

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
1. Wprowadzenie	9
1.1. Współzależność pomiędzy konstrukcją i architekturą	9
1.2. Podstawowe pojęcia mechaniki materiałów i konstrukcji	14
1.2.1. Zakres, cel i założenia mechaniki materiałów i konstrukcji	14
1.2.2. Zasady podparcia konstrukcji	18
1.3. Geometryczne charakterystyki figur płaskich	25
1.3.1. Momenty statyczne i środek ciężkości	25
1.3.2. Momenty bezwładności	28
1.3.3. Twierdzenie Steinera	30
1.3.4. Momenty bezwładności względem osi obróconych	35
1.3.5. Główne momenty bezwładności	37
1.3.6. Ekstremalne wartości dewiacyjnego momentu bezwładności	39
1.3.7. Niezmienniki momentów bezwładności	43
2. Stan naprężenia i odkształcenia	45
2.1. Analiza stanu naprężenia	45
2.1.1. Przestrzenny stan naprężenia	45
2.1.2. Płaski stan naprężenia	49
2.2. Geometria stanu odkształcenia	58
2.2.1. Składowe stanu odkształcenia	58
2.2.2. Płaski stan odkształcenia	63
2.3. Równania fizyczne dla ciała sprężystego	67
2.3.1. Jednoosiowy stan naprężenia	67
2.3.2. Trójosiowy stan naprężenia	70
2.3.3. Równania fizyczne dla płaskiego stanu naprężenia	76
2.4. Doświadczalna analiza naprężeń i odkształceń	77
2.4.1. Podstawy teoretyczne	77
2.4.2. Doświadczalne pomiary odkształceń	78
2.4.3. Elastooptyka	86
3. Elementy obciążone osiowo	94
3.1. Zasady ogólne i obliczanie naprężeń	94

3.2. Kratownice	98
3.2.1. Zasady budowy kratownic	98
3.2.2. Metoda równoważenia węzłów	100
3.2.3. Metoda Rittera	104
3.2.4. Pręty zerowe kratownicy	110
3.3. Badania właściwości materiałów i warunków bezpieczeństwa konstrukcji	112
3.3.1. Zależność pomiędzy obciążeniem i odkształceniem	112
3.3.2. Warunek wytrzymałości dla elementów osiowo rozciąganych	120
3.4. Podstawy stateczności konstrukcji	123
3.4.1. Problem równowagi statecznej	123
3.4.2. Wyboczenie prętów	127
3.4.3. Warunek wytrzymałości dla elementów osiowo ściskanych	132
3.5. Optymalny kształt kolumny	139
3.5.1. Warunek wytrzymałości kolumny	139
3.5.2. Osłabienie kolumny otworami	143
4. Elementy zginane	148
4.1. Definicje i pojęcia podstawowe	148
4.2. Siły przekrojowe w belkach o osi prostej	151
4.2.1. Obliczanie i znakowanie sił przekrojowych	151
4.2.2. Belki swobodnie podparte	153
4.2.3. Belki wspornikowe	159
4.2.4. Belki gerberowskie	161
4.2.5. Belki o osi zakrzywionej	165
4.3. Zginanie proste	168
4.3.1. Naprężenia normalne	168
4.3.2. Naprężenia styczne	173
4.4. Warunek wytrzymałości dla belek zginanych	177
4.5. Kierunki naprężeń głównych w belkach zginanych	185
4.5.1. Izokliny	185
4.5.2. Trajektorie naprężeń głównych	188
4.6. Racjonalne rozwiązanie kamiennej belki	191
4.6.1. Kamienna belka nadproża	191
4.6.2. Statyka nadproża Lwiej Bramy	192
4.7. Odkształcenia belki zginanej	196
4.7.1. Równanie różniczkowe linii ugięcia	196
4.7.2. Obliczanie przemieszczeń punktów w belkach zginanych	199
4.7.3. Zależności różniczkowe w belkach zginanych.....	204
5. Elementy obciążone mimośrodowo	206
5.1. Definicje i obliczanie naprężeń	206
5.1.1. Warunki wystąpienia obciążenia mimośrodowego	206
5.1.2. Obliczanie naprężeń	209

5.1.3. Szczególne przypadki obciążenia mimośrodowego	212
5.2. Rdzeń przekroju	223
5.2.1. Definicja rdzenia przekroju	223
5.2.2. Twierdzenie o wzajemności naprężeń normalnych	225
5.2.3. Wyznaczanie rdzenia przekroju	227
5.3. Rola rdzenia przekroju w projektowaniu budowli z kamienia	235
5.3.1. Kolumna Partenonu	235
5.3.2. Nośność filara przyporowego katedry gotyckiej	239
6. Układy statycznie niewyznaczalne i podstawy metody sił	246
6.1. Stopień statycznej niewyznaczalności	246
6.2. Równanie pracy wirtualnej i obliczanie przemieszczeń w układach statycznie wyznaczalnych	250
6.2.1. Wyprowadzenie równania pracy wirtualnej	250
6.2.2. Obliczanie przemieszczeń w belkach	252
6.2.3. Obliczanie przemieszczeń węzłów kratownic	258
6.3. Podstawy metody sił	260
6.3.1. Układ podstawowy i równania kanoniczne metody sił	260
6.3.2. Rozwiązanie układu po obliczeniu nadliczbowych	266
6.3.3. Obliczanie przemieszczeń w układach statycznie niewyznaczalnych	269
6.3.4. Kontrola kinematyczna	271
7. Konstrukcje łukowe	274
7.1. Istota konstrukcji łukowych	274
7.1.1. Linia ciśnienia	274
7.1.2. Przykłady konstrukcji łukowych	277
7.2. Optymalny kształt osi łuku	280
7.2.1. Zależność linii ciśnienia od obciążenia	280
7.2.2. Linia ciśnienia dla obciążenia dwoma i trzema siłami	288
7.2.3. Linia ciśnienia w prętach zakrzywionych	296
7.3. Statyka mostu łukowego	302
7.3.1. Geometria kamiennego mostu w Alcázarze	302
7.3.2. Obliczanie sił przekrojowych	302
7.3.3. Warunek wytrzymałości	314
7.3.4. Ugięcie łuku	318
8. Dźwigary powierzchniowe	320
8.1. Rodzaje dźwigarów powierzchniowych	320
8.1.1. Tarcze	320
8.1.2. Płyty	322
8.1.3. Powłoki	324
8.2. Podstawy teorii zginania płyt	333

8.2.1.	Rozwiązanie płyt we współrzędnych prostokątnych	333
8.2.2.	Osiowo symetryczne zginanie płyt okrągłych	344
8.3.	Optymalne rozwiązanie płyty zginanej dolmenu	351
8.3.1.	Geometria dolmenu Zambujeiro	351
8.3.2.	Schemat 1 płyty okrągłej	352
8.3.3.	Schemat 2 płyty okrągłej	357
8.3.4.	Schemat 3 płyty okrągłej	359
8.4.	Statyka kopuły kulistej	364
8.4.1.	Kopuła Panteonu	364
8.4.2.	Naprężenia w obecnym stanie kopuły Panteonu	365
8.4.3.	Naprężenia w kopule o stałej grubości	370
Bibliografia		378