



KONSTRUKCJE BETONOWE

PROJEKT ŻELBETOWEJ HALI PRZEMYSŁOWEJ O KONSTRUKCJI SŁUPOWO-RYGLOWEJ

KOMBINATORYKA

STANY GRANICZNE

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:

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

STANY GRANICZNE

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

STANY GRANICZNE

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

STANY GRANICZNE

Metoda współczynników częściowych:

- oddziaływania

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

- materiały

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

- dane geometryczne

$$a_d = a_{nom} \quad a_d = a_{nom} \pm \Delta a$$

- nośność

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

Sytuacje obliczeniowe:

- sytuacja trwała – okres użytkowania obiektu
- sytuacja przejściowa – remont, modernizacja
- sytuacja wyjątkową – wybuch, uderzenie
- sytuacja sejsmiczna

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:
 $\gamma_{Gj,sup} = 1,10$
 $\gamma_{Gj,inf} = 0,90$
 $\gamma_{Q,1} = 1,50$ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)
 $\gamma_{Q,i} = 1,50$ 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.
 $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$
 $\gamma_{Gj,inf} = 1,15$
 $\gamma_{Q,1} = 1,50$ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)
 $\gamma_{Q,i} = 1,50$ 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(B) – Wartości obliczeniowe oddziaływań (STR/GEO) (zestaw B)

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

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

(*) 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:

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

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

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

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

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

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 $\gamma_{D,sup}$ jeżeli cały wynikający stąd efekt jest niekorzystny, przez $\gamma_{D,int}$ 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 $\gamma_{D,1}$ i $\gamma_{D,i}$ można podzielić na $\gamma_{D,1}$ i $\gamma_{D,i}$ i współczynnik $\gamma_{D,d}$ uwzględniający niepewność modelu. Wartości $\gamma_{D,d}$ mieszczą się najczęściej w przedziale od 1,05 do 1,15 i mogą być różnicowane w załączniku krajowym.

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) | $\gamma_{G,sup} G_{k,sup}$ | $\gamma_{G,int} G_{k,int}$ | $\gamma_{D,1} Q_{k,1}$ | $\gamma_{D,i} \psi_{D,i} Q_{k,i}$ | |

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

UWAGA Wartości γ mogą być podane w załączniku krajowym. Wartości zalecane podano poniżej:

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

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

$$\gamma_{D,1} = 1,30 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{D,i} = 1,30 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

3 podejścia:

- zestaw B – nośność konstrukcji, zestaw C – wymiarowanie fundamentów
- zestaw B - wszystkie obliczenia
- zestaw C ze współczynnikami z zestawu B do innych oddziaływań

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) | $G_{k,sup}$ | $G_{k,int}$ | A_d | ψ_{11} lub $\psi_{21} Q_{k,1}$ | $\psi_{2j} Q_{k,j}$ |
| Sejsmiczna (wzór 6.12a/b) | $G_{k,sup}$ | $G_{k,int}$ | $\gamma_1 A_{Ek}$ lub A_{Ed} | $\psi_{2j} Q_{k,j}$ | |

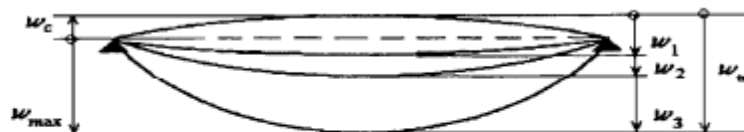
(*) W przypadku wyjątkowych sytuacji obliczeniowych wartość głównego oddziaływania zmiennego można wyznaczać uważając je za oddziaływanie częste lub – jak w sejsmicznej kombinacji oddziaływań – za oddziaływanie quasi-stałe. Wybór podany zostanie w załączniku krajowym, odpowiednio do rodzaju uwzględnianego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

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

KOMBINACJE

Tablica A1.4 – Wartości obliczeniowe w kombinacji oddziaływań

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



Rysunek A1.1 – Objaśnienie oznaczeń ugięć pionowych

Objaśnienie:

- w_c – strzałka odwrotna nieobciążonego elementu konstrukcji
- w_1 – początkowa część ugięcia pod obciążeniem stałym, przy jednoślonej kombinacji oddziaływań, zgodnie z wyrażeniami od (6.14a) do (6.16b)
- w_2 – długotrwała część ugięcia pod obciążeniem stałym
- w_3 – dodatkowa część ugięcia pod obciążeniem zmiennym przy jednoślonej kombinacji oddziaływań, zgodnie z wyrażeniami od (6.14a) do (6.16b)
- w_{tot} – ugięcie całkowite traktowane jako suma w_1 , w_2 i w_3
- w_{max} – pozostałe ugięcie całkowite z uwzględnieniem strzałki odwrotnej.

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) ^{*)} | | | |
| 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 ^{*)} Dotyczy krajów nie wymienionych poniżej – patrz miarodajne warunki miejscowe. | | | |

PROJEKT

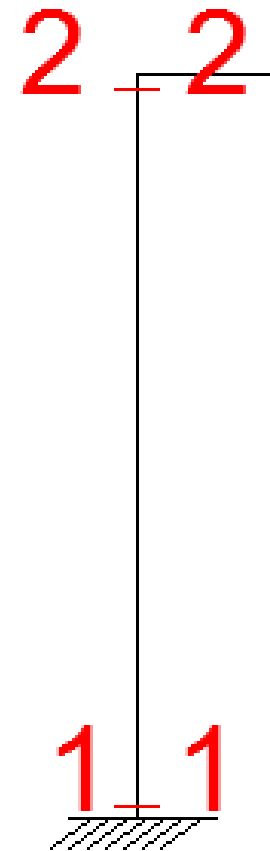
Siły wewnętrzne:

- Moment zginający M
- Siła osiowa N
- Siła poprzeczna Q

Dwa przekroje !!!

Wartości charakterystyczne i obliczeniowe !!!

Wartość maksymalna i minimalna !!!



PROJEKT

Kombinacje:

- SGN
- STR
- (zestaw B)

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

PROJEKT

Kombinacje:

| | | |
|-------|------|---|
| ξ | 0,85 | $\rightarrow \xi \cdot \gamma_{G,i, sup.} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$ |
|-------|------|---|

| | | |
|---------|----------------------|--|
| Stałe | $\gamma_{G,j, sup.}$ | 1,35 |
| | $\gamma_{G,j, inf.}$ | 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 |

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 |

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{0,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 2: } \gamma_G \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{0,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 2: } \gamma_G \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 1: } G + S + W$$

$$\text{KOMB 2: } G + S + W$$

$$\text{KOMB 3: } G + S + W$$

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{0,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 2: } \gamma_G \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 1: } 1,35 \text{ G} + 1,5 \text{ S} + 1,5 \text{ W}$$

$$\text{KOMB 2: } 1,35 \text{ G} + 1,5 \text{ S} + 1,5 \text{ W}$$

$$\text{KOMB 3: } 1,35 \text{ G} + 1,5 \text{ S} + 1,5 \text{ W}$$

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{0,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 2: } \gamma_G \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 1: } 1,35 G + 1,5 S_{0,5} + 1,5 W_{0,6}$$

$$\text{KOMB 2: } 1,35 G_{0,85} + 1,5 S_{0,5} + 1,5 W$$

$$\text{KOMB 3: } 1,35 G_{0,85} + 1,5 S + 1,5 W_{0,6}$$

PROJEKT

Kombinacje:

- stałe G
- śnieg S1, S2, S3
- wiatr W1, W2, W3, W4

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{0,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

$$\text{KOMB 2: } \gamma_G \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{0,i}$$

1 (G) · 3 (S) · 4 (W) · 3 kombinacje = **36 kombinacji!**

PROJEKT

Kombinacje:

- SGU
- quasi-stała

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 | $G_{k,sup}$ | $G_{k,inf}$ | $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ | $\psi_{2,j} Q_{k,j}$ |

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } G_k + Q_{k,1} \cdot \Psi_{2,1} + \sum Q_{k,i} \cdot \Psi_{2,i}$$

$$\text{KOMB 1: } G + S + W$$

PROJEKT

Kombinacje:

- obciążenia: stałe G, śnieg S, wiatr W

$$\text{KOMB 1: } G_k + Q_{k,1} \cdot \Psi_{2,1} + \sum Q_{k,i} \cdot \Psi_{2,i}$$

$$\text{KOMB 1: } G + 0,2 S + 0 W$$

PROJEKT

Kombinacje:

- stałe G
- śnieg S1, S2, S3
- wiatr W1, W2, W3, W4

$$\text{KOMB 1: } \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \cdot \Psi_{2,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \Psi_{2,i}$$

1 (G) · 3 (S) · 4 (W) · 1 kombinacja = **12 kombinacji!**

PROJEKT

Kombinacje:

- 36 kombinacji obliczeniowych
- 12 kombinacji charakterystycznych
- 3 wartości sił wewnętrznych M, N, Q
- wartości maksymalne i minimalne
- 2 przekroje

$$(36 + 12) \cdot 3 \text{ (kombinacje)} \cdot 2 \text{ (+/-)} \cdot 2 \text{ (przekroje)} \cdot$$
$$=$$

576 kombinacji !!!

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|---|---|------------|---|---|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | | | | | | |
| | S1 | | | | | | |
| | S2 | | | | | | |
| | S3 | | | | | | |
| | W1 | | | | | | |
| | W2 | | | | | | |
| | W3 | | | | | | |
| Wartości obliczeniowe | G | | | | | | |
| | S1 | | | | | | |
| | S2 | | | | | | |
| | S3 | | | | | | |
| | W1 | | | | | | |
| | W2 | | | | | | |
| | W3 | | | | | | |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|---|---|------------|---|---|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | | | | | | |
| | S1 | | | | | | |
| | S2 | | | | | | |
| | S3 | | | | | | |
| | W1 | | | | | | |
| Wartości obliczeniowe | G | | | | | | |
| | S1 | | | | | | |
| | S2 | | | | | | |
| | S3 | | | | | | |
| | W1 | | | | | | |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

1. Wpisujemy wartości sił przekrojowych
2. Obliczamy wartości sił wewnętrznych z użyciem kombinacji

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmax:

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | 228,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| | W5 | 228,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmax:

G 45,34

S 12,38

W 120,36

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmax:

G 45,34

S 12,38

W 120,36

KOMB1:

1,35 G + 1,5 S 0,5 + 1,5 W 0,6

$1,35 \cdot 45,34 + 1,5 \cdot 12,38 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 120,36 \cdot 0,6$

178,82 kNm

KOMB2:

1,35 G 0,85 + 1,5 S + 1,5 W 0,6

$1,35 \cdot 45,34 \cdot 0,85 + 1,5 \cdot 12,38 + 1,5 \cdot 120,36 \cdot 0,6$

178,92 kNm

KOMB3:

1,35 G 0,85 + 1,5 S 0,5 + 1,5 W

$1,35 \cdot 45,34 \cdot 0,85 + 1,5 \cdot 12,38 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 120,36$

241,85 kNm

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

KOMB3:

$1,35 G + 0,85 S + 1,5 W$

$1,35 \cdot 180,13 + 0,85 \cdot 752,23 + 1,5 \cdot 0$

245,87 kN

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmin:

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| Wartości obliczeniowe | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| Wartości obliczeniowe | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | Qmin | | | | | | |
| | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmin:

G 45,34

S 6,91

W -154,43

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | | | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

Mmin:

G 45,34

S 6,91

W -154,43

KOMB1:

$1,0 G + 0 S 0,5 + 1,5 W 0,6$

$1,0 \cdot 45,34 + 0 \cdot 6,91 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot (-154,43) \cdot 0,6$
-93,65 kNm

KOMB2:

$1,0 G + 0 S + 1,5 W 0,6$

$1,0 \cdot 45,34 + 0 \cdot 6,91 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot (-154,43) \cdot 0,6$
-93,65 kNm

KOMB3:

$1,0 G + 0 S 0,5 + 1,5 W$

$1,0 \cdot 45,34 \cdot 0,85 + 0 \cdot 6,91 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot (-154,43)$
-193,11 kNm

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | | | | | | |
| | Nmin | | | | | | |
| | Qmax | | | | | | |
| | Qmin | | | | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | 178,82 | 282,35 | | | | |
| | Nmin | 38,54 | 153,11 | | | | |
| | Qmax | | | 36,81 | | | |
| | Qmin | | | 4,27 | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | 178,82 | 282,35 | | | | |
| | Nmin | 38,54 | 153,11 | | | | |
| | Qmax | | | 36,81 | | | |
| | Qmin | | | 4,27 | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

M:

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | 178,82 | 282,35 | | | | |
| | Nmin | 38,54 | 153,11 | | | | |
| | Qmax | | | 36,81 | | | |
| | Qmin | | | 4,27 | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

M:
G 45,34
S 12,38
W 120,36

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | 178,82 | 282,35 | | | | |
| | Nmin | 38,54 | 153,11 | | | | |
| | Qmax | | | 36,81 | | | |
| | Qmin | | | 4,27 | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

M:

G 45,34

S 12,38

W 120,36

KOMB1:

G + S 0,2 + W 0

45,34+12,38·0,2+120,36·0

47,82 kNm

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 1 | | | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 180,13 | 3,12 | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | 120,36 | 0,00 | 13,22 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | 109,86 | 0,00 | 12,68 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | -154,43 | 0,00 | 21,54 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | -148,16 | 0,00 | 19,04 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 243,18 | 4,21 | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | 180,54 | 0,00 | 19,83 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | 164,79 | 0,00 | 19,02 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | -231,65 | 0,00 | 32,31 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | -222,24 | 0,00 | 28,56 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 241,85 | 245,87 | | | | |
| | Mmin | -193,11 | 153,11 | | | | |
| | Nmax | 178,82 | 282,35 | | | | |
| | Nmin | 38,54 | 153,11 | | | | |
| | Qmax | | | 36,81 | | | |
| | Qmin | | | 4,27 | | | |
| Wartości charakterystyczne | M | 47,82 | | | | | |
| | N | | | | | | |
| | Q | | | | | | |

PROJEKT

| SIŁY WEWNĘTRZNE | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|--------|-------|
| | Schematy obciążenia | Przekrój 2 | | |
| | | M | N | Q |
| Wartości charakterystyczne | G | 45,34 | 248,62 | 3,12 |
| | S1 | 12,38 | 52,23 | 1,22 |
| | S2 | 7,78 | 46,72 | 1,10 |
| | S3 | 6,91 | 38,99 | 1,08 |
| | W1 | -118,93 | 0,00 | 13,22 |
| | W2 | -107,16 | 0,00 | 12,68 |
| | W3 | 144,66 | 0,00 | 21,54 |
| | W4 | 139,77 | 0,00 | 19,04 |
| Wartości obliczeniowe | G | 61,21 | 335,64 | 4,21 |
| | S1 | 18,57 | 78,35 | 1,83 |
| | S2 | 11,67 | 70,08 | 1,65 |
| | S3 | 10,37 | 58,49 | 1,62 |
| | W1 | -178,40 | 0,00 | 19,83 |
| | W2 | -160,74 | 0,00 | 19,02 |
| | W3 | 216,99 | 0,00 | 32,31 |
| | W4 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 278,30 | 324,46 | |
| | Mmin | -139,86 | 211,33 | |
| | Nmax | -36,54 | 374,81 | |
| | Nmin | 38,54 | 211,33 | |
| | Qmax | | | 36,81 |
| | Qmin | | | 4,27 |
| Wartości charakterystyczne | M | 47,82 | | |
| | N | | 259,07 | |
| | Q | | | 3,36 |

| | | | | |
|----------------------------|------|---------|--------|-------|
| | W4 | 209,66 | 0,00 | 28,56 |
| Wartości obliczeniowe | Mmax | 278,30 | 324,46 | |
| | Mmin | -139,86 | 211,33 | |
| | Nmax | -36,54 | 374,81 | |
| | Nmin | 38,54 | 211,33 | |
| | Qmax | | | 36,81 |
| | Qmin | | | 4,27 |
| Wartości charakterystyczne | M | 47,82 | | |
| | N | | 259,07 | |
| | Q | | | 3,36 |
| | | | | |

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!

Prezentowane materiały są utworami w rozumieniu prawa autorskiego i podlegają jego ochronie. Zabronione jest ich kopiowanie – w całości lub we fragmencie - i dalsze rozpowszechnianie bez pisemnej zgody autora. Materiały te są udostępniane studentom nieodpłatnie i nie mogą być przedmiotem jakiegokolwiek działalności komercyjnej.