

## Załącznik 2 Wyciąg z obliczeń

### 1. Przekrój obliczeniowy km 0+550 – kolumny przemieszczeniowe.

Obliczenia wykonano metodą elementów skończonych w płaskim stanie odkształcenia, przy użyciu programu PLAXIS 2D 2019.1.

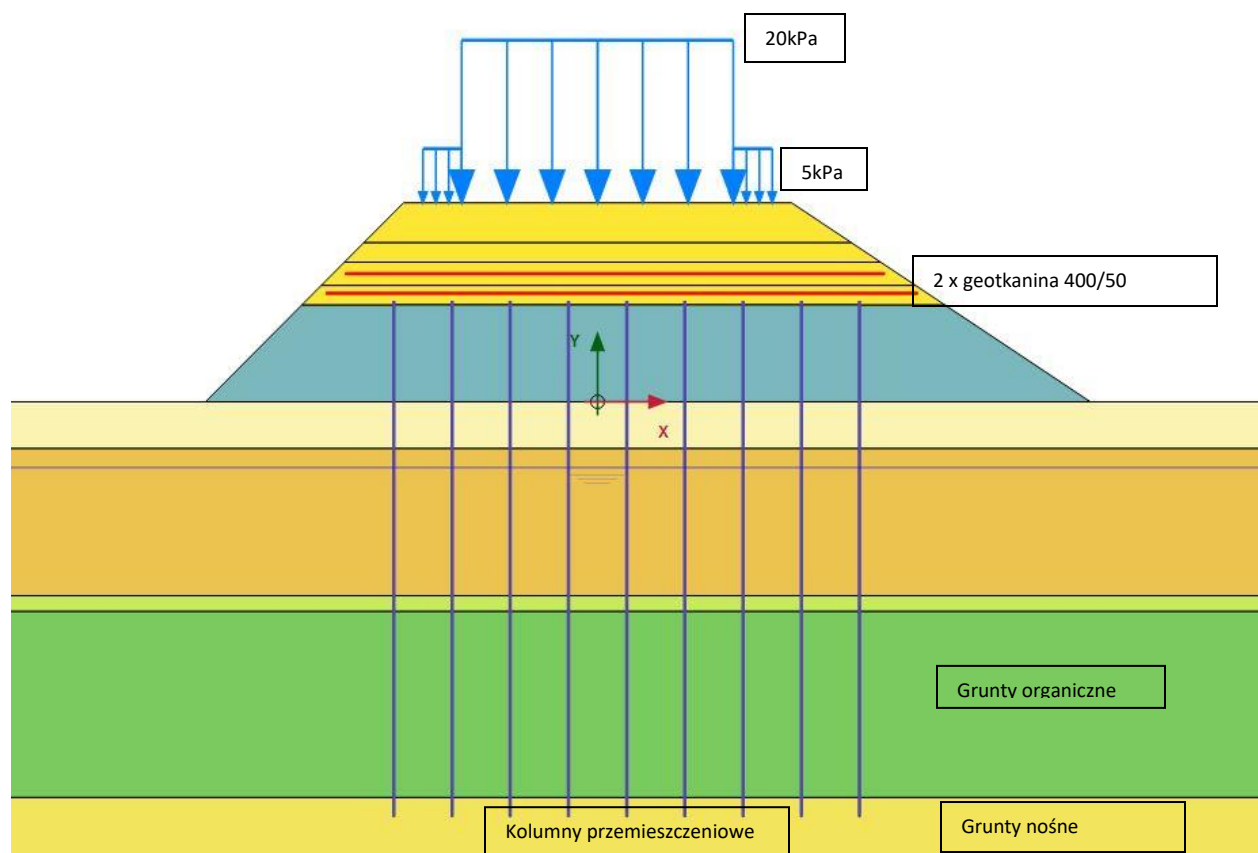
Geometria przekroju:

- Średnica kolumn: 400 [mm]
- Rozstaw kolumn w kierunku równoległym do osi drogi: 1,5 [m]
- Rozstaw kolumn w kierunku prostopadłym do osi drogi: 1,5 [m]

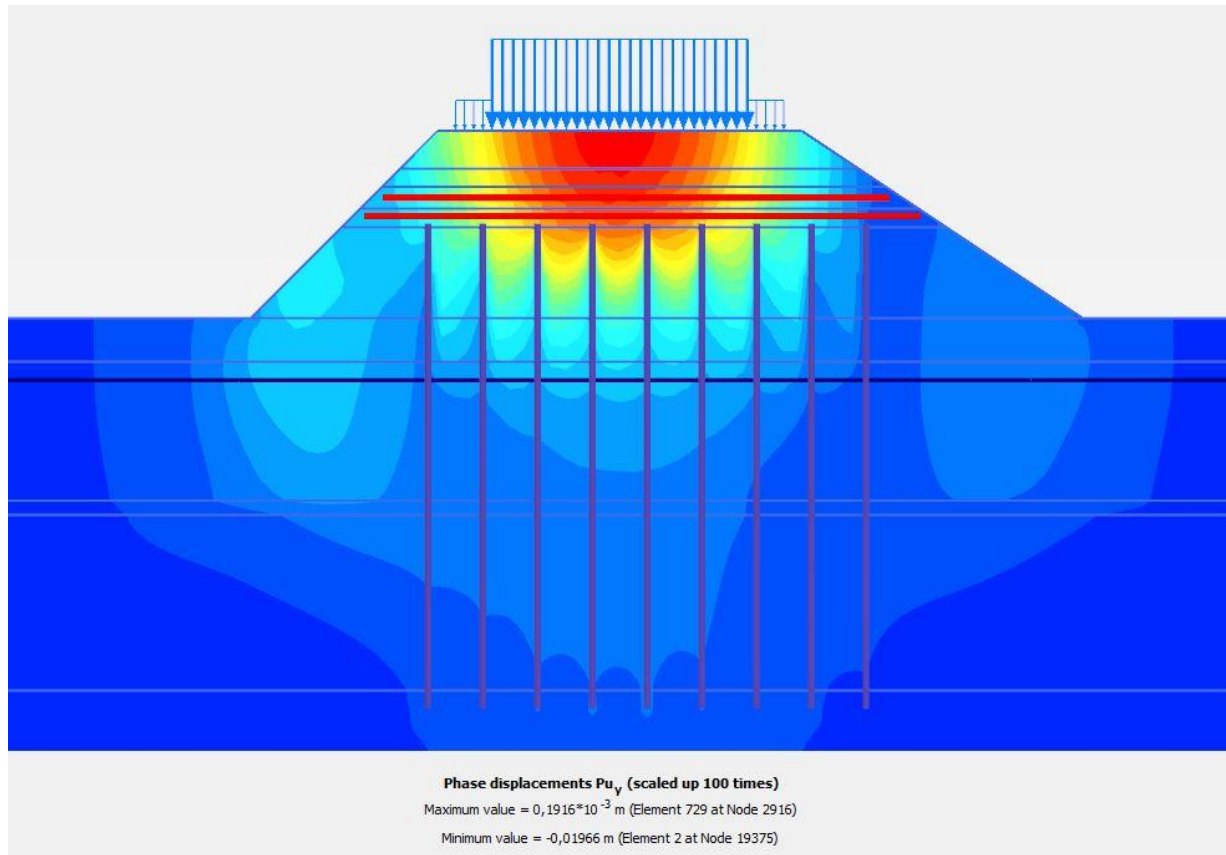
Założenia materiałowe:

- Beton klasy C30/37
- Stal S355
- Zbrojenie podstawy nasypu:
  - 2 warstwy geotkaniny 400/50

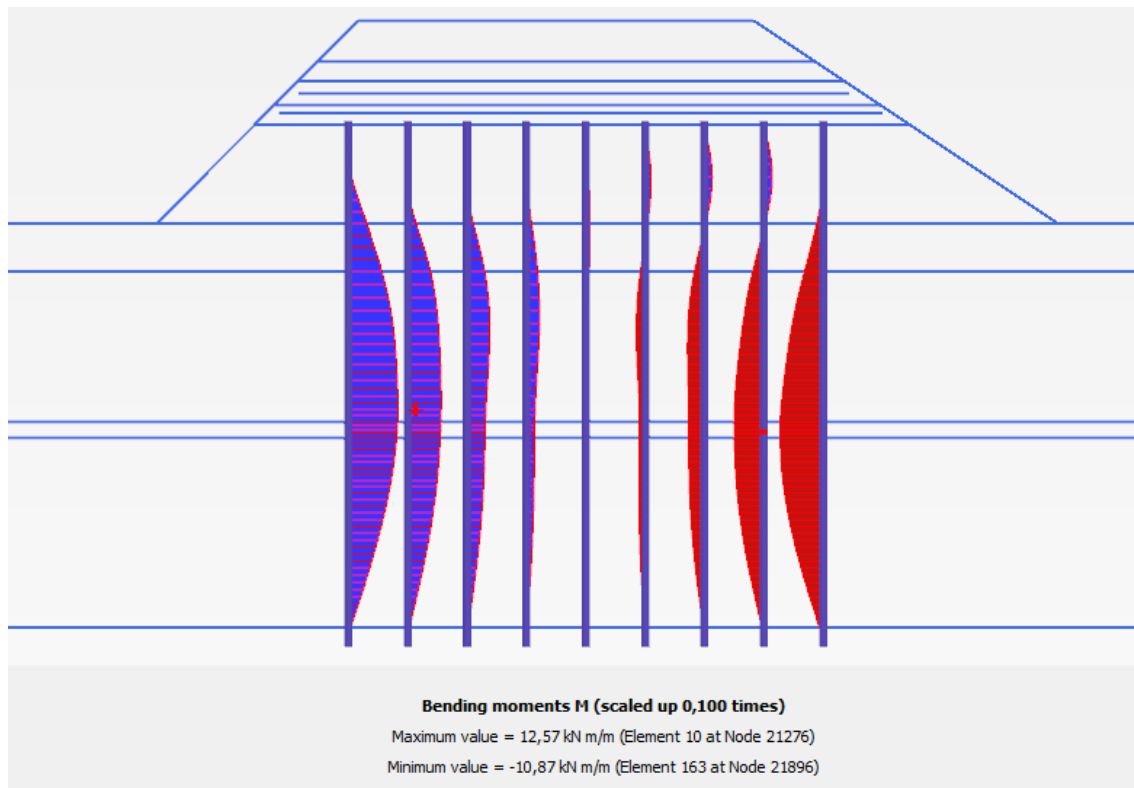
Model obliczeniowy:



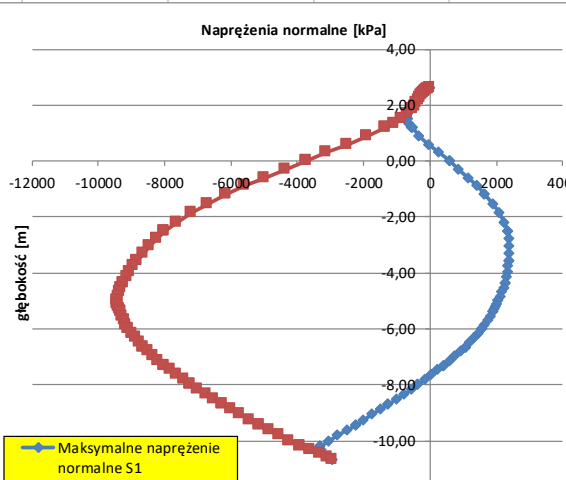
Osiadania nasypu drogowego w trakcie eksploatacji:



Momenty zginające:

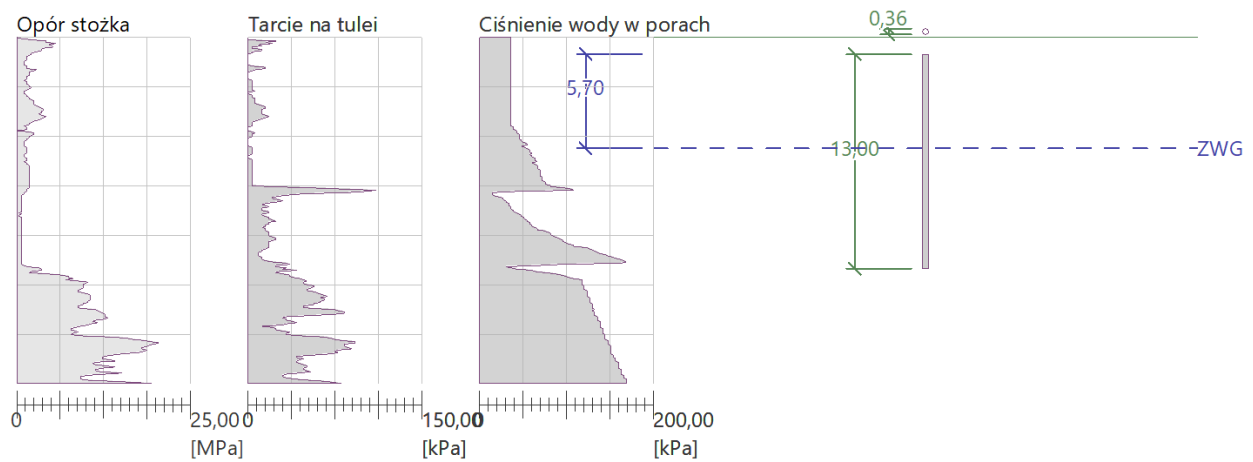


## Wyznaczenie zbrojenia kolumn – 1 kolumna od prawej

Wyznaczenie zbrojenia kolumn			Wykres naprężeń w kolumnie						
Rozstaw kolumn	1,5	[-]							
Średnica kolumny	360	[mm]							
Klasa betonu	C30/37	[-]							
Klasa stali	S355	[-]							
Granica plastyczności stali charakterystyczna	355	[Mpa]							
Granica plastyczności stali obliczeniowa	309	[Mpa]							
Max siła ściskająca z Plaxisa	-168,5	[kN]							
Max moment z Plaxisa	12,5	[kNm]							
Max siła ściskająca x rozstaw	-253	[kN]							
Max moment x rozstaw	19	[kNm]							
Współczynnik od efektów oddziaływań	1,4	[-]							
Moduł stali	210000	[Mpa]							
Moduł betonu	32000	[Mpa]							
Promień kolumny	180	[mm]							
A kolumny	101736	[mm2]							
Wx kolumny	4578120	[mm3]							
Wyznaczenie naprężeń dla kolumn niebrojonych									
$\sigma = N/A + M/Wx$	2,40	[MPa]							
$\sigma = N/A - M/Wx$	-9,42	[MPa]							
Kolumnę należy zbroić ze względu na naprężenia MAX									
Wyznaczenie naprężeń dla kolumn zbrojonych									
$\sigma_1 = N/A_{stal} - M/Wx_{stal}$ i $\sigma_2 = N/A_{stal} + M/Wx_{stal}$									
$N = \frac{N_{pal}}{(1 + \frac{E_{bet} \cdot A_{bet}}{E_{stal} \cdot A_{stal}})}$ - siła pionowa przekazywana na profil stalowy z uwzględnieniem udziału części betonowej pała.									
wyróżnik	A	Wx	N	Nzast	M	$\sigma = N/A + M/Wx$	$\sigma = N/A - M/Wx$	Dopuszczalne naprężenie	Dobry kształtownik
oznaczenia	[mm2]	[mm3]	[N]	[N]	[Nmm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
dwuteownik 80 IPE	764	20000	-353787	-16616	26295161	1293,01	-1336,51	309	Większy kształtownik
dwuteownik 100 IPE	1030	34200	-353787	-22041	26295161	747,47	-790,26	309	Większy kształtownik
dwuteownik 120 IPE	1320	53000	-353787	-27760	26295161	475,10	-517,17	309	Większy kształtownik
dwuteownik 140 IPE	1640	77300	-353787	-33846	26295161	319,53	-360,81	309	Większy kształtownik
dwuteownik 160 IPE	2010	109000	-353787	-40606	26295161	221,04	-261,44	309	OK

Wyznaczenie zbrojenia pozostałych kolumn przeprowadzono w analogiczny sposób.

## Wyznaczenie nośności kolumny przemieszczeniowej – CPTu8:



### Analiza pionowej nośności pala - wyniki

Analiza przeprowadzona dla: CPTu8

Minimalna nośność pala ściskanego	$R_{c,min}$	=	512,88 kN
Współczynnik	$\xi_4$	=	1,40
Średnia nośność pala ściskanego	$R_{c,mean}$	=	512,88 kN
Współczynnik	$\xi_3$	=	1,40
Nośność charakterystyczna pala	$R_c$	=	333,04 kN

Nośność obliczeniowa pala	$R_{cd}$	=	302,76 kN
Obciążenie obliczeniowe	$F_{s,d}$	=	220,00 kN

$$R_{cd} = 302,76 \text{ kN} > F_{s,d} = 220,00 \text{ kN}$$

**Nośność pala SPEŁNIA WYMAGANIA**