

## Analiza ściany oporowej

Program powiązany: Ściana oporowa

Plik powiązany: Demo\_manual\_03.gtz

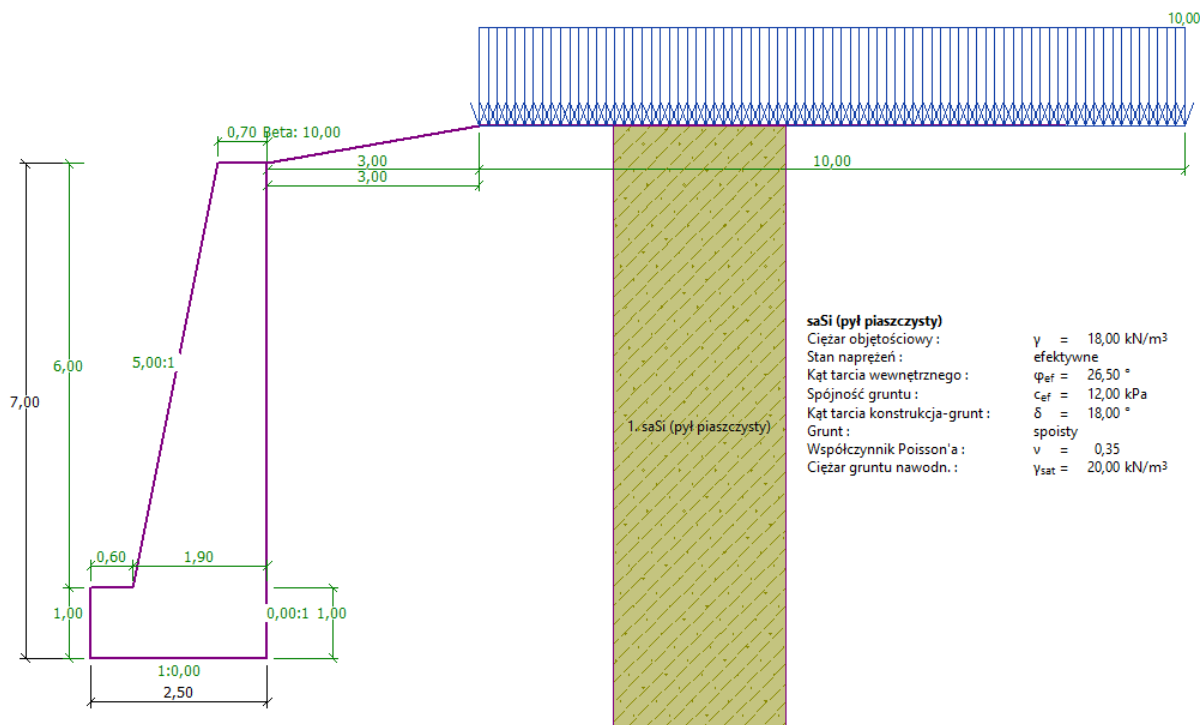
Niniejszy rozdział przedstawia przykład obliczania istniejącej ściany oporowej w trwałej oraz wyjątkowej sytuacji obliczeniowej. Przedstawiono ponadto problematykę definiowania faz budowy.

### Zadanie

Przeprowadzić analizę istniejącej ściany oporowej na obrót i przesuw oraz stateczności globalnej konstrukcji zgodnie z podejściem obliczeniowym DA2 według normy EN 1997-1.

Obciążenie naziomu ruchem drogowym wynosi  $10 \text{ kN/m}^2$ . Przeanalizuj możliwość zamontowania dodatkowej bariery na koronie muru oporowego. Obciążenie wyjątkowe od uderzenia pojazdu w barierę należy przyjąć o wartości  $50 \text{ kN/m}$  działające poziomo  $1,0 \text{ m}$  powyżej korony muru. Wymiary oraz geometrię betonowej ściany przedstawiono na poniższym schemacie. Nachylenie terenu za ścianą oporową wynosi  $\beta = 10^\circ$  na odległości  $3,0 \text{ m}$ . Podłoże gruntowe składa się z pyłów piaszczystych (saSi). Kąt tarcia konstrukcja - grunt wynosi  $\delta = 18^\circ$ .

Określenie nośności i wymiarowanie ściany nie jest przedmiotem tego zadania. Do obliczeń przyjmując efektywne wartości parametrów gruntu.



Schemat analizowanej ściany oporowej

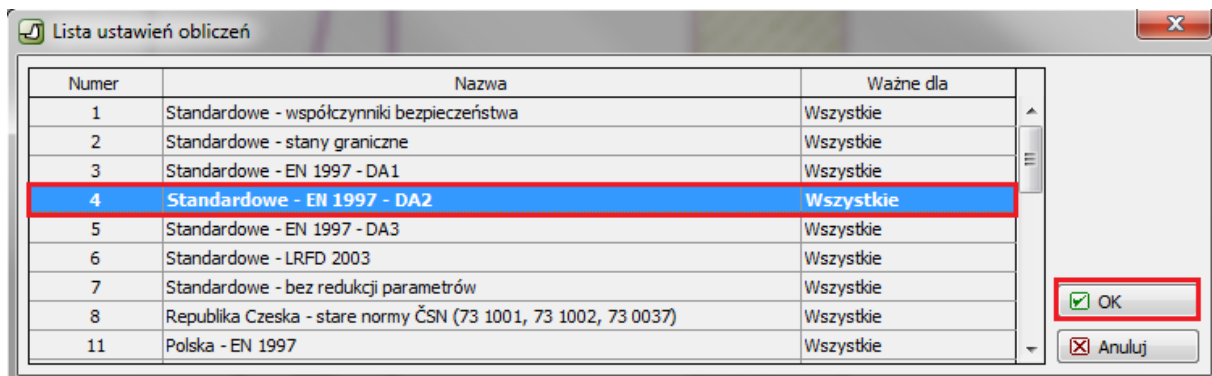
## Rozwiązanie:

W celu wykonania tego zadania skorzystaj z programu Ściana oporowa zawartego w pakiecie GEO5. Przewodnik przedstawia kolejne kroki obliczania przykładu z uwzględnieniem dwóch faz budowy:

- faza 1 – obliczanie ściany oporowej ze względu na obciążenie naziomu ruchem drogowym,
- faza 2 – obliczanie ściany oporowej ze względu na uderzenie pojazdu w barierę znajdującą się na koronie ściany.

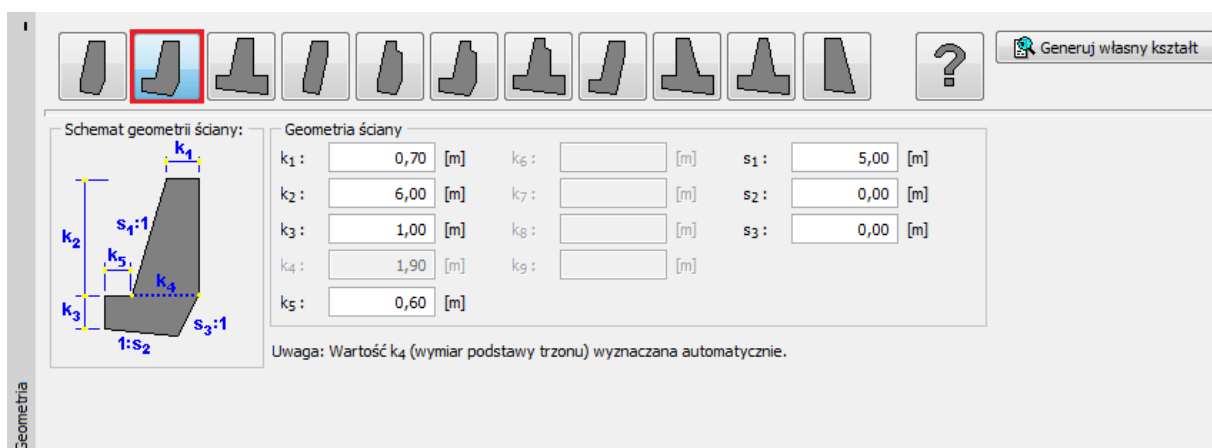
## Faza 1

W ramce "Ustawienia" naciśnij przycisk "Wybierz ustawienia" a następnie wybierz z listy dostępnych ustawień obliczeń numer 4 – "Standardowe – EN 1997 – DA2".



Okno dialogowe "Lista ustawień obliczeń"

Następnie przejdź do ramki "Geometria" i wybierz kształt ściany oporowej oraz wprowadź dane geometryczne ściany.



Ramka "Geometria"

Następnym krokiem jest wprowadzenie danych dotyczących materiałów i warunków geotechnicznych. Ciężar objętościowy ściany oporowej wynosi  $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ . Ściana wykonana jest z betonu klasy C12/15 i zbrojona prętami ze stali B500. Wybierz właściwą klasę betonu klikając na przycisk „Katalog”.

Ramka „Material” – wybór odpowiedniej klasy betonu

Następnie przejdź do ramki „Grunty” - zdefiniuj parametry gruntów zgodnie z poniższą tabelą i przyporządkuj grunty do odpowiednich warstw w profilu.

Tabela z parametrami gruntu

Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Ciężar objętościowy $\gamma \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego $\varphi_{ef} \text{ [}^\circ\text{]}$	Efektywna spójność gruntu $c_{ef} \text{ [kPa]}$	Kąt tarcia konstrukcja - grunt $\delta = \text{[}^\circ\text{]}$
saSi - pył piaszczysty, konsystencja - plastyczny	18,0	26,5	12	18,0

W ramce „Grunty” dodaj nowy grunt, klikając przycisk „Dodaj”. Wprowadź parametry gruntu tak, jak pokazano na rysunku poniżej.

**Identyfikacja**

Nazwa :

Pył piaszczysty, konsystencja twardoplastyczna

**Dane podstawowe** ? -

Ciężar objętościowy :  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 18,0

Stan naprężeń :

Kąt tarcia wewnętrznego :  $\varphi_{ef} =$   [°] 24 - 29

Spójność gruntu :  $c_{ef} =$   [kPa] 8 - 16

Kąt tarcia konstrukcja-grunt :  $\delta =$   [°]

**Parcie spoczynkowe** ? -

Grunt :

Współczynnik Poisson'a :  $\nu =$   [-] 0,35

**Wypór** ? -

Sposób obliczania wyporu :


Ciężar gruntu nawodn. :  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Pokazuj**


Kategoria szrafury :

Wyszukiwanie :

Podkategoria :

Szrafura : 

2 Pył piaszczysty

Kolor : 

Tło :

Stopień wilgotności <10 - 90> :  [%]

Okno dialogowe "Dodaj nowy grunt"

*Uwaga: Wartość parcia czynnego zależy od kąta tarcia konstrukcja - grunt wyrażonego w funkcji kąta tarcia wewnętrznego  $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$ . Do obliczeń parcia gruntu przyjęto wartość tarcia konstrukcja - grunt na poziomie  $\frac{2}{3} \cdot \varphi_{ef}$  ( $\delta = 18^\circ$ ). (Więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).*

Przejdź do ramki "Teren" i wybierz profil terenu znajdującego się za ścianą oporową. Określ parametry terenu, takie jak długość nasypu i kąt nachylenia, zgodnie z poniższym schematem.

Ramka "Teren"

Przejdź do ramki "Obciążenie" i zdefiniuj nowe obciążenie. Dodaj obciążenie naziemu ruchem drogowym jako obciążenie "pasmowe" zlokalizowane "na powierzchni", a rodzaj oddziaływania wybierz "zmienne".

Okno dialogowe "Nowe obciążenie"

Pominiemy zakładkę "Odpór na licu" – przyjęto, że ściana oporowa spoczywa bezpośrednio na gruncie, a teren przed ścianą jest poziomy.

*Uwaga: Pomijając odpór na licu ściany oporowej otrzymamy bardziej zachowawcze wyniki obliczeń. Wartość odporu na licu zależy od parametrów gruntu oraz swobody przemieszczeń konstrukcji. Parcie spoczynkowe gruntu można uwzględniać w przypadku gruntów rodzimych lub bardzo dobrze zagęszczonych. Parcie bierne można uwzględniać jedynie w przypadku, gdy dozwolona jest swoboda przemieszczeń konstrukcji. (Więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).*

Przejdź do ramki "Ustawienia fazy" i wybierz sytuację obliczeniową. W pierwszej fazie budowy przyjmij trwałą sytuację obliczeniową.

Sytuacja obliczeniowa :	trwała
Parcie działające na ścianę :	Ściana może się przemieścić (parcie czynne)

### Ramka "Ustawienia fazy"

Następnie przejdź do ramki "Analiza", w której wykonywane jest sprawdzenie ściany oporowej na obrót oraz przesuw.

Nr	Siła	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	Punkt przyłożenia x [m] z [m]		Obciąż. drugorz.
1	Ciężar - ściana	0,00	247,20	1,67	-2,80	<input type="checkbox"/>
2	Parcie czynne	-84,17	27,35	2,50	-1,73	<input type="checkbox"/>
3	Obciążenie nr 1 - ruch drogowy	-16,36	6,05	2,50	-2,72	<input type="checkbox"/>

Analiza

OBRÓT: **SPEŁNIA WYMAGANIA** (70,0%)

PRZESUW: **SPEŁNIA WYMAGANIA** (90,6%)

### Ramka "Analiza – faza 1"

*Uwaga: Przycisk "Szczegółowo" w prawym górnym rogu ramki otwiera okno dialogowe "Analiza" zawierające szczegółowe informacje o wynikach przeprowadzonych obliczeń.*

Wyznaczone siły oddziałujące na konstrukcję							
Nazwa	$F_{hor}$ [kN/m]	Miej.Przyłoż. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Miej.Przyłoż. x [m]	Wsp. obróć	Wsp. przesuw	Wsp. napężenie
Ciężar - ściana	0,00	-2,80	247,20	1,67	1,000	1,000	1,350
Parcie czynne	84,17	-1,73	27,35	2,50	1,350	1,350	1,350
Obciążenie nr 1 - ruch drogowy	16,36	-2,72	6,05	2,50	1,500	1,500	1,500

**Sprawdzenie całej ściany**

**Sprawdzenie na obrót**  
 Moment utrzymujący  $M_{res} = 376,91$  kNm/m  
 Moment obracający  $M_{ovr} = 263,73$  kNm/m  
 Obrót - ściana **SPEŁNIA WYMAGANIA**

**Sprawdzenie na przesuw**  
 Siła pozioma utrzymująca  $H_{res} = 152,53$  kN/m  
 Siła pozioma przesuwająca  $H_{act} = 138,17$  kN/m  
 Przesuw - ściana **SPEŁNIA WYMAGANIA**

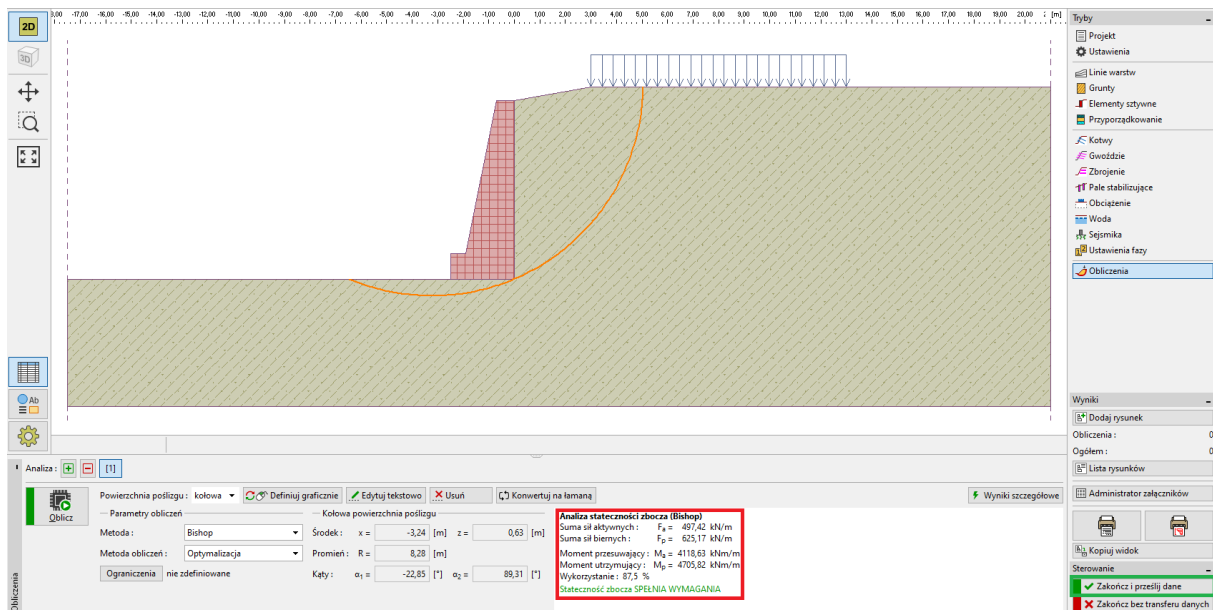
**Sprawdzenie ogólne - ŚCIANA SPEŁNIA WYMAGANIA**

Maksymalne napężenie pod podstawą fundamentu : 176,53 kPa

### Okno dialogowe "Analiza"

*Uwaga: W przypadku obliczeń prowadzonych zgodnie z normą EN-1997 program sam określa siły działające korzystnie i niekorzystnie na konstrukcję, a następnie mnoży wartość każdego oddziaływania przez odpowiedni współczynnik częściowy obciążeń, co jest później widoczne w raporcie z obliczeń.*

Następnie wybierz zakładkę "Stateczność" i wykonaj obliczenia stateczności ogólnej ściany oporowej. Program „Stateczność zbocza” otworzy się automatycznie. Przejdź do ramki „Obliczenia” i wybierz do analizy stateczności metodę Bishopa. Przeprowadź obliczenia wyszukiwania najbardziej krytycznej kołowej powierzchni poślizgu wybierając opcję "**Optymalizacja**". Obliczenia uruchom za pomocą przycisku „Oblicz”. Kiedy obliczenia zostaną zakończone, wybierz przycisk "Zakończ i prześlij dane" w prawym dolnym rogu ekranu – wyniki obliczeń pokazane zostaną w dokumentacji z obliczeń w programie „Ściana oporowa”.



Program "Stateczność zbocza – faza 1"

## Wyniki obliczeń: Faza 1

Przeprowadzając obliczenia nośności ściany oporowej analizujemy ścianę ze względu na obrót oraz przesuw w poziomie posadowienia. Musimy również sprawdzić stateczność ogólną zbocza. Poziom wykorzystania analizowanej konstrukcji wynosi:

- Obrót: 70,0 %       $M_{res} = 376,91 > M_{ovr} = 263,73$  [kNm/m]      SPEŁNIA WYMAGANIA
- Przesuw: 90,6 %       $H_{res} = 152,53 > H_{act} = 138,17$  [kN/m]      SPEŁNIA WYMAGANIA
- Stateczność ogólna: 87,5 %      Metoda Bishopa (optymalizacja)      SPEŁNIA WYMAGANIA

## Faza 2

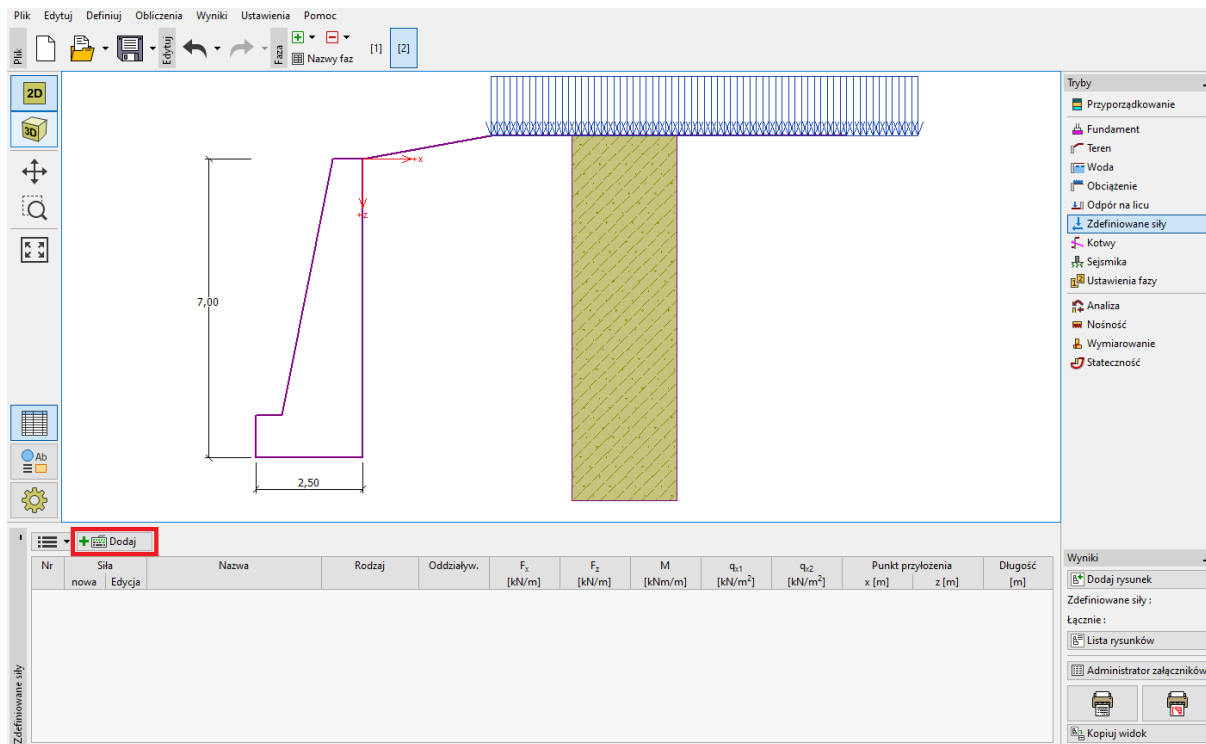
Wprowadź drugą fazę budowy korzystając z paska narzędzi znajdującego się w lewym górnym rogu ekranu.



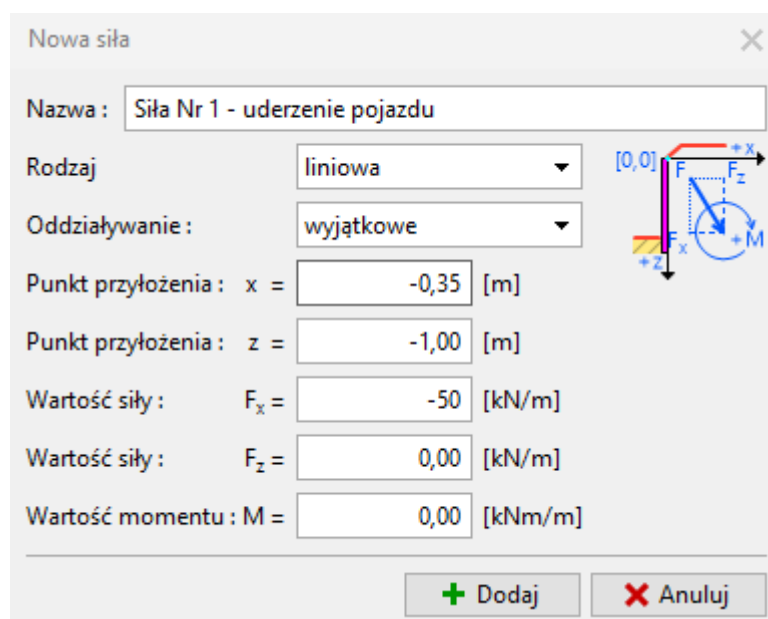
Pasek narzędzi "Faza budowy"

W drugiej fazie budowy zdefiniuj obciążenie od uderzenia pojazdu w barierę wykorzystując ramkę "Zdefiniowane siły". Obciążenie ma charakter wyjątkowy. Nową siłę dodamy klikając przycisk „Dodaj” i określając parametry zgodnie z poniższym schematem.





Ramka "Zdefiniowane siły" – dodawanie nowego obciążenia



Okno dialogowe "Nowa siła" – faza 2 (wyjątkowa sytuacja obliczeniowa)

Następnie przejdź do ramki "Ustawienia fazy" i zmień sytuację obliczeniową na wyjątkową. Program przyjmie do analizy częściowe współczynniki obliczeń odpowiednie dla sytuacji wyjątkowej.

Sytuacja obliczeniowa : wyjątkowa

Parcie działające na ścianę : Ściana może się przemieścić (parcie czynne)

### Ramka "Ustawienia fazy"

Dane wprowadzone w pozostałych ramkach w fazie 1 nie uległy zmianie, więc nie musimy ponownie otwierać tych ramek. Teraz przejdź do ramki "Analiza", aby przeprowadzić ponowne obliczenia nośności ściany oporowej na obrót i przesuw.

Nr	Sila	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	Punkt przyłożenia		Obciąż. drugorz.
				x [m]	z [m]	
1	Ciężar - ściana	0,00	247,20	1,67	-2,90	<input type="checkbox"/>
2	Parcie czynne	-84,17	27,35	2,50	-1,73	<input type="checkbox"/>
3	Obciążenie nr 1 - ruch drogowy	-16,36	6,05	2,50	-2,72	<input type="checkbox"/>
4	Sila Nr 1 - uderzenie pojazdu	-50,00	0,00	2,15	-8,00	<input type="checkbox"/>

Analiza		Wyniki
OBRÓT:	NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ (116,3%)	
PRZESUW:	NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ (102,9%)	

### Ramka "Analiza – faza 2"

#### Wyniki obliczeń: Faza 2

Przeprowadzone obliczenia nośności pokazują, że istniejąca ściana oporowa ma niewystarczającą nośność, aby przenieść siłę od uderzenia pojazdu w barierę. Poziom wykorzystania nośności analizowanej konstrukcji w fazie 2 wynosi:

- Obrót: 116,3 %       $M_{res} = 488,62 < M_{ovr} = 568,13$  [kNm/m]    **NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ**
- Przesuw: 102,9 %       $H_{res} = 138,39 < H_{act} = 142,35$  [kN/m]    **NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ**

#### Podsumowanie

Istniejąca ściana oporowa ma wystarczającą nośność w pierwszej fazie budowy, w przypadku obciążenia naziomu wyłącznie ruchem drogowym. W drugiej fazie budowy, która symuluje obciążenie ściany oporowej uderzeniem pojazdu w barierę znajdującą się na koronie ściany, istniejąca konstrukcja nie ma wystarczającej nośności.

Rozwiązaniem problemu jest zwiększenie nośności ściany oporowej na obrót i przesuw, na przykład poprzez wykonanie kotew gruntowych. Alternatywnym rozwiązaniem jest zamontowanie bariery w gruncie na skraju drogi tak, aby konstrukcja ściany nie była obciążona siłą od uderzenia pojazdu w barierę na skutek ewentualnego wypadku.