**Obliczanie konstrukcji żelbetowych według Eurokodu 2 / Michał Knauff. – Wydanie III poszerzone. – Warszawa, 2018**

Spis treści


**Podstawowe oznaczenia** **XVII**

**Spis tablic** **XXIX**

**1. Wstęp** **1**

**2. Właściwości betonu** **5**
2.1. Uwagi wstępne, struktura a właściwości mechaniczne betonu 5
2.2. Doświadczalne wyznaczanie wytrzymałości betonu 9
2.2.1. Wytrzymałość na ściskanie 9
2.2.2. Wytrzymałość na rozciąganie 12
2.3. Wytrzymałość na ściskanie jako zmienna losowa o rozkładzie normalnym 14
2.4. Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie 16
2.4.1. Definicja wytrzymałości charakterystycznej 16
2.4.2. Kontrola jakości i wyznaczanie wytrzymałości betonu 17
2.5. Klasy wytrzymałości i wytrzymałość obliczeniowa betonu 21
2.5.1. Klasy wytrzymałości i cechy mechaniczne betonu 21
2.5.2. Wytrzymałość obliczeniowa 23
2.6. Zależność naprężenie-odkształcenie przy obciążeniu krótkotrwałym 24
2.6.1. Zależność naprężenie-odkształcenie zalecana do analizy konstrukcji 24
2.6.2. Zależności stosowane do analizy nośności granicznej 26
2.7. Wpływ wieku betonu na jego wytrzymałość i moduł sprężystości 29
2.8. Wytrzymałość w trójosiowym stanie naprężenia i wytrzymałość betonu skrępowanego 31
2.8.1. Uwagi ogólne 31
2.8.2. Wpływ wytężenia w dwu- i trójosiowych stanach naprężenia według normy [N1] 33
2.9. Skurcz 35
2.9.1. Skurcz swobodny, wpływ skurczu na konstrukcję, rodzaje skurczu 35
2.9.2. Miarodajny wymiar $h_0$ i współczynnik $k_h$ 38
2.9.3. Odkształcenia skurczowe - końcowe wartości i zależność od wieku betonu 39
2.10. Pełzanie 41
2.10.1. Definicja, pełzanie liniowe przy stałym naprężeniu 41
2.10.2. Pełzanie nieliniowe 43

2.10.3. Wyznaczanie wartości współczynnika pełzania 44
2.10.4. Zmodyfikowany wiek betonu $t_0$ 44
2.10.5. Końcowy współczynnik pełzania $\varphi(\infty, t_0)$ 46
2.10.6. Współczynnik pełzania jako funkcja wieku betonu 48
2.10.7. Uwagi o wpływie pełzania na konstrukcje z betonu 49
2.11. Przykłady 51

**3. Zbrojenie - właściwości i ogólne zasady konstruowania 54**
3.1. Ogólna charakterystyka zbrojenia i wymagania norm projektowania 54
3.2. Właściwości stali zbrojeniowej 55
3.2.1. Podstawowe cechy zbrojenia i norma PN-EN 10080 55
3.2.2. Granica plastyczności i wytrzymałość stali zbrojeniowej 57
3.2.3. Zależność naprężenie-odkształcenie 57
3.2.4. Ciągliwość 58
3.2.5. Obliczeniowa granica plastyczności i uproszczony wykres $\sigma$-$\varepsilon$ 59
3.2.6. Użebrowanie i średnica nominalna 61
3.2.7. Inne właściwości stali zbrojeniowej 62
3.3. Przykładowe rodzaje stali zbrojeniowej 62
3.3.1. Stal według polskiej normy projektowania PN 2002 63
3.3.2. Przykłady wyrobów dziś oferowanych na rynku 64
3.4. Ogólne zasady konstruowania i kotwienia zbrojenia 65
3.4.1. Uwagi wstępne 65
3.4.2. Odstępy pomiędzy prętami 67
3.4.3. Krzywizna prętów 67
3.4.4. Przyczepność i podstawowa, wymagana długość zakotwienia $l_{b,rqd}$ 71
3.4.5. Wyznaczanie i odmierzanie obliczeniowej długości zakotwienia 75
3.5. Połączenia prętów na zakład 79
3.5.1. Rozmieszczanie połączeń na zakład i prętów w połączeniach 79
3.5.2. Obliczeniowa długość zakładu 82
3.5.3. Zbrojenie poprzeczne w strefie zakładu 83
3.6. Połączenia na zakład siatek spajanych z prętów żebrowanych 85
3.6.1. Połączenia zbrojenia głównego 85
3.6.2. Zakłady zbrojenia drugorzędnego i rozdzielczego 86
3.7. Dodatkowe wymagania dotyczące grubych prętów i wiązek prętów 86
3.7.1. Pręty o dużych średnicach 86
3.7.2. Wiązki prętów 87
3.7.3. Zbrojenie przypowierzchniowe 88

**4. Siły i naprężenia w przekrojach elementów żelbetowych 89**
4.1. Uwagi wstępne 89
4.2. Fazowy opis stanu przekrojów żelbetowych 91
4.2.1. Osiowe rozciąganie 91
4.2.2. Zginanie 93

4.2.3. Przekroje z niezerową siłą podłużną i moment $M_{s1}$ 94
4.3. Klasyczna teoria liniowa 97
4.3.1. Założenia, przekroje sprowadzone 97
4.3.2. Krzywizna i naprężenia 98
4.3.3. Faza I 101
4.3.4. Czyste zginanie w fazie II 101
4.3.5. Faza II przy $N \neq 0$ 102
4.3.6. Faza II - rozciąganie z małym mimośrodem 104
4.3.7. Algorytmy teorii liniowej 105
4.3.8. Przykłady 107

**5. Podstawy projektowania 115**
5.1. Podstawowe wymagania 115
5.1.1. Uwagi wstępne i zastosowanie teorii niezawodności 115
5.1.2. Wymagania ogólne 118
5.2. Norma projektowania konstrukcji z betonu na tle systemu norm europejskich 120
5.3. Metoda współczynników częściowych (stanów granicznych) 123
5.3.1. Uwagi wstępne 123
5.3.2. Stany graniczne 123
5.3.3. Sytuacje obliczeniowe, oddziaływania charakterystyczne i reprezentatywne 125
5.3.4. Kombinacje oddziaływań i ogólne zasady sprawdzania stanów granicznych 127
5.3.5. Metoda współczynników częściowych - krótkie podsumowanie 130
5.4. Trwałość konstrukcji i otulenie zbrojenia 132
5.4.1. Podstawowe czynniki i zjawiska wpływające na trwałość 132
5.4.2. Środowisko - klasy ekspozycji i wymagane klasy wytrzymałości betonu 133
5.4.3. Ogólne zasady określania otulenia zbrojenia 137
5.4.4. Dodatkowe wymagania dotyczące otulenia 140
5.4.5. Odchyłki otulenia 140
5.4.6. Wyznaczanie otulenia - ujęcie algorytmiczne i przykład 141
5.5. Uwzględnianie pożaru w projektowaniu konstrukcji 143
5.5.1. Uwagi wstępne 143
5.5.2. Ogólne zasady projektowania i wpływ temperatur pożarowych na właściwości betonu i zbrojenia 144
5.5.3. Pożar nominalny i kryteria R, E, I 146
5.5.4. Stosowanie metody częściowych współczynników do sprawdzania kryterium R 147
5.5.5. Projektowanie tabelaryczne 149
5.5.6. Odpryskiwanie i odpadanie betonu oraz konstrukcja połączeń 161
5.5.7. Beton wysokiej wytrzymałości 162
5.5.8. Obliczanie nośności w warunkach pożaru metodą izotermy 500 163
5.5.9. Zasady konstruowania zwiększające bezpieczeństwo pożarowe

konstrukcji 166

**6. Nośność graniczna przekrojów normalnych - podstawy teorii 169**
6.1. Uwagi wstępne 169
6.2. Nośność graniczna według Eurokodu 170
6.2.1. Założenia Eurokodu 170
6.2.2. Wybrane założenia Eurokodu zastosowane w książce 173
6.3. Naprężenia i siły w stanie granicznym nośności 175
6.4. Obliczanie nośności przekrojów o dowolnym kształcie 177
6.5. Graniczny zasięg strefy ściskanej i racjonalne zbrojenie belek 180

**7. Zginanie 183**
7.1. Przekroje prostokątne 183
7.1.1. Podstawowe zależności 183
7.1.2. Podstawowe zależności w funkcji zmiennych bezwymiarowych 186
7.1.3. Obliczanie przekrojów pojedynczo zbrojonych 189
7.1.4. Algorytmy, wykresy, tablice 190
7.1.5. Przekroje podwójnie zbrojone 199
7.2. Przekroje teowe i inne obliczane jako teowe 202
7.2.1. Uwagi wstępne 202
7.2.2. Stosowanie prostokątnego wykresu naprężeń w betonie 202
7.2.3. Obliczanie zbrojenia i nośności przekrojów teowych 205
7.2.4. Przekroje skrzynkowe i inne obliczane jako teowe 208
7.3. Minimalne i maksymalne zbrojenie podłużne elementów zginanych 210
7.3.1. Zbrojenie minimalne 210
7.3.2. Zbrojenie maksymalne 213
7.4. Przykłady 214

**8. Obliczanie przekrojów, na które działa moment zginający i siła podłużna 221**
8.1. Uwagi wstępne 221
8.2. Przekrój prostokątny - siły wewnętrzne i odkształcenia w stanie granicznym 222
8.3. Obliczanie momentu granicznego 225
8.4. Obliczanie przekrojów symetrycznie zbrojonych za pomocą krzywych granicznych 231
8.4.1. Stosowanie przekrojów symetrycznie zbrojonych 231
8.4.2. Krzywa graniczna przekroju 231
8.4.3. Obliczanie przekrojów prostokątnych i kołowych 233
8.5. Obliczanie zbrojenia niesymetrycznego 240
8.5.1. Podstawowe zależności - przypadki CT i CC 240
8.5.2. Obliczanie zbrojenia w przypadku CT 244
8.5.3. Obliczanie zbrojenia w przypadku CC 246
8.5.4. Algorytmy UU 247
8.6. Ukośne zginanie 249

8.7. Elementy rozciągane 251
8.8. Obliczanie zbrojenia za pomocą komputerów 254
8.9. Przykłady 256

**9. Analiza konstrukcji 264**
9.1. Zakres i zadania analizy konstrukcji 264
9.2. Idealizacja kształtu konstrukcji i obliczanie ustrojów jednokierunkowo zginanych 268
9.2.1. Uwagi wstępne 268
9.2.2. Płyty, belki, słupy, ściany, tarcze - podstawowe definicje 269
9.2.3. Schematy statyczne, rozpiętości efektywne i kombinacje obciążeń 271
9.2.4. Obliczanie belek ciągłych 278
9.2.5. Wymagania dotyczące minimalnych momentów w przęsłach i na podporach 285
9.2.6. Efektywna szerokość półek przekrojów teowych 286
9.3. Elementy usztywniające i usztywnione 287
9.4. Imperfekcje geometryczne konstrukcji i elementów wydzielonych 289
9.4.1. Definicja elementów wydzielonych 289
9.4.2. Rodzaje imperfekcji 289
9.4.3. Wpływ nachylenia konstrukcji na siły wewnętrzne 290
9.4.4. Trzy podstawowe zagadnienia związane z wpływem imperfekcji 292
9.4.5. Przykłady zastosowania przepisów normy do analizy wpływu imperfekcji 295
9.5. Wpływ efektów drugiego rzędu na elementy ściskane 302
9.5.1. Ogólne zasady uwzględniania efektów drugiego rzędu 302
9.5.2. Efektywna długość elementów wydzielonych 305
9.5.3. Wspólne zasady metod polegających na analizie wydzielonych elementów 309
9.5.4. Metoda nominalnej sztywności i współczynnik powiększenia momentu 310
9.5.5. Metoda nominalnej krzywizny 314
9.5.6. Pomijanie wpływu efektów drugiego rzędu na elementy wydzielone 316
9.5.7. Krytyczne przekroje w słupach, algorytmy i postępowanie iteracyjne 319
9.5.8. Wpływ efektów drugiego rzędu na słupy w niektórych typach budynków 322
9.5.9. Globalne efekty drugiego rzędu 324
9.5.10. Przykłady 328

**10. Ścinanie 336**
10.1. Uwagi wstępne 336
10.2. Ogólne zasady sprawdzania nośności na ścinanie 342
10.3. Zasady konstruowania zbrojenia na ścinanie 344

10.4. Minimalne zbrojenie poprzeczne 347
10.5. Przypadki, w których obliczanie zbrojenia na ścinanie jest zbędne 349
10.5.1. Siła graniczna $V_{Rd,c}$ 349
10.5.2. Obliczeniowa wartość siły poprzecznej $V_{Ed}$ 352
10.5.3. Przykłady 353
10.6. Przypadki, w których należy obliczyć zbrojenie na ścinanie 356
10.6.1. Model kratownicowy i warunki równowagi 356
10.6.2. Pionowe zbrojenie na ścinanie 358
10.6.3. Ukośne strzemiona i pręty odgięte 363
10.6.4. Obliczeniowa wartość siły poprzecznej $V_{Ed}$ 364
10.6.5. Optymalne projektowanie strzemion pionowych 365
10.6.6. Nośność jako funkcja zbrojenia i maksymalne zbrojenie na ścinanie 370
10.6.7. Elementy z nierównoległymi krawędziami 372
10.6.8. Projektowanie zbrojenia na ścinanie - podsumowanie 372
10.6.9. Przykłady 375
10.7. Ścinanie między półkami i środnikiem w elementach teowych 381
10.7.1. Naprężenia styczne w styku i graniczne wartości tych naprężeń 381
10.7.2. Miarodajne wartości siły $F_d$ i naprężeń stycznych $V_{Ed}$ 384
10.7.3. Rola zbrojenia na zginanie płyty i łączne zbrojenie poprzeczne w styku 388
10.7.4. Przykład 389
10.7.5. Uwagi o zbrojeniu układów płyta-żebro-podciąg 392
10.8. Przebicie 393
10.8.1. Uwagi wstępne 393
10.8.2. Podstawy teorii według [N1] 395
10.8.3. Sprawdzanie przebicia w ustrojach usztywnionych 400
10.8.4. Szczegółowe zasady wyznaczania obwodów kontrolnych 401
10.8.5. Wyznaczanie krytycznego obwodu kontrolnego w fundamentach 404
10.8.6. Współczynniki $\beta$ i k w najważniejszych szczególnych przypadkach 405
10.8.7. Zbrojenie na przebicie 407
10.8.8. Algorytmy 415
10.8.9. Przykłady 419
10.8.10. Komentarz 423

**11. Skręcanie** **424**
11.1. Uwagi wstępne 424
11.1.1. Przykłady skręcania i pomijanie skręcania w obliczeniach 424
11.1.2. Naprężenia styczne wywołane skręcaniem 426
11.2. Cienkościenny przekrój zamknięty jako model przekroju żelbetowego 427
11.3. Wymagania konstrukcyjne 429
11.4. Warunki równowagi w stanie granicznym nośności na skręcanie 430
11.5. Wymiarowanie przekrojów prostokątnych na jednoczesne

skręcanie i ścinanie 433
11.5.1. Maksymalna nośność ze względu na beton 433
11.5.2. Przypadki, w których obliczanie zbrojenia poprzecznego jest zbędne 434
11.5.3. Obliczanie zbrojenia 434
11.6. Przykłady 434

**12. Ogólne zasady analizy konstrukcji 438**
12.1. Ogólna charakterystyka metod analizy zalecanych w normie 438
12.2. Działy mechaniki a modele do analizy konstrukcji z betonu 440
12.3. Stosowanie teorii plastyczności 441
12.3.1. Uwagi wstępne 441
12.3.2. Przeguby plastyczne, redystrybucja momentów zginających, przykład 442
12.3.3. Graniczny kąt obrotu w strefie przegubu plastycznego 445
12.3.4. Ograniczenia zastępujące sprawdzanie kątów obrotu 446
12.4. Liniowe i nieliniowe metody obliczeń i efekty drugiego rzędu 448
12.4.1. Zasady ogólne 448
12.4.2. Klasyfikacja metod obliczeń 450

**13. Stany graniczne użytkowalności - wymagania ogólne, obliczanie naprężeń 454**
13.1. Podstawowe wymagania i zasady 454
13.2. Ograniczenia naprężeń 456
13.2.1. Ograniczenia naprężeń ściskających w betonie 456
13.2.2. Ograniczenia naprężeń rozciągających w zbrojeniu 458
13.3. Siła rysująca i moment rysujący 459
13.4. Obliczanie naprężeń 462
13.4.1. Zastosowanie teorii klasycznej 462
13.4.2. Uproszczone obliczanie naprężeń 463
13.4.3. Przykłady 465

**14. Zarysowanie 467**
14.1. Zarysowanie jako zjawisko i wymagania normy 467
14.1.1. Rysy wywołane oddziaływaniami bezpośrednimi 468
14.1.2. Rysy spowodowane ograniczeniem swobody odkształceń 468
14.1.3. Przeciwdziałanie zarysowaniu spowodowanemu skrępowaniem odkształceń 472
14.2. Wymagania dotyczące zarysowania konstrukcji 473
14.3. Obliczanie rozstawu i szerokości rys 475
14.3.1. Założenia teorii 475
14.3.2. Wpływ przyczepności na rozstaw rys 478
14.3.3. Efektywne pole rozciągane 479
14.3.4. Wpływ otulenia i wymiarów strefy rozciąganej 480
14.3.5. Obliczanie rozstawu rys 481

14.3.6. Szerokość rys 482
14.4. Kontrola zarysowania na podstawie tablicy maksymalnych średnic zbrojenia 488
14.5. Przykład 490

**15. Minimalne zbrojenie ze względu na zarysowanie 493**
15.1. Do czego służy minimalne zbrojenie ze względu na zarysowanie? 493
15.2. Doktryna i podstawowy wzór normy [N1] oraz uzupełnienia niemieckie 496
15.2.1. Doktryna 496
15.2.2. Sprawdzanie minimalnego zbrojenia, efektywna wytrzymałość $f_{ct,eff}$ i współczynnik k 496
15.2.3. Uzupełnienia niemieckie do normy europejskiej 499
15.3. Uproszczone wyznaczanie minimalnego zbrojenia 501
15.4. Minimalne zbrojenie ze względu na naprężenia termiczno-skurczowe 506
15.4.1. Naprężenia wywołane odpływem ciepła hydratacji i skurczem betonu 506
15.4.2. Obliczanie naprężeń wymuszonych 509
15.4.3. Termin 1 - temperatura i naprężenia wywoływane hydratacją cementu 513
15.4.4. Termin 2 - odkształcenia i naprężenia wywołane skurczem betonu 515
15.5. Przykłady 516
15.6. Podsumowanie 536

**16. Sztywność, krzywizna i ugięcia elementów zginanych 538**
16.1. Uwagi wstępne 538
16.2. Wymagania dotyczące ugięć 539
16.3. Sztywność 540
16.3.1. Sztywność elementów zginanych w fazach I i II 540
16.3.2. Sztywność elementów ściskanych 542
16.4. Uśredniona krzywizna i obliczanie ugięć przez całkowanie 542
16.5. Przybliżone obliczanie ugięć na podstawie najmniejszej sztywności przęsła 547
16.5.1. Podstawowe wzory 547
16.5.2. Obliczanie ugięć wywołanych przyrostami obciążenia 549
16.6. Kontrola ugięć przez ograniczenie smukłości elementów zginanych 550
16.7. Przykłady 553

**17. Dwuosiowy rozkład naprężeń i projektowanie za pomocą modeli ST 559**
17.1. Uwagi wstępne 559
17.2. Obliczanie zbrojenia na podstawie naprężeń 560
17.2.1. Obliczanie zbrojenia według Załącznika F do normy [N1] 560

17.3. Projektowanie za pomocą modeli ST 567
17.3.1. Uwagi wstępne 567
17.3.2. Obszary typu B i typu D - schemat projektowania metodą ST 568
17.3.3. Naprężenia graniczne w prętach S i T 570
17.3.4. Węzły i strefy węzłowe 573
17.3.5. Przykład 577
17.4. Krótkie wsporniki 579
17.4.1. Kształt, podstawowe wymagania 579
17.4.2. Obliczanie zbrojenia głównego 581
17.4.3. Obliczanie strzemion 584
17.4.4. Przykład 586

**18. Zasady konstruowania 590**
18.1. Uwagi wstępne 590
18.2. Wpływ siły poprzecznej na siłę w zbrojeniu podłużnym 591
18.3. Rozciągane zbrojenie podłużne - rozmieszczanie i kotwienie na podporach 596
18.3.1. Rozmieszczanie zbrojenia podłużnego 596
18.3.2. Kotwienie zbrojenia dolnego na podporach skrajnych 596
18.4. Płyty 600
18.4.1. Grubość, głębokość oparcia i zakotwienie zbrojenia na podporach 600
18.4.2. Zbrojenie na zginanie 601
18.4.3. Zbrojenie krawędzi swobodnych i naroży 604
18.4.4. Zbrojenie na ścinanie 605
18.4.5. Wpływ elementów ograniczających ugięcia stropów, obciążenia lokalne i obrzeża otworów 605
18.5. Belki 606
18.5.1. Kształt, wysokość i proporcje belek, zbrojenie minimalne i maksymalne 606
18.5.2. Zakotwienia zbrojenia przęsłowego na podporach 609
18.5.3. Zbrojenie górne nad podporami belek 610
18.5.4. Ściskane zbrojenie podłużne 611
18.5.5. Zbrojenie na ścinanie i na skręcanie 611
18.5.6. Zbrojenie w skrzyżowaniach belek 611
18.5.7. Zbrojenie przypowierzchniowe i zbrojenie wysokich belek 612
18.6. Słupy 613
18.6.1. Zbrojenie podłużne 613
18.6.2. Zbrojenie poprzeczne 613
18.7. Ściany 615
18.8. Systemy wiążące i wieńce 616
18.8.1. Podstawowe zasady 616
18.8.2. Wieńce obwodowe 617
18.8.3. Wieńce wewnętrzne 617
18.8.4. Powiązania poziome stropów ze słupami i/lub ścianami 618

18.8.5. Powiązania pionowe 618
18.9. Fundamenty 619
18.9.1. Lawy i stopy niezbrojone 619
18.9.2. Zakotwienie zbrojenia głównego fundamentów 619
18.10. Zbrojenie elementów załamanych i zakrzywionych 622

**19. Konstrukcje sprężone 624**
19.1. Uwagi wstępne, idea konstrukcji sprężonych 624
19.1.1. Uwagi wstępne 624
19.1.2. Oddziaływanie siły sprężającej na beton 625
19.2. Obliczanie naprężeń w przekrojach elementów sprężonych 632
19.3. Stal sprężająca - właściwości, naprężenia graniczne 633
19.3.1. Rodzaje stali sprężającej, wymagania, zależność naprężenie-odkształcenie 633
19.3.2. Stal sprężająca według normy [N5] 634
19.3.3. Relaksacja 634
19.3.4. Naprężenia graniczne 636
19.4. Straty sprężenia 637
19.4.1. Rodzaje strat sprężenia 637
19.4.2. Straty wywołane pielęgnacją cieplną betonu 637
19.4.3. Straty spowodowane odkształceniem sprężystym betonu 638
19.4.4. Relaksacja stali sprężającej jako przyczyna strat sprężenia 641
19.4.5. Tarcie kabli o ścianki kanałów 642
19.4.6. Straty w zakotwieniu 644
19.4.7. Straty opóźnione 648
19.5. Stan graniczny użytkowalności - wymagania 652
19.5.1. Zasady ogólne 652
19.5.2. Ograniczenia naprężeń w betonie w sytuacji początkowej 653
19.5.3. Ograniczenia naprężeń w betonie w sytuacji trwałej 654
19.5.4. Graniczna szerokość rys i warunek dekompresji 655
19.5.5. Moment rysujący, siła rysująca i minimalne zbrojenie 656
19.5.6. Graniczne ugięcia 657
19.5.7. Niejawne wymagania implikowane przez metodę obliczeń 658
19.5.8. Stosowanie wytrzymałości $f_{\mathrm{ctm},fl}$ w elementach zginanych 658
19.5.9. Stosowanie wymagań dotyczących naprężeń i zarysowania 659
19.6. Obliczanie szerokości rys, minimalnego zbrojenia i sprawdzanie wymagania dekompresji 662
19.6.1. Szerokość rys i minimalne zbrojenie ze względu na zarysowanie 662
19.6.2. Minimalne zbrojenie ze względu na zarysowanie 665
19.6.3. Sprawdzanie wymagania dekompresji 666
19.7. Obliczanie ugięć 666
19.8. Nośność graniczna przekrojów sprężonych 668
19.8.1. Zasady ogólne 668
19.8.2. Nośność graniczna na zginanie w sytuacji trwałej 670
19.8.3. Nośność graniczna na zginanie w sytuacji początkowej 674

19.9. Ścinanie 677
19.9.1. Uwagi ogólne 677
19.9.2. Ścinanie na odcinkach niezarysowanych 679
19.9.3. Ścinanie na odcinkach zarysowanych 682
19.10. Strefa przypodporowa 683
19.10.1. Strefa zakotwień 683
19.10.2. Strefa zakotwień i zakotwienie cięgien w strunobetonie 687
19.11. Osiowo sprężone słupy o przekroju prostokątnym 691
19.12. Przykłady 695

**Załączniki** **712**

**Literatura** **723**

oprac. BPK