Spis treści

Przedmowa 9
Ważniejsze oznaczenia wg PN-EN [99, 100] i ich odpowiedniki wg PN [94] 11
1. Podstawy metody stanów granicznych (rozdzielonych współczynników bezpieczeństwa) 17
1.1. Stany graniczne konstrukcji 17
1.2. Metody obliczeń statycznych 25
1.3. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych (wymiarowania) wg normy PN-91/S-10042 33
1.3.1. Elementy żelbetowe 33
1.3.2. Elementy sprężone 41
1.4. Podstawy obliczeń konstrukcji betonowych wg PN-EN (EC2) 43
1.4.1. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych 43
1.4.2. Naprężenia równoważne przy obliczaniu zmęczenia 57
1.4.3. Zasady ustalania obciążeń –kombinacje obciążeń 65
2. Cechy fizyczne i mechaniczne betonu oraz stali 77
2.1. Cechy betonu 77
2.2. Cechy stali zbrojeniowej 98
2.3. Cechy stali sprężającej 100
2.4. Dane obliczeniowe 104
3. Wymiarowanie konstrukcji żelbetowych 110
3.1. Stany graniczne nośności 110
3.1.1. Metoda naprężeń liniowych (NL) 110
3.1.2. Metoda analizy wytrzymałościowej przekroju zginanego wg PN-EN 117
3.1.2.1. Metoda dokładna 120
3.1.2.2. Metoda uproszczona 131
3.1.3. Przekroje teowe – efektywna szerokość współpracująca 142
3.2. Wymiarowanie na ścinanie 146
3.2.1. Naprężenia ścinające i główne 146
3.2.2. Zasady ogólne obliczania elementów na ścinanie 148
3.2.3. Wymiarowanie na ścinanie wg PN 150
3.2.4. Wymiarowanie na ścinanie wg PN-EN 158
3.2.5. Obliczanie ścinania pomiędzy środnikiem a półkami w przekrojach teowych 171
3.2.5.1. Na podstawie normy PN 171
3.2.5.2. Na podstawie normy PN-EN 172
3.3. Wymiarowanie na skręcanie 175
3.3.1. Naprężenia od skręcania 175
3.3.2. Wymiarowanie zbrojenia 178
3.4. Wymiarowanie na docisk 188
3.5. Wymiarowanie na przebicie 194
3.6. Wymiarowanie elementów obciążonych mimośrodowo (słupów) 206
3.6.1. Informacje ogólne 206
3.6.2. Nośność słupów wg PN 210
3.6.2.1. Mimośród siły 210

3.6.2.2. Ściskanie 213
3.6.2.3. Rozciąganie 219
3.6.3. Nośność słupów wg PN-EN 222
3.6.3.1. Kryteria uwzględniania efektów drugiego rzędu. Mimośród obliczeniowy 222
3.6.3.2. Metody wymiarowania z uwzględnieniem efektów drugiego rzędu 224
3.6.3.3. Ściskanie ukośne 230
3.6.3.4. Wpływ pełzania 232
3.6.3.5. Wymiarowanie elementów ściskanych wg metody uproszczonej 233
3.6.3.6. Obliczanie nośności elementów ściskanych wg metody uproszczonej 239
3.6.4. Ściskanie osiowe słupów uzwojonych 240
3.6.5. Wymiarowanie elementów rozciąganych wg metody uproszczonej 243
3.7. Stany graniczne użytkowalności 245
3.7.1. Stany graniczne zarysowania 245
3.7.1.1. Uwagi ogólne 245
3.7.1.2. Stan graniczny zarysowania wg PN 251
3.7.1.3. Stan graniczny zarysowania wg PN-EN 255
3.7.1.4. Zbrojenie na zarysowanie 262
3.7.2. Stan graniczny ugięcia 266
3.7.2.1. Uwagi ogólne 266
3.7.2.2. Stan graniczny ugięcia wg PN 268
3.7.2.3. Stan graniczny ugięcia wg PN-EN 270
3.8. Wymagania konstrukcyjne 272
3.8.1. Ogólne warunki projektowania zbrojenia 272
3.8.1.1. Uwagi ogólne 272
3.8.1.2. Długość zakotwienia 279
3.8.1.3. Łączenie prętów 287
3.8.1.4. Połączenia na zakład siatek zgrzewanych 297
3.8.1.5. Zakotwienie prętów na podporach i w fundamentach 299
3.8.2. Zasady obliczania i konstruowania 303
3.8.2.1. Uwagi ogólne 303
3.8.2.2. Belki 303
3.8.2.3. Płyty 307
3.8.2.4. Słupy 308
4. Wymiarowanie konstrukcji sprężonych 309
4.1. Ogólna charakterystyka konstrukcji sprężonych 309
4.1.1. Idea sprężenia 309
4.1.2. Elementy strunobetonowe 311
4.1.3. Elementy kablobetonowe 313
4.1.4. Projektowanie przekroju poprzecznego dźwigara sprężonego 315
4.2. Stany graniczne nośności 316
4.2.1. Straty sprężania 316
4.2.1.1. Przyczyny i charakterystyka strat sprężania 316
4.2.1.2. Straty doraźne 320
4.2.1.3. Straty reologiczne 330

4.2.1.4. Programowanie sprężenia 333
4.2.2. Nośność konstrukcji sprężonych wg PN-EN 336
4.2.2.1. Ogólne założenia dotyczące sprężenia 336
4.2.2.2. Stan graniczny nośności 336
4.2.2.3. Stan graniczny nośności zmęczeniowej 343
4.2.3. Nośność konstrukcji sprężonych wg PN 346
4.2.4. Nośność na ścinanie konstrukcji sprężonych 352
4.2.5. Trasowanie kabli 353
4.2.5.1. Zasady trasowania cięgien 353
4.2.5.2. Układy statycznie wyznaczalne 361
4.2.5.3. Układy statycznie niewyznaczalne 362
4.3. Stany graniczne użytkowalności 367
4.3.1. Stany graniczne użytkowalności w konstrukcjach sprężonych 367
4.3.2. Sprawdzenie naprężeń w betonie i w stali 368
4.3.3. Stan graniczny zarysowania 370
4.3.3 1. Zarysowanie konstrukcji sprężonych. Moment rysujący 370
4.3.3.2. Ograniczenie rozwartości rys 374
4.3.3.3. Minimalne pola przekroju zbrojenia 376
4.3.4. Stan graniczny ugięcia 377
4.4. Ogólne warunki projektowania zbrojenia sprężonego 379
4.4.1. Konstrukcje strunobetonowe 379
4.4.1.1. Cięgna sprężające 379
4.4.1.2. Długość zakotwienia 379
4.4.2. Konstrukcje kablobetonowe 384
4.4.2.1. Cięgna (kable) sprężające 384
4.4.2.2. Zakotwienia 390
4.4.2.3. Łączenie kabli 394
4.5. Projektowanie strefy zakotwień 395
4.5.1. Kablobeton 395
4.5.2. Strunobeton 404
4.5.3. Sprawdzenie strefy podporowej 406
4.6. Sprężenie konstrukcji kablami swobodnymi 407
5. Konstrukcje zespolone 413
5.1. Rodzaje zespolenia 413
5.2. Fazy obciążenia przekroju zespolonego 420
5.3. Konstrukcje żelbetowe 421
5.4. Konstrukcje sprężone 424
5.5. Nośność zespolenia 431
6. Podstawy kształtowania, obliczania i konstruowania mostów betonowych 438
6.1. Zasady ogólne 438
6.2. Przęsła mostów płytowych 449
6.2.1. Kształtowanie 449
6.2.2. Obliczanie 465
6.2.3. Konstruowanie 484

6.3. Przęsła mostów belkowych 497
6.3.1. Kształtowanie 497
6.3.2. Obliczanie 513
6.3.3. Konstruowanie 527
6.4. Mosty belkowe o dźwigarach skrzynkowych 549
6.4.1. Kształtowanie 549
6.4.2. Obliczanie 561
6.4.3. Konstruowanie 573
6.5. Podpory mostów bezrozporowych 582
6.5.1. Kształtowanie 582
6.5.2. Obliczanie 594
6.5.3. Konstruowanie 596
6.6. Mosty ramowe 600
6.6.1. Kształtowanie 600
6.6.2. Obliczanie 611
6.6.3. Konstruowanie 613
6.7. Mosty łukowe 619
6.7.1. Kształtowanie 619
6.7.2. Obliczanie 629
6.7.3. Konstruowanie 633
6.8. Układy cięgnowe z pomostem betonowym 639
6.8.1. Mosty wiszące 639
6.8.2. Mosty wstęgowe 640
6.8.3. Mosty podwieszone 644
6.8.4. Inne formy konstrukcyjne 662
Literatura 666