



Politechnika  
Wrocławska

# Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo 1

## edycja 2018/2019

Wykład 7

**Schematy i zasady zabezpieczania instalacji  
ogrzewañ wodnych systemu otwartego.**

**Schematy i zasady zabezpieczania instalacji  
ogrzewañ wodnych systemu zamkniętego z  
naczyniami wzbiorczymi przeponowymi.**

**dr inż. Bogdan Nowak**

Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa  
i Ochrony Powietrza

pok. 307, bud. C-6

[bogdan.nowak@pwr.edu.pl](mailto:bogdan.nowak@pwr.edu.pl)

[www.iko.pwr.edu.pl](http://www.iko.pwr.edu.pl) / [www.iko.pwr.edu.pl](http://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.:

- ...
- **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)
- ....

# Zabezpieczenia instalacji c.o.

- Regulacje prawne w zakresie zabezpieczeń instalacji c.o.
  - Rozporządzenie ...
  - PN-B-02413:1991 – system otwarty (bez ograniczeń)
  - PN-B-02414:1999 – system zamknięty (gaz, olej, en elektr, wymiennik ciepła i p. stałe ale ...)

# System otwarty



System otwarty gdyż czynnik grzewczy ma kontakt z atmosferą.

Jednym z głównych elementów tego układu jest naczynie wzbiornicze otwarte.



# Dlaczego należy zabezpieczyć instalację?

Gęstość wody w temp. 10°C – 998 kg/m<sup>3</sup>

Gęstość wody w temp. 90°C – 954 kg/m<sup>3</sup>

1000 kg H<sub>2</sub>O w temp. 10°C zajmuje objętość ok. 1m<sup>3</sup>

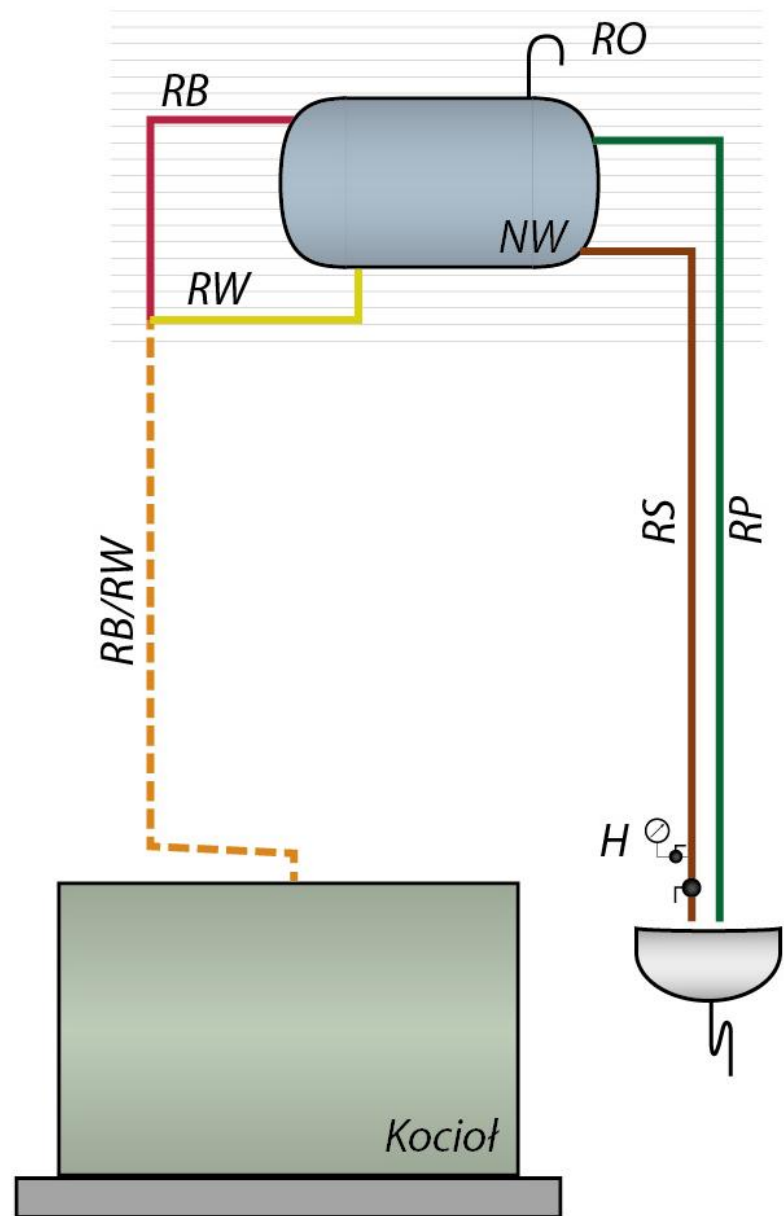
1000 kg H<sub>2</sub>O w temp. 90°C zajmuje objętość ok. 1,04 m<sup>3</sup> (różnica – 40 dm<sup>3</sup>)

# System otwarty

Elementy:

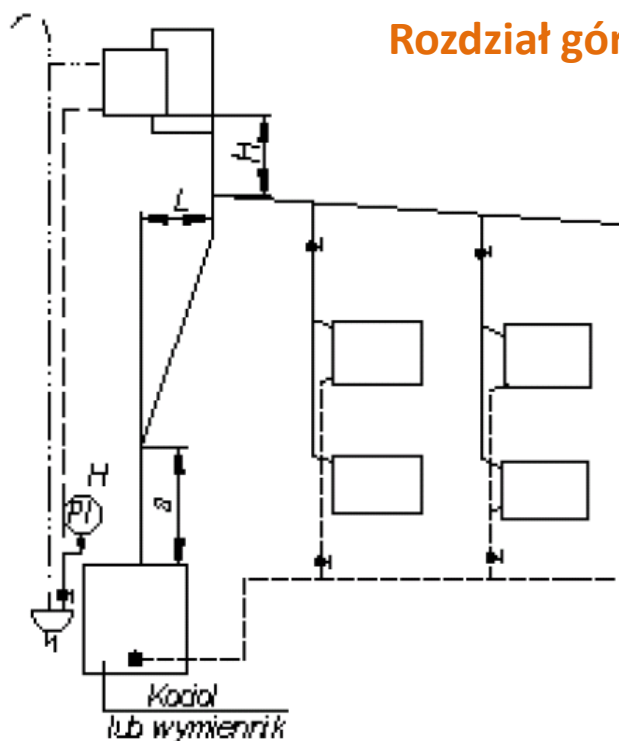
- Naczynie wzbiorcze
- Rura bezpieczeństwa
- Rura wzbiorcza
- Rura przelewowa
- Rura sygnalizacyjna, hydrometr
- Rura odpowietrzająca
- *Rura cyrkulacyjna – warunkowo*
- *Kryza cyrkulacyjna – warunkowo*

# System otwarty - schemat

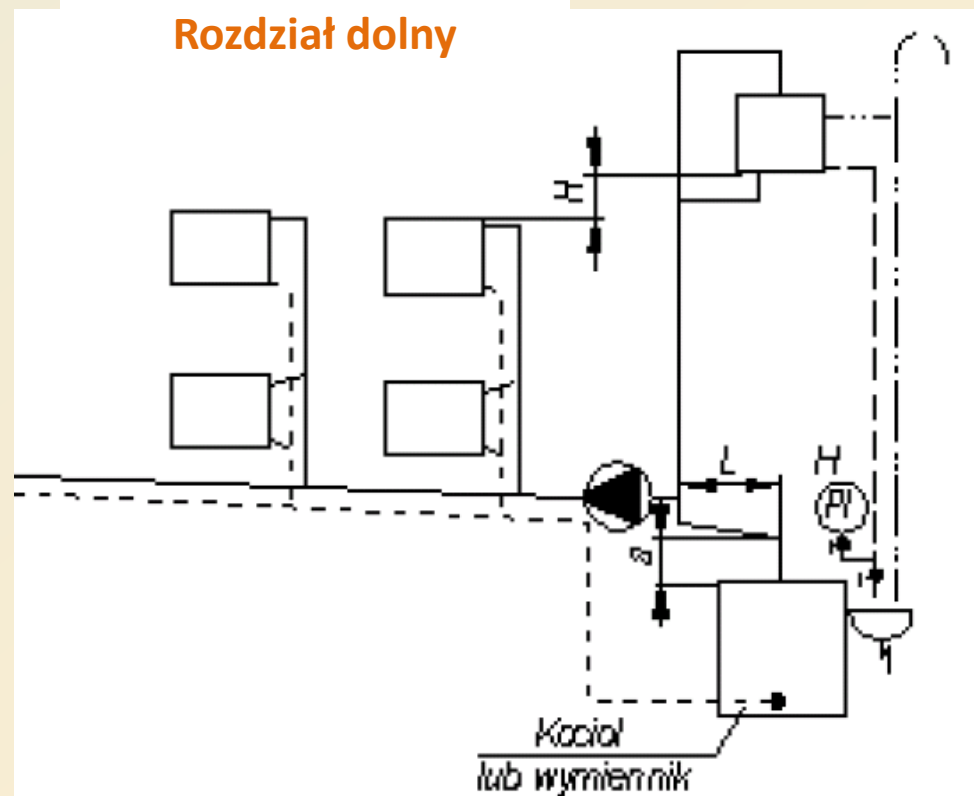




## Rozdział górny



## Rozdział dolny



# System otwarty

## Zadania:

- Przejmowanie wahań objętości wody (NW, RW, RB,)
- Utrzymanie odpowiedniego ciśnienia w instalacji (NW, RW)
- Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia (RB, NW)
- Odpowietrzenie instalacji (?) (RO)

- Pojemność użytkowa NW:

$$V_u = 1,1 \cdot v \cdot \rho \cdot \Delta v$$

- $v$  – pojemność wodna zładu, [m<sup>3</sup>]
- $\rho$  – gęstość wody instalacyjnej przy temp. 10°C, [kg/m<sup>3</sup>]
- $\Delta v$  – przyrost objętości wody przy jej podgrzaniu od temp. początkowej 10°C do temp. średniej  
 $t_m = (t_z + t_p)/2$

$t_m = \frac{t_x + t_y}{2}$	Przykładowe obliczeniowe temperatury zasilania i powrotu	$t_m - t_1$	$\Delta v$
°C			dm <sup>3</sup> /kg
90,0	-	80,0	0,0356
85,0	100/70	75,0	0,0321
82,5	95/70	72,5	0,0304
80,0	90/70	70,0	0,0287
77,5	85/70	67,5	0,0271
75,0	90/60	65,0	0,0255
70,0	-	60,0	0,0224
65,0	-	55,0	0,0195
60,0	-	50,0	0,0168
55,0	-	45,0	0,0142
50,0	55/45	40,0	0,0118
45,0	50/40	35,0	0,0096
40,0	45/35	30,0	0,0076

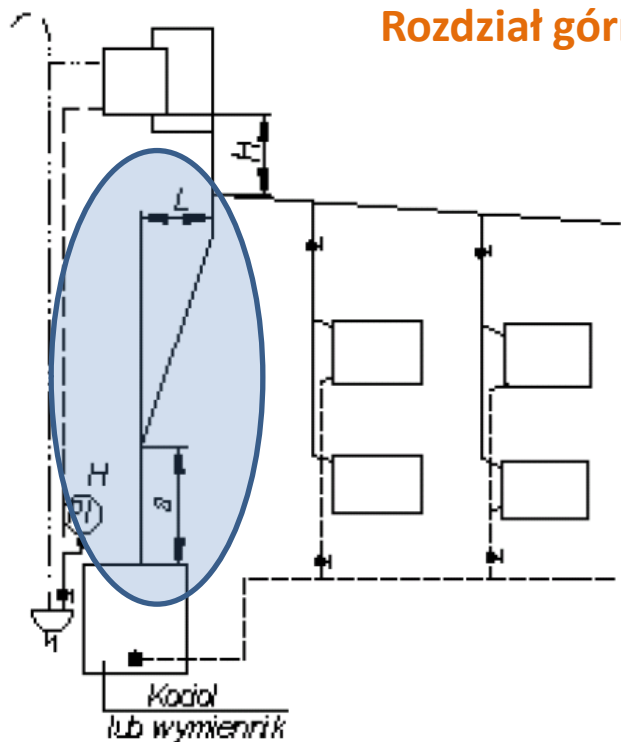
- Rura bezpieczeństwa. Wewnętrzna średnica rury bezpieczeństwa  $d_{RB}$  [mm] dla każdego kotła lub wymiennika ciepła powinna wynosić co najmniej

$$d_{RB} = 8,08 \cdot \sqrt[3]{Q_K}$$

lecz nie mniej niż 25 mm

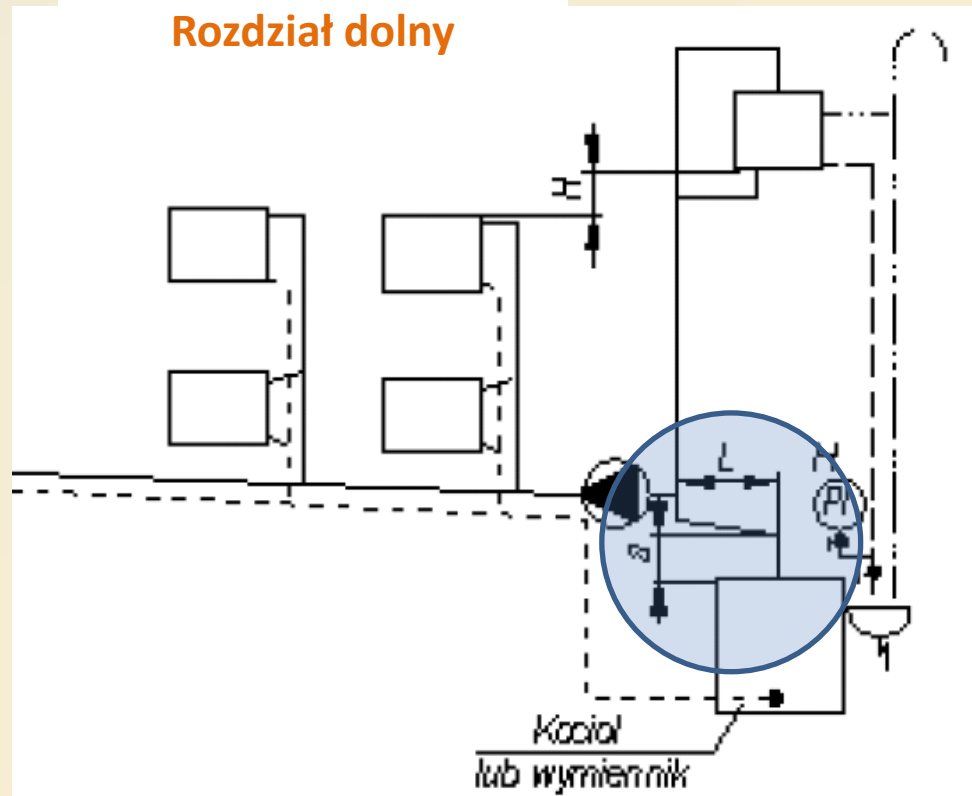
$Q_K$  – moc kotła lub wymiennika ciepła, kW

## Rozdział górny



$$l \geq 10 a$$

## Rozdział dolny



- Rura wzbiorcza. Wewnętrzna średnica rury wzbiorczej  $d_{RW}$  [mm] powinna wynosić co najmniej

$$d_{RW} = 5,23 \cdot \sqrt[3]{Q_{\dot{z}_r}}$$

lecz nie mniej niż 25 mm

$Q_{\dot{z}_r}$  – moc źródła ciepła (kotłownia lub węzeł ciepłowniczy), kW

# Uwagi szczegółowe

RB i RW na całej swej długości powinny być prowadzone bez zasyfonowań, ze spadkiem co najmniej 1% w kierunku kotła lub wymiennika ciepła. Zmiany kierunku tylko za pomocą łuków



# Uwagi szczegółowe

Układ połączeń rur zabezpieczających.

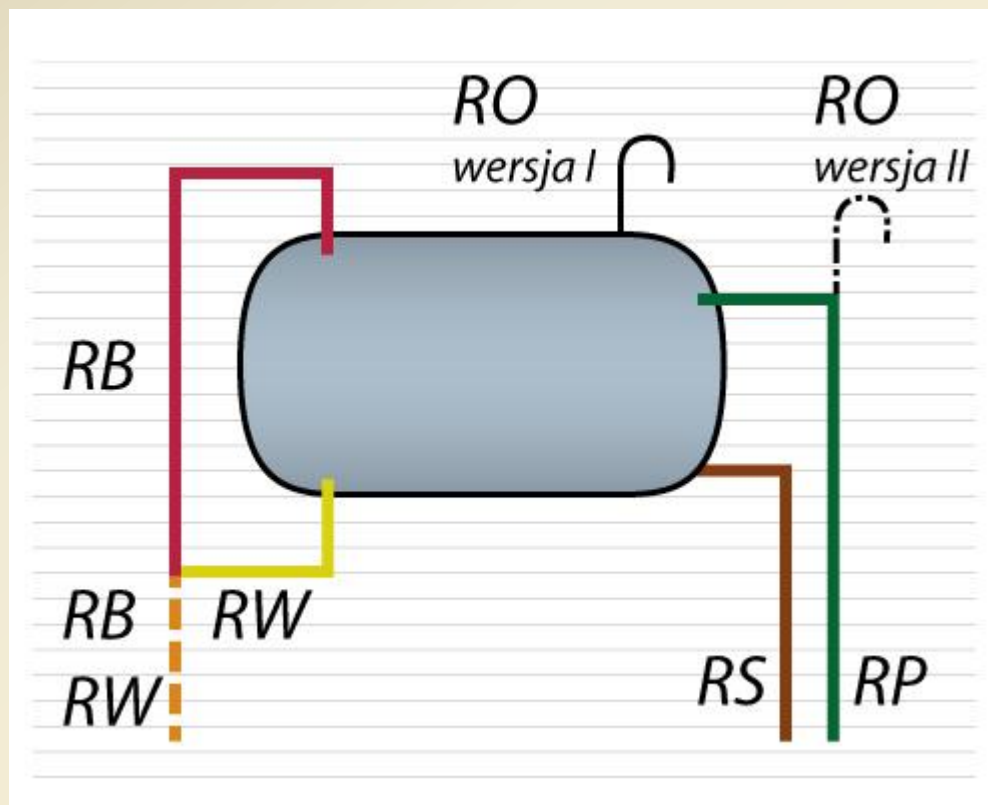
RB powinna łączyć najwyżej położoną część przestrzeni wodnej kotła z przestrzenią powietrzną NW powyżej rury przelewowej.

W przypadku jednego kotła RB na odcinku od kotła do połączenia z dolną częścią przestrzeni wodnej NW **może być jednocześnie rurą wzbiorczą**

# Uwagi szczegółowe

- W przypadku **dwóch lub więcej** kotłów lub wymienników ciepła, każdy kocioł lub wymiennik powinien być zabezpieczony **samodzielną rurą bezpieczeństwa**, a rura wzbiorcza powinna łączyć zbiorczą rurę powrotną znajdującą się bezpośrednio przy kotłach lub wymiennikach ciepła z dolną częścią przestrzeni wodnej naczynia wzbiorczego.

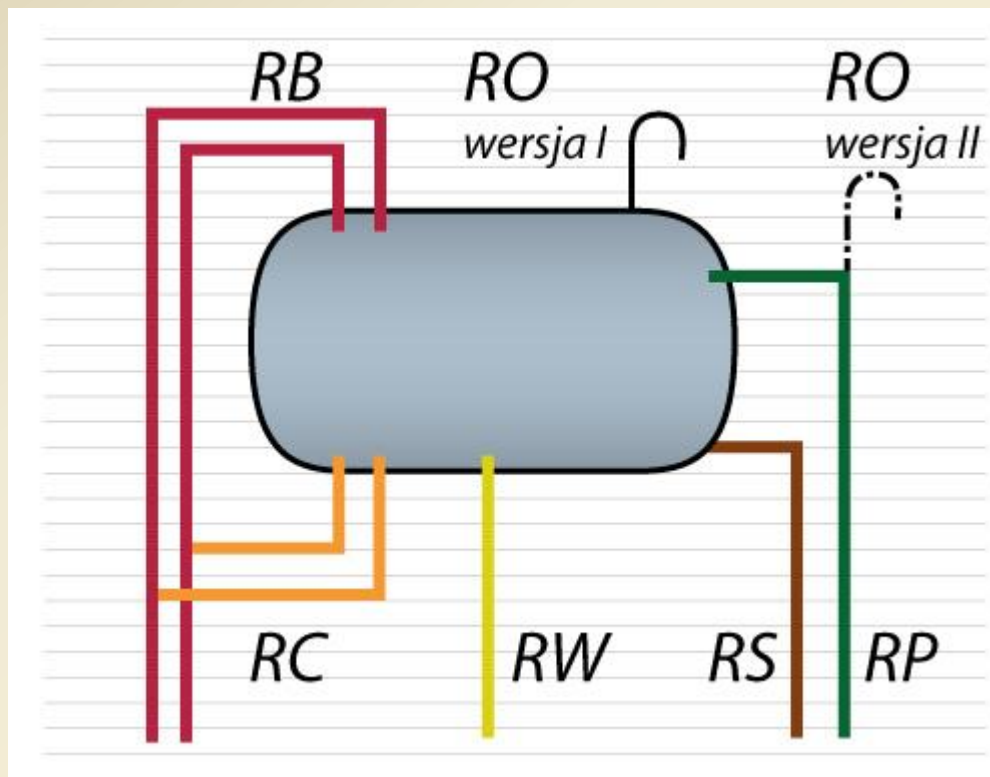
# Uwagi szczegółowe



Rys. 1. Schemat podłączenia rur do naczynia wzbiorczego stosowanego do zabezpieczenia instalacji ogrzewania wodnego wyposażonej w:

- a) jeden kocioł lub wymiennik ciepła, b) dwa i więcej kotły lub wymienniki ciepła

# Uwagi szczegółowe



Rys. 1. Schemat podłączenia rur do naczynia wzbiorczego stosowanego do zabezpieczenia instalacji ogrzewania wodnego wyposażonej w:

a) jeden kocioł lub wymiennik ciepła, b) dwa i więcej kotły lub wymienniki ciepła

# Uwagi szczegółowe

## Rura przelewowa

- Wewnętrzna średnica rury przelewowej nie powinna być mniejsza niż wewnętrzna średnica rury wzbiorczej i rury bezpieczeństwa.
- Rura przelewowa powinna być wyprowadzona nad zlew lub kratkę kanalizacyjną w pomieszczeniu kotłowni lub węzła cieplnego w taki sposób, aby wypływ z niej wody mógł być kontrolowany z miejsca obsługi i miejsca napełniania instalacji ogrzewania.
- Rury przelewowej nie wolno łączyć bezpośrednio z kanalizacją ani wyprowadzać na zewnątrz budynku

# Uwagi szczegółowe

## Rura odpowietrzająca

- Wewnętrzna średnica rury odpowietrzającej powinna wynosić co najmniej 15 mm oraz nie powinna być mniejsza niż średnica rury odpowietrzającej instalację, doprowadzonej do naczynia wzbiorczego.
- Rura odpowietrzająca może być połączona bezpośrednio do naczynia wzbiorczego lub do rury przelewowej

# Zabezpieczenie przepustowości rur

Na rurach:

***bezpieczeństwa, wzbiorczej, przelewowej i  
odpowietrzającej***

nie można umieszczać armatury  
umożliwiającej całkowite lub częściowe  
zamknięcie przepływu, ani urządzeń i  
armatury zmniejszających pole ich przekroju  
wewnętrznego.

# Ochrona przed zamrożeniem

- Naczynie wzbiornicze, rury bezpieczeństwa, rura wzbiornicza, sygnalizacyjna i przelewowa powinny być umieszczone w przestrzeni, w której temperatura powietrza jest wyższa niż 0°C
- Gdy warunek ten nie może być spełniony, należy zapewnić przepływ wody przez naczynie wzbiornicze, stosując rury cyrkulacyjne od każdej rury bezpieczeństwa,



- Średnica wewnętrzna rury cyrkulacyjnej powinna wynosić co najmniej 20 mm
- Element dławiący zapewniający łączny strumień wody cyrkulacyjnej przepływającej przez naczynie wzbiornicze nie mniejszy niż 1% obliczeniowego strumienia obiegowej wody instalacyjnej.
- Naczynie wzbiornicze wraz z doprowadzonymi do niego rurami powinno być zaizolowane cieplnie

# Umieszczenie naczynia wzbiorczego

- Powinno być umieszczone na takiej wysokości, aby podczas pracy instalacji w żadnym punkcie jej obiegów wodnych nie nastąpiła przerwa w przepływie wody
- Wysokość  $H$ , w m, powinna wynosić:
  - w instalacjach ogrzewań wodnych **grawitacyjnych** oraz **pompowych z pompami obiegowymi zamontowanymi na zasilaniu**  $H \geq 0,3$  m
  - w instalacjach ogrzewań wodnych **pompowych** z pompami obiegowymi o wysokości podnoszenia  $H_p$ , m, **zamontowanymi na powrocie**  $H \geq 0,7 H_p$

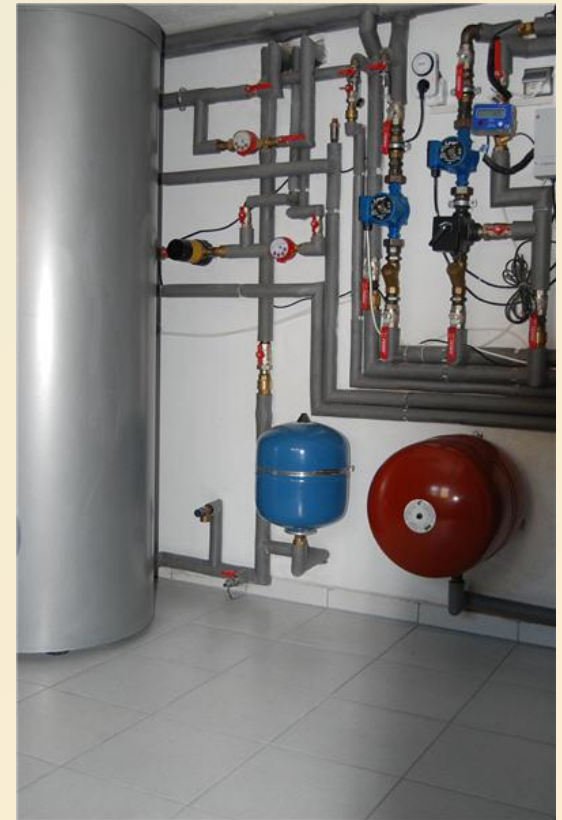
# System zamknięty

- Zadania:
  - Przejmowanie wahań objętości wody (NW, RW)
  - Utrzymanie odpowiedniego ciśnienia w instalacji (NW, RW)
  - Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia (ZB)
  - Częściowe uzupełnienie ubytków wody w instalacji (NW) - warunkowo

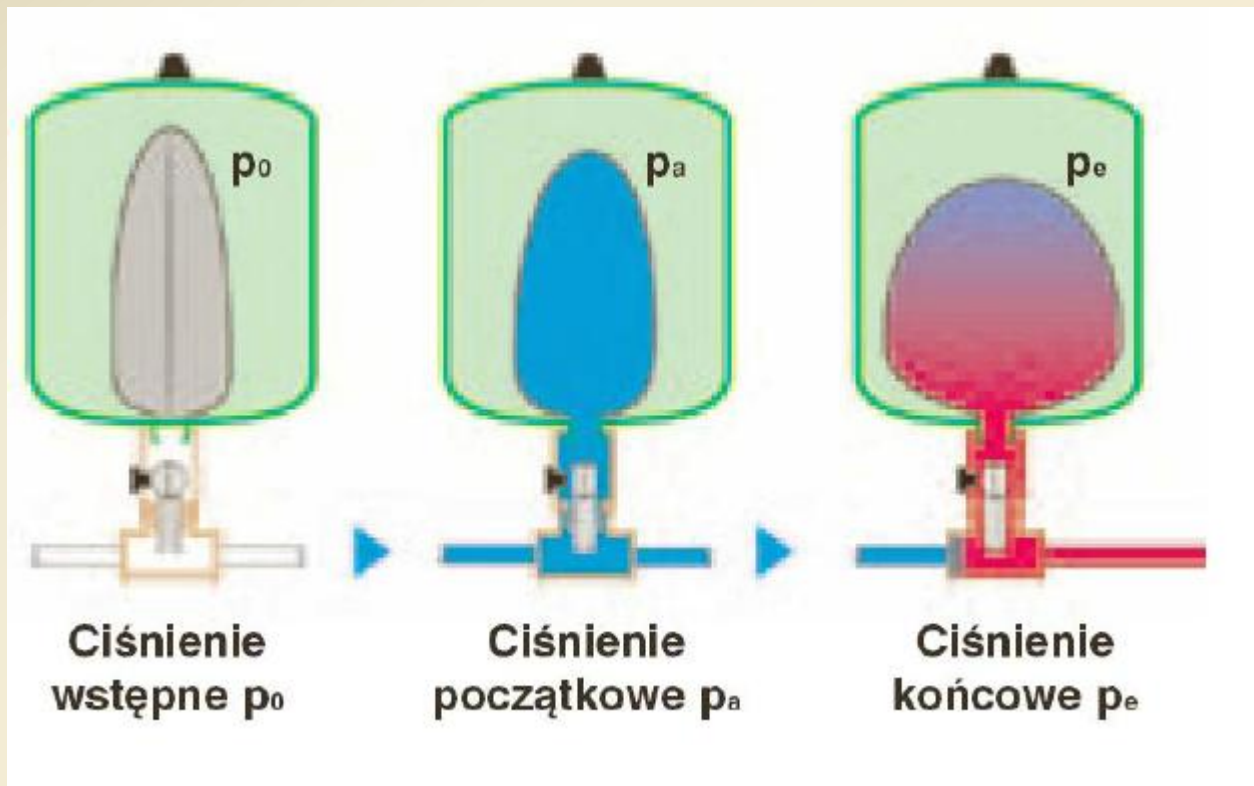
# System zamknięty

- Naczynie wzbiorcze
- Rura wzbiorcza
- Zawór bezpieczeństwa
- Manometry (rura wzbiorcza, kocioł)
- Zawór obsługowy – warunkowo
- Czujnik poziomu wody w kotłach – warunkowo (kotłownia >100 kW)

# Przykłady



# Praca PNW



# Pojemność użytkowa NW:

$$V_u = v \rho \Delta v$$

- $v$  – pojemność wodna zładu, [m<sup>3</sup>]
- $\rho$  – gęstość wody instalacyjnej przy temp. 10°C, [kg/m<sup>3</sup>]
- $\Delta v$  – przyrost objętości wody przy jej podgrzaniu od temp początkowej 10°C do **temp. zasilania**

# Pojemność całkowita NW:

$$V_c = V_u (p_{max} + 1) / (p_{max} - p)$$

- Jak ustalić wartość  $p_{max}$   
(kocioł - grzejniki - samo naczynie wzb. przepon.).
- Zalecane przyjmowanie:

$$p_{max} = p_{otw.ZB} - 0,5 \text{ bar.}$$



# Zawór bezpieczeństwa

- Cel montażu  
zabezpieczenie urządzeń przed wzrostem ciśnienia powyżej dopuszczalnego ciśnienia roboczego.
- Projektant dobiera konstrukcję (typ) zaworu oraz jego wielkość.
- Typ zaworu zależy od rodzaju płynu (gaz, ciecz, para wodna, powietrze itd.), jego parametrów, rodzaju zabezpieczanego urządzenia,
- Wielkość zaworu zależy od wymaganej przepustowości, t.j strumienia płynu jaki musi przepłynąć przez zawór.

# Metoda uproszczona

- Założenie: przepływ przez zawór pary wodnej
- Przepustowość zaworu bezpieczeństwa:  
 $m \geq 3600 N/r$  , kg/h

gdzie:

- $N$  – maksymalna trwała moc cieplna kotła, kW
- $r$  – ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezp. , kJ/kg

- ciśnienie dopływu:  $p_1 = 1,1p_r$

gdzie:

- $p_r$  jest ciśnieniem roboczym najsłabszego elementu instalacji

# Wg normy PN-81/M-35630

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = 10 K_1 \alpha A (p_1 + 0,1), \text{ kg/h}$$

gdzie:

$K_1$  – współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości pary i jej parametry przed zaworem (odczytywany z wykresu zamieszczonego w normie dla  $p_1 = 0,3-0,6$  MPa równy  $0,53-0,52$ )

$\alpha$  – dopuszczalny współczynnik wyływu dla par i gazów,  $\alpha = 0,9\alpha_{rzecz}$

$\alpha_{rzecz}$  – wartość współczynnika wyływu zaworu bezpieczeństwa wyznaczona metodą doświadczalną

$A$  – obliczeniowa powierzchnia kanału dopływowego zaworu, mm<sup>2</sup>

$p_1$  – maksymalne nadciśnienie przed zaworem, nie większe niż  $1,1$  ciśnienia dopuszczalnego zabezpieczanego kotła, MPa

Lepiej przewymiarować niż  
niedowymiarować PNW - instalacja pracuje  
przy niższych ciśnieniach i mniej ubytków  
wody wskutek otwierania ZB.

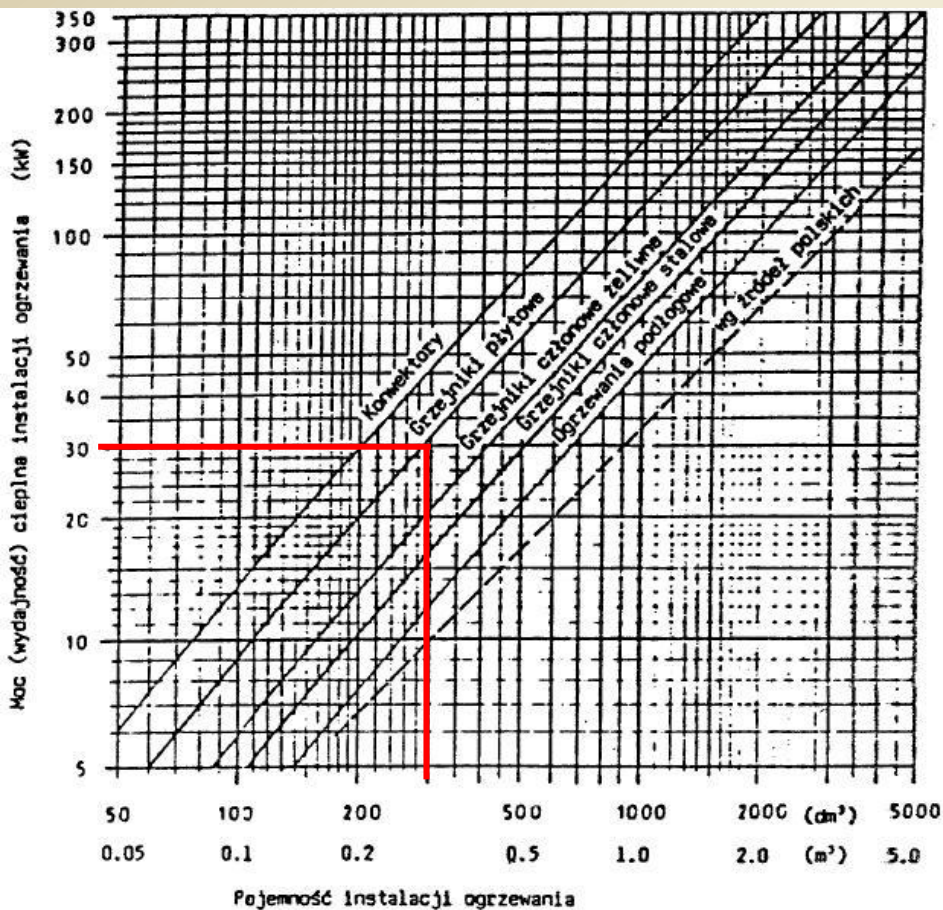
# Uwagi szczegółowe

- Zawór obsługowy na RW
  - małe średnice - specjalna dwuzłączka odcinająca
  - zawór z plombowanym przykryciem pokrętła.
- *„Zabrania się stosowania kotła na paliwo stałe do zasilania instalacji ogrzewczej wodnej systemu zamkniętego, wyposażonej w przeponowe naczynie wzbiorcze, z wyjątkiem kotła na paliwo stałe o mocy nominalnej do 300 kW, wyposażonego w urządzenia do odprowadzania nadmiaru ciepła”*

# ZABEZPIECZENIA

## przykładowe obliczenia

# Pojemność zładu instalacji



Wg wykresu, dla mocy 30 kW pojemność 300 dm<sup>3</sup>.

pojemność kotła (wg karty katalogowej): 39 dm<sup>3</sup>

pojemność filtrodmulnika: 4 dm<sup>3</sup>

pojemność rurociągów i pozostałych urządzeń kotłowni (łącznie z węzownią podgrzewacza c.w.u.): 28 dm<sup>3</sup>.

**RAZEM: 371 dm<sup>3</sup>**

# Pojemność zładu instalacji

pojemność : l/m

wys.	300	450	500	550	600	900
typ						
11	1,7	2,5	2,7	3,0	3,2	4,5
214	3,4	5,0	5,5	6,1	6,6	9,0
22	3,4	5,0	5,5	6,1	6,6	9,0
33	5,1	7,5	8,2	9,0	9,8	13,3

## Pojemność grzejników:

8 grzejników PURMO C11 600 x 1200

$$8 \times (1,2 \text{ m} \times 3,2 \text{ dm}^3/\text{m}) = 31 \text{ dm}^3$$

10 grzejników PURMO C22 600 x 1600

$$10 \times (1,6 \text{ m} \times 6,6 \text{ dm}^3/\text{m}) = 106 \text{ dm}^3$$

**Pojemność rurociągów** (obliczamy dla średnicy wewnętrznej rury):

$$\text{DN 15 - 35 m:} \quad \pi \times 0,08^2 \times 350 = 7 \text{ dm}^3$$

$$\text{DN 20 - 15 m:} \quad \pi \times 0,11^2 \times 150 = 6 \text{ dm}^3$$

$$\text{DN 25 - 8 m:} \quad \pi \times 0,13^2 \times 80 = 4 \text{ dm}^3$$

(wszystkie rurociągi instalacji, które będą wypełnione wodą, w tym również rura bezpieczeństwa/rura wzbiorcza)

**Pojemność źródła ciepła – 71 dm<sup>3</sup>**

**RAZEM: 225 dm<sup>3</sup>**



# NW – system otwarty

2 kotły, każdy 40 kW, pojemność zładu 220 dm<sup>3</sup>

$$t_z/t_p = 90/70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V_u = 1,1 v \rho \Delta u, \text{ dm}^3$$

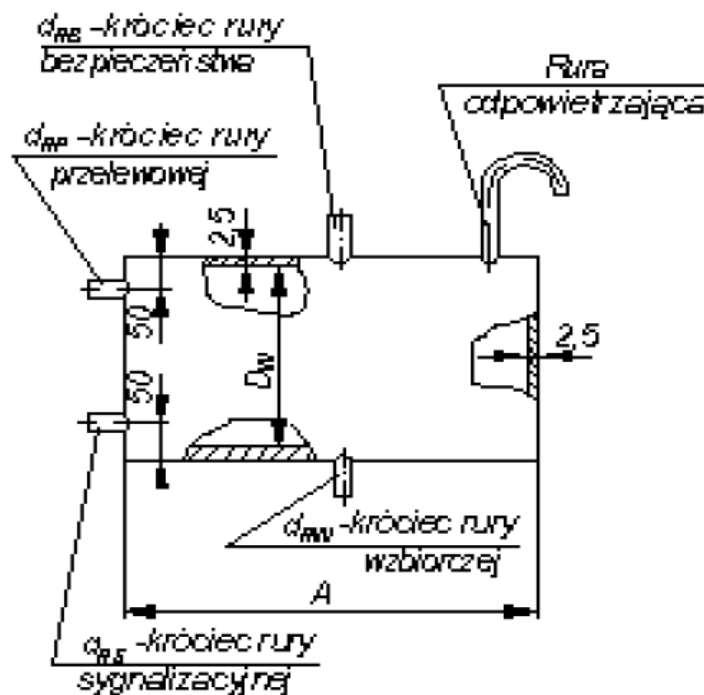
przyrost objętości wody dla  $t_{sr}$ ,

$$t_{sr} = (90+70)/2 = 80^\circ\text{C},$$

$t_m = \frac{t_x + t_y}{2}$	Przykładowe obliczeniowe temperatury zasilania i powrotu	$t_m - t_1$	$\Delta v$
	°C		dm <sup>3</sup> /kg
90,0	-	80,0	0,0356
85,0	100/70	75,0	0,0321
82,5	95/70	72,5	0,0304
80,0	90/70	70,0	0,0287
77,5	85/70	67,5	0,0271
75,0	90/60	65,0	0,0255
70,0	-	60,0	0,0224
65,0	-	55,0	0,0195
60,0	-	50,0	0,0168
55,0	-	45,0	0,0142
50,0	55/45	40,0	0,0118
45,0	50/40	35,0	0,0096
40,0	45/35	30,0	0,0076

$$V_u = 1,1 \times 0,22 \times 1000 \times 0,0287 = 7 \text{ dm}^3$$

Zgodnie z tab I-1 normy PN-B-02413:1991 przyjęto naczynie wzbiornicze typu A, pojemność całkowita 12,2 dm<sup>3</sup> (pojemność użytkowa 8,3),  $D_w = 211 \text{ mm}$ ,  $A = 362 \text{ mm}$



PN-9108-02413-1-1

## RURA BEZPIECZEŃSTWA

$$d_{rb} = 8,08 \sqrt[3]{Q_k} = 8,08 \sqrt[3]{40} = 27,29 \text{ mm}$$

Przyjęto dla każdego z kotłów rurę bezpieczeństwa - rurę stalową ze szwem DN 32 (śred. wewn. 35,9 mm)

## RURA WZBIORCZA

$$d_{rw} = 5,23 \sqrt[3]{Q_{zr}} = 5,23 \sqrt[3]{80} = 16,06 \text{ mm}$$

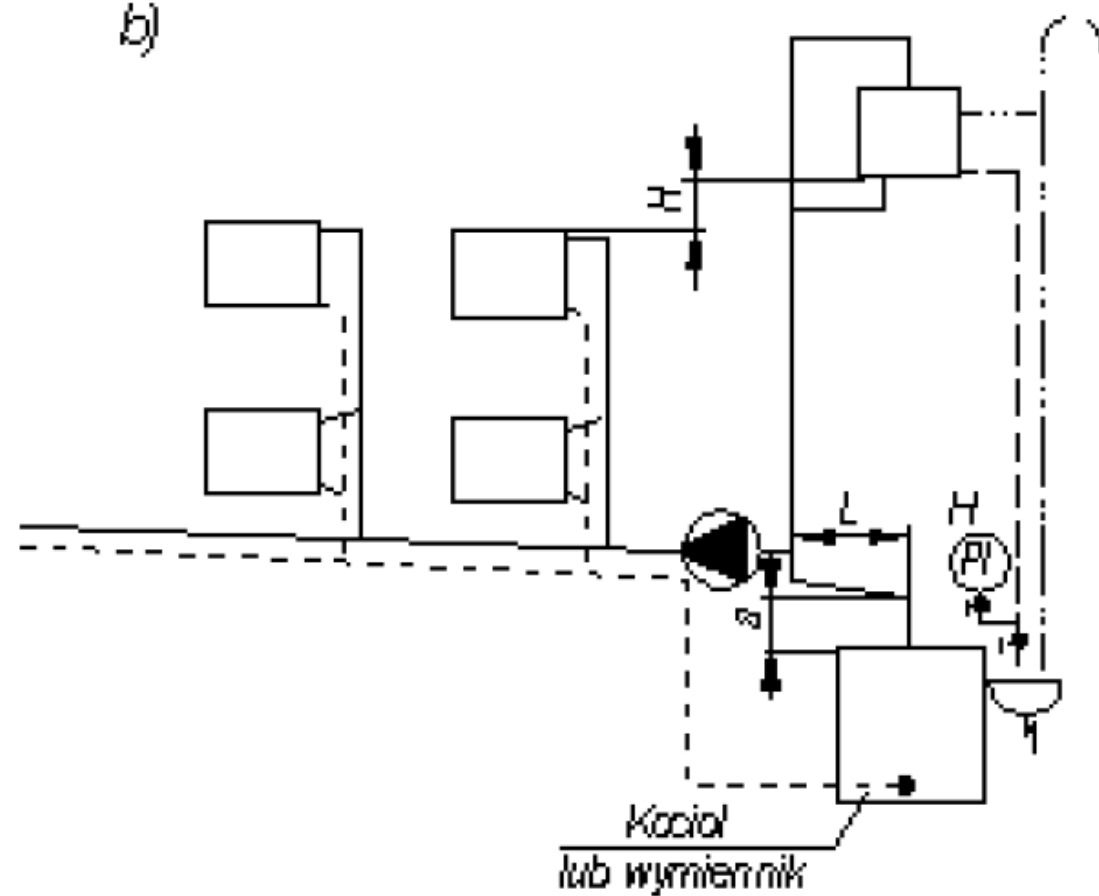
$d_{rw}$  (średnica wewnętrzna) nie powinna być mniejsza niż 25 mm.

Przyjęto jako rurę wzbiorczą rurę stalową ze szwem DN 25 (średnica wewnętrzna 22,5 mm)

## POZOSTAŁE:

Przyjęto rurę przelewową DN 32, rurę sygnalizacyjną DN 15, rurę odpowietrzającą DN 15

b)



**Rzędna górnej krawędzi najwyższego położonego grzejnika w instalacji c.o. wynosi 12,7 m.**

**Na jakiej wysokości (rzędna dna) powinno się znajdować naczynie wzbiorcze otwarte, gdy pompa obiegowa instalacji znajduje się na powrocie instalacji, a wysokość podnoszenia pompy wynosi 21 kPa. Jakie istnieje ryzyko w takim przypadku, gdy montujemy pompę elektroniczną ?**

W przypadku pompy na powrocie H powinno być nie mniejsze niż 0,7 wysokości podnoszenia pompy.

$$0,7 \times 21 \text{ kPa} = 14,7 \text{ kPa} = 1,5 \text{ m.}$$

Rzędna dna NW co najmniej:  $12,7 + 1,5 = 14,2 \text{ m}$

W przypadku pompy elektronicznej istnieje ryzyko przestawienia punktu pracy pompy i tym samym wysokości podnoszenia pompy. Po takim przestawieniu, ciśnienie w instalacji w warunkach roboczych może być zatem niższe niż niezbędne dla zapewnienia odpowiedniego ciśnienia w najwyższej położonych jej fragmentach.

W przypadku pompy na zasilaniu H powinno być nie mniejsze niż 0,3 m.

Rzędna dna NW co najmniej:  $12,7 + 0,3 = 13,0$  m

W przypadku pompy elektronicznej przestawienie punktu pracy pompy i tym samym wysokości podnoszenia pompy nie wywołuje ryzyka braku niezbędnego ciśnienia w najwyżej położonych jej fragmentach.



# NW – system zamknięty

2 kotły, każdy 40 kW, pojemność zładu 220 dm<sup>3</sup>

$t_z/t_p = 90/70$  °C

$V_u = v \rho \Delta u, \text{ dm}^3$

przyrost objętości wody dla  $t_z$ ,

$t_z = 90$  °C,

$t_z$	Gęstość wody	$t_z - t_1$	$\Delta v$
°C	kg/m <sup>3</sup>	K	dm <sup>3</sup> /kg
100	958,3	90	0,0432
99	959,1	89	0,0423
98	959,8	88	0,0416
97	960,5	87	0,0408
96	961,2	86	0,0401
95	961,9	85	0,0393
94	962,6	84	0,0386
93	963,3	83	0,0378
92	964,0	82	0,0370
91	964,6	81	0,0364
90	965,3	80	0,0356
89	966,0	79	0,0349
88	966,6	78	0,0343
87	967,3	77	0,0335
86	968,0	76	0,0328
85	968,6	75	0,0321
84	969,3	74	0,0314
83	969,9	73	0,0307
82	970,5	72	0,0301
81	971,2	71	0,0294
80	971,8	70	0,0287
79	972,4	69	0,0281
78	973,0	68	0,0274
77	973,6	67	0,0268
76	974,2	66	0,0262
75	974,8	65	0,0256
74	975,4	64	0,0249
73	976,0	63	0,0243
72	976,6	62	0,0237
71	977,2	61	0,0230

$t_z$	Gęstość wody	$t_z - t_1$	$\Delta v$
°C	kg/m <sup>3</sup>	K	dm <sup>3</sup> /kg
70	977,8	60	0,0224
69	978,3	59	0,0219
68	978,9	58	0,0213
67	979,4	57	0,0207
66	980,0	56	0,0201
65	980,5	55	0,0196
64	981,1	54	0,0190
63	981,6	53	0,0184
62	982,2	52	0,0178
61	982,7	51	0,0173
60	983,2	50	0,0168
59	983,7	49	0,0163
58	984,2	48	0,0158
57	984,7	47	0,0152
56	985,2	46	0,0147
55	985,7	45	0,0142
54	986,2	44	0,0137
53	986,6	43	0,0133
52	987,1	42	0,0128
51	987,6	41	0,0123
50	988,0	40	0,0118
49	988,5	39	0,0113
48	988,9	38	0,0109
47	989,4	37	0,0104
46	989,8	36	0,0100
45	990,2	35	0,0096
44	990,6	34	0,0092
43	991,0	33	0,0088
42	991,4	32	0,0084
≤ 41	991,8	≤31	0,0080

$$V_u = 0,22 \times 1000 \times 0,0356 = 7,83 \text{ dm}^3$$

## Pojemność całkowita

$$V_c = V_u \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p}, \text{ dm}^3$$

Wysokość podłączenia NW do rury wzbiorczej 30 cm nad posadzką kotłowni. Wysokość statyczna instalacji:

$$p_{st} = 12 - 0,3 = 11,7 \text{ m} \approx 1,2 \text{ bar}$$

**Ciśnienie początkowe** w NW:  $p = p_{st} + 0,2 = 1,2 \text{ bar} + 0,2 = 1,4 \text{ bar}$  (w przypadku NW podłączonego po stronie tłocznej pompy obiegowej, do sumy dodajemy jeszcze wysokość podnoszenia pompy !!!!!!!)

**Ciśnienie maksymalne** przyjęto o 0,5 bar  
niższe od ciśnienia roboczego instalacji  
(ciśnienia roboczego kotła)

$$p_{\max} = 4 - 0,5 = 3,5 \text{ bar}$$

$$p_{\max} - p = 3,5 - 1,4 = 2,1 \text{ bar} \leq 2,5 \text{ bar}$$

(spełnione zalecenie PN 02414)

Pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego:

$$V_c = 7,83 \frac{3,5 + 1}{3,5 - 1,4} = 16,78 \text{ dm}^3$$

Zgodnie z katalogiem firmy Reflex przyjęto naczynie wzbiornicze typu NG 18, pojemność całkowita 18 dm<sup>3</sup>), ciśnienie robocze 6 bar, membrana niewymienna do temperatury pracy 70°C. średnica króćca przyłączeniowego R ¾. Ciśnienie wstępne fabryczne 1,5 bar zmienić na ciśnienie 1,4 bar.

## RURA WZBIORCZA

$$d_{rw} = 0,7 \sqrt{V_u} = 0,7 \sqrt{7,83} = 1,96 \text{ mm}$$

$d_{rw}$  (średnica wewnętrzna) nie powinna być mniejsza niż 20 mm.

Przyjęto rurę wzbiorczą DN 20. Na rurze wzbiorczej zamontować zawór obsługowy DN 20 oraz manometr.

# Zawór bezpieczeństwa (kocioł 30 kW)

Ciśnienie robocze instalacji  $p_r = 4 \text{ bar (0,4 MPa)}$

Przyjęto ciśnienie otwarcia ZB równe ciśnieniu roboczemu instalacji c.o. Ponieważ zgodnie z PN ciśnienie w kotle nie może wzrosnąć powyżej 1,1 ciśnienia roboczego, współczynnik proporcjonalności  $b_1$  zaworu bezpieczeństwa (określający różnicę pomiędzy ciśnieniem otwarcia i pełnego otwarcia) nie może być większy niż 10%.

Ciśnienie przed zaworem bezpieczeństwa / ciśnienie dopływu:  $p_1 = 1,1 p_r = 0,44 \text{ MPa}$  (nadciśnienie)

**Wymagana przepustowość ZB:**  $m \geq 3600 \text{ N/r, kg/h}$

$N$  – maksymalna trwała moc cieplna kotła, przyjęto zgodnie z kartą katalogową kotła: 30 kW

$r$  – ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, kJ/kg, dla nadciśnienia 0,44 MPa ciepło parowania wody wynosi ok: 2100 kJ/kg (proszę wstawiać do obliczeń wartość dokładną, odczytaną na bazie tablic parowych)

## Wymagana przepustowość ZB:

$$m = 3600 \times 30/2100 = 51 \text{ kg/h}$$

Przyjęto zawór membranowy SYR 1915, dla zaworu o średnicy  $\frac{3}{4}$  i ciśnienia otwarcia 4 bar, współczynnik wypływu dla pary  $\alpha$  wg karty katalogowej wynosi 0,55, a najmniejsza średnica przelotu  $d = 14 \text{ mm}$

## Przepustowość ZB:

$$m = 10 K1 \alpha A (p1 + 0,1) = 10 \times 0,52 \times (0,55 \times 0,9) \times 154 (0,44 + 0,1) = 214 \text{ kg/h}$$

K1 - współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości pary i jej parametry przed zaworem (odczytywany z wykresu zamieszczonego w normie dla  $p1 = 0,3-0,6 \text{ MPa}$  równy 0,53-0,52), przyjęto dla 0,44 wartość 0,52

A – obliczeniowa powierzchnia kanału dopływowego zaworu, mm  
 $A = \pi 14^2/4 = 154 \text{ mm}^2$



Przyjęto zawór membranowy SYR 1915, dla zaworu o średnicy ½' i ciśnienia otwarcia 4 bar, współczynnik wypływu dla pary  $\alpha$  wg karty katalogowej wynosi 0,38, a najmniejsza średnica przelotu  $d = 12$  mm

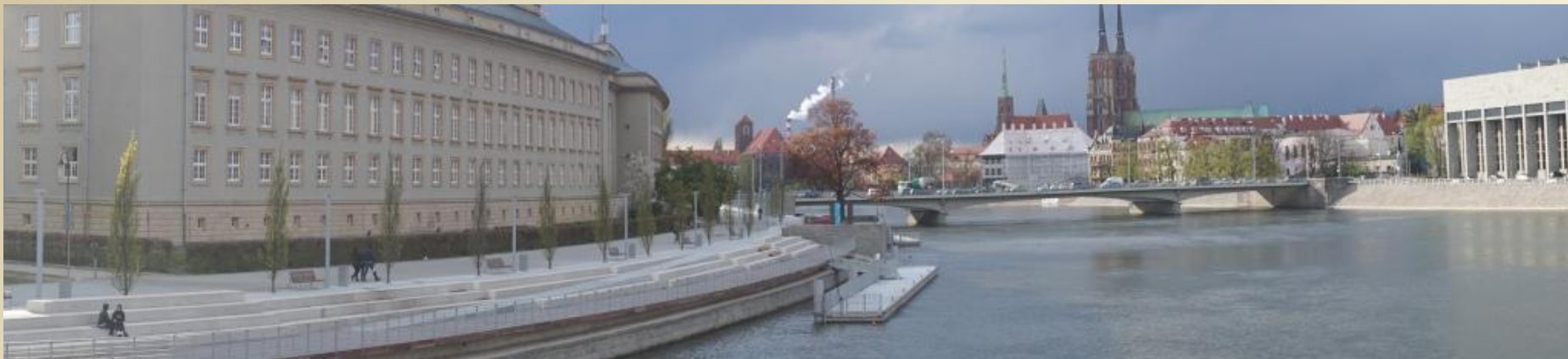
### **Przepustowość ZB:**

$$m = 10 K_1 \alpha A (p_1 + 0,1) = 10 \times 0,52 \times (0,38 \times 0,9) \times 113 (0,44 + 0,1) = 109 \text{ kg/h}$$

$K_1$  - współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości pary i jej parametry przed zaworem (odczytywany z wykresu zamieszczonego w normie dla  $p_1 = 0,3-0,6$  MPa równy 0,53-0,52), przyjęto dla 0,44 wartość 0,52

$A$  – obliczeniowa powierzchnia kanału dopływowego zaworu, mm<sup>2</sup>  
 $A = \pi 12^2/4 = 113 \text{ mm}^2$

**Ostatecznie przyjęto zawór membranowy SYR 1915 o średnicy ½' i ciśnieniu otwarcia 4 bar,**



Dziękuję za uwagę

18 maja 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 Wrocławska