

## OBLICZENIA STATYCZNE

*do projektu budowlano-wykonawczego*

dla zadania inwestycyjnego pn.:

„ Wykonanie dokumentacji technicznej zabezpieczenia murów oporowych przy budynku Starostwa przy ul. Wojska Polskiego 16”.

### 1. Wymiarowanie murów oporowych.

1.1. Segment 1-1.

**Mur oporowy : mur1145**

### 1. Parametry obliczeniowe:

**MATERIAL:**

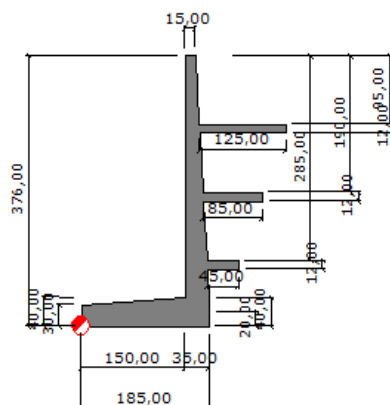
- **BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- **STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

- $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu 100,000 %
  - Tarcia gruntu 0,000 %
  - Odporu ściany 50,000 %
  - Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoiowych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoiowych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



### 3. Grunt:

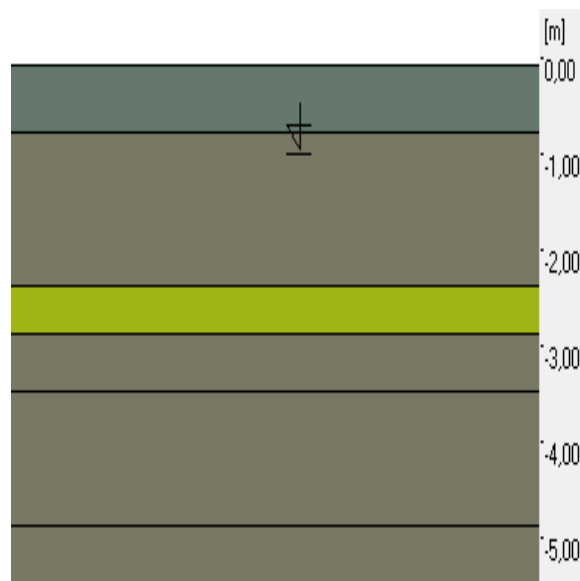
- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B
- Naziom Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 370,00$  (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-10,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-80,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-240,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-290,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-350,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-490,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- **Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	370,00	370,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	570,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- **Grunty przed ścianą:**

Opis:

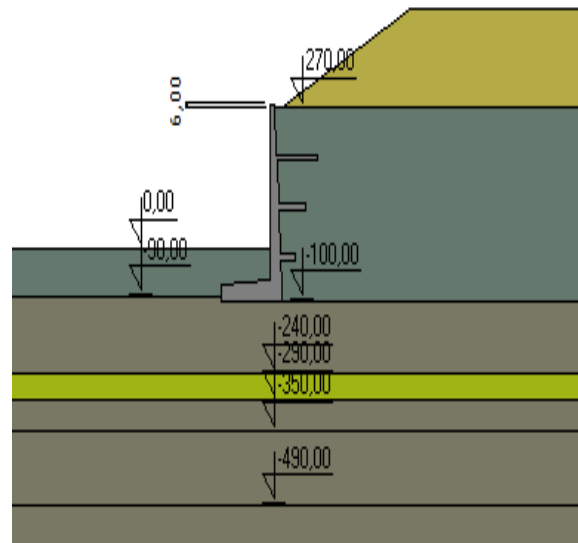
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

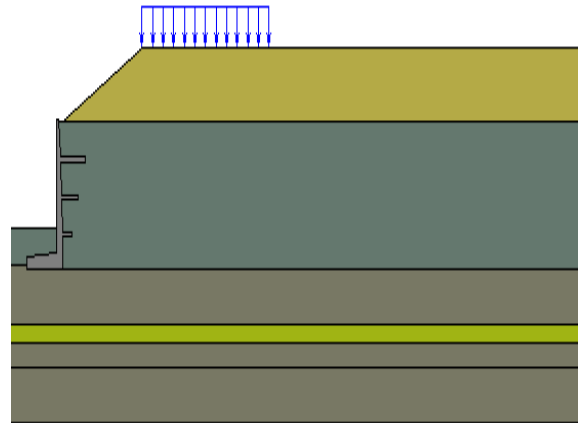
Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86

(cm)



#### 4. Obciążenia



- **Zestawienie obciążeń**

- 1 równomiernie rozłożone

- a1 stała  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 10,60$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 2 równomiernie rozłożone

- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 17,90$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 3 równomiernie rozłożone

- a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,90$  (m)  $x_2 = 25,90$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- **5. Wyniki obliczeń geotechnicznych**

- *PARCIA*

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kat nachylenia naziomu  $\varepsilon = 5,01$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 3,41$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	270,00	41,35	0,221	0,354	10,359

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,123

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -65,46$  (kN/m)  $My = 39,75$  (kN\*m)  $Fx = -10,58$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 169,36$  (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,524 \quad i_B = 0,483$$

$$N_C = 10,607 \quad i_C = 0,651$$

$$N_D = 3,723 \quad i_D = 0,716$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 283,49$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,508 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -72,68 \text{ (kN/m)} \quad My = 53,52 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -21,01 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 165,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
  - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
  - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,08 \text{ (cm)} < S_{dp} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -65,46 \text{ (kN/m)} \quad My = 39,75 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -10,58 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $M_o = 26,35 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 92,03 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_o = 2,514 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -65,46 \text{ (kN/m)} \quad My = 39,75 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -10,58 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 169,36 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
  - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 10,58 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
  - $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 16,81 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,144 > 1,000$

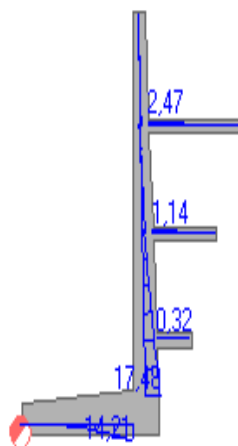
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -72,68 \text{ (kN/m)} \quad My = 53,52 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -21,01 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,05 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = 0,02 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
  - $X = 372,24 \text{ (cm)}$
  - $Z = -100,00 \text{ (cm)}$

- Współczynnik bezpieczeństwa:  $74,974 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

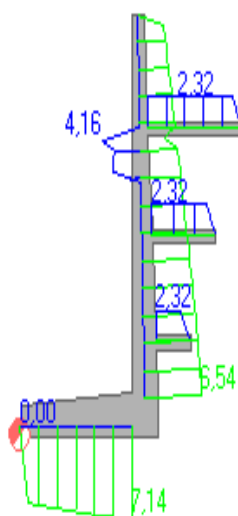
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	47,20	-65,01	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-1,76	175,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	45,62	150,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1$
Stopa	minimalny	0,00	0,00	

- Zbrojenie



(cm²/m)

Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	4,16	8,0	co	12,00	4,19
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,86	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa lewa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09

## 1.2. Segment 1-2.

# Mur oporowy : mur2145

## 1. Parametry obliczeniowe:

### MATERIAŁ:

- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

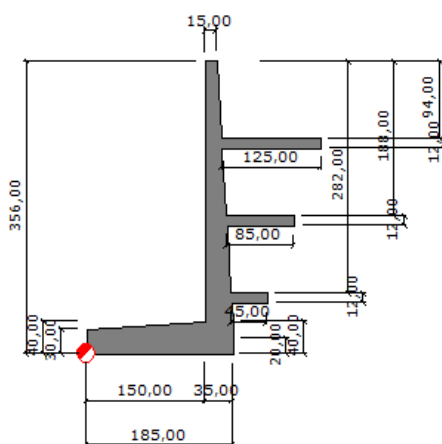
### OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**
- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu 100,000 %
  - Tarcia gruntu 0,000 %
  - Oporu ściany 50,000 %



- Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

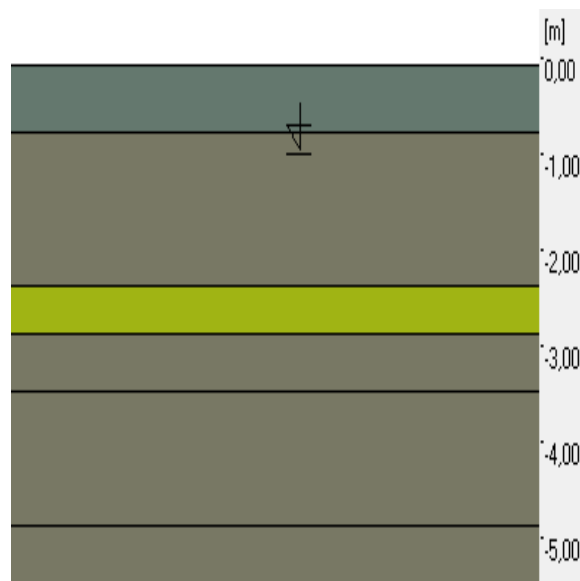
- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B
- Naziom Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 350,00$  (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-10,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-80,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-240,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-290,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-350,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-490,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- **Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	350,00	350,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	550,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- **Grunty przed ścianą:**

Opis:

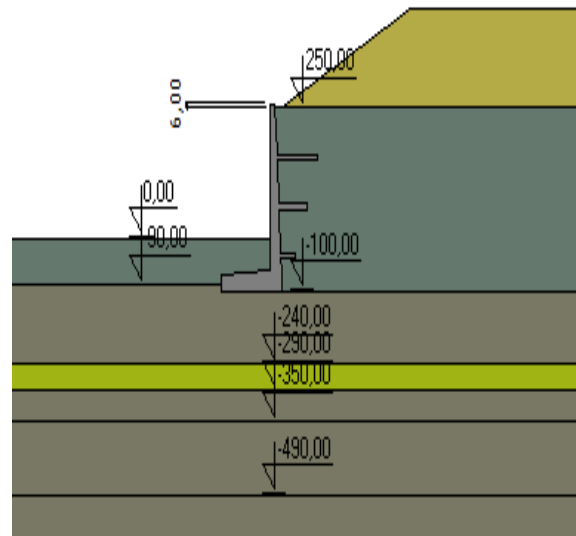
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

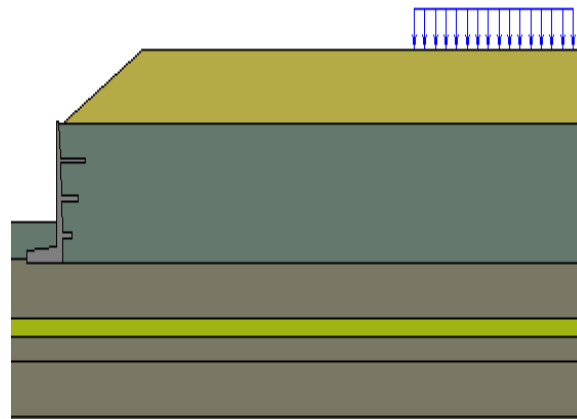
Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86

(cm)



#### 4. Obciążenia



- **Zestawienie obciążeń**

- 1 równomiernie rozłożone

- a1 stała  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 10,60$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 2 równomiernie rozłożone

- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 17,90$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 3 równomiernie rozłożone

- a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,90$  (m)  $x_2 = 25,90$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- **5. Wyniki obliczeń geotechnicznych**

- *PARCIA*

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kat nachylenia naziomu  $\varepsilon = 5,27$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 3,62$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	250,00	41,35	0,224	0,355	10,412

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,124

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -64,13$  (kN/m)  $My = 37,82$  (kN\*m)  $Fx = -10,38$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 165,88$  (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,524 \quad i_B = 0,482$$

$$N_C = 10,607 \quad i_C = 0,650$$

$$N_D = 3,723 \quad i_D = 0,715$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 277,13$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,500 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -74,44 \text{ (kN/m)}$   $My = 58,04 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -28,23 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 165,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
  - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
  - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,09 \text{ (cm)} < S_{dp} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -64,13 \text{ (kN/m)}$   $My = 37,82 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -10,38 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $Mo = 24,01 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 89,46 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_0 = 2,683 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -64,13 \text{ (kN/m)}$   $My = 37,82 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -10,38 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 165,88 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
  - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu =  $100,000 \%$
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 10,38 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
  - $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 16,47 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,142 > 1,000$

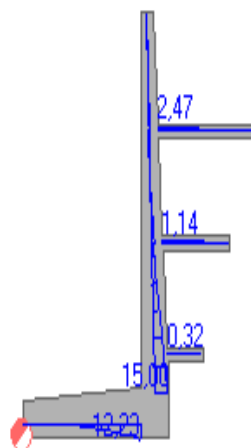
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -74,44 \text{ (kN/m)}$   $My = 58,04 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -28,23 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,06 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $ro = 0,04 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
  - $X = 249,71 \text{ (cm)}$
  - $Z = -100,00 \text{ (cm)}$

- Współczynnik bezpieczeństwa:  $39,412 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

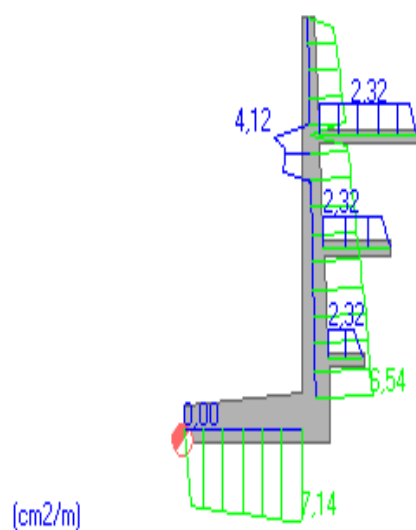
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	43,35	-64,70	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-1,77	156,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	42,71	150,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	0,00	0,00	

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm2/m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm2/m]
ściana z lewej	4,12	8,0	co	12,00	4,19
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,86	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa lewa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09

1.3. Segment 1-3.

## Mur oporowy : mur3145

### 1. Parametry obliczeniowe:

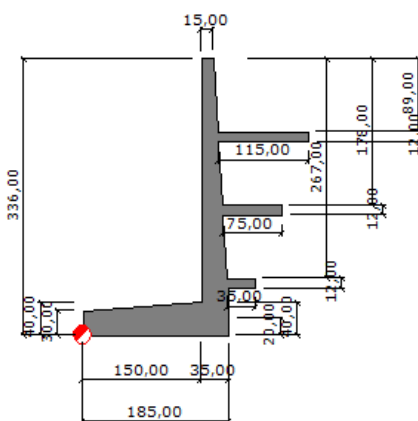
MATERIAŁ:

- BETON: klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL: klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**
- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu 100,000 %
  - Tarcia gruntu 0,000 %
  - Odporu ściany 50,000 %
  - Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: **B**
- Naziom Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 330,00$  (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

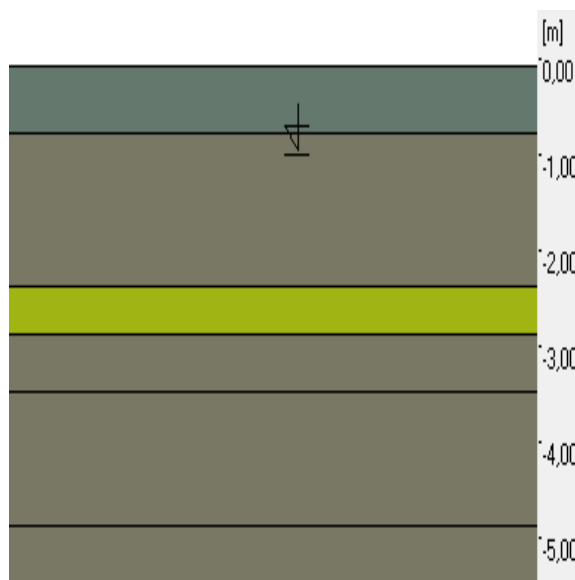
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
-----	--------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------	-----------



1.	Pospółka rzeczna	-10,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-80,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-240,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-290,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-350,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-490,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- Grunty za ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	330,00	330,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	530,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- Grunty przed ścianą:

Opis:

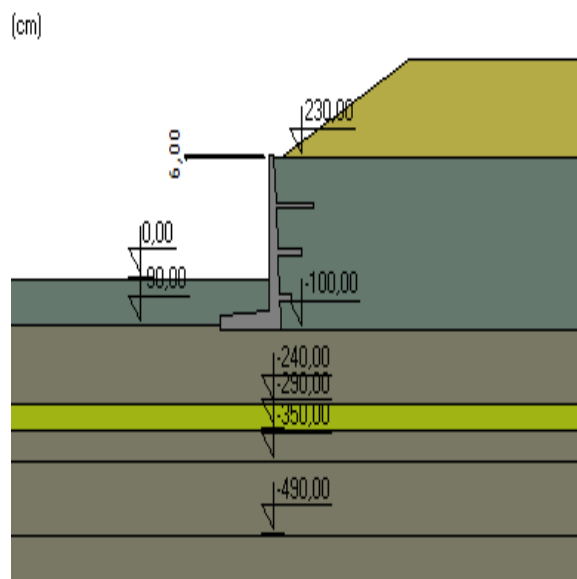
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom*	Mięższość	Typ	Typ	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
-----	--------------	---------	-----------	-----	-----	--------------------------------

		[cm]	[cm]	konsolidacji	wilgotności	
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

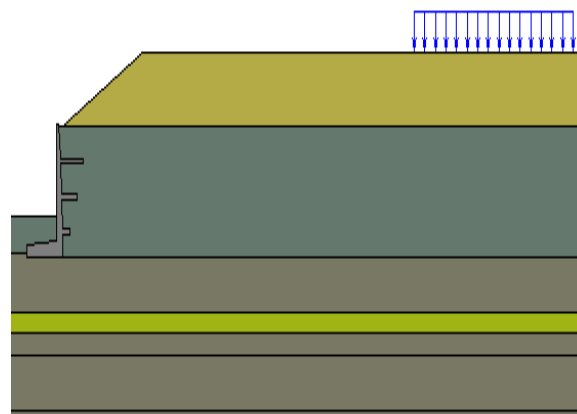
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



##### • Zestawienie obciążeń

- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 10,60$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 17,90$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m2)
- 3 równomiernie rozłożone
- a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,90$  (m)  $x_2 = 25,90$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m2)

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

· *PARCIA*

· Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

· Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 5,60$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 3,87$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	230,00	41,35	0,226	0,356	10,490

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0,124
- parcie 0,012

· Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0,131
- parcie 0,013

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,200 \cdot a_2 + 1,200 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:

$$N=-61,84 \text{ (kN/m)} \quad M_y=36,10 \text{ (kN*m)} \quad F_x=-9,93 \text{ (kN/m)}$$

- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 164,60 \text{ (cm)}$
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,524 \quad i_B = 0,486$$

$$N_C = 10,607 \quad i_C = 0,654$$

$$N_D = 3,723 \quad i_D = 0,718$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 276,22 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f * m / N_r = 3,618 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000*CM + 1,000*GP + 1,000*GZ + 1,000*a1 + 1,000*a2 + 1,000*a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N=-71,92 \text{ (kN/m)} \quad M_y=53,66 \text{ (kN*m)} \quad F_x=-27,21 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 165,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$   
 - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,08 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000*CM + 0,850*GP + 1,200*GZ + 1,000*a1 + 1,200*a2 + 1,200*a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N=-61,84 \text{ (kN/m)} \quad M_y=36,10 \text{ (kN*m)} \quad F_x=-9,93 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $M_o = 20,94 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 84,45 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} * m / M_o = 2,904 > 1,000$

## POŚLIZG

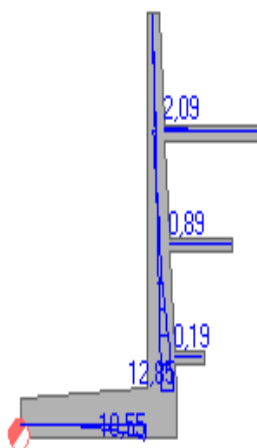
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000*CM + 0,850*GP + 1,200*GZ + 1,000*a1 + 1,200*a2 + 1,200*a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N=-61,84 \text{ (kN/m)} \quad M_y=36,10 \text{ (kN*m)} \quad F_x=-9,93 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 164,60 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:  
 - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 9,93 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N * \mu + C * A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 15,88 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} * m / Q_{tr} = 1,152 > 1,000$

### KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -71,92 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 53,68 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -27,21 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,06 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = 0,03 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = 285,56 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $55,082 > 1,000$

### 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

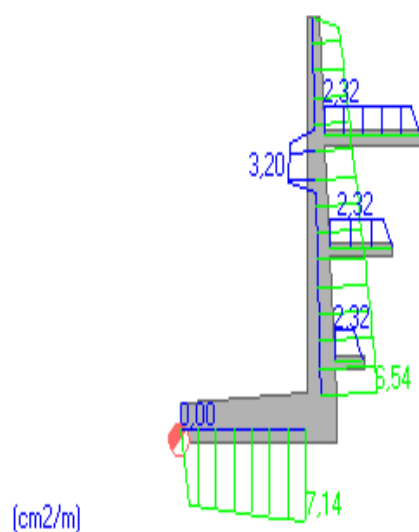
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	36,09	-64,34	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-1,51	141,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	36,18	150,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	0,00	0,00	

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	3,20	8,0	co	14,00	3,59
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,85	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa lewa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09

#### 1.4. Segment 1-4.

## Mur oporowy : mur4145

### 1. Parametry obliczeniowe:

MATERIAŁ:

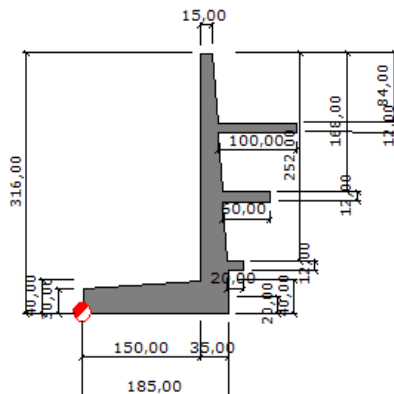
- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu  $100,000$  %
  - Tarcia gruntu  $0,000$  %
  - Odporu ściany  $50,000$  %
  - Odporu ostrogi  $100,000$  %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B
- Naziom Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 310,00$  (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

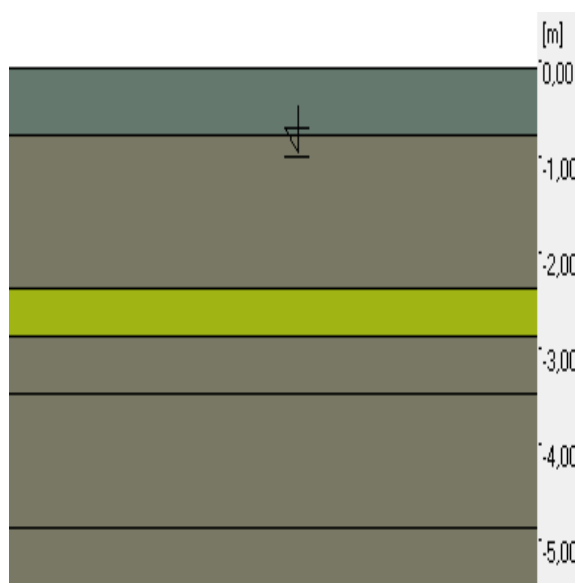
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-10,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-80,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-240,00	50,00	C	-	0,250

4.	Gлина пясчч IIb	-290,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-350,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-490,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- Grunty za ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	310,00	310,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	510,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- Grunty przed ścianą:

Opis:

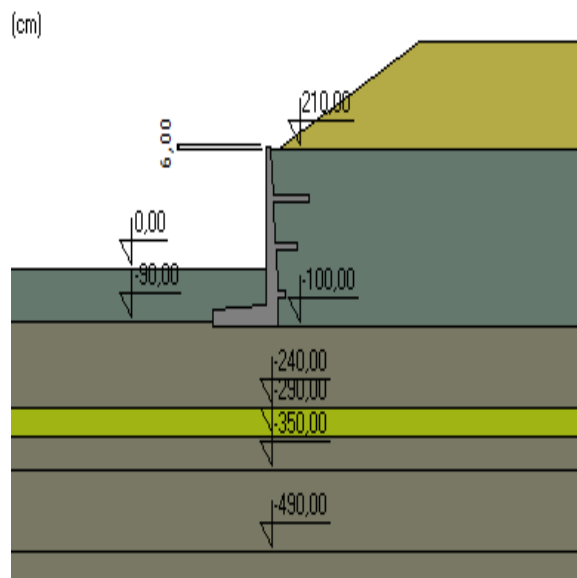
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900



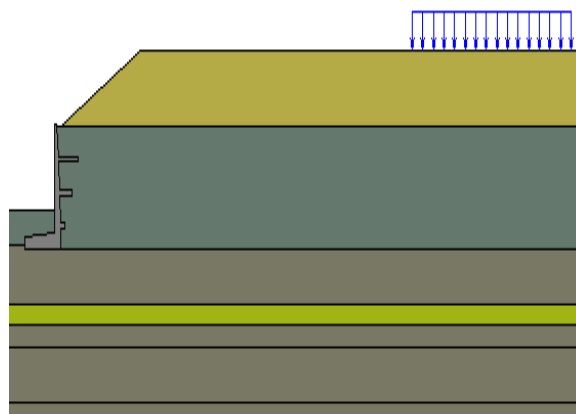
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



##### • Zestawienie obciążeń

- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 10,60$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 4,20$  (m)  $x_2 = 17,70$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 3 równomiernie rozłożone

a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,90$  (m)  $x_2 = 25,90$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 5,98$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 4,14$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	210,00	41,35	0,229	0,357	10,587

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,125

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,200 \cdot a_2 + 1,200 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -59,44$  (kN/m)  $My = 33,88$  (kN\*m)  $Fx = -10,20$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 162,72$  (cm)

- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,524 \quad i_B = 0,451$$

$$N_C = 10,607 \quad i_C = 0,625$$

$$N_D = 3,723 \quad i_D = 0,695$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 261,60 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,565 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -68,88 \text{ (kN/m)} \quad My = 46,64 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad Fx = -25,97 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 165,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
  - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
  - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,08 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -59,44 \text{ (kN/m)} \quad My = 33,88 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad Fx = -10,20 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $M_o = 17,62 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 79,22 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_o = 3,238 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -59,44 \text{ (kN/m)} \quad My = 33,88 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \quad Fx = -10,20 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 162,72 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
  - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 10,20 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
  - $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
  - - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 15,26 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,077 > 1,000$

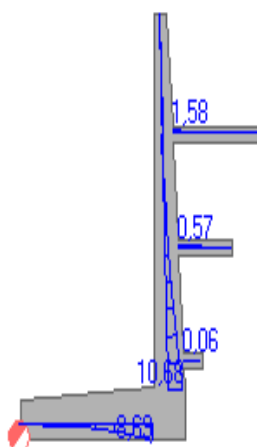
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$

- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -68,88 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 46,64 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -25,97 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\max} = 0,05 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\min} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = 0,02 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = 458,70 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $98,580 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

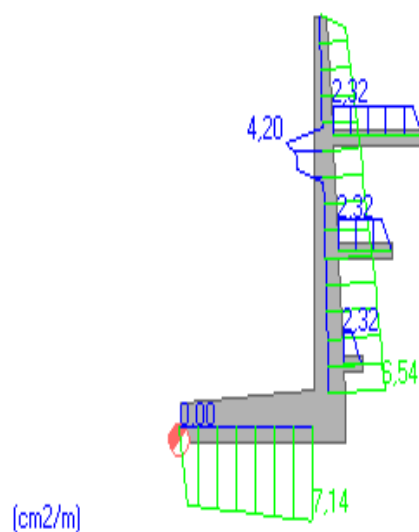
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	28,20	-63,93	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1$
Ściana	minimalny	-1,11	126,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	28,93	150,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1$
Stopa	minimalny	0,00	0,00	

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	4,20	8,0	co	11,00	4,57
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,85	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa lewa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09

#### 1.5. Segment 2-1.

## Mur oporowy : mur3116

### 1. Parametry obliczeniowe:

MATERIAŁ:

- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

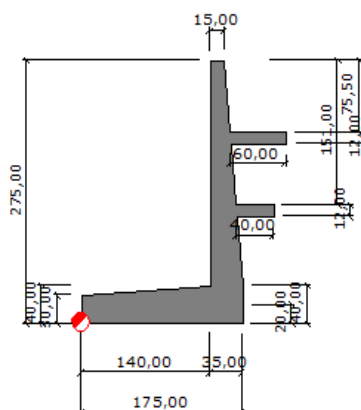
OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**

gruntowej: **PN-83/B-03010**

- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu  $100,000$  %
  - Tarcia gruntu  $0,000$  %
  - Odporu ściany  $50,000$  %
  - Odporu ostrogi  $100,000$  %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- **Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 270,00$  (cm)
- **Uwarstwienie pierwotne:**

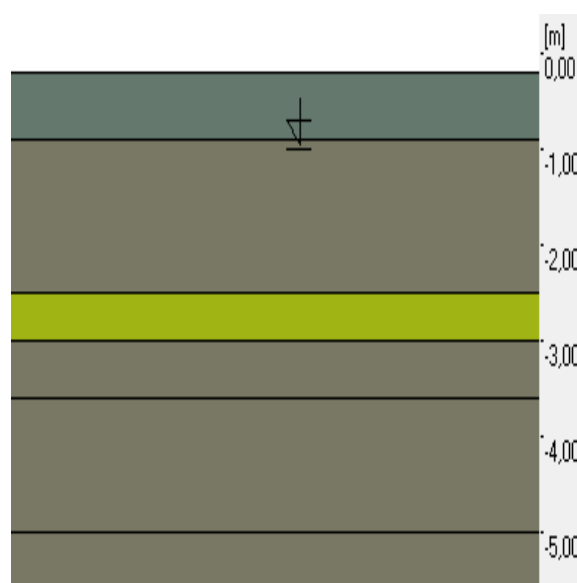
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-20,00	70,00	-	wilgotne	0,900

2.	Gлина IIa	-90,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-250,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-300,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-360,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-500,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
3.	15,00	14,00	21,00	43,94	26,36
4.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
5.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
6.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14



- Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	270,00	270,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	470,00	0,00	-	mało wilgotne	0,200

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	31,13	16,50	61,54	55,38

- Grunty przed ścianą:**

Opis:

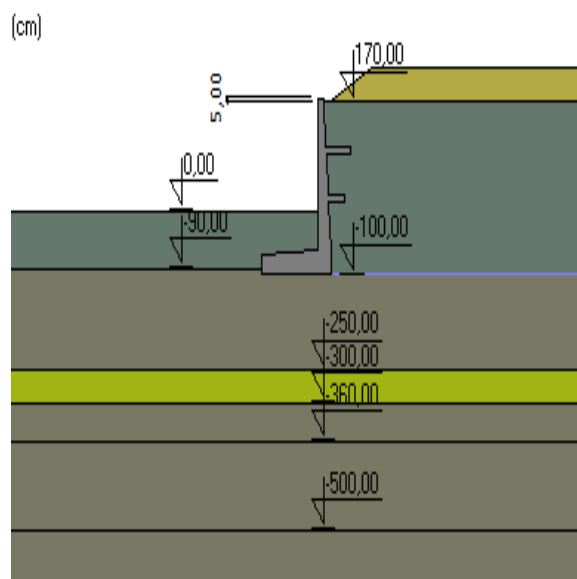
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
-----	--------------	-----------------	-------------------	------------------	-----------------	--------------------------------

1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

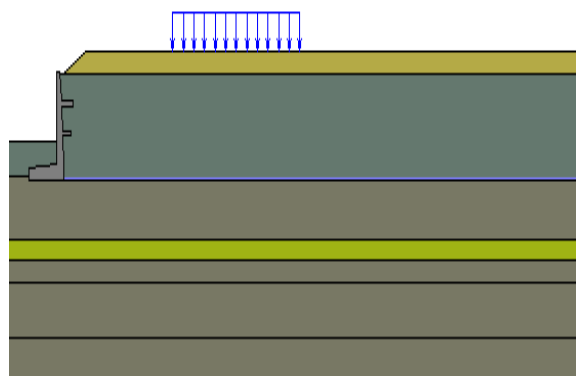
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



- Zestawienie obciążeń**

- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała x1 = 5,70 (m) x2 = 12,10 (m) P = 22,00 (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone



- a2 eksploatacyjna x1 = 5,70 (m) x2 = 17,50 (m) P = 3,00 (kN/m2)
- 3 równomiernie rozłożone
- a3 eksploatacyjna x1 = 17,50 (m) x2 = 25,50 (m) P = 12,00 (kN/m2)
- 

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 1,97$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 4,86$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	170,00	41,35	0,226	0,345	8,155

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

- odpór 0,126
- parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,533	0,733	1,943
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

- odpór 0,131
- parcie 0,013

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*a1 + 1,200\*a2 + 1,200\*a3
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
N=-51,49 (kN/m) My=27,80 (kN\*m) Fx=-6,32 (kN/m)

- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 204,05 \text{ (cm)}$
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$\begin{aligned} N_B &= 0,360 & i_B &= 0,776 \\ N_C &= 9,594 & i_C &= 0,849 \\ N_D &= 3,144 & i_D &= 0,891 \end{aligned}$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 421,22 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,834 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,72 \text{ (kN/m)}$   $My = 32,83 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -12,19 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Mięszkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 150,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$   
 - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,09 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -51,49 \text{ (kN/m)}$   $My = 27,80 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -6,32 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $Mo = 11,95 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 62,73 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_0 = 3,778 > 1,000$

## POŚLIZG

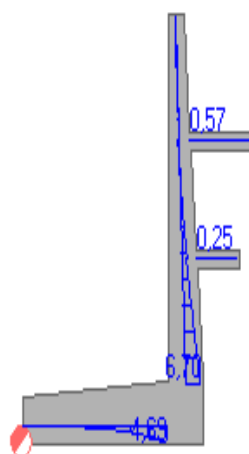
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -51,49 \text{ (kN/m)}$   $My = 27,80 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -6,32 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 152,79 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:  
 - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,226$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 6,32 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 11,63 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,325 > 1,000$

## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,72 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 32,83 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -12,19 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\max} = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\min} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\rho = -0,01 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = -636,50 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $196,202 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

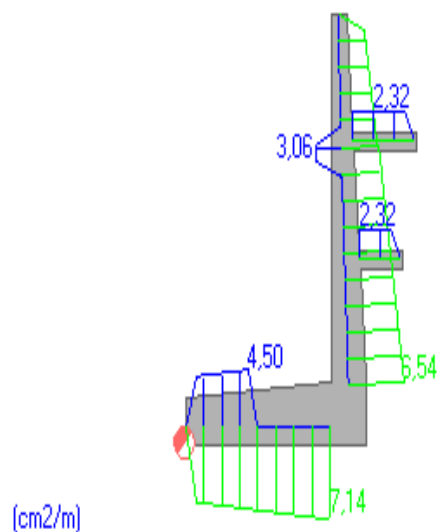
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	15,64	-63,30	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-0,24	93,50	$0,900 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	16,29	140,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	-0,07	42,38	$0,900 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	3,06	12,0	co	24,00	4,71
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,50	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,85	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	12,0	co	24,00	4,71
półka 2 (+)	2,32	12,0	co	24,00	4,71
stopa lewa (+)	4,50	12,0	co	24,00	4,71
stopa lewa (-)	7,14	12,0	co	14,00	8,08
stopa prawa (+)	0,00	12,0	co	24,00	4,71

1.6. Segment 2-2.

## Mur oporowy : mur2116

### 1. Parametry obliczeniowe:

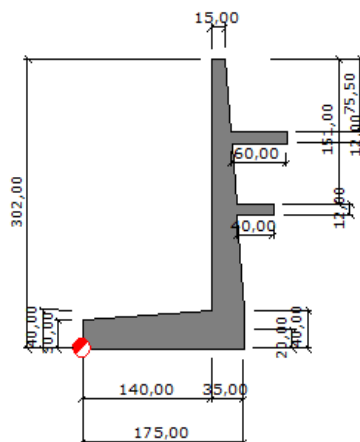
MATERIAŁ:

- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**
- 
- 
- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)

- ## 2. Geometria:



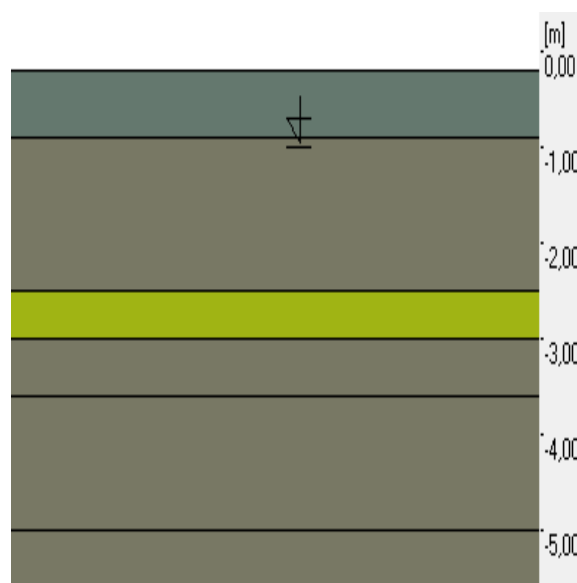
- **Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 290,00$  (cm)
- **Uwarstwienie pierwotne:**

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1.	Pospółka rzeczna	-20,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-90,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-250,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-300,00	60,00	B	-	0,350

5.	Gлина IIa	-360,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-500,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
3.	15,00	14,00	21,00	43,94	26,36
4.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
5.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
6.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14



- Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięszczość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	290,00	290,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	490,00	0,00	-	mało wilgotne	0,200

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	31,13	16,50	61,54	55,38

- Grunty przed ścianą:**

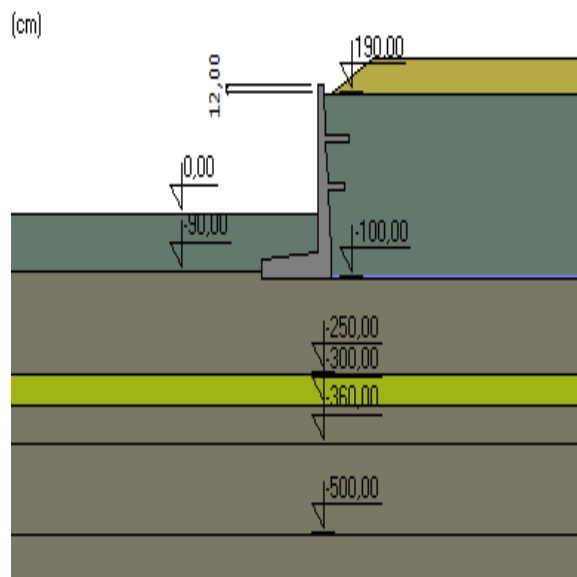
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięszczość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

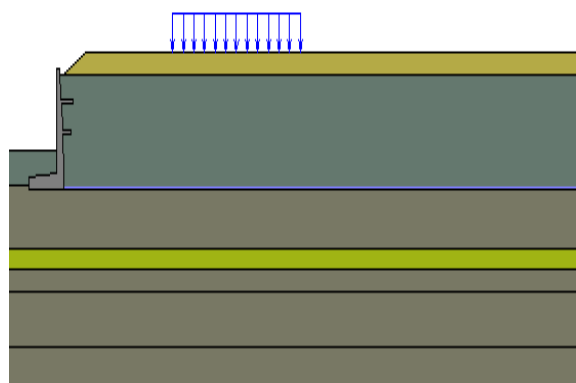
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



##### • Zestawienie obciążeń

- 
- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 5,70$  (m)  $x_2 = 12,10$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 5,70$  (m)  $x_2 = 17,50$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 3 równomiernie rozłożone
- a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,50$  (m)  $x_2 = 25,50$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kat nachylenia naziomu  $\varepsilon = 1,80$  (Deg)

Kat nachylenia ściany  $\beta = 4,37$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	190,00	41,35	0,221	0,345	8,253

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,125

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,533	0,733	1,943
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -54,42$  (kN/m)  $My = 28,97$  (kN\*m)  $Fx = -8,73$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 196,27$  (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:



$$\begin{aligned} N_B &= 0,360 & i_B &= 0,695 \\ N_C &= 9,594 & i_C &= 0,795 \\ N_D &= 3,144 & i_D &= 0,836 \end{aligned}$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 378,79 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,338 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,31 \text{ (kN/m)}$   $My = 30,61 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -6,76 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 150,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
  - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
  - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,09 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -54,42 \text{ (kN/m)}$   $My = 28,97 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -8,73 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $Mo = 15,09 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 68,34 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_0 = 3,261 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -54,42 \text{ (kN/m)}$   $My = 28,97 \text{ (kN*m)}$   $Fx = -8,73 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 154,30 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
  - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,226$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,00 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 8,73 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
  - $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
  - - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 12,29 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,014 > 1,000$

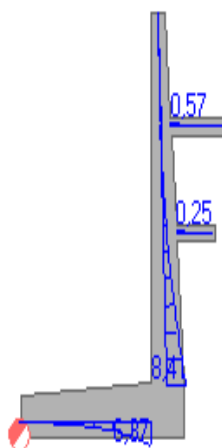
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 +$

- $1,000 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,31 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 30,61 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -6,76 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\max} = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\rho = -0,03 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = -147,98 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $53,581 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

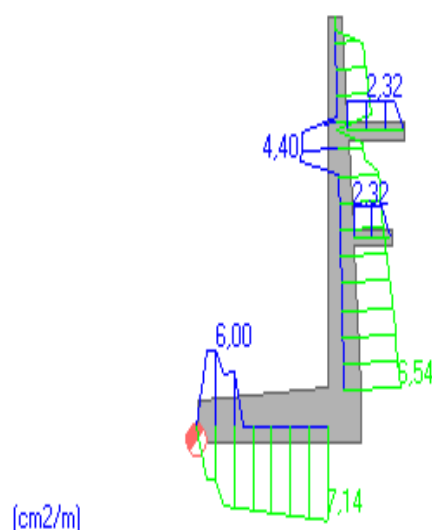
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	15,68	-63,99	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a_1 + 1,320 \cdot a_2 + 1,320 \cdot a_3$
Ściana	minimalny	-0,38	120,50	$1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,000 \cdot a_2 + 1,000 \cdot a_3$
Stopa	maksymalny	16,40	140,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a_1 + 1,320 \cdot a_2 + 1,320 \cdot a_3$
Stopa	minimalny	-0,02	27,33	$0,900 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a_1 + 1,320 \cdot a_2 + 1,320 \cdot a_3$

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	4,40	8,0	co	11,00	4,57
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,86	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (+)	6,00	8,0	co	8,00	6,28
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	8,00	6,28

1.7. Segment 2-3.

## Mur oporowy : mur1116

### 1. Parametry obliczeniowe:

MATERIAŁ:

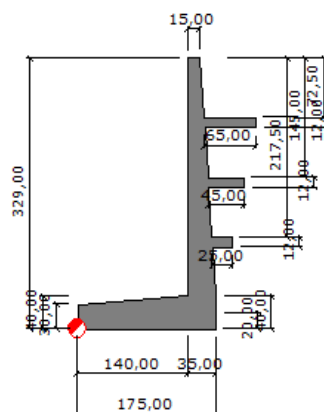
- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu 100,000 %
  - Tarcia gruntu 0,000 %
  - Odporu ściany 50,000 %
  - Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- **Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 310,00$  (cm)
- **Uwarstwienie pierwotne:**

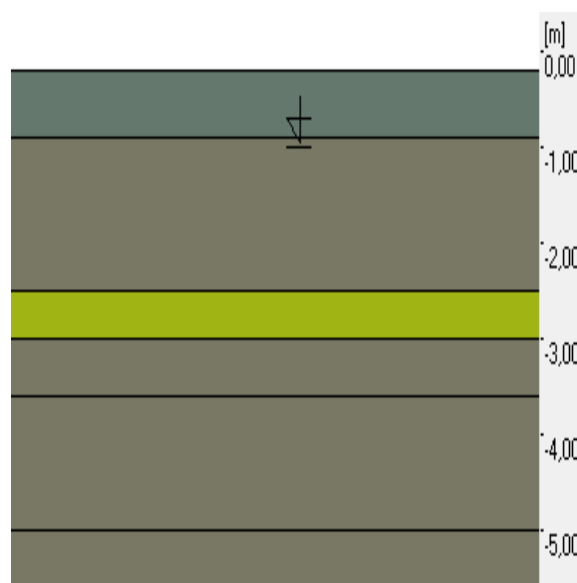
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-20,00	70,00	-	wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-90,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-250,00	50,00	C	-	0,250

4.	Gлина пясчч IIb	-300,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-360,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-500,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
3.	15,00	14,00	21,00	43,94	26,36
4.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
5.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
6.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14



- Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	310,00	310,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	510,00	0,00	-	mało wilgotne	0,200

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	31,13	16,50	61,54	55,38

- Grunty przed ścianą:**

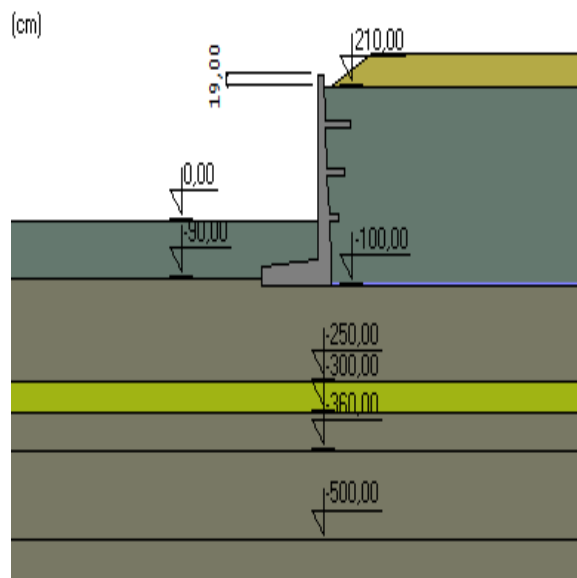
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

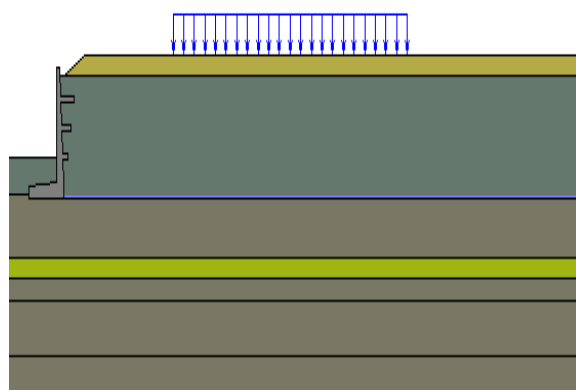
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



##### • Zestawienie obciążeń

- 
- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 5,70$  (m)  $x_2 = 12,10$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 5,70$  (m)  $x_2 = 17,50$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 3 równomiernie rozłożone

a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,50$  (m)  $x_2 = 25,50$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 1,65$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 3,96$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	210,00	41,35	0,218	0,344	8,331

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,125

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,533	0,733	1,943
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,200 \cdot a_2 + 1,200 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,98$  (kN/m)  $M_y = 29,92$  (kN\*m)  $F_x = -9,25$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 196,41$  (cm)

- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,360 \quad i_B = 0,685$$

$$N_C = 9,594 \quad i_C = 0,788$$

$$N_D = 3,144 \quad i_D = 0,831$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 375,96 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,223 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -59,03 \text{ (kN/m)} \quad My = 31,57 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad Fx = -7,59 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Mięszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 150,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $szd = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$   
 - wywołane ciężarem gruntu:  $szg = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,10 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,98 \text{ (kN/m)} \quad My = 29,92 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad Fx = -9,25 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $Mo = 16,36 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 72,49 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_0 = 3,190 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -56,98 \text{ (kN/m)} \quad My = 29,92 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad Fx = -9,25 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 152,99 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:  
 - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,226$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 9,25 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 12,87 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,002 > 1,000$

## KĄTY OBROTU

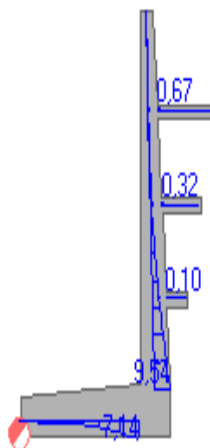
- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe



- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -59,03 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 31,57 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -7,59 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\max} = 0,05 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = -0,03 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = -136,93 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $49,067 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

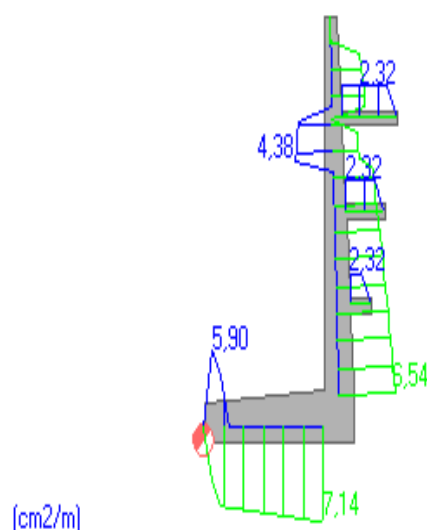
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	22,39	-64,55	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-0,62	150,50	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	22,99	140,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	-0,01	17,89	$0,900 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 0,900 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	4,38	8,0	co	11,00	4,57
ściana z prawej	6,54	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,51	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,86	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (+)	5,90	12,0	co	19,00	5,95
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa prawa (+)	0,00	12,0	co	19,00	5,95

1.8. Segment 2-4.

## Mur oporowy : mur1108

### 1. Parametry obliczeniowe:

MATERIAŁ:

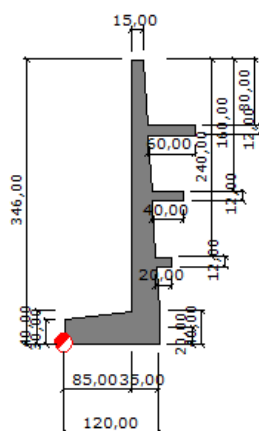
- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**
- 
- 
- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)

- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00 \text{ (cm)}$
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu  $100,000 \%$
  - Tarcia gruntu  $0,000 \%$
  - Odporu ściany  $50,000 \%$
  - Odporu ostrogi  $100,000 \%$
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- **Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 310,00 \text{ (cm)}$
- **Uwarstwienie pierwotne:**

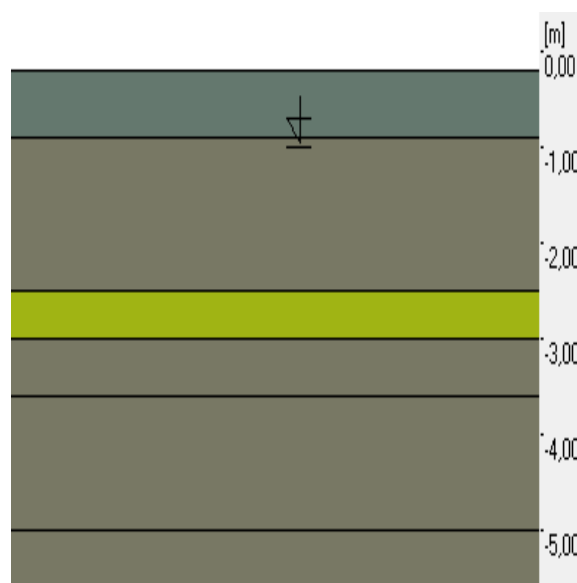
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-20,00	70,00	-	mało wilgotne	0,900
2.	Gлина IIa	-90,00	160,00	B	-	0,350
3.	Pył piaszcz I	-250,00	50,00	C	-	0,250

4.	Gлина пясчч IIb	-300,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-360,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-500,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	18,50	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	310,00	310,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	510,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- Grunty przed ścianą:**

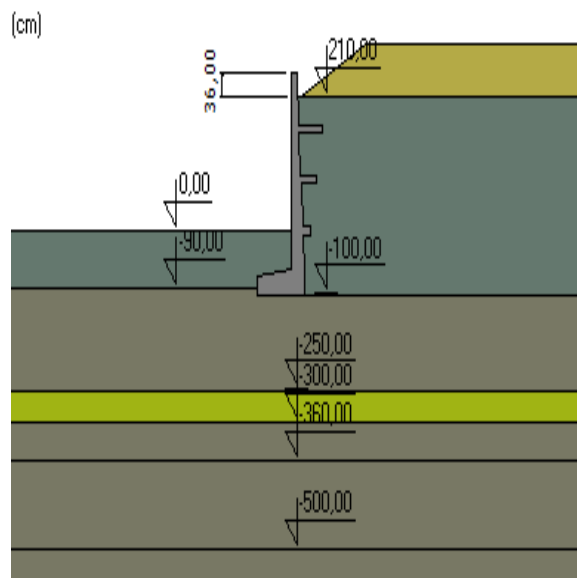
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350
2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900

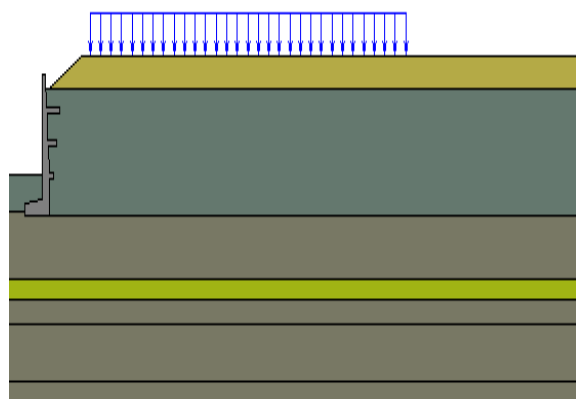
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



- **Zestawienie obciążeń**

- 
- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 2,15$  (m)  $x_2 = 13,75$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 2,15$  (m)  $x_2 = 17,50$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 3 równomiernie rozłożone

a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,50$  (m)  $x_2 = 25,50$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

## 5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 2,48$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 3,74$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	210,00	41,35	0,218	0,347	8,810

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,125

parcie 0,012

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,200 \cdot a_2 + 1,200 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -46,79$  (kN/m)  $M_y = 16,47$  (kN\*m)  $F_x = -8,44$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 119,83$  (cm)

- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 0,524 \quad i_B = 0,424$$

$$N_C = 10,607 \quad i_C = 0,603$$

$$N_D = 3,723 \quad i_D = 0,676$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 184,00 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 3,186 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -47,51 \text{ (kN/m)} \quad My = 16,46 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -6,07 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 150,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $szd = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$   
 - wywołane ciężarem gruntu:  $szg = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,07 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -46,79 \text{ (kN/m)} \quad My = 16,47 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -8,44 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $Mo = 16,23 \text{ (kN*m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 44,34 \text{ (kN*m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_0 = 1,967 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -46,79 \text{ (kN/m)} \quad My = 16,47 \text{ (kN*m)} \quad Fx = -8,44 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 119,83 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:  
 - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 8,44 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 12,01 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,025 > 1,000$

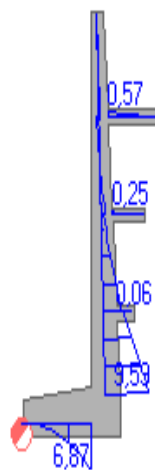
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -47,48 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 16,45 \text{ (kN*m)}$   $F_x = -6,00 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,05 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = -0,01 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = -367,79 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $169,971 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

- Momenty

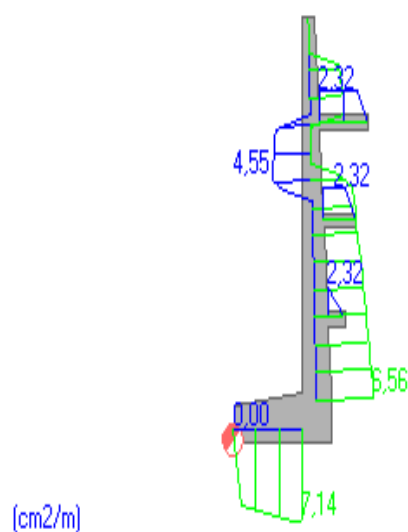


(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	10,07	-66,65	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-0,67	160,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 0,900 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	8,18	85,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	0,00	0,00	

- Zbrojenie





Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	4,55	8,0	co	11,00	4,57
ściana z prawej	6,56	12,0	co	16,00	7,07
ściana z prawej (h/3)	5,53	12,0	co	20,00	5,65
ściana z prawej (h/2)	4,87	12,0	co	23,00	4,92
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa lewa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09
stopa prawa (+)	0,00	8,0	co	24,00	2,09

1.9. Segment 2-5.

## Mur oporowy : mur1138

### 1. Parametry obliczeniowe:

MATERIAŁ:

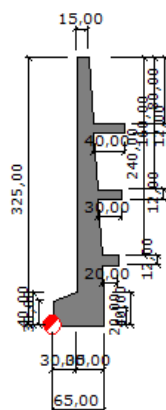
- BETON:** klasa B 37,  $f_{ck} = 30,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m<sup>3</sup>)
- STAL:** klasa A - IIIN,  $f_{yk} = 490,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

- Otulina:  $c_1 = 30,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)
- Agresywność środowiska: XC1, XC2, XC3, XC4
- Wymiarowanie muru ze względu na:
  - Nośność  $m = 0,810$
  - Poślizg  $m = 0,720$
  - Obrót  $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
  - Osiadanie średnie:  
 $S_{dop} = 10,00$  (cm)
  - Różnicę osiadań:  
 $DS_{dop} = 5,00$  (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
  - Spójności gruntu 100,000 %
  - Tarcia gruntu 0,000 %
  - Odporu ściany 50,000 %
  - Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
  - Odpór dla gruntów spoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów spoistych  $1/2 \times \phi$
  - Odpór dla gruntów niespoistych  $-1/3 \times \phi$
  - Parcie dla gruntów niespoistych  $1/2 \times \phi$

## 2. Geometria:



## 3. Grunt:

- **Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 310,00$  (cm)
- **Uwarstwienie pierwotne:**

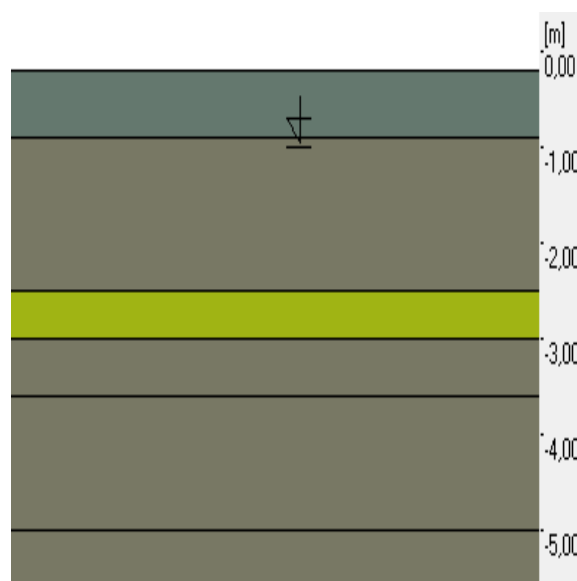
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_D/I_L$
1.	Pospółka rzeczna	-20,00	70,00	-	mało wilgotne	0,900
2.	Gлина ІІа	-90,00	160,00	B	-	0,350

3.	Pył piaszcz I	-250,00	50,00	C	-	0,250
4.	Gлина piaszcz IIb	-300,00	60,00	B	-	0,350
5.	Gлина IIa	-360,00	140,00	B	-	0,350
6.	Gлина IIa	-500,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	41,35	18,50	243,86	243,86
2.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
3.	16,00	20,00	19,50	61,80	37,08
4.	20,00	18,00	20,00	49,41	37,06
5.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
6.	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06



- Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Pospółka rzeczna	310,00	310,00	-	wilgotne	0,900
2	Piasek średni	510,00	0,00	-	mało wilgotne	0,500

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86
2	0,00	33,00	17,00	106,54	95,88

- Grunty przed ścianą:**

Opis:

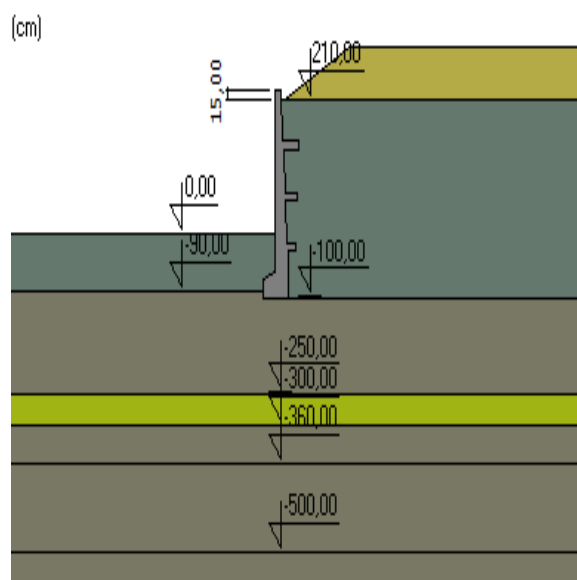
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub>
1	Gлина IIa	10,00	10,00	B	-	0,350

2	Pospółka rzeczna	100,00	90,00	-	wilgotne	0,900
---	------------------	--------	-------	---	----------	-------

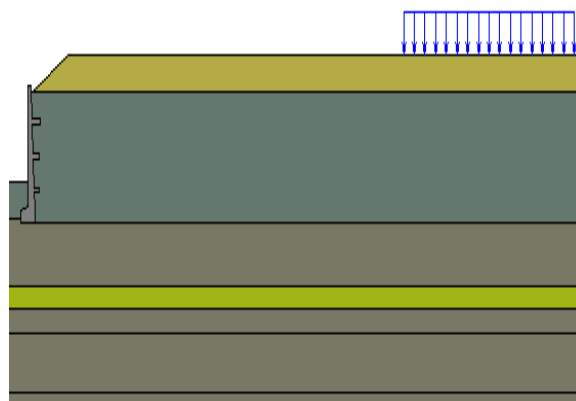
\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	18,00	16,00	19,50	49,41	37,06
2	0,00	41,35	20,00	243,86	243,86



#### 4. Obciążenia



##### • Zestawienie obciążeń

- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała  $x_1 = 2,15$  (m)  $x_2 = 13,75$  (m)  $P = 22,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- 2 równomiernie rozłożone
- a2 eksploatacyjna  $x_1 = 2,15$  (m)  $x_2 = 17,50$  (m)  $P = 3,00$  (kN/m<sup>2</sup>)

- 3 równomiernie rozłożone
- a3 eksploatacyjna  $x_1 = 17,50$  (m)  $x_2 = 25,50$  (m)  $P = 12,00$  (kN/m2)
- 

## · **5. Wyniki obliczeń geotechnicznych**

· *PARCIA*

· Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru  
Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 2,67$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 4,01$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Pospółka rzeczna	210,00	41,35	0,221	0,347	8,793

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0,125
- parcie 0,012

· Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-90,00		0,522	0,724	1,991
2.	Pospółka rzeczna	0,00	41,35	0,188	0,339	9,073

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0,131
- parcie 0,013

## NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a_1 + 1,200 \cdot a_2 + 1,200 \cdot a_3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -45,80$  (kN/m)  $My = 4,68$  (kN\*m)  $Fx = 3,90$  (kN/m)

- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 48,62 \text{ (cm)}$
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$\begin{aligned} N_B &= 0,524 & i_B &= 0,733 \\ N_C &= 10,607 & i_C &= 0,826 \\ N_D &= 3,723 & i_D &= 0,869 \end{aligned}$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 98,88 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 1,749 > 1,000$

## OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -43,13 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 4,52 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$   $F_x = 5,47 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,07 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 150,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$   
 - wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie:  $S = 0,10 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

## OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -45,80 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 4,68 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$   $F_x = 3,90 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający:  $M_o = 13,93 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 32,56 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_o = 1,684 > 1,000$

## POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,200 \cdot a2 + 1,200 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -45,80 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 4,68 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$   $F_x = 3,90 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 48,62 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:  
 - gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,257$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 3,90 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 11,76 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 2,169 > 1,000$

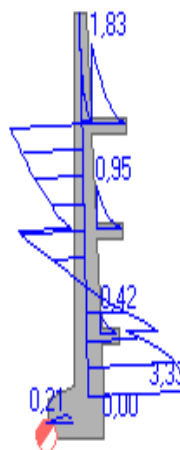
## KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot a1 + 1,000 \cdot a2 + 1,000 \cdot a3$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -43,13 \text{ (kN/m)}$   $M_y = 4,53 \text{ (kN*m)}$   $F_x = 5,55 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\max} = 0,13 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{\min} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu:  $\alpha = -0,17 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = -3,98 \text{ (cm)}$   
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $25,336 > 1,000$

## 6. Wyniki obliczeń żelbetowych

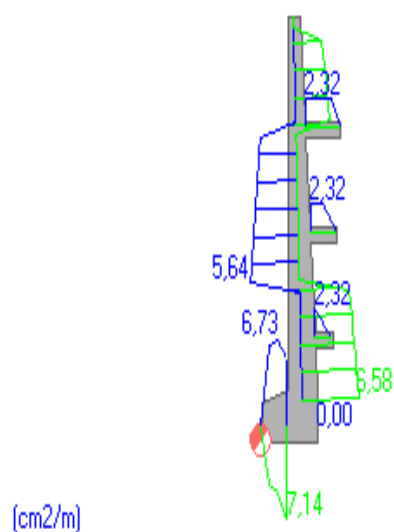
- Momenty



(kN\*m)

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	4,27	-68,33	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Ściana	minimalny	-2,48	139,00	$1,100 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	maksymalny	1,24	30,00	$1,100 \cdot CM + 0,765 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$
Stopa	minimalny	-0,61	30,00	$0,900 \cdot CM + 1,100 \cdot GP + 1,320 \cdot GZ + 1,100 \cdot a1 + 1,320 \cdot a2 + 1,320 \cdot a3$

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm <sup>2</sup> /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm <sup>2</sup> /m]
ściana z lewej	5,64	12,0	co	19,00	5,95
ściana z lewej (h/3)	5,54	12,0	co	20,00	5,65
ściana z lewej (h/2)	4,88	12,0	co	23,00	4,92
ściana z prawej	6,58	12,0	co	16,00	7,07
półka 1 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 2 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
półka 3 (+)	2,32	8,0	co	16,00	3,14
stopa lewa (+)	6,73	12,0	co	16,00	7,07
stopa lewa (-)	7,14	8,0	co	7,00	7,18
stopa prawa (+)	0,00	12,0	co	16,00	7,07

## 2. Sprawdzenie stateczności zboczy wykopów.

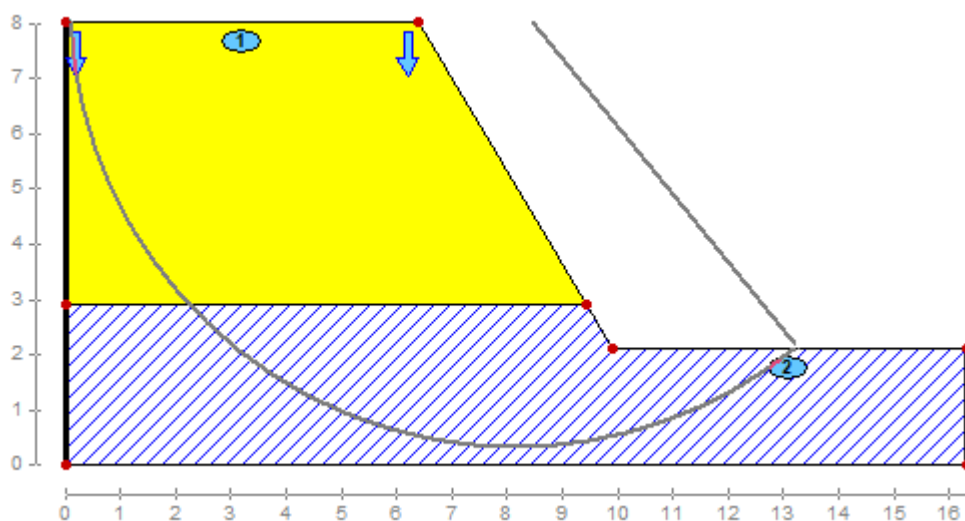
### 2.1. Zbocze wykopu ściany oporowej północnej.

- metoda Felleniusa





## Łuk 251



Charakterystyka łuku:

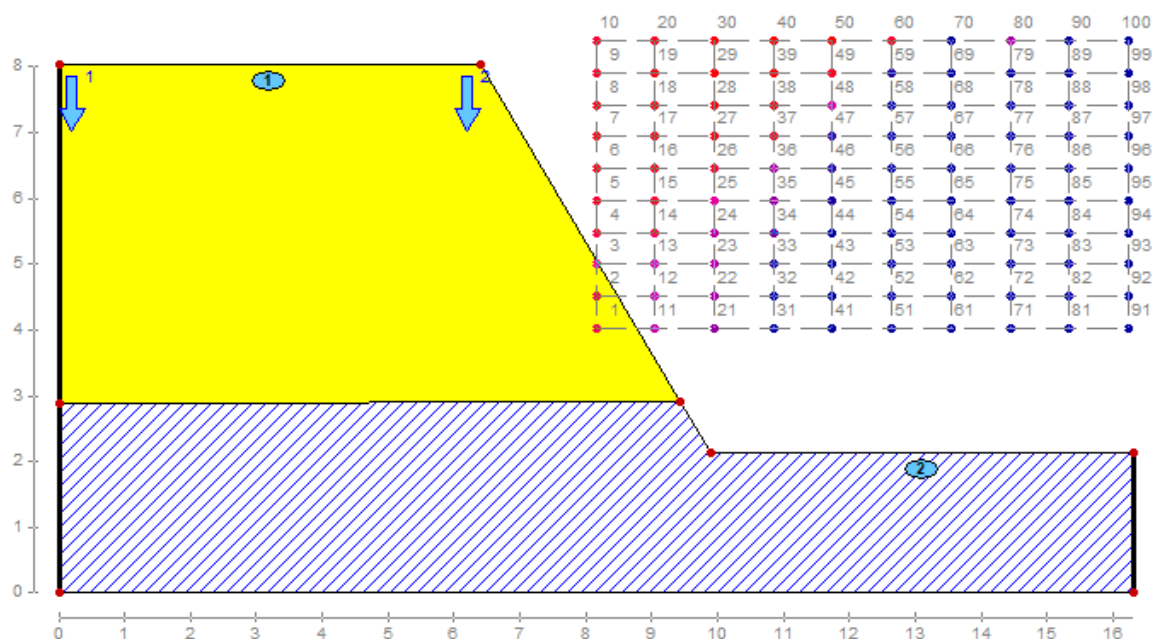
Pkt. nr 10;  $x_{\text{śr}} = 8.15 \text{ m}$ ;  $y_{\text{śr}} = 8.36 \text{ m}$ ;  $R = 8.08 \text{ m}$ ;

Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

	$M_u$ [kNm]	$M_w$ [kNm]	$F =  M_u/M_w $
<b>Fmaxmax</b>	5965.85	-4486.17	1.33
<b>Fmaxmin</b>	5850.94	-4193.16	1.40
<b>Fminmax</b>	4480.63	-3963.52	1.13
<b>Fminmin</b>	4389.25	-3670.51	1.20

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza  $V = 54.64 \text{ m}^3$ .

- metoda Bishopa



## Warstwy gruntowe

Nr	Nazwa	$I_L/I_d$	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	c [kPa]	$\phi$ [°]	Woda
1	Piaski srednie ( $P_S$ )	0.50	1.85	3.00	35.50	NIE
2	Spoisty B ( $G_p$ , $G$ , $G_\pi$ )	0.25	2.10	26.00	16.00	TAK

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

## Obciążenia

Nr	Rodzaj	$X_{pocz}$ [m]	$Y_{pocz}$ [m]	L [m]	Wartość	
1	Siła pionowa	0.20	7.00	-	150.00	[kN/m]
2	Siła pionowa	6.20	7.00	-	150.00	[kN/m]

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

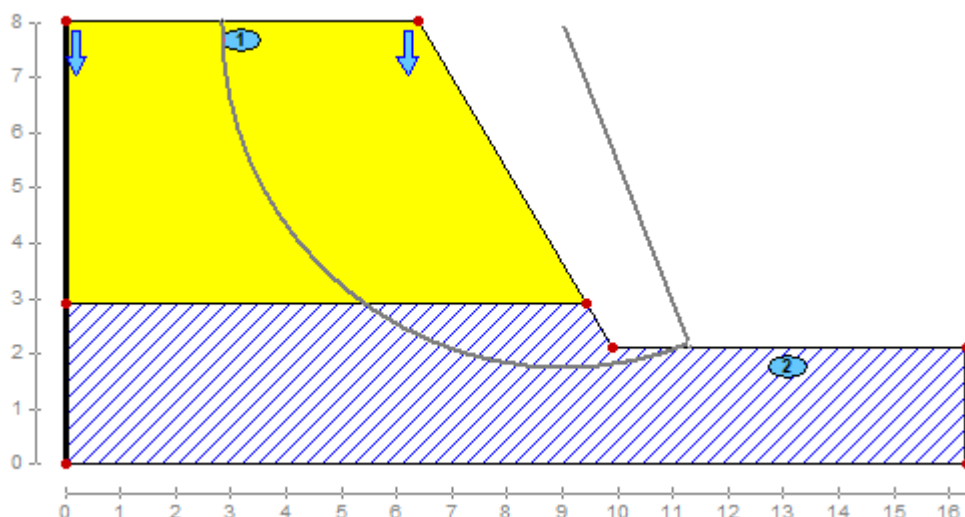
## Opis obliczeń

Obliczenia wykonano metodą Bishopa.

Opis oznaczeń :

- $F_{\max\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\max\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia

## Łuk 460



Charakterystyka łuku:

Pkt. nr 19;  $x_{\text{śr}} = 9.05$  m;  $y_{\text{śr}} = 7.88$  m;  $R = 6.21$  m;

Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

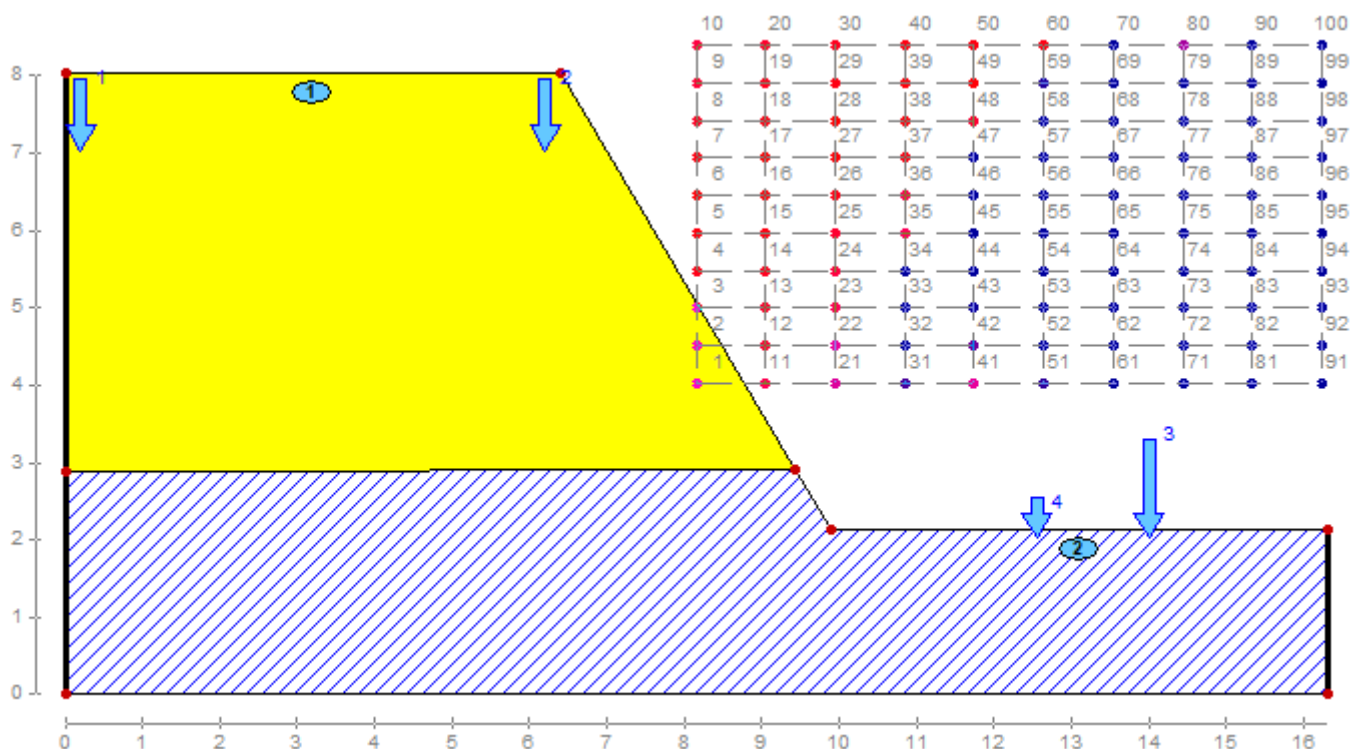
	$W_u$ [kN]	$W_w$ [kN]	$F =  W_u/W_w $
--	------------	------------	-----------------

<b>Fmaxmax</b>	481.55	-317.77	1.52
<b>Fmaxmin</b>	474.23	-303.57	1.56
<b>Fminmax</b>	355.80	-274.19	1.30
<b>Fminmin</b>	349.73	-259.99	1.35

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza  $V = 26.39 \text{ m}^3$ .

## 2.2. Zbocze wykopu ściany oporowej północnej z uwzględnieniem obciążenia istniejącym murem oporowym i ciężarem urobku z wykopu.

- metoda Felleniusa



### Warstwy gruntowe

Nr	Nazwa	$I_L/I_d$	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	Woda
1	Piaski srednie ( $P_S$ )	0.50	1.85	3.00	35.50	NIE
2	Spoisty B ( $G_p$ , $G$ , $G_\pi$ )	0.25	2.10	26.00	16.00	TAK

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

### Obciążenia

Nr	Rodzaj	$X_{pocz}$ [m]	$Y_{pocz}$ [m]	$L$ [m]	Wartość	
1	Siła pionowa	0.20	7.00	-	150.00	[kN/m]
2	Siła pionowa	6.20	7.00	-	150.00	[kN/m]
3	Siła pionowa	14.00	2.00	-	250.00	[kN/m]

4	Siła pionowa	12.55	2.00	-	35.00	[kN/m]
---	--------------	-------	------	---	-------	--------

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

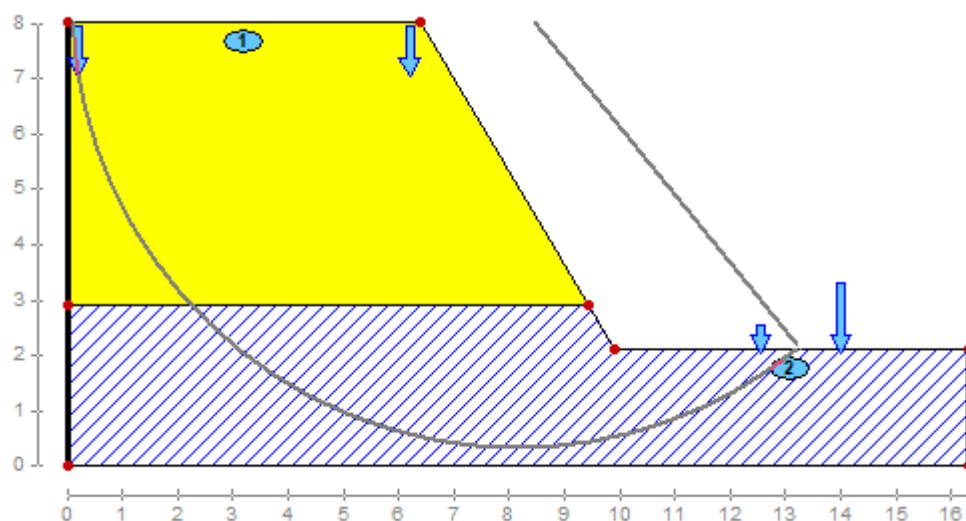
### Opis obliczeń

Obliczenia wykonano metodą Felleniusa.

Opis oznaczeń :

- $F_{\max\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\max\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia

### Łuk 251



Charakterystyka łuku:

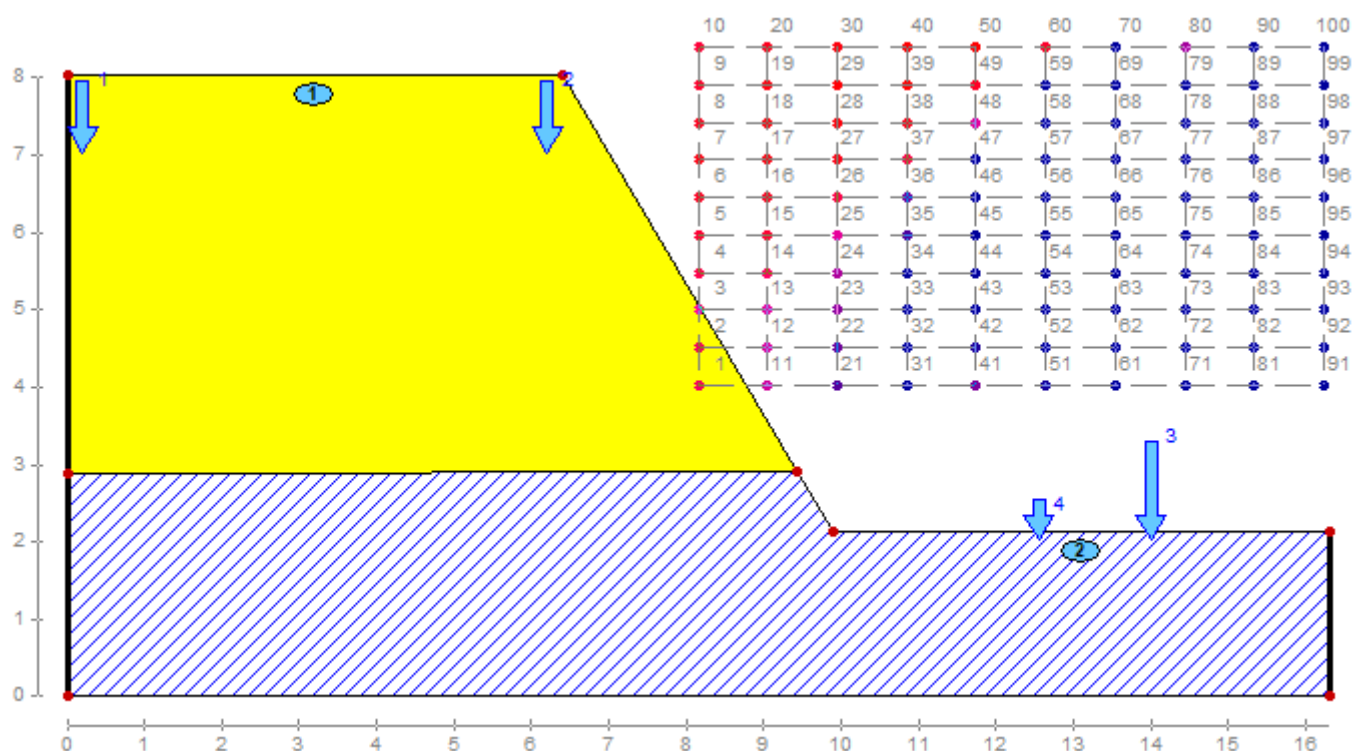
Pkt. nr 10;  $x_{\text{śr}} = 8.15$  m;  $y_{\text{śr}} = 8.36$  m;  $R = 8.08$  m;

Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

	$M_u$ [kNm]	$M_w$ [kNm]	$F =  M_u/M_w $
<b><math>F_{\max\max}</math></b>	6048.77	-4317.18	1.40
<b><math>F_{\max\min}</math></b>	5918.78	-4054.89	1.46
<b><math>F_{\min\max}</math></b>	4547.74	-3794.53	1.20
<b><math>F_{\min\min}</math></b>	4444.16	-3532.24	1.26

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza  $V = 54.64$  m<sup>3</sup>.

- metoda Bishopa



#### Warstwy gruntowe

Nr	Nazwa	$I_L/I_d$	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	c [kPa]	$\phi$ [°]	Woda
1	Piaski srednie ( $P_S$ )	0.50	1.85	3.00	35.50	NIE
2	Spoisty B ( $G_P$ , $G$ , $G_\pi$ )	0.25	2.10	26.00	16.00	TAK

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

#### Obciążenia

Nr	Rodzaj	$X_{pocz}$ [m]	$Y_{pocz}$ [m]	L [m]	Wartość	
1	Siła pionowa	0.20	7.00	-	150.00	[kN/m]
2	Siła pionowa	6.20	7.00	-	150.00	[kN/m]
3	Siła pionowa	14.00	2.00	-	250.00	[kN/m]
4	Siła pionowa	12.55	2.00	-	35.00	[kN/m]

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

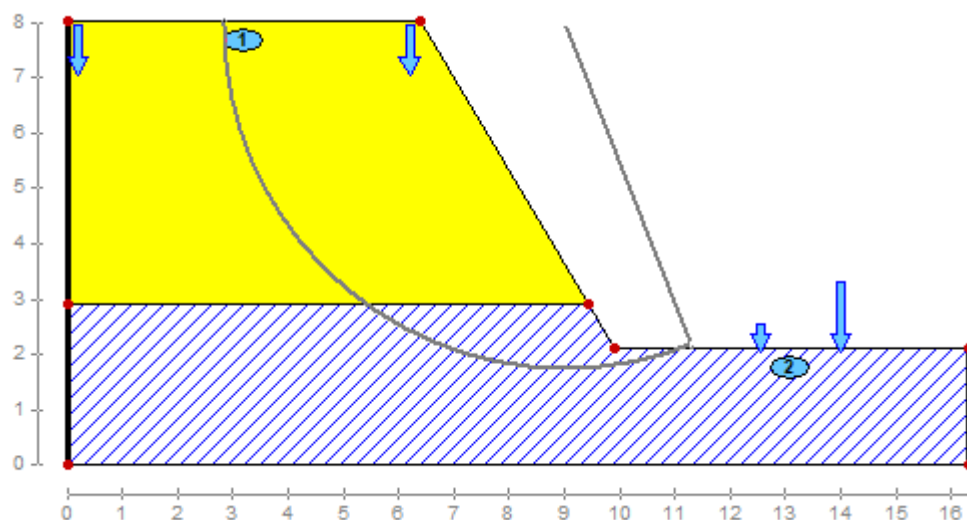
#### Opis obliczeń

Obliczenia wykonano metodą Bishopa.

Opis oznaczeń :

- $F_{\max\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\max\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia

## Łuk 460



Charakterystyka łuku:

Pkt. nr 19;  $x_{\text{śr}} = 9.05 \text{ m}$ ;  $y_{\text{śr}} = 7.88 \text{ m}$ ;  $R = 6.21 \text{ m}$ ;

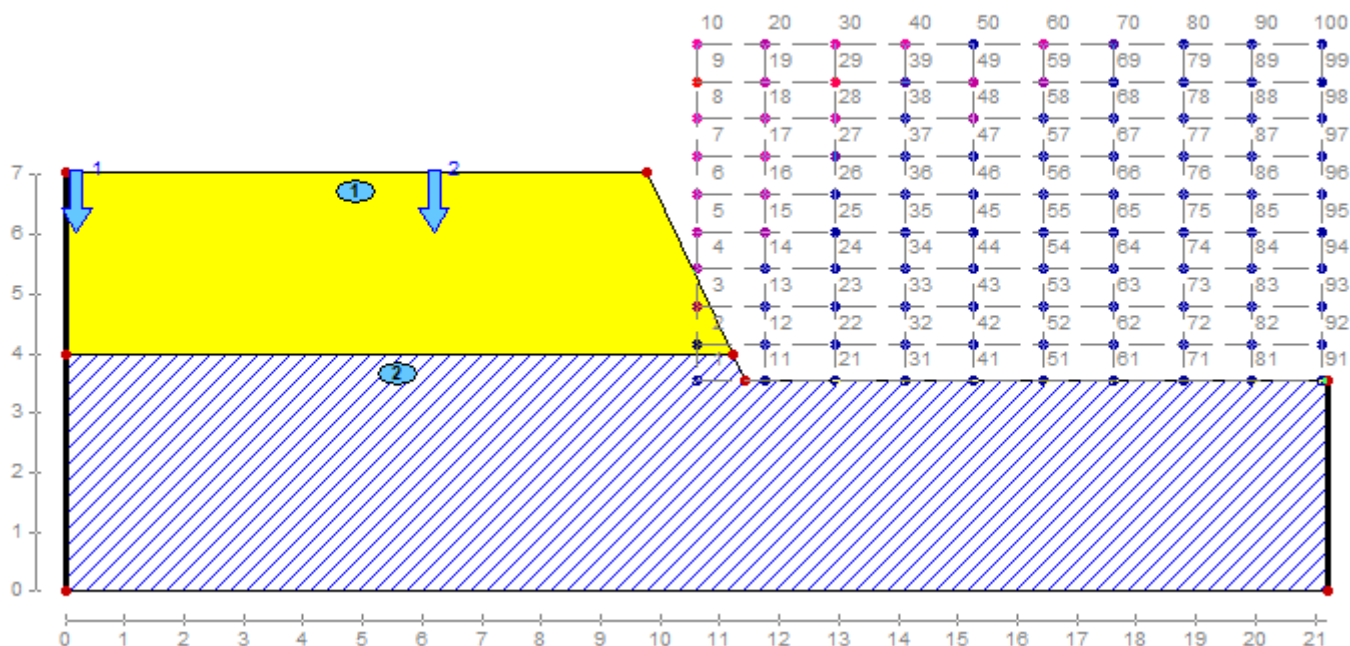
Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

	$W_u$ [kN]	$W_w$ [kN]	$F =  W_u/W_w $
<b>Fmaxmax</b>	481.55	-317.77	1.52
<b>Fmaxmin</b>	474.23	-303.57	1.56
<b>Fminmax</b>	355.80	-274.19	1.30
<b>Fminmin</b>	349.73	-259.99	1.35

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza  $V = 26.39 \text{ m}^3$ .

### 2.3. Zbocze wykopu ściany oporowej południowej obciążone garażami.

- metoda Felleniusa



#### Warstwy gruntowe

Nr	Nazwa	$I_L/I_d$	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	Woda
1	Piaski srednie ( $P_S$ )	0.50	1.85	3.00	35.50	NIE
2	Spoisty B ( $G_P$ , $G$ , $G_\pi$ )	0.25	2.10	26.00	16.00	TAK

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

#### Obciążenia

Nr	Rodzaj	$X_{pocz}$ [m]	$Y_{pocz}$ [m]	$L$ [m]	Wartość	
1	Siła pionowa	0.20	6.00	-	150.00	[kN/m]
2	Siła pionowa	6.20	6.00	-	150.00	[kN/m]

Współczynniki materiałowe:  $\gamma_{\min} = 0.90$ ,  $\gamma_{\max} = 1.10$

#### Opis obliczeń

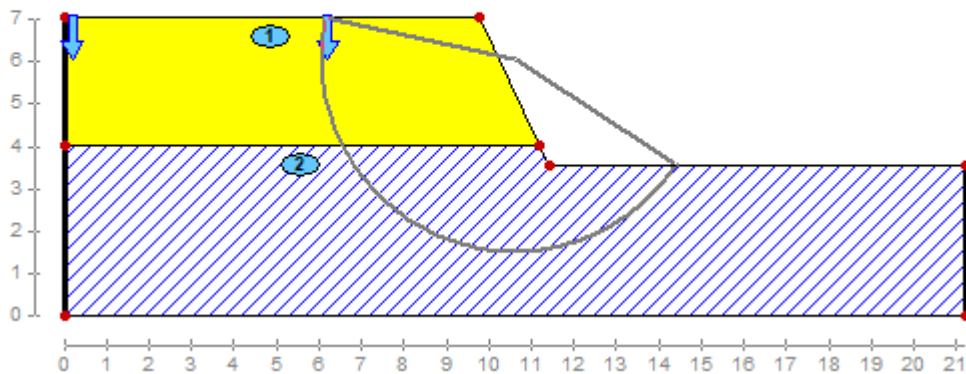
Obliczenia wykonano metodą Felleniusa.

Opis oznaczeń :

- $F_{\max\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\max\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla maksymalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\max}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i maksymalnego współczynnika obciążenia
- $F_{\min\min}$  - współczynnik bezpieczeństwa dla minimalnego współczynnika materiałowego gruntu i minimalnego współczynnika obciążenia



## Łuk 73



Charakterystyka łuku:

Pkt. nr 5;  $x_{\text{śr}} = 10.60 \text{ m}$ ;  $y_{\text{śr}} = 6.02 \text{ m}$ ;  $R = 4.59 \text{ m}$ ;

Współczynniki bezpieczeństwa (pewności) :

	Mu [kNm]	Mw [kNm]	F= Mu/Mw
<b>Fmaxmax</b>	2009.71	-1369.30	1.47
<b>Fmaxmin</b>	1978.10	-1237.27	1.60
<b>Fminmax</b>	1551.78	-1252.36	1.24
<b>Fminmin</b>	1527.48	-1120.34	1.36

Objętość gruntu leżącego wewnątrz danego łuku poślizgu dla 1 mb. zbocza V = 26.55 m<sup>3</sup>.

**mgr inż. K. Goliński**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej nr ewid.: 7342/146/TO/94