

**KATARZYNA WEINEROWSKA-BORDS**

# **HYDRAULIKA**

*do po* **ĆWICZENIA**

**PRZEPŁYWY W PRZEWODACH CIŚNIENIOWYCH**

GDAŃSK 2017

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Janusz T. Cieśliński*

RECENZENT

*Jerzy M. Sawicki*

REDAKCJA JĘZYKOWA

*Agnieszka Frankiewicz*

PROJEKT OKŁADKI I SKŁAD

*Katarzyna Olszonowicz*

Wydano za zgodą

Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem  
<http://www.pg.edu.pl/wydawnictwo/katalog>  
zamówienia prosimy kierować na adres [wydaw@pg.edu.pl](mailto:wydaw@pg.edu.pl)

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

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2017

ISBN 978-83-7348-712-3

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

---

Wydanie I. Ark. wyd. 5,7, ark. druku 6,25, 1165/992

---

Druk i oprawa: Volumina.pl Daniel Krzanowski  
ul. Księcia Witolda 7-9, 71-063 Szczecin, tel. 91 812 09 08

---

# SPIS TREŚCI

1. PODSTAWOWE POJĘCIA I KLASYFIKACJE .....	7
1.1. Wprowadzenie teoretyczne .....	7
1.1.1. Natężenie przepływu i średnia prędkość masowa. Równanie ciągłości .....	8
1.1.2. Ruch laminarny i turbulentny .....	10
1.1.3. Ciśnienie absolutne, nadciśnienie, podciśnienie .....	11
1.1.4. Równanie Bernoulliego – problemy ogólne. Bilans energii mechanicznej. Straty energii mechanicznej .....	12
1.2. Przykładowe zadania .....	17
1.2.1. Natężenie przepływu i średnia prędkość masowa. Równanie ciągłości .....	17
1.2.2. Ruch laminarny i turbulentny .....	19
1.2.3. Ciśnienie absolutne, nadciśnienie, podciśnienie .....	20
1.2.4. Równanie Bernoulliego – problemy ogólne. Bilans energii mechanicznej. Straty energii mechanicznej .....	21
1.3. Zadania do samodzielnego wykonania .....	23
1.3.1. Natężenie przepływu i średnia prędkość masowa. Równanie ciągłości .....	23
1.3.2. Ruch laminarny i turbulentny .....	26
1.3.3. Ciśnienie absolutne, nadciśnienie, podciśnienie .....	28
1.3.4. Równanie Bernoulliego – problemy ogólne. Bilans energii mechanicznej. Straty energii mechanicznej .....	28
2. UPROSZCZONE PRZYPADKI OBLICZANIA PRZEPLYWÓW. PRZEPLYWY CIECZY NIELEPKIEJ .....	30
2.1. Wprowadzenie teoretyczne .....	30
2.1.1. Obliczenia zwęzek pomiarowych .....	32
2.1.2. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych .....	32
2.2. Przykładowe zadania .....	33
2.2.1. Obliczenia zwęzek pomiarowych .....	33
2.2.2. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych .....	37
2.2.3. Rysowanie linii ciśnienia i linii energii dla przepływu cieczy nielepkiej .....	39
2.3. Zadania do samodzielnego wykonania .....	42
2.3.1. Obliczenia zwęzek pomiarowych .....	42
2.3.2. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych. Rysowanie linii ciśnienia i linii energii dla przepływu cieczy nielepkiej .....	43
3. PRZEPLYWY CIECZY LEPKIEJ W POJEDYNCZYCH PRZEWODACH CIŚNIENIOWYCH .....	48
3.1. Wprowadzenie teoretyczne .....	48
3.1.1. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych .....	48
3.1.2. Rysowanie linii ciśnienia i linii energii dla przepływu cieczy lepkiej .....	49
3.1.3. Pompy w przewodach ciśnieniowych .....	50
3.1.4. Przewody wydatkujące po drodze .....	54

---

3.2. Przykładowe zadania .....	56
3.2.1. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych .....	56
3.2.2. Rysowanie linii ciśnienia i linii energii dla przepływu cieczy lepkiej .....	59
3.2.3. Pompy w przewodach ciśnieniowych .....	62
3.2.4. Przewody wydatkujące po drodze .....	67
3.3. Zadania do samodzielnego wykonania .....	68
3.3.1. Obliczenia pojedynczych przewodów ciśnieniowych. Rysowanie linii ciśnienia i linii energii dla przepływu cieczy lepkiej .....	68
3.3.2. Pompy w przewodach ciśnieniowych .....	76
<b>4. PRZEPIĘTY W SIECIACH PRZEWODÓW POD CIŚNIENIEM .....</b>	<b>78</b>
4.1. Wprowadzenie teoretyczne .....	78
4.2. Przykładowe zadania .....	82
4.3. Zadania do samodzielnego wykonania .....	89
<b>ODPOWIEDZI DO WYBRANYCH ZADAŃ .....</b>	<b>93</b>
<b>ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>95</b>
Załącznik 1 .....	95
Załącznik 2 .....	96
Załącznik 3 .....	97
<b>LITERATURA .....</b>	<b>100</b>