



Politechnika
Wrocławska

Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo 1

edycja 2018/2019

Wykład 5 i 6

50% semestru minęło!

**Ogrzewanie pompowe dwururowe:
zasady prowadzenia przewodów
i obliczania. Rodzaje i zasady doboru
pomp obiegowych w instalacjach c.o.**

dr inż. Bogdan Nowak

Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa
i Ochrony Powietrza

pok. 307, bud. C-6

bogdan.nowak@pwr.edu.pl

www.iko.pwr.edu.pl / www.iko.pwr.edu.pl

1	Wprowadzenie i omówienie zakresu wykładu. Podstawy prawne projektowania, budowy i eksploatacji instalacji grzewczych. Komfort cieplny.	2
2	Metody obliczania współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych.	2
3	Metody obliczania zapotrzebowania ciepła pomieszczeń i budynków ogrzewanych.	2
4	Grzejniki: budowa, parametry pracy, zalety i wady poszczególnych typów, zasady doboru.	2
5	Schematy i zasady zabezpieczania instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego.	2
6	Schematy i zasady zabezpieczania instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiórczymi przeponowymi.	2
7	Ogrzewanie pompowe dwururowe: zasady prowadzenia przewodów i obliczania. Rodzaje i zasady doboru pomp obiegowych w instalacjach c.o.	2
8	Źródła ciepła: kotłownia, jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy. Regulacja mocy źródła ciepła w zależności od potrzeb instalacji.	2
9	Ogólna charakterystyka systemów ogrzewania, efektywność energetyczna systemów zaopatrzenia w ciepło.	2
10	Armatura odcinająca i regulacyjna, elementy wyposażenia instalacji c.o.	2
	Razem:	20
	EGZAMIN	

instalacja c.o.:

- **źródło ciepła** (kotłownia, pompa ciepła, węzeł ciepłowniczy, mikrokogeneracja ...)
- **rurociągi** (stalowe, miedziane, tworzywo sztuczne)
- **armatura** (odcinająca, zawory zwrotne, zawory przygrzejnikowe, GZT, zawory podpionowe, zawory różnicy ciśnienia, zawór upustowy, zawory trójdrogowe, zawory regulacyjne)
- **grzejniki**
- **odpowietrzenie** (zespół urządzeń, armatury i rurociągów przeznaczonych do oddzielania i usuwania powietrza i nierozpuszczonych gazów z całej instalacji c.o. lub jej części)
- **urządzenia zabezpieczające** (urządzenia, które zabezpieczają instalacje c.o. przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury i ciśnienia lub tylko ciśnienia)
 - naczynie wzbiorcze systemu otwartego
 - naczynie wzbiorcze przeponowe
 - urządzenie stabilizujące (utrzymuje ciśnienie w instalacji w określonym zakresie)
- **urządzenia kontrolno-pomiarowe** (wskazujące lub rejestrujące poszczególne parametry w ustalonych miejscach instalacji)
- **urządzenia alarmowe** (sygnalizujące w sposób optyczny lub akustyczny osiągnięcie parametrów granicznych)

obliczenia instalacji c.o. (1):

- Obliczenie zapotrzebowania na ciepło (POC, PSC – Wykład 2 i 3)
- Wybór t_z / t_p (Wykład 4)
- Dobór grzejników (Wykład 4, $POC_{\text{pomieszczenia}}$)
- Dobór źródła ciepła ($\Phi_K \geq POC_{\text{budynku}}$)
- Geometria instalacji
- Wyposażenie instalacji w urządzenia i armaturę (odgazowywacz, filtrodmulnik, liczniki ciepła, AKP, itd.)
- Rysunki (rzuty kondygnacji i rozwinięcie)
- Schemat obliczeniowy
- Podział instalacji na działki obliczeniowe
- Wybór magistrali obliczeniowej
- Określenie obciążeń cieplnych działek obliczeniowych i przepływu w nich czynnika grzewczego (m, kg/s)

obliczenia instalacji c.o. (2):

- Dobór średnic (DN lub $d_z \times g, R, w$)
- Określenie oporów miejscowych dla kolejnych działek obliczeniowych ($\zeta, kv, \Delta p_m$)
- Obliczenie oporów liniowych i miejscowych działek magistrali obliczeniowej i ich sumy
- Przyjęcie autorytetu GZT (grzejnikowego zaworu termostaticznego)
- Obliczenie wymaganego oporu GZT
- Obliczenie oporu hydraulicznego całej magistrali (łącznie z GZT)
- Dobór pompy obiegowej
- Obliczenia dla obiegów pozostałych grzejników i zrównoważenie hydrauliczne obiegów (dobór nastaw GZT)

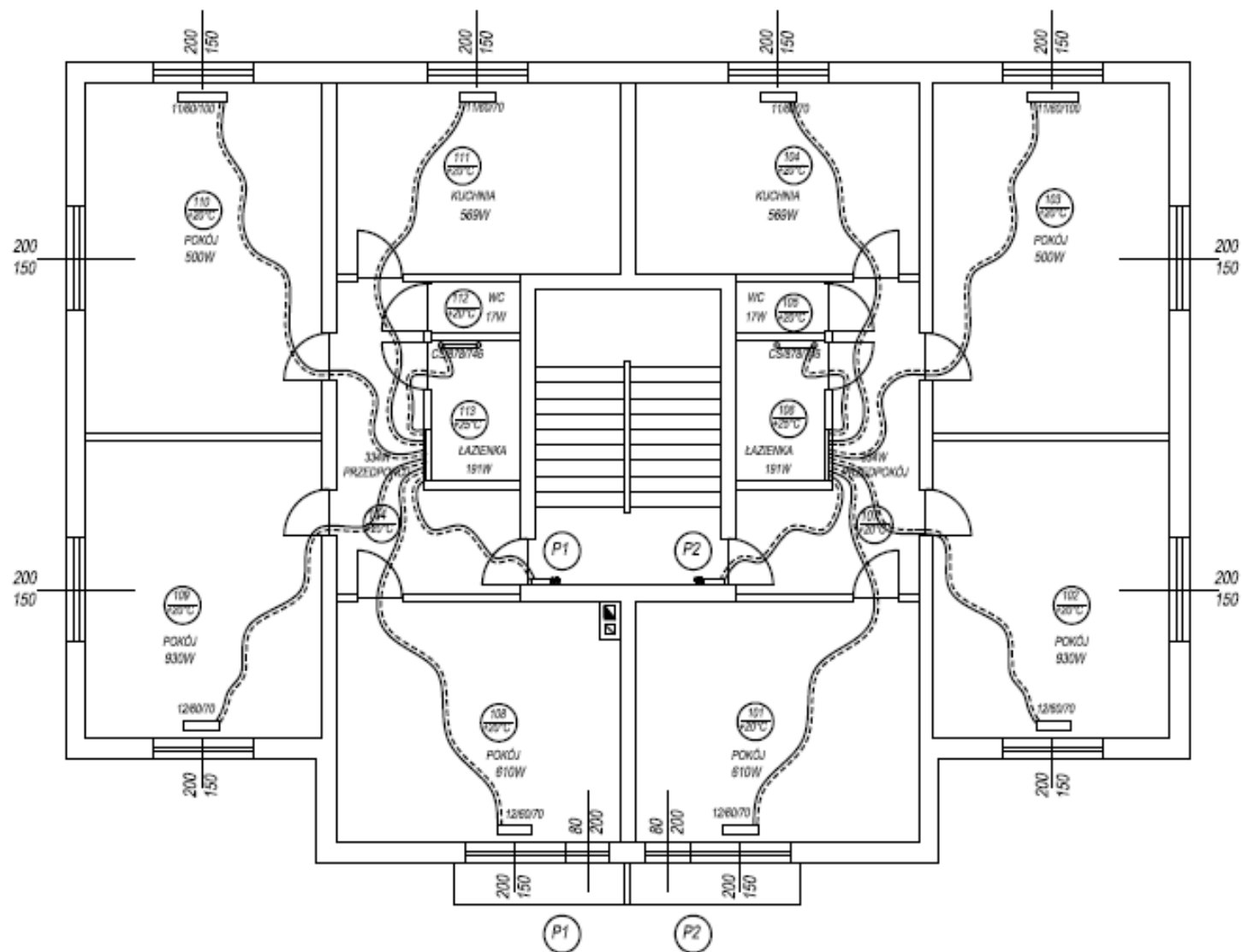
Geometria instalacji :

- Instalacja jednorurowa i dwururowa
- Rozdział dolny i górny
- Grzejniki podłączane bezpośrednio do pionów (ukł. wielopionowy) lub z rozprowadzeniem czynnika grzejnego od pionu do grupy grzejników (rozdzielaczowe, dwururowe z wykorzystaniem trójników, jednorurowe ...)
- Instalacja z węzłami mieszkaniowymi (c.o. i c.w.u.)
-

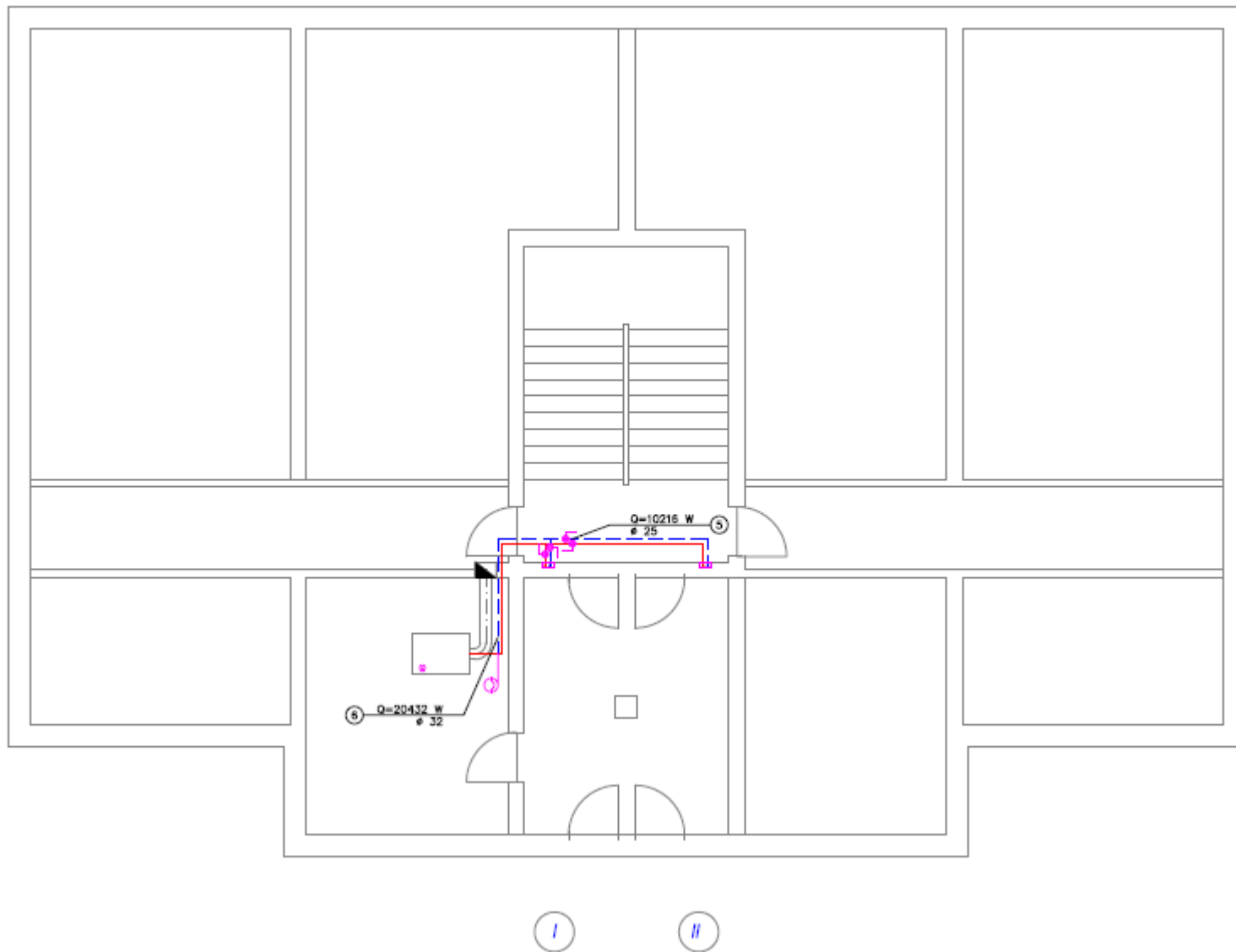
Wyposażenie instalacji :

- **Armatura**
- **Zawory automatycznej regulacji (GZT, podpionowe, w źródle ciepła)**
- **Odgazowywacz**
- **Filtroodmulnik**
- **Liczniki ciepła mieszkaniowe, w źródle ciepła**
- **Zabezpieczenie instalacji c.o. (Wykład 7 i 8)**
- **....**

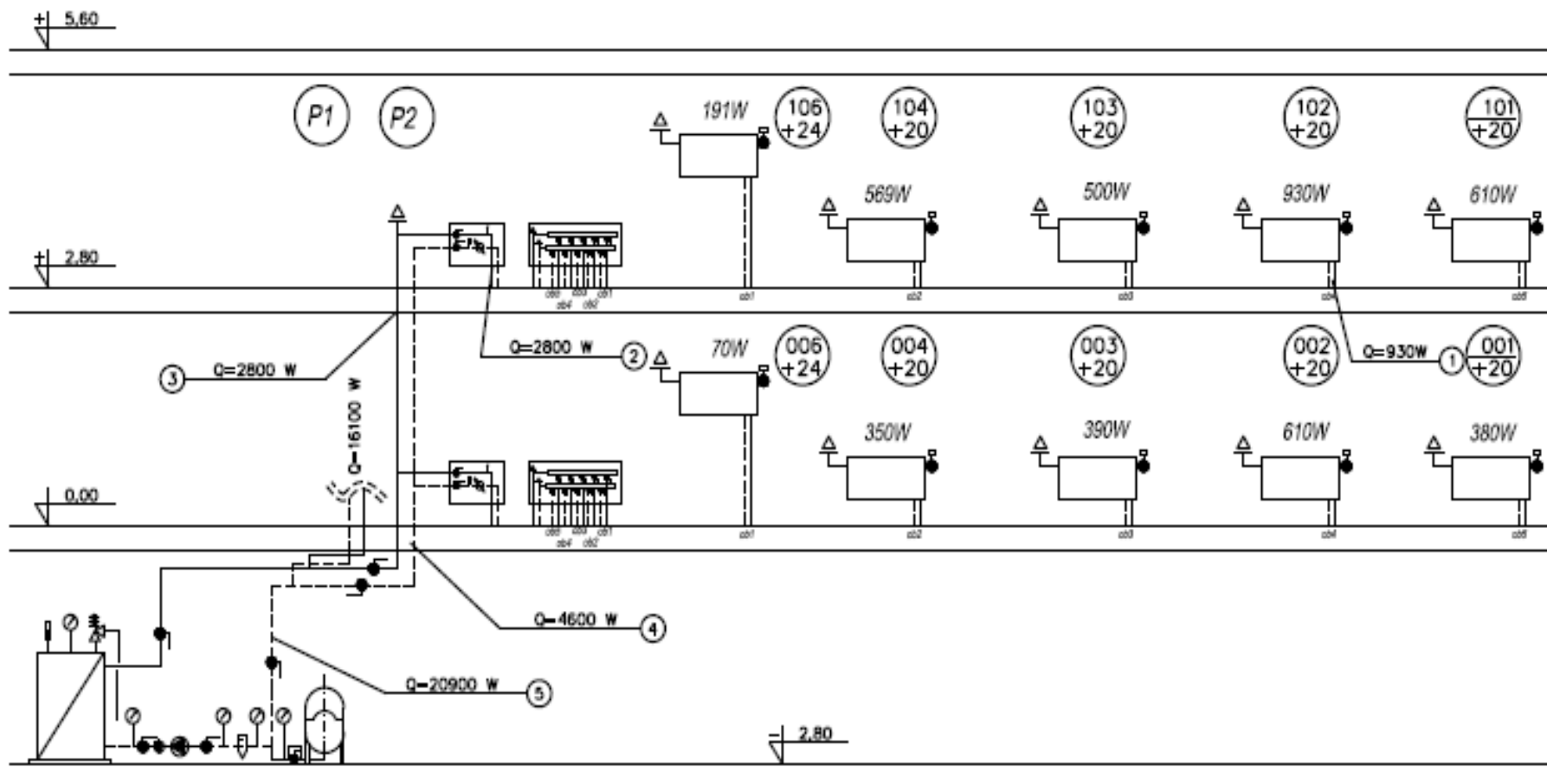
Rysunki – rzuty kondygnacji



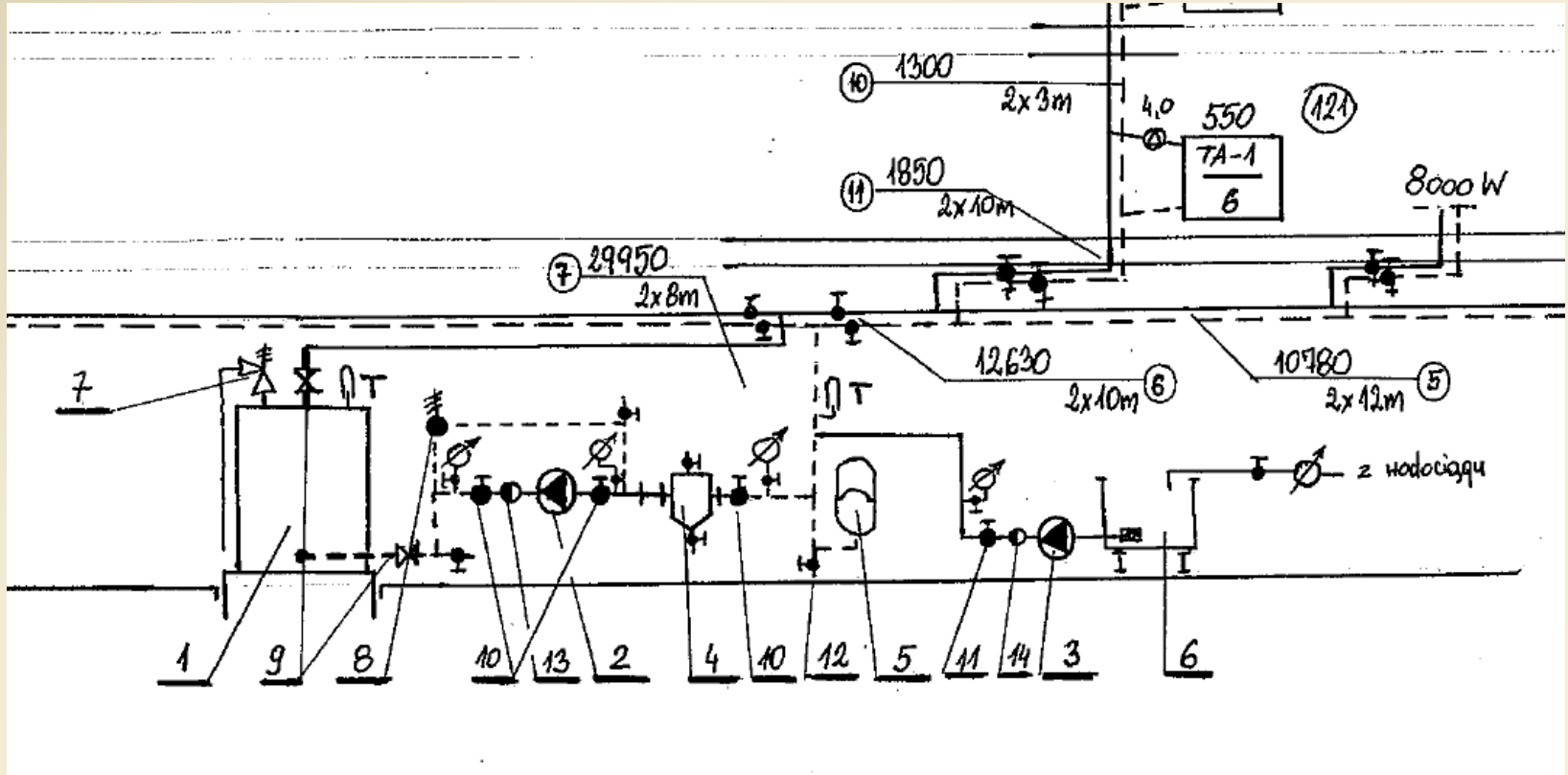
Rysunki – rzuty kondygnacji



Rysunki - rozwinięcie



Rysunki - rozwinięcie



działki obliczeniowe :

Działka obliczeniowa to fragment instalacji, w którym występuje stały przepływ (stały strumień masy), stała średnica rurociągu oraz jednolite wykonanie materiałowe (chropowatość)

tj. można dla niej przyjąć stały jednostkowy opór liniowy (R , Pa/m)

w instalacji dwururowej przyjmuje się łącznie odcinek zasilania i powrotu, chociaż należy zweryfikować to na rysunkach, czy takie założenie jest słuszne

magistrala obliczeniowe :

magistrala obliczeniowa to ciąg działek obliczeniowych, wyznaczających obieg grzejnika od którego zaczynamy obliczenia hydrauliczne instalacji

ciąg działek obliczeniowych pomiędzy źródłem ciepła a najniekorzystniej położonym grzejnikiem

w przypadku pomijania w obliczeniach ciśnienia czynnego grawitacyjnego, wyznacza ją grzejnik najdalej, najwyżej i najbardziej obciążony cieplnie

Określenie obciążeń cieplnych działek obliczeniowych i przepływu :

działka	Moc cieplna	Przepływ
Nr	Q	m
	W	kg/h
1	930	40
2	2800	120
3	2800	120
4	4600	198
5	20900	900
$Q = m * c_p * (t_z - t_p)$ $m = Q / (c_p * \Delta t)$		

POC pomieszczenia a **POC** budynku

w obrębie mieszkania **POC** pomieszczenia

dla działek przesyłających czynnik grzewczy do dwóch lub więcej mieszkań na podstawie wyznaczonego jak dla **POC** budynku

$$m = \Phi / [c_p * (t_z - t_p)], \text{ kg/s}$$

Dobór średnic (DN lub $d \times g$, R, w):

kryteria doboru zależą od zastosowanego materiału

kryterium jednostkowych oporów liniowych

$R \leq \text{ok. } 100 \text{ Pa/m}$

kryterium prędkości

$w, \text{ m/s} \leq \text{DN, dcm}$ (np. DN 25 – 0,25 m/s) dla rurociągów stalowych

ogólnie r. stalowe (0,5-0,7-1,0 m/s max)

rury miedziane – mniejsze prędkości

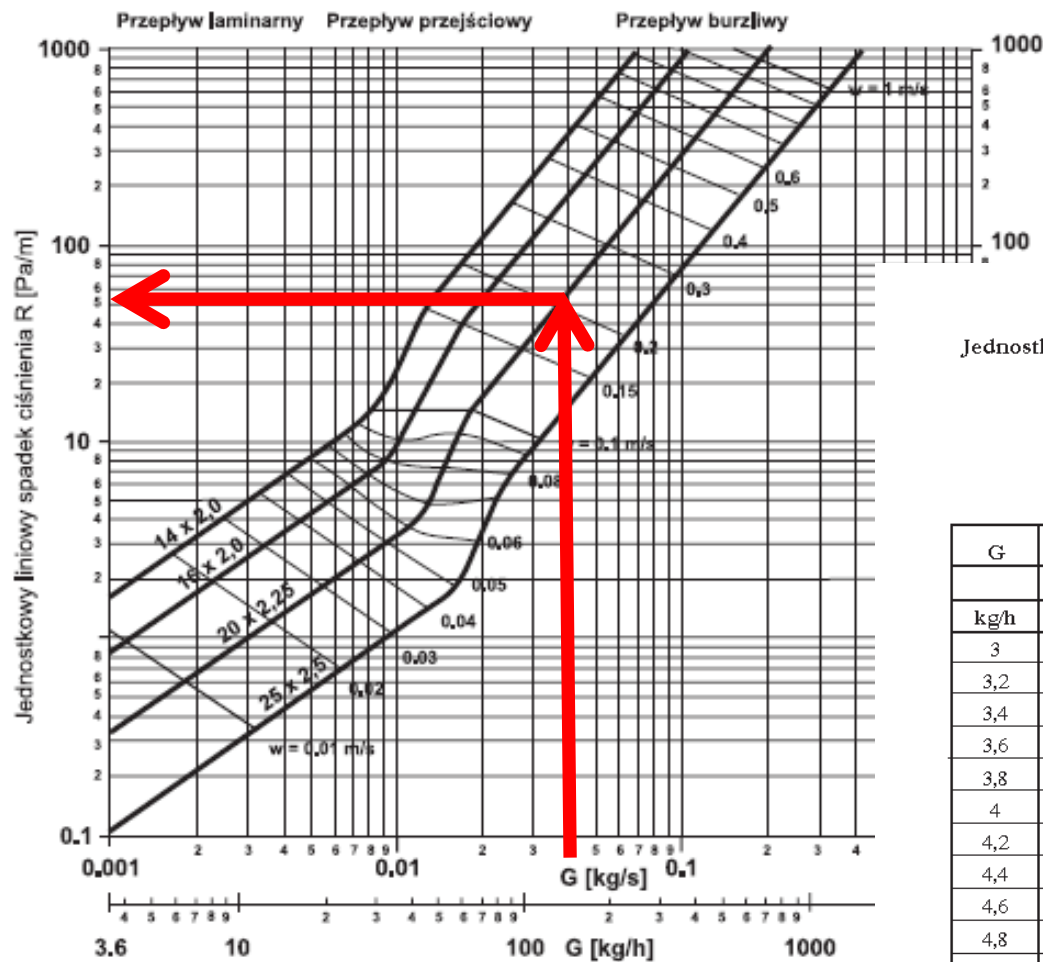
rury z tworzyw – niska chropowatość i małe R nawet przy „dużych” prędkościach, ale należy pamiętać o oporach miejscowych, które zależą od prędkości (do kwadratu)

kryterium sumarycznych oporów instalacji (suma oporów powinna odpowiadać wysokości podnoszenia pompy lub ciśnienia czynnego grawitacyjnego – w instalacjach grawitacyjnych)

9.5.1. Prędkość przepływu w instalacji c.o. z rur KISAN.

- a) prędkość w poziomych przewodach rozdzielczych nie większa niż 1,0 m/s, zalecane prędkości 0,5 - 0,6 m/s,
- b) w pionach zalecane prędkości 0,2 - 0,4 m/s,
- c) w gałęzkach grzejnikowych ogrzewań dwururowych do 0,3 m/s.

KISAN, rury PE – AL - PE



Tablica C1

Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia R w rurach wielowarstwowych KISAN dla instalacji centralnego ogrzewania

G - obliczeniowy strumień wody, [kg/h]
w - prędkość wody, [m/s]
R - jednostkowy opór liniowy, [Pa/m]

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
3	1,3	0,010	0,7	0,007	0,3	0,005	0,1	0,003
3,2	1,4	0,011	0,7	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,4	1,5	0,011	0,8	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,6	1,6	0,012	0,8	0,009	0,3	0,005	0,1	0,003
3,8	1,7	0,013	0,9	0,009	0,3	0,006	0,1	0,003
4	1,8	0,013	0,9	0,010	0,4	0,006	0,1	0,003
4,2	1,9	0,014	1,0	0,010	0,4	0,006	0,1	0,004
4,4	1,9	0,015	1,0	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,6	2,0	0,015	1,1	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,8	2,1	0,016	1,1	0,012	0,4	0,007	0,1	0,004
5	2,2	0,017	1,2	0,012	0,4	0,008	0,1	0,004

Rys.31. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia R w rurach wielowarstwowych KISAN dla instalacji centralnego ogrzewania

LINIOWE OPORY HYDRAULICZNE W PRZEWODACH OGRZEWAŃ WODNYCH
 - wierz górný - opór jednostkowy w [Pa/m] $\rho = 1000$
 - wierz dolny - prędkość w [m/s]

Tablica 1

Prze- pływ kg/h	Rury instalacyjne w/g PN-74/H-71200										Rury stalowe ze szwem przewodowe w/g PN-73/H-71244										Prze- pływ kg/h
	Średnice nominalne					mm					Średnica zewnętrzna x grubość ścianki [mm]										
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	70x3,2	76x3,2	82x3,6	106x3,6	102x4	114x4	133x4	139x4	159x4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
10	2,2 0,01	3,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
11	2,5 0,03	3,8 0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
12,5	2,8 0,03	4,0 0,02	0,3 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	3,1 0,04	4,4 0,02	0,3 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	3,6 0,04	5,0 0,02	0,4 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	4,0 0,05	5,6 0,03	0,4 0,01	0,2 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	4,5 0,05	6,3 0,03	0,5 0,02	0,2 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	4,9 0,06	7,0 0,03	0,5 0,02	0,2 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	5,6 0,06	7,9 0,04	0,6 0,02	0,2 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	16,0 0,07	2,1 0,04	0,6 0,02	0,3 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32	20,5 0,08	2,4 0,05	0,7 0,03	0,3 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	25,6 0,09	2,7 0,05	0,8 0,03	0,3 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	31,2 0,10	2,8 0,06	0,9 0,03	0,4 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
45	39,1 0,11	5,3 0,01	1,0 0,04	0,4 0,02	0,1 0,01	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-
50	49,8 0,13	6,8 0,02	2,6 0,04	0,4 0,03	0,1 0,01	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-
56	59,4 0,14	8,6 0,03	3,2 0,05	0,5 0,03	0,2 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-
63	74,5 0,16	10,3 0,04	3,9 0,05	1,2 0,03	0,2 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-	-
71	93,9 0,18	12,9 0,05	4,9 0,06	1,5 0,04	0,2 0,02	0,1 0,02	0,0 0,01	-	-	-	-	-	-
80	116,0 0,20	15,8 0,07	6,1 0,06	1,4 0,04	0,2 0,02	0,1 0,02	0,0 0,01	-	-	-	-	-	-
90	149,0 0,23	19,0 0,08	7,6 0,07	2,3 0,05	0,6 0,03	0,1 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	-	-
100	183,0 0,25	22,1 0,09	9,3 0,08	2,8 0,05	0,7 0,03	0,3 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	0,0 0,01	-
110	229,0 0,28	26,0 0,10	11,1 0,09	3,3 0,06	0,8 0,03	0,4 0,02	0,1 0,01	-	-	-	-	0,0 0,01	-
125	283,0 0,32	30,9 0,11	14,1 0,10	4,2 0,06	1,0 0,04	0,5 0,03	0,2 0,02	0,0 0,01	-	-	-	0,0 0,01	0,0 0,01
140	353,0 0,35	36,5 0,12	17,5 0,11	5,2 0,07	1,3 0,04	0,6 0,03	0,2 0,02	0,0 0,01	-	-	-	0,0 0,01	0,0 0,01
160	459,0 0,40	44,0 0,14	22,6 0,13	6,7 0,08	1,6 0,05	0,7 0,03	0,2 0,02	0,1 0,01	0,0 0,01	-	-	0,1 0,01	0,1 0,01
180	579,0 0,45	53,0 0,16	28,3 0,15	8,4 0,09	2,0 0,05	0,9 0,04	0,3 0,02	0,1 0,01	0,0 0,01	-	-	0,1 0,02	0,1 0,01
200	712,0 0,51	69,0 0,18	34,7 0,16	10,3 0,10	2,4 0,06	1,1 0,04	0,3 0,03	0,1 0,02	0,0 0,01	-	-	0,1 0,02	0,1 0,02
220	860,0 0,56	84,0 0,20	41,7 0,18	12,3 0,11	2,9 0,06	1,3 0,05	0,4 0,03	0,1 0,02	0,1 0,01	-	-	0,2 0,02	0,1 0,02

Dobór średnic (DN lub dz x g, R, w):

działka	Moc ciepla	Przepływ	Długość	Średnica	Prędkość	Jednostkowy opór tężeniowy
Nr	Q	m	L	DN	w	R
	Wt	kg/h	m	mm	m/s	Pa/m
1	930	40	19,8	14x2	0,13	35,1
2	2800	120	9,9	16x2	0,29	124,9
3	2800	120	5,6	16x2	0,29	124,9
4	4600	198	12	20x2,2 5	0,30	97,4
5	20900	900	10	32x3	0,48	105

$Q = m \cdot c_p \cdot (t_z - t_p)$
 $m = Q / (c_p \cdot \Delta t)$

Opory miejscowe:

- współczynnik oporów miejscowych ζ
- współczynnik przepływu k_v
- charakterystyka hydrauliczna

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho, \text{ Pa}$$

$$\Delta p = (V / k_v)^2, \text{ bar} \quad V, \text{ m}^3/\text{h}$$

Charakterystyki hydrauliczne

Spadek ciśnienia w grzejniku zależy od wielkości strumienia masowego przepływającej przez niego wody.

Dla grzejników jednopłytowych spadek ciśnienia w grzejniku określa się równaniem:

$$\Delta p = 0,0160 \times q^2 \quad k_v = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dla grzejników wielopłytowych spadek ciśnienia w grzejniku określa się równaniem:

$$\Delta p = 0,0105 \times q^2 \quad k_v = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

Δp - spadek ciśnienia wody przez grzejnik, wyrażony w paskalach [Pa]

q - strumień masowy wody płynącej przez grzejnik, wyrażony w kilogramach na godzinę [kg/h]

Dla grzejników z zasilaniem dolnym, które mają wbudowaną wkładkę zaworową, charakterystykę hydrauliczną określa się dla zestawu grzejnik + wkładka zaworowa.



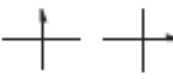



Lp	Nazwa	Średnica	ξ
1	Grzejnik członowy	10 – 15	3,0
		20 – 25	2,0
2	Grzejnik stalowy płytowy	10	2,5
		15	6,5
		20	19,0
		25	46,0
3	Zawór grzejnikowy fig. M-3173 i M-3175	10 – 15	8,5
		20 – 25	6,0
4	Grzejnikowy zawór termostatyczny	10 – 15	23,0
5	Zawór odcinający skośny	10 – 15	3,5
		20 – 25	3,0
		32 – 40	2,5
		50	2,0
6	Kolbno gięte $r/d \geq 1,5$	10	2,0
		15	1,5
		20	1,0
		≥ 25	0,5
7	Kocioł żeliwny		2,5

Wytyczne COBRTI Instal

Lp.	Oznaczenie	Nazwa oporu miejscowego	ξ
1		Grzejnik członowy przy średnicy gałązki $d_w=12,2$	1,5
		$d_w=15,5$	3,0
		$d_w=20,5$	9,0
2		Grzejnik stalowy płytowy przy średnicy gałązki $d_w=12,2$	2,5
		$d_w=15,5$	6,5
		$d_w=20,5$	19,0
3		Zawór grzejnikowy fig M-3173 i M-3175 $d_n=10+15$	8,5
		$d_n=20$	6,0
4		Zawór grzejnikowy termostatyczny $d_n=10+15$	23,0
5		Zawór odcinający prosty $d_n=10+15$	16,0
		$d_n=20+25$	12,0
6		Zawór odcinający skośny $d_n=10+15$	3,5
		$d_n=20+25$	3,0
7		Zawór kulowy	0,15
8		Zawór zwrotny	4,0
9		Kocioł żeliwny	2,5

KISAN, rury PE – AL - PE

		30	40
6	Kołbno gęste $r/d \geq 1,5$	10 15 20 ≥ 25	2,0 1,5 1,0 0,5
7	Kociot żeliwny		2,5
8	Odsadzka		0,5
9	Obejście		1,0
10	Wydłużka gładka sprężysta		2,0
11	Trójniki: - przełot zasilanie powrót - odgałęzienie zasilania - odgałęzienie powrót - prąd zbieżny, rozgałęzienie		0,5 1,5 1,0 3,0
12	Nagła zmiana przekroju - rozszerzenie - zwężenie		1,0 0,5

Lp.	Oznaczenie	Nazwa oporu najmniejszego	ξ
10		Kociot stalowy	2,0
11		Kołbno KISAN	2,0
12		Kołbno gęste * $r/d \geq 5$	$d_w = 12,2$ 0,5 $d_w = 15,5$ 0,3 $d_w = 20,5$ 0,3
13		Trójniki: przełot zasilanie przełot powrót odgałęzienie zasilania odgałęzienie powrotu prąd zbieżny, rozgałęzienie	0,3 0,9 1,3 0,9 3,0 1,5
14		Czwórnik przełot Czwórnik odgałęzienie	2,0 3,0
15		Odsadzka	0,5
16		Obejście	1,0
17		Wydłużka gładka sprężysta	2,0
18		Nagła zmiana przekroju rozszerzenie zwężenie	1,0 0,5

* - najmniejszy promień gięta rur KISAN $r = 5d$.

Zestawienie oporów miejscowych

- Działka 1

Dz	Opis	ζ	$\Sigma\zeta$
1	grzejnik płytowy stalowy zmiany kierunku - ze względu na <u>kompensacje - 10% R*1</u>	2,5	
	kolano x 4	0,8	
	zawór odcinający kulowy pełnoprzelotowy x2	0	
	rozdzielacz (odpływ 0,5 + dopływ 1,0)	1,5	4,8

Opory instalacji

bez współrzędnych zaworów rozdziału ciśnienia, geometrii wg rysunku.

działka	Moc cieplna	Przepływ	Długość	Średnica	Prędkość	Jednostkowy opór liniowy	Δp_l	Wsp. oporu miejsc	Δp_m	Δp	
Nr	Q	m	L	DN	w	R	$R \times l$	$\Sigma \zeta$			
	W	kg/h	m	mm	m/s	Pa/m	Pa	-	Pa	Pa	
1	930	40	19,8	14x2	0,13	35,1	$= 35,1 \times 19,8$ $= 695$ filtr siatkowy= ciepłomierz=	4,8	42	$= 695 \times 1,1 + 42 = 807$ 500 600	
2	2800	120	9,9	16x2	0,29	124,9	1237	1,6	67	$= 1,1 \times 1237 + 67 = 1428$	
3	2800	120	5,6	16x2	0,29	124,9	699	4,5	189	888	
4	4600	198	12	20x2,2 5	0,30	97,4	1169	3,0	133	1302	
5	20900	900	10	32x3	0,48	105	1050	14,5	1670	2720	
							FOM=		1500	1500	
$Q = m \cdot c_p \cdot (t_z - t_p)$ $m = Q / (c_p \cdot \Delta t)$										$\Sigma \Delta p_i =$	9 763 Pa

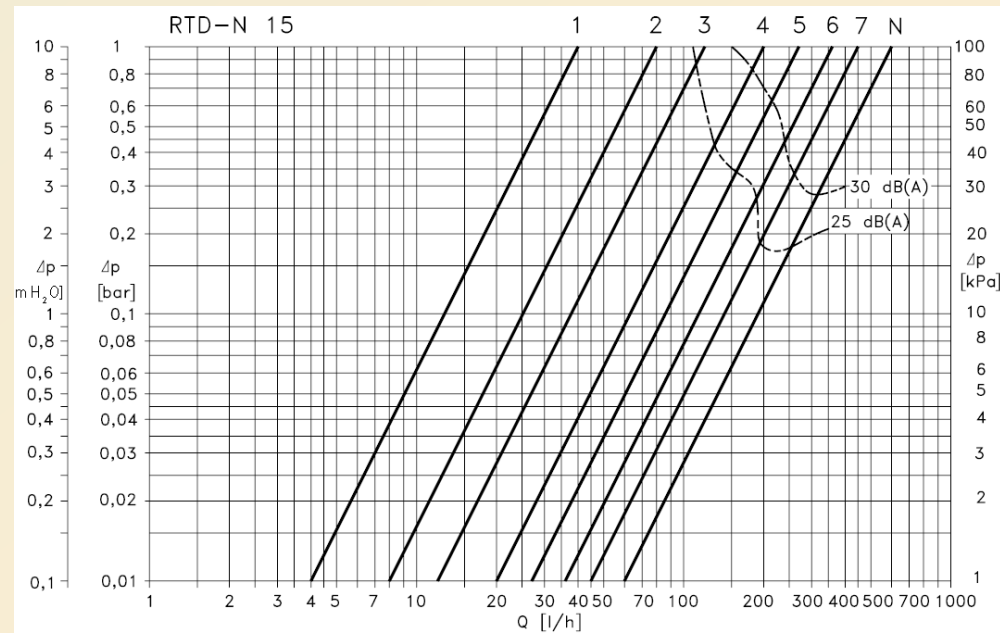
Opór Grzejnikowego Zaworu Termostatycznego

- AUTORYTET ZEWNĘTRZNY ZAWORU**

Autorytet: $a = \Delta p_{GZT} / (\Delta p_i + \Delta p_{GZT})$ przyjmuje się: 0,3 – 0,7

Minimalny spadek ciśnienia na zaworze określony przez producenta, np. 5 kPa, 3 kPa

Nastawa	k_v [m ³ /h]
1	0,08
2	0,16
3	0,25
4	0,36
5	0,49
6	0,60
7	0,70
N	0,74
N	$k_{vs}=1,03$



Dobór pompy obiegowej

Dobór pompy:

$V = \text{strumień w działce kotłowej} = 900 \text{ kg/h}$

$$\Delta p_{\text{POMPY}} = \Delta p_i + \Delta p_{\text{GZT}} = 9\,763 + 0,43 \cdot 9\,763 = 14\,000 \text{ Pa}$$

Parametry pracy pompy:

$V_{\text{RZ}} = 900 \text{ kg/h}$

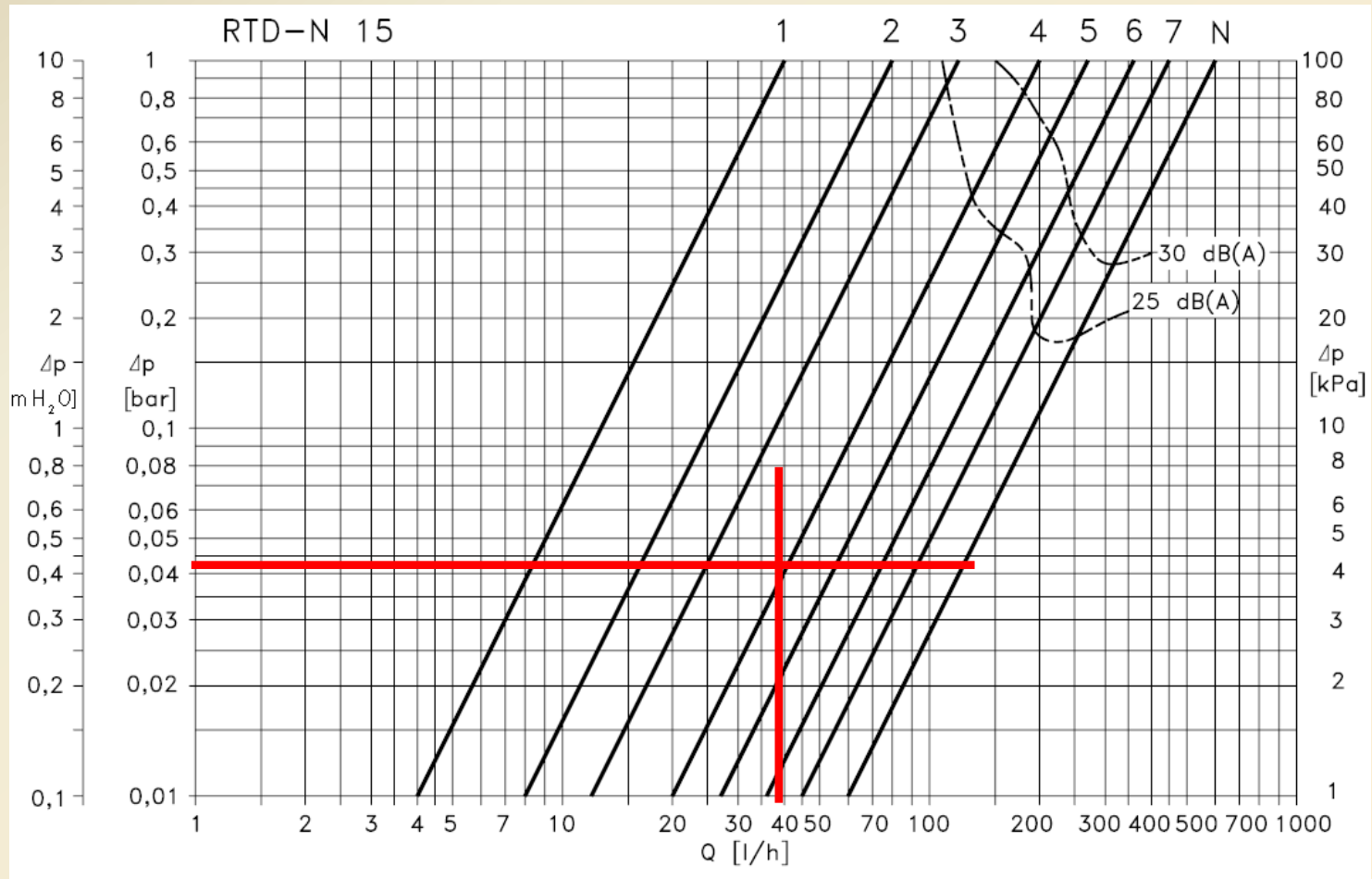
$$\Delta p_{\text{RZ, Pompy}} = 14 \text{ kPa}$$

Ewentualnie uwzględniamy jeszcze udział ciśnienia czynnego grawitacyjnego

$$0,75 \cdot (\rho_p - \rho_c) \cdot 9,81 \cdot h, \text{ Pa}$$

Ostateczna nastawa GZT

1. Strata ciśnienia na GZT: $\Delta p_{GZT} = \Delta p_{PRZ, Pompy} - \Delta p_i = 14 \text{ kPa} - 9,7 \text{ kPa} = 4,3 \text{ kPa} = 0,04 \text{ bar}$
2. Przepływ na GZT $V = V_{grz} = 40 \text{ kg/h} = 0,01 \text{ l/s}$



Pozostałe obiegi grzejników

1. Strata ciśnienia na GZT: $\Delta p_{GZT} = \Delta p_{RZ, Pompy} - \Delta p_i = 14 \text{ kPa} - 9,7 \text{ kPa} = 4,3 \text{ kPa} = 0,04 \text{ bar}$
2. Przepływ na GZT $V = V_{grz} = 40 \text{ kg/h} = 0,01 \text{ l/s}$

rzeczywisty autorytet zaworu

W celu łatwego, wizualnego rozróżnienia danego rodzaju zastosowanej wkładki zaworowej, wprowadzono oznaczenie elementów regulacyjnych wkładek odpowiednimi kolorami.

nastawa wstępna	kv [m ³ /h]	kolor	nr katalogowy
2	0,13	biały	165 11 62
3	0,27	czarny	165 11 63
4	0,42	zielony	165 11 64
5	0,56	niebieski	165 11 65
6	0,70	czerwony	165 11 66

Nastawa:



Pytania kontrolne:

Rysunek rozwinięcia instalacji c.o.

- a) Jest wykonany z zachowaniem przyjętej skali (np. 1:50 lub 1:100)
- b) Jest wykonany z zachowaniem przyjętej skali ale tylko dla wymiarów pionowych
- c) Nie musi być czytelny i pokazywać wszystkich szczegółów instalacji
- d) Jest schematem pokazującym wyłącznie elementy instalacji i jej podział na działki obliczeniowe

Pytania kontrolne:

Działka obliczeniowa instalacji c.o.:

- a) Może mieć (w swoim obrębie) zmienną średnicę
- b) To zasilanie i powrót (w każdym przypadku)
- c) Ma stały jednostkowy opór liniowy
- d) Ma stałe opory miejscowe

Pytania kontrolne:

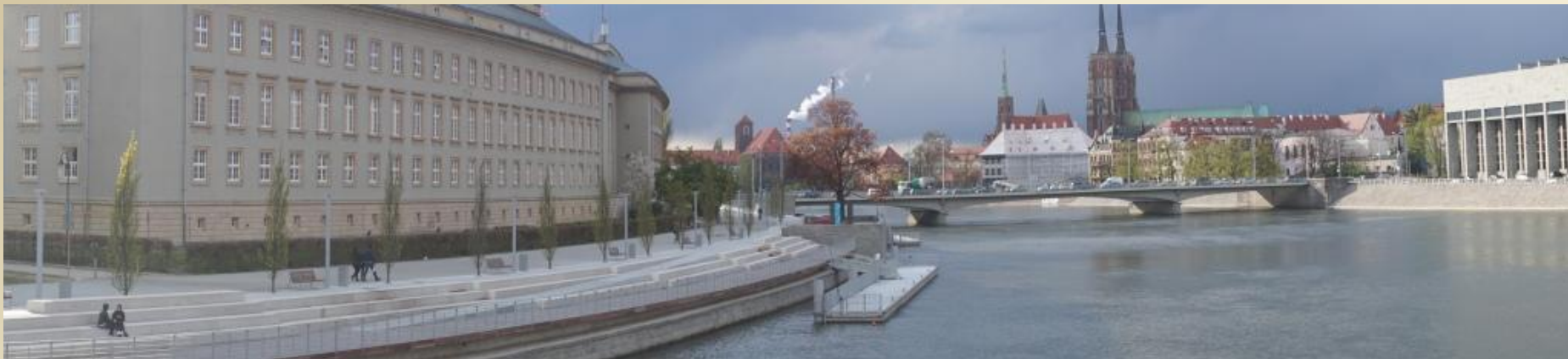
W przypadku wyboru magistrali obliczeniowej:

- a) Nie jest tak naprawdę istotne , który z grzejników ją wyznaczy
- b) Zawsze ją wyznacza najwyżej i najdalej położony grzejnik
- c) Trzeba najpierw policzyć opory hydrauliczne poszczególnych działek obliczeniowych
- d) Trzeba się kierować tym, że ma ona stałe opory liniowe

Pytania kontrolne:

Strumień czynnika grzewczego

- a) nie zależy od temperatury czynnika grzewczego
- b) wynika z ilości ciepła jaki ma przenosić
- c) jest taki sam w przypadku gdy wyznaczony został jako masowy (kg/s) jak w przypadku strumienia objętościowego (m^3/s)
- d) liczymy po zakończeniu obliczeń hydraulicznych instalacji c.o.



Dziękuję za uwagę

13 kwietnia 2019 r.

materiał przygotowany dla celów edukacyjnych w ramach wykładu z przedmiotu
Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo 1

przy jego opracowaniu starałem się zachować jak największą aktualność informacji,
jednak należy sprawdzić aktualność przepisów obowiązujących, norm i rozwiązań
technicznych

nie stanowi kompletnego kompedium wiedzy i może zawierać niezawinione błędy czy
nieścisłości, dlatego zawsze wymaga weryfikacji i porównania z podstawowymi źródłami
wiedzy, takimi jak książki, normy czy publikacje naukowe i techniczne

dr inż. Bogdan Nowak, KKOgiOP, WIŚ, Politechnika Wroclawska