

Erwin Wojtczak

100 ZADAŃ Z WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

ZBIÓR ZADAŃ Z ROZWIĄZANIAM

Gdańsk 2025

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://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 2025

ISBN 978-83-7348-953-0

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie II (nakład 1). Ark. wyd. 7,7, ark. druku 11,0, 1321/1311

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