



POLITECHNIKA
RZESZOWSKA
Im. IGNACEGO LUKASIEWICZA

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY

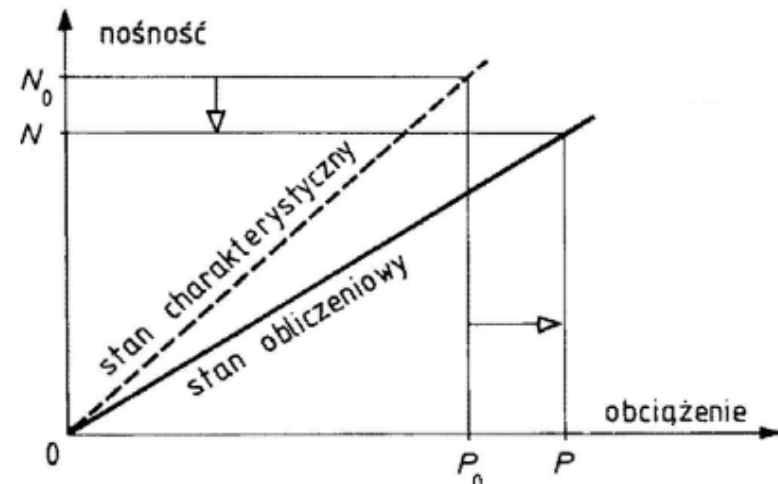
PODSTAWY PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI

ĆWICZENIA PROJEKTOWE

KOMBINACJE

METODA STANÓW GRANICZNYCH

Stany graniczne – stany, po których przekroczeniu lub nie spełnieniu konstrukcja może ulec zniszczeniu częściowym lub całkowitym oraz nie będzie spełniać wymogów użytkowania i estetyki konstrukcji



Dzielimy je na:

$$E_d \leq R_d$$

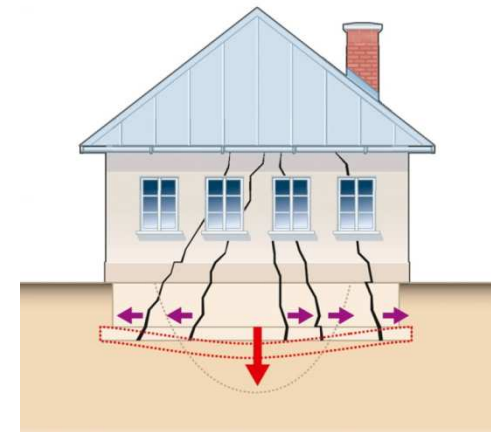
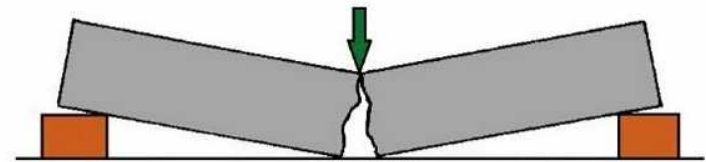
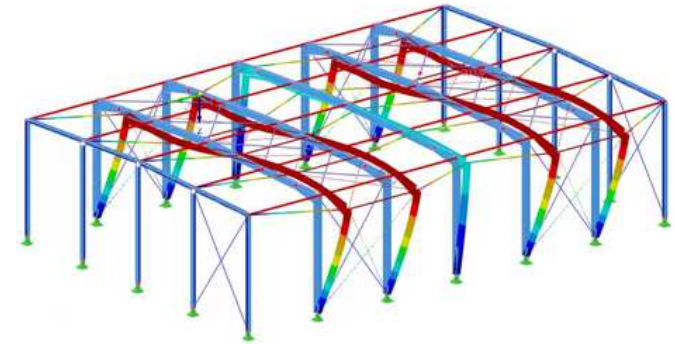
- Stany graniczne nośności SGN ULS
- Stany graniczne użytkowalności SGU SLS

METODA STANÓW GRANICZNYCH

Stany graniczne nośności – stany, po których przekroczeniu lub nie spełnieniu konstrukcja może ulec zniszczeniu częściowym lub całkowitym

Dzielimy je na:

- EQU – utrata równowagi statycznej konstrukcji lub jej części, uważanej za ciało sztywne
- STR – zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenie konstrukcji lub elementów konstrukcji, łącznie z fundamentem
- GEO – zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża
- FAT - zniszczenie zmęczeniowe

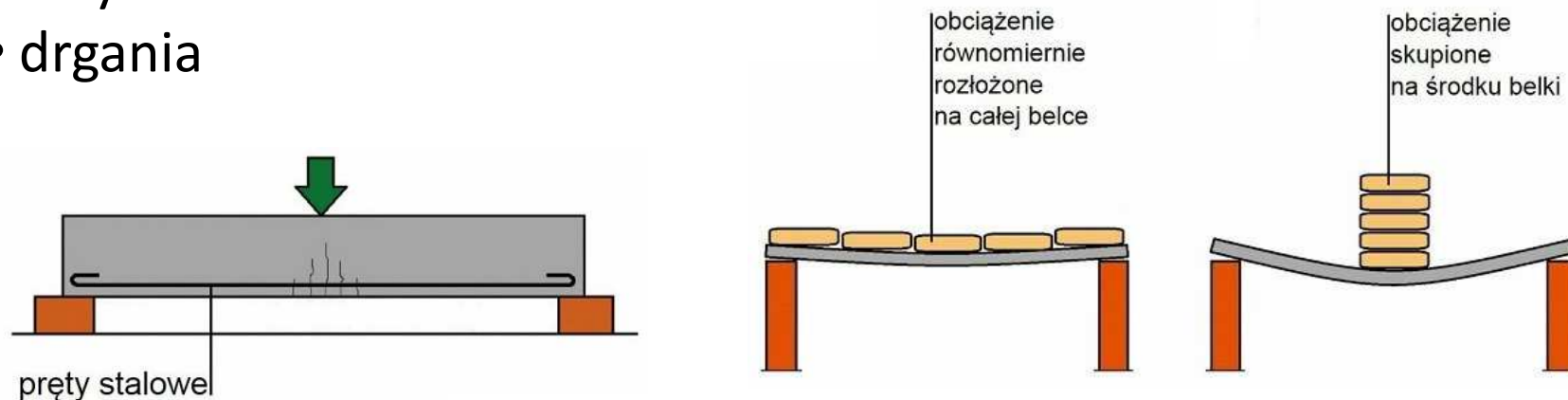


METODA STANÓW GRANICZNYCH

Stany graniczne użyteczności – stany, po których przekroczeniu lub nie spełnieniu konstrukcja nie będzie spełniać wymogów estetycznych i związanych z przeznaczeniem i bezpieczeństwem ludzi

Uwzględniamy:

- ugięcia
- zarysowanie
- drgania



METODA WSPÓŁCZYNNIKÓW CZĘŚCIOWYCH

Metoda współczynników częściowych:

- oddziaływania $F_d = \gamma_f F_{rep}$

- materiały $X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m}$

- dane geometryczne $a_d = a_{nom}$ $a_d = a_{nom} \pm \Delta a$

- nośność $R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$

SYTUACJE OBLICZENIOWA

Sytuacje obliczeniowe wg PN-EN 1990

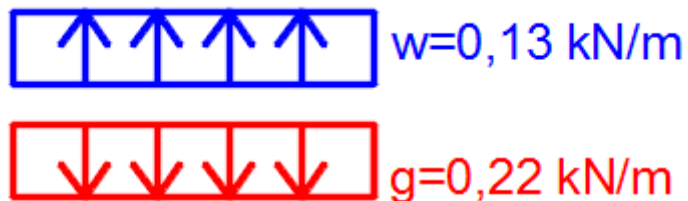
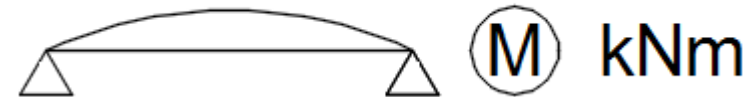
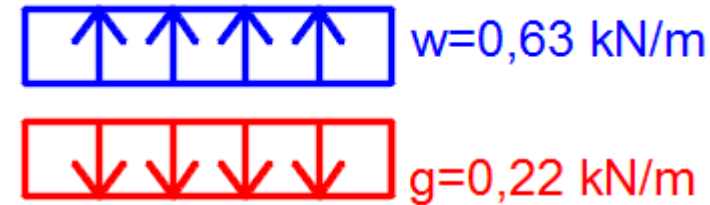
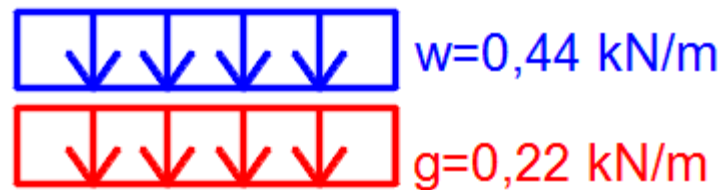
Sytuacje obliczeniowe	Opis
TRWAŁE	odnoszą się do zwyłych warunków użytkowania, które zazwyczaj dotyczą przyjętego okresu użytkowania konstrukcji
PRZEJŚCIOWE	odnoszą się do chwilowych warunków konstrukcji np. w czasie budowy lub naprawy, które dotyczą okresu znacznie krótszego niż przewidziany okres użytkowania
WYJĄTKOWE	odnoszą się do wyjątkowych warunków konstrukcji np. pożar, wybuch, uderzenie lub konsekwencje lokalnego zniszczenia, dotyczy stosunkowo krótkiego okresu
SEJSMICZNE	odnoszą się do konstrukcji poddanej oddziaływaniom sejsmicznym lub parasejsmicznym na terenach poddanych eksploatacji górniczej

OBCIĄŻENIA

PODZIAŁ ODDZIAŁYWAŃ ZMIENNYCH



KORZYSTNE I NIEKORZYSTNE ODDZIAŁYWANIE



niekorzystne = zwiększa siły wewnętrzne

korzystne = zmniejsza siły wewnętrzne

Stałe	$\gamma_{Gj, sup.}$	1,35
	$\gamma_{Gj, inf.}$	1,00
Zmienne	$\gamma_{Q,1}$	1,50 jeśli działają niekorzystnie 0 jeśli działają korzystnie
	$\gamma_{Q,i}$	1,50 jeśli działają niekorzystnie 0 jeśli działają korzystnie

KOMBINACJE

Tablica A1.2(B) – Wartości obliczeniowe oddziaływań (STR/GEO) (zestaw B)

Trwale i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne	Towarzyszące oddziaływania zmienne (*)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10)	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{D,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{D,i} \psi_{D,i} Q_{k,i}$

Trwale i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne (*)	Towarzyszące oddziaływania zmienne (*)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10a)	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$		$\gamma_{D,1} \psi_{D,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{D,i} \psi_{D,i} Q_{k,i}$
(Wzór 6.10b)	$\xi \gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{D,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{D,i} \psi_{D,i} Q_{k,i}$

(*) Oddziaływaniami zmiennymi są te, które uwzględniono w tablicy A1.1.

UWAGA 1 Wybór 6.10 lub 6.10a i 6.10b podany zostanie w załączniku krajowym. W przypadku 6.10a i 6.10b załącznik krajowy może zmienić dodatkowo 6.10a, wprowadzając tylko oddziaływania stałe.

UWAGA 2 Wartości γ i ξ mogą być podane w załączniku krajowym. Zalecane wartości γ i ξ do zastosowania w wyrażeniach 6.10 lub 6.10a i 6.10b podano niżej:

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{D,1} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{D,i} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (tak aby } \xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 = 1,15).$$

Patrz także EN 1991 do EN 1999 w sprawie wartości γ dla odkształceń wymuszonych.

UWAGA 3 Wartości charakterystyczne wszystkich oddziaływań stałych, pochodzących z jednego źródła, mnoży się przez $\gamma_{G,sup}$ jeżeli cały wynikający stąd efekt jest niekorzystny, przez $\gamma_{G,inf}$, kiedy efekt ten jest korzystny. Np. wszystkie oddziaływania pochodzące od ciężaru własnego konstrukcji można uważać za pochodzące z jednego źródła; dotyczy to również przypadku, kiedy materiały są różne.

UWAGA 4 W przypadku specyficznych sprawdzeń wartości γ_D i γ_D można podzielić na γ_D i γ_D i współczynnik γ_{Dsd} uwzględniający niepewność modelu. Wartości γ_{Dsd} mieszczą się najczęściej w przedziale od 1,05 do 1,15 i mogą być różnicowane w załączniku krajowym.

KOMBINACJE

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ξ_j	0,85	$\rightarrow \xi_j \cdot \gamma_{G,j, sup.} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$
---------	------	---

KOMBINACJE

Tablica A 1.1 – Zalecane wartości współczynników ψ dla budynków

Oddziaływania	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Obciążenie zmienne w budynkach, kategoria (patrz EN 1991-1-1)			
Kategoria A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
Kategoria B: powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
Kategoria C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
Kategoria D: powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
Kategoria E: powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
Kategoria F: powierzchnie ruchu pojazdów pojazdy ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategoria G: powierzchnie ruchu pojazdów 30 kN < ciężar pojazdu ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategoria H: dachy	0	0	0,0
Obciążenie budynków śniegiem (patrz EN 1991-1-3) ^{a)}			
Finlandia, Islandia, Norwegia, Szwecja	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H > 1000$ m ponad poziom morza	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H \leq 1000$ m ponad poziom morza	0,50	0,20	0,20
Obciążenie wiatrem (patrz EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (nie pożarowa) w budynku (patrz EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
UWAGA: Wartości ψ mogą być określone w załączniku krajowym ^{a)} Dotyczy krajów nie wymienionych poniżej – patrz miarodajne warunki miejscowe.			

KOMBINACJE

Tablica A1.2(A) – Wartości obliczeniowe oddziaływań (EQU) (zestaw A)

Trwale i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne (*)	Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) Oddziaływaniami zmiennymi są te, które uwzględniono w tablicy A1.1

UWAGA 1 Wartości γ mogą być podane w załączniku krajowym.

Wartości zalecane podano poniżej:

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,10$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 0,90$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

UWAGA 2 W przypadku, kiedy sprawdzenie równowagi statycznej uwzględnia także nośność elementów konstrukcji, można – jeżeli pozwala na to załącznik krajowy – zamiast dwukrotnego sprawdzenia korzystając z tablicy A1.2(A) i A1.2(B) – dokonać sprawdzenia jednokrotnego, posługując się tablicą A1.2(A) z podanym niżej zestawem wartości zalecanych.

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,15$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

Wartości zalecane mogą być zmienione w załączniku krajowym pod warunkiem, że przyjmując $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ tak dla korzystnej jak i niekorzystnej części oddziaływań stałych, nie otrzymuje się mniej niekorzystnego efektu.

KOMBINACJE

Tablica A1.2(C) – Wartości obliczeniowe oddziaływań (STR/GEO) (zestaw C)

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne (*)	Towarzyszące oddziaływania Zmienne (*)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10)	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,j,int}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{Q,j} Q_{k,j}$
<p>(*) Oddziaływaniami zmiennymi są te, które uwzględniono w tablicy A1.1.</p> <p>UWAGA Wartości γ mogą być podane w załączniku krajowym. Wartości zalecane podano poniżej:</p> <p>$\gamma_{G,sup} = 1,00$ $\gamma_{G,int} = 1,00$ $\gamma_{Q,1} = 1,30$ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne) $\gamma_{Q,j} = 1,30$ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)</p>					

KOMBINACJE

Tabl. A1.3 – Wartości obliczeniowe oddziaływań przyjmowanych do wyjątkowych i sejsmicznych kombinacji oddziaływań

Sytuacja obliczeniowa	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie wyjątkowe lub sejsmiczne	Towarzyszące oddziaływania zmienne (**)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
Wyjątkowa (*) (wzór 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	ψ_{11} lub $\psi_{21} Q_{k1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Sejsmiczna (wzór 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\gamma_1 A_{Ek}$ lub A_{Ed}	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

(*) W przypadku wyjątkowych sytuacji obliczeniowych wartość głównego oddziaływania zmiennego można wyznaczać uważając je za oddziaływanie częste lub – jak w sejsmicznej kombinacji oddziaływań – za oddziaływanie quasi-stałe. Wybór podany zostanie w załączniku krajowym, odpowiednio do rodzaju uwzględnianego oddziaływania wyjątkowego. Patrz także EN 1991-1-2.

(**) Oddziaływaniami zmiennymi są te, które uwzględniono w tablicy A1.1.

KOMBINACJE

- **charakterystyczne**, stosowane zwykle w **nieodwracalnych** stanach granicznych,
- **częste** – w przypadku **odwracalnych** stanów granicznych,
- **quasi-stałe** – przy ocenie **skutków długotrwałych** i wygładzie obiektu.

Te kombinacje są wyrażone następującymi wzorami:

- kombinacja charakterystyczna:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- kombinacja częsta:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- kombinacja quasi-stała:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

KOMBINACJE

Tablica A1.4 – Wartości obliczeniowe w kombinacji oddziaływań

Kombinacja	Oddziaływania stałe G_k		Oddziaływania zmienne Q_k	
	Niekorzystne	Korzystne	Wiodące	Pozostałe
Charakterystyczna	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,j} Q_{k,j}$
Częsta	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$
Quasi-stała	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$



POLITECHNIKA
RZESZOWSKA
Im. IGNACEGO LUKASIEWICZA

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!