
SPIS TREŚCI	Nr strony
<u>I. OPIS TECHNICZNY</u>	3
1. Podstawa opracowania	3
2. Przedmiot i zakres opracowania	3
3. Stan istniejący	3
4. Opis projektu	4
5. Obliczenia konstrukcje nawierzchni	9
6. Obliczenia stateczności i osiadania	13
7. Wykonanie nasypu	15
8. Odwodnienie	19
9. Warunki gruntowo-wodne i roboty ziemne	19
10. Wytyczenie projektu w terenie	20
11. Wnioski końcowe, bezpieczeństwo pracy i ochrona zdrowia podczas realizacji robót, inne uwagi	20
<u>II. ZAŁĄCZNIKI OBLICZENIOWE (STATECZNOŚĆ I OSIADANIE)</u>	22
Zał. nr 1 – Obliczenia statyczne geosyntetyków	23
Zał. nr 2 – Obliczenia stateczności Metodami analitycznymi	30
Zał. nr 3 – Obliczenia osiadania Metodą elementów skończonych	42
<u>III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA</u>	59
Rys. D/01 Plan sytuacyjno – wysokościowy - skala 1:250	60
Rys. D/2.1 Przekroje i szczegóły konstrukcyjne - skala 1:50/1:25	61
Rys. D/2.2 Przekroje i szczegóły konstrukcyjne - skala 1:50/1:25	62
Rys. D/03 Profil nasypu - skala 1:500	63

I. OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

W opracowaniu wykorzystano następujące materiały i uzgodnienia:

- Podkład geodezyjny w skali 1:500;
- Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych – 2014 r.;
- Dokumenty techniczne WT-4 mieszanki niezwiązane do dróg krajowych (GDDKiA 2010);
- WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym (GDDKiA 2010);
- Normy i przepisy projektowania
- Ustawa Prawo o Ruchu Drogowym
- WR-D Wytyczne rekomendowane dotyczące dróg
- Inwentaryzacja terenowa i pomiary własne

2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania są rozwiązania projektowe branży drogowej dla zadania pt. „Przygotowanie infrastruktury dla symulatora w Nadarzacach”

Zakres projektu obejmuje budowę przebudowę dróg dojazdowych, budowę utwardzeń pod kontenery, stację TRAFO i agregat prądotwórczy, wykonanie nawierzchni betonowej na nasypach (JOP, JGZ)

Lokalizacja i zakres inwestycji zostały przedstawione na planie sytuacyjno-wysokościowym (rys. D/01).

Przedmiot inwestycji, dane ogólne, cel i zakres opracowania

- Nazwa inwestycji – „Przygotowanie infrastruktury dla symulatora w Nadarzacach”
- Inwestor – Wojskowy Zarząd Infrastruktury, ul. Kościuszki 92/98, 61-716 Poznań
- Branża – drogowa

3. STAN ISTNIEJĄCY

W chwili obecnej na terenie planowanego nasypu (JOP) teren jest niezagospodarowany, porośnięty niską zielenią, natomiast pod nasyp (JGZ) teren również jest niezagospodarowany, ale porośnięty drzewami. Obszar terenu przewidziany pod budowę dróg dojazdowych i placów pod kontenery (JZW, JOP, JGZ), stację trafo i agregat prądotwórczy jest częściowo zagospodarowany, w stanie istniejącym znajdują się tam drogi o nawierzchni jezdni asfaltowej, betonowej oraz gruntowej.

Teren uzbrojony jest w następujące sieci:

- Kanalizacyjne
- Wodociągowe
- Elektroenergetyczne
- Telekomunikacyjną

Rozbiórki nawierzchni należy wykonać wg PZT.

4. OPIS PROJEKTU

Projektowane obiekty budowlane zakwalifikowane są do kategorii VIII, XXII, XXV wg załącznika nr 1 do ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186, 1309 i 1524).

W ramach budowy nasypów umożliwiających widoczność pomiędzy JOP, JGZ a JZW należy wykonać wjazdy, zjazdy oraz place pod kontenery na nasypach zbrojonych z jezdnią o konstrukcji z betonu cementowego wraz z ulepszeniem podłoża gruntowego.

Do budowy nasypów należy zastosować grunt z wykopów oraz materiał dowożony (piasek zasypowy co najmniej piasek średni MSa).

Gęstość objętościowa w stanie zagęszczonym min. 19,0 kN/m³. Kąt tarcia wewnętrznego min. 34°.

W związku z powyższym wskaźnik zagęszczania I_s nasypu zbrojonego powinien wynosić min. 0,98, a ostania warstwa o grubości 1,0m nie mniej niż 1,0.

Do wykonania wkładek zbrojących korpus nasypu pod kontener JOP należy zastosować geosyntetyk – geotkaninę przyciętą na odpowiedni wymiar. Rozmieszczenie wkładek zbrojących w korpusie nasypu należy wykonać zgodnie z rysunkiem D/2.2.

Długość zastosowanych wkładek zbrojących korpus nasypu:

- 1) 6,0 m,
- 2) 4,0 m

Wkładki zbrojeniowe układa się poziomo, odległość między wkładkami wynosi 1,0 m tak jak grubość warstwy układanego nasypu. Przed wykonaniem nałożenia jednego pasa geosyntetyku na drugi, miejsce zakładu należy przysypać warstwą piasku grubości 1 – 3 cm. Geosyntetyk powinien być układany z kontrolowanym jednorodnym naciągiem wzdłużnym. Na geosyntetyk należy nanieść warstwę materiału nasypowego grubości 0,25 m i zagęścić. Sprzęt mechaniczny i zagęszczający nie może wjeżdżać bezpośrednio na geosyntetyk przed rozłożeniem pierwszej warstwy materiału nasypowego.

Studnie telekomunikacyjną u podstawy nasypu należy wygrodzić ściankami oporowym zbrojonymi, typu L w sposób umożliwiający dostęp do rewizji. Wysokość elementu wynosi 180 cm, gr. ścianki 12/15 cm, długości stopy 104-110 cm, Ścianki oporowe posadzić zgodnie z przekrojem konstrukcyjnym. Obciążenie ruchem $q = 5 \text{ kN/m}^2$.

W związku z budową nasypu należy przewidzieć regulację wysokościową istniejącej drogi dojazdowej z płyt betonowych w zakresie pokazanym na planie sytuacyjno-wysokościowym. Uszkodzone płyty betonowe należy wymienić na nowe.

Nawierzchnie utwardzone z kostki betonowej dwuteowej (jezdnie, place pod kontenery, stację trafo i agregat) należy oddzielić od zieleni krawężnikiem betonowym o wymiarach 15x30 cm, wtopionym $h=0 \text{ cm}$, natomiast nawierzchnie z kostki betonowej pod słupki zasilające należy obramować od strony zieleni obrzeżami betonowymi oraz na nasypie (JOP) palisadą betonową 10x20x40 cm ze względu na bliskość skarpy.

Nawierzchnię jezdni dróg dojazdowych należy wykonać z jednostronnym spadkiem poprzecznym od 1,0 do 2,6% (na łuku) zgodnie z planem sytuacyjno – wysokościowym. Spadek podłużny jezdni dróg dojazdowych wynosi od 1,0 do 1,5 %.

Spadek podłużny i poprzeczny jezdni na połączeniach z istniejącą nawierzchnią należy dostosować do istniejących spadków.

Krawężniki betonowe, obrzeża betonowe oraz palisady należy posadzić na ławie betonowej z oporem, z betonu klasy C12/15. Ława betonowa powinna być wykonana przy pomocy deskowania lub innych elementów (np. przesuwne elementy metalowe), umożliwiających poprawne wykonanie szalunku. Beton należy zagęścić odpowiednim sprzętem (np. płyty wibracyjne).

KONSTRUKCJA PROJEKTOWANYCH NAWIERZCHNI

K1- konstrukcja jezdni, zjazdów i wjazdów na nasypy pod kontenery (JOP, JGZ)

Typ warstwy	Materiał	Parametr odbiorowy	Grubość Warstwy [cm]
Nawierzchniowa ścieralna	Beton cementowy C30/37, XF3	Wg SST	20
	Geowłóknina z włókien polipropylenowych <ul style="list-style-type: none"> – wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż i w poprzek, – gramatura, – grubość przy nacisku 20 kPa, – wodoprzepuszczalność prostopadła do płaszczyzny geowłókniny, $h = 50$ mm, – zdolność przepływu wody w płaszczyźnie geowłókniny przy nacisku 20 kPa, przy spadku hydraulicznym $I = 1$ 	≥ 20 kN/m, $450 \div 500$ g/m ² , $\geq 2,0$ mm ≥ 45 l/m ² s, $\geq 4,0 \cdot 10^{-6}$ m ² /s	--
Podbudowa zasadnicza (ulepszone podłoże)	Wzmocnione podłoże gruntowe mieszanką związaną cementem w klasie wytrzymałości Rc C 3/4 - wg. WT-5 (GDDKiA 2010)	E_{2min} po 3 dniach ≥ 300 MPa na górze warstwy	25
Grunt nasypowy (piasek zasypowy co najmniej piasek średni MSa), - Gęstość objętościowa w stanie zagęszczonym min. 19,0 kN/m ³ - Kąt tarcia wewnętrznego min. 34°. Nasyp zbrojony – JOP Do wykonania wkładek zbrojących korpus nasypu należy zastosować geosyntetyk – geotkaninę, przyciętą na odpowiedni wymiar. Rozmieszczenie wkładek zbrojących w korpusie nasypu należy wykonać zgodnie z rysunkiem.		Is nasypu zbrojonego powinien wynosić min. 0,98, a ostatnia warstwa o grubości 1,0 m nie mniej niż 1,0.	Grubość warstw – zmienna 1-650
Grunt rodzimy zagęszczony		$I_s = 1,00$ lub $E_{2min} \geq 30$ MPa na górze warstwy	--
Grubość konstrukcji łącznie [cm] bez uwzględnienia nasypu			45

K2- konstrukcja dróg dojazdowych, placów pod kontenery (JOP, JGZ, JZW)

Typ warstwy	Materiał	Parametr odbiorowy	Grubość Warstwy [cm]
Ścieralna	Kostka betonowa dwuteowa	Wg SST	10
Wiążąca	Podsypka cementowo piaskowa 1:4	Wg SST	3
Podbudowa zasadnicza (ulepszone podłoże)	Wzmocnione podłoże gruntowe mieszanką związaną cementem w klasie wytrzymałości Rc C 3/4 - wg. WT-5 (GDDKiA 2010)	E_{2min} po 3 dniach ≥ 300 MPa na górze warstwy	20
Grunt rodzimy zagęszczony		$I_s=1,00$ lub $E_{2min} \geq 80$ MPa na górze warstwy	--
Grubość konstrukcji łącznie [cm]			33

K3- konstrukcja utwardzeń pod stację TRAFO, agregat prądotwórczy, słupki zasilające

Typ warstwy	Materiał	Parametr odbiorowy	Grubość Warstwy [cm]
Ścieralna	Kostka betonowa dwuteowa	Wg SST	10
Wiążąca	Podsypka cementowo piaskowa 1:4	Wg SST	3
Podbudowa zasadnicza (ulepszone podłoże)	Wzmocnione podłoże gruntowe mieszanką związaną cementem w klasie wytrzymałości Rc C 3/4 - wg. WT-5 (GDDKiA 2010)	E_{2min} po 3 dniach ≥ 300 MPa na górze warstwy	15
Grunt rodzimy zagęszczony		$I_s=1,00$ lub $E_{2min} \geq 80$ MPa na górze warstwy	--
Grubość konstrukcji łącznie [cm]			28

Nawierzchnię betonową na nasypach należy wykonać zgodnie z zasadami opisanymi w specyfikacji technicznej. Konstrukcję jezdni należy zdylać szczelinami skurczowymi i rozszerzania.

Szczeliny skurczowe:

Minimalna odległość pomiędzy szczelinami skurczowymi wynosi 1,0 m, a maksymalna jest równa 25-krotnej grubości płyty.

Nacinanie powinno się odbywać w dwóch etapach dla szczelin poprzecznych:

- pierwsze cięcie wykonuje się w czasie od 8 do 24 godz., cięcie wykonuje się na szerokości 2,5 - 3,5 mm i głębokości od 1/4 do 1/3 grubości płyty.

- drugie cięcie poszerzające wykonuje się w terminie późniejszym, gdy beton osiągnie wytrzymałość powyżej 12 MPa (do 7 dni po ułożeniu betonu);

Natomiast przy szczelinach skurczowych podłużnych wykonuje się cięcia po 7 dniach od ułożenia betonu.

Szczeliny należy oczyścić i zakonserwować środkiem gruntującym przed wypełnieniem masą zalewową na gorąco.

Sznur uszczelniający (kord) szczelinę skurczową ma zapewnić oparcie dla wlewanej w szczelinę masy i właściwą głębokość uszczelnienia, sznur o średnicy większej o ok. 25 % od szerokości szczeliny.

Szczeliny rozszerzania:

Pierwsze nacięcie w szczelin poprzecznych na całej grubości płyty wykonuje się w czasie od 8 do 24 godz. od ułożenia betonu, natomiast pierwsze cięcie podłużne wykonuje się w okresie 7 dni od ułożenia betonu.

Szczeliny rozszerzenia należy wypełnić masą zalewową na całej wysokości bezpośrednio po nacięciu i oczyszczeniu.

Wypełnianie szczelin dylatacyjnych.

Wypełnienie szczelin należy wykonać najwcześniej po upływie miesiąca po zabetonowaniu płyty ze względu na procesy fizykochemiczne zachodzące w świeżym betonie i powinno odbywać się podczas bezdeszczowej pogody, przy temperaturze otoczenia i nawierzchni powyżej +10 C°.

Masa zalewowa w szczelinie powinna tworzyć menisk wklęsły 5 mm, zwłaszcza przy wykonywaniu robót w temperaturach znacznie niższych od maksymalnie spodziewanych.

Do wypełniania szczelin skurczowych oraz rozszerzania należy stosować masę zalewową odporną na paliwo.

Teksturowanie powierzchni:

Powierzchnię jezdni manewrowej należy wykończyć przez szciotkowanie.

Teksturę powierzchni jezdni można wykonać niżej przedstawionymi metodami:

- ciągniętej sztucznej trawy,
- przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szciotką (w kierunku prostopadłym do osi jezdni)

Pielęgnacja betonu

Celem pielęgnacji jest zapewnienie optymalnych warunków ciepłno-wilgotnościowych w dojrzewającym „młodym” betonie. Świeżo wykonane elementy betonowe należy zabezpieczyć przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, czyli głównie przed promieniowaniem słonecznym, wiatrem, opadami atmosferycznymi i mrozem. Czynności związane z pielęgnacją należy rozpocząć bezzwłocznie po zagęszczeniu i wykończeniu powierzchni betonu.

W okresie podwyższonych temperatur należy zapewnić przede wszystkim pielęgnację wilgotnościową, której celem jest ochrona elementu przed odparowaniem wody z powierzchni elementu. W okresie obniżonych

temperatur należy przede wszystkim zabezpieczyć beton przed utratą ciepła i zamarznięciem wody zarobowej w betonie.

Najczęściej stosowane działania w lecie:

- zraszanie powierzchni elementu betonowego mgiełką wody w taki sposób, aby utrzymać powierzchnię betonu możliwie wilgotną,
- przykrywanie betonu mokrymi matami jutowymi, konopnymi lub bawełnianymi oraz zabezpieczenie ich przed wyschnięciem,
- pokrywanie powierzchni folią PCV lub polietylenową poprzez przymocowanie jej przy krawędziach i złączach w taki sposób aby ograniczyć możliwość odparowania wody,
- stosowanie preparatów pielęgnacyjnych.

W okresie obniżonych temperatur należy przede wszystkim zabezpieczyć beton przed utratą ciepła i zamarznięciem wody zarobowej w betonie.

Najczęściej stosowane działania w okresie jesienno-zimowym:

- modyfikacja mieszanki betonowej poprzez stosowanie cementu o wyższym cieple hydratacji, obniżenie W/C, ogrzewanie mieszanki betonowej oraz składników przy produkcji betonu, stosowanie domieszek przeciwmrozowych, obniżających temperaturę zamarzania wody i przyspieszających wiązanie,
- ochrona cieplna betonu w elemencie poprzez stosowanie foli bąbelkowych, styropianu lub mat z wełny mineralnej,
- stosowanie odpowiednich szalunków i ich izolacja,
- ogrzewanie elementu betonowego poprzez stosowanie mat grzewczych, nagrzewnic, parą pod odpowiednio skonstruowanymi osłonami,
- stosowanie ciepłaków, tj. wykonanie elementów w tunelach stałych, przesuwnych lub namiotach z zapewnieniem w nich odpowiedniej temperatury i wilgotności,
- elektro nagrzewnice
- podgrzewanie prądem elektrycznym poprzez podłączenie do izolowanego rdzenia grzewczego lub zatopionych w betonie drutów grzewczych,
- podgrzewanie promieniowaniem podczerwonym lub polem elektromagnetycznym.

Uwaga: Nagłe polanie silnie nagrzanej powierzchni betonowej zimną wodą może być przyczyną rys i spękań powstałych w skutek szoku termicznego.

5. OBLICZENIA KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI

Obliczenia konstrukcji nawierzchni wykonano metoda CBR. Metoda ta jest zalecana do nawierzchni brukowych, kostkowych i asfaltowych

W metodzie tej grubość konstrukcji musi być większa od obliczonej grubości zastępczej wyrażonej w grubości standardowej nawierzchni tłuczniowej Hw.

Grubość nawierzchni tłuczniowej oblicza się ze wzoru:

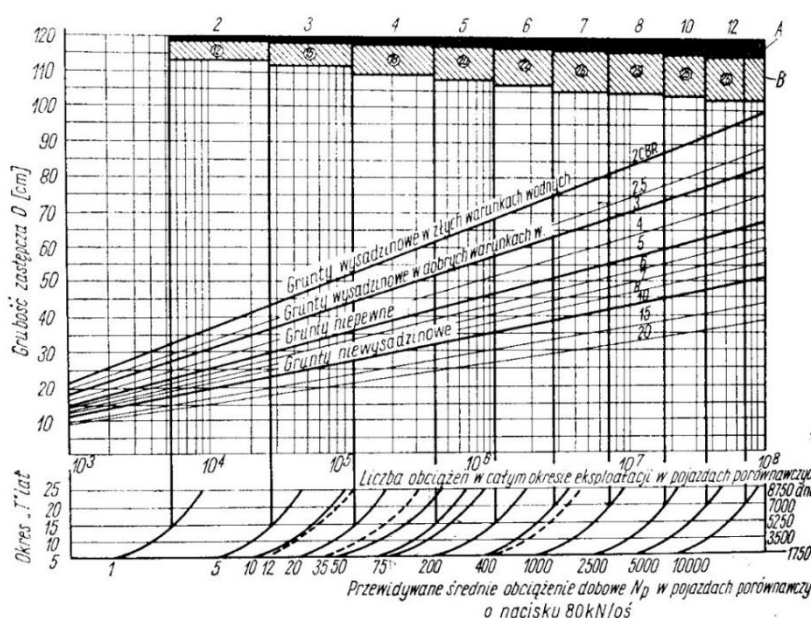
$$H_w = D \cdot e \cdot c$$

Gdzie:

D - grubość zastępcza nawierzchni w cm odczytywana z nomogramu z rys. 1.

e - współczynnik klimatyczny dla północnozachodniej i zachodniej Polski - 0,9

c - współczynnik zależny od maksymalnego obciążenia: $c = 0,5\sqrt{0,1 \cdot P}$ dla P = 50kN c = 1,12 dla P=40kN c=1,00, dla P=10kN c=0,5



Rys. 1. Nomogram do odczytywania wartości D

*Współczynnik przeliczeniowy liczby osi z 80 kN na 100kN wynosi $2,44 = (100/80)^4$

Przy wyznaczaniu grubości nawierzchni zastosowano następujące wartości współczynników przeliczeniowych:

Mieszanka mineralno- asfaltowa, nawierzchnia betonowa	2,0
Kostka granitowa +podsypka	1,5
kostka betonowa +podsypka	1,4
kruszywo łamane o ciągłym uziarnieniu	1,25
Mieszanka C _{5/6}	1,6
Mieszanka C _{1,5/2}	1,35
Mieszanka C _{3/4}	1,5
Pospółka	0,7
Chudy beton	2,00
Piaski średnio i drobnoziarniste	0,55
Tłuczeń i kliniec	1,00

Założenia projektowe:

1. Kategoria ruchu – **KR3 (jezdnia na nasypach)**
2. Okres ekspl. – **20 lat**
3. Grupa nośności podłoża gruntowego (szczegółowe warunki gruntowo-wodne w odrębnym opracowaniu) – **G1**

PROJEKT: Przygotowanie infrastruktury dla symulatora w Nadarzycach			
Oznaczenie konstrukcji wg projektu:	K.1	JEZDNIA (nasyp)	

DANE RUCHOWE:

Okres ekspl. w latach [T]=	20	1) 30 lat – dla dróg klasy A i S o konstrukcji nawierzchni podatnej, półsztywnej i sztywnej; 3) 20 lat – dla dróg klasy GP, G, Z, L i D o konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej.	
		Ruch KR 7 – trwałość zmęczeniowa $N_{100} > 52$ mln osi 100 kN Ruch KR 6 – trwałość zmęczeniowa 22 mln $<N_{100}<52$ mln osi 100 kN osi 100 kN	
Wsp. przeliczeniowy na 120kN/oś	2 500 000	Ruch KR 5 – trwałość zmęczeniowa 7,3 mln $<N_{100}<22$ mln osi 100 kN Ruch KR 4 – trwałość zmęczeniowa 2,5 mln $<N_{100}<7,3$ mln osi 100 kN Ruch KR 3 – trwałość zmęczeniowa 0,5 mln $<N_{100}<2,5$ mln osi 100 kN	
Kategoria ruchu (KR)	KR3	Ruch KR2 - trwałość zmęczeniowa 90 000 $<N_{100}<500\ 000$ osi 100 kN Ruch KR1 - trwałość zmęczeniowa 30 000 $<N_{100}<90\ 000$ osi 100 kN Chodnik - trwałość zmęczeniowa 10 000 osi 100 kN	

Zastępcza wymagana grubość $H_{z1}=D \cdot e \cdot c$

Wsp. klimatyczny	$H_{z1}=$	40,39	Zastępcza wymagana grubość konstrukcji [cm]
	$D=$	36,64	Wzorcowa grubość zastępcza [cm]
	$e=$	0,9	Tereny Polski zachodniej i centralnej
	$c=$	1,22	$c = 0,5 \sqrt{0,1 \cdot P}$
Siła/koło	$P=$	60	siła na 1 koło [kN]
	$N_c=$	1250000	średni ruch w połowie okresu eksploatacji średni dobowy ruch w połowie okresu eksploatacji
	$L=$	342	
	$CBR=$	12,5	Piaski średnioziarniste, WP>30

Grupa nośności podłoża gruntowego	Nośność. Moduł wtórny odkształcenia na podłożu gruntowym
G1	E2>80 [Mpa]

**ZWYMIAROWANA GRUBOŚĆ NAWIERZCHNI "Hwym." POWINNA BYĆ
WIĘKSZ/RÓWNA WARSTWIE PROJEKTOWNEJ "Hz1."**

$$Hwym. = x1 \cdot h1 + x2 \cdot h2 + x3 \cdot h3 + x4 \cdot h4$$

Hwym.

Warunek CBR = **79,5** **H_{z1} < Hwym. - warunek spełniony**

Warunek na

przemarzanie Hz2= **0** **Dla grupy nośności G1 nie określa się**

h1- Warstwa ścieralna+wiążąca/jezdna

h2- górna warstwa podbudowy

h3-dolna warstwa podbudowy

h4-podbudowa pomocnicza

Grubości warstw [cm]:		Współczynniki materiałowe:		
Hproj=	45			
h1-	20	Beton C30/37	x1-	2,1
h2-	25	Mieszanka C3/4	x2-	1,5
h3-	0	Brak	x3-	0,00
h4-	0	Brak	x4-	0,0

PROJEKT: Przygotowanie infrastruktury dla symulatora w Nadarzacach

**Oznaczenie
konstrukcji wg
projektu:**

K.2

DROGI DOJAZDOWE, PLACE POD KONTENERY

DANE RUCHOWE:

Okres ekspl. w latach [T]=	20	1) 30 lat – dla dróg klasy A i S o konstrukcji nawierzchni podatnej, półsztywnej i sztywnej; 3) 20 lat – dla dróg klasy GP, G, Z, L i D o konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej.
		Ruch KR 7 – trwałość zmęczeniowa $N_{100} > 52 \text{ mln osi } 100 \text{ kN}$ Ruch KR 6 – trwałość zmęczeniowa $22 \text{ mln} < N_{100} < 52 \text{ mln osi } 100 \text{ kN}$
Wsp. przeliczeniowy na 120kN/os	500 000	Ruch KR 5 – trwałość zmęczeniowa $7,3 \text{ mln} < N_{100} < 22 \text{ mln osi } 100 \text{ kN}$ Ruch KR 4 – trwałość zmęczeniowa $2,5 \text{ mln} < N_{100} < 7,3 \text{ mln osi } 100 \text{ kN}$

Kategoria ruchu (KR)	KR2	<i>Ruch KR 3 – trwałość zmęczeniowa 0,5 mln <N100< 2,5 mln osi 100 kN</i> <i>Ruch KR2 - trwałość zmęczeniowa 90 000 <N100< 500 000 osi 100 kN</i> <i>Ruch KR1 - trwałość zmęczeniowa 30 000<N100< 90 000 osi 100 kN</i> <i>Chodnik - trwałość zmęczeniowa 10 000 osi 100 kN</i>			
----------------------	------------	--	--	--	--

Zastępcza wymagana grubość $H_{z1}=D \cdot e \cdot c$

Wsp. klimatyczny	$H_{z1}=$	34,94	Zastępcza wymagana grubość konstrukcji [cm]	
	$D=$	31,70	Wzorcowa grubość zastępcza [cm]	
	$e=$	0,9	Tereny Polski zachodniej i centralnej	
	$c=$	1,22	$c = 0,5 \sqrt{0,1 \cdot P}$	

Siła/koło	$P=$	60	siła na 1 koło [kN]	Grupa nośności podłoża gruntowego	Nośność. Moduł wtórny odkształcenia na podłożu gruntowym
	$N_c=$	250000	średni ruch w połowie okresu eksploatacji		
	$L=$	68	średni dobowy ruch w połowie okresu eksploatacji		
	$CBR=$	12,5	Piaski średnioziarniste, $WP>30$		

G1	E2>80 [Mpa]
-----------	-----------------------

ZWYMIAROWANA GRUBOŚĆ NAWIERZCHNI "Hwym." POWINNA BYĆ WIĘKSZ/RÓWNA WARSTWIE PROJEKTOWNEJ "H_{z1}."

$H_{wym.} = x_1 \cdot h_1 + x_2 \cdot h_2 + x_3 \cdot h_3 + x_4 \cdot h_4$

Warunek CBR $H_{wym.} =$ **48,2** **H_{z1}<H_{wym.} - warunek spełniony**

Warunek na przemarzanie $H_{z2} =$ **0** **Dla grupy nośności G1 nie określa się**

h1- Warstwa ścieralna+wiążąca/jezdna
h2- górna warstwa podbudowy
h3-dolna warstwa podbudowy
h4-podbudowa pomocnicza

Grubości warstw [cm]:			Współczynniki materiałowe:	
$H_{proj}=$ 33				
h1-	13	kostka betonowa +podsypka	x1-	1,40
h2-	20	Mieszanka C3/4	x2-	1,50
h3-	0	Brak	x3-	0,00
h4-	0	Brak	x4-	0,00

6. OBLICZENIA STATECZNOŚCI I OSIADANIA

6.1. Stateczność

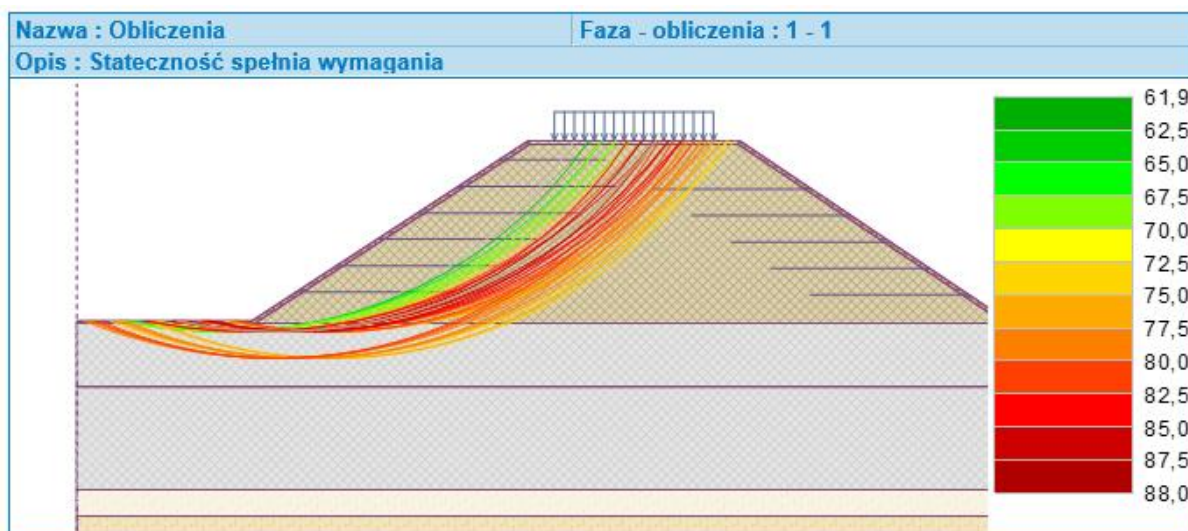
Na potrzeby przedmiotowej analizy założono najbardziej niekorzystny wariant przekroju i budowy podłoża gruntowego. Jako dane wyjściowe przyjęto informacje od Zamawiającego oraz warunki geotechniczne przedstawione w „Opinii geotechnicznej”.

Przeanalizowano warianty w oparciu o założenia dotyczące gruntu, z którego zostaną wykonane obwałowania, przyjęto:

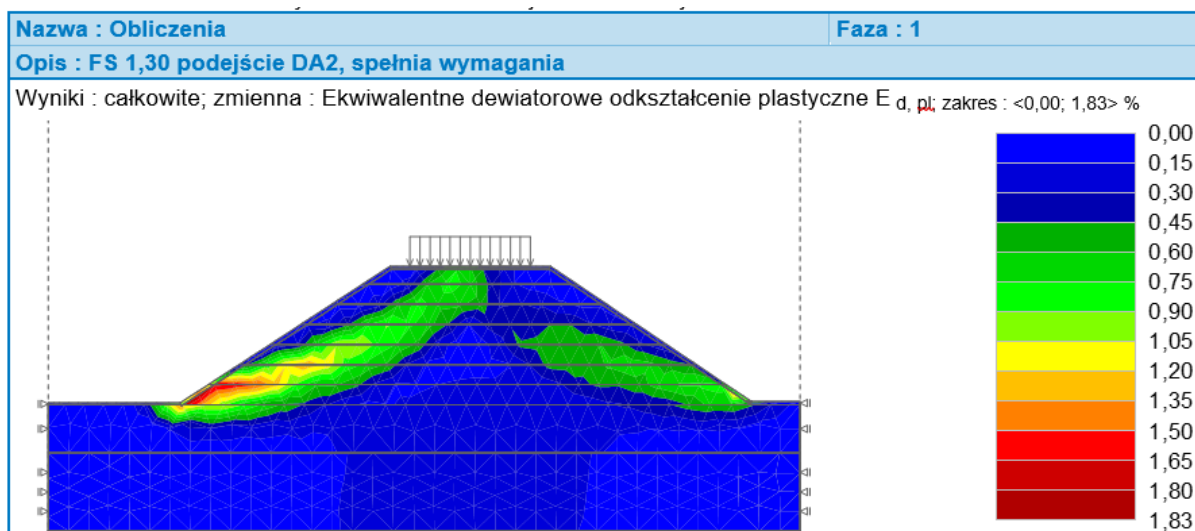
- nasypu z gruntu niespoistego o parametrach $\varphi \geq 34^\circ$; $c \geq 0$ kN/m²; $\gamma \leq 19$ kN/m³

- wkładki geosyntetyczne o długości odpowiednio 4 i 6 metrów

Obliczenia stateczności wykonano w oparciu o metodę Bishopa, w której zakłada się, że potencjalne powierzchnie poślizgu są walcowe. Dla danego konturu zbocza istnieje najbardziej niebezpieczna powierzchnia poślizgu, czyli charakteryzująca się najniższym współczynnikiem bezpieczeństwa. Zakłada się, że siły między blokami są skierowane poziomo, a ich rzut na kierunek pionowy jest równy zeru. Ich wartość określa się za pomocą kolejnych przybliżeń z zastosowaniem ogólnych równań równowagi wewnętrznej, a wartość normalnej określa się z sumy rzutów na kierunek pionowy. W równaniu równowagi momentów sił względem środka potencjalnej powierzchni poślizgu, z którego określa się wskaźnik stateczności F , nie uwzględnia się oddziaływania pomiędzy blokami – ich wypadkowa wywołuje moment przy analizie pojedynczego bloku, ale traktowane są one jako siły wewnętrzne, więc wywołany przez nie moment dla całej bryły jest równy zeru.



Rys1. Obliczenia stateczności metodą blokową: $FS > 1,0$, podejście DA 3 spełnia wymagania



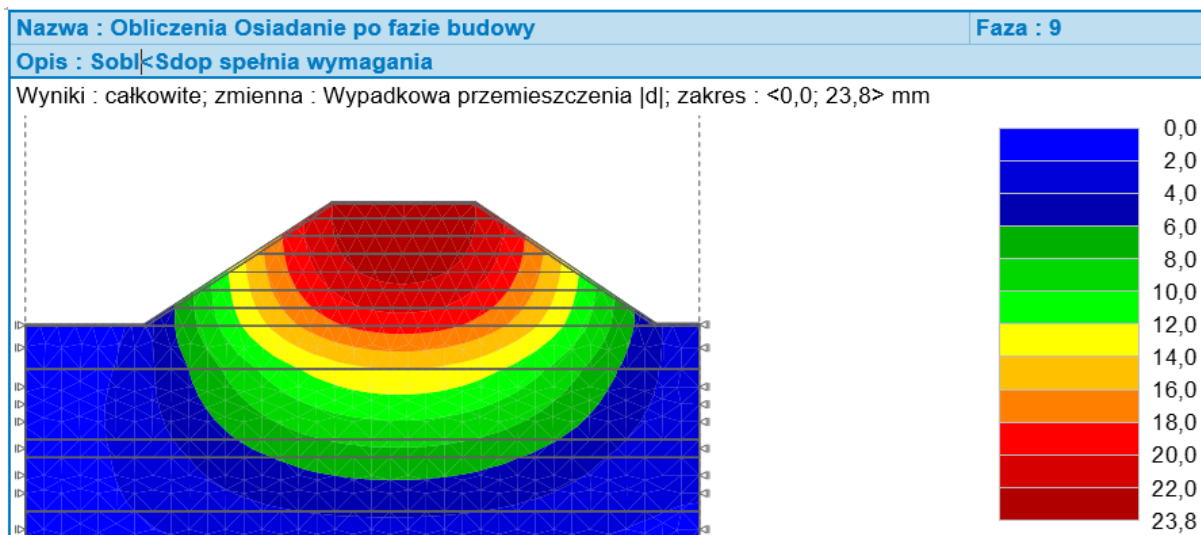
Rys 2. Sprawdzenie stateczności metodą SSRM FS>1,00, DA3 – spełnia wymagania

Dla każdego z wariantów nasypu zbrojonego geosyntetykami wskaźniki stateczności >1,00 więc warunek stateczności został spełniony.

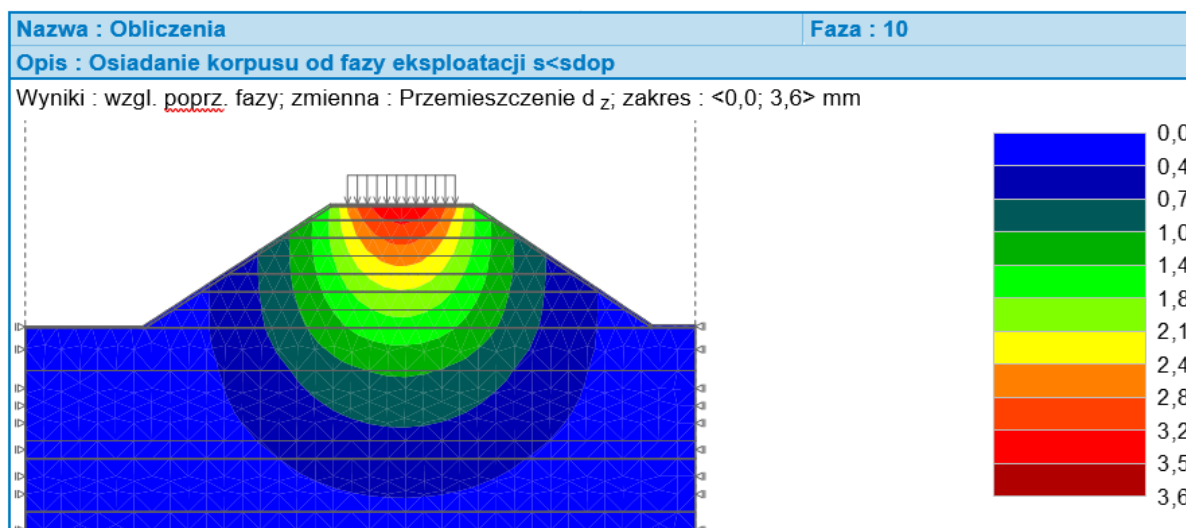
Przeprowadzone dla projektowanych parametrów gruntów nasypowych analizy nie wykazały możliwości wystąpienia zjawiska utraty stateczności zarówno w znaczeniu lokalnym jak i globalnym.

6.2. Osiadanie

Osiadanie wału obliczono z zastosowaniem metody elementów skończonych, dla przekroju o największych potencjalnych osiadaniach:



Rys 3. Osiadanie podłoża wału– faza budowy 23,8 mm< S dop



Rys 4. Osiadanie podłoża wału– faza eksploatacji 3,6 mm< S dop

W wyniku przeprowadzonych analiz należy stwierdzić że warunek SGU został spełniony dla przedmiotowych nasypu

7. WYKONANIE NASYPU

7.1. Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy obwałowania

Podczas realizacji konstrukcji nasypu należy kontrolować zgodności warunków gruntowych z przyjętymi w Dokumentacji Projektowej.

Przed przystąpieniem do budowy obwałowania należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze. Poprzez roboty przygotowawcze rozumie się odpowiednie przygotowanie powierzchni podłoża, która powinna być równa, bez ostrych występów i wgłębień oraz wytyczenie lokalizacji i krawędzi nasypu.

7.2. Zagęszczenie gruntów w podłożu obwałowania

Należy skontrolować stopień zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża obwałowania, do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu po usunięciu humusu.

Dla gruntów naturalnych pod konstrukcją obwałowania, grunt należy zweryfikować (zagęszczenie i uziarnienie) w odniesieniu do założeń projektowych. Grunty, których stan nie spełnia założeń projektowych należy wymienić i/lub doprowadzić do wskaźnika zagęszczenia $I_s=0.97$ Dla gruntów nasypowych pod konstrukcją obwałowania, grunt należy doprowadzić do wskaźnika zagęszczenia $I_s=0.97$.

7.3. Ogólne zasady wykonania nasypu

W celu zapewnienia stateczności nasypu i ich równomiernego osiadania należy przestrzegać następujących zasad:

a. obwałowania należy wykonywać metodą warstwową, z gruntów o parametrach nie gorszych niż:

- gruntu niespoisty o parametrach $\varphi \geq 34^\circ$; $c \geq 0$ kN/m²; $\gamma \leq 19$ kN/m³

-
- b. obwałowania należy wykonywać z jednego rodzaju materiału (grunty niespoiste). Możliwe jest także wykorzystanie ulepszonych gruntów pochodzących w wykopu do wbudowania w dolne warstwy obwałowania – do wysokości +1,5 m powyżej poziomu terenu przyległego do danego obwałowania.
 - c. obwałowania powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości po obu stronach
 - d. grubość pojedynczej warstwy nasypu w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu używanego do zagęszczania.
 - e. ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwić lokalne gromadzenie się wód opadowych.

7.4. Wykonanie nasypu w okresie deszczów

Nie zezwala się na wbudowanie gruntów zawilgoconych, których stan uniemożliwia osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Wykonywanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza wartość optymalną o więcej niż 5%

W celu zabezpieczenia warstwy nasypu przed nadmiernym zawilgoceniem poszczególne jego warstwy po zakończeniu robót ziemnych powinny być równe i mieć spadki potrzebne do prawidłowego odwodnienia. W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego.

7.5. Wykonanie nasypu w okresie mrozów

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypu w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntów. Nie dopuszcza się wbudowania w nasyp gruntów zamarzniętych lub gruntów przemieszanych ze śniegiem lub lodem. W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie nasypów powinno być przerwane. Przed wznowieniem prac należy usunąć śnieg z powierzchni wznoszonego obwałowania. Jeżeli warstwa nie zagęszczonego gruntu zamarza to nie należy jej przed rozmarznięciem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw.

7.6. Ogólne zasady zagęszczania gruntu

Przy budowie obwałowania metodą warstwową każda warstwa gruntu jak najszybciej po jej rozłożeniu powinna być zagęszczona z zastosowaniem sprzętu odpowiedniego dla danego rodzaju gruntu oraz występujących warunków. Rozłożone warstwy gruntu należy zagęszczać od krawędzi warstwy w kierunku jej osi.

7.7. Grubość warstwy

Grubość warstwy poddanej zagęszczaniu powinna być ustalona z uwzględnieniem współczynnika spulchnienia gruntu oraz założonej grubości warstwy po osiągnięciu wymaganego zagęszczenia. Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczb przejazdów maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny.

7.8. Wilgotność gruntu

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, z tolerancją $\pm 2\%$. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest niższa od wilgotności optymalnej o więcej niż określono to wilgotność gruntu należy zwiększyć przez dodanie wody. Jeżeli wilgotność gruntu jest wyższa od wilgotności optymalnej o więcej niż określono, grunt należy osuszyć. Jeżeli wilgotność naturalna odspajanego gruntu, przewidzianego do wbudowania w nasyp, jest zbliżona do optymalnej to Wykonawca powinien taki grunt wbudować bezzwłocznie, nie dopuszczając do zmiany wilgotności gruntu.

7.9. Wymagania dotyczące zagęszczenia

W zależności od uziarnienia stosowanych materiałów, zagęszczenie należy badać za pomocą wskaźnika zagęszczenia I_s lub badania płytą dynamiczną Evd. Jeżeli badania kontrolne wykazą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i powtórnie zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia Wykonawca powinien usunąć warstwę i wbudować nowy materiał.

7.10. Zbrojenie nasypu geosyntetykami

W celu zapewnienia stateczności ogólnej skarp nasypu przewidziano zastosowanie zbrojenia gruntu geosyntetykami. Metoda ta pozwala wprowadzenie do gruntu elementów zbrojących charakteryzujących się wytrzymałością na rozciąganie.

Zaprojektowano zbrojenie wkładkami geosyntetycznymi o długości 400 i 600 cm. Wszystkie elementy zbrojenia układane są poziomo w stałym rozstawie co 100 cm.

Zaprojektowano zbrojenie gruntu z geosiatek lub geotkanin poliestrowych o wytrzymałości nominalnej w obu kierunkach nie mniejszej niż 60 kN/m. Wytrzymałość w kierunku poprzecznym pozwala na montaż geosyntetyku wzdłuż obwałowania dla wkładek których długość jest mniejsza od szerokości rolki co znacznie skróci okres wbudowywania.

Montaż zbrojenia gruntu z geosyntetyków obejmuje:

- a. Przygotowanie podłoża (wyrównanie i odpowiednie zagęszczenie).
- b. Rozłożenie geosyntetyku (bez fałd) z zakładem nie mniejszym niż 30 cm.
- c. Wbudowanie gruntu na geosyntetyku w taki sposób aby pojazdy nie poruszały się bezpośrednio po geosyntetyku.

7.11. Zabezpieczenie antyerozyjne – oblicowanie powierzchni skarp – wariant geomata przestrzenna w humusie

Oblicowanie skarp należy wykonać w następującej kolejności:

- a. przygotowanie skarpy (wyrównanie, ewentualne lekkie zagęszczenie),
- b. rozłożenie warstwy humusu o grubości 5 cm,

-
- c. ułożenie maty prostopadle do osi obwałowania (krawędzie sąsiednich mat powinny zachodzić na siebie 0,3m i być szpilone co 0,5 m wzdłuż połączenia), połączenia podłużne należy wykonać przez założenie sąsiednich pasm maty na długości 0,5m i szpilenie zakładu w dwóch rzędach co 0,5 m,
 - d. mocowanie maty do podłoża za pomocą stalowych szpilek o całkowitej długości 80 cm i $\Phi=8$ mm lub szpilek polimerowych o długości min. 55 cm co 1 m mijankowo wzdłuż krawędzi obwałowania,
 - e. wypełnienie maty humusem (wcierając go przez szczotkowanie), zagęszczenie powierzchni skarpy. Warstwa humusu ponad matą nie powinna przekraczać 5 cm,
 - f. wykonanie hydroobsiewu.

7.12. Materiały do zabezpieczenia antyerozyjnego skarp obwałowania:

Humus powinien zawierać co najmniej 2% części organicznych, być wilgotny i pozbawiony kamieni większych od 3 cm oraz wolny od zanieczyszczeń.

Przestrzenna mata antyerozyjna z włókien syntetycznych (stabilizowanych przeciwko UV), wytrzymałość na rozciąganie w kierunku wzdłużnym min. 10 kN/m i wydłużenie maksymalne 12 %.

Hydroobsiew polegający na pokryciu powierzchni obwałowania preparatem będącym mieszaniną wody, nasion roślin, włókien celulozowych, nawozów oraz substancji zabezpieczających przed erozją wodną, wietrzną i nadmiernym wysychaniem. Gatunki traw/roślin należy dostosować do rodzaju gleby i stopnia jej zawilgocenia. Zaleca się stosować mieszanki traw o drobnym, gęstym ukorzenieniu.

W okresach posusznych należy obsiane powierzchnie skarp nasypu należy systematycznie zraszać wodą.

7.13. Zabezpieczenie antyerozyjne – oblicowanie powierzchni skarp – wariant- geokompozyt przestrzenny na humusie

Geokompozyt przestrzenny należy układać na powierzchni skarpy zahumusowanej o grubości 10-15 cm i obsianej mieszanką traw motylkowych w ilości 30 g/m².

Zaleca się rozkładanie jednego pasma od korony wału w obie strony skarp (brak połączenia w koronie). Rozwinięte geokompozyty łączy się ze sobą na zakład (min 3 oczka geosiatki). Geokompozyt do podłoża należy mocować za pomocą wbijanych szpilek stalowych lub polimerowych lub drewnianych o długości 0,5 metra. Rozstaw szpil 1m x 1m .

Dolną krawędź geokompozytu należy umieścić w rowku kotwiącym o maksymalnej głębokości 0,2m. Geokompozyty należy instalować tak, aby przylegały całą powierzchnią do płaszczyzny skarpy. Nie dopuszcza się chodzenia bezpośrednio po wyrównanej powierzchni skarpy przed ułożeniem geokompozytów.

W przypadku łączenia geokompozytów w poziomie należy postępować zgodnie z zasadą „reguły dachówki”. Minimalny zakład wynosi 10 oczek siatki (ok. 40 cm). Dwa odcinaki należy połączyć zszywkami poprzez zagęszczenie szpilek w ilości min. 4 szpilek na 1 metr bieżący.

7.14. Zabezpieczenie antyerozyjne – oblicowanie powierzchni skarp – wariant geokompozyt z nasionami traw

Oblicowanie skarp należy wykonać w następującej kolejności:

- a. przygotowanie skarpy (wyrównanie, ewentualne lekkie zagęszczenie),
- b. rozłożenie warstwy humusu o grubości min 10 cm,
- c. ułożenie geokompozytów prostopadle do osi obwałowania (krawędzie sąsiednich mat powinny zachodzić na siebie 0,12m (3 oczka) i być szpilone co 1 m wzdłuż połączenia), połączenia podłużne należy wykonać przez założenie sąsiednich pasm maty na długości 0,5m i szpilenie zakładu w dwóch rzędach co 0,5 m,
- d. mocowanie geokompozytów do podłoża za pomocą stalowych szpilek o całkowitej długości 80 cm i $\Phi=8$ mm lub szpilek polimerowych o długości min. 50 cm co 1 m mijankowo wzdłuż krawędzi obwałowania,

Materiały do zabezpieczenia antyerozyjnego skarp obwałowania:

Humus powinien zawierać co najmniej 2% części organicznych, być wilgotny i pozbawiony kamieni większych od 3 cm oraz wolny od zanieczyszczeń.

Geokompozyt z nasionami traw, wytrzymałość na rozciąganie w obu kierunkach min. 20/20 kN/m i wydłużenie maksymalne 11 %.

W okresach suchych należy zabezpieczone powierzchnie skarp systematycznie zraszać wodą.

8. ODWODNIENIE

Wody opadowe z nawierzchni utwardzonych będą odprowadzane powierzchniowo poprzez spadki podłużne i poprzeczne w przyległy teren.

9. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE I ROBOTY ZIEMNE

Szczegółowe badania geotechniczne zwarto w opinii geotechnicznej – odrębne opracowanie.

Podłoże rodzime, poniżej warstwy gleby i nasypów, budują osady lodowcowe wykształcone jako piaski o różnym uziarnieniu. Podścielone warstwą glin.

Wg opinii geotechnicznej trzon podłoża stanowią piaski średnie, miejscami z piaskiem drobnym bądź ze żwirem i kamieniami, lokalnie piasek różnoziarnisty ze żwirem (Ps (Pd+Ps, Pd+Ps+ż, Ps+ż) MSa, Pd FSa, Pr+ż grFSa).

W otworze nr 1-1' (nasyp pod kontener -JOP), w stropie mogą być piaski deluwialne (pg dQ; barwa ciemnobrązowa) występujące na stokach wzniesień bądź wręcz nasypy. Wg informacji uzyskanych na miejscu w miejscu nasypu pod kontener JOP dawniej było wyrobisko, które później zasypało.

W otworach nr 1 – 3 i 5 piaski występują w całym ich profilach, tylko w otworze nr 4 opierają się od 2,5 m p.p.t. o pokład brązowych glin pylastych (G_{siCl}), których tam nie przewiercono.

W podłożu planowanej inwestycji wydzielono dwie warstwy geotechniczne zróżnicowanych pod względem litologii i parametrów geotechnicznych.

Głębokość przemarzania gruntów na badanym terenie wynosi 0,8 m p.p.t.

Wg „Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” – na opiniowanej działce występują „proste warunki gruntowe”. Grupa nośności podłoża gruntowego - G1.

Warstwę nasypu niekontrolowanego o grubości ok. 20-30 cm należy wybrać i wbudować warstwy konstrukcyjne zgodnie z projektem.

Nawiercony i ustabilizowany poziom wody gruntowej nawiercono w rejonie nasypu pod kontener (JOP) na głębokości ok. 8,20 m p.p.t. Warunki wodne należy określić jako korzystne.

Zagęszczenie koryta pod konstrukcję należy wykonać w taki sposób, aby w przypadku gruntu z domieszką gruzu lub dużego kruszywa kamiennego, przy badaniu płytą VSS o średnicy 30 cm $E_{II}/E_I < 2,2$, zaś w przypadku gruntu piaskowego $I_s=1,00$ (drogi dojazdowe, place) i $I_s \geq 0,98$ (utwardzenie pod słupki zasilające).

Ze względu na występowanie uzbrojenia podziemnego należy przed użyciem sprzętu mechanicznego dokonać przekopów próbnych w celu uniknięcia przypadkowych uszkodzeń. W razie potrzeby roboty należy wykonywać ręcznie. Roboty ziemne wykonać zgodnie z normą PN-S-02205. Drogi samochodowe, roboty ziemne.

W przypadku nadmiernego zawilgocenia gruntu zabronione jest chemiczne osuszanie poprzez stabilizację gruntów uplastycznionych wapnem. Może to spowodować skażenie wód gruntowych, jak również zmianę konsolidacji (konsystencji) gruntu, co może źle wpłynąć na równomierne osiadanie. Grunty uplastycznione należy wybrać.

W trakcie prowadzenia robót należy zwracać szczególną uwagę na zabezpieczenie zarówno terenu wydobycia gruntu jak i obszaru budowy nasypu przez nadmiernym nawilgoceniem w rezultacie opadów.

10. WYTYCZENIE PROJEKTU W TERENIE

Wytyczenie geometrii krawędzi należy przeprowadzić w układzie współrzędnych państwowym 2000, zgodnie z planem sytuacyjno-wysokościowym, z zachowaniem szczegółów konstrukcyjnych przedstawionych na rys. D/2.1 i D/2.2.

Punkty osnowy geodezyjnej znajdujące się w obrębie opracowania wymieniono na karcie rejestracyjnej mapy do celów projektowych. Wszystkie punkty osnowy geodezyjnej podlegają ochronie - art.48 ust.1 pkt.3 Prawa Geodezyjnego i Kartograficznego

11. WNIOSKI KOŃCOWE, BEZPIECZEŃSTWO PRACY I OCHRONA ZDROWIA PODCZAS REALIZACJI ROBÓT, INNE UWAGI.

Wszystkie materiały, które będą zastosowane w trakcie budowy muszą posiadać obowiązujące świadectwa do stosowania w budownictwie oraz zaświadczenie producenta potwierdzające zgodność z obowiązującymi Normami zharmonizowanymi z dyrektywami Unii Europejskiej.

- W trakcie realizacji robót należy przestrzegać aktualnie obowiązujących zasad bezpieczeństwa pracy w zakresie: BHP, P.POŻ, SANEPID.

-
- Roboty powinny być prowadzone zgodnie z zasadami sztuki budowlanej pod nadzorem uprawnionej osoby. Kierownik budowy winien posiadać wymagane kwalifikacje zawodowe oraz znać przepisy w ww. zakresie.
 - Kierownik budowy przed rozpoczęciem prac powinien sporządzić plan B.I.O.Z., przeszkolić pracowników w zakresie przepisów BHP, P.POŻ i SANEPID obowiązujących w budownictwie oraz sporządzić projekt organizacji placu budowy.

Zatrudnieni na budowie pracownicy winni:

- posiadać aktualne świadectwo zdrowia,
- być przeszkoleni w ww. zakresie,
- być wyposażeni w odpowiedni sprzęt i odzież ochronną,
- posiadać kwalifikacje do używania specjalistycznego sprzętu.
- prace budowlane należy prowadzić zgodnie z: decyzją o pozwoleniu na budowę, warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, prawem budowlanym, aktualnymi polskimi normami i przepisami dotyczącymi procesu budownictwa.

Prace prowadzić tak, aby nie zmniejszyć stateczności i nośności podłoża oraz nawierzchni drogi, nie naruszać urządzeń odwadniających i innych podziemnych urządzeń drogi oraz nie wpływać negatywnie na stan techniczny drogi i warunki jej użytkowania zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.

Opracował:
mgr inż. Dominik Liakos
ZAP/0114/POOD/07

II. ZAŁĄCZNIKI OBLICZENIOWE (STATECZNOŚĆ I OSIADANIE)

Analiza zboczy zbrojonych**Dane wejściowe****Projekt**

Data : 2025-03-13

Ustawienia

Polska - EN 1997

Materiały i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Konstrukcje oporowe

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Obliczenie parcia czynnego : Coulomb

Obliczenie parcia biernego : Caquot-Kerisel

Obliczenia wpływu obciążeń sejsmicznych : Mononobe-Okabe

Kształt klina odłamu : Obliczać ukośny

Mimośród dopuszczalny : 0,333

Stat. wewnętrzna : Standard - prosta powierzchnia poślizgu

Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
		Niekorzystne		Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Oddziaływania zmienne :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	0,00 [-]
Obciążenie hydrostatyczne :	$\gamma_w =$	1,35	[-]	

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
Wsp. częściowy do odporu gruntu (obróć) :		$\gamma_{Rv} =$	1,40	[-]
Wsp. częściowy do nośności poziomej :		$\gamma_{Rh} =$	1,10	[-]
Współczynnik redukcji odporu podłoża fundamentowego :		$\gamma_{Re} =$	1,40	[-]

Współczynniki częściowe do oddziaływań zmiennych				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
Wsp. wartości kombinacyjnej :		$\psi_0 =$	0,70	[-]
Wsp. wartości częstych :		$\psi_1 =$	0,50	[-]
Wsp. do wartości pseudo stałych :		$\psi_2 =$	0,30	[-]

Analiza stateczności

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Podejście obliczeniowe : 3 - redukcja oddziaływań (GEO, STR) i param. gruntowych

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)					
Trwała sytuacja obliczeniowa					
		Stan STR		Stan GEO	
		Niekorzystne	Korzystne	Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00	[-]
Oddziaływania zmienne :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	1,30	[-]
Obciążenie hydrostatyczne :	$\gamma_w =$			1,00	[-]

Współczynniki częściowe do parametrów gruntowych (M)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do kąta tarcia wewnętrznego :	$\gamma_\phi =$	1,25	[-]
Współczynnik częściowy do spójności efektywnej :	$\gamma_c =$	1,25	[-]
Wsp. częściowy do wytrż. na ścinanie bez odpływu :	$\gamma_{cu} =$	1,40	[-]

Geometria konstrukcji

Wysokość nasypu $h_n = 6,85$ m

Szerokość nasypu $l_n = 10,44$ m

Grubość obudowy $t_c = 0,15$ m

Materiał

Materiał obudowy

Ciężar objętościowy $\gamma = 23,00$ kN/m³

Wytrzymałość na ścinanie $R_s = 0,00$ kPa

Typy zbrojenia

Nr	Nazwa	Typ zbrojenia	Typ linii	Wytrzymałość zbrojenia		Współczynnik	
				T_{ult} [kN/m]	R_t [kN/m]	C_{ds} [-]	C_i [-]
1	Secugrid 60/60 Q6	Secugrid 60/60 Q6	~~~~~	60,00	27,43	0,60	0,70

Szczegóły zbrojenia

1. Secugrid 60/60 Q6

Krótkoterminowa wytrzym. charakt. $T_{ult} = 60,00$ kN/m

Długoterminowa wytrzymałość obliczeniowa $R_t = 27,43$ kN/m

Całkowity wsp. niepewności modelu $FS_{UNC} = 1,50$

Wyznaczone współczynniki redukcji

Żywotność : 120 lat

Pełzanie $RF_{CR} = 1,35$

Chemizm : pH 4.0-9.0

Wpływ war. chem/bio $RF_D = 1,00$

Rozmiar ziaren : $D_{90} \leq 35$ mm

Uszkodzenie zbrojenia przy instalacji $RF_{ID} = 1,08$

Zbrojenie

Nr	Liczba zbrojeń	Typ zbrojenia	Rozstaw zbrojeń h_r [m]	Wysokość pierwszego zbrojenia y [m]	Geometria zbrojeń
1	5	Secugrid 60/60 Q6	1,00	1,09	jednakowa długość zbrojeń
2	1	Secugrid 60/60 Q6	1,00	6,09	jednakowa długość zbrojeń

Szczegóły zbrojenia

Zbrojenie nr 1

Typ zbrojenia : Secugrid 60/60 Q6

Liczba zbrojeń 5

Geometria zbrojenia : jednakowa długość zbrojeń

Długość zbrojenia : 6,00 m

Nr	Początek l_1 [m]	Koniec l_2 [m]	Wysokość od podstawy y [m]	Długość l [m]
1	-8,78	-2,78	1,09	6,00
2	-7,25	-1,25	2,09	6,00
3	-5,73	0,27	3,09	6,00
4	-4,21	1,79	4,09	6,00
5	-2,68	3,32	5,09	6,00

Zbrojenie nr 2

Typ zbrojenia : Secugrid 60/60 Q6

Liczba zbrojeń 1

Geometria zbrojenia : jednakowa długość zbrojeń





Długość zbrojenia : 4,00 m



Nr	Początek l_1 [m]	Koniec l_2 [m]	Wysokość od podstawy y [m]	Długość l [m]
1	-1,16	2,84	6,09	4,00

Parametry gruntu**Nasyp**Ciężar objętościowy : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$ Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$ Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$ **Ia**Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 30,40^\circ$ Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$ Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$ **Ib**Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 32,40^\circ$ Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$ Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$ **Ib Id 0,5**Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 33,00^\circ$ Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$ Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$ **Profil geologiczny i przyporządkowane grunty****Informacja o lokalizacji**

Rzędna terenu = 136,06 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	6,90	0,00 .. 6,90	136,06 .. 129,16	Nasyp	
2	2,40	6,90 .. 9,30	129,16 .. 126,76	Ia	
3	3,90	9,30 .. 13,20	126,76 .. 122,86	Ia	
4	1,00	13,20 .. 14,20	122,86 .. 121,86	Ib	

5	3,00	14,20 .. 17,20	121,86 .. 118,86	lb Id 0,5	
6	-	17,20 ..	118,86 .. -	lb Id 0,5	

Kształt terenu

Teren za konstrukcją jest płaski.

Wpływ wody

Nie uwzględniono zwierciadła wody gruntowej.

Zdefiniowane obciążenie powierzchniowe

Nr	Obciążenie		Oddziaływ.	Wart.1 [kN/m ²]	Wart.2 [kN/m ²]	Wsp.X x [m]	Długość l [m]	Głębokość z [m]
	nowe	zmiana						
1	Tak		zmiennie	25,00		1,00	6,00	na powierzchni

Nr	Nazwa
1	Pojazdy

Odpór na licu konstrukcji

Nie uwzględniono odporu na licu konstrukcji.

Ustawienia obliczeń fazy

Redukcja kąta tarcia grunt/grunt : nie redukuj

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Analiza Nr 1

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-grunt zbrojony	0,00	-3,25	736,05	7,83	1,000	1,000	1,350
Parcie czynne	14,50	-3,62	0,82	33,20	1,350	1,350	1,350
Pojazdy	15,31	-5,20	3,72	14,83	1,500	1,500	1,500
Pojazdy	0,00	-6,85	57,94	12,60	0,000	0,000	1,500

Sprawdzenie całej ściany

Sprawdzenie na obrót

Moment utrzymujący M_{res} = 4200,93 kNm/m

Moment obracający M_{ovr} = 190,47 kNm/m

Obrót - ściana SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie na przesuw

Siła pozioma utrzymująca H_{res} = 455,44 kN/m

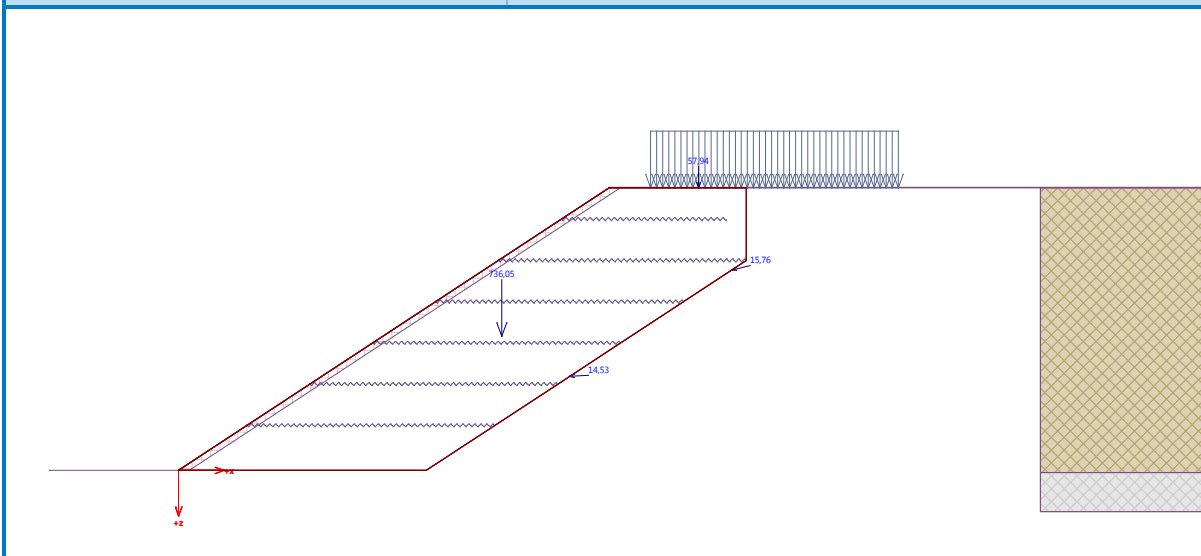
Siła pozioma przesuwająca H_{act} = 42,55 kN/m

Przesuw - ściana SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie ogólne - ŚCIANA SPEŁNIA WYMAGANIA

Nazwa : Analiza

Faza - obliczenia : 1 - 1



Ostrzeżenie - przekroczony został zakres danych wejściowych przy obliczeniach parcia!
Obliczenia przeprowadzono z uwzględnieniem zmienionego nachylenia konstrukcji α .

Nośność gruntu

Siły oddziałujące w środku podstawy fundamentu

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]	Mimośród [-]	Napężenie [kPa]
1	-5540,67	1087,26	42,55	0,000	181,21
2	-3462,64	742,73	42,55	0,000	123,79

Siły charakterystyczne oddziałujące w środku podstawy fundamentu (wyznaczanie osiadań)

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]
1	-4046,38	798,53	29,81
2	-3490,22	740,59	29,81

Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego pod fundamentem

Kształt naprężeń pod fundamentem : trapez

Sprawdzenie mimośrodu

Max. mimośród siły normalnej $e = 0,000$

Maksymalny dozwolony mimośród $e_{alw} = 0,333$

Mimośród siły normalnej SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie nośności podstawy fundamentu

Nośność gruntu pod fundamentem $R = 350,00 \text{ kPa}$

Współczynnik redukcji oporu podłoża fundamentowego $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napężenie w poziomie posadowienia $\sigma = 181,21 \text{ kPa}$

Nośność obliczeniowa podłoża gruntowego $R_d = 250,00 \text{ kPa}$

Nośność gruntu pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie ogólne - nośność podłoża gruntowego pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie poślizgu po zbrojeniu Nr 1

Wyznaczone siły oddziałujące na konstrukcję (sprawdzenie najbardziej wyciężonego zbrojenia)

Nazwa	F_{hor} [kN/m]	Miej.Przyłoż. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Miej.Przyłoż. x [m]	Obliczeniowe współczynnik
Parcie czynne	0,90	-0,25	0,36	4,05	1,350
Pojazdy	4,28	-0,36	1,73	4,08	1,500
Ciężar-grunt zbrojony	0,00	-0,36	50,48	2,31	1,000
Pojazdy	0,00	-0,76	50,08	3,16	0,000

Sprawdzenie na poślizgu po zbrojeniu o maksymalnym wykorzystaniu (Zbroj. nr: 6)

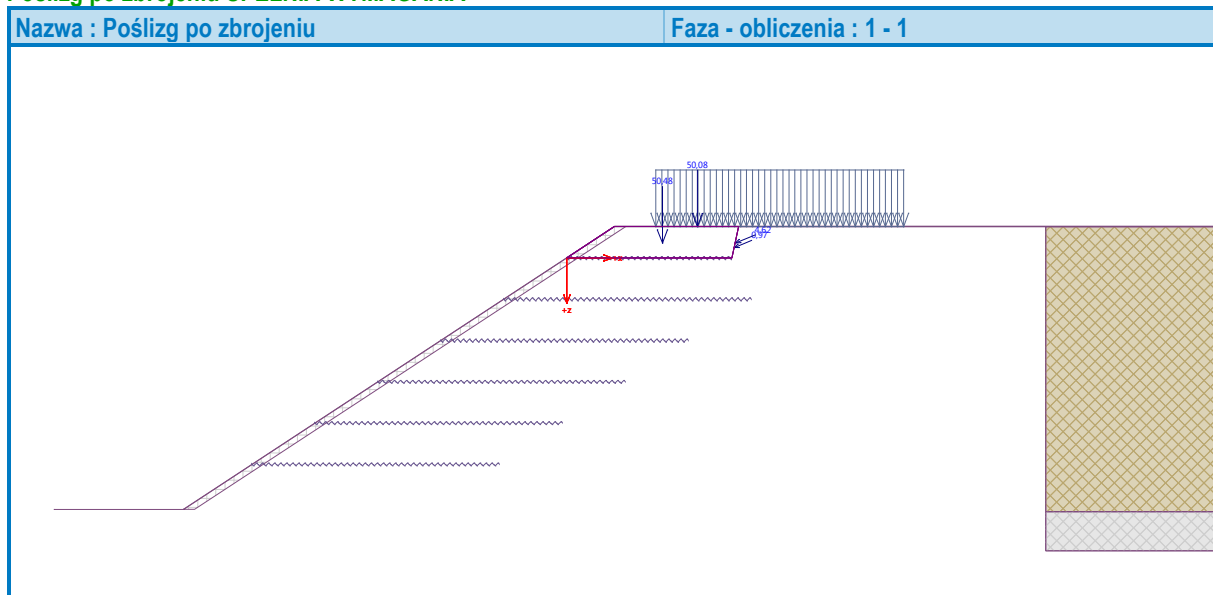
Nachylenie powierzchni poślizgu = 78,00 °
 Całkowita siła normalna przypadająca na zbrojenie = 53,57 kN/m
 Współczynnik redukcji poślizgu po zbrojeniu = 0,60
 Wytrzymałość wzdłuż zbrojenia = 21,68 kN/m
 Wytrzymałość ściany = 0,00 kN/m
 Całkowita nośność zbrojeń = 0,00 kN/m

Sprawdzenie konstrukcji na przesunięcie :

Siła pozioma utrzymująca H_{res} = 19,71 kN/m

Poz. siła przesuwająca H_{act} = 7,63 kN/m

Poślizg po zbrojeniu SPEŁNIA WYMAGANIA



Analiza stateczności wewnętrznej Nr 1

Wyznaczone siły i nośności zbrojeń

Nr	Nazwa	F_x [kN/m]	Głębokość z[m]	R_t [kN/m]	Wykorzyst. [%]	T_p [kN/m]	Wykorzyst. [%]
1	Secugrid 60/60 Q6	-5,31	5,78	27,43	19,35	623,81	0,85
2	Secugrid 60/60 Q6	-4,29	4,78	27,43	15,62	515,88	0,83
3	Secugrid 60/60 Q6	-3,97	3,78	27,43	14,45	407,96	0,97
4	Secugrid 60/60 Q6	-3,64	2,78	27,43	13,28	300,03	1,21
5	Secugrid 60/60 Q6	-3,32	1,78	27,43	12,11	192,11	1,73
6	Secugrid 60/60 Q6	-1,96	0,78	27,43	7,14	56,19	3,49

Sprawdzenie na zerwanie (zbrojenie nr1)

Nośność na zerwanie R_t = 27,43 kN/m

Siła w zbrojeniu F_x = 5,31 kN/m

Zbrojenie na zerwanie SPEŁNIA WYMAGANIA

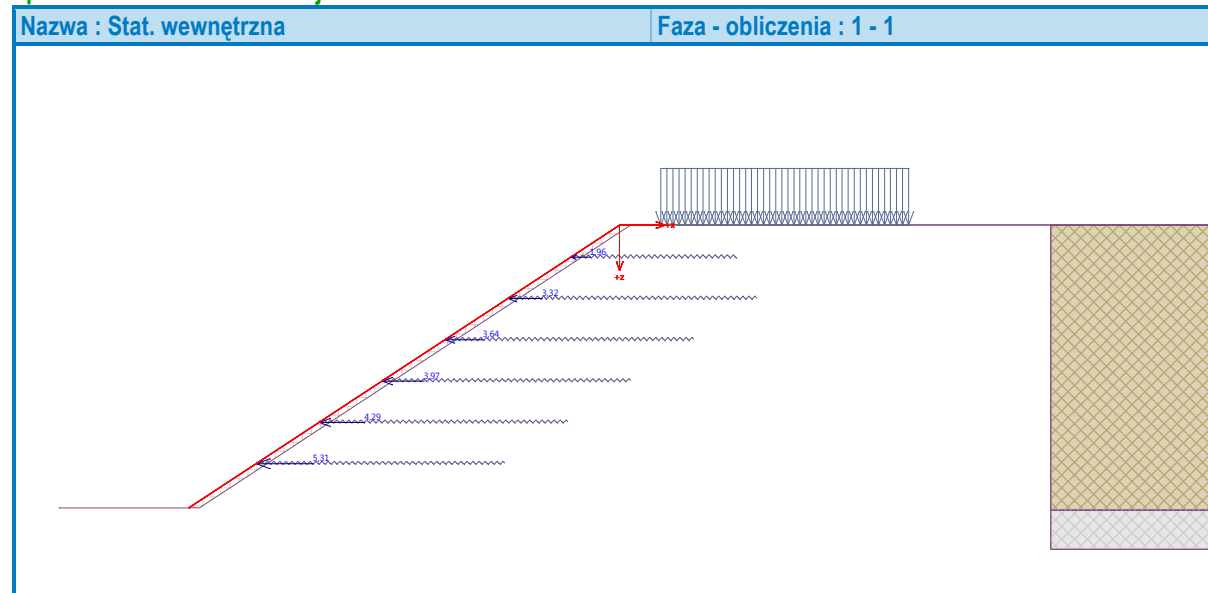
Sprawdzenie na wyciąganie (zbrojenie nr6)

Nośność na wyciąganie $T_p = 56,19 \text{ kN/m}$

Siła w zbrojeniu $F_x = 1,96 \text{ kN/m}$

Zbrojenie na wyciąganie SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie całkowite - zbrojenie SPEŁNIA WYMAGANIA



Analiza stateczności globalnej Nr 1

Parametry powierzchni poślizgu

(powierzchnia poślizgu po optymalizacji)

Srodek $S = (-9,46; -10,67) \text{ m}$

Promień $r = 17,83 \text{ m}$

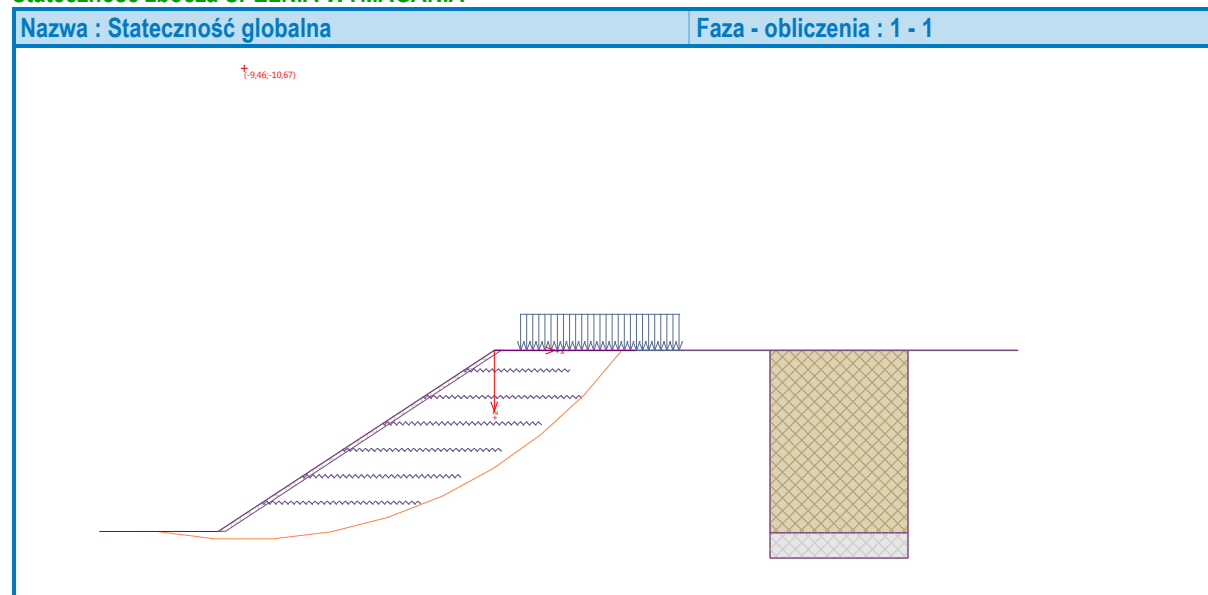
Kąt $\alpha_1 = -10,70^\circ$

$\alpha_2 = 53,24^\circ$

Sprawdzenie stateczności zbocza (Bishop)

Wykorzystanie = 88,59 %

Stateczność zbocza SPEŁNIA WYMAGANIA



Analiza zboczy zbrojonych**Dane wejściowe****Projekt**

Data : 2025-03-13

Ustawienia

Polska - EN 1997

Materiały i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Konstrukcje oporowe

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Obliczenie parcia czynnego : Coulomb

Obliczenie parcia biernego : Caquot-Kerisel

Obliczenia wpływu obciążeń sejsmicznych : Mononobe-Okabe

Kształt klina odłamu : Obliczać ukośny

Mimośród dopuszczalny : 0,333

Stat. wewnętrzna : Standard - prosta powierzchnia poślizgu

Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
		Niekorzystne		Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Oddziaływania zmienne :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	0,00 [-]
Obciążenie hydrostatyczne :	$\gamma_w =$	1,35	[-]	

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
Wsp. częściowy do odporu gruntu (obróć) :		$\gamma_{Rv} =$	1,40	[-]
Wsp. częściowy do nośności poziomej :		$\gamma_{Rh} =$	1,10	[-]
Współczynnik redukcji odporu podłoża fundamentowego :		$\gamma_{Re} =$	1,40	[-]

Współczynniki częściowe do oddziaływań zmiennych				
Trwała sytuacja obliczeniowa				
Wsp. wartości kombinacyjnej :		$\psi_0 =$	0,70	[-]
Wsp. wartości częstych :		$\psi_1 =$	0,50	[-]
Wsp. do wartości pseudo stałych :		$\psi_2 =$	0,30	[-]

Analiza stateczności

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Podejście obliczeniowe : 3 - redukcja oddziaływań (GEO, STR) i param. gruntowych

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)					
Trwała sytuacja obliczeniowa					
		Stan STR		Stan GEO	
		Niekorzystne	Korzystne	Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00	[-]
Oddziaływania zmienne :	$\gamma_Q =$	1,50	[-]	1,30	[-]
Obciążenie hydrostatyczne :	$\gamma_w =$			1,00	[-]

Współczynniki częściowe do parametrów gruntowych (M)							
Trwała sytuacja obliczeniowa							
Wsp. częściowy do kąta tarcia wewnętrznego :				γ_{φ}	=	1,25	[-]
Współczynnik częściowy do spójności efektywnej :				γ_c	=	1,25	[-]
Wsp. częściowy do wytrż. na ścinanie bez odpływu :				γ_{cu}	=	1,40	[-]

Geometria konstrukcji

Wysokość nasypu h_1 = 6,81 m
 h_2 = 6,75 m
Szerokość nasypu l_1 = 10,44 m
 l_2 = 8,00 m
 l_3 = 10,02 m
Grubość obudowy t_c = 0,15 m

Materiał

Materiał obudowy
Ciężar objętościowy γ = 23,00 kN/m³
Wytrzymałość na ścinanie R_s = 0,00 kPa

Typy zbrojenia

Nr	Nazwa	Typ zbrojenia	Typ linii	Wytrzymałość zbrojenia		Współczynnik	
				T_{ult} [kN/m]	R_t [kN/m]	C_{ds} [-]	C_i [-]
1	Secugrid 60/60 Q6	Secugrid 60/60 Q6	~~~~~	60,00	27,43	0,60	0,70

Szczegóły zbrojenia

1. Secugrid 60/60 Q6
Krótkoterminowa wytrzym. charakt. T_{ult} = 60,00 kN/m
Długoterminowa wytrzymałość obliczeniowa R_t = 27,43 kN/m
Całkowity wsp. niepewności modelu FS_{UNC} = 1,50

Wyznaczone współczynniki redukcji
Żywotność : 120 lat
Pełzanie RF_{CR} = 1,35
Chemizm : pH 4.0-9.0
Wpływ war. chem/bio RF_D = 1,00
Rozmiar ziaren : $D_{90} \leq 35$ mm
Uszkodzenie zbrojenia przy instalacji RF_{ID} = 1,08

Zbrojenie

Nr	Liczba zbrojeń	Typ zbrojenia	Rozstaw zbrojeń h_r [m]	Wysokość pierwszego zbrojenia y [m]	Geometria zbrojeń
1	5	Secugrid 60/60 Q6	1,00	1,09	jednakowa długość zbrojeń
2	1	Secugrid 60/60 Q6	1,00	6,09	jednakowa długość zbrojeń
3	5	Secugrid 60/60 Q6	1,00	0,99	jednakowa długość zbrojeń

Szczegóły zbrojenia

Zbrojenie nr 1
Typ zbrojenia : Secugrid 60/60 Q6
Liczba zbrojeń 5
Geometria zbrojenia : jednakowa długość zbrojeń
Długość zbrojenia : 6,00 m

Nr	Początek l_1 [m]	Koniec l_2 [m]	Wysokość od podstawy y [m]	Długość l [m]
1	-8,77	-2,77	1,09	6,00
2	-7,24	-1,24	2,09	6,00
3	-5,70	0,30	3,09	6,00

4	-4,17	1,83	4,09	6,00
5	-2,64	3,36	5,09	6,00

Zbrojenie nr 2

Typ zbrojenia : Secugrid 60/60 Q6

Liczba zbrojeń 1

Geometria zbrojenia : jednakowa długość zbrojeń

Długość zbrojenia : 4,00 m

Nr	Początek $l_1[m]$	Koniec $l_2[m]$	Wysokość od podstawy $y[m]$	Długość $l[m]$
1	-1,10	2,90	6,09	4,00

Zbrojenie nr 3

Typ zbrojenia : Secugrid 60/60 Q6

Liczba zbrojeń 5

Geometria zbrojenia : jednakowa długość zbrojeń

Długość zbrojenia : 6,00 m

Nr	Początek $l_1[m]$	Koniec $l_2[m]$	Wysokość od podstawy $y[m]$	Długość $l[m]$
1	16,64	10,64	0,99	-6,00
2	15,16	9,16	1,99	-6,00
3	13,67	7,67	2,99	-6,00
4	12,19	6,19	3,99	-6,00
5	10,70	4,70	4,99	-6,00

Parametry gruntu

Nasyp

Ciężar objętościowy : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Ia

Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 30,40^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Ib

Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 32,40^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Ib Id 0,5

Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 33,00^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Kąt tarcia konstrukcja-grunt : $\delta = 0,00^\circ$







Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Informacja o lokalizacji

Rzędna terenu = 136,06 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Mięszość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	6,90	0,00 .. 6,90	136,06 .. 129,16	Nasyp	
2	2,40	6,90 .. 9,30	129,16 .. 126,76	Ia	
3	3,90	9,30 .. 13,20	126,76 .. 122,86	Ia	
4	1,00	13,20 .. 14,20	122,86 .. 121,86	Ib	
5	3,00	14,20 .. 17,20	121,86 .. 118,86	Ib Id 0,5	
6	-	17,20 ..	118,86 .. -	Ib Id 0,5	

Wpływ wody

Nie uwzględniono zwierciadła wody gruntowej.

Zdefiniowane obciążenie powierzchniowe

Nr	Obciążenia		Oddziaływ.	Wart.1 [kN/m ²]	Wart.2 [kN/m ²]	Wsp.X x [m]	Dług. l [m]
	nowe	Edycja					
1	Tak		zmienne	25,00		11,44	6,00

Nr	Nazwa
1	Pojazdy

Odpór na licu konstrukcji

Nie uwzględniono odporu na licu konstrukcji.

Ustawienia obliczeń fazy

Redukcja kąta tarcia grunt/grunt : nie redukuj

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Analiza stateczności globalnej Nr 1 (Faza budowy 1)

Parametry powierzchni poślizgu

(powierzchnia poślizgu po optymalizacji)

Srodek S = (-9,63;-11,06) m

Promień r = 18,22 m

Kąt α_1 = -11,25 °

α_2 = 52,63 °

Sprawdzenie stateczności zbocza (Bishop)

Wykorzystanie = 87,98 %

Stateczność zbocza SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza stateczności zbocza

Dane wejściowe

Projekt

Ustawienia

Polska - EN 1997

Analiza stateczności

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

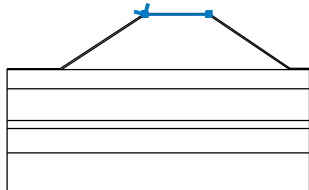
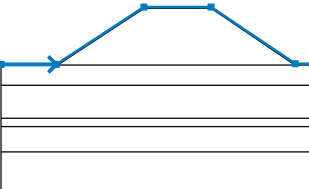
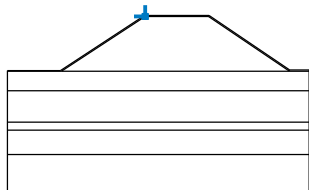
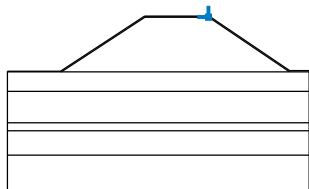
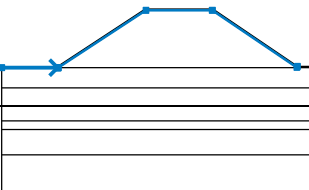
Obliczenia wpływu obciążeń sejsmicznych : Standard

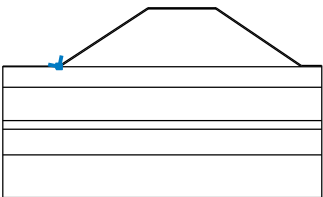
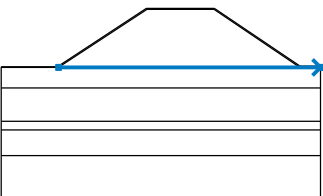
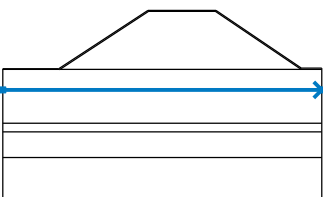
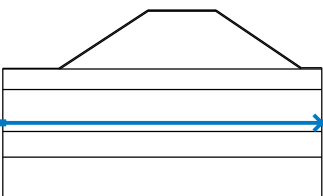
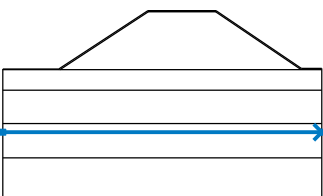
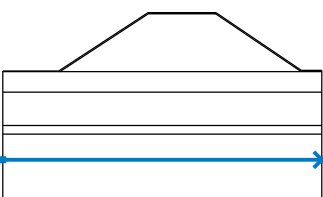
Podejście obliczeniowe : 3 - redukcja oddziaływań (GEO, STR) i param. gruntowych

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)					
Trwała sytuacja obliczeniowa					
		Stan STR		Stan GEO	
		Niekorzystne	Korzystne	Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Oddziaływania zmienne :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Obciążenie hydrostatyczne :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	




Współczynniki częściowe do parametrów gruntowych (M)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do kąta tarcia wewnętrznego :	$\gamma_\varphi =$	1,25 [-]	
Współczynnik częściowy do spójności efektywnej :	$\gamma_c =$	1,25 [-]	
Wsp. częściowy do wytrż. na ścinanie bez odpływu :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]	


Warstwa

Nr	Lokalizacja warstwy	Współrzędne punktów warstwy [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	136,06	0,07	135,94	7,92	135,94
		8,00	136,06				
2		-17,02	129,25	-10,44	129,25	0,00	136,06
		8,00	136,06	18,02	129,31	20,43	129,31
3		0,07	135,94	0,08	135,93		
4		7,92	135,94	7,93	135,93		
5		-17,02	129,16	-10,38	129,16	-10,36	129,12
		-10,30	129,16	0,08	135,93	7,93	135,93
		17,94	129,19	18,02	129,31		





6		-10,44	129,25	-10,38	129,16
7		-10,30	129,16	20,43	129,16
8		-17,02	126,76	20,43	126,76
9		-17,02	122,86	20,43	122,86
10		-17,02	121,86	20,43	121,86
11		-17,02	118,86	20,43	118,86

Parametry gruntów - naprężenia efektywne

Nr	Nazwa	Szrafura	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	Nasyp		34,00	0,00	19,00
2	Ia		30,40	0,00	17,50
3	Ib		32,40	0,00	18,50

4	Ib Id 0,5		33,00	0,00	18,50
---	-----------	---	-------	------	-------

Parametry gruntów - wypór

Nr	Nazwa	Szrafura	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Nasyp		19,50		
2	Ia		18,50		
3	Ib		19,00		
4	Ib Id 0,5		19,00		

Parametry gruntu

Nasyp

Ciężar objętościowy : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Stan naprężeń : efektywne

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Ia

Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$

Stan naprężeń : efektywne

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 30,40^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Ib

Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Stan naprężeń : efektywne

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 32,40^\circ$

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Ib Id 0,5

Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$

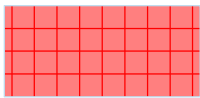

Stan naprężeń : efektywne

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 33,00^\circ$

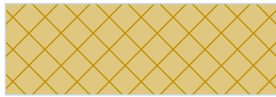
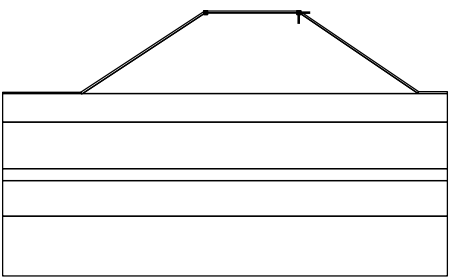

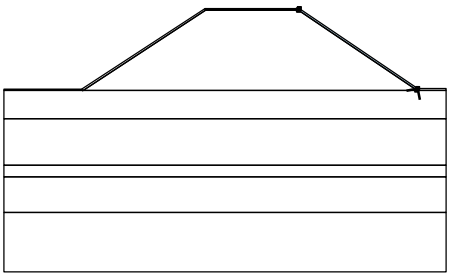

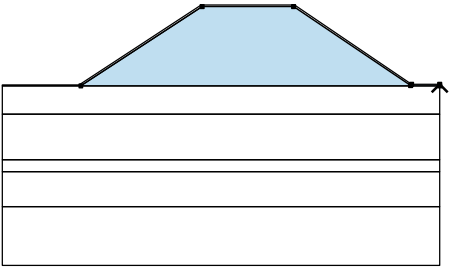

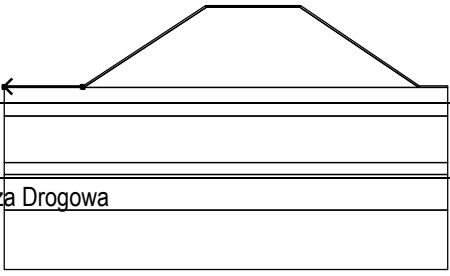

Spójność gruntu : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

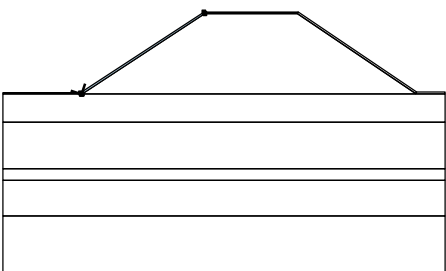
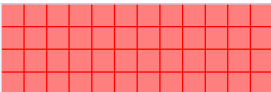
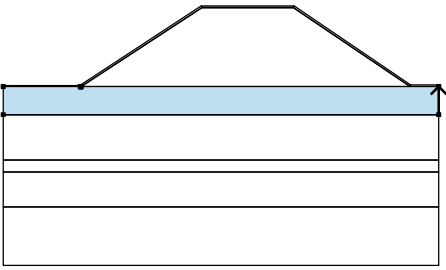

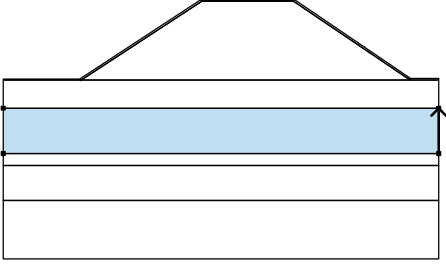

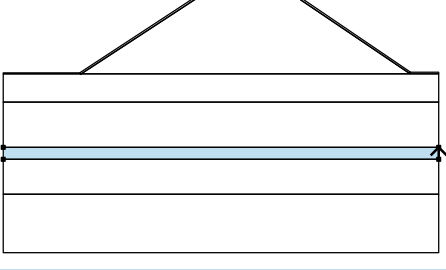

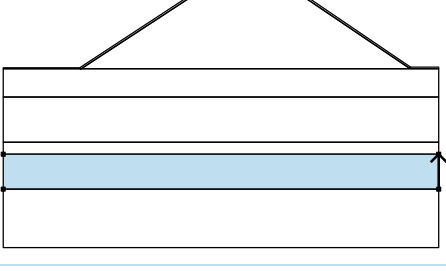



Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Elementy sztywne

Nr	Nazwa	Szrafura	γ [kN/m ³]
1	Obudowa		23,00
2	Materiał obudowy		23,00

Przyporządkowanie i powierzchnie

Nr	Lokalizacja powierzchni	Współrzędne punktów powierzchni [m]				Przyporządkowany grunt
		x	z	x	z	
1		0,00	136,06	0,07	135,94	Nasyp 
		7,92	135,94	8,00	136,06	
2		7,93	135,93	7,92	135,94	Nasyp 
		0,07	135,94	0,08	135,93	
3		17,94	129,19	18,02	129,31	Obudowa 
		8,00	136,06	7,92	135,94	
		7,93	135,93			
4		20,43	129,16	20,43	129,31	Nasyp 
		18,02	129,31	17,94	129,19	
		7,93	135,93	0,08	135,93	
		-10,30	129,16			
5		-10,44	129,25	-17,02	129,25	Nasyp 
		-17,02	129,16	-10,38	129,16	

6		<table> <tr><td>-10,38</td><td>129,16</td><td>-10,36</td><td>129,12</td></tr> <tr><td>-10,30</td><td>129,16</td><td>0,08</td><td>135,93</td></tr> <tr><td>0,07</td><td>135,94</td><td>0,00</td><td>136,06</td></tr> <tr><td>-10,44</td><td>129,25</td><td></td><td></td></tr> </table>	-10,38	129,16	-10,36	129,12	-10,30	129,16	0,08	135,93	0,07	135,94	0,00	136,06	-10,44	129,25			Obudowa 
-10,38	129,16	-10,36	129,12																
-10,30	129,16	0,08	135,93																
0,07	135,94	0,00	136,06																
-10,44	129,25																		
7		<table> <tr><td>20,43</td><td>126,76</td><td>20,43</td><td>129,16</td></tr> <tr><td>-10,30</td><td>129,16</td><td>-10,36</td><td>129,12</td></tr> <tr><td>-10,38</td><td>129,16</td><td>-17,02</td><td>129,16</td></tr> <tr><td>-17,02</td><td>126,76</td><td></td><td></td></tr> </table>	20,43	126,76	20,43	129,16	-10,30	129,16	-10,36	129,12	-10,38	129,16	-17,02	129,16	-17,02	126,76			la 
20,43	126,76	20,43	129,16																
-10,30	129,16	-10,36	129,12																
-10,38	129,16	-17,02	129,16																
-17,02	126,76																		
8		<table> <tr><td>20,43</td><td>122,86</td><td>20,43</td><td>126,76</td></tr> <tr><td>-17,02</td><td>126,76</td><td>-17,02</td><td>122,86</td></tr> </table>	20,43	122,86	20,43	126,76	-17,02	126,76	-17,02	122,86	la 								
20,43	122,86	20,43	126,76																
-17,02	126,76	-17,02	122,86																
9		<table> <tr><td>20,43</td><td>121,86</td><td>20,43</td><td>122,86</td></tr> <tr><td>-17,02</td><td>122,86</td><td>-17,02</td><td>121,86</td></tr> </table>	20,43	121,86	20,43	122,86	-17,02	122,86	-17,02	121,86	lb 								
20,43	121,86	20,43	122,86																
-17,02	122,86	-17,02	121,86																
10		<table> <tr><td>20,43</td><td>118,86</td><td>20,43</td><td>121,86</td></tr> <tr><td>-17,02</td><td>121,86</td><td>-17,02</td><td>118,86</td></tr> </table>	20,43	118,86	20,43	121,86	-17,02	121,86	-17,02	118,86	lb Id 0,5 								
20,43	118,86	20,43	121,86																
-17,02	121,86	-17,02	118,86																
11		<table> <tr><td>-17,02</td><td>118,86</td><td>-17,02</td><td>113,86</td></tr> <tr><td>20,43</td><td>113,86</td><td>20,43</td><td>118,86</td></tr> </table>	-17,02	118,86	-17,02	113,86	20,43	113,86	20,43	118,86	lb Id 0,5 								
-17,02	118,86	-17,02	113,86																
20,43	113,86	20,43	118,86																

Zbrojenie

Nr	Punkt z lewej		Punkt z prawej		Długość	Wytrzymałość	Nośn. na wyciąganie	Koniec zbroj.
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	L [m]	R _t [kN/m]		
1	10,70	134,24	4,70	134,24	6,00	27,43	T _p = 32,65 kN/m ²	Utwierdz.
2	12,19	133,24	6,19	133,24	6,00	27,43	T _p = 50,60 kN/m ²	Utwierdz.
3	13,67	132,24	7,67	132,24	6,00	27,43	T _p = 68,54 kN/m ²	Utwierdz.
4	15,16	131,24	9,16	131,24	6,00	27,43	T _p = 86,48 kN/m ²	Utwierdz.
5	16,64	130,24	10,64	130,24	6,00	27,43	T _p = 104,42 kN/m ²	Utwierdz.
6	-1,10	135,34	2,90	135,34	4,00	27,43	T _p = 12,92 kN/m ²	Utwierdz.
7	-2,64	134,34	3,36	134,34	6,00	27,43	T _p = 30,86 kN/m ²	Utwierdz.
8	-4,17	133,34	1,83	133,34	6,00	27,43	T _p = 48,80 kN/m ²	Utwierdz.
9	-5,70	132,34	0,30	132,34	6,00	27,43	T _p = 66,74 kN/m ²	Utwierdz.
10	-7,24	131,34	-1,24	131,34	6,00	27,43	T _p = 84,69 kN/m ²	Utwierdz.
11	-8,77	130,34	-2,77	130,34	6,00	27,43	T _p = 102,63 kN/m ²	Utwierdz.

Obciążenie

Nr	Rodzaj	Oddziaływanie	Lokalizacja	Początek	Długość	Szerokość	Nachylenie	Wielkość		
			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	α [°]	q, q ₁ , f, F, x	q ₂ , z	jednostka
1	pasmowe	zmienne	na powierzchni	x = 1,00	l = 6,00		0,00	25,00		kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	Pojazdy

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Spękanie tensyjne

Spękanie tensyjne nie zostało zdefiniowane.

Sejsmika

Nie uwzględniono obciążeń sejsmicznych.

Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Wyniki (Faza budowy 1)

Obliczenie 1

Kołowa powierzchnia poślizgu

Parametry powierzchni poślizgu					
Środek :	x =	-9,44 [m]	Kąty :	α_1 =	-12,36 [°]
	z =	146,52 [m]		α_2 =	53,73 [°]
Promień :	R =	17,68 [m]			
Powierzchnia poślizgu po wyznaczeniu siatki powierzchni poślizgu.					

Nośność zbrojeń

Zbrojenie	Nośność [kN/m]
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	0,00
5	0,00
6	0,00
7	0,03
8	0,00
9	0,00
10	0,00
11	0,00

Analiza stateczności zbocza (Bishop)

Suma sił aktywnych : $F_a = 428,60$ kN/m

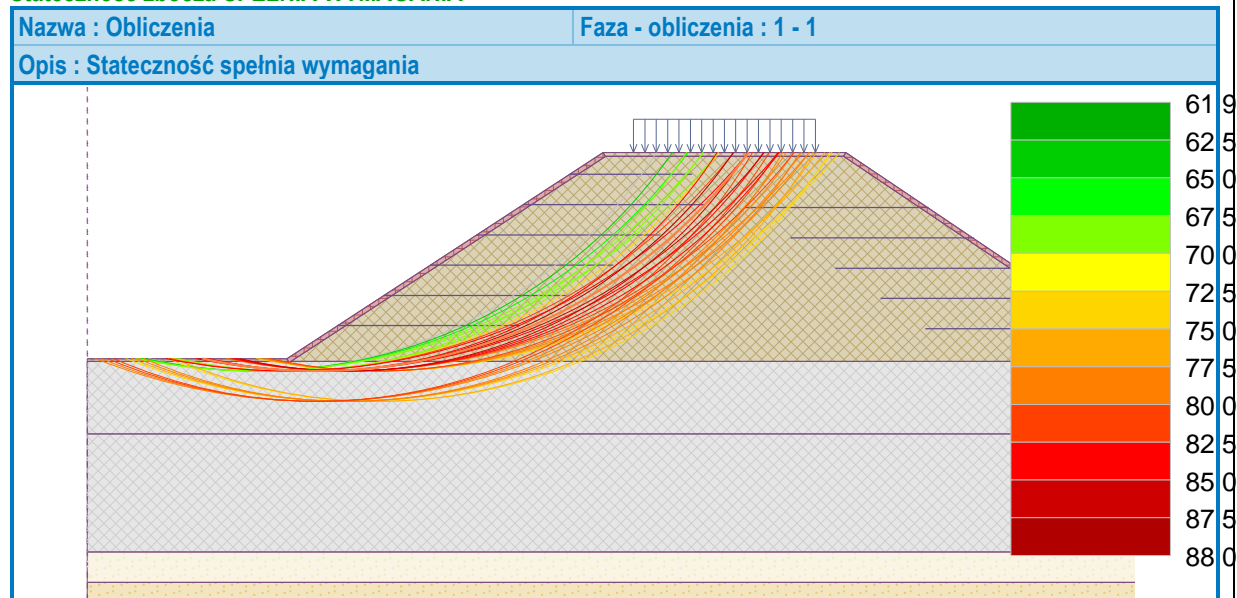
Suma sił biernych : $F_p = 486,97$ kN/m

Moment przesuwający : $M_a = 7577,57$ kNm/m

Moment utrzymujący : $M_p = 8609,69$ kNm/m

Wykorzystanie : 88,0 %

Stateczność zbocza SPEŁNIA WYMAGANIA



Dane wejściowe (Faza budowy 2)




Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Informacja o lokalizacji

Rzędna terenu = 136,06 m

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Rzędna n.p.m. [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	6,90	0,00 .. 6,90	136,06 .. 129,16	Nasyp	
2	2,40	6,90 .. 9,30	129,16 .. 126,76	Ia	
3	3,90	9,30 .. 13,20	126,76 .. 122,86	Ia	

4	1,00	13,20 .. 14,20	122,86 .. 121,86	lb	
5	3,00	14,20 .. 17,20	121,86 .. 118,86	lb ld 0,5	
6	-	17,20 ..	118,86 .. -	lb ld 0,5	

Wpływ wody

Nie uwzględniono zwierciadła wody gruntowej.

Zdefiniowane obciążenie powierzchniowe

Nr	Obciążenia		Oddziaływ.	Wart.1 [kN/m ²]	Wart.2 [kN/m ²]	Wsp.X x [m]	Dług. l [m]
	nowe	Edycja					
1	Nie	Nie	zmiennie	25,00		11,44	6,00

Nr	Nazwa
1	Pojazdy

Odpór na licu konstrukcji

Nie uwzględniono odporu na licu konstrukcji.

Ustawienia obliczeń fazy

Redukcja kąta tarcia grunt/grunt : nie redukuj

Sytuacja obliczeniowa : trwała



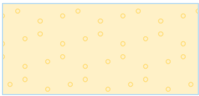

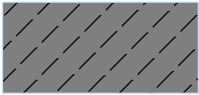
Obliczenia z zastosowaniem metody elementów skończonych**Topologia****Projekt**

Zadanie : Nadarzyn obliczenia osiadania Metodą Elementów skończonych
 Zamawiający : BPD Dominik Liakos
 Data : 2025-03-13

Globalne ustawienia obliczeń

Geometria zadania : Płaski stan odkształcenia
 Metoda obliczeń : Naprężenie
 Tunele : nie
 Umożliwaj definiowanie wody za pomocą analizy przepływu ustalonego : nie
 Umożliwaj analizę dynamiczną sejsmiki : nie
 Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)
 Obliczenie naprężenia geostatycznego (1. faza) : Naprężenie geostatyczne
 Zaawansowane parametry generowania siatki : nie
 Zaawansowane parametry gruntów : nie
 Zaawansowane modele gruntów : nie
 Wyniki szczegółowe : nie

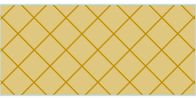




Parametry gruntów - dane podstawowe

Nr	Nazwa	Szrafura	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [-]
1	Nasyp		19,00	60,00	0,30
2	Ia		17,50	46,00	0,30
3	Ib		18,50	66,00	0,30
4	Ib Id 0,5		18,50	79,00	0,33
5	Humus		16,50	15,00	0,27

Parametry gruntów - dane na podstawie modelu

Nr	Model materiałowy	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	ψ [°]
1	Mohr-Coulomb Modyfikowany	1,00	34,00	0,00
2	Mohr-Coulomb Modyfikowany	1,00	30,40	0,00
3	Mohr-Coulomb Modyfikowany	1,00	32,40	0,00
4	Mohr-Coulomb Modyfikowany	1,00	33,00	0,00
5	Mohr-Coulomb Modyfikowany	25,00	25,00	0,00

Parametry gruntów - wypór

Nr	Nazwa	Szrafura	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Nasyp		19,50		
2	Ia		18,50		
3	Ib		19,00		
4	Ib Id 0,5		19,00		
5	Humus		18,00		

Parametry gruntu

Nasyp

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
 Ciężar objętościowy : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$
 Moduł sprężystości : $E = 60,00 \text{ MPa}$
 Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{ur} = 80,00 \text{ MPa}$
 Kąt tarcia wewnętrznego : $\phi_{ef} = 34,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Kąt dyatacji : $\psi = 0,00^\circ$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Ia

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
 Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$
 Moduł sprężystości : $E = 46,00 \text{ MPa}$
 Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{ur} = 60,00 \text{ MPa}$
 Kąt tarcia wewnętrznego : $\phi_{ef} = 30,40^\circ$
 Spójność gruntu : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Kąt dyatacji : $\psi = 0,00^\circ$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Ib

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
 Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$
 Moduł sprężystości : $E = 66,00 \text{ MPa}$
 Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{ur} = 80,00 \text{ MPa}$
 Kąt tarcia wewnętrznego : $\phi_{ef} = 32,40^\circ$
 Spójność gruntu : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Kąt dyatacji : $\psi = 0,00^\circ$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

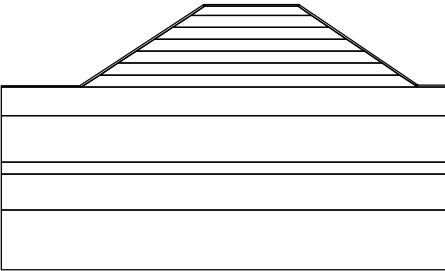
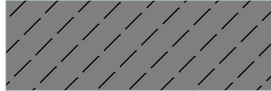
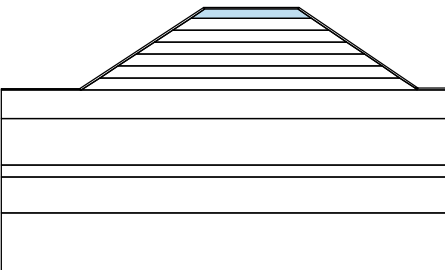

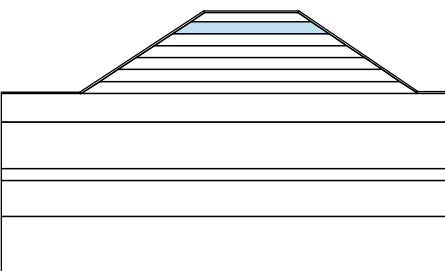

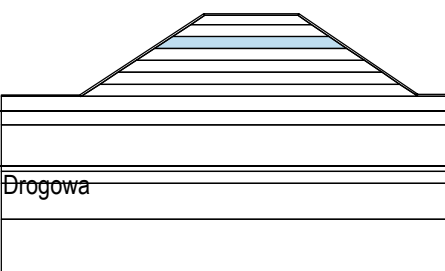

Ib Id 0,5

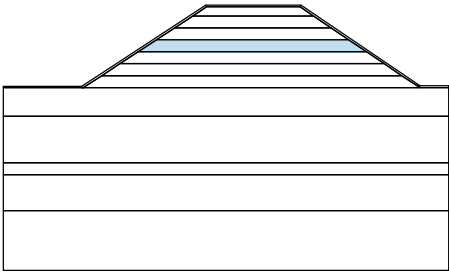

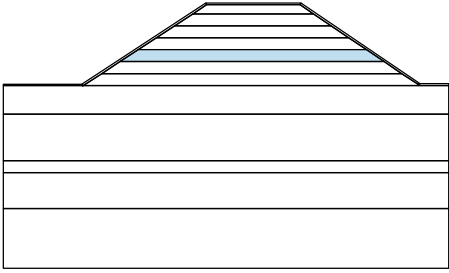

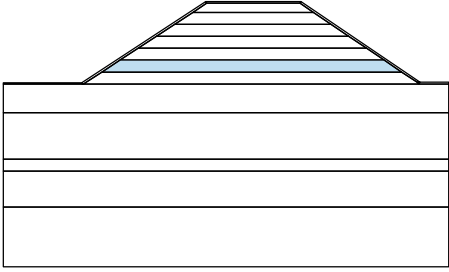

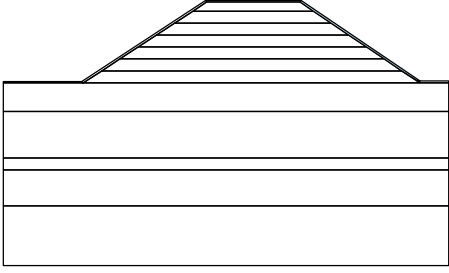
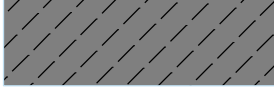
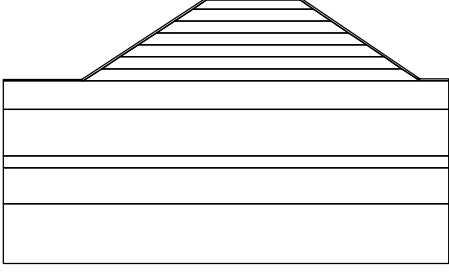

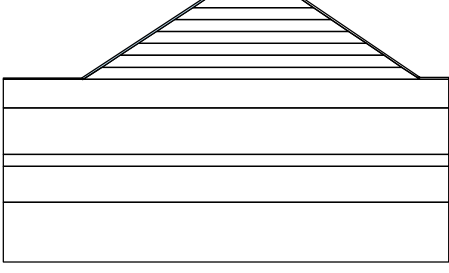


Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
 Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,33$
 Moduł sprężystości : $E = 79,00 \text{ MPa}$
 Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{ur} = 90,00 \text{ MPa}$
 Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 33,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Kąt dylatacji : $\psi = 0,00^\circ$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$


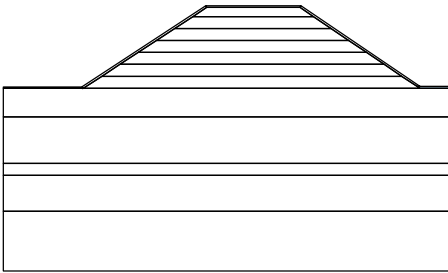

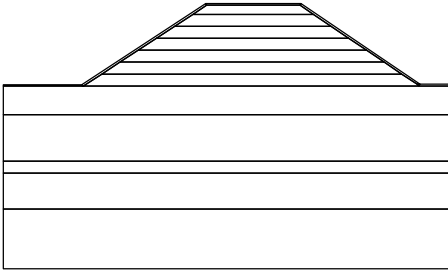
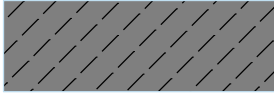
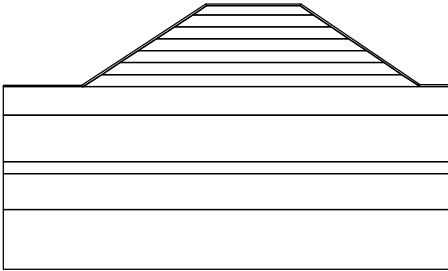

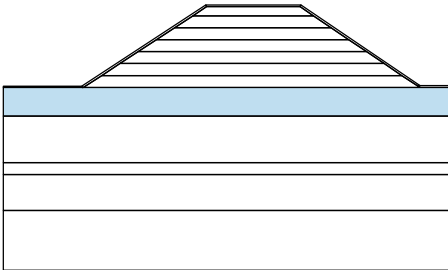

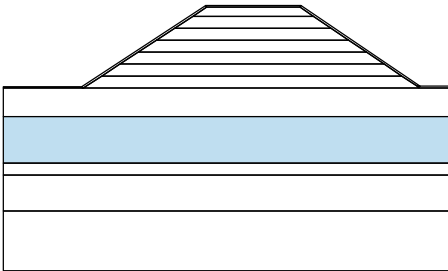

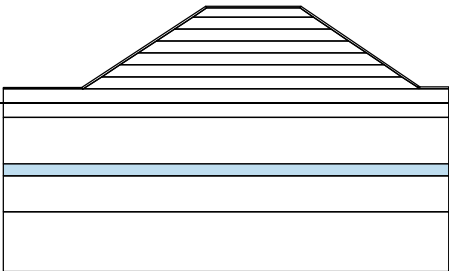

Humus

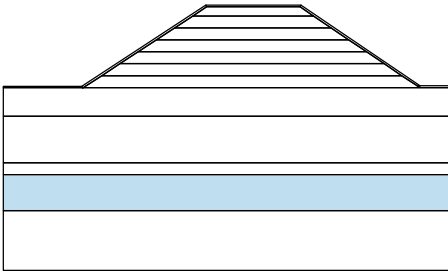

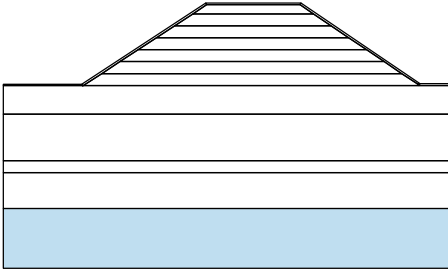

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany
 Ciężar objętościowy : $\gamma = 16,50 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,27$
 Moduł sprężystości : $E = 15,00 \text{ MPa}$
 Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{ur} = 20,00 \text{ MPa}$
 Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} = 25,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Kąt dylatacji : $\psi = 0,00^\circ$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Przyporządkowanie i powierzchnie

Nr	Lokalizacja powierzchni	Przyporządkowany grunt
1		Humus 
2		Nasyp 
3		Nasyp 
4		Nasyp 

5		Nasyp	
6		Nasyp	
7		Nasyp	
8		Humus	
9		Nasyp	
10		Humus	
11		Nasyp	

		
12		Nasyp 
13		Humus 
14		Ia 
15		Ia 
16		Ib 
17		Ib 

18		Ib Id 0,5 
19		Ib Id 0,5 

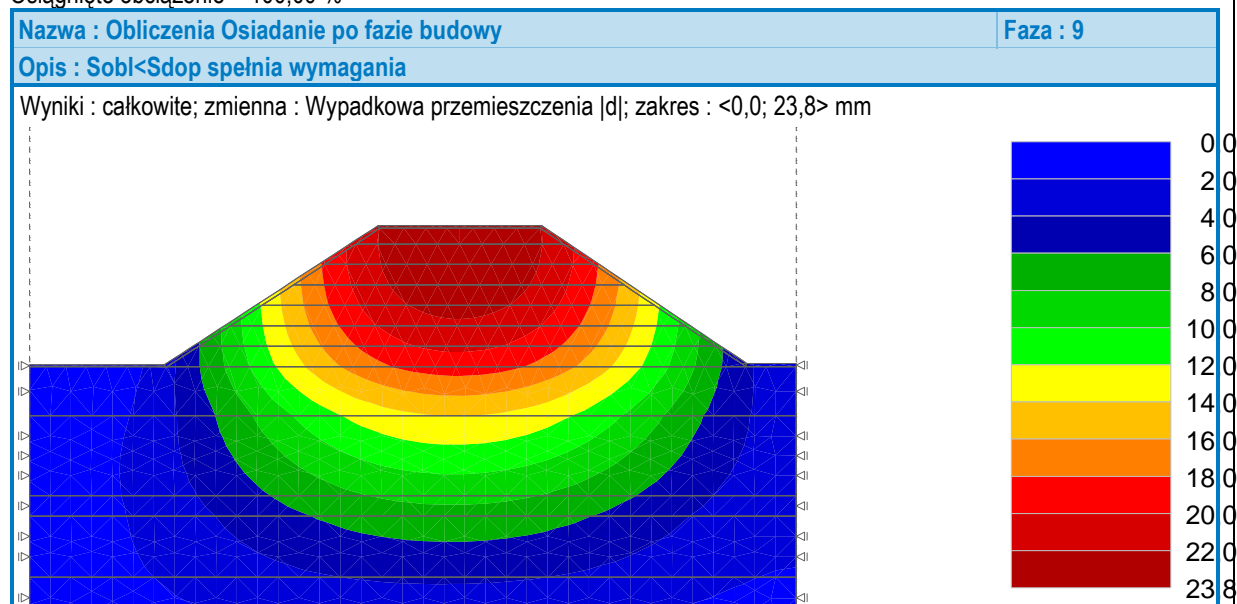
Dane wejściowe (Faza budowy 9)

Wyniki (Faza budowy 9)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %



Dane wejściowe (Faza budowy 10)

Podparcia liniowe

Nr	Podparcie liniowe		Lokalizacja	Podparcie	
	nowe	zmienione		W kierunku X	W kierunku Z
A1	Tak		Linia siatki nr 54	utwierdzone	swobodne
A2	Tak		Linia siatki nr 52	utwierdzone	swobodne
A3	Tak		Linia siatki nr 49	utwierdzone	swobodne

A4	Tak		Linia siatki nr 46	utwierdzone	swobodne
A5	Tak		Linia siatki nr 43	utwierdzone	swobodne
A6	Tak		Linia siatki nr 38	utwierdzone	swobodne
A7	Tak		Linia siatki nr 56	utwierdzone	swobodne
A8	Tak		Linia siatki nr 51	utwierdzone	swobodne
A9	Tak		Linia siatki nr 48	utwierdzone	swobodne
A10	Tak		Linia siatki nr 45	utwierdzone	swobodne
A11	Tak		Linia siatki nr 42	utwierdzone	swobodne
A12	Tak		Linia siatki nr 34	utwierdzone	swobodne
A13	Tak		Linia siatki nr 55	utwierdzone	utwierdzone
A1 do A13 - automatycznie generowane warunki brzegowe.					

Obciążenie

Nr	Obciążenie		Rodzaj	Lokalizacja / Punkt 1	Początek / Punkt 1	Długość / Punkt 2	Szerokość / Punkt 2	Nachylenie α [°]	Wielkość	
	nowe	zmiana		z [m] / x ₁ [m]	x [m] / z ₁ [m]	l [m] / x ₂ [m]	b [m] / z ₂ [m]		q, q ₁ , f, F	q ₂ jednostka
1	Tak		pasmowe	na powierzchni	x = 1,00	l = 6,00		0,00	25,00	kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	Ruch pojazdów

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Naprężenie

Metoda : Newton - Raphson
 Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
 Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
 Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
 Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
 Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
 Tolerancja błędu energii : 0,0100
 Uwzględniaj granice materiałowe : nie

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
 Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00
 Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2
 Min. liczba relaksacji dla jednego kroku oblicz. : 1

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj
 Line search limit - minimum : 0,100
 Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 10)

Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

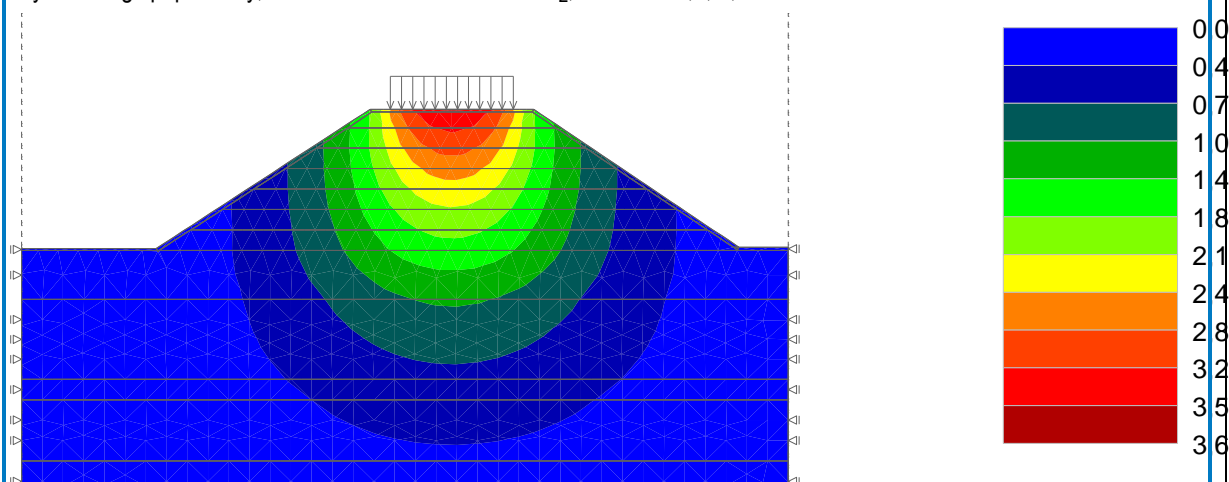
Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Nazwa : Obliczenia

Faza : 10

Opis : Osiadanie korpusu od fazy eksploatacji s<s^{dop}

Wyniki : wzgl. popr. fazy; zmienna : Przemieszczenie d_z; zakres : <0,0; 3,6> mm



Ekstrema

Przemieszczenia (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Przemieszczenia x [mm]	0,00	0,00	-3,2	8,00	0,00	4,1
Przemieszczenia z [mm]	8,00	0,00	0,0	4,01	0,00	27,2

Napężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Napężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	0,00	0,00	-4,66	4,24	-22,20	374,09
Napężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	0,00	0,00	-4,66	4,24	-22,20	374,09
Napężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	0,00	0,00	-3,01	4,24	-22,20	184,14
Napężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	0,00	0,00	-3,01	4,24	-22,20	184,14
Napężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	14,36	-9,30	-23,42	-5,89	-9,30	23,05

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E_d [%]	19,54	-6,75	0,00	4,24	-22,20	0,37
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, \text{pl}}$ [%]	1,27	-0,13	0,00	-10,30	-6,90	0,08

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	-17,02	-6,81	0,21	17,94	-6,87	99,68

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	

Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	0,08	-0,13	0,00
--	------	-------	------

Stateczność zbocza

Obliczenia z zastosowaniem metody elementów skończonych

Topologia

Projekt

Globalne ustawienia obliczeń

Geometria zadania :	Płaski stan odkształcenia
Metoda obliczeń :	Stateczność zbocza
Umożliwiają definiowanie wody za pomocą analizy przepływu ustalonego :	nie
Konstrukcje betonowe :	EN 1992-1-1 (EC2)
Zaawansowane parametry generowania siatki :	nie
Zaawansowane parametry gruntów :	nie
Zaawansowane modele gruntów :	nie
Wyniki szczegółowe :	nie

Dane wejściowe (Faza budowy 1)

Podparcia liniowe

Nr	Lokalizacja	Podparcie	
		W kierunku X	W kierunku Z
1	Linia siatki nr 54	utwierdzone	swobodne
2	Linia siatki nr 52	utwierdzone	swobodne
3	Linia siatki nr 49	utwierdzone	swobodne
4	Linia siatki nr 46	utwierdzone	swobodne
5	Linia siatki nr 43	utwierdzone	swobodne
6	Linia siatki nr 38	utwierdzone	swobodne
7	Linia siatki nr 56	utwierdzone	swobodne
8	Linia siatki nr 51	utwierdzone	swobodne
9	Linia siatki nr 48	utwierdzone	swobodne
10	Linia siatki nr 45	utwierdzone	swobodne
11	Linia siatki nr 42	utwierdzone	swobodne
12	Linia siatki nr 34	utwierdzone	swobodne
13	Linia siatki nr 55	utwierdzone	utwierdzone

Obciążenie

Nr	Rodzaj	Lokalizacja / Punkt 1	Początek / Punkt 1	Długość / Punkt 2	Szerokość / Punkt 2	Nachylenie α [°]	Wielkość		
		z [m] / x_1 [m]	x [m] / z_1 [m]	l [m] / x_2 [m]	b [m] / z_2 [m]		q, q_1 , f, F	q_2	jednostka
1	pasmowe	na powierzchni	x = 1,00	l = 6,00		0,00	25,00		kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	Ruch pojazdów

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Stateczność zbocza

Metoda : Newton - Raphson
Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
Redukcja parametrów gruntu : redukcja c, fi
Początkowy krok redukcyjny : 0,90
Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
Tolerancja błędu energii : 0,0100
Uwzględniaj granice materiałowe : tak

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00
Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2
Faktor relaksacyjny kroku redukcji : 2
Maksymalna liczba relaksacji kroku redukcji : 3
Minimalny krok redukcji : 0,99

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 1)

Wsp. częściowy do kąta tarcia wewnętrznego : $\gamma_{M,\varphi} = 1,25$

Współczynnik częściowy do spójności efektywnej : $\gamma_{M,c} = 1,25$

Obliczenia stateczności zbocza zostały zakończone prawidłowo.

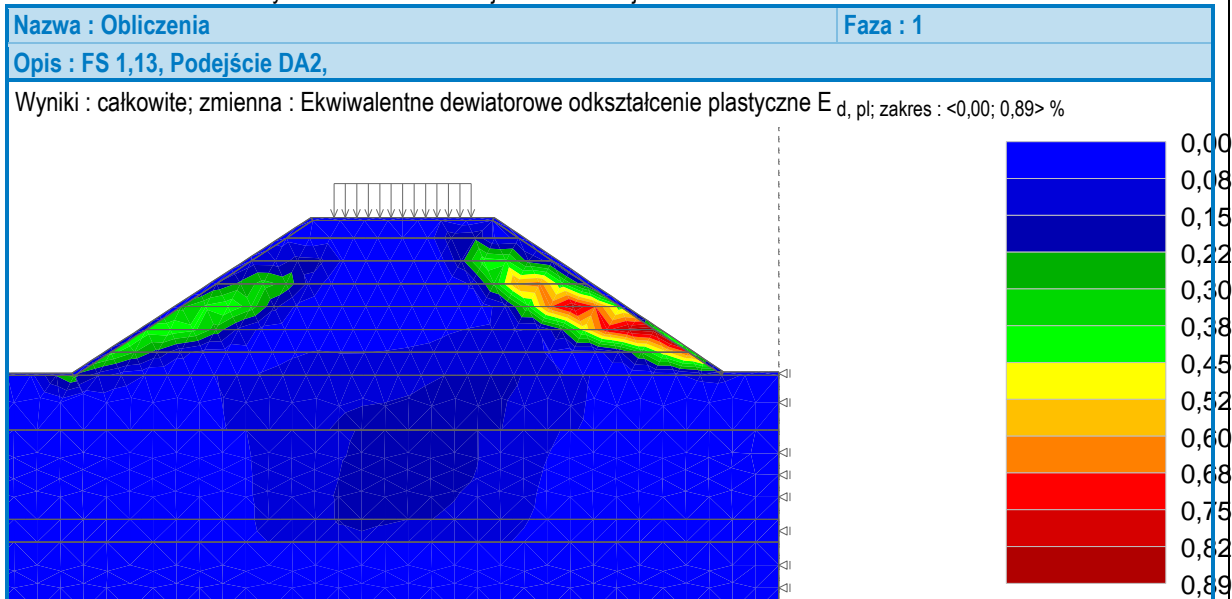
Ustawienia obliczeń : domyślne

Współczynnik bezpieczeństwa FS = 1,13

Parametry gruntów w ostatniej ukończonej iteracji		
Obszar numer	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1	17,77	17,77
2	17,77	17,77
3	17,77	17,77
4	24,17	0,71
5	24,17	0,71
6	24,17	0,71
7	24,17	0,71
8	24,17	0,71
9	24,17	0,71
10	24,17	0,71
11	17,77	17,77
12	17,77	17,77
13	17,77	17,77
14	21,61	0,71
15	21,61	0,71
16	23,04	0,71
17	23,04	0,71

18	23,46	0,71
19	23,46	0,71

Przekroczona została maksymalna liczba relaksacji kroku redukcji.



Ekstrema

Naprężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Żadne wartości nie zostały obliczone						

Odkształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, pl}$ [%]	0,08	-0,13	0,00	15,00	-4,90	0,89

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Żadne wartości nie zostały obliczone			

Dane wejściowe (Faza budowy 11)

Podparcia liniowe

Nr	Podparcie liniowe		Lokalizacja	Podparcie	
	nowe	zmienione		W kierunku X	W kierunku Z
A1	Tak		Linia siatki nr 54	utwierdzone	swobodne
A2	Tak		Linia siatki nr 52	utwierdzone	swobodne
A3	Tak		Linia siatki nr 49	utwierdzone	swobodne
A4	Tak		Linia siatki nr 46	utwierdzone	swobodne
A5	Tak		Linia siatki nr 43	utwierdzone	swobodne
A6	Tak		Linia siatki nr 38	utwierdzone	swobodne
A7	Tak		Linia siatki nr 56	utwierdzone	swobodne

A8	Tak		Linia siatki nr 51	utwierdzone	swobodne
A9	Tak		Linia siatki nr 48	utwierdzone	swobodne
A10	Tak		Linia siatki nr 45	utwierdzone	swobodne
A11	Tak		Linia siatki nr 42	utwierdzone	swobodne
A12	Tak		Linia siatki nr 34	utwierdzone	swobodne
A13	Tak		Linia siatki nr 55	utwierdzone	utwierdzone
A1 do A13 - automatycznie generowane warunki brzegowe.					

Zbrojenie

Nr	Zbrojenie	Punkt z lewej		Punkt z prawej		Długość L [m]	Sztywność E _h [kN/m]	Wytrzymałość R _t [kN/m]	Uwzgl. w ściskaniu
	nowe	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]				
1	Tak	-1,38	-0,90	2,62	-0,90	4,00	6000,00	60,00	Nie
2	Tak	-2,91	-1,90	3,09	-1,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
3	Tak	-4,45	-2,90	1,55	-2,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
4	Tak	-5,98	-3,90	0,02	-3,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
5	Tak	-7,51	-4,90	-1,51	-4,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
6	Tak	-9,04	-5,90	-3,04	-5,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
7	Tak	5,34	-0,90	9,34	-0,90	4,00	6000,00	60,00	Nie
8	Tak	4,82	-1,90	10,82	-1,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
9	Tak	6,30	-2,90	12,30	-2,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
10	Tak	7,79	-3,90	13,79	-3,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
11	Tak	9,27	-4,90	15,27	-4,90	6,00	6000,00	60,00	Nie
12	Tak	10,76	-5,90	16,76	-5,90	6,00	6000,00	60,00	Nie

Obciążenie

Nr	Obciążenie		Rodzaj	Lokalizacja / Punkt 1	Początek / Punkt 1	Długość / Punkt 2	Szerokość / Punkt 2	Nachylenie α [°]	Wielkość	
	nowe	zmiana		z [m] / x ₁ [m]	x [m] / z ₁ [m]	l [m] / x ₂ [m]	b [m] / z ₂ [m]		q, q ₁ , f, F	q ₂ jednostka
1	Nie	Nie	pasmowe	na powierzchni	x = 1,00	l = 6,00		0,00	25,00	kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	Ruch pojazdów

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Naprężenie

Metoda : Newton - Raphson
 Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
 Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
 Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
 Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
 Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
 Tolerancja błędu energii : 0,0100
 Uwzględniaj granice materiałowe : nie

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
 Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00

Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2

Min. liczba relaksacji dla jednego kroku oblicz. : 1

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj

Line search limit - minimum : 0,100

Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 11)**Obliczenia naprężeń zostały zakończone prawidłowo.**

Ustawienia obliczeń : domyślne

Osiągnięte obciążenie = 100,00 %

Ekstrema**Przemieszczenia (ekstrema)**

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Przemieszczenia x [mm]	0,00	0,00	-3,2	8,00	0,00	4,1
Przemieszczenia z [mm]	8,00	0,00	0,0	4,01	0,00	27,2

Naprężenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Naprężenie całkowite $\sigma_{z, \text{tot}}$ [kPa]	0,00	0,00	-4,66	4,24	-22,20	374,09
Naprężenie efektywne $\sigma_{z, \text{eff}}$ [kPa]	0,00	0,00	-4,66	4,24	-22,20	374,09
Naprężenie całkowite $\sigma_{x, \text{tot}}$ [kPa]	0,00	0,00	-3,01	4,24	-22,20	184,14
Naprężenie efektywne $\sigma_{x, \text{eff}}$ [kPa]	0,00	0,00	-3,01	4,24	-22,20	184,14
Naprężenie ścinające τ_{xz} [kPa]	14,36	-9,30	-23,42	-5,89	-9,30	23,05

Odształcenie (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Ekwiwalentne odkształcenie dewiatorowe E_d [%]	19,54	-6,75	0,00	4,24	-22,20	0,37
Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, \text{pl}}$ [%]	1,27	-0,13	0,00	-10,30	-6,90	0,08

Stopień mobilizacji (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Min	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Zmobilizowana wytrzymałość [%]	-17,02	-6,81	0,21	17,94	-6,87	99,68

Ciśnienia porowe (ekstrema)

Wielkość	Lokalizacja		Max
	x [m]	z [m]	
Całkowite ciśnienie porowe u_{tot} [kPa]	0,08	-0,13	0,00

Stateczność zbocza**Obliczenia z zastosowaniem metody elementów skończonych**

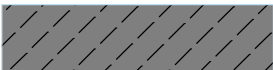
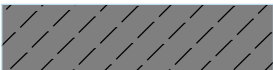
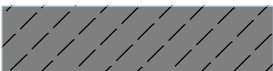






Topologia

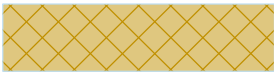
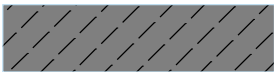
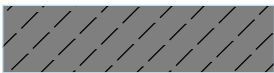







Globalne ustawienia obliczeń

Geometria zadania :	Płaski stan odkształcenia
Metoda obliczeń :	Stateczność zbocza
Umożliwiają definiowanie wody za pomocą analizy przepływu ustalonego :	nie
Konstrukcje betonowe :	EN 1992-1-1 (EC2)
Zaawansowane parametry generowania siatki :	nie
Zaawansowane parametry gruntów :	nie
Zaawansowane modele gruntów :	nie
Wyniki szczegółowe :	nie

Dane wejściowe (Faza budowy 1)

Przyporządkowanie i aktywacja

Nr	Aktywny / nieaktywny	Przyporządkowany grunt
1	Aktywny	Humus
		
2	Aktywny	Humus
		
3	Aktywny	Humus
		
4	Aktywny	Nasyp
		
5	Aktywny	Nasyp
		
6	Aktywny	Nasyp
		
7	Aktywny	Nasyp
		
8	Aktywny	Nasyp
		
9	Aktywny	Nasyp
		
10	Aktywny	Nasyp

			
11	Aktywny	Humus	
12	Aktywny	Humus	
13	Aktywny	Humus	
14	Aktywny	la	
15	Aktywny	la	
16	Aktywny	lb	
17	Aktywny	lb	
18	Aktywny	lb Id 0,5	
19	Aktywny	lb Id 0,5	

Zbrojenie

Nr	Punkt z lewej		Punkt z prawej		Długość	Sztywność	Wytrzymałość	Uwzgl.
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	L [m]	E _h [kN/m]	R _t [kN/m]	w ściskaniu
1	-1,38	-0,90	2,62	-0,90	4,00	6000,00	nieskończona	Nie
2	-2,91	-1,90	3,09	-1,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
3	-4,45	-2,90	1,55	-2,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
4	-5,98	-3,90	0,02	-3,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
5	-7,51	-4,90	-1,51	-4,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
6	-9,04	-5,90	-3,04	-5,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
7	5,34	-0,90	9,34	-0,90	4,00	6000,00	nieskończona	Nie
8	4,82	-1,90	10,82	-1,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
9	6,30	-2,90	12,30	-2,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
10	7,79	-3,90	13,79	-3,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
11	9,27	-4,90	15,27	-4,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie
12	10,76	-5,90	16,76	-5,90	6,00	6000,00	nieskończona	Nie

Obciążenie

Nr	Rodzaj	Lokalizacja / Punkt 1	Początek / Punkt 1	Długość / Punkt 2	Szerokość / Punkt 2	Nachylenie	Wielkość		
		z [m] / x ₁ [m]	x [m] / z ₁ [m]	l [m] / x ₂ [m]	b [m] / z ₂ [m]	α [°]	q, q ₁ , f, F	q ₂	jednostka
1	pasmowe	na powierzchni	x = 1,00	l = 6,00		0,00	25,00		kN/m ²

Nazwy obciążeń

Nr	Nazwa
1	Ruch pojazdów

Woda

Rodzaj wody : Brak wody

Ustawienia obliczeń

Stateczność zbocza

Metoda : Newton - Raphson
Zmiana macierzy sztywn. : po każdej iteracji
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku oblicz. : 100
Początkowy krok obliczeniowy : 0,25
Redukcja parametrów gruntu : redukcja c, fi
Początkowy krok redukcyjny : 0,90
Tolerancja błędu przemieszczenia : 0,0100
Tolerancja błędu niezrównoważonych sił : 0,0100
Tolerancja błędu energii : 0,0100
Uwzględniaj granice materiałowe : tak

Plastyczność

Tolerancja błędu powrotu do pow. plast. : 0,00100
Maks. liczba iteracji dla jednego kroku plast. : 20

Newton - Raphson

Stopień relaksacji kroku obliczeniowego : 2,00
Maksymalna liczba relaksacji kroku obliczeniowego : 2
Faktor relaksacyjny kroku redukcji : 2
Maksymalna liczba relaksacji kroku redukcji : 3
Minimalny krok redukcji : 0,99

Line search

Metoda obliczeń : nie iteruj
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maksimum : 1,000

Wyniki (Faza budowy 1)

Wsp. częściowy do kąta tarcia wewnętrznego : $\gamma_{M,\varphi} = 1,25$

Współczynnik częściowy do spójności efektywnej : $\gamma_{M,c} = 1,25$

Obliczenia stateczności zbocza zostały zakończone prawidłowo.

Ustawienia obliczeń : domyślne

Współczynnik bezpieczeństwa FS = 1,30

Parametry gruntów w ostatniej ukończonej iteracji		
Obszar numer	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]
1	15,39	15,39
2	15,39	15,39
3	15,39	15,39

4	20,93	0,62
5	20,93	0,62
6	20,93	0,62
7	20,93	0,62
8	20,93	0,62
9	20,93	0,62
10	20,93	0,62
11	15,39	15,39
12	15,39	15,39
13	15,39	15,39
14	18,71	0,62
15	18,71	0,62
16	19,95	0,62
17	19,95	0,62
18	20,31	0,62
19	20,31	0,62

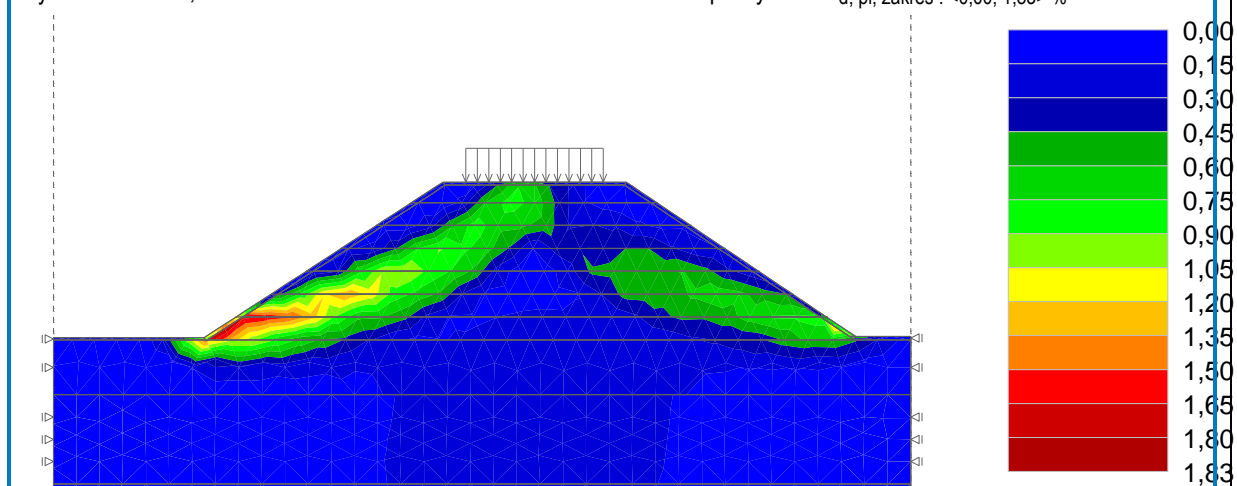
Przekroczona została maksymalna liczba relaksacji kroku redukcji.

Nazwa : Obliczenia

Faza : 1

Opis : FS 1,30 podejście DA2, spełnia wymagania

Wyniki : całkowite; zmienna : Ekwiwalentne dewiatorowe odkształcenie plastyczne $E_{d, pl}$; zakres : <0,00; 1,83> %



III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA