



roclawska

# Politechnika Wroclawska

## PODSTAWY PROJEKTOWANIA I ODDZIAŁYWANIA NA KONSTRUKCJE BUDOWLANE WYKŁAD 3

**Zarządzanie niezawodnością konstrukcji.**

dr hab. inż. Łukasz SADOWSKI, prof. uczelni  
[lukasz.sadowski@pwr.edu.pl](mailto:lukasz.sadowski@pwr.edu.pl)

Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

C-7, pok. 712



Główne przesłanki zapewnienia niezawodności konstrukcji według PN-EN 1990 to:

- **projektowanie** – zgodne z Eurokodami,
- **wykonanie** – zgodne z właściwymi normami przywołanymi w Eurokodach,
- **zarządzanie** – zorientowane na jakość tj. stosowanie odpowiednich procedur nadzoru i kontroli w całym procesie budowlanym.



# Wybór poziomu niezawodności konstrukcji

W wyborze **poziomu niezawodności konstrukcji** uwzględnia się:

- możliwe przyczyny i/lub postacie stanów granicznych,
- możliwe konsekwencje zniszczenia takie jak zagrożenie życia, szkody, zranienia, potencjalne straty materialne, reakcje społeczne na zaistniałe zniszczenia,
- koszty i procedury oraz postępowanie niezbędne z uwagi na ograniczenie ryzyka zniszczenia.



# Wybór klasy konsekwencji zniszczenia konstrukcji

**Klasę konsekwencji zniszczenia konstrukcji** określa się po to, aby budynki i budowle były wznoszone z zachowaniem właściwego poziomu kontroli jakości.

Jest ona uzależniona od rodzaju budynku, jego wysokości, układu poszczególnych pięter oraz sposobu użytkowania.

Dana konstrukcja lub jej część może zawierać elementy o różnych klasach konsekwencji zniszczenia konstrukcji.



# Rodzaje klas konsekwencji zniszczenia konstrukcji

Dobór klasy **konsekwencji zniszczenia konstrukcji** jest ważny z uwagi na następstwa zniszczenia ustroju nośnego lub jego elementu.

Klasa konsekwencji	Klasa niezawodności	Opis	Przykłady konstrukcji budowlanych
CC3	RC3	Wysokie zagrożenie życia ludzkiego lub bardzo duże konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	Widownie, budynki użyteczności publicznej, których konsekwencje zniszczenia są wysokie
CC2	RC2	Przeciętne zagrożenie życia ludzkiego lub znaczne konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	Budynki mieszkalne i biurowe oraz budynki użyteczności publicznej, których konsekwencje zniszczenia są przeciętne
CC1	RC1	Niskie zagrożenie życia ludzkiego lub małe albo nieznaczące konsekwencje społeczne, ekonomiczne i środowiskowe	Budynki rolnicze, w których ludzie zazwyczaj nie przebywają oraz szklarnie



# Ustalenie klas wykonania konstrukcji stalowych i aluminiowych

Norma PN-EN 1090 „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych” wprowadza pojęcie klasy wykonania konstrukcji EXC. Opierając się na wytycznych zawartych w niemieckiej Wzorcowej Liście Zarządzeń technicznych otrzymujemy wytyczne do przyporządkowania budowli do poszczególnych klas wykonania.



# Klasa wykonania EXC1

Do tej klasy wykonania zalicza się elementy konstrukcyjne lub konstrukcje lub konstrukcje nośne poddane obciążeniom przeważająco stałym wykonane ze stali o klasie wytrzymałości do 275MPa, których dotyczy minimum jeden z warunków:

1. Konstrukcje nośne z: max dwoma kondygnacjami, z profili walcowanych bez sztywnych na zaginanie styków płyt głowicowych; słupami o długości wyboczenia maximum 3m; belkami zginanymi o rozpiętości maksimum 5m i wysięgami do 2m;



# Klasa wykonania EXC1

2. Schody i poręcze w budynkach mieszkalnych.
3. Budynki rolnicze bez regularnego ruchu osób (np. stodoły, szklarnie).
4. Ogrody zimowe w budynkach mieszkalnych.
5. Domki jednorodzinne z max 4-ma kondygnacjami.
6. Budynki, do których osoby wchodzą rzadko, jeśli ich odległość od innych budynków lub powierzchni o częstym użytkowaniu przez osoby wynosi minimum 1,5 razy wysokość budynku.

Klasa wykonania EXC1 obowiązuje również dla innych porównywalnych budowli, konstrukcji nośnych lub elementów konstrukcyjnych.





# Klasa wykonania EXC2

Do tej klasy wykonania zalicza się elementy konstrukcyjne lub konstrukcje nośne poddane obciążeniom przeważająco stałym i nie przeważająco stałym (dynamicznym) wykonane ze stali do klasy wytrzymałości S700, które nie powinny być przyporządkowane klasom wykonania EXC1, EXC3, EXC4.



# Klasa wykonania EXC3

Do tej klasy wykonania zalicza się elementy konstrukcyjne lub konstrukcje nośne poddane obciążeniom przeważająco stałym i nie przeważająco stałym (dynamicznym) wykonane ze stali do klasy wytrzymałości S700, których dotyczy minimum jeden z następujących punktów:

1. Wielkopłaszczyznowe konstrukcje dachowe dla miejsc zgromadzeń/stadionów
2. Budynki z więcej niż 15 kondygnacjami.
3. Jazy obciążone przeważająco stale dla ekstremalnych objętości wypływów.



# Klasa wykonania EXC3

4. Następujące konstrukcje nośne lub ich elementy konstrukcyjne obciążone w sposób nie przeważająco stały (dynamiczny): kładki dla pieszych i rowerzystów; mosty drogowe i kolejowe; konstrukcje przestawne; wieże i maszty jak np. konstrukcje antenowe; jezdnie podsuwnicowe; cylindryczne wieże jak np. kominy stalowe.

Klasa wykonania EXC3 obowiązuje również dla innych porównywalnych budowli, konstrukcji nośnych lub elementów konstrukcyjnych.



# Klasa wykonania EXC4

Do tej klasy wykonania zalicza się wszystkie elementy konstrukcyjne lub konstrukcje nośne klasy o ekstremalnych skutkach awarii dla ludzi i środowiska, jak np.:

1. Mosty drogowe i mosty kolejowe ponad obszarami gęsto zasiedlonymi lub ponad instalacjami przemysłowymi o wysokim potencjale zagrożenia
2. Zbiornik bezpieczeństwa w siłowni elektrowni atomowych.
3. Jazy obciążone dynamicznie dla ekstremalnych objętości wypływów.



# Wybór kategorii użytkowania konstrukcji

**Kategoria użytkowania** dotyczy zakresu ryzyka wynikającego z działania, na które narażona będzie dana konstrukcja i jej części składowe, zarówno podczas budowy, jak i eksploatacji.

Mowa tu o takich czynnikach jak zmęczenie i prawdopodobieństwo wystąpienia zjawisk sejsmicznych.

Pod uwagę bierze się także poziom naprężeń poszczególnych komponentów w zestawieniu z ich wytrzymałości.



# Wybór klasy użytkowania konstrukcji

Klasa kategorii użytkowania konstrukcji	Kryteria
SC1	Konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania przeważająco statyczne, np. budynki: konstrukcje, elementy i połączenia projektowane na oddziaływania sejsmiczne w rejonach niskiej aktywności sejsmicznej, gdy wymagane jest niska klasa ciągłości DCL: konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływanie zmęczeniowe od dźwignic klasy S0
SC2	Konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania zmęczeniowe wg EN 1993 (np. mosty drogowe i kolejowe, dźwignice klasy od S1 do S9, konstrukcje wrażliwe na drgania wywołane wiatrem, tłumem lub maszynami wirnikowymi): konstrukcje, elementy i połączenia projektowane na oddziaływanie sejsmiczne w rejonach średniej i wysokiej aktywności sejsmicznej, gdy wymagana jest średnia lub wysoka klasa ciągłości DCM lub DCH



# Wybór kategorii produkcji

**Kategorie produkcji** odzwierciedlają ryzyko wynikające ze stopnia złożoności procesu wytwarzania konstrukcji i jej elementów, który może wiązać się z zastosowaniem określonych technik, procedur i narzędzi zarządczych.

Warto zauważyć, że dana konstrukcja lub jej część może zawierać elementy lub detale konstrukcyjne należące do różnych kategorii produkcji.

Trzeba jednak pamiętać, że klasa wykonania nie zawsze jest uzależniona od kategorii produkcji.



# Wybór kategorii produkcji

Klasa kategorii produkcji	Kryteria
PC1	Elementy niespawane wykonywane ze stali dowolnego gatunku oraz elementy spawane wykonane ze stali gatunków niższych niż S355
PC2	Elementy spawane wykonane ze stali gatunku S355 i wyższych, elementy kluczowe dla integralności konstrukcji scalane za pomocą spawania na terenie budowy, elementy formowane na gorąco lub poddawane obróbce termicznej podczas wytwarzania oraz elementy dźwigarów kratowych z rur okrągłych CHS, które wymagają profilowania końcówek





# Wybór klasy wykonania

Po określeniu klasy konsekwencji, kategorii użytkowania oraz kategorii produkcji danego budynku, odpowiednią **klasę wykonania** ustala się w oparciu o Tablicę B.3 normy PN-EN 1090-2.

Klasa konsekwencji		CC1		CC2		CC3	
Kategoria użytkowania		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Kategoria produkcji	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4



Podobne podejście jak w przypadku konstrukcji stalowych i aluminiowych można zastosować do innych rodzajów konstrukcji.



# Różnicowanie nadzoru w trakcie projektowania konstrukcji

Poziom nadzoru przy projektowaniu	Klasa niezawodności	Charakterystyka nadzoru	Minimalne zalecane wymagania
DSL3	RC3	Nadzór zaostrożony	Sprawdzanie przez stronę trzecią. Sprawdzanie przez inną jednostkę projektową.
DSL2	RC2	Nadzór normalny	Sprawdzanie zgodnie z procedurami jednostki projektowej.
DSL1	RC1	Nadzór normalny	Autokontrola. Sprawdzania przez autora projektu.



# Poziomy inspekcji w trakcie wykonania konstrukcji

Poziom inspekcji	Klasa niezawodności	Charakterystyka inspekcji	Minimalne zalecane wymagania
IL3	RC3	Inspekcja zaostzona	Inspekcja przez stronę trzecią.
IL2	RC2	Inspekcja normalna	Inspekcja zgodnie z procedurami jednostki wykonawczej.
IL1	RC1	Inspekcja normalna	Autoinspekcja.



# Dziękuję za uwagę

