

Erwin Wojtczak

# 100 ZADAŃ Z WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

ZBIÓR ZADAŃ Z ROZWIĄZANIAM

Gdańsk 2023

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Dariusz Mikielewicz*

RECENZENT

*Marek Skowronek*

REDAKCJA JĘZYKOWA

*Agnieszka Frankiewicz*

SKŁAD I PROJEKT OKŁADKI

*Ireneusz Jelonek*

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 2023

ISBN 978-83-7348-897-7

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 7,7, ark. druku 11,0, 1288/1221

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

---

## SPIS TREŚCI

---

Od autora.....	5
1. Stan naprężenia. Stan odkształcenia. Prawo Hooke’a .....	7
Zadania.....	7
Rozwiązania zadań .....	9
2. Charakterystyki geometryczne figur płaskich.....	17
Zadania.....	17
Rozwiązania zadań .....	20
3. Rozciąganie/ściskanie osiowe. Oddziaływania termiczne.....	29
Zadania.....	29
Rozwiązania zadań .....	33
4. Zginanie proste i ukośne .....	41
Zadania.....	41
Rozwiązania zadań .....	45
5. Rozciąganie/ściskanie mimośrodowe. Rdzeń przekroju.....	57
Zadania.....	57
Rozwiązania zadań .....	60
6. Skręcanie swobodne.....	71
Zadania.....	71
Rozwiązania zadań .....	74
7. Ścinanie przy zginaniu. Naprężenia główne przy zginaniu .....	81
Zadania.....	81
Rozwiązania zadań .....	83
8. Połączenia technologiczne .....	92
Zadania.....	92
Rozwiązania zadań .....	95
9. Belki złożone.....	99
Zadania.....	99
Rozwiązania zadań .....	101

10. Pręty zespolone .....	106
Zadania.....	106
Rozwiązania zadań .....	108
11. Linia ugięcia belki zginanej .....	116
Zadania.....	116
Rozwiązania zadań .....	118
12. Ciężna .....	124
Zadania.....	124
Rozwiązania zadań .....	125
13. Energia potencjalna odkształcenia sprężystego .....	133
Zadania.....	133
Rozwiązania zadań .....	134
14. Stateczność prętów prostych.....	139
Zadania.....	139
Rozwiązania zadań .....	141
15. Złożone stany naprężenia. Hipotezy wytrzymałościowe.....	150
Zadania.....	150
Rozwiązania zadań .....	153
16. Nośność graniczna .....	163
Zadania.....	163
Rozwiązania zadań .....	166
Literatura uzupełniająca.....	174

---

## OD AUTORA

---

*Wytrzymałość materiałów* to jedna z kluczowych dziedzin wiedzy inżynierskiej, zajmująca się badaniem w ujęciach teoretycznym i eksperymentalnym zjawisk zachodzących w materiałach i konstrukcjach pod wpływem obciążeń zewnętrznych. Podstawowym zagadnieniem *wytrzymałości materiałów* jest charakteryzowanie stanu materiału bądź wykonanej z niego konstrukcji, m.in. poprzez wyznaczanie naprężeń, odkształceń i przemieszczeń. Jest to dyscyplina inżynierska wyrastająca z dziedziny teoretycznej – *teorii sprężystości i plastyczności*. Ograniczona do klasy układów prętowych przynosi uproszczone, korzystne z punktu widzenia inżyniera rozwiązania.

Niniejszy zbiór zadań jest przeznaczony dla studentów *budownictwa* na wyższych uczelniach technicznych. Poszczególne rozdziały dotyczą podstawowych problemów obliczeniowych *wytrzymałości materiałów*. Każdy rozdział składa się z dwóch części – pierwsza z nich zawiera treści zadań, a druga pełne rozwiązania z komentarzami. Przyjęta forma zbioru zadań ma na celu umożliwienie zrozumienia prezentowanych zagadnień poprzez szczegółowe przeprowadzenie czytelnika przez schemat rozwiązania. Trzeba jednak pamiętać, że każde rozwiązanie jest słuszne w odniesieniu do konkretnego problemu rozważanego w zadaniu, wobec czego należy uważnie korzystać z przedstawionych schematów w przypadku rozważania innych (podobnych) problemów z zakresu danej tematyki. Zadania w kolejnych rozdziałach wprowadzają nowe zagadnienia, nierzadko łącząc je z dziedziną poprzednich tematów.

Chciałbym złożyć serdeczne podziękowania wszystkim osobom, bez których powstanie tej książki nie byłoby możliwe, przede wszystkim wykładowcom przedmiotu *wytrzymałość materiałów*: Panu prof. Jackowi Chróścielewskiemu, Pani prof. Magdalenie Ruckiej i Panu prof. Wojciechowi Witkowskiemu, dzięki którym mogę nieustannie poszerzać swoją wiedzę z przedmiotu. Ponadto dziękuję Panu dr. Markowi Skowronkowi, prof. PG, który jako wykładowca z czasów studiów wprowadził mnie w tajniki *wytrzymałości materiałów*.

Mając na uwadze fakt, że nie ma rzeczy idealnych, zwracam się z serdeczną prośbą do czytelników o krytyczne podejście do zaprezentowanych treści. Będę wdzięczny za wszelkie sugestie i uwagi dotyczące zawartości książki (erwin.wojtczak@pg.edu.pl).

Erwin Wojtczak