

# Konstrukcje metalowe

Część I



Kazimierz Rykaluk

# Konstrukcje metalowe

Część I

DOLNOŚLĄSKIE WYDAWNICTWO EDUKACYJNE

Opracowanie redakcyjne i techniczne  
Zdzisław Majewski

Projekt i przygotowanie okładki  
Janusz Petri

Rysunki  
Robert Luźny, Janusz Petri

© Copyright by Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2016

ISBN 978-83-7125-261-7

Książki Dolnośląskiego Wydawnictwa Edukacyjnego  
dostępne są w sprzedaży wysyłkowej.

Zamówienia prosimy kierować pod adresem:

DOLNOŚLĄSKIE WYDAWNICTWO EDUKACYJNE

ul. Ojca Bezymia 20b, 53-204 Wrocław

tel./fax (71) 363-26-85

e-mail: [biuro@dwe.wroc.pl](mailto:biuro@dwe.wroc.pl)

<http://www.dwe.wroc.pl>

# Spis treści

<b>1. Zagadnienia materiałowe</b>	9
1.1. Informacje wstępne	9
1.2. Ziarnistość struktur niektórych metali	16
1.3. Normatywne oznaczanie gatunków metali	21
1.3.1. Stopy żelaza	21
1.3.2. Staliwo	27
1.3.3. Stopy aluminium	28
1.4. Cechy mechaniczne	30
1.4.1. Wprowadzenie	30
1.4.2. Statyczna próba rozciągania	30
1.4.3. Próba udarności	40
1.4.4. Wytrzymałość zmęczeniowa	44
1.5. Metalowe wyroby hutnicze oraz ich asortyment	51
1.5.1. Zarys wytwarzania stalowych wyrobów hutniczych	51
1.5.2. Asortyment stalowych wyrobów hutniczych walcowanych na gorąco	62
1.5.3. Stalowe kształtowniki gięte	68
1.5.4. Aluminiowe wyroby hutnicze	72
1.6. Odporność korozyjna metali	73
1.6.1. Proces korozji stali niestopowej	73
1.6.2. Proces korozji stali wysokostopowej nierdzewnej	75
1.6.3. Proces korozji stali trudno rdzewiejącej	78
1.6.4. Proces korozji stopów aluminium	79
1.6.5. Korozja kontaktowa	79
1.6.6. Ochrona antykorozyjna stali niestopowej	80
Bibliografia i normy do rozdziału 1	83
<b>2. Projektowanie konstrukcji metalowych według Eurokodów</b>	87
2.1. Wprowadzenie	87
2.1.1. Struktura Eurokodów	87
2.1.2. Sformułowania często używane w Eurokodach	90
2.2. Niektóre terminy i określenia dotyczące konstrukcji	90
2.3. Terminy i określenia dotyczące oddziaływań	92
2.4. Określenia dotyczące analizy konstrukcji	97

2.5. Warunki stanów granicznych . . . . .	99
2.5.1. Stany graniczne nośności . . . . .	99
2.5.2. Stany graniczne użyteczności . . . . .	102
2.5.3. Dobór klasy jakości stali ze względu na kruche pękanie . . . . .	104
2.5.4. Dobór klasy jakości stali ze względu na ciągliwość międzywarstwową . . . . .	109
2.5.5. Istota metody stanów granicznych poziomu drugiego . . . . .	112
Bibliografia i normy do rozdziału 2 . . . . .	113
<b>3. Połączenia . . . . .</b>	<b>115</b>
3.1. Informacje wstępne . . . . .	115
3.2. Podział połączeń . . . . .	116
3.2.1. Podział ze względu na rozbieralność . . . . .	116
3.2.2. Podział ze względu na ułożenie elementów . . . . .	117
3.2.3. Podział ze względu na odkształcalność . . . . .	118
3.3. Połączenia spawane . . . . .	119
3.3.1. Metody spawania . . . . .	119
3.3.2. Rodzaje spoin . . . . .	125
3.3.3. Technologiczne zwiększanie wytrzymałości zmęczeniowej spoin . . . . .	130
3.3.4. Pozycje spawania i wady spawalnicze . . . . .	133
3.3.5. Spawalność stali . . . . .	135
3.3.6. Obliczanie nośności spoin . . . . .	140
3.4. Połączenia śrubowe . . . . .	146
3.4.1. Informacje wstępne . . . . .	146
3.4.2. Opis łącznika śrubowego . . . . .	148
3.4.3. Otwory na śruby i ich rozmieszczenie . . . . .	154
3.4.4. Kategorie połączeń śrubowych i warunki nośności . . . . .	159
3.4.5. Nośności obliczeniowe śruby . . . . .	160
3.4.6. Przypadki szczególne dotyczące nośności połączeń śrubowych . . . . .	167
Bibliografia i normy do rozdziału 3 . . . . .	171
<b>4. Słupy osiowo ściskane . . . . .</b>	<b>173</b>
4.1. Wprowadzenie . . . . .	173
4.2. Sposoby przekazywania reakcji belek stropowych na słup . . . . .	179
4.3. Słup jednokondygnacyjny . . . . .	182
4.3.1. Części składowe słupa . . . . .	182
4.3.2. Przekroje poprzeczne trzonów . . . . .	182
4.4. Obliczanie trzonów pełnościennych . . . . .	186
4.4.1. Algorytm obliczania . . . . .	186
4.4.2. Klasyfikacja przekrojów . . . . .	187
4.4.3. Przekrój efektywny . . . . .	190
4.4.4. Współczynnik wybożenia . . . . .	191
4.4.5. Uwagi dotyczące ściskanych elementów aluminiowych . . . . .	196
4.5. Obliczanie trzonów złożonych dwugałęziowych . . . . .	199
4.5.1. Założenia obliczeniowe . . . . .	199

4.5.2. Trzon skratowany . . . . .	201
4.5.3 Trzon z przewiązkami . . . . .	202
4.6. Nominalnie przegubowa podstawa słupa . . . . .	206
4.6.1. Podstawa słupa pełnościennego z płytą poziomą . . . . .	206
4.6.2. Podstawa słupa z płytą poziomą i blachami pionowymi . . . . .	213
4.6.3. Podstawa okrągłego słupa rurowego z płytą poziomą i blachami pionowymi . . . . .	217
4.6.4. Podstawa słupa złożonego . . . . .	218
4.7. Głowica słupa . . . . .	220
4.7.1. Głowica słupa pełnościennego . . . . .	220
4.7.2. Głowica słupa złożonego dwugłęziowego . . . . .	223
Bibliografia i normy do rozdziału 4 . . . . .	225
<b>5. Belki . . . . .</b>	<b>227</b>
5.1. Charakterystyka belek . . . . .	227
5.2. Nośność przekroju belki . . . . .	232
5.2.1. Klasyfikacja przekrojów . . . . .	232
5.2.2. Nośność przekroju sztywnego przy zginaniu . . . . .	234
5.2.3. Przeguby plastyczne w belce jednoprzęsłowej sztywno zamocowanej . . . . .	237
5.2.4. Nośność przekroju przy ścinaniu . . . . .	238
5.3. Stateczność belki . . . . .	245
5.3.1. Moment krytyczny belki idealnej . . . . .	245
5.3.2. Sprawdzanie warunku nośności belki przy zwichrzeniu . . . . .	249
5.4. Szczegóły konstrukcyjne . . . . .	252
5.4.1. Oparcie belki walcowanej na murze . . . . .	252
5.4.2. Oparcie blachownicy na łożysku stycznym . . . . .	256
5.4.3. Podatne żebro podporowe . . . . .	258
5.4.4. Śrubowany doczołowy styk montażowy . . . . .	263
5.4.5. Montażowe połączenie belki z podciągami . . . . .	268
5.5. Wybrane zagadnienia dynamiki belek . . . . .	273
5.5.1. Drgania własne . . . . .	273
5.5.2. Drgania wymuszone . . . . .	274
5.5.3. Uderzenie spadającym ciężarem . . . . .	275
Bibliografia i normy do rozdziału 5 . . . . .	276