



**Analiza możliwych obciążeń konstrukcji balustrad. Wymagania norm wobec rzeczywistych warunków użytkowania.**

**Marzena Jakimowicz, Jacek Kosieradzki**

# Treść prezentacji

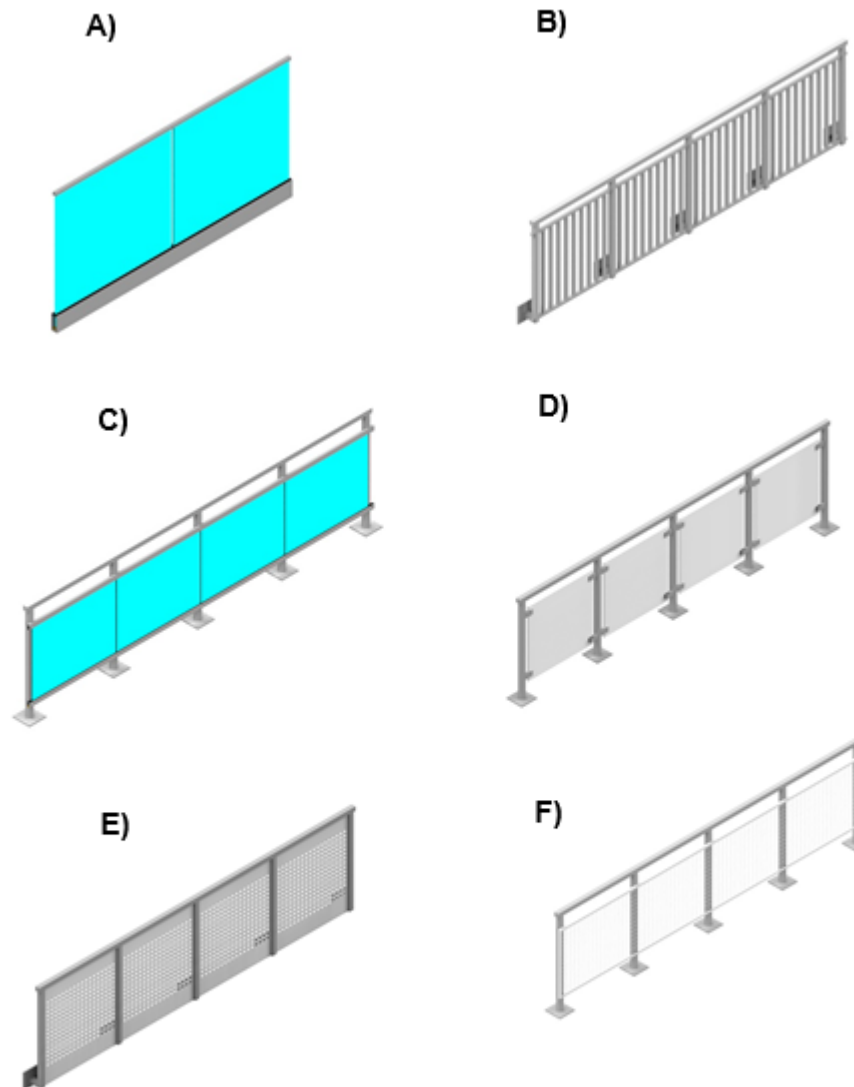
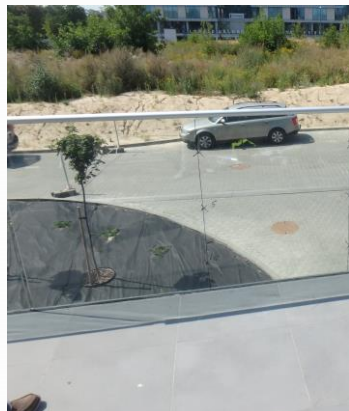


1. Czym jest balustrada?
2. Na jakie obciążenia narażona jest balustrada?
3. W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?
4. Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

# Czym jest balustrada?

**Balustrada** – to ustrój konstrukcyjny, stanowiący formę bariery chroniącej użytkownika przed wypadnięciem oraz przenoszący obciążenia użytkowe (wywołane przez użytkownika) oraz zmienne (w postaci np. wiatru) na konstrukcję podłoża montażowego obiektu konstrukcyjnego.

# Czym jest balustrada?



**Rys. 1.** Przykładowe układy konstrukcyjne balustrad: A – balustrada całoszklana z montażem górnym do podłoża, B – balustrada z tralkami z montażem bocznym do podłoża, C – balustrada z wypełnieniem szklanym, osadzoną w profilach montażowych z montażem górnym, D – balustrada z wypełnieniem nieprzeziernym, osadzoną w uchwytych montażowych z montażem górnym, E – balustrada z wypełnieniem nieprzeziernym (panel z blachy perforowanej) zamontowaną do słupków i poręczy z montażem bocznym, F – balustrada z panelem w postaci siatki zgrzewanej zamontowanej do słupków z montażem górnym

## Na jakie obciążenia narażona jest balustrada?

- obciążenia związane z użytkownikami (napór tłumy, upadek lub inne akty wandalizmu),
- obciążenia związane z czynnikami środowiskowymi (np. wiatr, termika),
- obciążenia pochodzące od zdarzeń losowych których wystąpienia nie można wykluczyć (np. uderzenie przedmiotem).

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab.** Podział powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad – strefy balkonów, logii, tarasów, zabudów okiennych lub fasadowych oraz inne, zlokalizowane w strefie określonej powierzchni użytkowej

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Przykład
A – powierzchnie mieszkalne	Pokoje w budynkach mieszkalnych i w domach, pokoje i sale w szpitalach, sypialnie w hotelach i na stacjach, kuchnie i toalety
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	C1: Powierzchnie ze stołami, itd., np. powierzchnie w szkołach, kawiarniach, restauracjach, stołówkach, czytelnich, recepcjach, C2: Powierzchnie z zamocowanymi siedzeniami, np. w kościołach, teatrach, kinach, salach konferencyjnych, salach wykładowych, salach zebrań, poczekalniach dworcowych, C3: Powierzchnie bez przeszkód utrudniających poruszanie się ludzi, np. powierzchnie w muzeach, salach wystaw, itd., oraz powierzchnie ogólne dostępne w budynkach publicznych i administracyjnych, hotelach, szpitalach, podjazdach kolejowych, C4: Powierzchnie, na których jest możliwa aktywność fizyczna, np. sale tańców, sale gimnastyczne, sceny, C5: Powierzchnie ogólnie dostępne dla tłumu, np. w budynkach użyteczności publicznej takich jak sale koncertowe, sale sportowe łącznie z trybunami, tarasy oraz powierzchnie dojazd i perony kolejowe.
D – powierzchnie handlowe	D1: Powierzchnie w sklepach sprzedaży detalicznej, D2: powierzchnie w domach towarowych.

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab. WYMAGANIA:** Zalecana wartość obciążenia skupionego równoległego do płaszczyzny balustrady, działającego na konstrukcję poręczy lub wypełnienie, symulująca akty wandalizmu lub nieumyślnego działania użytkownika lub użytkowników ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

**Tab. WYMAGANIA:** Zalecana wartość obciążenia liniowego prostopadłego do płaszczyzny balustrady, symulująca napór użytkownika lub użytkowników ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość obciążenia siłą poziomą
A – powierzchnie mieszkalne	0,5 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia
B – powierzchnie biurowe	0,5 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	C1: 0,5 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia C2, C3 i C4: 1,0 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia C5: 3,0 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia
D – powierzchnie handlowe	1,0 kN/m na całej długości elementu konstrukcyjnego analizowanej balustrady przewidzianego do przejścia obciążenia

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość obciążenia siłą skupioną
A – powierzchnie mieszkalne	1kN rozłożony na 2 siły skupione o wartości 0,5kN każda, w odstępie 15cm po lewej i prawej stronie w strefie środkowej danego przęsła balustrady (obciążenie przykładane na poręcz balustrady symulując wyrwanie oraz nacisk) oraz 1kN przyłożony na górną krawędź wypełnienia w strefie środkowej danego przęsła balustrady
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. WYMAGANIA:** Wartość energii uderzenia ciałem twardym w balustradę, symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość energii uderzenia
A – powierzchnie mieszkalne	Energia uderzenia 5J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 0,5kg – 1000mm)
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab. WYMAGANIA:** Wartość energii uderzenia ciałem miękkim i ciężkim w balustradę (przy zastosowaniu wypełnienia szklanego lub innego, tłukącego się na ostre kawałki), symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość energii uderzenia
A – powierzchnie mieszkalne	Energia uderzenia 225J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 450mm)
B – powierzchnie biurowe	Energia uderzenia 225J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 450mm)
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	C1: Energia uderzenia 225J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 450mm), C2, C3 i C4: Energia uderzenia 350J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 700mm), C5: Energia uderzenia 475J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 950mm)
D – powierzchnie handlowe	Energia uderzenia 475J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 50kg – 950mm)

**Tab. WYMAGANIA:** Wartość energii uderzenia ciałem miękkim i ciężkim w balustradę (dla pozostałych rodzajów wypełnień wykraczających poza te określone powyżej), symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość energii uderzenia
A – powierzchnie mieszkalne	Energia uderzenia 200J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 670mm)
B – powierzchnie biurowe	Energia uderzenia 200J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 670mm)
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	C1: Energia uderzenia 200J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 670mm), C2, C3 i C4: Energia uderzenia 300J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 1000mm) C5: Energia uderzenia 400J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 1330mm)
D – powierzchnie handlowe	Energia uderzenia 400J (wysokość spadku ciała udarowego o masie 30kg – 1330mm)



# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab. WYMAGANIA:** Obciążenie wiatrem (parcie i ssanie) działające prostopadle do płaszczyzny balustrady, ustalone dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Wartość obciążenia siłą powierzchniową
A – powierzchnie mieszkalne	Obciążenie równomiernie rozłożone [kPa], symulujące parcie i ssanie wiatru, wyznaczone zgodnie z obowiązującą polską normą projektową. Bez wymagań dotyczących poziomu wartości obciążenia [kPa]. Poziom właściwości użytkowej oceniany na podstawie osiągnięcia granicznego kryterium użyteczności wg PB LZE-140/2/04-2019
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. WYMAGANIA:** Wymiary geometryczne balustrady oraz jakość wykonania balustrady

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Miejsca pomiarów
A – powierzchnie mieszkalne	Pomiar całkowitej szerokości oraz wysokości balustrady. Pomiar szerokości i wysokości wypełnienia, pomiar odległości pomiędzy dolną krawędzią wypełnienia a podłożem, pomiar prześwitu pomiędzy górną krawędzią wypełnienia a poręczą.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab. KRYTERIA OCENY:** Zalecana wartość obciążenia liniowego prostopadłego do płaszczyzny balustrady, symulująca napór użytkownika lub użytkowników ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Wartość ugięć pod obciążeniem nie może przekroczyć wartości min: $\{H/50, L/50\}$ , gdzie: H – wysokość balustrady mierzona od poręczy do węzła montażowego, L – rozpiętość balustrady pomiędzy węzłami montażowymi (kryterium oceny zależne od schematu zamontowania balustrady). Wartość odkształcenia trwałego nie może przekroczyć min: $\{H/100, L/100, 8\text{mm}\}$ , gdzie: H, L - jak wyżej. Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. KRYTERIA OCENY:** Zalecana wartość obciążenia skupionego równoległego do płaszczyzny balustrady, działającego na konstrukcję poręczy lub wypełnienie, symulująca akty wandalizmu użytkownika lub użytkowników ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	<p>W przypadku obciążenia działającego na poręcz: wartość ugięć pod obciążeniem nie może przekroczyć wartości <math>L/100</math>, gdzie: L – rozpiętość przęsła balustrady pomiędzy węzłami montażowymi. Wartość odkształcenia trwałego nie może przekroczyć min: <math>\{L/150, 5\text{mm}\}</math>, gdzie: L - jak wyżej. Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady.</p> <p>W przypadku obciążenia działającego na wypełnienie: wartość ugięć pod obciążeniem nie może przekroczyć wartości <math>H/200</math>, gdzie: H – wysokość wypełnienia balustrady. Wartość odkształcenia trwałego nie może przekroczyć 5mm, lub wartości określonej indywidualnie dla danej konstrukcji balustrady. Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady.</p>
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?

**Tab. KRYTERIA OCENY:** Wartość energii uderzenia ciałem twardym w balustradę, symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady. Dopuszczalne ślady uderzeń w postaci wgnieceń lub spękań na wypełnieniu oraz elementach konstrukcyjnych balustrady. Spękania wypełnienia nie powinny być ostre oraz niebezpieczne dla użytkownika balustrady. Brak odłamków na skutek uderzenia ciałem udarowym na wypełnieniu balustrady. Bez przebicia wypełnienia balustrady.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. KRYTERIA OCENY:** Wartość energii uderzenia ciałem miękkim i ciężkim w balustradę (przy zastosowaniu wypełnienia szklanego lub innego, tłukącego się na ostre kawałki), symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady. Dopuszczalne ślady uderzeń w postaci wgnieceń lub spękań na wypełnieniu oraz elementach konstrukcyjnych balustrady. Spękania wypełnienia nie powinny być ostre oraz niebezpieczne dla użytkownika balustrady. Brak odłamków na skutek uderzenia ciałem udarowym na wypełnieniu balustrady. Bez przebicia wypełnienia balustrady.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

# W jaki sposób balustrady są weryfikowane badawczo?



**Tab. KRYTERIA OCENY:** Wartość energii uderzenia ciałem miękkim i ciężkim w balustradę (dla pozostałych rodzajów wypełnień wykraczających poza te określone powyżej), symulująca przypadkowe uderzenie przedmiotem, ustalona dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady. Dopuszczalne ślady uderzeń w postaci wgnieceń lub spękań na wypełnieniu oraz elementach konstrukcyjnych balustrady. Spękania wypełnienia nie powinny być ostre oraz niebezpieczne dla użytkownika balustrady. Brak odłamków na skutek uderzenia ciałem udarowym na wypełnieniu balustrady. Bez przebicia wypełnienia balustrady.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. KRYTERIA OCENY:** Obciążenie wiatrem (parcie i ssanie) działające prostopadle do płaszczyzny balustrady, ustalone dla powierzchni użytkowych wg kategorii dla których przewidziany jest montaż balustrad

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Wartość ugięć na elementach konstrukcyjnych balustrady pod obciążeniem nie może przekroczyć wartości 25 mm. Wartość odkształcenia trwałego nie może przekroczyć wartości 8mm. Bez zniszczenia mechanicznego konstrukcji balustrady. Brak utraty funkcjonalności balustrady.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

**Tab. KRYTERIA OCENY:** Wymiary geometryczne balustrady oraz jakość wykonania balustrady

Kategoria oraz specyficzne zastosowanie	Ocena pozytywna
A – powierzchnie mieszkalne	Zgodność pomierzonych wymiarów z wartościami deklarowanymi przez producenta systemu balustrad.
B – powierzchnie biurowe	
C – powierzchnie na których mogą gromadzić się ludzie (wykraczające poza kat. A, B i D)	
D – powierzchnie handlowe	

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

Zgodnie z obowiązującym prawem na potrzeby projektowania konstrukcji budowlanych należy przywołać:

- Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane i ich usytuowanie [1],
- Ustawę Prawo budowlane [2], oraz
- Eurokody, mające status Normy Polskiej [3].

Zgodnie z [1]: Budynki i urządzenia z nimi związane powinny być projektowane i wykonywane w taki sposób, aby obciążenia mogące na nie działać w trakcie budowy i użytkowania nie prowadziły do:

- 1) zniszczenia całości lub części budynku;
- 2) przemieszczeń i odkształceń o niedopuszczalnej wielkości;
- 3) uszkodzenia części budynków, połączeń lub zainstalowanego wyposażenia w wyniku znacznych przemieszczeń elementów konstrukcji;
- 4) zniszczenia na skutek wypadku, w stopniu nieproporcjonalnym do jego przyczyny.

Zgodnie z [3]: Konstrukcję należy zaprojektować i wykonać w taki sposób, aby w zamierzonym okresie użytkowania, z należyтым poziomem niezawodności i bez nadmiernych kosztów:

- obejmowała wszystkie oddziaływania i wpływy, których pojawienie się można oczekiwać podczas wykonania i użytkowania, oraz
- pozostała przydatna do przewidzianego użytkowania.

Zgodnie z [3]: Miarodajne sytuacje obliczeniowe należy ustalać z uwzględnieniem okoliczności, w których konstrukcja spełniać powinna swoje zadanie. Sytuacje obliczeniowe dzielą się na:

- sytuacje trwałe, odnoszące się do zwykłych warunków użytkowania,
- sytuacje przejściowe, odnoszące się do chwilowych warunków konstrukcji, np. w czasie budowy lub naprawy,
- sytuacje wyjątkowe, odnoszące się do wyjątkowych warunków konstrukcji, np. pożar, wybuch, uderzenie lub konsekwencje lokalnego zniszczenia,
- sytuacje sejsmiczne, odnoszące się do konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym.

Zgodnie z [3]: W każdym krytycznym przypadku obciążenia wyznaczać należy wartości obliczeniowe efektów oddziaływań ( $E_d$ ) stosując kombinację oddziaływań, które mogą wystąpić jednocześnie. Zaleca się, aby w każdej kombinacji oddziaływań były określone:

- wiodące oddziaływania zmienne lub
- oddziaływania wyjątkowe.

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

Stany graniczne nośności:

Jako miarodajne należy sprawdzać następujące stany graniczne nośności:

a) EQU: utrata równowagi statycznej konstrukcji lub jakiegokolwiek jej części, uważanej za ciało sztywne, kiedy:

- małe zmiany wartości lub rozkładu w przestrzeni oddziaływań, wywołanych przez jedną przyczynę, są znaczące,

- wytrzymałość materiałów konstrukcji lub podłoża na ogół jest bez znaczenia;

b) STR: zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenia konstrukcji lub elementów konstrukcji, łącznie ze stopami fundamentowymi, palami, ścianami części podziemnej itp., w przypadku których decydujące znaczenie ma wytrzymałość materiałów konstrukcji;

c) GEO: zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża, kiedy istotne znaczenie dla nośności konstrukcji ma wytrzymałość materiałów konstrukcji;

d) FAT: zniszczenie zmęczeniowe konstrukcji lub elementu konstrukcji.

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

Kombinacje oddziaływań w przypadku trwałych lub przejściowych sytuacji obliczeniowych (kombinacje podstawowe)

Kombinację oddziaływań można wyrazić jako:

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

Albo, alternatywnie dla stanów granicznych STR i GEO, jako mniej korzystne wyrażenie z dwóch podanych poniżej:

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

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

Gdzie:

$\xi$  – współczynnik redukcyjny dla niekorzystnych oddziaływań stałych,

$\sum$  - suma efektu wspólnych oddziaływań,

G – obciążenie stałe,

P – obciążenie dominujące,

Q – pozostałe obciążenie towarzyszące,

„+” – uwzględnić w kombinacji z,

$\psi$  – współczynniki redukcyjne dla obciążeń towarzyszących,

$\gamma$  – współczynnik częściowy dla oddziaływania (w zależności od rodzaju obciążenia).

Kombinacje oddziaływań w przypadku wyjątkowych sytuacji obliczeniowych

Kombinację oddziaływań można wyrazić jako:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ lub } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Gdzie:

$A_d$  – wartość obliczeniowa oddziaływania wyjątkowego

# Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

## Stany graniczne użyteczności

Kombinację charakterystyczną (zwykle stosowaną do nieodwracalnych stanów granicznych) można wyrazić jako:

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

Kombinację częstą można wyrazić jako:

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

Kombinację quasi-stałą można wyrazić jako:

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

Gdzie:

$\xi$  – współczynnik redukcyjny dla niekorzystnych oddziaływań stałych,

$\Sigma$  - suma efektu wspólnych oddziaływań,

G – obciążenie stałe,

P – obciążenie dominujące,

Q – pozostałe obciążenie towarzyszące,

„+” – uwzględnić w kombinacji z,

$\psi$  – współczynniki redukcyjne dla obciążeń towarzyszących.

### Kombinacje oddziaływań – postanowienia ogólne

Zaleca się, aby efekty oddziaływań, które ze względów fizycznych lub z uwagi na przewidywane użytkowanie nie mogą wystąpić jednocześnie, nie były uwzględniane łącznie w jednej kombinacji oddziaływań.

UWAGA: Odpowiednio do przewidywanego użytkowania i kształtu budynku kombinacja oddziaływań może uwzględniać nie więcej niż dwa oddziaływania zmienne

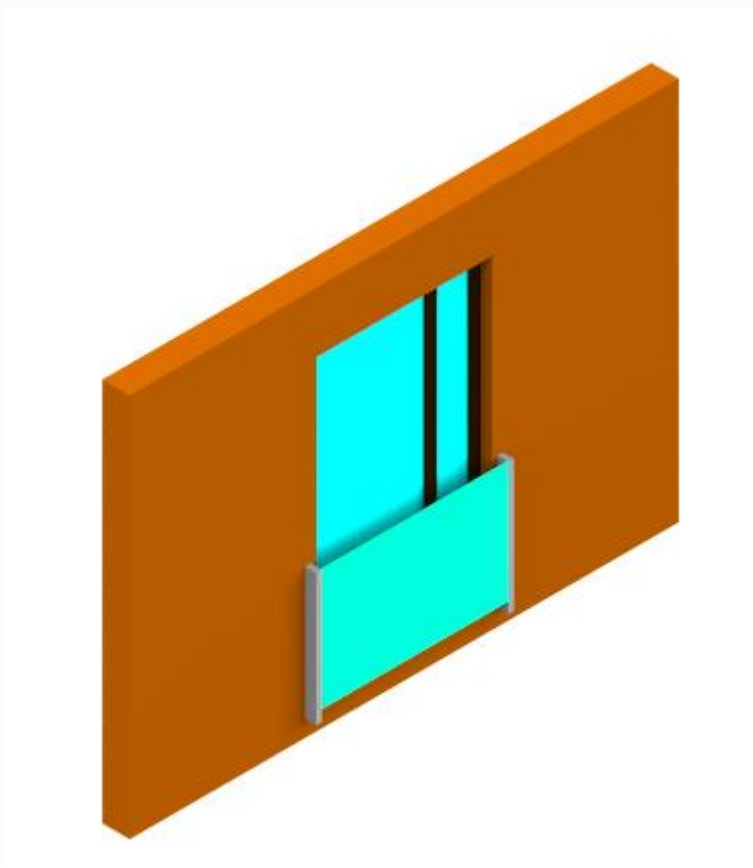


## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

Oddziaływania	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Obciążenie zmienne w budynkach, kategoria (patrz PN-EN 1991-1-1)	0,7	0,5	0,3
Kategoria A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
Kategoria B: powierzchnie biurowe	0,7	0,7	0,6
Kategoria C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
Kategoria D: powierzchnie handlowe	1,0	0,9	0,8
Kategoria E: powierzchnie magazynowe	0,7	0,7	0,6
Kategoria F: powierzchnie ruchu pojazdów (pojazdy $\leq 30\text{kN}$ )	0,7	0,5	0,3
Kategoria G: powierzchnie ruchu pojazdów ( $30\text{kN} < \text{ciężar}$ pojazdu $\leq 160\text{kN}$ )	0	0	0
Kategoria H: dachy			
Obciążenie budynków śniegiem (Patrz PN-EN 1991-1-3) Finlandia, Islandia, Norwegia, Szwecja	0,7	0,5	0,2
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości H $> 1000\text{m}$ ponad poziom morza	0,7	0,5	0,2
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości H $\leq 1000\text{m}$ ponad poziom morza	0,5	0,2	0,2
Obciążenie wiatrem (patrz PN-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (nie pożarowa) w budynku (patrz PN-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
UWAGA: Wartości $\Psi$ mogą być określone w załączniku krajowym			

**Wymagania i zapisy norm projektowych  
– możliwość łączenia poszczególnych  
stanów obciążeń (przykładowe sytuacje  
do wspólnej dyskusji)**

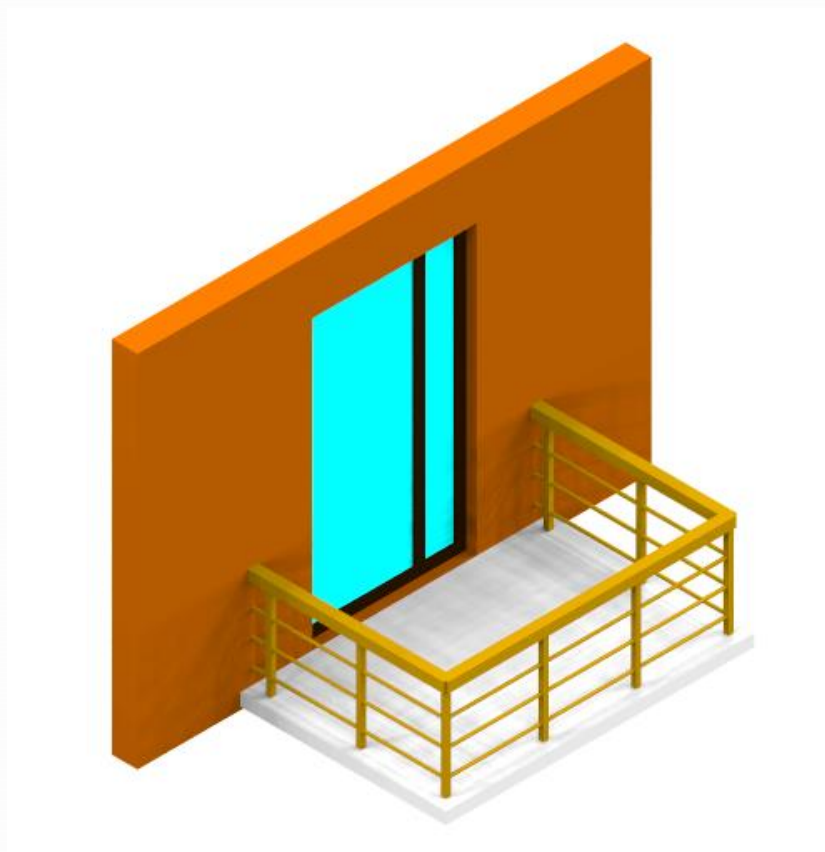
SYTUACJA NR 1



Na jakie obciążenia jest narażona przedstawiona konstrukcja balustrady?  
Analizowane miejsce zamontowania balustrady: obiekt wielorodzinny, balustrada okna typu portfenetre znajdującego się w sypialni.

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

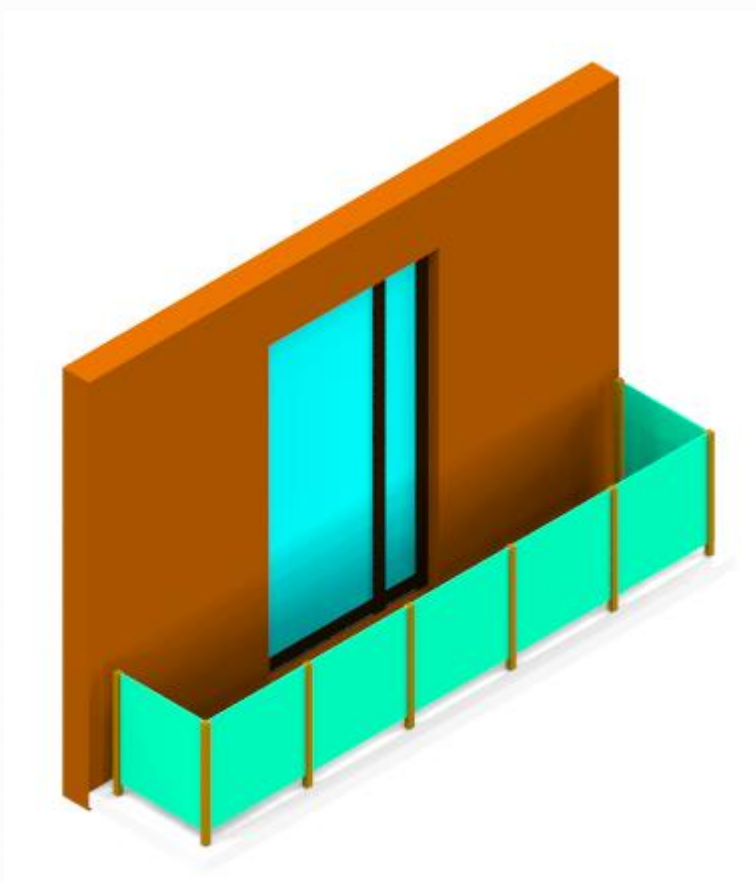
SYTUACJA NR 2



Na jakie obciążenia jest narażona przedstawiona konstrukcja balustrady?  
Analizowane miejsce zamontowania balustrady: obiekt jednorodzinny, balustrada zamontowana na balkonie, znajdującego się w pokoju dziennym.

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

SYTUACJA NR 3

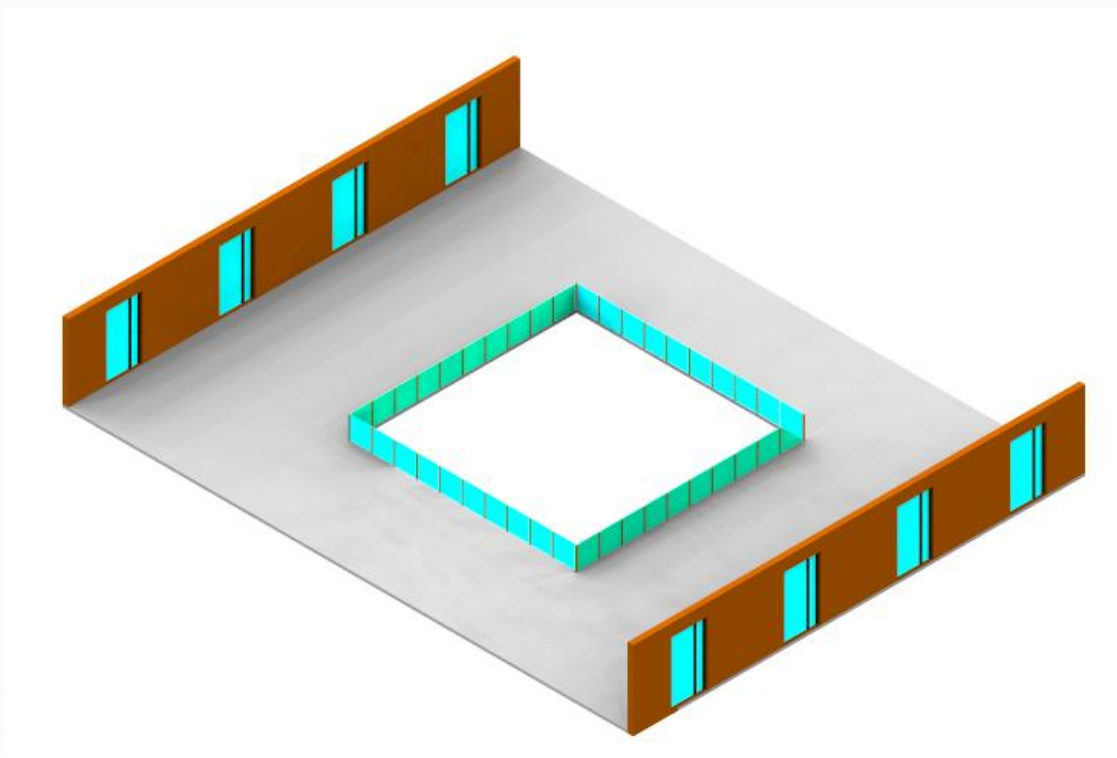


Na jakie obciążenia jest narażona  
przedstawiona konstrukcja balustrady?

Analizowane miejsce  
zamontowania balustrady: obiekt  
jednorodzinny, balustrada  
zamontowana na wąskim balkonie,  
znajdującego się w jadalni.

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

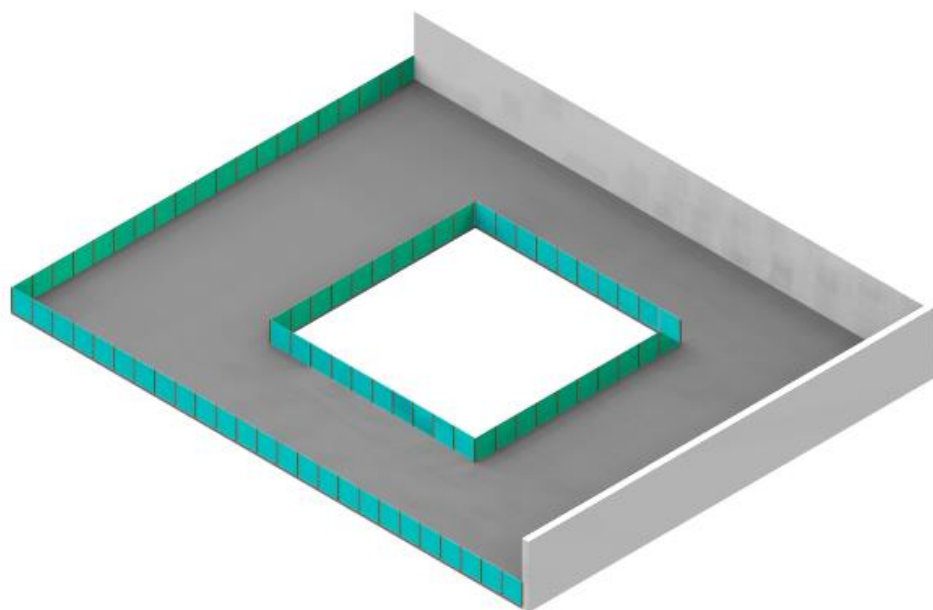
SYTUACJA NR 4



Na jakie obciążenia jest narażona przedstawiona konstrukcja balustrady?  
Analizowane miejsce zamontowania balustrady: obiekt handlowy, balustrada zamontowana na otwartej przestrzeni przeznaczonej do komunikacji

## Wymagania i zapisy norm projektowych – możliwość łączenia poszczególnych stanów obciążeń (przykładowe sytuacje do wspólnej dyskusji)

SYTUACJA NR 5



Na jakie obciążenia jest narażona  
taka konstrukcja balustrady?

Analizowane miejsce  
zamontowania balustrady: obiekt  
usługowy (centrum rozrywki),  
balustrada zamontowana na otwartej  
przestrzeni na stropodachu – strefa  
przeznaczona do organizowania  
różnego rodzaju uroczystości

# **Dziękujemy za uwagę**

Zapraszamy do kontaktu:

- [m.jakimowicz@itb.pl](mailto:m.jakimowicz@itb.pl)
- [j.kosieradzki@itb.pl](mailto:j.kosieradzki@itb.pl)

