

Spis treści

1. Wstęp	9
2. Materiały konstrukcyjne do budowy mostów zespolonych	19
2.1. Beton	19
2.2. Stal konstrukcyjna	37
2.3. Stal zbrojeniowa	44
2.4. Stal sprężająca	47
3. Kształtowanie mostów zespolonych	52
3.1. Uwagi ogólne	52
3.2. Dźwigary stalowe	53
3.3. Płyta pomostu	58
3.4. Płyta dolna	60
3.5. Połączenie płyty z dźwigarami, łączniki	60
3.6. Kształtowanie mostów zespolonych w kierunku podłużnym	73
3.7. Kształtowanie mostów w kierunku poprzecznym	76
3.8. Stężenia (tężniki)	81
4. Montaż mostów zespolonych	84
4.1. Uwagi ogólne	84
4.2. Montaż konstrukcji stalowej	90
4.3. Betonowanie płyty pomostu	103
4.3.1. Uwagi wstępne	103
4.3.2. Betonowanie na rusztowaniu pełnym	103
4.3.3. Betonowanie bez rusztowań	104
4.3.4. Betonowanie z zastosowaniem podpór montażowych	104
4.3.5. Sprężenie przez przemieszczenie podpór	105
4.3.6. Sprężenie podłużne kablami sprężającymi	107
4.3.7. Montaż z zastosowaniem płyt prefabrykowanych	108
4.4. Betonowanie płyty dolnej	108
5. Obliczanie dźwigarów zespolonych	110
5.1. Uwagi ogólne	110
5.2. Charakterystyki geometryczne przekroju zespolonego	110
5.3. Obliczanie naprężeń w przekroju zespolonym	116
5.3.1. Zespolenie pełne	116
5.3.2. Zespolenie podatne	123
5.3.3. Działanie momentu skręcającego	127
5.3.4. Przekroje zespolone z dźwigarami ze stopów aluminium	135

5.4. Stan odkształcenia i naprężenia od obciążeń długotrwałych	139
5.4.1. Uwagi ogólne	139
5.4.2. Skurcz i pęcznienie betonu	140
5.4.3. Ujęcie wpływu pęcznienia betonu na stan odkształcenia i naprężenia oraz ugięć	147
5.4.4. Wpływ skurczu betonu na stan odkształcenia i naprężenia	154
5.4.5. Wpływ zmian temperatury na stan odkształcenia i naprężenia oraz ugięć	155
5.4.6. Ujęcie normowe uwzględnienia pęcznienia i skurczu betonu oraz zmian temperatury ..	165
5.5. Wpływ obciążeń zmiennych	166
6. Dźwigary zespolone ciągle	169
6.1. Uwagi ogólne	169
6.2. Uwzględnienie wpływów reologicznych według metody Trosta	170
6.2.1. Równanie fizyczne stanu	170
6.2.2. Odkształcenia i naprężenia w przekroju zespolonym	172
6.2.3. Zależności opisujące zmiany sił wewnętrznych	175
6.3. Uwzględnienie wpływów reologicznych według metody zastępczego modułu sprężystości ...	186
6.3.1. Podstawowe założenia dotyczące pęcznienia betonu	186
6.3.2. Charakterystyki geometryczne przekroju	188
6.3.3. Rozkład obciążenia na płytę i dźwigar stalowy	188
6.3.4. Obliczanie zmian sił wewnętrznych na podstawie równania różniczkowego	189
6.3.5. Zastępczy moduł sprężystości betonu uwzględniający wpływ pęcznienia betonu	192
6.3.6. Obliczanie współczynników redukcyjnych i współczynników pęcznienia	193
6.3.7. Obliczanie naprężeń	201
6.4. Metoda zmodyfikowanego zastępczego modułu sprężystości	208
6.4.1. Podstawowe równania metody zmodyfikowanego zastępczego modułu sprężystości	208
6.4.2. Rozwiązanie ogólne metody AAEM – uwzględnianie wpływów reologicznych w belkach zespolonych	209
6.4.3. Rozwiązania szczegółowe zastosowania metody AAEM w belkach zespolonych	214
6.5. Uwzględnienie wpływu pęcznienia według zmodyfikowanej teorii starzenia	219
6.6. Uwzględnienie wpływu pęcznienia według teorii Arutiuniana	221
6.7. Dźwigary zespolone sprężone	223
6.7.1. Uwagi ogólne	223
6.7.2. Początkowe siły wewnętrzne	224
6.8. Przemieszczenia podpór	231
6.8.1. Uwagi ogólne	231
6.8.2. Uwzględnienie wpływu pęcznienia betonu	232
7. Zespolone dźwigary kratownicowe	234
7.1. Uwagi ogólne	234
7.2. Rozwiązania konstrukcyjne	236
7.3. Zasady obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	239
7.3.1. Uwagi ogólne	239
7.3.2. Siły wewnętrzne w prętach kratownicy	240
7.3.3. Wpływ ugięcia kratownicy na naprężenia w pasie górnym	240
7.3.4. Wpływ mimośrodowego przymocowania skosów	241
7.3.5. Wpływ międzywęzłowego obciążenia pasa górnego	243
7.3.6. Obliczanie łączników (opórek) w węzłach	244
7.3.7. Wpływ różnicy temperatury płyty i kratownicy oraz skurczu betonu płyty	245
7.4. Wpływ pęcznienia betonu	246

7.5. Analiza porównawcza różnych sposobów zespolenia płyty pomostu z dźwigarami kratownicowymi	247
8. Obliczanie i konstruowanie płyty pomostu oraz płyty dolnej	254
8.1. Uwagi ogólne	254
8.2. Płyta pomostu	255
8.3. Płyta dolna	257
8.4. Zarysowanie płyty pomostu i płyty dolnej	258
9. Obliczanie łączników	259
9.1. Określenie sił działających w płaszczyźnie zespolenia	259
9.1.1. Uwagi ogólne	259
9.1.2. Siły rozwarstwiające od obciążeń zewnętrznych	259
9.1.3. Obciążenie skurczem betonu i różnicą temperatur	259
9.1.4. Analiza podanych rozwiązań	266
9.2. Nośność łączników sztywnych (opórek)	267
9.3. Obliczanie nośności łączników wiotkich	276
9.4. Nośność łączników listwowych	295
9.5. Ujęcia normowe	298
9.5.1. Uwagi ogólne	298
9.5.2. Norma PN-82/B-03300	299
9.5.3. Eurokod 4.2	302
9.5.4. Eurokod 4.1	305
9.6. Zmęczenie	306
10. Zarysowanie płyty pomostu	308
10.1. Uwagi ogólne	308
10.2. Ocena stanu zarysowania według teorii poślizgu	310
10.2.1. Podstawowe założenia wyjściowe	310
10.2.2. Odkształcenia i naprężenia skurczowe od różnicy temperatury	312
10.2.3. Ogólne ujęcie zarysowania żelbetu według teorii poślizgu	312
10.2.4. Zarysowanie płyty pomostu w belkach zespolonych	315
10.3. Metody normowe	321
10.3.1. Uwaga wstępna	321
10.3.2. Ocena stanu zarysowania według PN-91/S-10042	321
10.3.3. Ocena stanu zarysowania według normy Pr PN-/B-03264	322
10.3.4. Ocena stanu zarysowania według PN-82/B-03300	322
10.3.5. Ujęcie stanu zarysowania płyty pomostu według Eurokodu EC4.2	323
10.3.6. Ujęcie stanu zarysowania płyty pomostu według Eurokodu EC4.1	326
11. Ugięcia belek zespolonych	328
11.1. Uwagi ogólne	328
11.2. Ugięcia dźwigarów o zespoleniu sztywnym	328
11.2.1. Ugięcia dźwigarów od obciążeń krótkotrwałych	328
11.2.2. Ugięcia dźwigarów zespolonych od obciążeń długotrwałych	333
11.3. Wpływ podatności zespolenia na ugięcia belek zespolonych	333
11.3.1. Uwagi ogólne	333
11.3.2. Belka swobodnie podparta poddana obciążeniu równomiernie rozłożonemu	334
11.3.3. Belka swobodnie podparta poddana obciążeniu siłą skupioną	336
11.4. Ujęcia normowe obliczania ugięć dźwigarów zespolonych	337

11.4.1. Obliczanie ugięć według PN-82/B-03300	337
11.4.2. Obliczanie ugięć według Eurokodu EC4.1	340
12. Konstrukcje stalowo-betonowe	349
12.1. Uwagi ogólne	349
12.2. Teoretyczne podstawy obliczania nośności słupów typu CFST	355
12.2.1. Założenia wyjściowe	355
12.2.2. Nośność doraźna słupów okrągłych	356
12.3. Ujęcia normowe obliczania elementów stalowo-betonowych	369
12.3.1. Norma PN-91/B-03302	369
12.3.2. Eurokod EC4.1	379
Podstawowe oznaczenia	387
Bibliografia	391