

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	40
1.3.7. Niezmienniki momentów bezwładności	44
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 warunek 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
5. Elementy obciążone mimośrodowo	205
5.1. Definicje i obliczanie naprężeń	205
5.1.1. Warunki wystąpienia obciążenia mimośrodowego	205
5.1.2. Obliczanie naprężeń	208
5.1.3. Szczególne przypadki obciążenia mimośrodowego	211

5.2. Rdzeń przekroju	222
5.2.1. Definicja rdzenia przekroju	222
5.2.2. Twierdzenie o wzajemności naprężeń normalnych	224
5.2.3. Wyznaczanie rdzenia przekroju	226
5.3. Rola rdzenia przekroju w projektowaniu budowli z kamienia	234
5.3.1. Kolumna Partenonu	234
5.3.2. Nośność filara przyporowego katedry gotyckiej	238
6. Układy statycznie niewyznaczalne i podstawy metody sił	245
6.1. Stopień statycznej niewyznaczalności	245
6.2. Równanie pracy wirtualnej i obliczanie przemieszczeń w układach statycznie wyznaczalnych	249
6.2.1. Wyprowadzenie równania pracy wirtualnej	249
6.2.2. Obliczanie przemieszczeń w belkach	251
6.2.3. Obliczanie przemieszczeń węzłów kratownic	257
6.3. Podstawy metody sił	258
6.3.1. Układ podstawowy i równania kanoniczne metody sił	258
6.3.2. Rozwiązanie układu po obliczeniu nadliczbowych	265
6.3.3. Obliczanie przemieszczeń w układach statycznie niewyznaczalnych	268
6.3.4. Kontrola kinematyczna	269
7. Konstrukcje łukowe	273
7.1. Istota konstrukcji łukowych	273
7.1.1. Linia ciśnienia	273
7.1.2. Przykłady konstrukcji łukowych	276
7.2. Optymalny kształt osi łuku	279
7.2.1. Zależność linii ciśnienia od obciążenia	279
7.2.2. Linia ciśnienia dla obciążenia dwoma i trzema siłami	287
7.2.3. Linia ciśnienia w prętach zakrzywionych	295
7.3. Statyka mostu łukowego	301
7.3.1. Geometria kamiennego mostu w Alcántarze	301
7.3.2. Obliczanie sił przekrojowych	302
7.3.3. Warunek wytrzymałości	311
8. Dźwigary powierzchniowe	316
8.1. Rodzaje dźwigarów powierzchniowych	316
8.1.1. Tarcze	316
8.1.2. Płyty	318
8.1.3. Powłoki	320
8.2. Podstawy teorii zginania płyt	324
8.2.1. Rozwiązanie płyt we współrzędnych prostokątnych	324
8.2.2. Osiowo symetryczne zginanie płyt okrągłych	327

8.3. Optymalne rozwiązanie płyty zginanej dolmenu	333
8.3.1. Geometria dolmenu Zambujeiro	333
8.3.2. Schemat 1 płyty okrągłej	334
8.3.3. Schemat 2 płyty okrągłej	338
8.3.4. Schemat 3 płyty okrągłej	341
8.4. Statyka kopuły kulistej	345
8.4.1. Kopuła Panteonu	345
8.4.2. Naprężenia w obecnym stanie kopuły Panteonu	347
8.4.3. Naprężenia w kopule o stałej grubości	352
Bibliografia	360