

Обект: Шахта за спирателен кран на стоманен водопровод  $\phi 800\text{мм}$  в охраняема зона на обект  
"Шахта Симеоново", бул."Симеоновско шосе", гр.София

Част: Конструктивна

## СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

### I. Натоварване върху шахтите:

#### 1.) Натоварване шахтата и пръст отгоре:

- Площ основа шахта –  $12,60\text{кв.м}$   
Кръгла надстойка на шахта /обиколка/ –  $6,75\text{м}'$   
Площ насип –  $8,45\text{кв.м}$
- собствено тегло стоманен капак рифел обрамчен с  $L50 \times 50 \times 5$   
 $(4,4 \times 0,0515 + 1,10 \times 1,10 \times 0,43) \times 1,25 / 1,10 \times 1,10 = 0,75 / 1,21 \times 1,25 = 0,62 \times 1,25 = 0,80\text{kN/m}^2$
  - стоманобетонен капак КРШ  $\phi 2000\text{мм}$ , с отвор  $\phi 1000\text{мм}$   
 $20,80 \times 1,25 = 26,0\text{kN}$
  - стоманобетонни пръстени DN2000мм, с височина  $\phi 1000\text{мм}$  – 3бр. и  
с височина  $\phi 750\text{мм}$  – 1бр  
 $(3 \times 21,80 + 16,35) \times 1,25 = 81,75 \times 1,25 = 102,20\text{kN}$
  - стоманобетонни стени, основа и покривна плоча  $d=30\text{см}$   
 $0,30 \times 25 \times 1,20 = 7,50 \times 1,20 = 9,00\text{kN/m}^2$
  - гланцирана цим. мазилка по стените 2см, по изискване на ВиК-част  
 $0,02 \times 21 \times 1,35 = 0,42 \times 1,35 = 0,57\text{kN/m}^2$
  - гланцирана цим. замазка 4см – 6см по изискване на ВиК-част, средно 5см  
 $0,05 \times 21 \times 1,35 = 1,05 \times 1,35 = 1,42\text{kN/m}^2$
  - собствено тегло стоманена тръба  $\phi 800 \times 14\text{мм}$   
 $2,80 \times 1,10 = 3,10\text{kN/m}'$
  - собствено тегло вода в стоманената тръба  
 $0,50 \times 10 \times 1,0 = 5,02 \times 1,0 = 5,02\text{kN/m}'$
  - собствено тегло опора под тръбата  
 $0,50 \times 0,50 \times 0,45 \times 25 \times 1,20 = 2,85 \times 1,20 = 3,40\text{kN}$
  - собствено тегло обратен насип  
 $3,55 \times 18 \times 1,35 = 63,9 \times 1,35 = 86,25\text{kN/m}^2$
  - натоварване от вода вътре в шахтата  
 $3,50 \times 10 = 35,0\text{kN/m}^2$

Линейно натоварване нормат. ст. върху покривна плоча:	$15,30\text{kN/m}'$
Линейно натоварване изчисл. ст. върху покривна плоча:	$19,15\text{kN/m}'$
Площно натоварване нормат. ст. покривна плоча:	$63,90 + 7,50 = 71,40\text{kN/m}^2$
Площно натоварване изчисл. ст. покривна плоча:	$86,25 + 9,00 = 95,25\text{kN/m}^2$
Площно натоварване нормат. основа:	$1,05 + 7,50 + 35 = 43,55\text{kN/m}^2$
Площно натоварване изчисл. основа:	$1,45 + 9,00 + 35 = 45,45\text{kN/m}^2$
Концентрирана сила от тръба нормат. стойност:	$16,9\text{kN}$
Концентрирана сила от тръба изчисл. стойност:	$18,0\text{kN}$

## 2.) Натоварване от външни товари:

- сняг

$$S_t = 1,0 \text{ kN/m}^2 \text{ за гр.София}$$

$$S_n = S_t \times \mu \times \gamma_f$$

$$\gamma_f = 1,4$$

$$S = 1,0 \times 1,0 \times 1,4 = 1,40 \text{ kN/m}^2$$

- натоварване от строителна механизация с брутно тегло до 160kN

$$V_n = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$V = 5,0 \times 1,3 = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

## 3.) Натоварване от земен натиск:

- приета е за изчисленията, поради липса на инженерно-геоложки доклад за трасето, свързана почва – тип пясъклива глина, типична за р-на на гр.София
- приета е за изчисленията, свързана почва – тип пясъклива глина,

$$\text{с обемно тегло} \quad \gamma_{\text{и}} = 20 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_{\text{н}} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ъгъл на вътрешно триене} \quad \varphi_{\text{и}} = 19^\circ \quad \varphi_{\text{н}} = 22,0^\circ$$

$$\text{кохезия} \quad c_{\text{и}} = 5,0 \text{ kPa} \quad c_{\text{н}} = 10,0 \text{ kPa}$$

- коефициент на страничен активан земен натиск по Ранкин за съоръжение с вертикален гръб при хоризонтален терен

$$k_{\text{ан}} = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times \varphi_{\text{н}}) = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times 22,0) = 0,455$$

$$k_{\text{аи}} = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times \varphi_{\text{и}}) = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times 19,0) = 0,509$$

$$\nu_{\text{ан}} = 45 + \varphi_{\text{н}} / 2 = 45 + 22 / 2 = 56,0^\circ$$

$$\nu_{\text{аи}} = 45 + \varphi_{\text{и}} / 2 = 45 + 19 / 2 = 54,5^\circ$$

- линейно разпределение на земния натиск по височината на съоръжението

$$p_a = \gamma \times k_a \times h = 20 \times 0,509 \times h = 10,18 \times h$$

$$\text{при } h_1 = 3,55\text{m} - \text{горен ръб плоча}$$

$$p_{a1} = 36,14 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_2 = 3,85\text{m} - \text{долен ръб плоча}$$

$$p_{a2} = 39,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_3 = 7,35\text{m} - \text{горен ръб фундамент}$$

$$p_{a3} = 74,83 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_4 = 7,65\text{m} - \text{долен ръб фундамент}$$

$$p_{a4} = 77,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_5 = 7,85\text{m} - \text{горен ръб ямка}$$

$$p_{a5} = 79,92 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_6 = 8,15\text{m} - \text{долен ръб ямка}$$

$$p_{a6} = 82,97 \text{ kN/m}^2$$

- влияние от вертикални външни товари, перпендикулярно на стената на шахтата

$$p_{a,e} = v \times k_a = (1,40 + 6,50) \times 0,509 = 4,02 \text{ kN/m}^2$$

## 4.) Натоварване от вода:

- натоварване на стената на монолитната част на шахтата от вода вътре в нея

$$p_{a,w} = h \times \gamma_w = (0,00 \div 3,50) \times 10 = (0 \div 35,0) \text{ kN/m}^2$$

## II. Натоварване върху траншеен изкоп :

### 1.) Изкоп с дълбочина 8,25 метра

- приета е за изчисленията, поради липса на инженерно-геоложки доклад за трасето, свързана почва – тип песъклива глина, типична за р-на на гр.София
- приета е за изчисленията, свързана почва – тип песъклива глина,  
с обемно тегло  $\gamma_{\text{и}} = 20\text{kN/m}^3$   $\gamma_{\text{н}} = 19,0\text{kN/m}^3$   
ъгъл на вътрешно триене  $\varphi_{\text{и}} = 19^\circ$   $\varphi_{\text{н}} = 22,0^\circ$   
кохезия  $c_{\text{и}} = 5,0\text{kPa}$   $c_{\text{н}} = 10,0\text{kPa}$

- коефициент на страничен активан земен натиск по Ранкин за съоръжение с вертикален гръб при хоризонтален терен

$$k_{\text{ан}} = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi_{\text{и}}) = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times 22,0) = 0,455$$

$$k_{\text{аи}} = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi_{\text{и}}) = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5 \times 19,0) = 0,509$$

- линейно разпределение на земния натиск по височината на съоръжението  
 $p_a = \gamma \times k_a \times h = 20 \times 0,509 \times h = 10,18 \times h$

- натоварване от сняг

$$S_t = 1,0 \text{ kN/m}^2 \text{ за гр.София}$$

$$S_n = S_t \times \mu \times \gamma_f$$

$$\gamma_f = 1,4$$

$$S = 1,0 \times 1,0 \times 1,4 = 1,40 \text{ kN/m}^2$$

- натоварване от строителна механизация с брутно тегло до 160kN

$$V_n = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$V = 5,0 \times 1,3 = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

- влияние от външни товари, перпендикулярно на стената на шахтата

$$p_{a,e} = V \times k_a = (1,40 + 6,50) \times 0,509 = 4,02 \text{ kN/m}^2$$

- линейно разпределение на земния натиск по височината на съоръжението

$$p_i = p_a + p_{a,e} = \gamma \times k_a \times h + V \times k_a = 20 \times 0,509 \times h + 4,02 = 10,18 \times h + 4,02$$

$$\text{при } h_1 = 0,55\text{m} \quad - \quad p_1 = 5,60 + 4,02 = 9,62 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_2 = 1,95\text{m} \quad - \quad p_2 = 19,85 + 4,02 = 23,87 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_3 = 4,35\text{m} \quad - \quad p_3 = 44,28 + 4,02 = 48,30 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_4 = 5,75\text{m} \quad - \quad p_4 = 58,53 + 4,02 = 62,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{при } h_5 = 8,15\text{m} \quad - \quad p_4 = 82,98 + 4,02 = 87,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{1\text{cp}} = 6,85 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2\text{cp}} = 16,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{3\text{cp}} = 36,10 \text{ kN/m}^2$$

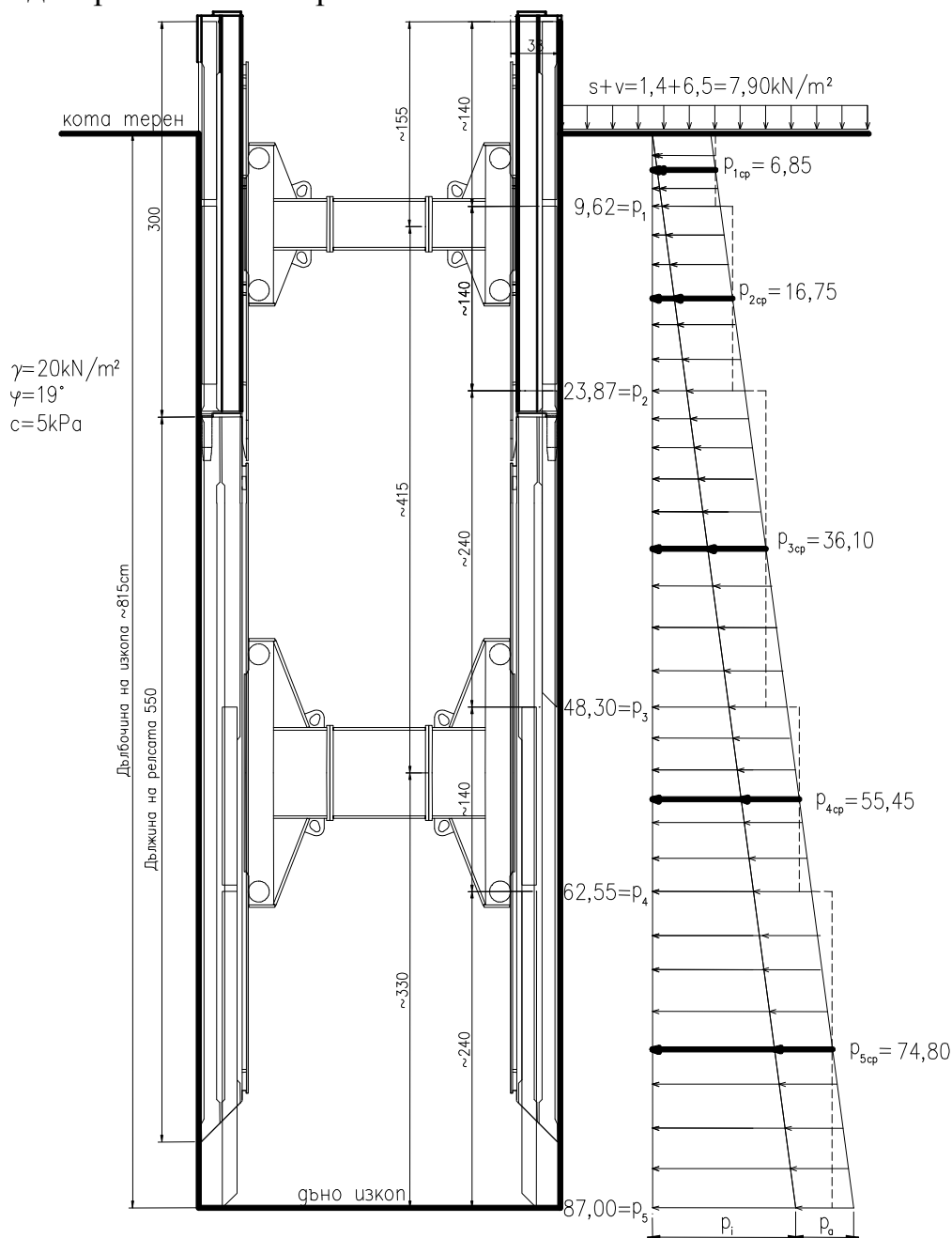
$$p_{4\text{cp}} = 55,45 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{5\text{cp}} = 74,80 \text{ kN/m}^2$$

Обект: Шахта за спирателен кран на стоманен водопровод  $\phi 800\text{mm}$  в охраняема зона на обект  
 "Шахта Симеоново", бул."Симеоновско шосе", гр.София

Част: Конструктивна

- диаграма на натоварването от активен земен натиск



### 3.1) Статическа схема стоманено инвентарно платно, изчисления и проверки

- избрана инвентарна стоманена система за укрепване релсов тип - с двойна релса;

- максимален допустим момент в инвентарната платно с дебелина  $t_{pl}=107\text{mm}$

$$M_{\max}=79 \text{ kN.m/m'}$$

- максимално допустим земен натиск върху инвентарните платна при дължина:

$$L_1=2,0\text{m} - 158,2 \text{ kN/m}^2$$

$$L_2=2,5\text{m} - 101,2 \text{ kN/m}^2$$

- момент в платното при подпиране върху греди през  $L_1=2,0\text{m}$

$$M_1=0,125 \times p_{1cp} \times L_1=0,125 \times 6,85 \times 2^2=3,45 \text{ kN.m/m'}$$

$$\begin{aligned}M_2 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 16,75 \times 2^2 = 8,40 \text{ kN.m/m}' \\M_3 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 36,10 \times 2^2 = 18,05 \text{ kN.m/m}' \\M_4 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 55,45 \times 2^2 = 27,75 \text{ kN.m/m}' \\M_5 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 74,80 \times 2^2 = 37,40 \text{ kN.m/m}' \\M_{\max} &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 87,0 \times 2^2 = 43,50 \text{ kN.m/m}'\end{aligned}$$

- момент в платното при подпиране върху греди през  $L_1 = 2,50\text{m}$

$$\begin{aligned}M_1 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 6,85 \times 2,5^2 = 5,35 \text{ kN.m/m}' \\M_2 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 16,75 \times 2,5^2 = 13,10 \text{ kN.m/m}' \\M_3 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 36,10 \times 2,5^2 = 28,20 \text{ kN.m/m}' \\M_4 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 55,45 \times 2,5^2 = 43,35 \text{ kN.m/m}' \\M_5 &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 74,80 \times 2,5^2 = 58,45 \text{ kN.m/m}' \\M_{\max} &= 0,125 \times p_{1cp} \times L_1 = 0,125 \times 87,0 \times 2,5^2 = 68,00 \text{ kN.m/m}'\end{aligned}$$

Следователно инвентарните платна с дебелина 107мм и дължини 2м или 2,50м при дълбочина на изкопа до 8,30м са подходящо подбрани, отнесено към системата от приложение №1 към проекта, подбрана от проектанта.

- максимален момент във вертикалните греди

$$M_{\max} = 360,5 \text{ kN.m в средното поле} < M_{\max, \text{ доп.}} = 672 \text{ kN.m}$$

Вертикалната опорна греда е инвентарна и е оразмерена от производителя да понесе натоварването от земен натиск, предавано ѝ от платната. При възможност платната да понесат натоварването, то и гредата е подсигурана от производителя да понесе приспадащото и се натоварване при предпоставката броя на платната по височина да не надвишава определените от производителя за съответната система.

Следователна стоманената инвентарна релсова система за укрепване с двойни и с ъглови релси, всяка с височина на релсите 550см и надстройки 300см е подходящо избрана за изкопа с дълбочина 8,30м .

Тя следва да се окомплектова с два броя основни платна, висяко с височина 240см и с три надстройки с височини по 140см, като дебелината на платната е 107мм, а дължина им 2,0м и 2,5м.

Избранта система Mega RS series 750 е подходяща в настоящия случай.

### III. Натоварване и оразмеряване стоманени елементи в шахтата:

#### 1.) Оразмерителни проверки стоманена пасарелка

- собствено тегло под от рифелова ламалина  $50\text{kg/кв.м}$   
 $0,50 \times 1,25 = 0,58 \text{ kN/m}^2$
- собствено тегло парапет  $25\text{kg/м}'$   
 $0,25 \times 1,25 = 0,31 \text{ kN/m}'$
- собствено тегло греда

Обект: Шахта за спирателен кран на стоманен водопровод  $\phi 800\text{mm}$  в охраняема зона на обект  
"Шахта Симеоново", бул."Симеоновско шосе", гр.София

Част: Конструктивна

$$0,15 \times 1,15 = 0,18 \text{ kN/m'}$$

- полезен товар

$$3,0 \times 1,30 = 3,90 \text{ kN/m}^2$$

- концентриран товар от работник 100кг

$$1,0 \times 1,30 = 1,30 \text{ kN}$$

$$1,0 / 0,30 \times 1,30 = 3,33 \times 1,30 \text{ kN} = 4,33 \text{ kN/m}^2$$

Оразмеряване на рифелова ламарина

$$M_1 = 1/8 \times p \times a_{st}^2 = 1/8 \times 5 \times 0,80^2 = 0,40 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = 1/8 \times p \times a_{st}^2 + 1/4 \times P \times a_{st} = 1/8 \times 0,58 \times 0,50^2 + 1/4 \times 1,3 \times 0,5 = 0,20 \text{ kN.m}$$

$$W \geq M_{\max} / \sigma_{0,9} = 20 / 0,9 \times 20,5 = 1,10 \text{ cm}^3$$

$$W = d^2 \cdot a_{st} / 6 = d^2 \times 50 / 6 \geq 1,10 \text{ cm}^3 \rightarrow d \geq 0,36 \text{ cm} = 3,6 \text{ mm}$$

→ прието рифелова ламарина с дебелина 5мм под рифеловата леща

$$W = 0,5^2 \times 50 / 6 = 2,08 \text{ cm}^3$$

$$I = 0,5^3 \times 50 / 12 = 0,52 \text{ cm}^4$$

$$f_{\text{доп}} = a_{st} / 150 = 50 / 150 = 0,33 \text{ cm}$$

$$f = 5/384 \times 3,50 \times 0,50^4 \times 10^{-3} / (2,06 \times 10^5 \times 0,52 \times 10^{-8}) = 0,00270 \text{ m} = 0,27 \text{ cm} < f_{\text{доп}}$$

дебелината от 5мм на рифеловата ламарина е достъчна

Оразмеряване на надлъжната и напречната греди на пасарелката

$$M_{v1} = 1/8 \times p \times a_{st}^2 = 1/8 \times 4,0 \times 1,50^2 = 1,15 \text{ kN.m}$$

$$M_{v2} = 1/8 \times p \times a^2 + 1/4 \times P \times a + P \times b = 1/8 \times 2,25 \times 1,50^2 + 1/4 \times 1,3 \times 1,5 = 1,12 \text{ kN.m}$$

$$M_{h1} = P \times b = 1,15 \times 0,6 = 1,23 \text{ kN.m}$$

$$W_v \geq M_{v,\max} / \sigma_{0,9} = 115 / 0,9 \times 20,5 = 6,35 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{min U10}$$

$$W_h \geq M_{h,\max} / \sigma_{0,9} = 123 / 0,9 \times 20,5 = 6,7 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{min U12}$$

Прието U12

$$f_{\text{доп}} = a_{st} / 250 = 150 / 250 = 0,60 \text{ cm}$$

$$f_1 = 5/384 \times 1,60 \times 1,50^4 \times 10^{-3} / (2,06 \times 10^5 \times 304 \times 10^{-8}) = 0,0017 \text{ m} = 0,17 \text{ cm} < f_{\text{доп}}$$

→ следователно горещо валцования профил U12 е подходящо подбран

Оразмеряване на болтовете

прието M12 с клас по якост 4.8 и нормална точност при монтаж

$$N_{bs,1} = n_s \times A_b \times \gamma_b \times R_{bs} = 1 \times 1,13 \times 0,9 \times 17 = 17,2 \text{ kN/болт}$$

$$N_{bt,1} = A_{b,nt} \times \gamma_b \times R_{bt} = 1 \times 0,84 \times 0,9 \times 17 = 12,8 \text{ kN/болт}$$

$$N_{bp,1} = d \times \sum t \times \gamma_b \times R_{bp} = 1,20 \times 0,4 \times 0,9 \times 35 = 15,1 \text{ kN/болт}$$

→ следователно 3 болта са достатъчни да понесат усилието при съединението греди-стълба и стълба-стена шахта