.				

#### 8.2. Sprawdzenie warunku kawitacji zaworu $\Delta p/V$

Minimalne ciśnienie zasilania pomniejszone o stratę ciśnienia na dopływie	$p_{min} = p_{min zas} - \Delta p_{rur}$	$p_{min}$	679,78	kPa
Strata ciśnienia w przewodzie powrotnym (do zaworu)	$\Delta p_{wezp}$		2,08	kPa
Miernicza strata ciśnienia w zaworze regulacyjnym	$\Delta p_{zw}$		20	kPa
Współczynnik kawitacji	$z$		0,60	
Ciśnienie nasycenia w temperaturze zasilania	$p_{nas}$		235,95	kPa
Dopuszczalna różnica ciśnienia ze względu na kawitację	$\Delta p_{dopkaw}$		266,29	kPa
Dopuszczalna różnica ciśnienia ze względu na kawitację dla całego wężła	$\Delta p_{maxkaw}$		347,67	kPa
	$\Delta p_{max kaw} = \Delta p_{dopkaw} + \Delta p_w + \Delta p_{wez} + \Delta p_{wezp} + \Delta p_{zr}$			
Kawitacja			nie występuje	

### 9. Zestawienie danych technicznych do projektu automatycznej regulacji węzła cieplnego

Parametry sieci i instalacji	woda sieciowa zasilanie	125 °C		według projektu, danych PEC i założeń
	obieg c.o.	75 52 °C		
Minimalne ciśnienie dyspozycyjne i ciśnienie absolutne w sieci	zima	120,0 kPa	$p_1$ [bar]	
	lato	120,0 kPa	6,8	
Wymienniki ciepła	c.o.	XB 20-	1 30	
	c.w.	XB 30-	1 26	
Strata ciśnienia w obiegach [kPa]				
	c.o.	c.w.		
Wymiennik	2,24	18,94		
Rurociągi, armatura i filtry	1,83	9,77		
Zawór regulacyjny	17,57	28,33		
Ciepłomierz	7,81			
Razem	29,44	57,03		
Kryza (zawór regulacyjny)	-	-		
Strata ciśnienia w obiegach (zima)				
Regulowana różnica ciśnienia - zima			57,03 kPa	
Strata ciśnienia w zaworze różnicy ciśnienia			31,01 kPa	
Strata ciśnienia w obwodzie wspólnym (z filtrami)			5,75 kPa	
Strata ciśnienia w ciepłomierzu głównym			13,16 kPa	
Minimalne ciśnienie dyspozycyjne węzła - zima			106,96 kPa	
Strata ciśnienia w obiegach (lato)				
Wymienniki c.w.			18,94 kPa	
Rurociągi, armatura i filtry			9,77 kPa	
Zawór regulacyjny			28,33 kPa	
Regulowana różnica ciśnienia - lato			57,03 kPa	
Strata ciśnienia w zaworze różnicy ciśnienia			31,16 kPa	
Strata ciśnienia w obwodzie wspólnym (z filtrami)			5,04 kPa	
Strata ciśnienia w ciepłomierzu głównym			14,14 kPa	
Minimalne ciśnienie dyspozycyjne węzła - lato			107,37 kPa	

10. Legenda oznaczeń:	Jednostka
$G_{sz}$ - strumień masy czynnika, obwód wspólny zima	[t/h]
$G_{sco}$ - strumień masy czynnika, obwód sieciowy c.o.	[t/h]
$G_{scw}$ - strumień masy czynnika, obwód sieciowy c.w.	[t/h]
$N_{co}$ - moc cieplna c.o.	[kW]
$N_{cw\ max}$ - moc cieplna c.w. max.	[kW]
$\Delta T_{co}$ - różnica temp. zasilania i powrotu c.o.	[K]
$\Delta T_{cw}$ - różnica temp. zasilania i powrotu c.w.	[K]
$C_p$ - Ciepło właściwe	[kJ/kgK]
$\Delta p_{obw\ sz}$ - strata ciśnienia w obwodzie sieciowym wspólnym (przyłączeniowym) zima	[kPa]
$\Delta p_{tur}$ - strata ciśnienia na orurowaniu węzła	[kPa]
$\Delta p_{ciepl}$ - strata ciśnienia na ciepłomierzu głównym	[kPa]
$\Delta p_{zawdp/v}$ - strata ciśnienia na regulatorze różnicy ciśnień i przepływu	[kPa]
$\Delta p_{obw\ sl}$ - strata ciśnienia w obwodzie sieciowym wspólnym (przyłączeniowym) lato	[kPa]
$\Delta p_{obw\ sco}$ - strata ciśnienia w obwodzie sieciowym c.o.	[kPa]
$\Delta p_{zawreg\ co}$ - strata ciśnienia na zaworze regulacyjnym c.o.	[kPa]
$\Delta p_{zawreg\ cw}$ - strata ciśnienia na zaworze regulacyjnym c.w.	[kPa]
$\Delta p_{obw\ scw}$ - strata ciśnienia w obwodzie sieciowym c.w. lato	[kPa]
$\Delta p_{obw\ ico}$ - strata ciśnienia w obwodzie instalacyjnym c.o.	[kPa]
$\Delta p_{filtra\ co}$ - strata ciśnienia na filtrze c.o.	[kPa]
$\Delta p_{obw\ icw}$ - strata ciśnienia w obwodzie instalacyjnym c.w. lato	[kPa]
$\Delta p_{filtra\ cw}$ - strata ciśnienia na filtrze c.w.	[kPa]
$\Delta p_{obw\ icyrkw}$ - strata ciśnienia w obwodzie instalacyjnym cyrkulacji c.w. lato	[kPa]
$\Delta p_{zw}$ - mierniczy opór regulatora $\Delta p/V$ (opór na zwężce 20 lub 50kPa)	[kPa]
$\Delta p_w$ - strata ciśnienia w obwodzie wspólnym (w pętli regulacji $\Delta p/V$ )	[kPa]
$\Delta p_{zbd}$ - spadek ciśnienia w zaworze $\Delta p/V$ (bez dławika)	[kPa]
$\Delta p_{dyspz}$ - ciśnienie dyspozycyjne - zima	[kPa]
$\Delta p_{dyspl}$ - ciśnienie dyspozycyjne - lato	[kPa]
$h/h_0$ - stopień otwarcia regulatora $\Delta p/V$	-
$\Delta p_{kr}$ - wymagany opór kryzy	[kPa]
$\Delta p_{max\ kaw}$ - dopuszczalna różnica ciśnienia ze względu na kawitację dla całego węzła	[kPa]