



## Расчёт гравитационной стены

### Исходные данные

#### Проект

Дата : 28.10.2005

#### Настройка

(задано для текущей задачи)

#### Материалы и стандарты

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

Коэффициенты EN 1992-1-1 : стандарт.

Каменная кладка : EN 1996-1-1 (EC6)

#### 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	[-]

#### Материал конструкции

Удельный вес  $\gamma = 23,00$  кН/м<sup>3</sup>

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

#### Геометрия конструкции

№	Ордината X [м]	Глубина Z [м]
1	0,00	0,00
2	0,00	2,00
3	0,40	2,00
4	0,40	2,60
5	-1,35	2,60
6	-1,35	2,00
7	-0,90	2,00
8	-0,50	0,00

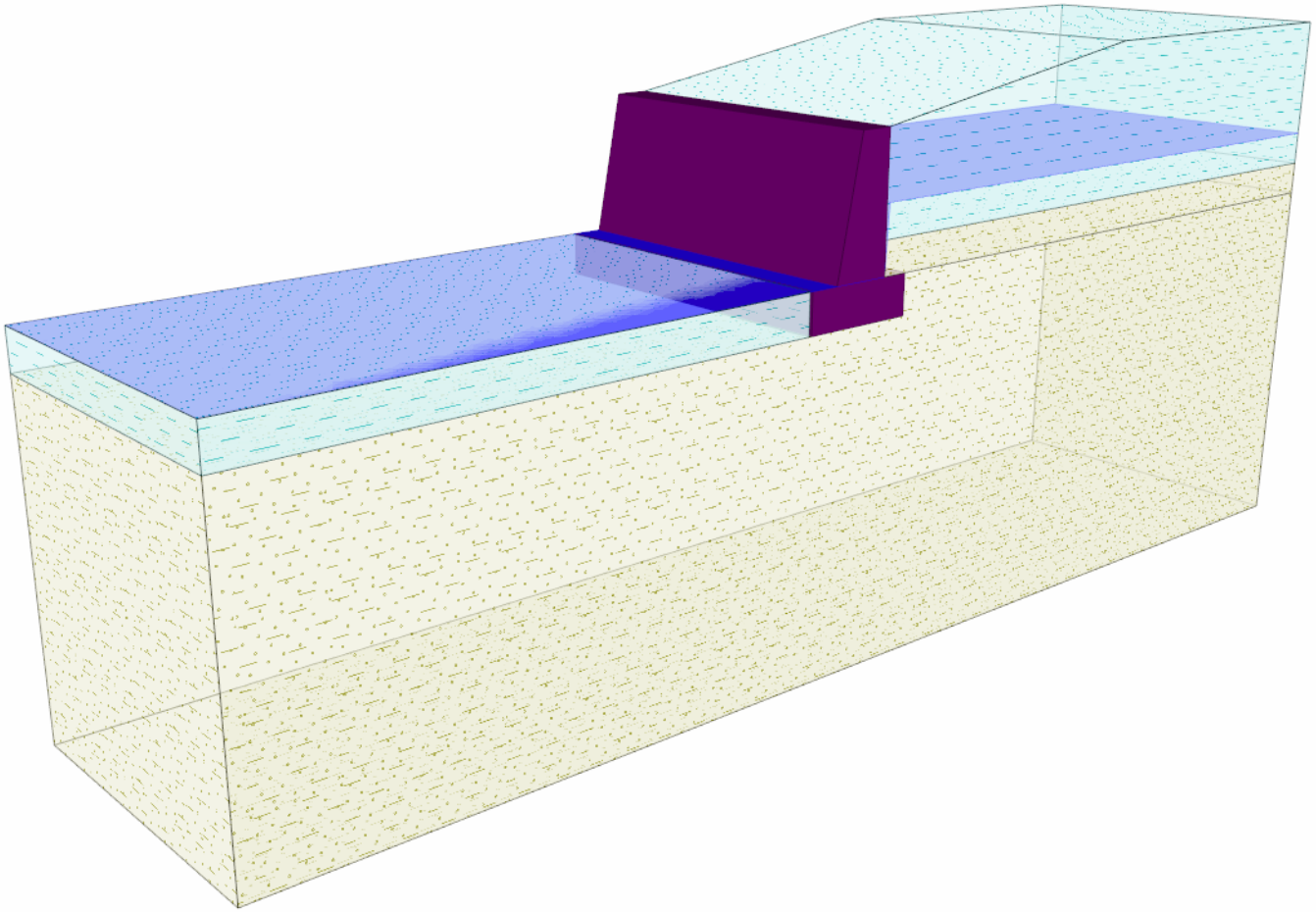
Начало [0,0] лежит в верх. прав.точ. стены

Площадь стены в разрезе = 2,45 м<sup>2</sup>.



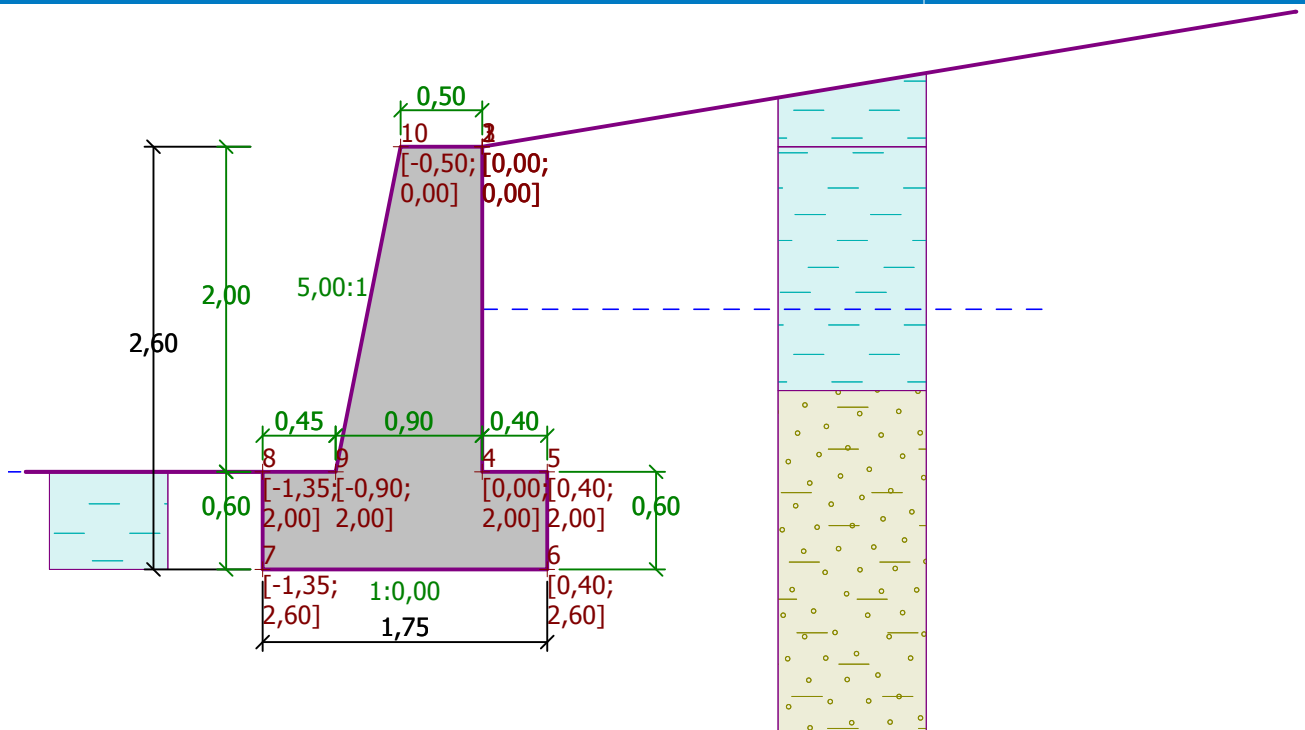
Наименование : Геометрия

Этап - расчет : 1 - 0




Наименование : Геометрия

Этап - расчет : 1 - 0





### Осн. парам. грунтов

№	Имя	Графика	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [кПа]	$\gamma$ [кН/м³]	$\gamma_{su}$ [кН/м³]	$\delta$ [°]
1	Soil No. 1		29,00	5,00	18,00	10,00	15,00
2	Soil No. 2		15,00	5,00	20,50	10,50	15,00

### Парам. грунтов для расч. статич. давл.

№	Имя	Графика	Тип расчёта	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Soil No. 1		связный	-	0,30	-	-
2	Soil No. 2		связный	-	0,30	-	-

### Парам. грунтов



#### Soil No. 1

Удельный вес :  $\gamma = 18,00$  кН/м³  
 Напряжённое состояние : эффективное  
 Угол внутреннего трения :  $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$   
 Удельное сцепление грунта :  $c_{ef} = 5,00$  кПа  
 Угол трения :  $\delta = 15,00^\circ$   
 конструкция-грунт :  
 Грунт : связный  
 коэфф. Пуассона :  $\nu = 0,30$   
 Уд. вес водонасыщ. грунта :  $\gamma_{sat} = 20,00$  кН/м³

#### Soil No. 2

Удельный вес :  $\gamma = 20,50$  кН/м³  
 Напряжённое состояние : эффективное  
 Угол внутреннего трения :  $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$   
 Удельное сцепление грунта :  $c_{ef} = 5,00$  кПа  
 Угол трения :  $\delta = 15,00^\circ$   
 конструкция-грунт :  
 Грунт : связный  
 коэфф. Пуассона :  $\nu = 0,30$   
 Уд. вес водонасыщ. грунта :  $\gamma_{sat} = 20,50$  кН/м³

### Геологический профиль и привязка грунтов

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

### Заложение

Тип заложения : грунт-геологический разрез

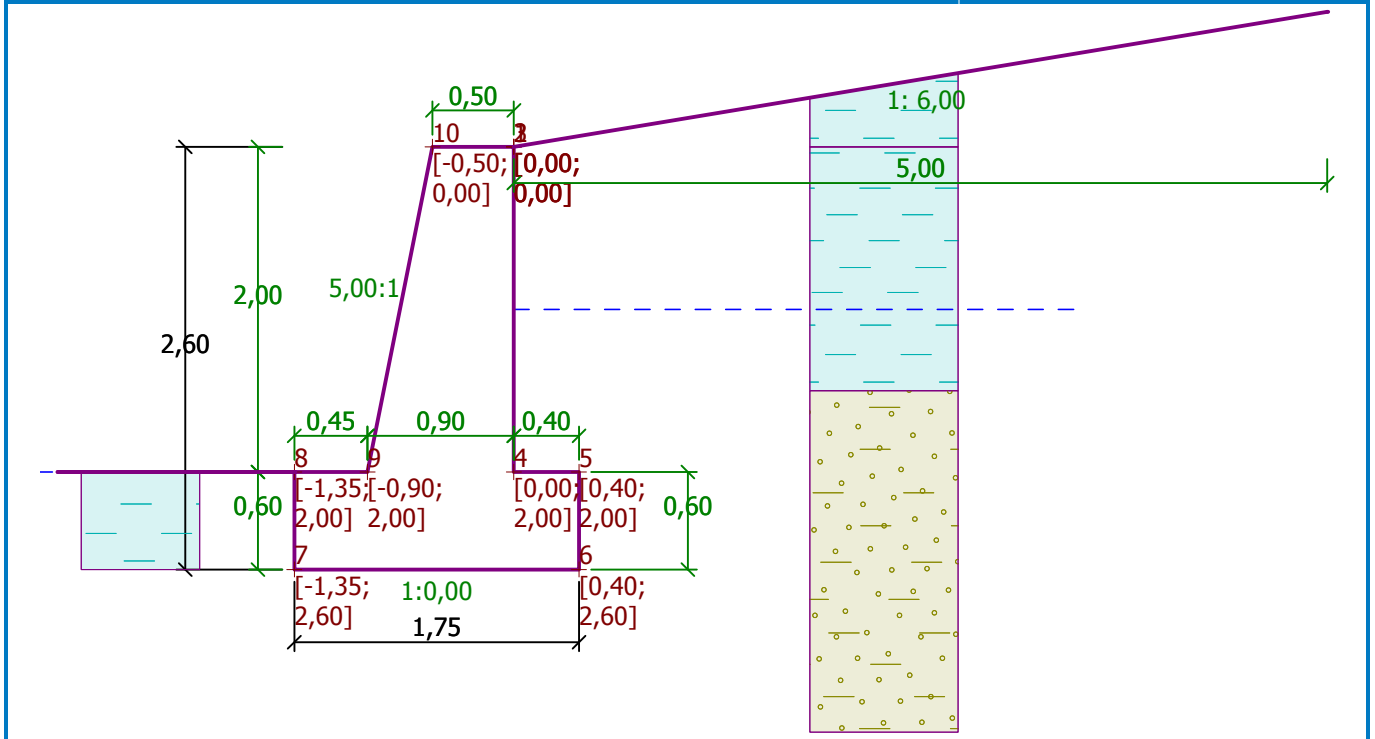
### Форма рельефа

Уклон рельефа за констр. 1: 6,00 (угол уклона - 9,46 °).  
 Выс. насыпи - 0,83 м, длина нас. - 5,00 м.



Наименование : Рельеф

Этап - расчет : 1 - 0



### Влияние воды

Уровень грун. воды за конструк. - на глубине 1,00 м  
Уровень грунтовой воды перед конструкцией - на глубине 2,00 м  
Водонепрон.основ.у подошвы констр.  
Выпор грунта в обр. фонд. от разн. давл.не прин. в расч.

### Сопр.на лиц. ст. констр-ии.

Сопр. на лиц. ст. констр-ии: статическое  
Грунт на лиц. ст. констр. - Soil No. 2  
Высота грунта перед стеной  $h = 0,60$  м  
Ровн.террит.перед констр.,

### Настройка расчёта этапа

Проектная ситуация : постоянная

### 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.
Тяж.- стена	0,00	-1,15	45,85	0,96	1,000
Сопр.на лицевой стороне	-0,81	-0,20	0,00	0,00	1,000
Тяж.- грунтовой клин	0,00	-0,90	1,82	1,48	1,000
Акт. давл.	15,57	-0,96	11,78	1,57	1,000
Напор воды	11,00	-0,59	0,00	1,35	1,000
Подъёмная сила воды	0,00	-2,60	0,00	1,35	1,000

### Проверка стены в целом

#### Проверка на опрокид.

Удерж. момент  $M_{res} = 64,99$  кНм/м  
Опрок. момент  $M_{ovr} = 21,27$  кНм/м



Коэфф. запаса = 3,06 > 1,50

**Стена на опрокидывание ПОДХОДИТ**

**Проверка на перемещение**

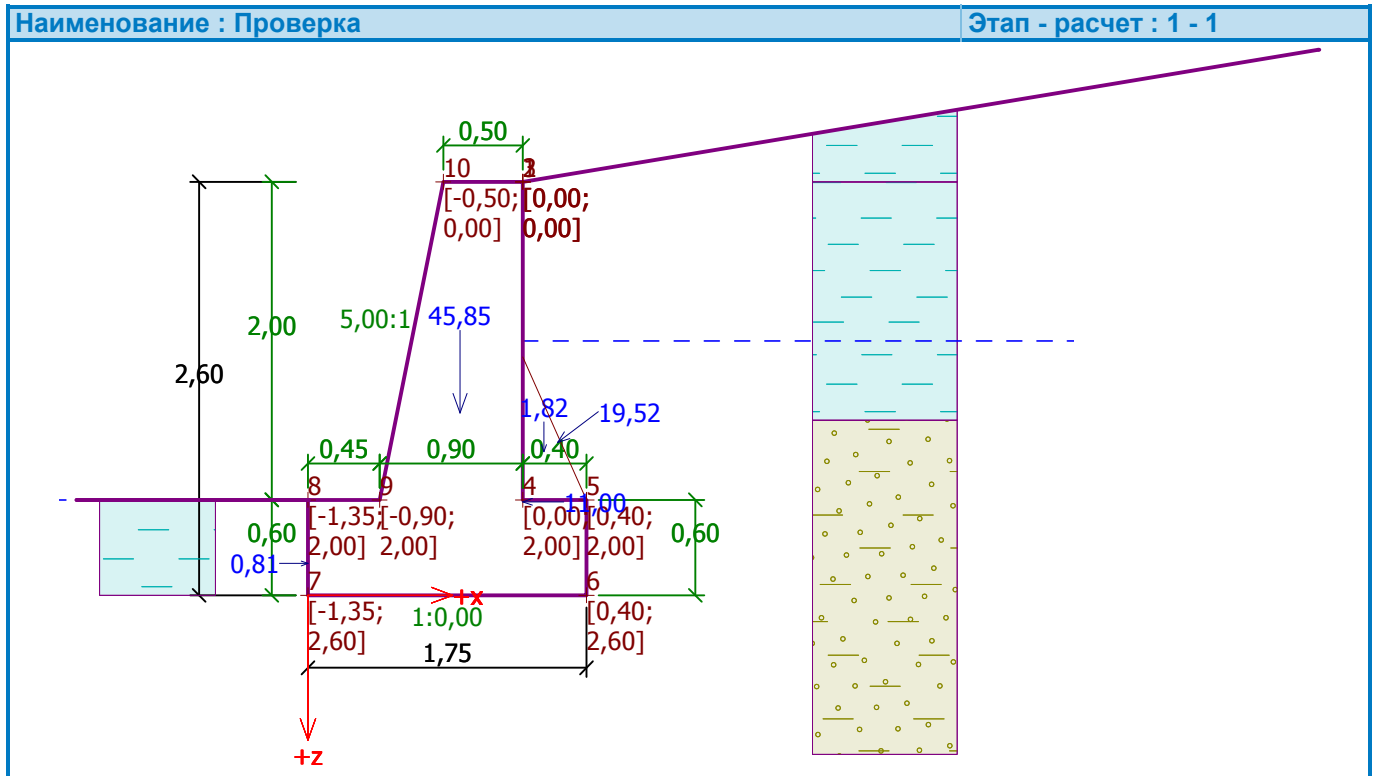
Горизон. сила удержив.  $H_{res} = 40,31$  кН/м

Гориз. сила сдвигающая  $H_{act} = 25,76$  кН/м

Коэфф. запаса = 1,56 > 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	8,28	59,44	25,76	0,080	40,40

Нормативные усилия в центре обреза фундамента (расчёт осадки)

№	Момент [кНм/м]	Норм. сила [кН/м]	Сдвиг. сила [кН/м]
1	8,28	59,44	25,76

**Проверка нес. спос. гр. основания**

**Проверка эксцентрисит.**

Макс. эксцентриситет норм. силы  $e = 0,080$

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

**Эксцентриситет норм. силы ПОДХОДИТ**

**Проверка нес. спос. обреза фундамента**

Макс. напр. в обр. фонд.  $\sigma = 40,40$  кПа

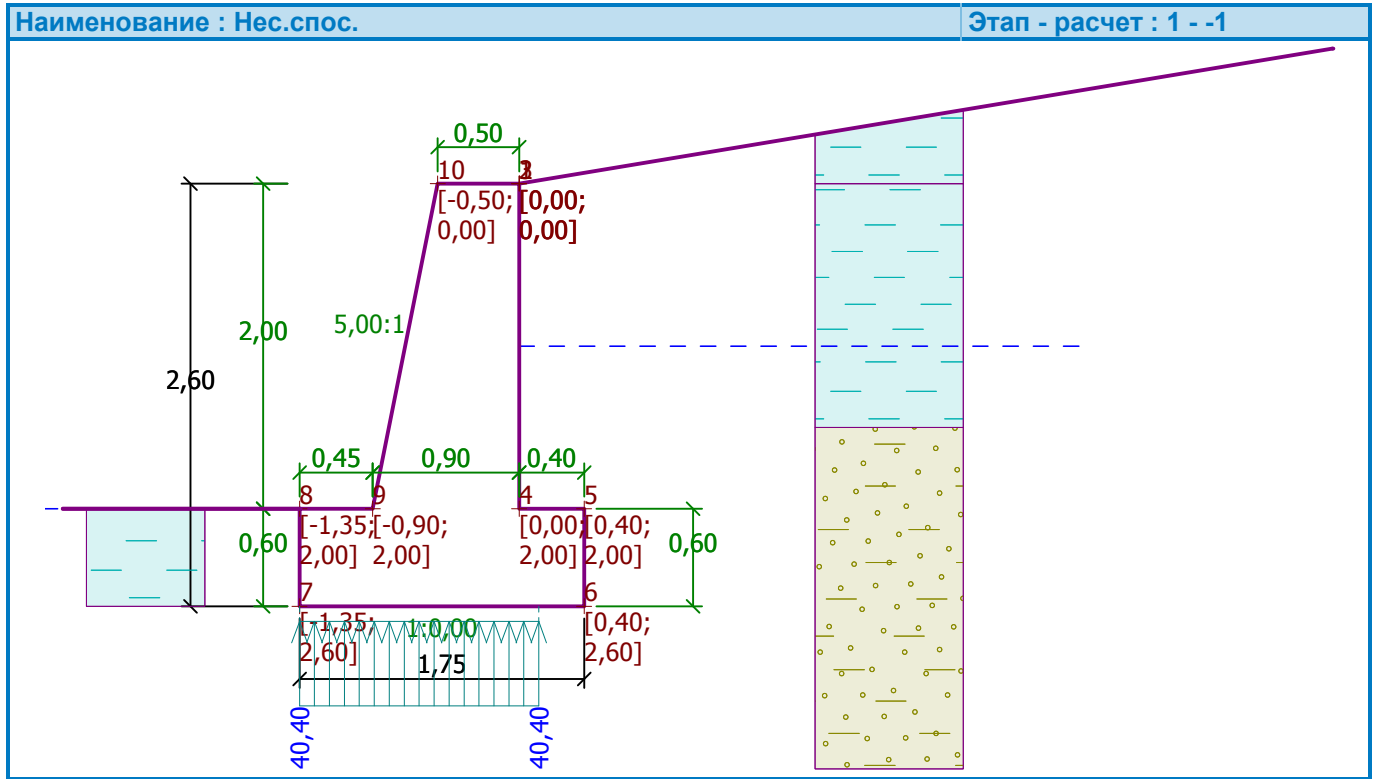
Нес. спос. гр. основания  $R_d = 120,00$  кПа



Коэфф. запаса = 2,97 > 1,00

**Нес.спос. гр. основания ПОДХОДИТ**

**Общая проверка - несущая способность грунта основания ПОДХОДИТ**



### Подбор размеров № 1

Выч.силы, дейст. на конструкцию

Имя	F <sub>hor</sub> [кН/м]	Точ. прил. z [м]	F <sub>vert</sub> [кН/м]	Точ. прил. x [м]	Расчётный коэфф.
Тяж.- стена	0,00	-0,90	32,17	0,54	1,000
Акт. давл.	7,40	-0,66	1,98	0,90	1,000
Напор воды	4,99	-0,33	0,00	0,90	1,000
Подъёмная сила воды	0,00	-2,00	0,00	0,90	1,000

### Проверка тела стены

Высота сечения h = 0,90 м

Сдвигающая сила на пределе нес.способ.  $V_{Rd} = 503,92 \text{ кН/м} > 12,39 \text{ кН/м} = V_{Ed}$

Сжим.усилие на пределе нес.способности  $N_{Rd} = 7892,39 \text{ кН/м} > 34,16 \text{ кН/м} = N_{Ed}$

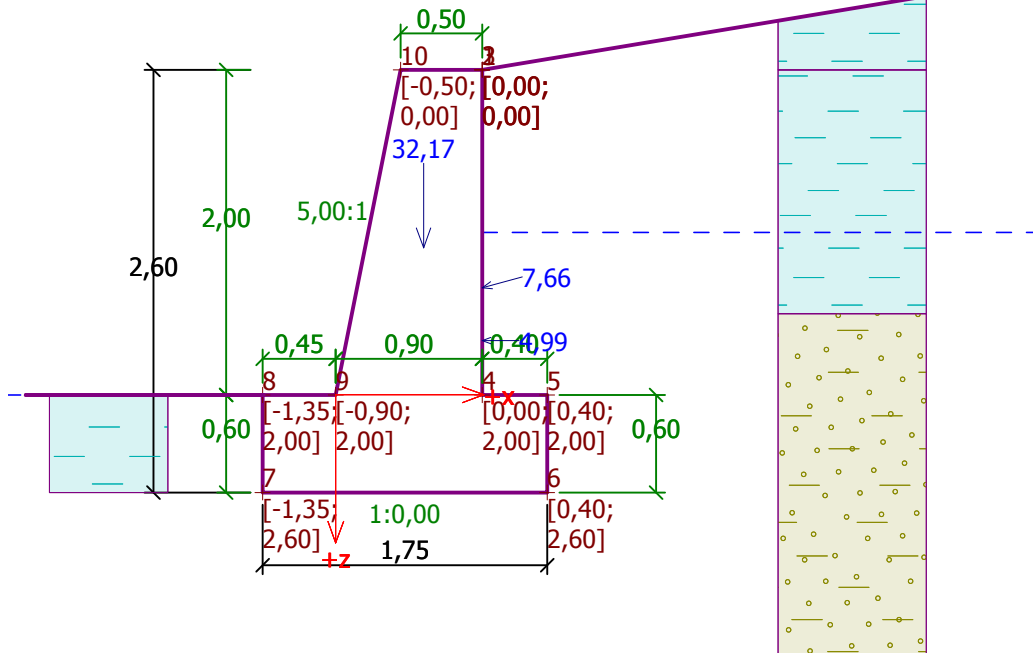
Мом. на пределе нес. сп.  $M_{Rd} = 15,31 \text{ кНм/м} > 2,73 \text{ кНм/м} = M_{Ed}$

**Несущая способность сечения ПОДХОДИТ**



Наименование : Подбор размеров

Этап - расчет : 1 - 1



## Подбор размеров № 2

Выч.силы, дейст. на конструкцию

Имя	$F_{hor}$ [кН/м]	Точ. прил. z [м]	$F_{vert}$ [кН/м]	Точ. прил. x [м]	Расчётный коэфф.
Тяж.- стена	0,00	-0,47	13,80	0,40	1,000
Акт. давл.	1,38	-0,15	0,37	0,70	1,000
Напор воды	0,00	-1,00	0,00	0,70	1,000

Проверка стены в рабочем шву 1,00 м от гребня стены

Высота сечения  $h = 0,70$  м

Сдвигающая сила на пределе нес.способ.  $V_{Rd} = 387,98$  кН/м  $> 1,38$  кН/м  $= V_{Ed}$

Сжим.усилие на пределе нес.способности  $N_{Rd} = 6612,26$  кН/м  $> 14,17$  кН/м  $= N_{Ed}$

Мом. на пределе нес. сп.  $M_{Rd} = -4,95$  кНм/м  $> -0,57$  кНм/м  $= M_{Ed}$

**Несущая способность сечения ПОДХОДИТ**

## Подбор размеров № 3

Выч.силы, дейст. на конструкцию

Имя	$F_{hor}$ [кН/м]	Точ. прил. z [м]	$F_{vert}$ [кН/м]	Точ. прил. x [м]	Расчётный коэфф.
Тяж.- стена	0,00	-1,15	45,85	0,96	1,000
Сопр.на лицевой стороне	-0,81	-0,20	0,00	0,00	1,000
Тяж.- грунтовой клин	0,00	-0,90	1,82	1,48	1,000
Акт. давл.	15,57	-0,96	11,78	1,57	1,000
Напор воды	11,00	-0,59	0,00	1,35	1,000
Подъёмная сила воды	0,00	-2,60	0,00	1,35	1,000



### Проверка переднего выступа стены

Армирование и размеры сечения:

Профиль стержня = 20,0 мм  
Кол-во стерж. = 5  
Защит.слой арматуры = 30,0 мм  
Ширина сечения = 1,00 м  
Высота сечения = 0,60 м

Коэфф. армир.  $\rho = 0,28 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$   
Полож. нейтр. оси  $x = 0,06 м < 0,35 м = x_{max}$   
Сдвигающая сила на пределе нес.способ.  $V_{Rd} = 190,76 кН > 14,50 кН = V_{Ed}$   
Мом. на пределе нес. сп.  $M_{Rd} = 364,96 кНм > 3,40 кНм = M_{Ed}$

**Сечение ПОДХОДИТ.**

### Расчёт устойчивости откоса

#### Исходные данные

Проект

Настройка

(задано для текущей задачи)

Расчёты на устойчивость

Расчёт землетрясения : Стандарт

Методика проверки : расчёт по EN1997

Проектный подход : 2 - редукция нагрузки и сопротивления

Коэфф-ы редукции нагрузки (F)			
Постоянная проект.ситуация			
		Неблагопр.	Благопр.
Постоянная нагрузка :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Переменная нагрузка :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Нагрузка от воды :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Коэфф-ы редукции сопротивления (R)			
Постоянная проект.ситуация			
Коэфф.редукции сопротив. на поверх.скольжения :	$\gamma_{Rs} =$		1,10 [-]

#### Граница контура

№	Распол.гран.контура	Коорд.точек гр.контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	98,00	-1,35	98,00	-0,90	98,00
		-0,50	100,00	0,00	100,00	5,00	100,83
		10,00	100,83				
2		0,00	100,00	0,00	98,50	10,00	98,50





№	Распол.гран.контура	Коорд.точек гр.контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
3		0,00	98,50	0,00	98,00	0,40	98,00
4		-10,00	97,40	-1,35	97,40	-1,35	98,00
5		-1,35	97,40	0,40	97,40	0,40	98,00
		10,00	98,00				

#### Параметры грунтов - эффект.напряжённое состояние

№	Имя	Рисунок	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [кПа]	$\gamma$ [кН/м <sup>3</sup> ]
1	Soil No. 1		29,00	5,00	18,00
2	Soil No. 2		15,00	5,00	20,50

#### Параметры грунтов - подъёмная сила

№	Имя	Рисунок	$\gamma_{sat}$ [кН/м <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [кН/м <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Soil No. 1		20,00		
2	Soil No. 2		20,50		

#### Параметры грунтов

##### Soil No. 1

Удельный вес :  $\gamma = 18,00$  кН/м<sup>3</sup>  
 Напряжённое состояние : эффективное  
 Угол внутреннего трения :  $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$   
 Удельное сцепление грунта :  $c_{ef} = 5,00$  кПа  
 Уд. вес водонасыщ. грунта :  $\gamma_{sat} = 20,00$  кН/м<sup>3</sup>

##### Soil No. 2

Удельный вес :  $\gamma = 20,50$  кН/м<sup>3</sup>  
 Напряжённое состояние : эффективное  
 Угол внутреннего трения :  $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$



Удельное сцепление грунта :  $c_{ef} = 5,00$  кПа  
Уд. вес водонасыщ. грунта :  $\gamma_{sat} = 20,50$  кН/м<sup>3</sup>

### Твёрдые тела

№	Имя	Рисунок	$\gamma$ [кН/м <sup>3</sup> ]
1	Материал стены		23,00

### Привяз.и поверх-ти

№	Располож.поверх.	Коорд.точек поверхности [м]				Присвоенный грунт
		x	z	x	z	
1		0,00	98,50	10,00	98,50	Soil No. 2 
		10,00	100,83	5,00	100,83	
		0,00	100,00			
2		10,00	98,00	10,00	98,50	Soil No. 1 
		0,00	98,50	0,00	98,00	
		0,40	98,00			
3		0,40	97,40	0,40	98,00	Материал стены 
		0,00	98,00	0,00	98,50	
		0,00	100,00	-0,50	100,00	
		-0,90	98,00	-1,35	98,00	
		-1,35	97,40			
4		-1,35	97,40	-1,35	98,00	Soil No. 2 
		-10,00	98,00	-10,00	97,40	
5		0,40	98,00	0,40	97,40	Soil No. 1 
		-1,35	97,40	-10,00	97,40	
		-10,00	92,40	10,00	92,40	
		10,00	98,00			

### Вода

Тип воды : У.Г.В.



№	Располож.У.Г.В.	Координаты точек У.Г.В. [м]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	98,00	0,00	98,00	0,05	99,00
		10,00	99,00				

### 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 =	-1,02	[м]	Углы :	$\alpha_1 =$	-36,25 [°]
	z =	101,50	[м]		$\alpha_2 =$	77,13 [°]
Радиус :	R =	4,34	[м]	Расчёт без оптим. поверх. скольжения.		

#### Проверка устойчивости откоса (все методы)

Bishop : Применение = 77,5 % **ПОДХОДИТ**  
 Fellenius / Petterson : Применение = 84,5 % **ПОДХОДИТ**  
 Spencer : Применение = 77,3 % **ПОДХОДИТ**  
 Janbu : Применение = 77,0 % **ПОДХОДИТ**  
 Morgenstern-Price : Применение = 77,0 % **ПОДХОДИТ**

