



Расчёт откоса креплённого нагелями

Исходные данные

Проект

Дата : 28.10.2015

Настройка

(задано для текущей задачи)

Материалы и стандарты

Бетонные конструкции : EN 1992-1-1 (EC2)

Коэффициенты EN 1992-1-1 : стандарт.

Расчёт стен

Расчёт активного давления : Coulomb (ČSN 730037)

Расчёт пассивного давления : Caquot-Kerisel

Расчёт землетрясения : Mononobe-Okabe

Форма клина грунта : рассчитать наклонным

Допустимый эксцентриситет : 0,333

Методика проверки : коэффициенты запаса

Коэффициенты запаса			
Постоянная проект.ситуация			
Коэфф. запаса на опрокидывание :	$SF_o =$	1,50	[-]
Коэфф запаса на смещение :	$SF_s =$	1,50	[-]
Коэфф.запаса несущей способности грунта основания :	$SF_b =$	1,00	[-]

Расчёты на устойчивость

Методика проверки : коэффициенты запаса

Коэффициенты запаса			
Постоянная проект.ситуация			
Коэфф.запаса для ровной поверх. скольжения :	$SF_{pl} =$	1,20	[-]
Коэфф.запаса для ломаной поверхности скольжения :	$SF_{br} =$	1,30	[-]

Геометрия конструкции

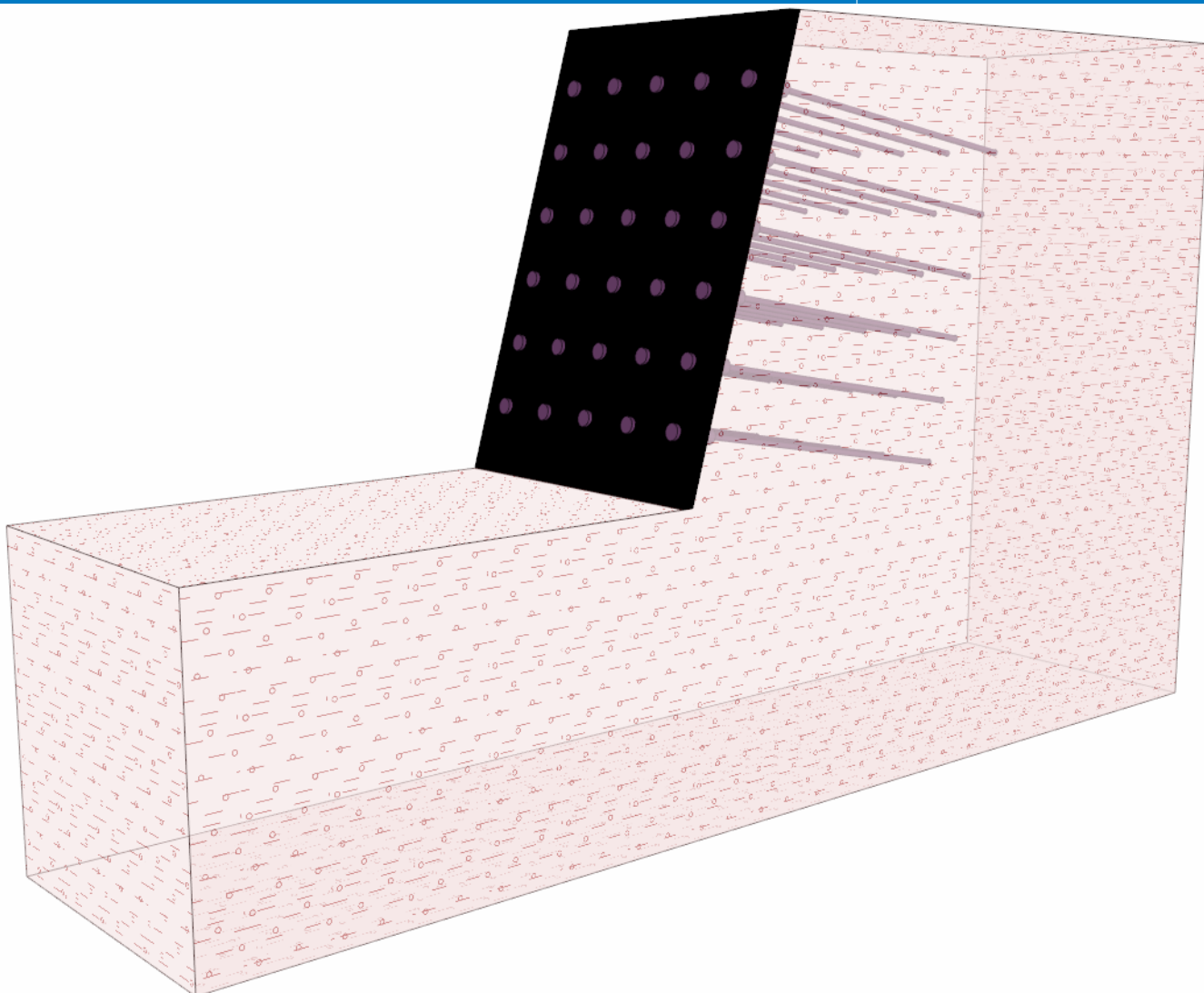
Толщина бетонного кожуха = 0,20 м

№	Глубина z [м]	Ордината x [м]
1	0,00	0,00
2	7,00	-2,00



Наименование : Геометрия

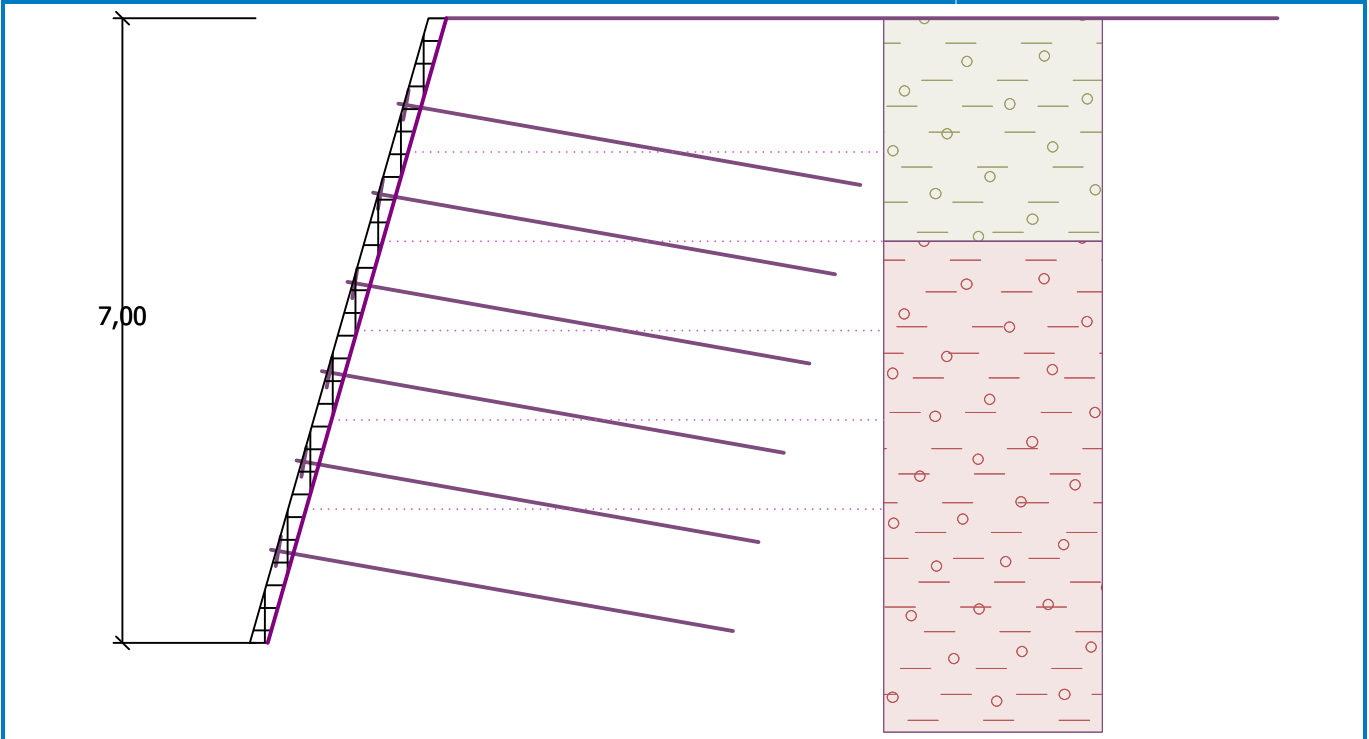
Этап - расчет : 1 - 0





Наименование : Геометрия

Этап - расчет : 1 - 0



Типы нагелей

№	Имя	Сопр.разрыву R_t [кН]	Сопр.выдёрг. T_p [кН/м]	Нес.сп.головки R_f [кН]
1	Nail type No. 1	235,62	18,85	37,70

Геометрия нагеля

Всего нагелей - 6

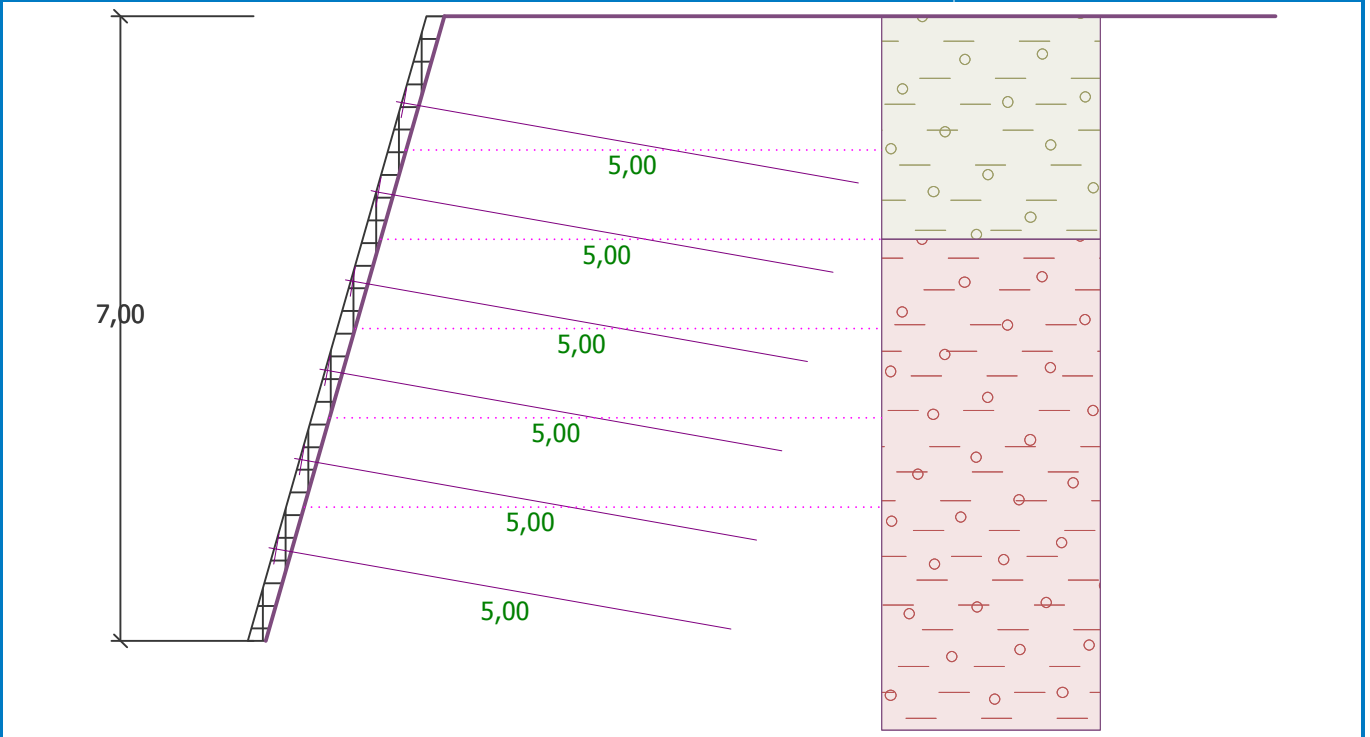
Уклон нагеля от горизонтальной = 10,00 °

Нагель	Глубина [м]	Глубина яруса [м]	Длина [м]	Расстояние [м]	Тип нагеля
1	1,00	0,50	5,00	1,00	Nail type No. 1
2	2,00	0,50	5,00	1,00	Nail type No. 1
3	3,00	0,50	5,00	1,00	Nail type No. 1
4	4,00	0,50	5,00	1,00	Nail type No. 1
5	5,00	0,50	5,00	1,00	Nail type No. 1
6	6,00	1,00	5,00	1,00	Nail type No. 1



Наименование : Геометрия нагеля

Этап - расчет : 1 - 0



Материал конструкции

Расчёт бетонной конструкции сделан по стандарту EN 1992-1-1 (EC2).

Бетон : С 20/25
 Цилинд. прочность на сжатие $f_{ck} = 20,00$ МПа
 Прочность на растяжение $f_{ctm} = 2,20$ МПа
 Сталь прод. В500
 Предел текучести $f_{yk} = 500,00$ МПа

Парам. грунтов

Soil No. 1
 Удельный вес : $\gamma = 19,50$ кН/м³
 Напряжённое состояние : эффективное
 Угол внутреннего трения : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Удельное сцепление грунта : $c_{ef} = 12,00$ кПа
 Угол трения конструкция-грунт : $\delta = 15,00^\circ$
 Грунт : связный
 коэфф.Пуассона : $\nu = 0,35$
 Уд. вес водонасыщ. грунта : $\gamma_{sat} = 19,50$ кН/м³

Soil No. 2
 Удельный вес : $\gamma = 21,00$ кН/м³
 Напряжённое состояние : эффективное
 Угол внутреннего трения : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Удельное сцепление грунта : $c_{ef} = 15,00$ кПа
 Угол трения конструкция-грунт : $\delta = 15,00^\circ$
 Грунт : связный
 коэфф.Пуассона : $\nu = 0,35$
 Уд. вес водонасыщ. грунта : $\gamma_{sat} = 21,50$ кН/м³



Геологический профиль и привязка грунтов

№	Слой [м]	Привязка грунта	Графика
1	2,50	Soil No. 1	
2	-	Soil No. 2	

Форма рельефа

Ровный рельеф за CONSTR.

Влияние воды

Уровень грун. воды ниже уровня конструкции

Настройка расчёта этапа

Проектная ситуация : постоянная

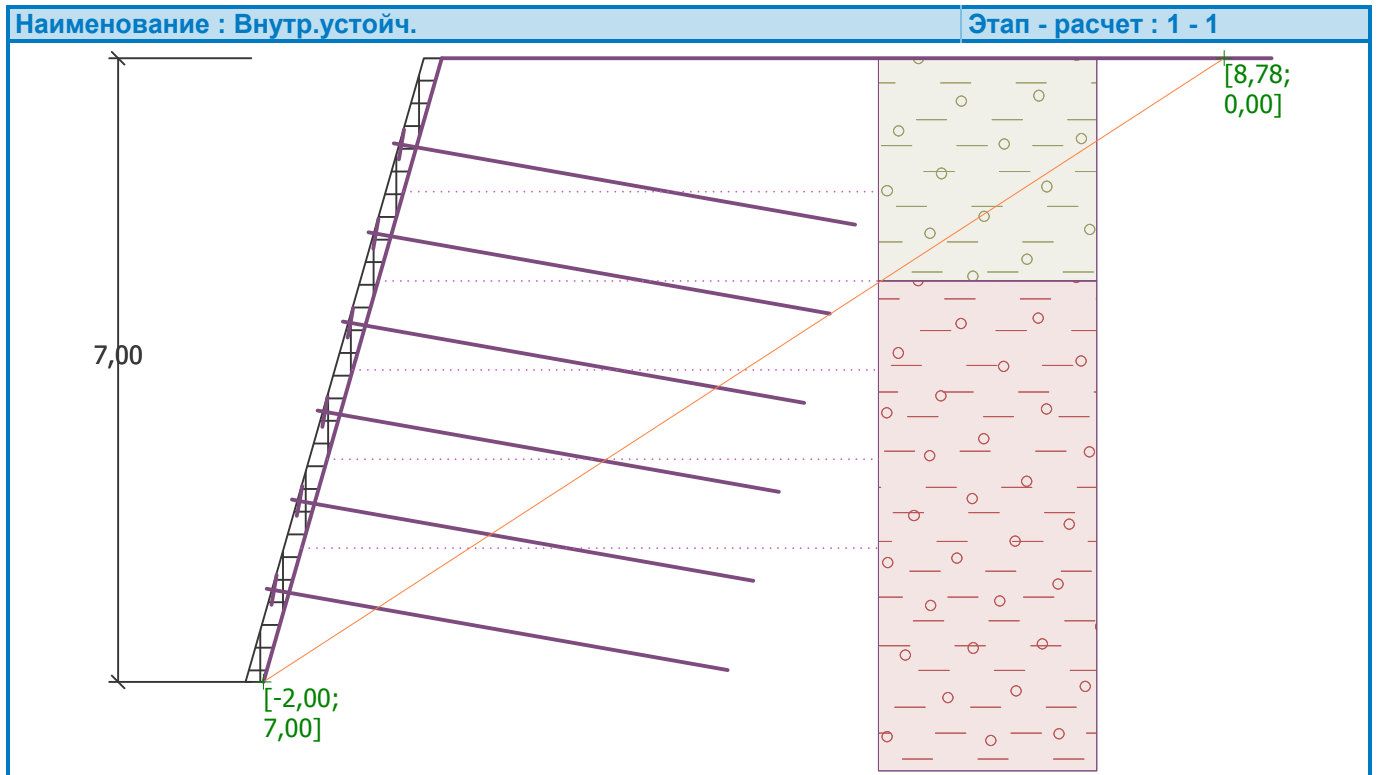
Проверка № 1

Ровная поверхность скольжения после оптимизации :

Угол поверхности скольжения = 33,00 °
Начало поверхности скольжения в глубине = 7,00 м
Сила тяжести = 618,22 кН/м
Суммар.сила в нагелях за пов.скольж. = 169,41 кН/м
Силы на поверх.скольж.сдвиг.(с.тяж.) = 336,71 кН/м
Силы на поверх.скольж.сдвиг.(сжатие) = 0,00 кН/м
Силы на поверх.скольж.сопротив.(грунт) = 529,71 кН/м
Силы на поверх.скольж.сопротив.(нагели) = 123,90 кН/м

Коэфф.устойч. = 1,94 > 1,20

Устойчивость поверхности сдвига ПОДХОДИТ





Проверка № 2

Ломаная поверхность скольжения после оптимизации :

Угол поверхности скольжения = 33,00 °
Начало поверхности скольжения в глубине = 7,00 м
Сила тяжести = 493,87 кН/м
Суммар.сила в нагелях за пов.скольж. = 169,41 кН/м
Силы на поверх.скольж.сдвиг.(с.тяж.) = 268,98 кН/м
Силы на поверх.скольж.сдвиг.(сжатие) = 2,07 кН/м
Силы на поверх.скольж.сопротив. (грунт) = 419,42 кН/м
Силы на поверх.скольж.сопротив. (нагели) = 123,90 кН/м

Коэфф.устойч. = 2,00 > 1,30

Устойчивость поверхности сдвига ПОДХОДИТ

Проверка № 3

Гориз.давление на констр.:

Точка	Глубина [м]	Давление [кПа]
1	0,00	0,00
2	2,50	0,00
3	4,29	0,00
4	7,00	11,54

Проверка нес.способ. нагеля

Попр.коэфф. акт.давл. для проверки нес. сп.костыля $k_n = 0,85$.

Нагель	h [м]	Несущая способ.нагеля [кН]	Усилие в нагеле [кН]
1	1,00	94,25	0,00
2	2,00	94,25	0,00
3	3,00	94,25	0,00
4	4,00	94,25	0,08
5	5,00	94,25	2,62
6	6,00	94,25	10,81

Несущая способность нагеля ПОДХОДИТ

Проверка № 1

Выч.силы, дейст. на конструкцию

Имя	F_{hor} [кН/м]	Точ. прил. z [м]	F_{vert} [кН/м]	Точ. прил. x [м]	Расчётный коэфф.
Сила тяжести	0,00	-3,40	731,18	3,53	1,000
Акт. давл.	17,42	-1,00	4,36	5,46	1,000

Проверка стены в целом

Проверка на опрокид.

Удерж. момент $M_{res} = 2601,99$ кНм/м
Опрок. момент $M_{ovr} = 17,41$ кНм/м

Коэфф.запаса = 149,48 > 1,50

Стена на опрокидывание ПОДХОДИТ

Проверка на перемещение

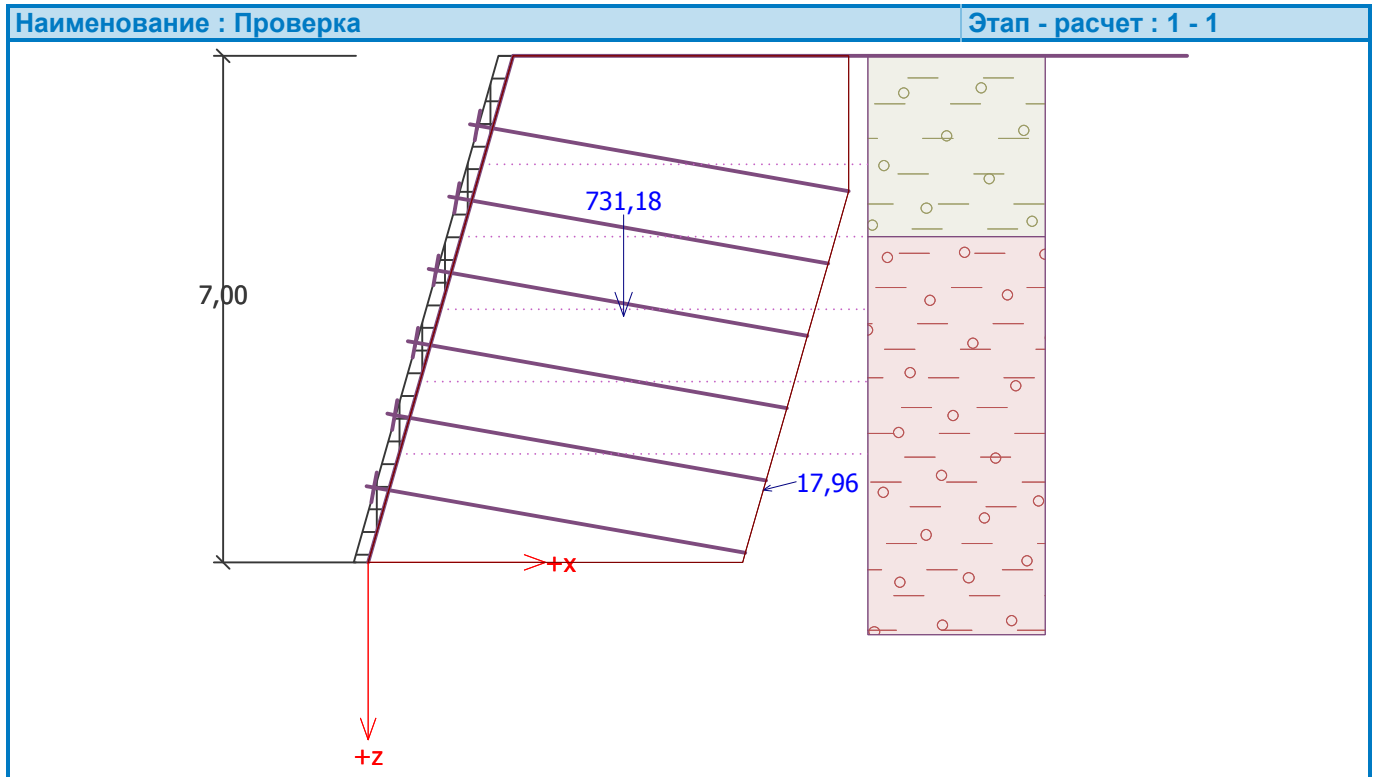


Горизон.сила удержив. $H_{res} = 502,25$ кН/м
Гориз.сила сдвигающая $H_{act} = 17,42$ кН/м

Коэфф.запаса = 28,83 > 1,50

Стена для перемещения ПОДХОДИТ

Общая проверка - СТЕНА ПОДХОДИТ



Несущая способность грунта основания

Силы действ. в цент. обр. фонд.

№	Момент [кНм/м]	Норм.сила [кН/м]	Сдвиг.сила [кН/м]	Эксцентриситет [-]	Напр. [кПа]
1	-682,43	735,54	17,42	0,000	142,21

Нормативные усилия в центре обреза фундамента (расчёт осадки)

№	Момент [кНм/м]	Норм.сила [кН/м]	Сдвиг.сила [кН/м]
1	-682,43	735,54	17,42

Проверка нес.спос. гр. основания

Проверка эксцентрисит.

Макс.эксцентриситет норм.силы $e = 0,000$

Максим.допуск.эксцентриситет $e_{alw} = 0,333$

Эксцентриситет норм.силы ПОДХОДИТ

Проверка нес. спос. обреза фундамента

Макс.напр. в обр. фонд. $\sigma = 142,21$ кПа

Нес.спос. гр. основания $R_d = 160,00$ кПа

Коэфф.запаса = 1,13 > 1,00

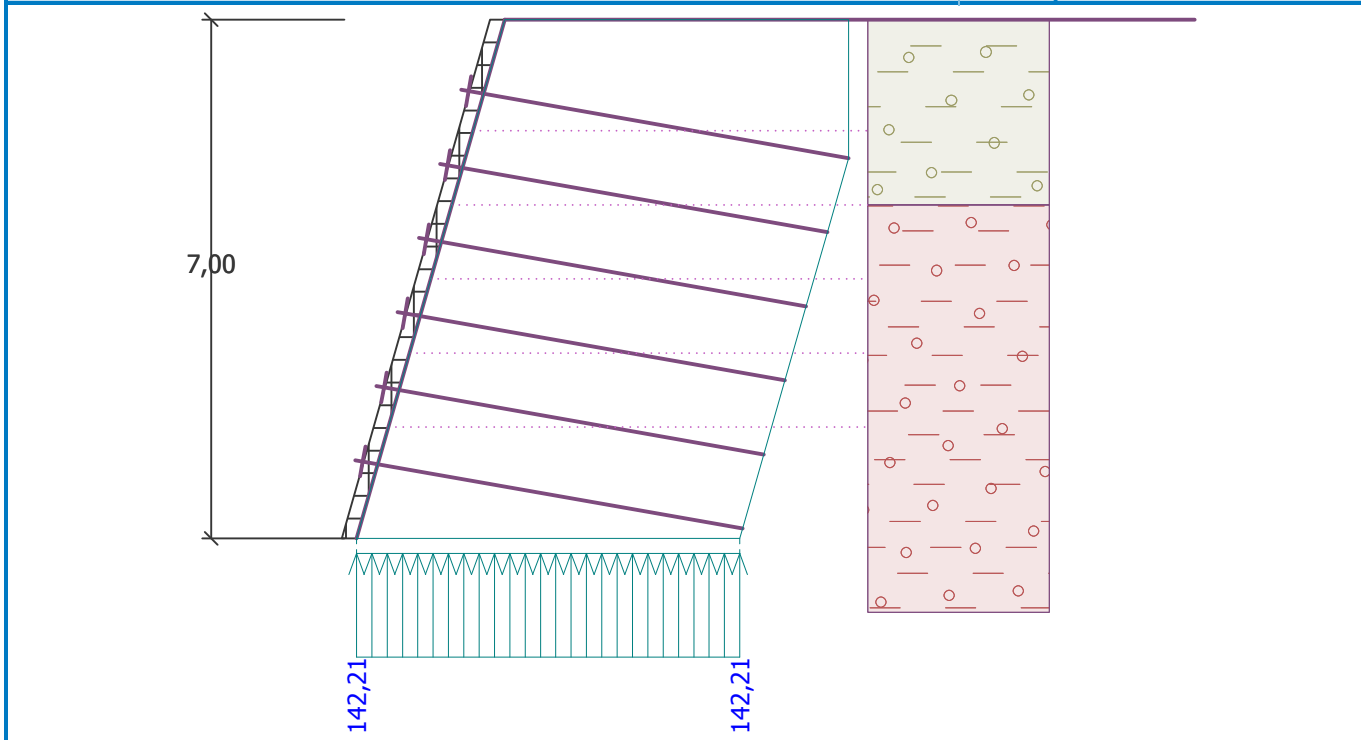
Нес.спос. гр. основания ПОДХОДИТ

Общая проверка - несущая способность грунта основания ПОДХОДИТ



Наименование : Нес.спос.

Этап - расчет : 1 - -1



Подбор размеров № 1

Глубина [м]	Вод.давление [кПа]	Сдвиг.сила [кН/м]	Момент [кНм/м]
0.00	0.00	2.01	-0.00
0.33	0.00	2.01	-0.67
0.67	0.00	2.01	-1.34
1.00	0.00	2.01	-2.01
1.00	0.00	-4.02	-2.01
1.50	0.00	-4.02	0.00
2.00	0.00	-4.02	2.01
2.00	0.00	4.02	2.01
2.50	0.00	4.02	0.00
3.00	0.00	4.02	-2.01
3.00	0.00	-4.02	-2.01
3.50	0.00	-4.02	0.00
4.00	0.00	-4.02	2.01
4.00	0.00	4.03	2.01
4.29	0.00	4.03	0.85
4.50	0.91	3.93	0.00
5.00	3.03	2.95	-1.76
5.00	3.03	-2.59	-1.76
5.50	5.16	-4.64	0.00
6.00	7.29	-7.76	3.06
6.00	7.29	7.41	3.06
6.33	8.71	4.74	1.02
6.67	10.13	1.60	-0.05
7.00	11.54	-2.01	0.00



Подбор разм.бетон.кожуха в разрезе 6,00 м. (макс.момент)

Расчёт выполнен для вертик.арматуры

Армирование и размеры сечения:

Проф.стерж. = 12,0 мм

Кол-во стерж. = 5

Кожух армировки = 20,0 мм

Ширина сечения = 1,00 м

Высота сечения = 0,20 м

Коэфф. армир.

$$\rho = 0,32 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$$

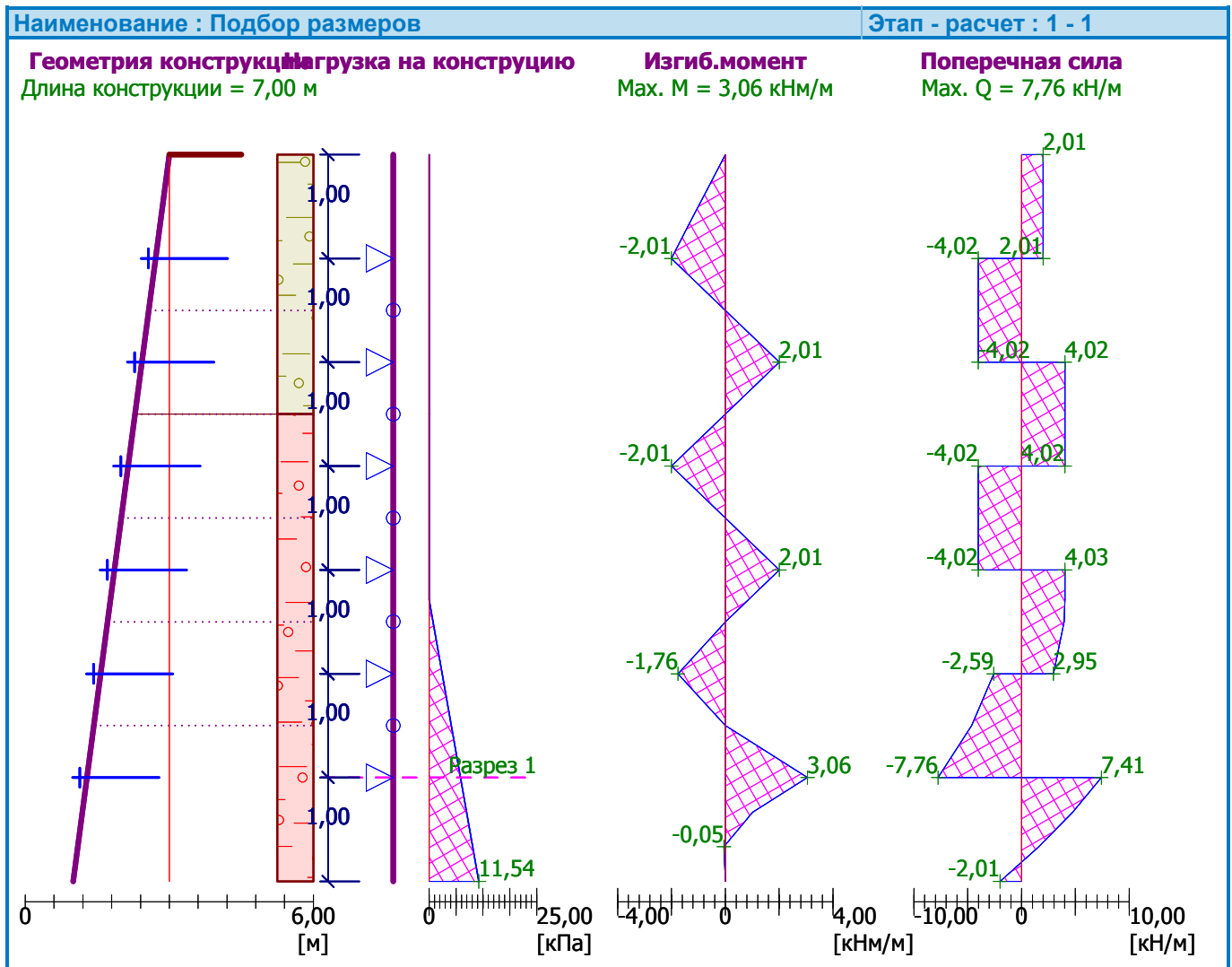
Полож. нейтр. оси

$$x = 0,02 \text{ м} < 0,11 \text{ м} = x_{max}$$

Сдвигающая сила на пределе нес.способ. $V_{Rd} = 77,93 \text{ кН/м} > 7,76 \text{ кН/м} = V_{Ed}$

Мом. на пределе нес. сп. $M_{Rd} = 40,51 \text{ кНм/м} > 3,06 \text{ кНм/м} = M_{Ed}$

Сечение ПОДХОДИТ.



Расчёт устойчивости откоса

Исходные данные

Проект

Настройка

(задано для текущей задачи)

Расчёты на устойчивость

Расчёт землетрясения : Стандарт



Методика проверки : коэффициенты запаса

Коэффициенты запаса	
Постоянная проект.ситуация	
Коэффициент запаса :	$SF_s = 1,50 [-]$

Граница контура

№	Распол.гран.контура	Коорд.точек гр.контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
1		-17,50	-7,00	-2,20	-7,00	-0,20	0,00
		0,00	0,00	21,00	0,00		
2		-2,20	-7,00	-2,00	-7,00	-0,71	-2,50
		0,00	0,00				
3		-0,71	-2,50	21,00	-2,50		

Параметры грунтов - эффект.напряжённое состояние

№	Имя	Рисунок	φ_{ef} [°]	c_{ef} [кПа]	γ [кН/м³]
1	Soil No. 1		27,00	12,00	19,50
2	Soil No. 2		30,00	15,00	21,00

Параметры грунтов - подъёмная сила

№	Имя	Рисунок	γ_{sat} [кН/м³]	γ_s [кН/м³]	n [-]
1	Soil No. 1		19,50		
2	Soil No. 2		21,50		

Параметры грунтов

Soil No. 1

Удельный вес : $\gamma = 19,50$ кН/м³
 Напряжённое состояние : эффективное
 Угол внутреннего трения : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Удельное сцепление грунта : $c_{ef} = 12,00$ кПа
 Уд. вес водонасыщ. грунта : $\gamma_{sat} = 19,50$ кН/м³

Soil No. 2



Удельный вес : $\gamma = 21,00 \text{ кН/м}^3$
 Напряжённое состояние : эффективное
 Угол внутреннего трения : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Удельное сцепление грунта : $c_{ef} = 15,00 \text{ кПа}$
 Уд. вес водонасыщ. грунта : $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ кН/м}^3$

Твёрдые тела

№	Имя	Рисунок	γ [кН/м ³]
1	Материал стены		23,00

Привяз.и поверх-ти

№	Располож.поверх.	Коорд.точек поверхности [м]				Присвоенный грунт
		x	z	x	z	
1		21,00	-2,50	21,00	0,00	Soil No. 1
		0,00	0,00	-0,71	-2,50	
2		-2,00	-7,00	-0,71	-2,50	Материал стены
		0,00	0,00	-0,20	0,00	
		-2,20	-7,00			
3		-0,71	-2,50	-2,00	-7,00	Soil No. 2
		-2,20	-7,00	-17,50	-7,00	
		-17,50	-12,00	21,00	-12,00	
		21,00	-2,50			

Арматуры

№	Точка слева		Точка справа		Длина L [м]	Прочность R_t [кН/м]	Сопр.выдёрг. T_p	Опираение арматуры
	x [м]	z [м]	x [м]	z [м]				
1	-0,29	-1,00	4,64	-1,87	5,01	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное
2	-0,57	-2,00	4,35	-2,87	5,00	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное
3	-0,86	-3,00	4,07	-3,87	5,01	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное
4	-1,14	-4,00	3,78	-4,87	5,00	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное
5	-1,43	-5,00	3,50	-5,87	5,01	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное
6	-1,71	-6,00	3,21	-6,87	5,00	235,62	$T_p = 18,85 \text{ кН/м}^2$	Неподвижное

Вода

Тип воды : Воды нет

Трещина растяжения

Трещина растяжения не задана.

Землетрясение

Землетрясение не принято в расчёт.

Настройка расчёта этапа

Проектная ситуация : постоянная



Результаты (Эт.проект. 1)

Расчёт 1

Круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Параметры поверх.скольжения							
Центр :	x =	-2,55	[м]	Углы :	$\alpha_1 =$	-16,68	[°]
	z =	0,74	[м]		$\alpha_2 =$	84,75	[°]
Радиус :	R =	8,08	[м]				
Плоскость скольжения после оптимизации.							

Силы в эл.армир.

Эл.армир. Сила[кН/м]

1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	8,54
5	21,68
6	41,35

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил : $F_a = 358,05$ кН/м

Суммирование пассивных сил : $F_p = 670,98$ кН/м

Оползневый момент : $M_a = 2893,05$ кНм/м

Удерживающий момент : $M_p = 5421,54$ кНм/м

Коэфф.запаса = $1,87 > 1,50$

Устойчивость откоса ПОДХОДИТ

