

EWA ZABOROWSKA

ZASADY PROJEKTOWANIA  
**WODNYCH  
WEZŁÓW  
CIEPŁOWNICZYCH**

Gdańsk 2021

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Dariusz Mikielewicz*

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

*Michał Szydłowski*

RECENZENCI

*Ziemowit Suligowski*

*Kazimierz Żarski*

PROJEKT OKŁADKI

*Katarzyna Olszonowicz*

Wydanie IV – 2014

Wydano za zgodą

Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem  
<https://www.sklep.pg.edu.pl>

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie  
i w jakiegokolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej  
Gdańsk 2021

ISBN 978-83-7348-575-4

---

# Spis treści

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW .....	7
WSTĘP .....	11
1. ZASADA DZIAŁANIA I BILANS CIEPLNY WODNYCH WĘZŁÓW CIEPŁOWNICZYCH ...	13
1.1. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka węzłów ciepłowniczych .....	13
1.2. Schematy ideowe pośrednich węzłów ciepłowniczych .....	19
1.3. Parametry obliczeniowe węzła ciepłowniczego .....	28
1.3.1. Parametry obliczeniowe wody sieciowej .....	28
1.3.2. Parametry obliczeniowe instalacji ogrzewania .....	30
1.3.3. Parametry obliczeniowe ciepłej wody użytkowej .....	31
1.4. Moc obliczeniowa węzła ciepłowniczego .....	32
1.4.1. Moc obliczeniowa do ogrzewania i wentylacji .....	33
1.4.2. Moc obliczeniowa do przygotowania ciepłej wody użytkowej .....	33
1.5. Obliczeniowy strumień masy wody sieciowej .....	39
2. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU PIERWOTNEGO WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO .....	43
2.1. Wymienniki ciepła .....	43
2.2. Armatura regulacyjna i automatyka .....	48
2.2.1. Regulatory bezpośredniego działania .....	48
2.2.2. Regulatory pośredniego działania .....	52
2.2.3. Sterowniki .....	54
2.2.4. Armatura regulacji ręcznej .....	57
2.3. Armatura odcinająca .....	58
2.4. Armatura spustowa .....	59
2.5. Armatura odpowietrzająca .....	59
2.6. Armatura oczyszczająca .....	59
2.7. Armatura kontrolno-pomiarowa .....	60
2.7.1. Ciepłomierz .....	61
2.7.2. Manometry i termometry .....	64
2.8. Przewód obiegowy .....	66
2.9. Rurociągi .....	66
2.10. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu pierwotnego .....	66
3. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU WTÓRNEGO OGRZEWANIA .....	75
3.1. Pompy obiegowe .....	75
3.2. Armatura zabezpieczająca i stabilizująca ciśnienie .....	79
3.2.1. Zawór bezpieczeństwa .....	80
3.2.2. Naczynie wzbiorcze przeponowe .....	83
3.3. Armatura regulacyjna .....	85
3.3.1. Regulatory bezpośredniego działania .....	85
3.3.2. Armatura regulacji ręcznej .....	86
3.4. Armatura odcinająca .....	87
3.5. Armatura spustowa .....	87

---

3.6. Armatura zwrotna .....	88
3.7. Armatura odpowietrzająca .....	88
3.8. Armatura oczyszczająca .....	88
3.9. Armatura kontrolno-pomiarowa .....	89
3.10. Instalacja napełniania i uzupełniania zładu .....	90
3.10.1. Uzupełnianie zładu wodą z sieci ciepłowniczej .....	91
3.10.2. Uzupełnianie zładu wodą wodociągową .....	92
3.11. Rurociągi .....	94
3.12. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu wtórnego ogrzewania .....	94
4. DOBÓR ELEMENTÓW OBIEGU WTÓRNEGO CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ .....	96
4.1. Zasobniki i stabilizatory temperatury ciepłej wody użytkowej .....	96
4.1.1. Zasobniki ciepłej wody .....	96
4.1.2. Stabilizatory temperatury ciepłej wody .....	97
4.2. Pompy w obiegach ciepłej wody użytkowej .....	97
4.2.1. Pompa cyrkulacyjna ciepłej wody .....	97
4.2.2. Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody .....	99
4.3. Armatura zabezpieczająca i stabilizująca ciśnienie .....	99
4.3.1. Zawór bezpieczeństwa .....	99
4.3.2. Naczynie wzbiorcze przeponowe .....	101
4.3.3. Armatura regulacji ciśnienia .....	101
4.4. Zabezpieczenie przed wtórnym skażeniem wody wodociągowej .....	101
4.5. Zabezpieczenie przed zagrożeniem mikrobiologicznym .....	104
4.6. Armatura regulacyjna .....	106
4.7. Armatura odcinająca .....	106
4.8. Armatura spustowa .....	106
4.9. Armatura zwrotna .....	107
4.10. Armatura oczyszczająca .....	107
4.11. Armatura kontrolno-pomiarowa .....	107
4.11.1. Wodomierze .....	107
4.11.2. Manometry i termometry .....	108
4.12. Rurociągi .....	109
4.13. Zasady obliczeń hydraulicznych obiegu ciepłej wody użytkowej .....	109
5. POMIESZCZENIE WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO I JEGO WYPOSAŻENIE .....	113
5.1. Wymagania budowlane .....	113
5.2. Wentylacja pomieszczenia .....	114
5.3. Oświetlenie i instalacja elektryczna .....	114
5.4. Instalacja wodociągowa i kanalizacyjna .....	115
5.5. Usytuowanie urządzeń .....	115
6. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU WĘZŁA CIEPŁOWNICZEGO ..	117
6.1. Montaż rurociągów i armatury .....	118
6.2. Badania odbiorowe .....	118
6.3. Izolacje .....	119
6.3.1. Izolacja antykorozyjna .....	119
6.3.2. Izolacja termiczna .....	120

---

7. PRZYKŁADY OBLICZEŃ .....	122
7.1. Przykładowe obliczenia równoległego węzła dwufunkcyjnego centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej .....	122
7.2. Przykładowe obliczenia szeregowo-równoległego węzła dwufunkcyjnego centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej .....	133
BIBLIOGRAFIA .....	145



---

## Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

### Oznaczenia

- $A$  – pole powierzchni
- $a$  – autorytet zewnętrzny zaworu regulacyjnego
- $b$  – współczynnik korekcyjny
- $c_p$  – ciepło właściwe
- $d$  – średnica
- $e$  – grubość izolacji
- $g$  – przyspieszenie ziemskie
- $H$  – wysokość ciśnienia
- $k_v$  – współczynnik przepływu
- $k_{vs}$  – współczynnik przepływu całkowicie otwartego zaworu
- $L$  – długość
- $L_M$  – liczba mieszkań
- $L_P$  – liczba przyborów
- $L_U$  – liczba użytkowników
- $M$  – przepustowość zaworu bezpieczeństwa
- $\dot{m}$  – strumień masy
- $N$  – współczynnik nierównomierności rozbioru wody
- $n$  – prędkość obrotowa wirnika pompy
- $P$  – moc elektryczna
- $p$  – ciśnienie
- $R$  – jednostkowy spadek ciśnienia na długości, opór przewodzenia ciepła
- $s$  – grubość ścianki
- $t$  – temperatura
- $\tau$  – czas
- $U$  – współczynnik przenikania ciepła
- $u$  – krotkość wymian wody
- $V$  – objętość
- $\dot{V}$  – strumień objętości
- $v$  – prędkość przepływu, objętość właściwa
- $z$  – współczynnik kawitacji
- $\alpha$  – współczynnik przejmowania ciepła
- $\alpha_c$  – współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa dla cieczy
- $\beta$  – współczynnik redukcyjny mocy wymiennika ciepła
- $\Phi$  – strumień ciepła (moc cieplna)
- $\lambda$  – współczynnik przewodzenia ciepła, współczynnik tarcia
- $\rho$  – gęstość cieczy
- $\omega$  – współczynnik zwiększający strumienia masy czynnika
- $\Psi$  – współczynnik obciążenia cieplnego
- $\xi$  – współczynnik oporu miejscowego

**Indeksy i skróty literowe**

*c* – całkowity  
*d* – dobowy, dyspozycyjny  
*dł* – dławika  
*e* – zewnętrzny  
*h* – godzinowy  
*i* – instalacji  
*in* – wewnętrzny  
*k* – kamienia kotłowego  
*l* – liniowy  
*m* – miejscowy, chwilowy  
*n* – nominalny  
*min* – minimalny  
*max* – maksymalny  
*o* – obiegu  
*p* – powrotu  
*r* – roboczy, rurociągu  
*rz* – rzeczywisty  
*reg* – regulowany  
*set* – ustawiony  
*st* – statyczny  
*śr* – średni  
*u* – użytkowy  
*w* – wody  
*wesz* – węzła  
*z* – zasilania  
*zaw* – zaworu

*CO* – centralne ogrzewanie  
*CT* – ciepło technologiczne  
*CWU* – ciepła woda użytkowa  
*CWC* – ciepła woda cyrkulacyjna  
*DN* – średnica nominalna  
*L* – okres letni  
*P* – okres przejściowy, pompa  
*PZW* – punkt załamania wykresu regulacyjnego  
*S* – sieć ciepłna  
*W* – wymiennik ciepła  
*WZ* – woda zimna  
*Z* – okres zimowy  
*I* – pierwszy stopień  
*II* – drugi stopień



## Oznaczenia armatury i urządzeń na rysunkach

Symbol rysunkowy	Oznaczenie literowe	Element węzła cieplnego
	WCO WCW WCT	Przeponowy wymiennik ciepła centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, ciepła technologicznego
	R	Sterownik/regulator elektroniczny
	FO	Filtroodmulnik/odmulacz
	FS	Filtr siatkowy
	MAG	Magnetyzer
	RRC	Regulator różnicy ciśnienia
	RRCP	Regulator różnicy ciśnienia i przepływu
	RP	Zawór regulacji pośredniej z siłownikiem elektrycznym
	RT	Regulator temperatury bezpośredniego działania
	RC	Reduktor ciśnienia
	ZE	Zawór elektromagnetyczny
	ZO	Zawór/kurek odcinający
		Zawór zabezpieczony przed przypadkowym otwarciem/zamknięciem
	ZR	Zawór precyzyjnej regulacji ręcznej
	ZZ	Zawór zwrotny
		Zawór odcinający ze złączką do węża
	ZA	Zespół antyskażeniowy
	OA	Odpowietrznik automatyczny z zaworem odcinającym
	ZB	Zawór bezpieczeństwa
	NW	Naczynie wzbiorcze przeponowe
	P, PO, PC, PŁ	Pompa, pompa obiegowa, cyrkulacyjna, ładująca
	W	Wodomierz/przepływomierz/przetwornik przepływu
	LC	Licznik ciepła (integrator ciepłomierza)
	PI	Manometr z kurkiem manometrowym
	PA	Presostat/czujnik ciśnienia
	TI	Termometr
	TE	Czujnik temperatury



---

# Wstęp

Przedmiotem niniejszej książki są zasady projektowania wodnych pośrednich węzłów ciepłowniczych. Inne typy węzłów przedstawiono w celu usystematyzowania omawianych zagadnień oraz porównania schematów ideowych.

W pracy omówiono działanie i wyposażenie węzłów ciepłowniczych w oparciu o informacje rozproszone w literaturze, przepisach, normach, warunkach technicznych, dokumentacji technicznej urządzeń oraz wynikające z własnych doświadczeń projektowych i dydaktycznych autorki. Przywołane w tekście przepisy prawne są aktualne do momentu złożenia pracy do druku. Prezentowany materiał nie odnosi się do konkretnego systemu ciepłowniczego i konkretnych producentów armatury. Jego uniwersalny charakter nie wyklucza rozwiązań innych niż prezentowane, a stanowiących indywidualne spojrzenie projektanta lub dostawcy ciepła.

W pierwszej części przedstawiono klasyfikację węzłów oraz omówiono zasadę działania i parametry obliczeniowe układów pośrednich. Zamieszczone schematy ideowe prezentują wybrane konfiguracje funkcyjne, ze wskazaniem rozwiązań alternatywnych i opcjonalnych. Zasady wykonywania obliczeń hydraulicznych i doboru urządzeń przedstawiono w rozdziałach 2–4, kładąc nacisk na ich stronę praktyczną. Szczegółowe zagadnienia teoretyczne są przedmiotem m.in. przywołanych w tekście podręczników z zakresu termodynamiki, hydrauliki i automatyki, do których może sięgnąć Czytelnik pragnący pogłębić swoją wiedzę. Za logiczny uznano podział węzła na poszczególne obiegi, prezentowane w odrębnych rozdziałach, poświęconych kolejno: obiegowi pierwotnemu (rozdział 2) oraz obiegom wtórnym - ogrzewania (rozdział 3) i ciepłej wody użytkowej (rozdział 4). W każdej części omówiono rodzaje, sposób działania oraz metodykę wymiarowania poszczególnych elementów węzła. W części piątej przedstawiono wymagania w stosunku do pomieszczenia węzła ciepłowniczego i instalacji towarzyszących, a w rozdziale szóstym – podstawowe warunki wykonania i odbioru. Ostatni, siódmy rozdział obejmuje przykłady obliczeniowe.

Książka jest przeznaczona dla studentów wyższych uczelni technicznych, będących słuchaczami kierunków i specjalności związanych z inżynierią środowiska, inżynierią sanitarną i ogrzewnictwem. Może ona również stanowić materiał pomocniczy dla projektantów węzłów ciepłowniczych.

Autorka pragnie wyrazić słowa podziękowania recenzentom książki, prof. dr hab. inż. Ziemowitowi Suligowskiemu oraz dr inż. Kazimierzowi Żarskiemu, za wnikliwą ocenę oraz cenne uwagi merytoryczne i redakcyjne.

*Ewa Zaborowska*

Gdańsk, sierpień 2010 r.