

# Spis treści

<b>Przedmowa</b>	<b>9</b>
<b>1. Wiadomości wstępne. Definicje</b>	<b>11</b>
1.1. Wprowadzenie	11
1.2. Elementy konstrukcyjne	12
1.3. Podstawy statyki	14
1.3.1. Skalary i wektory	14
1.3.2. Zasady statyki	15
1.3.3. Moment statyczny siły względem punktu, para sił	17
1.3.4. Redukcja płaskiego układu sił	20
1.3.5. Warunki równowagi	24
1.4. Oddziaływania na konstrukcje	27
1.4.1. Uwagi ogólne	27
1.4.2. Siła skupiona	28
1.4.3. Obciążenie ciągłe	29
1.4.4. Moment skupiony	31
1.5. Schematy statyczne układów prętowych	32
1.5.1. Schematy statyczne	32
1.5.2. Węzły	35
1.5.3. Podpory	36
1.6. Podstawowe założenia teorii konstrukcji	38
1.7. Charakterystyki geometryczne figur płaskich	39
1.7.1. Momenty statyczne i środek ciężkości	39
1.7.2. Momenty bezwładności figur płaskich	43
1.7.3. Główne osie i momenty bezwładności	48
<b>2. Układy prętowe statycznie wyznaczalne</b>	<b>51</b>
2.1. Siły wewnętrzne	51
2.2. Belki proste	56
2.2.1. Uwagi ogólne	56
2.2.2. Belka swobodnie podparta	56
2.2.3. Belka wspornikowa i belka swobodnie podparta ze wspornikami	67
2.3. Układy ramowe	73
2.3.1. Uwagi wstępne	73
2.3.2. Ramy	73

2.3.3. Ramy trójprzegubowe . . . . .	78
2.4. Łuki . . . . .	84
2.5. Kratownice . . . . .	92
2.6. Układy złożone . . . . .	101
2.6.1. Uwagi ogólne . . . . .	101
2.6.2. Belki ciągle przegubowe . . . . .	103
2.6.3. Złożone układy ramowe i kratowe . . . . .	107
2.6.4. Układy ramowo-kratowe . . . . .	110
2.7. Ciegna . . . . .	114
2.8. Obciążenia zmienne . . . . .	118
2.8.1. Uwagi ogólne . . . . .	118
2.8.2. Linie wpływu . . . . .	119
2.8.3. Obciążanie linii wpływu . . . . .	124
2.8.4. Ekstremalne obciążanie linii wpływu . . . . .	126
2.8.5. Obwiednie sił wewnętrznych . . . . .	131
2.8.6. Kombinacja obciążeń . . . . .	135
<b>3. Elementy wytrzymałości materiałów . . . . .</b>	<b>137</b>
3.1. Uwagi ogólne . . . . .	137
3.2. Stany naprężenia i odkształcenia . . . . .	137
3.2.1. Definicja stanu naprężenia . . . . .	137
3.2.2. Ekstremalne wartości naprężeń – płaski stan naprężenia . . . . .	139
3.2.3. Związki między naprężeniami a siłami wewnętrznymi . . . . .	144
3.2.4. Stan odkształcenia . . . . .	145
3.2.5. Związki między naprężeniami a odkształceniami . . . . .	148
3.3. Wymiarowanie konstrukcji . . . . .	152
3.3.1. Warunki wymiarowania . . . . .	152
3.3.2. Metody projektowania konstrukcji . . . . .	154
3.4. Rozciąganie i ściskanie jednoosiowe . . . . .	155
3.5. Połączenia elementów konstrukcyjnych. Ścinanie techniczne . . . . .	159
3.5.1. Podstawowe definicje . . . . .	159
3.5.2. Połączenia na śruby i nity . . . . .	159
3.5.3. Połączenia spawane . . . . .	163
3.6. Zginanie . . . . .	166
3.6.1. Uwagi ogólne . . . . .	166
3.6.2. Zginanie proste . . . . .	168
3.6.3. Zginanie ukośne . . . . .	172
3.6.4. Zginanie ze ścinaniem . . . . .	177
3.6.5. Belki złożone i wielokrotne . . . . .	182
3.7. Skręcanie swobodne . . . . .	184
3.8. Ściskanie – rozciąganie mimośrodkowe. Rdzeń przekroju . . . . .	189
3.9. Linia ugięcia belek zginanych – równanie Eulera . . . . .	198
3.10. Stateczność prętów . . . . .	204
3.11. Nośność graniczna prętów . . . . .	209
3.11.1. Uwagi ogólne . . . . .	209
3.11.2. Rozciąganie i ściskanie jednoosiowe . . . . .	210
3.11.3. Zginanie . . . . .	212
3.12. Hipotezy wytrzymałościowe . . . . .	217

<b>4. Układy prętowe statycznie niewyznaczalne</b>	<b>224</b>
4.1. Wiadomości ogólne . . . . .	224
4.2. Statyczna i kinematyczna analiza układów prętowych . . . . .	225
4.2.1. Stopień statycznej niewyznaczalności konstrukcji . . . . .	225
4.2.2. Analiza kinematyczna układów prętowych . . . . .	228
4.3. Zasada prac wirtualnych . . . . .	231
4.4. Obliczanie przemieszczeń układów prętowych . . . . .	234
4.5. Metoda sił . . . . .	242
4.5.1. Wiadomości ogólne . . . . .	242
4.5.2. Belki ciągłe . . . . .	246
4.5.3. Ramy statycznie niewyznaczalne . . . . .	249
4.5.4. Kratownice statycznie niewyznaczalne . . . . .	254
4.6. Metoda przemieszczeń . . . . .	256
4.6.1. Podstawowe pojęcia. Stopień geometrycznej niewyznaczalności . . . . .	256
4.6.2. Układ równań równowagi metody przemieszczeń . . . . .	258
4.6.3. Momenty wyjściowe i wzory transformacyjne . . . . .	260
4.6.4. Algorytm obliczeń. Interpretacja fizyczna rozwiązania . . . . .	263
4.7. Metoda przemieszczeń. Zapis macierzowy . . . . .	271
4.8. Układy prętowe o symetrycznej budowie . . . . .	285
4.8.1. Układy symetryczne . . . . .	285
4.8.2. Obciążenie symetryczne . . . . .	286
4.8.3. Obciążenie antysymetryczne . . . . .	289
4.9. Nośność graniczna układów statycznie niewyznaczalnych . . . . .	294
<b>Rozwiązania zadań</b>	<b>297</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>311</b>