

SPIS TREŚCI

Od Autorów	10
1. Wprowadzenie	11
1.1. Ogólna charakterystyka dźwigarów zespolonych typu beton-stal	11
1.2. Sposoby realizacji dźwigarów zespolonych	13
1.3. Procedura wymiarowania dźwigarów zespolonych	18
2. Podstawowe pojęcia i oznaczenia	20
2.1. Przedmiot opracowania i zakres stosowania	20
2.2. Ważniejsze określenia	20
2.2.1. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe	20
2.2.2. Stany graniczne, obciążenia, wytrzymałości materiałów	20
2.2.3. Regulowanie rozkładu sił w konstrukcji	21
2.2.4. Stadia obciążeń	21
2.2.5. Pozostałe określenia	21
2.3. Normy i dokumenty związane	21
2.4. Podstawowe oznaczenia	22
3. Materiały	26
3.1. Beton	26
3.1.1. Dobór betonu	26
3.1.2. Właściwości betonu	26
3.1.3. Wytrzymałości obliczeniowe	31
3.2. Stal zbrojeniowa i sprężająca	31
3.2.1. Rodzaje i właściwości stali	31
3.2.2. Wytrzymałości obliczeniowe	33
3.3. Stal konstrukcyjna	33
3.3.1. Rodzaje i właściwości stali konstrukcyjnej	33
3.3.2. Wytrzymałość obliczeniowa	35
3.4. Materiały na połączenia stali konstrukcyjnych	35
3.5. Łączniki	35

4.	Zasady ogólne projektowania	36
4.1.	Wymagania ogólne	36
4.1.1.	Metoda projektowania	36
4.1.2.	Ogólne zasady obliczeń	36
4.1.3.	Dokumentacja projektowa	36
4.1.4.	Jednostki miar. Wartości pośrednie	36
4.2.	Obciążenia	37
4.2.1.	Zasady ogólne	37
4.2.2.	Współczynniki obciążenia dla wstępnych regulacji sił w konstrukcjach zespolonych	37
4.2.3.	Redukcja skurczu betonu	37
4.2.4.	Obciążenia wywołane zmianami temperatury	38
4.2.5.	Rozdział obciążeń poziomych	39
4.2.6.	Działanie fali uderzeniowej (efekt aerodynamiczny)	40
4.2.7.	Dokładność określania wartości obciążenia	43
4.2.8.	Układy obciążeń (sytuacje obliczeniowe)	43
4.3.	Obliczenia statyczne	43
4.3.1.	Zasady ogólne	43
4.3.2.	Modele obliczeniowe	44
4.3.3.	Siły przekrojowe i przemieszczenia	45
4.3.4.	Dźwigary kratowe	46
4.3.5.	Zasady stosowania programów komputerowych	49
4.3.6.	Wykonywanie obliczeń za pomocą programów komputerowych	49
4.4.	Sprawdzanie stanów granicznych nośności (SGN)	50
4.5.	Sprawdzanie stanów granicznych użyteczności (SGU)	51
5.	Określenie przekroju	52
5.1.	Przekrój zespolony	52
5.2.	Przekrój sprowadzony	52
5.3.	Szerokość współpracująca płyty betonowej	53
5.3.1.	Szerokość współpracująca w obliczeniach statycznych	53
5.3.2.	Szerokość współpracująca w obliczeniach wytrzymałościowych i ugięć	54
5.3.3.	Szerokość efektywna płyty w przenoszeniu sił sprężających	56
5.4.	Sztywność przekroju na zginanie	56
5.4.1.	Przekrój z płytą ściskaną	56
5.4.2.	Przekrój z płytą rozciąganą	57
6.	Siły wewnętrzne i naprężenia od wpływów termicznych i reologicznych	58
6.1.	Wpływ zmian temperatury	58
6.1.1.	Siły wewnętrzne	58
6.1.2.	Naprężenia	59

6.2.	Wpływ pełzania betonu	60
6.2.1.	Zasady i zależności ogólne	60
6.2.2.	Belki ciągłe	61
6.3.	Wpływ skurczu betonu	62
6.4.	Siły od skurczu betonu i zmian temperatury działające na łączniki skrajne	63
7.	Stany graniczne nośności przekroju poprzecznego	65
7.1.	Nośność przekroju zginanego	65
7.1.1.	Zasady ogólne	65
7.1.2.	Przekroje z płytą ściskaną	66
7.1.3.	Przekroje z płytą rozciąganą	66
7.1.4.	Przekroje z płytą sprężoną	67
7.2.	Ścinanie	67
7.2.1.	Zasady ogólne	67
7.2.2.	Naprężenia ścinające	68
7.3.	Zginanie ze ścinaniem	68
7.3.1.	Zasady ogólne	68
7.3.2.	Naprężenia zastępcze	69
7.4.	Zginanie płyty pomostowej w płaszczyźnie poziomej	69
7.5.	Zespolone pręty dźwigarów kratowych	70
7.6.	Strefa zakotwień dźwigarów ze sprężoną płytą betonową	71
7.7.	Zmęczenie	72
7.8.	Połączenia w belkach stalowych	72
7.9.	Stateczność położenia przęseł lub ich części	72
8.	Stateczność	73
8.1.	Zwicherung (utrata płaskiej postaci zginania)	73
8.1.1.	Zasady ogólne	73
8.1.2.	Sprawdzenie na zwicherung	73
8.2.	Stateczność prętów ściskanych	75
8.3.	Stateczność miejscowa elementów pełnościennych	75
8.3.1.	Zasady ogólne	75
8.3.2.	Sprawdzenie nośności ze względu na stateczność lokalną elementów dźwigara stalowego	76
8.3.3.	Żebra usztywniające	76
9.	Nośność zespolenia	77
9.1.	Zasady ogólne	77
9.2.	Nośność łączników	78
9.2.1.	Łączniki sworzniowe z główkami	78
9.2.2.	Sworznie bez główek	79
9.2.3.	Łączniki masywne	79
9.2.4.	Łączniki masywne z pętlami	80

9.2.5.	Łączniki listwowe	81
9.3.	Zbrojenie poprzeczne	82
9.3.1.	Nośność przekroju	82
9.3.2.	Minimalne zbrojenie poprzeczne	83
9.3.3.	Zbrojenie zabezpieczające przed powstaniem rys podłużnych	84
9.3.4.	Zbrojenie zabezpieczające przed rozerwaniem płyty	84
10.	Stany graniczne użyteczności	86
10.1.	Ugięcia dźwigarów zespolonych	86
10.2.	Sztywność pozioma przęsła	87
10.3.	Podniesienie wykonawcze	87
10.4.	Stany graniczne zarysowania	88
10.4.1.	Stan graniczny powstawania rys poprzecznych	88
10.4.2.	Stan graniczny szerokości rys poprzecznych	88
10.5.	Stan graniczny naprężeń	91
10.6.	Stany graniczne wygody użytkowników mostów	92
10.6.1.	Mosty kolejowe	92
10.6.2.	Mosty (kładki) dla pieszych	92
10.7.	Stany graniczne bezpieczeństwa ruchu taboru kolejowego	92
10.7.1.	Pionowe drgania własne mostu	92
10.7.2.	Skręcenie pomostu	93
10.7.3.	Obroty na końcach pomostu	94
10.7.4.	Odkształcenia poziome pomostu	94
11.	Warunki konstrukcyjne	96
11.1.	Pomost z płytą żelbetową	96
11.2.	Dźwigary stalowe	96
11.3.	Łączniki i zbrojenie poprzeczne	97
11.3.1.	Oparcie płyty betonowej na dźwigarze stalowym	97
11.3.2.	Rozmieszczanie łączników	97
11.3.3.	Zbrojenie poprzeczne	99
11.3.4.	Minimalne zbrojenie podłużne płyty rozciąganej	99
12.	Sprawdzanie nośności istniejących mostów o dźwigarach zespolonych	101
12.1.	Zasady ogólne	101
12.2.	Cechy materiałów	101
12.3.	Współczynniki obciążenia	102
12.4.	Ocena stanu konstrukcji	102
13.	Przęsła z belek stalowych obetonowanych	104
13.1.	Konstrukcja	104
13.2.	Założenia i zakres obliczeń	105
13.3.	Stany graniczne użytkowania	107

13.3.1.	Ugięcia	107
13.3.2.	Podniesienie konstrukcyjne	108
13.4.	Stany graniczne nośności	109
13.4.1.	Wytrzymałość doraźna stali i betonu	109
13.4.2.	Wytrzymałość zmęczeniowa belek spawanych	110
13.5.	Elementy technologii	110

Załączniki

Z1.	Charakterystyki geometryczne oraz siły przekrojowe i naprężenia w przekroju o zespoleniu niepodatnym	113
Z1.1.	Przekrój z płytą ściskaną	113
Z1.2.	Przekrój z płytą rozciąganą	114
Z1.3.	Naprężenia normalne, styczne i rozwarstwiające	114
Z1.4.	Rozdział sił przekrojowych M i N na płytę i belkę stalową	117
Z2.	Materiały pomocnicze do uwzględniania wpływów reologicznych	119
Z2.1.	Parametry metody TROSTA	119
Z2.2.	Parametry zmodyfikowanej teorii starzenia	120
Z2.3.	Wpływ pełzania betonu w ciągłych belkach zespolonych	120