

Podręcznik projektowania drogowych obiektów mostowych według Eurokodów w praktyce

01-2021.03.04

**Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu**

WR-M-22

WR-M-22

Podręcznik projektowania drogowych obiektów mostowych według Eurokodów w praktyce

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2021.03.04**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 4 marca 2021 r. (DDP-4.0600.13.2021)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował Zespół w składzie:

Tomasz Siwowski – koordynator, Aleksander Duda, Maciej Kulpa, Bartosz Piątek, Mateusz Rajchel

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Artur Wysocki

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

- 1. Przedmiot i zakres stosowania**
 - 1.1. Wstęp
 - 1.2. Przedmiot opracowania
 - 1.3. Zakres stosowania podręcznika
 - 1.4. Podstawy projektowania mostów według Eurokodów

- 2. Wykaz opracowań powołanych**

- 3. Wiadukt żelbetowy o schemacie ramowym**
 - 3.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 3.1.1. Układ konstrukcyjny i parametry techniczne
 - 3.1.2. Technologia budowy
 - 3.1.3. Założenia geotechniczne
 - 3.1.4. Materiały konstrukcyjne
 - 3.1.4.1. Beton konstrukcyjny
 - 3.1.4.2. Stal zbrojeniowa
 - 3.1.5. Sytuacje obliczeniowe
 - 3.1.6. Zakres obliczeń
 - 3.2. Zestawienie obciążeń i oddziaływań
 - 3.2.1. Obciążenia stałe
 - 3.2.2. Obciążenia ruchome
 - 3.2.3. Oddziaływania termiczne
 - 3.2.4. Oddziaływania reologiczne
 - 3.2.4.1. Pełzanie betonu
 - 3.2.4.2. Skurcz betonu
 - 3.2.5. Parcie gruntu zasyпки
 - 3.2.5.1. Parcie zasyпки przyczółka
 - 3.2.5.2. Parcie na pale fundamentowe
 - 3.2.5.3. Parcie na skrzydła przyczółka
 - 3.2.6. Parcie od obciążenia ruchomego naziomu
 - 3.2.7. Kombinacje obciążeń i oddziaływań dla przęsła
 - 3.2.8. Kombinacje obciążeń i oddziaływań dla przyczółka
 - 3.2.9. Kombinacje obciążeń i oddziaływań dla fundamentu
 - 3.3. Analiza statyczna
 - 3.3.1. Model obliczeniowy
 - 3.3.1.1. Uwagi ogólne
 - 3.3.1.2. Geometria i siatka elementów skończonych
 - 3.3.1.3. Model materiałowy
 - 3.3.1.4. Warunki brzegowe i ograniczenia
 - 3.3.2. Fazy budowy i obciążenia
 - 3.3.3. Wyniki analizy statycznej
 - 3.3.4. Zestawienie wartości sił wewnętrznych dla przęsła
 - 3.3.5. Zestawienie wartości sił wewnętrznych dla korpusów
 - 3.3.6. Zestawienie wartości sił wewnętrznych dla fundamentu
 - 3.4. Przęsło
 - 3.4.1. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu
 - 3.4.1.1. Nośność na zginanie
 - 3.4.1.2. Nośność na ścinanie
 - 3.4.1.3. Nośność na zmęczenie
 - 3.4.2. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – płyta pomostu
 - 3.4.2.1. Uwagi ogólne
 - 3.4.2.2. Ograniczenie naprężeń
 - 3.4.2.3. Ograniczenie rys
 - 3.4.2.4. Ograniczenie ugięć
 - 3.5. Przyczółek
 - 3.5.1. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 3.5.1.1. Nośność na zginanie

- 3.5.1.2. Nośność na ścinanie
- 3.5.2. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – fundament
- 3.5.2.1. Nośność na zginanie
- 3.5.2.2. Nośność na ścinanie
- 3.5.2.3. Nośność podłoża gruntowego (GEO)
- 3.5.3. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości – korpus
- 3.5.3.1. Ograniczenie naprężeń
- 3.5.4. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości – fundament
- 3.5.4.1. Ograniczenie naprężeń

4. Most gruntowo-powłokowy z blach falistych o schemacie ramowym

- 4.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 4.1.1. Układ konstrukcyjny i parametry techniczne
 - 4.1.2. Technologia budowy
 - 4.1.3. Założenia geotechniczne
 - 4.1.4. Materiały konstrukcyjne
 - 4.1.4.1. Stal konstrukcyjna
 - 4.1.4.2. Połączenia śrubowe
 - 4.1.4.3. Beton konstrukcyjny
 - 4.1.4.4. Stal zbrojeniowa
 - 4.1.4.5. Zasyпка inżynierska
 - 4.1.5. Sytuacje obliczeniowe
- 4.2. Zestawienie obciążeń i oddziaływań
 - 4.2.1. Obciążenia stałe
 - 4.2.2. Obciążenia ruchome
 - 4.2.3. Parcie gruntu
 - 4.2.4. Kombinacje obciążeń i oddziaływań dla konstrukcji
 - 4.2.5. Kombinacje obciążeń i oddziaływań dla fundamentu
- 4.3. Analiza statyczna
 - 4.3.1. Numeryczny model obliczeniowy
 - 4.3.1.1. Uwagi ogólne
 - 4.3.1.2. Model geometrii oraz siatka elementów skończonych
 - 4.3.1.3. Model materiałowy
 - 4.3.1.4. Warunki brzegowe i ograniczenia
 - 4.3.1.5. Warunki brzegowe i ograniczenia
 - 4.3.1.6. Wyniki analizy statycznej z modelu numerycznego geotechnicznego 2D
 - 4.3.2. Analityczna procedura obliczeniowa
 - 4.3.2.1. Uwagi ogólne 4.3.1.7. Zestawienie wartości sił wewnętrznych w konstrukcji gruntowo-powłokowej
 - 4.3.2.2. Wyznaczenie sił wewnętrznych w konstrukcji z blach falistych
 - 4.3.2.3. Zestawienie wartości sił wewnętrznych z modelu analitycznego
 - 4.3.3. Weryfikacja procedury analitycznej i modelu numerycznego
 - 4.3.4. Zestawienie sił wewnętrznych dla konstrukcji blachy falistej
 - 4.3.5. Zestawienie sił wewnętrznych dla fundamentu
- 4.4. Konstrukcja powłokowa z blach falistych
 - 4.4.1. Sprawdzenie stanów granicznych nośności
 - 4.4.1.1. Sprawdzenie przekształcenia konstrukcji w łańcuch kinematyczny
 - 4.4.1.2. Sprawdzenie bezpieczeństwa na wyboczenie
 - 4.4.1.3. Sprawdzenie nośności dolnej części konstrukcji
 - 4.4.1.4. Sprawdzenie wyężenia przekroju
 - 4.4.2. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości
 - 4.4.2.1. Sprawdzenie powstania przegubu plastycznego
 - 4.4.2.2. Sprawdzenie deformacji konstrukcji
 - 4.4.2.3. Sprawdzenie sztywności konstrukcji w czasie montażu i eksploatacji
 - 4.4.3. Sprawdzenie nośności łączników śrubowych
- 4.5. Fundament
 - 4.5.1. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 4.5.1.1. Nośność na zginanie
 - 4.5.1.2. Nośność na ścinanie
 - 4.5.1.3. Nośność podłoża gruntowego (GEO)

- 4.5.2. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – ława fundamentowa
- 4.5.2.1. Uwagi ogólne
- 4.5.2.2. Ograniczenie naprężeń
- 4.5.2.3. Ograniczenie rys
- 4.5.2.4. Ograniczenie przemieszczeń

5. Wiadukt z belek prefabrykowanych o schemacie belki swobodnie podpartej

- 5.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 5.1.1. Rozwiązanie konstrukcyjne
 - 5.1.2. Technologia budowy
 - 5.1.3. Materiały
 - 5.1.3.1. Beton
 - 5.1.3.2. Stal zbrojeniowa
 - 5.1.3.3. Stal sprężająca
 - 5.1.3.4. Częściowe współczynniki materiałów
 - 5.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 5.1.5. Zakres obliczeń
- 5.2. Przęsło
 - 5.2.1. Zestawienie obciążeń i oddziaływań
 - 5.2.1.1. Obciążenia stałe
 - 5.2.1.2. Obciążenia ruchome
 - 5.2.1.4. Kombinacje obciążeń i oddziaływań
 - 5.2.2. Analiza konstrukcji
 - 5.2.2.1. Charakterystyki geometryczne przekrojów
 - 5.2.2.2. Siła sprężająca
 - 5.2.2.3. Analiza statyczna
 - 5.2.3. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny w kierunku podłużnym
 - 5.2.3.1. Nośność na zginanie
 - 5.2.3.2. Nośność na ścinanie
 - 5.2.3.3. Nośność na zmęczenie
 - 5.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – nadbeton płyty w kierunku poprzecznym
 - 5.2.4.1. Nośność na zginanie
 - 5.2.4.2. Nośność na ścinanie
 - 5.2.4.3. Nośność na zmęczenie
 - 5.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – dźwigar główny w kierunku podłużnym
 - 5.2.5.1. Ograniczenie naprężeń
 - 5.2.5.2. Ograniczenie rys
 - 5.2.5.3. Ograniczenie ugięć
 - 5.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – nadbeton płyty w kierunku poprzecznym
 - 5.2.6.1. Ograniczenie naprężeń
 - 5.2.6.2. Ograniczenie rys
 - 5.2.6.3. Ograniczenie ugięć
- 5.3. Przyczółek
 - 5.3.1. Założenia geotechniczne
 - 5.3.2. Zestawienie obciążeń
 - 5.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 5.3.2.2. Parcie gruntu zasypki
 - 5.3.2.3. Parcie od obciążenia naziomu na korpus przyczółka
 - 5.3.2.4. Parcie od obciążenia naziomu na ściany boczne przyczółka
 - 5.3.2.5. Pozostałe obciążenia
 - 5.3.2.6. Kombinacje obciążeń dla podpory
 - 5.3.3. Analiza statyczna
 - 5.3.3.1. Model obliczeniowy
 - 5.3.3.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 5.3.3.3. Wyniki analizy statycznej
 - 5.3.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 5.3.4.1. Nośność na zginanie
 - 5.3.4.2. Nośność na ścinanie

- 5.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 5.3.5.1. Nośność na zginanie
 - 5.3.5.2. Nośność na ścinanie
 - 5.3.5.3. Nośność podłoża gruntowego
- 5.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ściana boczna przyczółka
 - 5.3.6.1. Nośność na zginanie
 - 5.3.6.2. Nośność na ścinanie
- 5.3.7. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
 - 5.3.7.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 5.3.7.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory

6. Most zespolony ze stalowych belek walcowanych o schemacie ramowym

- 6.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 6.1.1. Rozwiązanie konstrukcyjne
 - 6.1.2. Materiały konstrukcyjne
 - 6.1.3. Technologia budowy
 - 6.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 6.1.5. Zakres obliczeń
- 6.2. Przęsło i przyczółek
 - 6.2.1. Zestawienie obciążeń
 - 6.2.1.1. Ciężary własne
 - 6.2.1.2. Oddziaływania skurczu betonu
 - 6.2.1.3. Oddziaływanie pęcznienia betonu
 - 6.2.1.4. Parcie od ciężaru zasypki
 - 6.2.1.5. Obciążenia eksploatacyjne
 - 6.2.1.6. Oddziaływanie temperatury
 - 6.2.1.7. Parcie od obciążeń zmiennych na dojeździe
 - 6.2.1.8. Kombinacje obciążeń
 - 6.2.2. Analiza statyczna
 - 6.2.2.1. Model obliczeniowy
 - 6.2.2.2. Fazy pracy konstrukcji
 - 6.2.2.3. Wyniki globalnej analizy statycznej
 - 6.2.2.4. Wyniki analizy statycznej płyty pomostu
 - 6.2.3. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny
 - 6.2.3.1. Efekt szerokiego pasa
 - 6.2.3.2. Nośność na zginanie przekroju przęsłowego
 - 6.2.3.3. Nośności na zginanie przekroju podporowego
 - 6.2.3.4. Nośność na zwichrzenie przekroju podporowego
 - 6.2.3.5. Nośność na ścinanie przekroju podporowego
 - 6.2.3.6. Nośność zespolenia
 - 6.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 6.2.4.1. Nośność na zginanie
 - 6.2.4.2. Nośność na ścinanie
 - 6.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – dźwigar główny
 - 6.2.5.1. Ograniczenie naprężeń w przekroju przęsłowym
 - 6.2.5.2. Ograniczenie naprężeń w przekroju podporowym
 - 6.2.5.3. Sprawdzenie zarysowania w przekroju podporowym
 - 6.2.5.4. Zbrojenie minimalne
 - 6.2.5.5. Sprawdzenie przemieszczeń konstrukcji
 - 6.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 6.2.6.1. Założenia ogólne
 - 6.2.6.2. Ograniczenie naprężeń
 - 6.2.6.3. Ograniczenie zarysowania płyty
- 6.3. Fundament
 - 6.3.1. Założenia geotechniczne
 - 6.3.2. Zestawienie obciążeń
 - 6.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 6.3.2.2. Pozostałe obciążenia
 - 6.3.3. Analiza statyczna
 - 6.3.3.1. Uwagi ogólne

- 6.3.3.2. Fazy budowy (obliczeń)
- 6.3.3.3. Wyniki analizy statycznej
- 6.3.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 6.3.4.1. Nośność na zginanie
 - 6.3.4.2. Nośność na ścinanie
- 6.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – pał fundamentowy
 - 6.3.5.1. Nośność na zginanie
 - 6.3.5.2. Nośność na ścinanie
 - 6.3.5.3. Nośność podłoża gruntowego – nośność geotechniczna pała
- 6.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości
 - 6.3.6.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 6.3.6.2. Ograniczenie przemieszczeń fundamentu

7. Wiadukt betonowy sprężony o schemacie belki ciągłej

- 7.1. Opis obiektu i założeń do obliczeń
 - 7.1.1. Rozwiązanie konstrukcyjne
 - 7.1.2. Technologia budowy
 - 7.1.3. Materiały
 - 7.1.3.1. Beton
 - 7.1.3.2. Stal zbrojeniowa
 - 7.1.3.3. Stal sprężająca
 - 7.1.3.4. Częściowe współczynniki materiałów
 - 7.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 7.1.5. Zakres obliczeń
- 7.2. Przęsło
 - 7.2.1. Zestawienie obciążeń i oddziaływań
 - 7.2.1.1. Obciążenia stałe
 - 7.2.1.2. Obciążenia ruchome
 - 7.2.1.3. Oddziaływania termiczne
 - 7.2.1.4. Kombinacje obciążeń i oddziaływań
 - 7.2.2. Analiza konstrukcji
 - 7.2.2.1. Charakterystyki geometryczne przekrojów
 - 7.2.2.2. Siła sprężająca
 - 7.2.2.3. Analiza statyczna
 - 7.2.3. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny
 - 7.2.3.1. Nośność na zginanie
 - 7.2.3.2. Nośność na ścinanie
 - 7.2.3.3. Nośność na zmęczenie
 - 7.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu
 - 7.2.4.1. Nośność na zginanie
 - 7.2.4.2. Nośność na ścinanie
 - 7.2.4.3. Nośność na zmęczenie
 - 7.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości – dźwigar główny
 - 7.2.5.1. Ograniczenie naprężeń
 - 7.2.5.2. Ograniczenie rys
 - 7.2.5.3. Ograniczenie ugięć
 - 7.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości – płyta pomostu
 - 7.2.6.1. Ograniczenie naprężeń
 - 7.2.6.2. Ograniczenie rys
 - 7.2.6.3. Ograniczenie ugięć
- 7.3. Przyczółek
 - 7.3.1. Założenia geotechniczne
 - 7.3.2. Zestawienie obciążeń
 - 7.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 7.3.2.2. Parcie gruntu zasypki
 - 7.3.2.3. Parcie od obciążenia naziomu na korpus przyczółka
 - 7.3.2.4. Parcie od obciążenia naziomu na ściany boczne przyczółka
 - 7.3.2.5. Pozostałe obciążenia
 - 7.3.4. Analiza statyczna
 - 7.3.4.1. Model obliczeniowy

- 7.3.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
- 7.3.4.3. Wyniki analizy statycznej
- 7.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 7.3.5.1. Nośność na zginanie
 - 7.3.5.2. Nośność na ścinanie
- 7.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 7.3.6.1. Nośność na zginanie
 - 7.3.6.2. Nośność na ścinanie
 - 7.3.6.3. Nośność podłoża gruntowego
- 7.3.7. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ściana boczna przyczółka
 - 7.3.7.1. Nośność na zginanie
 - 7.3.7.2. Nośność na ścinanie
- 7.3.8. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
 - 7.3.8.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 7.3.8.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory
- 7.4. Filar
 - 7.4.1. Założenia geotechniczne
 - 7.4.2. Zestawienie obciążeń
 - 7.4.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 7.4.2.2. Pozostałe obciążenia
 - 7.4.3. Kombinacje obciążeń dla filara
 - 7.4.4. Analiza statyczna
 - 7.4.4.1. Model obliczeniowy
 - 7.4.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 7.4.4.3. Wyniki analizy statycznej
 - 7.4.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 7.4.5.1. Nośność na zginanie
 - 7.4.5.2. Nośność na ścinanie
 - 7.4.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 7.4.6.1. Nośność na zginanie
 - 7.4.6.2. Nośność na ścinanie
 - 7.4.6.3. Nośność podłoża gruntowego
 - 7.4.7. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
 - 7.4.7.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 7.4.7.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory

8. Estakada betonowa z belek prefabrykowanych o schemacie belki ciągłej

- 8.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 8.1.1. Rozwiązanie konstrukcyjne
 - 8.1.2. Technologia budowy
 - 8.1.3. Materiały
 - 8.1.3.1. Beton
 - 8.1.3.2. Stal zbrojeniowa
 - 8.1.3.3. Stal sprężająca
 - 8.1.3.4. Częściowe współczynniki materiałów
 - 8.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 8.1.5. Zakres obliczeń
- 8.2. Przęsło
 - 8.2.1. Zestawienie obciążeń i oddziaływań
 - 8.2.1.1. Obciążenia stałe
 - 8.2.1.2. Obciążenia ruchome
 - 8.2.1.3. Oddziaływania termiczne
 - 8.2.1.4. Kombinacje obciążeń i oddziaływań
 - 8.2.2. Analiza konstrukcji
 - 8.2.2.1. Charakterystyki geometryczne przekrojów
 - 8.2.2.2. Siła sprężająca
 - 8.2.2.3. Analiza statyczna
 - 8.2.3. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny w kierunku podłużnym
 - 8.2.3.1. Nośność na zginanie
 - 8.2.3.2. Nośność na ścinanie

- 8.2.3.3. Nośność na zmęczenie
- 8.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 8.2.4.1. Nośność na zginanie
 - 8.2.4.2. Nośność na ścinanie
 - 8.2.4.3. Nośność na zmęczenie
- 8.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – dźwigar główny w kierunku podłużnym
 - 8.2.5.1. Ograniczenie naprężeń
 - 8.2.5.2. Ograniczenie rys
 - 8.2.5.3. Ograniczenie
- 8.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 8.2.6.1. Ograniczenie naprężeń
 - 8.2.6.2. Ograniczenie rys
 - 8.2.6.3. Ograniczenie ugięć
- 8.3. Przyczółek
 - 8.3.1. Założenia geotechniczne
 - 8.3.2. Zestawienie obciążeń
 - 8.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 8.3.2.2. Parcie gruntu zasypki
 - 8.3.2.3. Parcie od obciążenia naziomu na korpus przyczółka
 - 8.3.2.4. Parcie od obciążenia naziomu na ściany boczne przyczółka
 - 8.3.2.5. Pozostałe obciążenia
 - 8.3.3. Kombinacje obciążeń dla przyczółka
 - 8.3.4. Analiza statyczna
 - 8.3.4.1. Model obliczeniowy
 - 8.3.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 8.3.4.3. Wyniki analizy statycznej
 - 8.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 8.3.5.1. Nośność na zginanie
 - 8.3.5.2. Nośność na ścinanie
 - 8.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 8.3.6.1. Nośność na zginanie
 - 8.3.6.2. Nośność na ścinanie
 - 8.3.6.3. Nośność podłoża gruntowego
 - 8.3.7. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ściana boczna przyczółka
 - 8.3.7.1. Nośność na zginanie
 - 8.3.7.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory
 - 8.3.8. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
 - 8.3.8.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
- 8.4. Filar
 - 8.4.1. Założenia geotechniczne
 - 8.4.2. Zestawienie obciążeń
 - 8.4.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 8.4.2.2. Pozostałe obciążenia
 - 8.4.3. Kombinacje obciążeń dla filara
 - 8.4.4. Analiza statyczna
 - 8.4.4.1. Model obliczeniowy
 - 8.4.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 8.4.4.3. Wyniki analizy statycznej
 - 8.4.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 8.4.5.1. Nośność na zginanie
 - 8.4.5.2. Nośność na ścinanie
 - 8.4.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 8.4.6.1. Nośność na zginanie
 - 8.4.6.2. Nośność na ścinanie
 - 8.4.6.3. Nośność podłoża gruntowego
 - 8.4.7. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
 - 8.4.7.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 8.4.7.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory

- 9. Most zespolony ze stalowych belek walcowanych o schemacie belki ciągłej**
- 9.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 9.1.1. Układ konstrukcyjny i parametry techniczne
 - 9.1.2. Materiały konstrukcyjne
 - 9.1.3. Technologia budowy
 - 9.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 9.1.5. Zakres obliczeń
- 9.2. Przęsło
 - 9.2.1. Zestawienie obciążeń
 - 9.2.1.1. Ciężary własne
 - 9.2.1.2. Obciążenia ruchome
 - 9.2.1.3. Oddziaływanie termiczne
 - 9.2.1.4. Oddziaływania skurczu betonu
 - 9.2.1.5. Oddziaływania pęcznienia betonu
 - 9.2.1.6. Kombinacje obciążeń
 - 9.2.2. Analiza statyczna
 - 9.2.2.1. Model obliczeniowy
 - 9.2.2.2. Fazy pracy konstrukcji
 - 9.2.2.3. Wyniki globalnej analizy statycznej
 - 9.2.2.4. Wyniki analizy statycznej płyty pomostu
 - 9.2.3. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny
 - 9.2.3.1. Efekt szerokiego pasa
 - 9.2.3.2. Nośność na zginanie przekroju przęsłowego
 - 9.2.3.3. Nośności na zginanie przekroju podporowego
 - 9.2.3.4. Nośność na zwichrzenie przekroju podporowego
 - 9.2.3.5. Nośność na ścinanie przekroju podporowego
 - 9.2.3.6. Nośność zespolenia
 - 9.2.3.7. Nośność na zmęczenie
 - 9.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 9.2.4.1. Nośność na zginanie
 - 9.2.4.2. Nośność na ścinanie
 - 9.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – dźwigar główny
 - 9.2.5.1. Ograniczenie naprężeń w przekroju przęsłowym
 - 9.2.5.2. Ograniczenie naprężeń w przekroju podporowym
 - 9.2.5.3. Ograniczenie zarysowania w przekroju podporowym
 - 9.2.5.4. Zbrojenie minimalne w przekroju podporowym
 - 9.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
 - 9.2.6.1. Założenia ogólne
 - 9.2.6.2. Ograniczenie naprężeń
 - 9.2.6.3. Ograniczenie zarysowania płyty
- 9.3. Przyczółek
 - 9.3.1. Założenia geotechniczne
 - 9.3.2. Zestawienie obciążeń
 - 9.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 9.3.2.2. Parcie gruntu zasyпки
 - 9.3.2.3. Parcie od obciążenia naziomu na korpus przyczółka
 - 9.3.2.4. Parcie od obciążenia naziomu na ściany boczne przyczółka
 - 9.3.2.5. Parcie na pale fundamentowe
 - 9.3.2.6. Pozostałe obciążenia
 - 9.3.3. Kombinacje obciążeń dla przyczółka
 - 9.3.4. Analiza statyczna
 - 9.3.4.1. Model obliczeniowy
 - 9.3.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 9.3.4.3. Wyniki analizy statycznej
 - 9.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 9.3.5.1. Nośność na zginanie
 - 9.3.5.2. Nośność na ścinanie
 - 9.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 9.3.6.1. Nośność na zginanie
 - 9.3.6.2. Nośność na ścinanie
 - 9.3.7. Nośność na ścinanie

- 9.3.8. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ściana boczna przyczółka
 - 9.3.8.1. Nośność na zginanie
 - 9.3.8.2. Nośność na ścinanie
- 9.3.9. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – pal fundamentowy
 - 9.3.9.1. Nośność na zginanie
 - 9.3.9.2. Nośność na ścinanie
 - 9.3.9.3. Sprawdzenie stateczności ogólnej przyczółka
 - 9.3.9.4. Nośność podłoża gruntowego – nośność geotechniczna pala
- 9.3.10. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości
 - 9.3.10.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 9.3.10.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory
- 9.4. Filar
 - 9.4.1. Założenia geotechniczne
 - 9.4.2. Zestawienie obciążeń
 - 9.4.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
 - 9.4.2.2. Pozostałe obciążenia
 - 9.4.3. Kombinacje obciążeń dla filara
 - 9.4.4. Analiza statyczna
 - 9.4.4.1. Model obliczeniowy
 - 9.4.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
 - 9.4.4.3. Wyniki analizy statycznej
 - 9.4.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
 - 9.4.5.1. Nośność na zginanie
 - 9.4.5.2. Nośność na ścinanie
 - 9.4.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
 - 9.4.6.1. Nośność na zginanie
 - 9.4.6.2. Nośność na ścinanie
 - 9.4.7. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – pal fundamentowy
 - 9.4.7.1. Nośność na zginanie
 - 9.4.7.2. Nośność na ścinanie
 - 9.4.7.3. Nośność podłoża gruntowego – nośność geotechniczna pala
 - 9.4.8. Sprawdzenie stanów granicznych użytkowości
 - 9.4.8.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
 - 9.4.8.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory

10. Wiadukt dla pieszych i rowerów ze stalowych belek walcowanych o schemacie belki ciągłej

- 10.1. Opis obiektu i założenia do obliczeń
 - 10.1.1. Układ konstrukcyjny i parametry techniczne
 - 10.1.2. Materiały konstrukcyjne
 - 10.1.3. Technologia budowy
 - 10.1.4. Sytuacje obliczeniowe
 - 10.1.5. Zakres obliczeń
- 10.2. Przęsło
 - 10.2.1. Zestawienie obciążeń
 - 10.2.1.1. Ciężary własne
 - 10.2.1.2. Oddziaływania skurczu betonu
 - 10.2.1.3. Pełzanie betonu
 - 10.2.1.4. Obciążenia eksploatacyjne
 - 10.2.1.5. Oddziaływanie temperatury
 - 10.2.2. Kombinacje obciążeń
 - 10.2.3. Analiza statyczna
 - 10.2.3.1. Model obliczeniowy
 - 10.2.3.2. Fazy pracy konstrukcji
 - 10.2.3.3. Wyniki globalnej analizy statycznej
 - 10.2.3.4. Wyniki analizy statycznej płyty pomostu
 - 10.2.4. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – dźwigar główny
 - 10.2.4.1. Efekt szerokiego pasa
 - 10.2.4.2. Nośność na zginanie przekroju przęsłowego
 - 10.2.4.3. Nośność na zginanie przekroju podporowego

- 10.2.4.4. Nośność na zwichrzenie przekroju podporowego
- 10.2.4.5. Nośność na ścinanie przekroju podporowego
- 10.2.4.6. Nośność zespolenia
- 10.2.5. Sprawdzenie stanów granicznych – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
- 10.2.5.1. Nośność na zginanie
- 10.2.5.2. Nośność na ścinanie
- 10.2.6. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności – dźwigar główny
- 10.2.6.1. Ograniczenie naprężeń w przekroju przęsłowym
- 10.2.6.2. Ograniczenie naprężeń w przekroju podporowym
- 10.2.6.3. Ograniczenie zarysowania w przekroju podporowym
- 10.2.6.4. Zbrojenie minimalne w przekroju podporowym
- 10.2.6.5. Kryteria komfortu
- 10.2.7. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – płyta pomostu w kierunku poprzecznym
- 10.2.7.1. Założenia ogólne
- 10.2.7.2. Ograniczenie naprężeń
- 10.2.7.3. Ograniczenie zarysowania płyty
- 10.3. Przyczółek
- 10.3.1. Założenia geotechniczne
- 10.3.2. Zestawienie obciążeń
- 10.3.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
- 10.3.2.2. Parcie gruntu zasypki
- 10.3.2.3. Parcie od obciążenia na naziomie
- 10.3.2.4. Parcie od naziomu na skrzydła
- 10.3.2.5. Pozostałe obciążenia
- 10.3.3. Kombinacje obciążeń dla przyczółka
- 10.3.4. Analiza statyczna
- 10.3.4.1. Model obliczeniowy
- 10.3.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
- 10.3.4.3. Wyniki analizy statycznej
- 10.3.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
- 10.3.5.1. Nośność na zginanie
- 10.3.5.2. Zbrojenie główne na kierunku x-x
- 10.3.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
- 10.3.6.1. Nośność na zginanie
- 10.3.6.2. Nośność na ścinanie
- 10.3.6.3. Nośność podłoża gruntowego
- 10.3.7. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ściana boczna przyczółka
- 10.3.7.1. Nośność na zginanie
- 10.3.7.2. Nośność na ścinanie
- 10.3.8. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności
- 10.3.8.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
- 10.3.8.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory
- 10.4. Filar
- 10.4.1. Założenia geotechniczne
- 10.4.2. Zestawienie obciążeń
- 10.4.2.1. Zestawienie obciążeń z przęsła mostu
- 10.4.2.2. Pozostałe obciążenia
- 10.4.3. Kombinacje obciążeń dla przyczółka
- 10.4.4. Analiza statyczna
- 10.4.4.1. Model obliczeniowy
- 10.4.4.2. Fazy budowy (obliczeń)
- 10.4.4.3. Wyniki analizy statycznej
- 10.4.5. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – korpus
- 10.4.5.1. Nośność na zginanie
- 10.4.5.2. Nośność na ścinanie
- 10.4.6. Sprawdzenie stanów granicznych nośności – ława fundamentowa
- 10.4.6.1. Nośność na zginanie
- 10.4.6.2. Nośność na ścinanie
- 10.4.6.3. Nośność podłoża gruntowego
- 10.4.7. Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności

- 10.4.7.1. Ograniczenie naprężeń/ograniczenie rys
- 10.4.7.2. Ograniczenie przemieszczeń podpory

11. Podsumowanie

1. Przedmiot i zakres stosowania

1.1. Wstęp

(1) W systemie normalizacji dobrowolnej norma jest dokumentem stanowiącym uznaną regułę techniczną, odzwierciedlającą aktualny stan wiedzy technicznej. Dynamiczne zmiany poziomu wiedzy skutkują wycofywaniem norm, które utraciły przymioty uznanej reguły technicznej. 31 marca 2010 r. 39 Polskich Norm własnych stosowanych od dziesięcioleci do projektowania budynków i budowli (oznaczonych symbolami PN-B, a w przypadku obiektów mostowych PN-S) oficjalnie wycofano przez Polski Komitet Normalizacyjny i zastąpiono zharmonizowanymi normami europejskimi (oznaczanymi symbolem PN-EN), będącymi polskimi tłumaczeniami 10 europejskich norm konstrukcyjnych, tzw. Eurokodów.

(2) Wprowadzenie Eurokodów jest rezultatem realizacji przez Polskę postanowień Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającym zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającym dyrektywę Rady 89/106/EWG. Rozporządzenie zawiera wymagania dotyczące: bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, higieny, zdrowia i środowiska, bezpieczeństwa użytkowania, ochrony przed hałasem oraz oszczędności energii i izolacyjności termicznej. Szczegóły techniczne dotyczące tych wymagań są zawarte w zharmonizowanych normach europejskich (m.in. Eurokodach), których stosowanie jest jednak dobrowolne.

(3) System europejskich norm zharmonizowanych ma umożliwić swobodny obrót wyrobów oraz usług, spełniających zasadnicze wymagania w zakresie bezpieczeństwa obiektów budowlanych, jak również zapewniać spełnienie określonych kryteriów jakościowych i wymagań dotyczących trwałości i niezawodności w całym przewidywanym okresie użytkowania obiektu budowlanego. System harmonizacji wymusza stosowanie zarówno wymagań ogólnych rozporządzenia 305/2011, jak i wymagań szczegółowych zawartych w normach zharmonizowanych i/lub europejskich ocenach technicznych (ETA). W założeniu Komisji Europejskiej Eurokody mają zunifikować przepisy projektowe w ramach całej Unii Europejskiej (UE), tworząc jednolity rynek usług projektowych. Jedyne reguły i/lub wartości podane w Eurokodach, które mogą ulegać zmianie w poszczególnych krajach członkowskich, zostały wyraźnie oznaczone i powinny być podane w tzw. Załącznikach Krajowych (NA – National Annex), opracowywanych i publikowanych przez odpowiednią krajową jednostkę normalizacyjną (w Polsce jest to Polski Komitet Normalizacyjny – PKN).

(4) Wszystkie obowiązki krajów UE dotyczące stosowania i sposobu wykorzystania Eurokodów jako norm zharmonizowanych zostały określone rozporządzeniem 305/2011. Dokument ten zawiera bardzo istotne wskazówki dotyczące m.in. zasad stosowania Eurokodów w przepisach krajowych z zakresu projektowania obiektów budowlanych oraz w specyfikacjach technicznych na wykonanie obiektów budowlanych. Według Komisji Europejskiej procedury zawarte w tym dokumencie powinny być stosowane przez krajowe jednostki normalizacyjne, odpowiedzialne za wdrożenie rozporządzenia 305/2011 z prawnego, technicznego i administracyjnego punktu widzenia. PKN na bieżąco podaje stan prac normalizacyjnych nad wprowadzaniem Załączników Krajowych do Eurokodów w naszym kraju. Aktualny stan można sprawdzić na stronie: <http://www.pkn.pl/eurokody>.

(5) Pomimo wyraźnego zapisu w ustawie o normalizacji o dobrowolności stosowania Polskich Norm konieczność ich stosowania wynika zazwyczaj z innych przepisów krajowych. Przykładowo, polska ustawa Prawo zamówień publicznych (PZP) wymaga, aby zamawiający opisywał przedmiot zamówienia (tj. obiekt mostowy) za pomocą cech technicznych oraz jakościowych, z zachowaniem Polskich Norm przenoszących normy europejskie. Po wycofaniu przez PKN starych norm obecnie jedynie Eurokody są obowiązującymi Polskimi Normami zharmonizowanymi, służącymi do projektowania konstrukcji budowlanych, w tym mostów. Ponadto projektowanie mostów drogowych zgodne z Eurokodami jednoznacznie narzucają przepisy techniczno-budowlane, formułujące główne wymagania dla drogowych obiektów mostowych. Pewnym utrudnieniem stosowania Eurokodów w projektowaniu mostów drogowych jest brak załączników krajowych do niektórych Eurokodów mostowych.

1.2. Przedmiot opracowania

(1) Podręcznik projektowania drogowych obiektów mostowych według Eurokodów w praktyce jest narzędziem wspomagającym proces projektowania obiektów mostowych w Polsce. Stanowi uzupełnienie przepisów techniczno-budowlanych oraz innych wzorców i standardów, które są rekomendowane przez ministra właściwego do spraw transportu, w celu ujednoczenia systemu projektowania drogowych obiektów mostowych. Wynika to z potrzeby zwiększenia efektywności wykorzystania środków finansowych, w tym środków Unii Europejskiej, przeznaczonych na realizację inwestycji drogowych i mostowych.

(2) Stosowanie podręcznika przez projektantów realizujących dla administracji drogowej usługi projektowania drogowych obiektów mostowych ma doprowadzić do zmniejszenia bezpośrednich kosztów budowy, skrócenia czasu realizacji obiektów oraz redukcji kosztów ponoszonych przez administrację drogową w okresie eksploatacji i utrzymania obiektów. Podręcznik jest jednym z elementów niezbędnych do dostosowania krajowej praktyki projektowej w zakresie drogowych obiektów mostowych do wymagań zawartych w zharmonizowanych normach europejskich, tzw. Eurokodach.

(3) Podręcznik nie stanowi przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane i jest przeznaczony do dobrowolnego stosowania. Podręcznik nie wyręcza projektanta sprawującego samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z podejmowania decyzji i odpowiedzialności, ani nie zastępuje wymaganych elementów projektu budowlanego lub wykonawczego. Podręcznik nie ogranicza możliwości stosowania innych, w tym nietypowych, rozwiązań i uzasadnionych merytorycznie procedur obliczeniowych.

(4) Podręcznik stanowi narzędzie wspomagające projektowanie drogowych obiektów mostowych i przepustów przez projektanta sprawującego samodzielne funkcje techniczne w budownictwie. Dla typowych drogowych obiektów mostowych w kolejnych rozdziałach przedstawiono procedurę wykonania obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, zawierających zestawienie obciążeń i oddziaływań według Eurokodów, modelowanie konstrukcji, analizę statyczną oraz sprawdzenie stanów granicznych według Eurokodów.

(5) Podręcznik jest ściśle powiązany z WR-M-21-1 oraz WR-M-21-2. Podręcznik stanowi praktyczny zbiór informacji, które „krok po kroku” pokazują w przystępny sposób, na konkretnych przykładach procedurę projektowania obiektów mostowych według Eurokodów. Każdy przykład zawiera zestaw informacji technicznych pozwalających na prawidłowe zaprojektowanie obiektu mostowego, a w szczególności na sprawdzenie wymaganych stanów granicznych nośności (SGN) i użyteczności (SGU).

(6) Zaproponowane w podręczniku typowe rodzaje drogowych obiektów mostowych zostały wybrane z WR-M-21-1. Szczegółowa procedura obliczeniowa przedstawiona w poszczególnych rozdziałach podręcznika jest rozwinięciem „wyciągu z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych”, który jest integralną częścią każdego zeszytu zamieszczonego w WR-M-21-1. W rozdziałach podręcznika i odpowiadających im zeszytach w WR-M-21-1 przyjęto analogiczne założenia do projektowania obiektów mostowych.

1.3. Zakres stosowania podręcznika

(1) Zakres stosowania podręcznika obejmuje pełne obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla przęseł, podpór i fundamentów ośmiu typowych obiektów mostowych wybranych z WRM-21-1. Charakterystykę obiektów mostowych, które zostały ujęte w podręcznik podano w tab. 1.3.1.

Tab. 1.3.1. Zestawienie drogowych obiektów mostowych ujętych w podręczniku

Rodzaj obiektu	Klasa drogi	Prze-szkoda	Liczba przęseł, rozpiętość	Materiał, przekrój, schemat statyczny	Karty katalogowe - przęsła	Karty katalogowe, podpory
Wiadukt	Z	linia kolejowa	1 L=20 m	obiekt żelbetowy o schemacie ramowym	Z4-RPK Z4-RZ Z4-RW	Z8-SM
Most	D/L	rzeka	1 L=16 m	obiekt gruntowo-powłokowy z blach falistych	Z3-L/D Z3-SC-B	nd.
Wiadukt	Z	droga	1 L=15 m	obiekt z belek prefabrykowanych o schemacie belki swobodnie podpartej	Z5-P Z5-PZ (Kujan) Z5-WPP Z5-W	Z8-PH9 Z8-SM
Most	G	rzeka	1 L=35 m	obiekt z belek stalowych walcowanych o schemacie ramowym	Z6-RPD Z6-RG/GP Z6-WPK Z6-WR	Z8-SM
Wiadukt	G	droga	2 L=30+30 m	obiekt betonowy sprężony o schemacie belki ciągłej	Z7-P Z7-2-2PG/GP	Z8-P2H9 Z8-SM Z9-FP3
Estakada	A	droga, kolej	3 L=24+27+24 m	obiekt z belek prefabrykowanych o schemacie belki ciągłej	Z5-P Z5-WPA (belka T) Z5-WPP Z5-W	Z8-PH11 Z8-SM Z9-FS2
Most	GP	rzeka	3 L=20+30+20 m	obiekt z belek stalowych walcowanych o schemacie belki ciągłej	Z6-WP Z6-WG/GP Z6-WPK Z6-WPU	Z8-PH11 Z8-SM Z9-FS2
Wiadukt dla pieszych i rowerów	nd.	droga klasy A lub S	2 L=30+30 m	obiekt z belek stalowych walcowanych o schemacie belki ciągłej	Z6-KP Z6-K	Z8-PK Z8-SM Z9-FSK

(2) Ramowy zakres każdego rozdziału obejmuje następujące zagadnienia opisowo-obliczeniowe:

- opis techniczny obiektu mostowego,
- charakterystyka przyjętej technologii budowy obiektu,
- materiały konstrukcyjne, materiałowe współczynniki bezpieczeństwa,
- sytuacje obliczeniowe uwzględnione w obliczeniach,
- zestawienie obciążeń i oddziaływań,
- określenie istotnych kombinacji oddziaływań dla poszczególnych sytuacji obliczeniowych,
- analiza statyczna przęseł, podpór i fundamentów wraz z charakterystyką przyjętych modeli obliczeniowych,
- sprawdzenie SGN/SGU przęseł,
- sprawdzenie SGN/SGU podpór (przyczółka i filara),
- sprawdzenie SGN/SGU fundamentów.

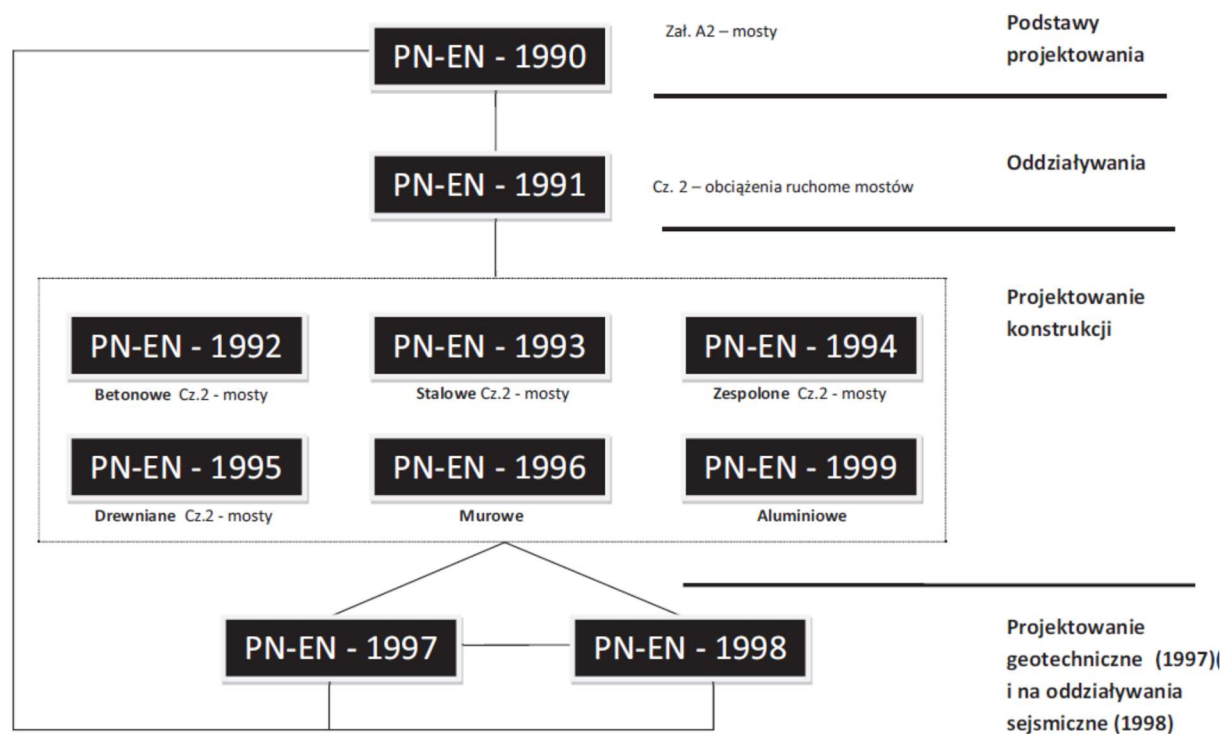
1.4. Podstawy projektowania mostów według Eurokodów

(1) Zbiór Eurokodów przeznaczonych do projektowania konstrukcji budowlanych (w tym obiektów mostowych) zawiera 10 podstawowych części:

- a) PN-EN 1990 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji,
- b) PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje,
- c) PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji betonowych,
- d) PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych,
- e) PN-EN 1994 Eurokod 4: Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych,
- f) PN-EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych,
- g) PN-EN 1996 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych,
- h) PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne,
- i) PN-EN 1998 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym,
- j) PN-EN 1999 Eurokod 9: Projektowanie konstrukcji aluminiowych.

(2) Każdy z tych Eurokodów nie jest pojedynczą normą, lecz uwzględnia wiele części zawierających zarówno reguły ogólne, jak i również reguły i przepisy szczegółowe odnoszące się do poszczególnych typów konstrukcji budowlanych, działających na nie oddziaływań lub sytuacji, w których taka konstrukcja musi pracować (np. pożar). Obiekty mostowe stanowią przedmiot opracowań części drugiej poszczególnych Eurokodów (rys. 1.4.1). Eurokody niezbędne do projektowania mostów i przypisanych do nich norm wycofanych zestawiono w tab. 1.4.1.

(3) Cały zbiór niezbędny projektantowi mostowemu liczy obecnie ponad 20 pojedynczych norm, z których każda obejmuje od kilkudziesięciu do kilkuset stron (wraz z załącznikami). Tak dużą liczbę zbioru norm niezbędnych do projektowania mostów powoduje reguła umieszczania informacji w Eurokodach. Przyjęto bowiem zasadę powoływania się norm szczegółowych na informacje zawarte w normach ogólnych (części pierwsze poszczególnych Eurokodów). Skutkuje to tym, że treść Eurokodów dedykowanych mostom w dużej części stanowi powołania do innych norm towarzyszących, bez których użycie norm mostowych jest praktycznie niemożliwe.



Rys. 1.4.1. Podział ogólny Eurokodów z uwzględnieniem części mostowych

(4) Projektant obiektów mostowych musi także pamiętać, że oprócz wymienionych europejskich norm projektowania konstrukcji musi uwzględniać także europejskie normy materiałowe,

wykonawcze oraz dotyczące licznych mostowych wyrobów budowlanych. Przykłady wybranych norm europejskich w poszczególnych grupach są następujące:

- a) normy materiałowe, np. PN-EN 206 Beton; PN-EN 10025 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych; PN-EN 10080. Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne; prEN 10138. Prestressing steels,
- b) normy wykonawcze, np. PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji betonowych; PN-EN 1090 Wykonywanie konstrukcji stalowych i aluminiowych,
- c) normy wyrobów mostowych, np. PN-EN 1337. Łożyska konstrukcyjne; PN-EN 13375 Elastyczne wyroby wodochronne. Izolacja wodochronna betonowych płyt pomostów obiektów mostowych; PN-EN 124 Zwieńczenia wpustów i studzienek włazowych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego.

Tab. 1.4.1. Polskie Normy mostowe wycofane z dniem 31 marca 2010 r. oraz zastępujące je europejskie normy zharmonizowane (Eurokody)

Lp.	Norma krajowa PN-B lub PN-S (wycofana)	Norma zharmonizowana PN-EN (zastępująca)
1	PN-S-10030:1985 Obiekty mostowe. Obciążenia.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1990:2004 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji. • PN-EN 1991-2:2007 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 2: Obciążenia ruchome mostów.
2	PN-S-10042:1991 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1992-2:2010 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty z betonu. Obliczanie i reguły konstrukcyjne. • PN-EN 1994-2:2010 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych. Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów.
3	PN-S-10052:1982 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1993-2:2010 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 2: Mosty stalowe. • PN-EN 1994-2:2010 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych. Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów.
4	PN-S-10082:1992 Obiekty mostowe. Konstrukcje drewniane. Projektowanie.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1995-2:2007 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 2: Mosty drewniane.
5	PN-B-02482:1983 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
6	PN-B-03010:1983 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne. • PN-EN 1992-2:2010 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty z betonu. Obliczanie i reguły konstrukcyjne.
7	PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.	<ul style="list-style-type: none"> • PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.

(5) Podstawy projektowania obiektu mostowego zawiera tzw. Eurokod 0 (tj. norma PN-EN 1990 [9]). W normie przedstawiono zasady i wymagania dotyczące bezpieczeństwa, użyteczności oraz trwałości konstrukcji, określono podstawy jej obliczeń i sprawdzania, podano wytyczne zapewnienia niezawodności konstrukcji, odporności pożarowej w wymaganym czasie oraz integralności konstrukcji (zdolności do przetrwania w sytuacji wyjątkowej). Norma ta jest przeznaczona do stosowania łącznie z pozostałymi Eurokodami podczas projektowania konstrukcyjnego. Eurokod 0 zawiera m.in. terminy i definicje oraz symbole stosowane we wszystkich pozostałych Eurokodach, projektowe okresy użytkowania budowli oraz podstawowe informacje na temat zarządzania niezawodnością i jakością konstrukcji. Zawiera także ogólne określenia dotyczące stanów granicznych, oddziaływań, modelowania konstrukcji oraz ogólne zasady tworzenia kombinacji oddziaływań i sprawdzania stanów granicznych metodą współczynników częściowych. Załącznik A2 do tej normy podaje reguły ustalania kombinacji oddziaływań (z wyjątkiem sprawdzania na zmęczenie) dla mostów drogowych i kolejowych oraz wiaduktów dla pieszych. Najważniejsze założenia tej normy, opisujące podejście do projektowania mostów według Eurokodów oraz pokazujące główne różnice w porównaniu z normami starego systemu Polskich Norm PN-B/PN-S, przedstawiono poniżej.

(6) Ogólny przebieg projektowania (sprawdzania) elementu obiektu mostowego według Eurokodów można podzielić na następujące etapy:

- a) przyjęcie tzw. sytuacji obliczeniowej,
- b) wybór stanu granicznego do analizy,
- c) ustalenie wszystkich możliwych rodzajów oddziaływań (obciążeń) działających na obiekt,
- d) określenie istotnych kombinacji tych oddziaływań i wartości poszczególnych oddziaływań w każdej kombinacji,
- e) przyjęcie modelu obliczeniowego, wykonanie analizy statycznej i dynamicznej konstrukcji,
- f) zestawienie sumarycznych efektów (tj. sił wewnętrznych, naprężeń, przemieszczeń, przyspieszeń itp.) wywołanych każdą z rozpatrywanych kombinacji oddziaływań,
- g) sprawdzenie wybranego stanu granicznego konstrukcji przez porównanie wybranych efektów z odpowiednią nośnością i/lub wartością obliczeniową odpowiedniego kryterium użyteczności.

(7) Eurokod 0 wprowadza sześć kluczowych założeń, na których opiera się cała procedura projektowania według Eurokodów. Założenia te są następujące:

- a) przyjęcie czterech sytuacji obliczeniowych, w których może pracować konstrukcja mostowa w projektowym okresie użytkowania,
- b) przyjęcie sześciu podstawowych stanów granicznych nośności, w których sprawdza się konstrukcję,
- c) wprowadzenie podziału stanów granicznych użyteczności na odwracalne i nieodwracalne,
- d) przyjęcie czterech wartości reprezentatywnych oddziaływań oraz obciążeń zmiennych działających na konstrukcję,
- e) przyjęcie pięciu podstawowych kombinacji obciążeń i oddziaływań,
- f) wprowadzenie zasady pojedynczej przyczyny (*single source*) oddziaływań i obciążeń.

(8) Pierwszym kluczowym pojęciem wprowadzonym do projektowania mostów przez Eurokody jest tzw. sytuacja obliczeniowa. Jest to stan konstrukcji i warunki jej użytkowania oraz czas, w którym ten stan i warunki można traktować jako stałe. Przy rozróżnianiu sytuacji obliczeniowych ważną rolę odgrywa projektowy okres użytkowania (T_u) obiektu lub elementu mostu. Projektowe okresy użytkowania podzielono w Eurokodzie 0 na pięć kategorii. Obiekty mostowe zaliczono do kategorii piątej (najwyższej) o 100-letnim okresie użytkowania.

(9) Eurokod 0 rozróżnia następujące sytuacje obliczeniowe:

- a) trwałą, której czas trwania jest tego samego rzędu, co projektowy okres użytkowania konstrukcji ($t \approx T_u$), sytuacja ta z reguły dotyczy normalnej eksploatacji obiektu,
- b) przejściową, której czas trwania jest znacznie krótszy niż okres użytkowania obiektu ($t \ll T_u$), lecz prawdopodobieństwo jej powstania sytuacji jest znaczne, np. w okresie budowy mostu (fazy montażowe konstrukcji), a także w okresie jego naprawy (remontu, przebudowy) obiektu,
- c) wyjątkową, która dotyczy wyjątkowych warunków użytkowania obiektu lub jego ekspozycji, np. pożar, wybuch, uderzenie pojazdu lub statku w podporę, lokalne uszkodzenie konstrukcji, wykolejenie pociągu, a także przejazd nienormalny,
- d) sejsmiczną, dotyczącą warunków, w których most może się znaleźć pod wpływem zjawisk sejsmicznych.

(10) Dodatkowe informacje dotyczące każdej z wymienionych sytuacji obliczeniowych zostały podane w poszczególnych Eurokodach od 1 do 9. Wybrane w projektowaniu sytuacje obliczeniowe powinny uwzględniać praktycznie wszystkie warunki, które mogą wystąpić podczas wykonywania i użytkowania obiektu mostowego.

(11) Kolejnym kluczowym założeniem Eurokodów jest przyjęcie metody stanów granicznych w projektowaniu obiektów mostowych. Zgodnie z tą metodą w projektowaniu należy rozpatrywać dwie grupy stanów granicznych: nośności (SGN, ULS) i użyteczności (SGU, SLS). Stany graniczne nośności są związane z bezpieczeństwem obiektu mostowego i/lub jego użytkowników. Stany graniczne użyteczności dotyczą funkcji obiektu w warunkach zwykłego użytkowania, komfortu użytkowników oraz wyglądu obiektu. Termin „wygląd” dotyczy jednak

raczej takich zjawisk, jak duże ugięcia lub liczne rysy niż estetyki w potocznym znaczeniu tego słowa. Przy sprawdzaniu stanów granicznych konstrukcji mostu należy posługiwać się modelami konstrukcji i oddziaływań dla odpowiednich stanów granicznych. Należy przy tym wykazać, że żaden stan graniczny nie zostanie przekroczony, jeżeli w modelach tych przyjęto obliczeniowe wartości oddziaływań i właściwości materiałowych. Sprawdzenie należy wykonać, biorąc pod uwagę wszystkie istotne sytuacje obliczeniowe i przypadki obciążenia mostu. Do sprawdzenia stanów granicznych stosuje się metodę rozdzielonych współczynników bezpieczeństwa. Podczas sprawdzania mostu lub jego elementu w stanach granicznych należy korzystać z różnych częściowych współczynników bezpieczeństwa związanych z oddziaływaniami (γ_G, γ_Q) oraz różnych obliczeniowych parametrów materiałów i gruntu (γ_M).

(12) Wśród stanów granicznych nośności Eurokod 0 wyróżnia cztery stany podstawowe:

- utrata równowagi statycznej konstrukcji lub jakiegokolwiek jej części uważanej za ciało sztywne (EQU)
- zniszczenie na skutek nadmiernego odkształcenia, przekształcenia w mechanizm, zniszczenia materiałowego, utratę stateczności konstrukcji lub jej części (STR),
- zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża (GEO),
- zniszczenie spowodowane przez zmęczenie lub inne efekty zależne od czasu (FAT).

(13) Pierwszy z nich dotyczy ogólnej stateczności konstrukcji, trzy kolejne związane są z wytrzymałością (nośnością) elementu lub podłoża. Dwa pozostałe stany graniczne nośności wprowadzone w Eurokodach (UPL, HYD), a związane z ogólną statecznością konstrukcji wprowadza Eurokod 7 wyłącznie w sejsmicznej sytuacji obliczeniowej.

(14) Sprawdzenie równowagi statycznej (EQU) i nośności (STR, GEO) polega na porównaniu obliczeniowych wartości efektów oddziaływań z obliczeniową wartością odpowiedniej nośności i/lub efektów oddziaływań stabilizujących. Warunek EQU można wyrazić następująco:

$$E_{d,dst}(G_k\gamma_G, Q_k\gamma_Q) \leq E_{d,stab}(G_k\gamma_G, Q_k\gamma_Q),$$

natomiast warunki STR i GEO:

$$E_d(G_k\gamma_G, Q_k\gamma_Q) \leq R_d \left(\frac{f_k}{\gamma_M} \right),$$

gdzie:

$E_{d,dst}$ – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań destabilizujących,

$E_{d,stab}$ – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań stabilizujących,

E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań, takiego jak np. siła wewnętrzna lub moment,

R_d – wartość obliczeniowa odpowiedniej nośności,

G_k, Q_k – obciążenia i oddziaływania charakterystyczne stałe i zmienne,

γ_G, γ_Q – obciążeniowe współczynniki bezpieczeństwa dla odpowiedniego SGN,

f_k – wytrzymałość charakterystyczna materiału konstrukcji lub gruntu,

γ_M – materiałowy współczynnik bezpieczeństwa.

(15) Celem sprawdzenia stanów granicznych użyteczności (SGU) jest zapewnienie funkcji konstrukcji, wyglądu konstrukcji i komfortu użytkowników. Sprawdzenie SGU polega na sprawdzeniu następującej nierówności:

$$E_d(G_k\gamma_G, Q_k\gamma_Q) \leq C_d$$

gdzie:

E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań w jednostkach kryterium użyteczności wyznaczona dla odpowiedniej kombinacji oddziaływań,

C_d – graniczna wartość obliczeniowa odpowiedniego kryterium użyteczności; jeżeli jest ona zależna od właściwości materiałowych, należy przyjąć $\gamma_M = 1,0$,

G_k, Q_k – obciążenia i oddziaływania charakterystyczne stałe i zmienne,

γ_G, γ_Q – obciążeniowe współczynniki bezpieczeństwa dla SGU, które przyjmuje się równe 1,0.

(16) Eurokod 0 zaleca, aby przy sprawdzaniu SGU posługiwać się co najmniej następującymi, głównymi kryteriami użyteczności:

- wielkością przemieszczeń (ugięć) wpływających na wygląd, komfort i funkcję mostu,

- b) poziomem drgań powodujących dyskomfort użytkowników i/lub ograniczającymi przydatność użytkową konstrukcji,
- c) rozległością (wielkością) uszkodzeń wpływających negatywnie na wygląd, trwałość oraz funkcjonowanie mostu.

(17) Pozostałe kryteria użyteczności, takie jak szerokość rys w betonie, ograniczenie naprężeń lub odkształceń materiału, poślizg itp., zostały podane w poszczególnych Eurokodach konstrukcyjnych od PN-EN 1992 do PN-EN 1999 (w zależności od rodzaju i materiału sprawdzanego elementu mostu). Ponadto wymagania i kryteria użyteczności mogą być określone albo w Załączniku Krajowym, albo w indywidualnej dokumentacji projektowej.

(18) Sprawdzenie stanów granicznych użyteczności z uwzględnieniem przemieszczeń i drgań mostów drogowych należy rozpatrywać tylko w wyjątkowych przypadkach. W Eurokodzie 0 nie podano konkretnych wartości kryteriów użyteczności uwzględniających przemieszczenia oraz drgania mostów drogowych. Zaznaczono jedynie, że tam gdzie to jest istotne, wymagania czy kryteria dla mostów drogowych powinny być określone z uwzględnieniem odrywania przęsła mostu na podporach oraz uszkodzenia łożysk mostowych. Odrywanie końca przęsła może narażać użytkowników mostu na niebezpieczeństwo oraz prowadzić do zniszczenia elementów konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych. Można uniknąć odrywania, stosując wyższy poziom zabezpieczeń niż zazwyczaj akceptowany w stanach granicznych użyteczności.

(19) Trzecim kluczowym założeniem Eurokodów jest wprowadzenie dodatkowego podziału stanów granicznych użyteczności na stany nieodwracalne i odwracalne. Nieodwracalne SGU dotyczą skutków oddziaływań, które przekraczają określone kryteria użytkowe i pozostają w konstrukcji po ustąpieniu tych oddziaływań. Natomiast w odwracalnych SGU skutki te znikają po ustąpieniu oddziaływań. Przykładowo, odkształcenia powinny być obliczane według Eurokodów od 1 do 9, przy zastosowaniu właściwych kombinacji oddziaływań, z uwzględnieniem wymagań użyteczności oraz rozróżnieniem między stanami granicznymi odwracalnymi i nieodwracalnymi. Przy projektowaniu obiektu mostowego znacznie ważniejszym zadaniem jest sprawdzenie nieodwracalnych SGU, dla których w Eurokodach przyjęto dopuszczalne prawdopodobieństwo występowania na dużo niższym poziomie niż dla stanów odwracalnych. Ponadto znacznie bardziej złożone (i uciążliwe w stosowaniu) są kombinacje oddziaływań do sprawdzania nieodwracalnych SGU niż w przypadku stanów odwracalnych.

(20) Według Eurokodów pod pojęciem „oddziaływanie” są rozumiane wszelkie wpływy (w tym środowiskowe), które mogą wywołać w obiekcie mostowym przemieszczenia, odkształcenia i siły wewnętrzne. Termin „obciążenie” odnosi się do oddziaływań grawitacyjnych. Według Eurokodu 0 oddziaływania dzieli się ogólnie ze względu na ich zmienność w czasie na:

- a) oddziaływania stałe (G), w tym ciężar własny konstrukcji, ciężar elementów wyposażenia, ciężar urządzeń umocowanych do mostu oraz oddziaływania pośrednie, wywołane np. przez skurcz i/lub nierównomierne osiadania fundamentów,
- b) oddziaływania zmienne (Q), w tym oddziaływania środowiskowe (wiatru, termiczne, obciążenia śniegiem) i ruchome (np. obciążenia ruchome mostów),
- c) oddziaływania wyjątkowe (A), w tym np. uderzenia pojazdu w elementy konstrukcji mostu.

(21) Niektóre z oddziaływań można traktować zarówno jako oddziaływania zmienne, jak i wyjątkowe, zależnie od charakteru oddziaływania i miejsca występowania (np. oddziaływania sejsmiczne lub obciążenie śniegiem). Oddziaływanie wywołane przez zewnętrzne sprężenie konstrukcji (oznaczane jako P) uważa się za stałe, spowodowane przez kontrolowane siły i/lub kontrolowane odkształcenia wymuszone konstrukcji. Podobnie traktuje się osiadanie lub różnicę osiadania fundamentów.

(22) Główna wartość reprezentatywna każdego oddziaływania jest jego wartością charakterystyczną F_k , określaną jako wartość średnia, górna lub dolna albo wartość nominalna.

(23) Eurokod 0 stosuje następujące pojęcia: „układ obciążenia”, „przypadek obciążenia”, „kombinacja oddziaływań”. Układ obciążenia oznacza określenie miejsca, wielkości i kierunku oddziaływania nieumiejscowionego. Jest to jeden rodzaj oddziaływania (obciążenia), które może mieć różne usytuowanie względem konstrukcji i/lub rozpatrywanego elementu. Przypadek obciążenia obejmuje wzajemnie spójne układy obciążeń, uwzględniane wraz z umiejscowionymi oddziaływaniami zmiennymi i stałymi przy sprawdzaniu poszczególnych stanów granicznych. Wszystkie oddziaływania składowe dowolnego przypadku obciążenia zostały w Eurokodach

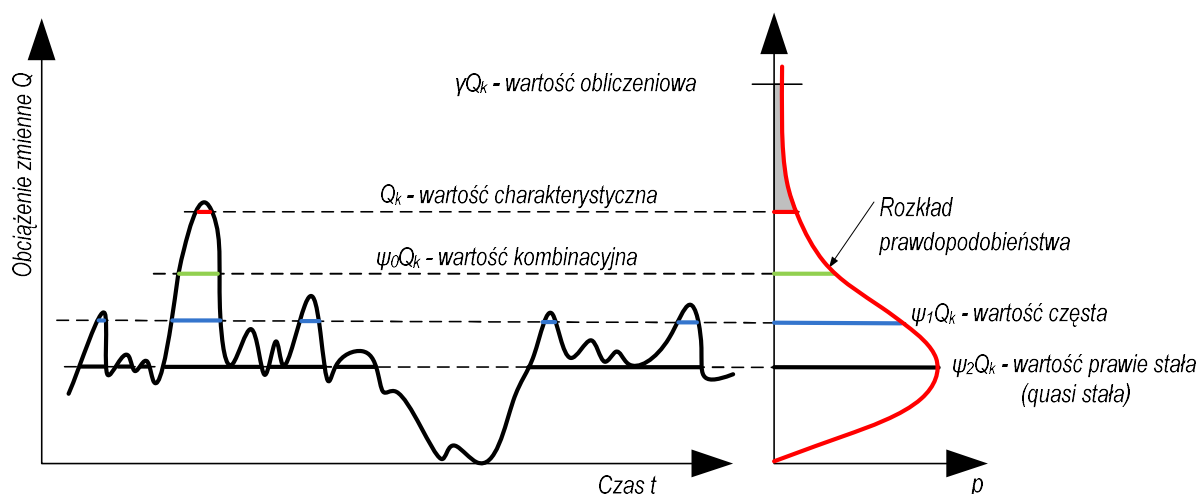
podzielone ogólnie na następujące cztery części: oddziaływania stałe G , sprężenie P , oddziaływania zmienne wiodące Q_1 (lub wyjątkowe A), oddziaływania zmienne towarzyszące Q_i ($i > 1$).

(24) Kombinacja oddziaływań oznacza zestaw oddziaływań, które mogą wystąpić jednocześnie (przypadek obciążenia), z przypisanymi im wartościami, odpowiednimi dla rozpatrywanego stanu granicznego i sytuacji obliczeniowej.

(25) W projektowaniu obiektów mostowych do oddziaływań stałych G zalicza się:

- obciążenie ciężarem własnym konstrukcji, elementów wyposażenia oraz ciężarem gruntu (zasyпки, balastu),
- oddziaływania związane z parciem hydrostatycznym wody i osiadaniem podpór,
- oddziaływanie skurczu, efekt pełzania i obciążenie sprężeniem (P), zależne od materiału i/lub technologii budowy.

(26) Obciążenie ciężarem własnym konstrukcji, ciężarem elementów wyposażenia oraz ciężarem gruntu jest klasyfikowane jako obciążenie stałe umiejscowione, uwzględniane w kombinacjach jako oddziaływanie pojedyncze. Oddziaływania te są opisywane wartością reprezentatywną, odpowiadającą wartości średniej obciążenia.



Rys. 1.4.2. Schemat probabilistycznej charakterystyki różnych wartości reprezentatywnych oddziaływań zmiennych

(27) W projektowaniu obiektów mostowych do oddziaływań zmiennych Q zalicza się:

- oddziaływania klimatyczne – obciążenie śniegiem, oddziaływanie statyczne wiatru oraz oddziaływanie termiczne, dla których specyficzne wartości krajowe podano w załącznikach krajowych, a ogólne zasady stosowania w odpowiednich normach Eurokodu 1,
- obciążenia w trakcie budowy,
- oddziaływania geotechniczne, np. parcie gruntu, tarcie negatywne, których wartości zależą od wartości przemieszczeń względnych konstrukcja/grunt,
- obciążenia ruchome oraz obciążenia związane ze wzbudzeniem aerodynamicznym konstrukcji.

(28) Oddziaływania zmienne opisano w Eurokodach wartościami charakterystycznymi Q_k , dostosowanymi z reguły do typowego okresu użytkowania budynków (tj. 50 lat). W przypadku obiektów mostowych o typowym okresie użytkowania równym 100 lat podane wartości oddziaływań mogą wymagać dostosowania do przedłużonego okresu użytkowania.

(29) Jednym z podstawowych założeń Eurokodu 0 jest przyjęcie czterech wartości reprezentatywnych oddziaływań zmiennych (jednej głównej i trzech towarzyszących) działających na obiekt mostowy: Q_k – wartość charakterystyczna, $\psi_0 Q_k$ – wartość kombinacyjna, $\psi_1 Q_k$ – wartość częsta, $\psi_2 Q_k$ – wartość quasi-stała. Schemat probabilistycznej interpretacji tych wartości pokazano na rys. 1.4.2.

(30) Wartość charakterystyczna Q_k jest główną wartością reprezentatywną odpowiadającą wartości statystycznie najwyższej, którą podano bezpośrednio w poszczególnych częściach

Eurokodu 1. Inne wartości reprezentatywne, zwane towarzyszącymi (kombinacyjna, częsta i quasi-stała), mają wartości statystycznie mniejsze, dlatego powstają przez pomnożenie wartości głównej przez odpowiedni współczynnik ψ mniejszy od jedności. Stosowalność współczynników redukcyjnych ψ_{0-2} do głównych i towarzyszących obciążeń zmiennych omówiono szczegółowo dalej, gdzie opisano zasady stosowania kombinacji oddziaływań.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Normy

- [1] ENV 1994-1-1:1992 Eurocode 4. Design Of Composite Steel And Concrete Structures – General Rules For Buildings.
- [2] PN-S-10052:1982 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie.
- [3] PN-B-02482:1983 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [4] PN-B-03010:1983 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [5] PN-S-10030:1985 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [6] PN-S-10042:1991 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
- [7] PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [8] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [9] PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- [10] PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- [11] PN-EN 1991-1-5:2005 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-5: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania termiczne.
- [12] PN-EN 1991-1-6:2007 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-6: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.
- [13] PN-EN 1991-2:2007 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje. Część 2. Obciążenia ruchome mostów.
- [14] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [15] PN-EN 1992-2:2010 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty z betonu. Obliczanie i reguły konstrukcyjne.
- [16] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [17] PN-EN 1993-1-5:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-5: Blachownice.
- [18] PN-EN 1993-1-8:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.
- [19] PN-EN 1993-1-9:2007 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-9: Zmęczenie.
- [20] PN-EN 1993-2:2010 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 2: Mosty stalowe.
- [21] PN-EN 1994-1-1:2008 Eurokod 4: Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [22] PN-EN 1994-2:2010 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych. Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów.
- [23] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [24] PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [25] prEN 10138-1:2000 Prestressing steels. Part 1: General requirements.
- [26] prEN 10138-2:2000 Prestressing steels. Part 2: Wire.

- [27] prEN 10138-3:2005 Prestressing steels. Part 3: Strand.
- [28] prEN 10138-4:2000 Prestressing steels. Part 4: Bars.

2.2. Pozostałe opracowania

- [29] Ajdukiewicz A., Mames J.: Konstrukcje z betonu sprężonego. Polski Cement, 2004.
- [30] Beeby A.W., Narayanan R.S.: Designers' Guide to EN 1992-1-1. Eurocode 2: Design of concrete structures. General rules and rules for buildings and structural fire design. Thomas Telford, 2009.
- [31] Biliszczuk J i in.: Projektowanie stalowych kładek dla pieszych. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2004.
- [32] Calgaro J.A., Tschumi M., Gulvanessian H.: Designers' guide to Eurocode 1: Actipons on bridges. EN 1991-2, EN 1991-1-1, -1-3 to -1-7 and EN 1990 Annex A2. Thomas Telford, 2010.
- [33] Hendy C.R., Johnson R.P.: Designers' guide to EN 1994-2: Design of composite steel and concrete structures. General rules and rules for bridges. Thomas Telford, 2006.
- [34] Hendy C.R., Smith D.A.: Designers' guide to EN 1992-2. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 2: Concrete bridges, Thomas Telford, 2007.
- [35] Integral Concrete Bridges to Eurocode 2. Commentary and a worked example of a two span bridge. Technical Guide No. 13. Concrete Bridge Development Group, 2010.
- [36] Jarominiak A.: Podpory mostów. Wybrane zagadnienia. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1981.
- [37] Janusz L., Madaj M.: Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i Wykonawstwo. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
- [38] Johnson R.P., Anderson D.: Designers' guide to EN 1994-1-1: Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures. General rules and rules for buildings. Thomas Telford, 2004.
- [39] Knauff M.: Obliczanie konstrukcji żelbetowych według Eurokodu 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
- [40] Kosecki M.: Statyka ustrojów palowych. Zasady obliczania metodą uogólnioną. Biuletyn nr 1/88 PZliTB O/Szczecin, 1988.
- [41] Krasieński A.: Obliczenia statyczne fundamentów palowych, Seminarium „Zagadnienia posadowień na fundamentach palowych”, 2004.
- [42] Machelski C.: Modelowanie sprężenia mostów. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2010.
- [43] Madaj A., Wołowicki W.: Projektowanie mostów betonowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.
- [44] Methodological Guide. Eurocode 2. Application to concrete highway bridges. Setra, 2007.
- [45] Mosty drogowe. Zespólone mosty płytowe z belek strunobetonowych. Wersja dla projektantów. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt Warszawa Sp. z o.o., Warszawa 2004.
- [46] Navratil J.: Prestressed concrete structures. Technical University of Ostrava, Ostrava 2014.
- [47] Prefabrykowane belki strunobetonowe typu „T”. Przedsiębiorstwo Robót Mostowych „Mosty Łódź” S.A., Łódź 2010.
- [48] Pettersson L., Sundquist H.: Design of soil steel composite bridges. TRITA-BKN. Report 112, Stockholm 2014.
- [49] Sekcja Konstrukcji Betonowych KILiW PAN. Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych i sprężonych według Eurokodu 2. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006.

- [50] Setra. Guidance book. Eurocodes 3 and 4. Application to steel-concrete composite road bridges, 2007.
- [51] Setra. Technical guide. Footbridges. Assessment of vibrational behaviour of footbridges under pedestrian loading, 2006.
- [52] Siwowski T. (red.): Projektowanie mostów według Eurokodów. Elamed Media Group, Katowice 2016.
- [53] Siwowski T., Turoń B.: Projektowanie mostów zespolonych według Eurokodu 4. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2016.
- [54] Sobala D.: Projektowanie pali wg Eurokodu 7 – metody i przykłady praktycznego wykorzystania. Autostrada Polska, Kielce 2012.
- [55] The Concrete Societies of The UK. Design Aids for Eurocode 2. CRC Press, London 1997.
- [56] Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 2019.
- [57] Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T.: Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7, 2011.
- [58] Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 2: Wytyczne do oceny stateczności skarp i zboczy na potrzeby budownictwa drogowego. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Politechnika Warszawska. 2019.

