

Przedmowa.....	9
1. WSTĘP, NOTACJA I ZESTAWIENIE RÓWNAŃ MECHANIKI CIAŁA SPRĘŻYSTEGO....	11
1.1. Wprowadzenie.....	11
1.2. Układ treści.....	13
1.3. Zestawienie równań liniowej teorii sprężystości.....	14
1.4. Zastosowane oznaczenia i przyjęta notacja.....	22
1.5. Redukcje równań do osiowego i płaskich stanów naprężenia.....	23
1.5.1. Osiowy stan naprężenia.....	24
1.5.2. Płaski stan naprężenia.....	25
1.6. Wzory transformacyjne i koła Mohra w płaskim stanie naprężenia.....	30
1.6.1. Transformacja składowych płaskiego stanu naprężenia.....	30
1.6.2. Konstrukcja kół Mohra.....	33
2. PROSTE ZGINANIE JEDNORODNYCH PRĘTÓW PRYZMATYCZNYCH.....	44
2.1. Opis zagadnienia i podstawowe założenia.....	44
2.2. Równania równowagi wewnętrznej w siłach przekrojowych.....	47
2.3. Stan przemieszczenia i odkształcenia oraz związki kinematyczne.....	49
2.4. Stan naprężenia i związki fizyczne.....	52
2.5. Zależności między naprężeniami a siłami przekrojowymi.....	54
2.6. Równanie równowagi wewnętrznej belki w przemieszczeniach.....	61
2.7. Rozwiązania elementarnych zagadnień brzegowych.....	63
2.7.1. Belki obciążone równomiernie.....	63
2.7.2. Belki obciążone momentem na brzegu.....	67
2.7.3. Belki obciążone siłą.....	69
2.8. Analiza stanu naprężenia w obszarze belki.....	72
3. UOGÓLNIENIA W TEORII ZGINANIA PRĘTÓW.....	79
3.1. Belki na podłożu sprężystym.....	79
3.2. Belki o zmiennej sztywności.....	81
3.3. Uwzględnienie wpływu sił poprzecznych na ugięcie.....	83
3.4. Obliczanie naprężeń w belkach o przekroju nieprostokątnym.....	88
3.4.1. Przekroje z jedną osią symetrii.....	89
3.4.2. Symetryczne przekroje cienkościenne.....	93
3.4.3. Niesymetryczne przekroje cienkościenne.....	99
3.5. Zginanie ukośne.....	101
3.5.1. Naprężenia normalne.....	102
3.5.2. Deformacja pręta.....	105
3.5.3. Naprężenia styczne.....	108

3.6. Zginanie z udziałem siły podłużnej	111
3.6.1. Równanie osi obojętnej	112
3.6.2. Rdzeń przekroju	115
4. WYZNACZANIE PRZEMIESZCZENIA BELEK	121
4.1. Sformułowanie zagadnienia	121
4.2. Rozwiązania zadań z jednym przedziałem całkowania	124
4.3. Rozwiązania belek o kilku przedziałach całkowania	127
4.3.1. Sposób Clebscha do belek ciągłych bezprzegubowych	127
4.3.2. Metoda parametrów początkowych w belkach ciągłych bezprzegubowych	134
4.3.3. Wyznaczanie przemieszczenia belek ciągłych przegubowych	138
4.4. Belki na podłożu sprężystym	142
4.4.1. Wyprowadzenie ogólnego rozwiązania	142
4.4.2. Przykłady rozwiązań zagadnień brzegowych	144
4.4.3. Metoda parametrów początkowych	150
5. METODY PRZYBLIŻONE OBLICZANIA PRĘTÓW ZE WSTĘPEM DO MES	153
5.1. Zagadnienie prętów obciążonych osiowo	153
5.1.1. Sformułowanie różniczkowe zagadnienia brzegowego	154
5.1.2. Zasada pracy wirtualnej z wirtualnym przemieszczeniem	156
5.1.3. Zasada zachowania energii mechanicznej	159
5.1.4. Zasada minimum energii potencjalnej	161
5.1.5. Metoda Galerkina	165
5.1.6. Metoda Ritza	169
5.1.7. Wstęp do metody elementów skończonych	173
5.1.8. Nazewnictwo i interpretacje metody elementów skończonych	178
5.2. Pręty zginane w płaszczyźnie	182
5.2.1. Sformułowanie lokalne i energia potencjalna belki	182
5.2.2. Idea metody elementów skończonych w przypadku belki	184
5.2.3. Terminologia i interpretacje metody elementów skończonych dla belki	188
5.2.4. Przykład liczbowy zastosowania MES	193
6. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE BELEK	202
6.1. Wprowadzenie	202
6.2. Połączenia elementów belek złożonych	203
6.2.1. Połączenia spawane	204
6.2.2. Połączenia śrubowe	206
6.3. Belki złożone	208
6.4. Belki zespolone	214
6.4.1. Stan przemieszczenia i odkształcenia – związki kinematyczne	215
6.4.2. Stan naprężenia i związki fizyczne	217
6.4.3. Podsumowanie	221
6.4.4. Przykład zastosowania	222
6.5. Belki zbrojone	224
6.5.1. Zasady obliczania	225
6.5.2. Przykłady obliczeń	230
7. NOŚNOŚĆ GRANICZNA KONSTRUKCJI PRĘTOWYCH	234
7.1. Model materiału	235
7.2. Pręt prosty obciążony osiowo	237

7.3. Pręt prosty zginany	239
7.3.1. Założenia i podstawowe zależności	240
7.3.2. Nośność przekroju z dwiema osiami symetrii	241
7.3.3. Nośność przekroju z jedną osią symetrii.....	250
7.3.4. Nośność belki.....	252
7.4. Pręt prosty skręcany.....	265
7.4.1. Nośność przekroju.....	265
7.4.2. Nośność pręta skręcanego.....	269
7.5. Zasada mocy wirtualnej i twierdzenia graniczne.....	272
7.5.1. Zasada pracy i mocy wirtualnej	273
7.5.2. Przeguby plastyczne i rozpraszanie w nich energii.....	274
7.5.3. Twierdzenia graniczne o szacowaniu nośności.....	277
7.6. Zastosowania twierdzeń granicznych.....	281
7.6.1. Belka obciążona siłą.....	283
7.6.2. Belka obciążona równomiernie.....	285
8. STATECZNOŚĆ PRĘTÓW ŚCISKANYCH.....	289
8.1. Wprowadzenie	289
8.2. Wyboczenie prętów idealnych.....	291
8.2.1. Wyznaczenie siły krytycznej prętów sprężystych.....	292
8.2.2. Wyboczenie sprężyste i niesprężyste	300
8.2.3. Przykłady analizy stateczności prętów	303
8.3. Wyboczenie z uwzględnieniem imperfekcji.....	307
8.3.1. Ściskanie pręta z imperfekcją przyłożenia siły	308
8.3.2. Ściskanie pręta z imperfekcją kształtu.....	310
8.3.3. Ilościowa analiza wpływu imperfekcji przy ściskaniu pręta	312
8.3.4. Nośność sprężysta ściskanego pręta z imperfekcją kształtu	316
8.3.5. Nośność przy ściskaniu w postanowieniach normowych.....	319
8.4. Przybliżone wyznaczanie siły krytycznej.....	323
8.4.1. Ekstremum energii potencjalnej i typ równowagi układu.....	323
8.4.2. Wyznaczanie siły krytycznej z kryterium energetycznego.....	325
8.4.3. Przykłady oszacowania siły krytycznej	329
Bibliografia	333