

Предварителни статически изчисления по част Конструктивна

Съдържание:

I	Натоварвания	2
I.1	Постоянни гравитачни товар /DW/	2
I.2	Натоварване от земен натиск /SOIL/	2
I.3	Хидростатичен натиск /Wa/	2
I.4	Вътрешно налягане от газ /METH/	2
I.5	Натоварване от вятър / W/	2
I.6	Натоварване от сняг /S/	3
I.7	Технологичен товар /T/	3
I.8	Експлоатационен товар /V/	3
I.9	Натоварване от температура - Tm	3
I.9.1	Температури по време на водната проба:	4
I.9.2	Температури по време на експлоатация	5
I.10	Сеизмично въздействие /E/	6
II	Товарни комбинации.	8
II.1	Коефициенти на натоварване.	8
II.2	Коефициенти за комбинация	8
II.3	Крайно гранично състояния – основни товарни комбинации /ULS/	8
II.4	Експлоатационно гранично състояния /SLS/	8
II.5	Сеизмична комбинация /EQC/	9
III	Изчислителен модел от крайни елементи.	9
IV	Резултати от статичния анализ	10
IV.1	Купол – Нормативна комбинация SLS_4	10
IV.2	Цилиндрична стена – Нормативна комбинация SLS_4	11
IV.3	Дъно и опорен пръстен – Нормативна комбинация FULLW_N	13
V	Оразмеряване	14

I Натоварвания

I.1 Постоянни гравитачни товар /DW/

$$\gamma_{\text{concrete}} = 25 \text{ kN / m}^3$$

$$\text{Вълнообразна (листова) стомана} - g_{\text{ch}} = 14 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Изолация} - g_{\text{ch}} = 10 \text{ kg/m}^2$$

I.2 Натоварване от земен натиск /SOIL/

Характеристики на обратния насип са приети както следва:

$$\gamma^{\text{H}} = 20 \text{ kN / m}^3 \rightarrow \gamma^{\text{H}} = 20 \times 1.3 = 26 \text{ kN / m}^3$$

$$\varphi^{\text{H}} = 30^\circ \rightarrow \varphi^{\text{H}} = \frac{30^\circ}{1.2} - 5^\circ = 25^\circ - 5^\circ = 20^\circ$$

Земен натиск в покой $P_{a,z}$:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi^{\text{H}}) = (1 - \sin 20^\circ) = 0.66 - \text{коэффициент за земен натиск в покой.}$$

I.3 Хидростатичен натиск /Wa/

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Водния стълб в съоръжението е 22.95m.

$$W_{\text{max, ch}} = h \gamma_w = 22.95 \times 10.0 = 229.5 \text{ kN/m}^2$$

I.4 Вътрешно налягане от газ /METH/

$$p_{g, \text{ch}} = 0.05 \text{ atm} = 5 \text{ kN/m}^2$$

I.5 Натоварване от вятър / W/

$$q_{b,0} = 0.43 \text{ kN/m}^2 \leftrightarrow v_{b,0} = 26.1 \text{ m/s} - \text{за района на гр.София}$$

$$v_b = c_{\text{dir}} c_{\text{seas}} v_{b,0} = 1 \times 1 \times 26.1 = 26.1 \text{ m/s}$$

Параметри на терена

$$z_e = 20.95 \text{ m} \quad z_0 = 0.05 \text{ m} \quad z_{\text{min}} = 2 \text{ m} \quad z_{\text{max}} = 200 \text{ m}$$

Коефициент на грапавостта

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) = 0.19 \times \ln\left(\frac{20.95}{0.05}\right) = 1.15$$

$$k_r = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} = 0.19 \left(\frac{0.05}{0.05}\right)^{0.07} = 0.19$$

$$c_0(z) = 1 - \text{Коефициент на релефа}$$

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \times \ln\left(\frac{20.95}{0.05}\right)} = 0.166 - \text{интензивност на турболентността}$$

$$q_b = \frac{0.5 \times 1.25 v_b^2}{1000} = \frac{0.5 \times 1.25 \times 26.1^2}{1000} = 0.43 \text{ m/s} - \text{базова стойност на скоростния напор}$$

$$C_e = (1 + 7I_v) C_r^2 C_0^2 = (1 + 7 \times 0.166) 1.15^2 \times 1.0^2 = 2.86 - \text{коефициент на изложение}$$

$$q_p = C_e q_b = 2.86 \times 0.43 = 1.23 \text{ kN/m}^2 - \text{върхова стойност на скоростния напор}$$

I.6 Натоварване от сняг /S/

$$s_k = 1.28 \text{ kN/m}^2 - \text{за района на гр.София}$$

$$s = \mu \times C_e \times C_t \times s_k = 0.8 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.28 = 1.024 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1.0 - \text{коефициент на изложение}$$

$$C_t = 1.0 - \text{топлинен коефициент}$$

$$\mu = 0.8 - \text{коефициент в зависимост формата на покрива}$$

I.7 Технологичен товар /T/

Натоварването от технологичното оборудване е приет съгласно технологичния проект.

I.8 Експлоатационен товар /V/

Приет полезен товар върху достъпните площадки и платформи $q = 5.0 \text{ kN/m}^2$

I.9 Натоварване от температура - Tm

Средни температури

$$t_{vII} = 23^\circ\text{C} - \text{летен период}; t_I = -7^\circ\text{C} - \text{зимен период}$$

Максимални температури

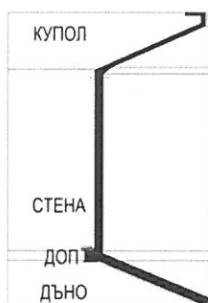
$$t_{ew} = 32^\circ\text{C} - \text{летен период}; t_I = -7^\circ\text{C} - \text{зимен период}$$

Начални температури

$$t_{IW} = 0.8t_{vII} + 0.2t_I = 0.8 \times 23 - 0.2 \times 7 = 17^\circ\text{C} - \text{летен период};$$

$$t_{IC} = 0.2t_{vII} + 0.8t_I = 0.2 \times 23 - 0.8 \times 7 = -1^\circ\text{C} - \text{зимен период} \rightarrow \text{прието: } 5^\circ\text{C}$$

Температурни зони



1.9.1 Температури по време на водната проба:

Определяне на топлопреминаването за летен период -Водна проба

Температура вътре	10	°C
Температура възв.	32	°C
Температура почва	10	°C
$1/\alpha$	0.13	m ² C/W за стени и покрив
$1/\alpha_d$	0.17	m ² C/W за дъно
$1/\alpha_w$	0.04	m ² C/W за стени и покрив
$1/\alpha_{dw}$	0	m ² C/W за дъно

Δt_k - Разликата в температурите на двете срещуположни страни на k-тия слой

t_k - Температурата на външната повърхност на k-тия слой

λ_1	0.035	W/m°C	коefficient на топлопреминаване на топлоизолационния слой
λ_2	1.63	W/m°C	коefficient на топлопреминаване на стоманобетон
d_1			дебелина на слой топлоизолация
d_2			дебелина на стоманобетонна плоча

Зона [m]	Дебелина на слоя [m]		Термични съпротивления [m²C/W]							K=1/R	k _{max}	q	Температури при T _{e,max} =32°C									
	d ₁	d ₂	1/α	d ₁ /λ ₁	d ₂ /λ ₂	1/α _w	R	W/m²C	Δt				Δt ₁	Δt ₂	Δt _w	t ₀	t ₁	t ₂	t _w			
стена	0.1	0.45	0.130	2.857	0.276	0.040	3.303	0.303	0.500	-6.66	-0.87	-1.84	-19.03	-0.27	10.87	12.70	31.73	32.00				
покрив	0.1	0.3	0.130	2.857	0.184	0.040	3.211	0.311	0.500	-6.85	-0.89	-1.26	-19.57	-0.27	10.89	12.15	31.73	32.00				
дъно	0	0.5	0.170	0.000	0.307	0.000	0.477	2.098	2.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00				

Определяне на топлопреминаването за зимен период -Водна проба

Температура вътре	10	°C
Температура възв.	-18	°C
Температура почва	10	°C
$1/\alpha$	0.13	m ² C/W за стени и покрив
$1/\alpha_d$	0.17	m ² C/W за дъно
$1/\alpha_w$	0.04	m ² C/W за стени и покрив
$1/\alpha_{dw}$	0	m ² C/W за дъно

Δt_k - Разликата в температурите на двете срещуположни страни на k-тия слой

t_k - Температурата на външната повърхност на k-тия слой

λ_1	0.035	W/m°C	коefficient на топлопреминаване на топлоизолационния слой
λ_2	1.63	W/m°C	коefficient на топлопреминаване на стоманобетон
d_1			дебелина на слой топлоизолация
d_2			дебелина на стоманобетонна плоча

Зона [m]	Дебелина на слоя [m]		Термични съпротивления [m ² C/W]					K=1/R	k _{max}	q	Температури при T _{а,макс} =3-18°C									
	d ₁	d ₂	1/α	d ₁ /λ ₁	d ₂ /λ ₂	1/α _в	R				W/m ² C	Δt	Δt ₁	Δt ₂	Δt _в	t ₀	t _{к,2}	t _{к,1}	t _к	
стена	0.1	0.45	0.130	2.857	0.276	0.040	3.303	0.303	0.500	8.48	1.10	2.34	24.22	0.34	8.90	6.56	-17.66	-18.00		
покрив	0.1	0.3	0.130	2.857	0.184	0.040	3.211	0.311	0.500	8.72	1.13	1.60	24.91	0.35	8.87	7.26	-17.65	-18.00		
дъно	0	0.5	0.170	0.000	0.307	0.000	0.477	2.098	2.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00		

1.9.2 Температури по време на експлоатация

Определяне на топлопреминаването за летен период -ВоНормална експлоатация

Температура вътре 35 °C
Температура вън 32 °C
Температура почва 10 °C

1/α 0.13 m²C/W за стени и покрив
1/α 0.17 m²C/W за дъно
1/α_в 0.04 m²C/W за стени и покрив
1/α_д 0 m²C/W за дъно

Δt_к - Разликата в температурите на двете срещуположни страни на к-тия слой

t_к - Температурата на външната повърхност на к-тия слой

λ₁ = 0.035 W/m°C коефициент на топлопреминаване на топлоизолационния слой

λ₂ = 1.63 W/m°C коефициент на топлопреминаване на стоманобетон

d₁ дебелина на слой топлоизолация

d₂ дебелина на стоманобетонна плоча

Зона [m]	Дебелина на слоя [m]		Термични съпротивления [m²C/W]					K=1/R	k _{max}	q	Температури при T _{в,макс} =32°C									
	d ₁	d ₂	1/α ₁	d ₁ /λ ₁	d ₂ /λ ₂	1/α _в	R				W/m²C	Δt	Δt ₁	Δt ₂	Δt ₃	t _к	t _{к1}	t _{к2}	t _{к3}	
стена	0.1	0.45	0.130	2.857	0.276	0.040	3.303	0.303	0.500	0.91	0.12	0.25	2.59	0.04	34.88	34.63	32.04	32.00		
покрив	0.1	0.3	0.130	2.857	0.184	0.040	3.211	0.311	0.500	0.93	0.12	0.17	2.67	0.04	34.88	34.71	32.04	32.00		
дъно	0	0.5	0.170	0.000	0.307	0.000	0.477	2.098	2.500	52.44	8.91	16.09	0.00	0.00	26.09	10.00	10.00	10.00		

Определяне на топлопреминаването за летен период -Нормална експлоатация

Температура вътре 35 °C
Температура вън 33 °C
Температура почва 10 °C

1/α 0.13 m²C/W за стени и покрив
1/α 0.17 m²C/W за дъно
1/α_в 0.04 m²C/W за стени и покрив
1/α_д 0 m²C/W за дъно

Δt_к - Разликата в температурите на двете срещуположни страни на к-тия слой

t_к - Температурата на външната повърхност на к-тия слой

λ₁ = 0.035 W/m°C коефициент на топлопреминаване на топлоизолационния слой

λ₂ = 1.63 W/m°C коефициент на топлопреминаване на стоманобетон

d₁ дебелина на слой топлоизолация

d₂ дебелина на стоманобетонна плоча

Зона [m]	Дебелина на слоя [m]		Термични съпротивления [m²C/W]					K=1/R	k _{max}	q	Температури при T _{в,макс} =36°C									
	d ₁	d ₂	1/α ₁	d ₁ /λ ₁	d ₂ /λ ₂	1/α _в	R				Δt	Δt ₁	Δt ₂	Δt ₃	t _к	t _{к1}	t _{к2}	t _{к3}		
покрив	0.1	0.3	0.130	2.857	0.184	0.040	3.211	0.311	0.500	0.62	0.08	0.11	1.78	0.02	34.92	34.80	33.02	33.00		
стена	0.1	0.45	0.130	2.857	0.276	0.040	3.303	0.303	0.500	0.61	0.08	0.17	1.73	0.02	34.92	34.75	33.02	33.00		
дъно	0	0.5	0.170	0.000	0.307	0.000	0.477	2.098	2.500	52.44	8.91	16.09	0.00	0.00	26.09	10.00	10.00	10.00		

Зона		Зимен период - Водна проба						
	дебелина [m]	t _e	t _i	Δ t	t _{av} '	t ₀	t _{av}	t _{grad}
ДЪНО	0.80	10	10	0.0	10.0	5	5.0	0.0
ДОП	0.90	10	10	0.0	10.0	5	5.0	0.0
СТЕНА	0.75	6.56	10	3.4	8.3	5	3.3	4.6
КУПОЛ	0.40	7.26	10	2.7	8.6	5	3.6	6.9

Зона		Летен период - Водна проба						
	дебелина [m]	t _e	t _i	Δ t	t _{av} '	t ₀	t _{av}	t _{grad}
ДЪНО	0.80	10	10	0.0	10.0	17	-7.0	0.0
ДОП	0.90	10	10	0.0	10.0	17	-7.0	0.0
СТЕНА	0.75	12.70	10	-2.7	11.4	17	-5.7	-3.6
КУПОЛ	0.40	12.15	10	-2.2	11.1	17	-5.9	-5.4

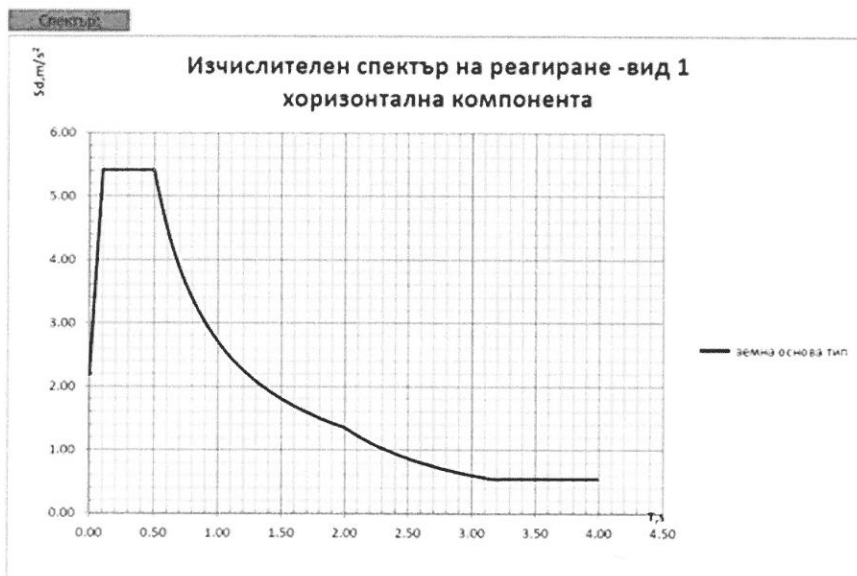
Зона		Зимен период - Нормална експлоатация						
	дебелина [m]	t _e	t _i	Δ t	t _{av} '	t ₀	t _{av}	t _{grad}
ДЪНО	0.80	10	35	25.0	22.5	5	17.5	31.3
ДОП	0.90	10	35	25.0	22.5	5	17.5	27.8
СТЕНА	0.75	34.63	35	0.4	34.8	5	29.8	0.5
КУПОЛ	0.40	34.71	35	0.3	34.9	5	29.9	0.7

Зона		Летен период - Нормална експлоатация						
	дебелина [m]	t _e	t _i	Δ t	t _{av} '	t ₀	t _{av}	t _{grad}
ДЪНО	0.80	10	35	25.0	22.5	17	5.5	31.3
ДОП	0.90	10	35	25.0	22.5	17	5.5	27.8
СТЕНА	0.75	34.80	35	0.2	34.9	17	17.9	0.3
КУПОЛ	0.40	34.75	35	0.3	34.9	17	17.9	0.6

1.10 Сеизмично въздействие /E/

За гр. София референтното сеизмично ускорение на земната основа за период на повторяемост от 475 години е $a_{gR}=0.23g$ според БДС EN 1998-1/NA. Съгласно БДС EN1998-1, класът на значимост за съоръжението е III, с коефициент на значимост $\gamma_I=1.2$. Изчисленията са извършени със спектър за реагиране тип "I". Почвата е характеризирана като клас „C“. Коефициентът на поведение е приет $q=1.5$.

Тип земна основа	Коефициент на поведение	Коефициент на	Ускорение от картата	Изчислително ускорение	Почвен коефициент	Периоди			Коефициент
-	q	γ _i	a _g /g	a _g	S	T _b	T _c	T _d	β
-	[-]	[-]	[-]	[m/s ²]	[-]	[s]	[s]	[s]	[-]
C	1.5	1.2	0.23	2.71	1.2	0.1	0.5	2	0.2



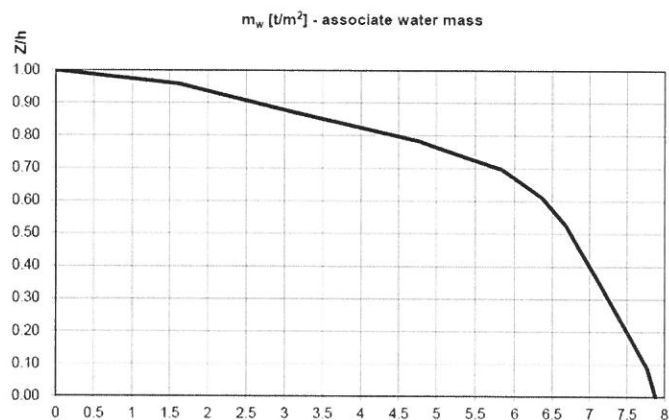
Хидродинамичното сеизмично налягане е резултат от движението на присъединената към стените водна маса.

Изчисляване на присъединената водна маса :

Водна маса за цилиндрична стена

Z -	Z/h	Отчет от графикат	R=	m_w
0.00	0.000	0.73	10.8	7.884
2.00	0.087	0.72	10.8	7.776
4.00	0.175	0.70	10.8	7.56
6.00	0.261	0.68	10.8	7.344
8.00	0.349	0.66	10.8	7.128
10.00	0.436	0.64	10.8	6.912
12.00	0.523	0.62	10.8	6.696
14.00	0.610	0.59	10.8	6.372
16.00	0.697	0.54	10.8	5.832
18.00	0.784	0.44	10.8	4.752
20.00	0.871	0.29	10.8	3.132
22.00	0.959	0.15	10.8	1.62
22.95	1.000	0.00	10.8	0
				73.008

$H_w = 22.95 \text{ m}$
 $R = 10.8 \text{ m}$
 $H/R = 2.13$



II Товарни комбинации.

II.1 Коефициенти на натоварване.

Товар	Основна товарна комб.	Извънредна товарна комб. – земетръс
	γ_r	γ_r
Собствено тегло - DW	1.35	1.0
Земен натиск - Soil	1.3	1.0
Хидростатично нал. - Wa	1.1	1.0
Вътрешно нал. - METH	1.1	1.0
Вятър - W	1.5	0
Сняг - S	1.5	0
Изолации - DF	1.3	1.0
Експлоатационен товар - V	1.5	1.0
Технологичен товар - T	1.5	1.0
Температура - Tm	1.5	1.0
Земетръс- E	-	1.0

II.2 Коефициенти за комбинация

Въздействие	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Експлоатационно	0.7	0.5	0.3
Сняг	0.5	0.2	0
Вятър	0.6	0.2	0
Технологичен	1.0	0.9	0
Температура	0.6	0.5	0

II.3 Крайно гранично състояния – основни товарни комбинации /ULS/

$$\sum \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{Q,j} \cdot Q_{k,j}$$

- *EMPTY_SLS1* = 1.35DW + 1.3DF + 1.3Soil – земен натиск
- *WTEST_SLS2* = 1.35DW + 1.3DF + 1.1Wa + 1.5V + 1.5x0.5S + 1.5T + 1.5x0.6Tm_(Winter)_WT – водна проба
- *STEST_SLS3* = 1.35DW + 1.3DF + 1.1Wa + 1.5V + 1.5T + 1.5x0.6Tm_(Summer)_WT – водна проба
- *FULLW_SLS4* = 1.35DW + 1.3DF + 1.1Wa + 1.1METH + 1.5V + 0.5S + 1.5T + 1.5x0.6Tm_(Winter)_NE – нормална експлоатация през зимата
- *FULLS_SLS5* = 1.35DW + 1.3DF + 1.1Wa + 1.1METH + 1.5V + 1.5T + 1.5x0.6Tm_(Summer)_NE – нормална експлоатация през лятото

II.4 Експлоатационно гранично състояния /SLS/

$$\sum G_{k,i} + Q_{k1} + \sum_{j>1} \psi_{Q,j} \cdot Q_{k,j}$$

- $EMPTY_SLS1 = DW + DF + Soil$ – земен натиск
- $WTEST_SLS2 = DW + DF + Wa + V + 0.5S + T + 0.6Tm_{(Winter)}_WT$ – водна проба
- $STEST_SLS3 = DW + DF + Wa + V + T + 0.6Tm_{(Summer)}_WT$ – водна проба
- $FULLW_SLS4 = DW + DF + Wa + METH + V + 0.5S + T + 0.6Tm_{(Winter)}_NE$ – нормална експлоатация през зимата
- $FULLS_SLS5 = DW + DF + Wa + METH + V + T + 0.6Tm_{(Summer)}_NE$ – нормална експлоатация през лятото
- $Test = D + Wa + V + 0.6Tm$

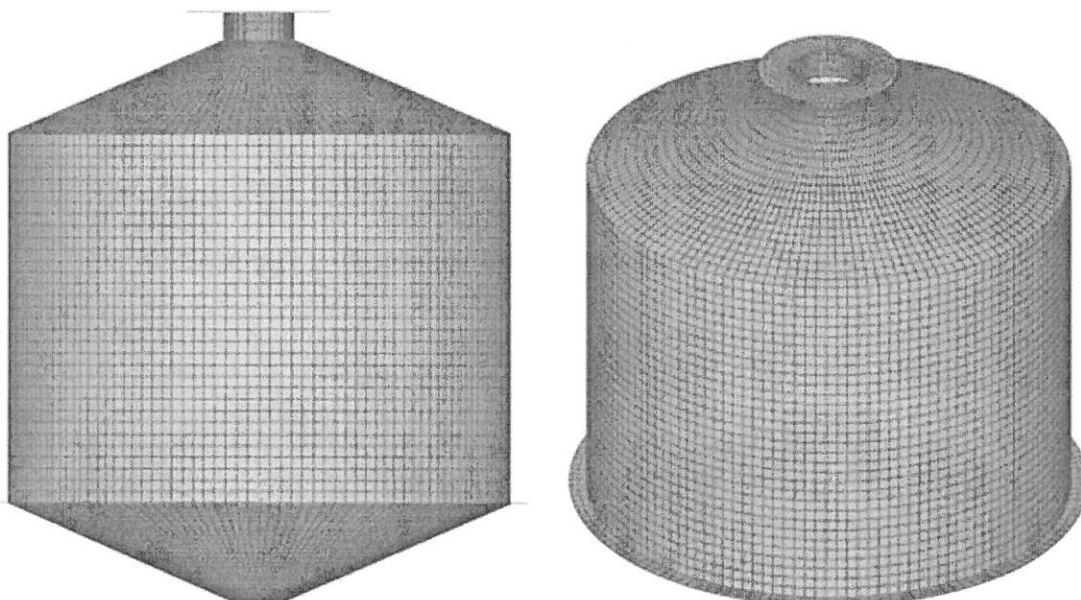
II.5 Сеизмична комбинация /EQC/

$$\sum G_{k,i} + A_{Ed} + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,j} \cdot Q_{k,j}$$

- $EQC = DW + E + DF + 0.3V + T + Wa + Soil + METH + Tm$

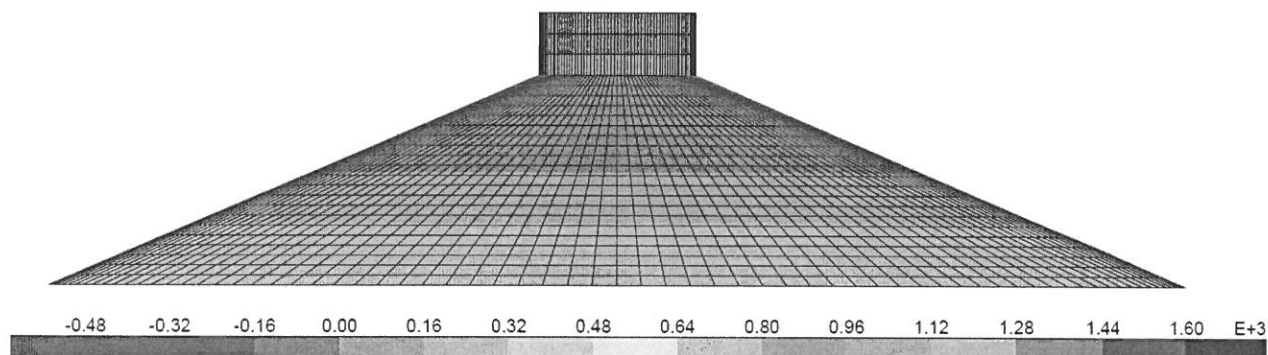
III Изчислителен модел от крайни елементи.

- Създаден е пространствен изчислителен модел от крайни елементи;
- Стените и фундаментната плоча са моделирани с правоъгълни и триъгълни равнинни крайни елементи с по 6 степени на свобода във всеки възел;
- Всички натоварвания освен DW са приложени върху елементите като налягане;
- Гравитачните товари /DW/ са включени като собствено тегло в материалните характеристики на елементите;
- Материални характеристики:
- Бетон C35/45, $E = 3.4 \times 10^7 \text{ kPa}$, $\nu = 0.2$, $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Армировка B500 B, $E = 20.0 \times 10^7 \text{ kPa}$, $\nu = 0.3$, $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Фундаментната плоча е върху еластична основа с коефициент на леглото $K_v = 30000 \text{ kPa/m}^3$ – за основни комбинации на натоварването и $K_v = 90000 \text{ kPa/m}^3$ – за сеизмична комбинация

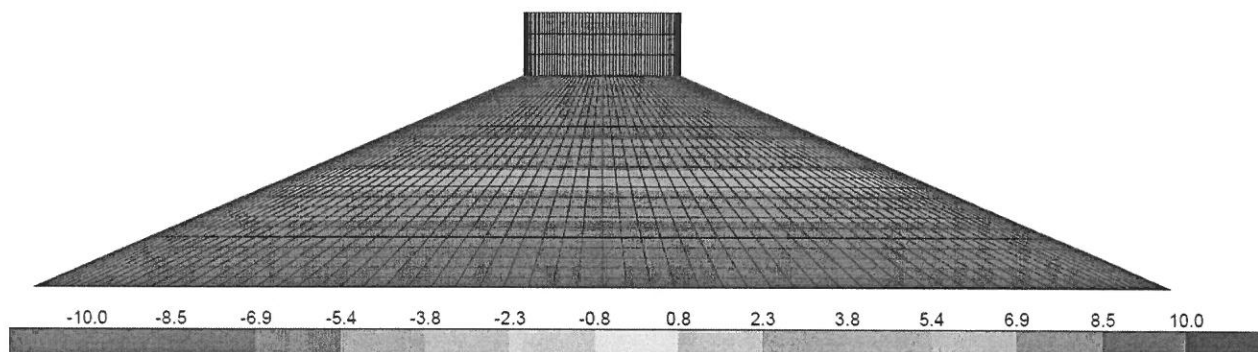


IV Резултати от статичния анализ

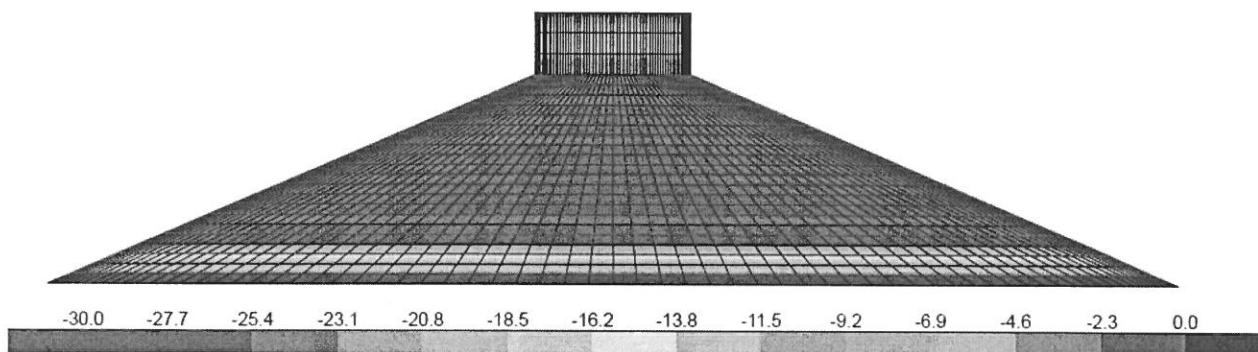
IV.1 Купол – Нормативна комбинация SLS_4



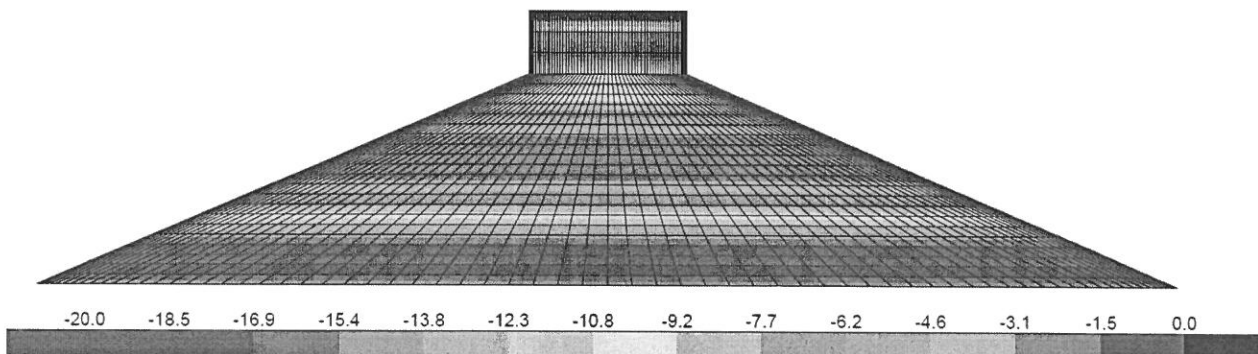
F11 [kN/m']



M11 [kNm/m']

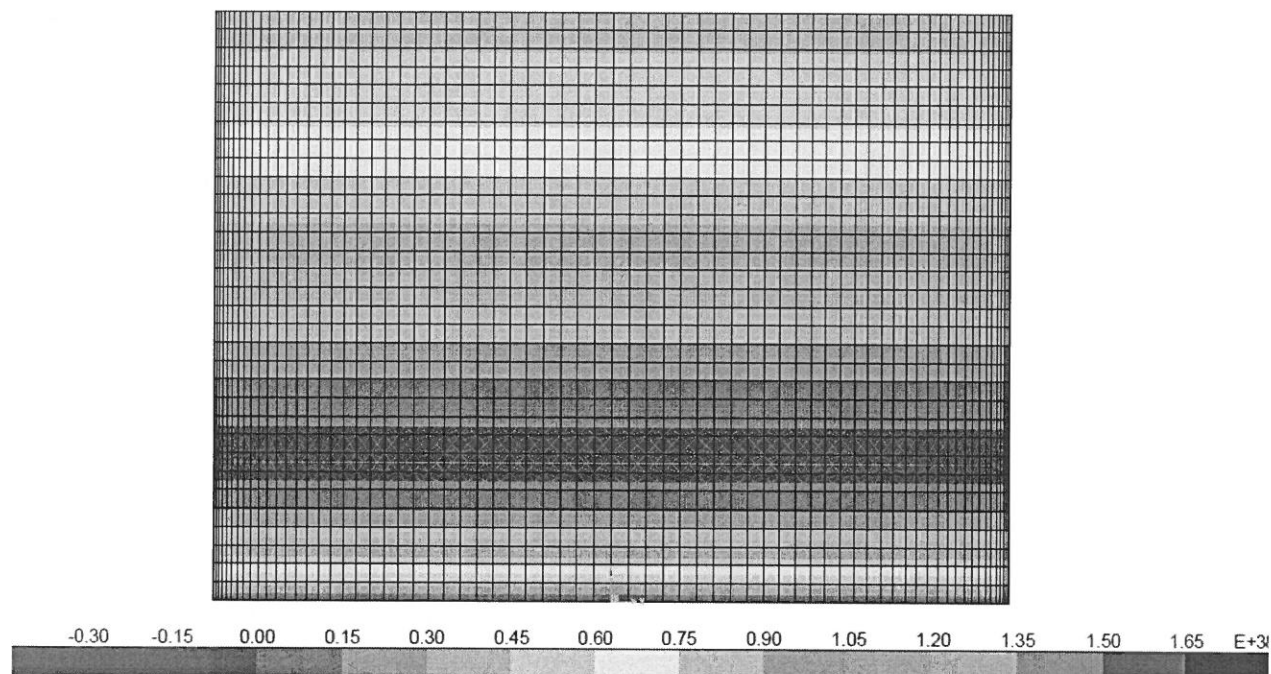


F22 [kN/m']

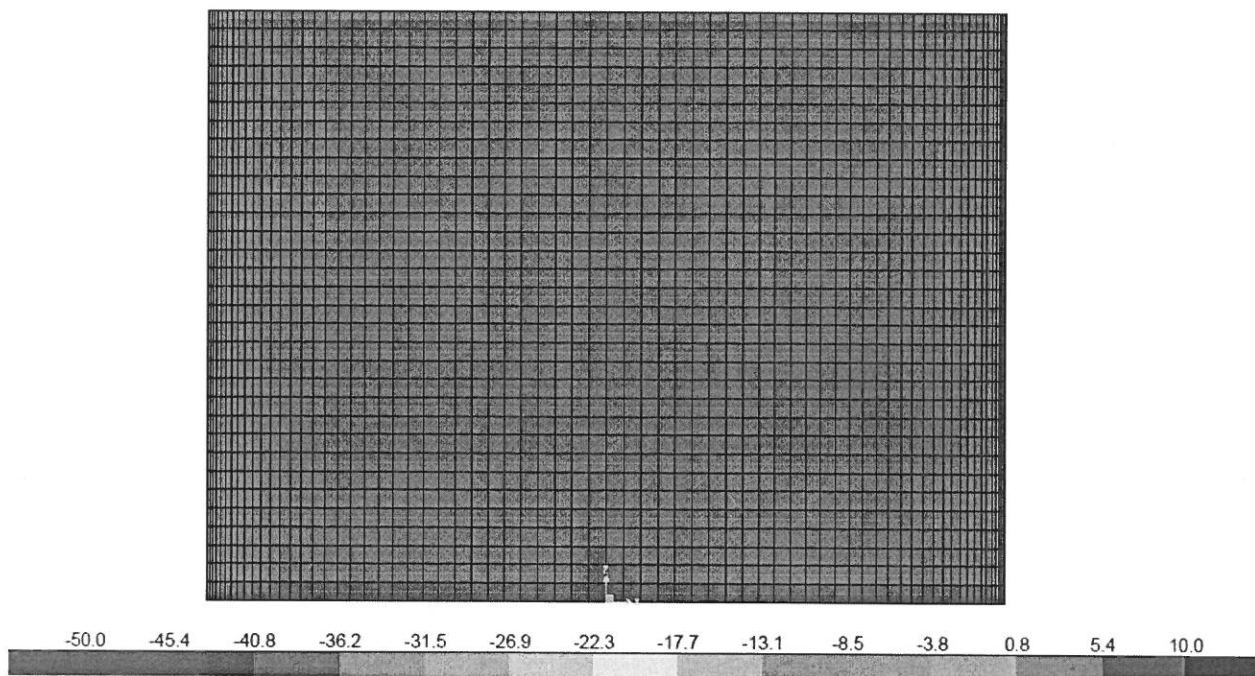


M22 [kNm/m']

IV.2 Цилиндрична стена – Нормативна комбинация SLS_4

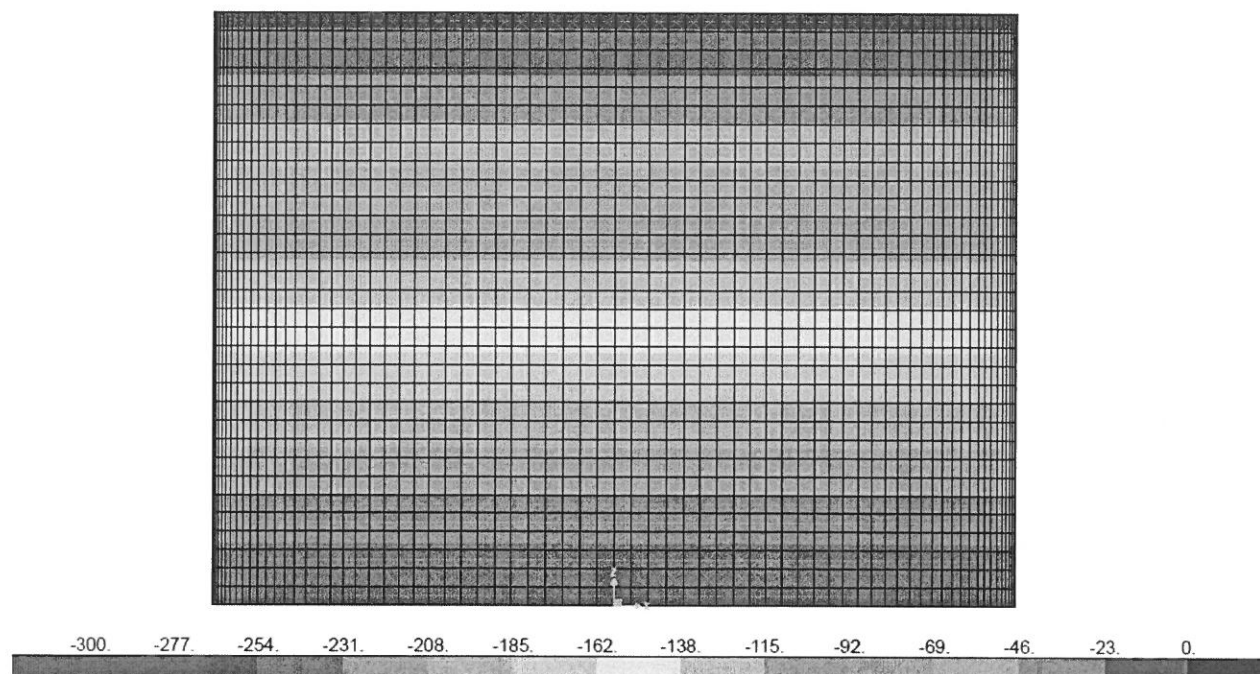


F11 [kN/m']

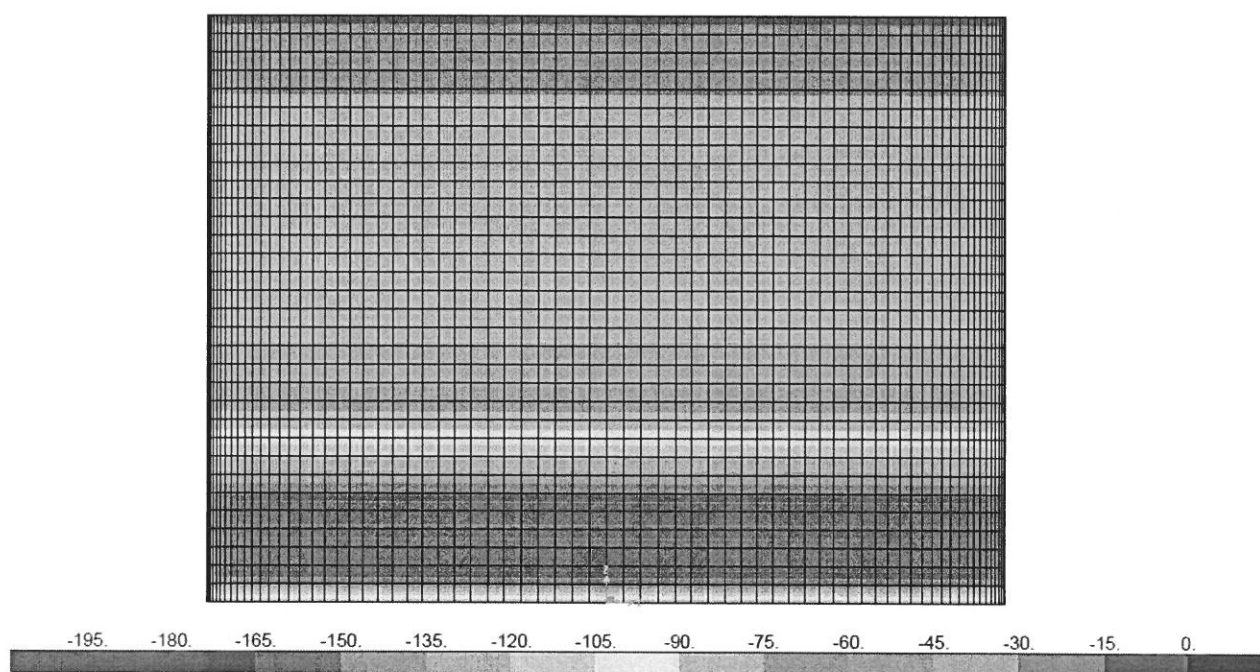


M11 [kNm/m']

Прединвестиционно проучване за изграждане и пускане в експлоатация на нов метантанк с обем 7000 m³ в СПСПОВ Кубратово, гр. София.

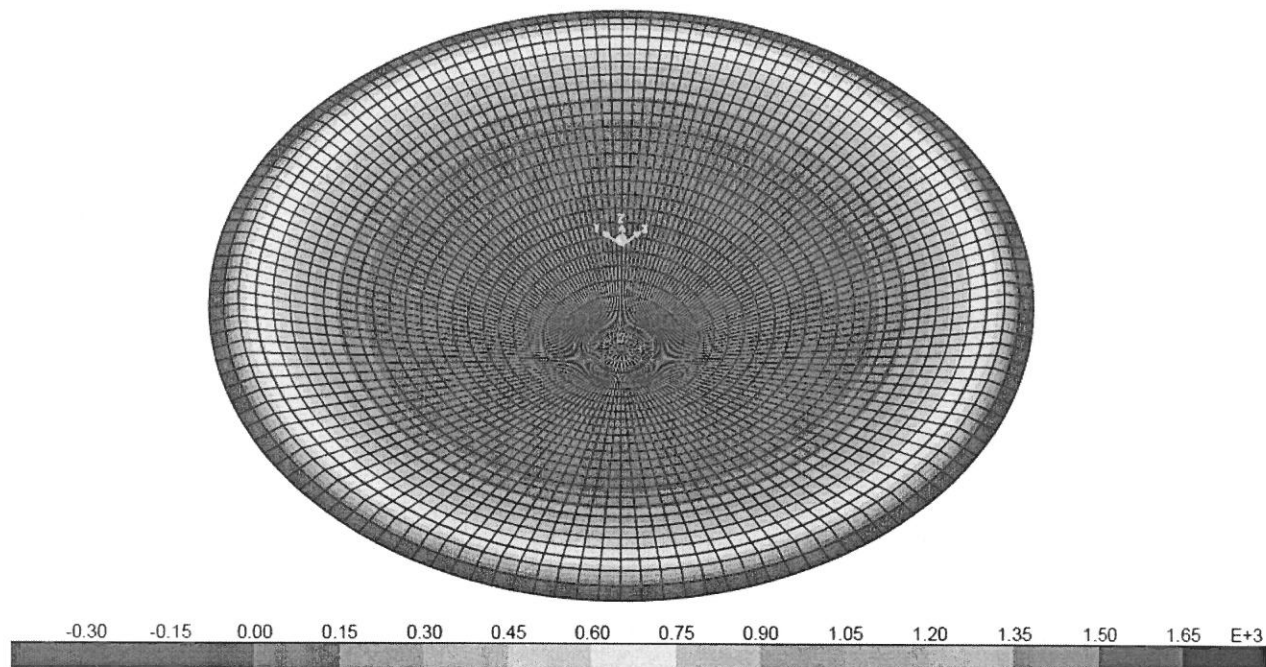


F22 [kN/m']

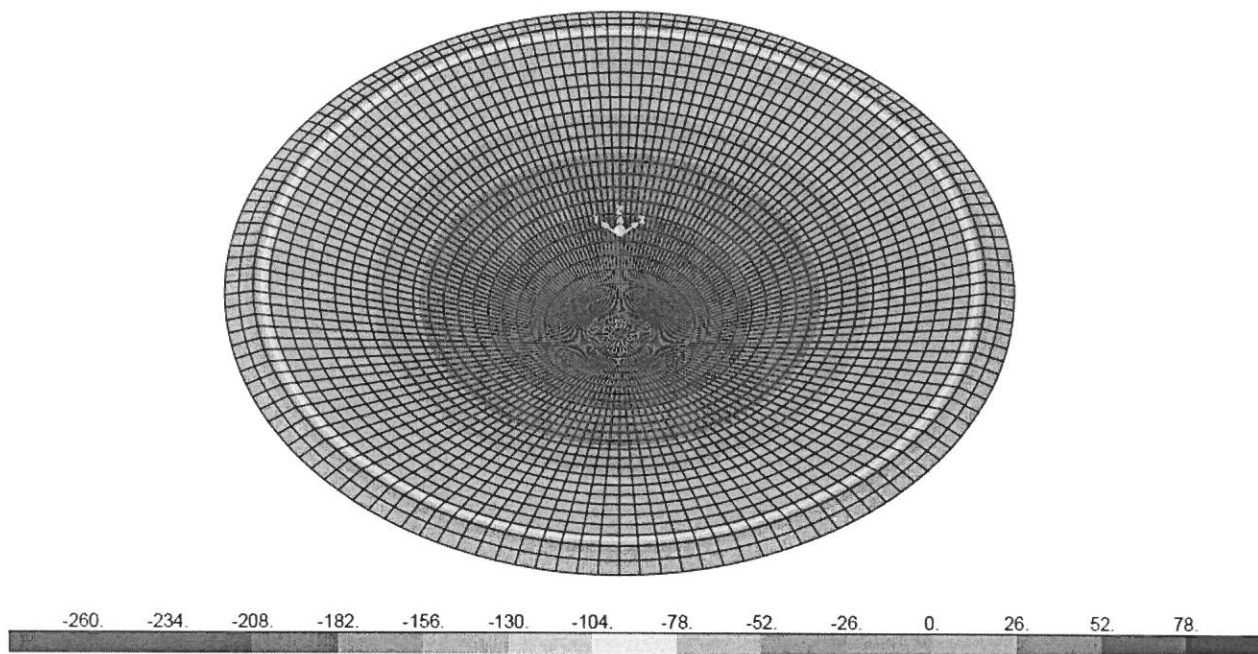


M22 [kNm/m']

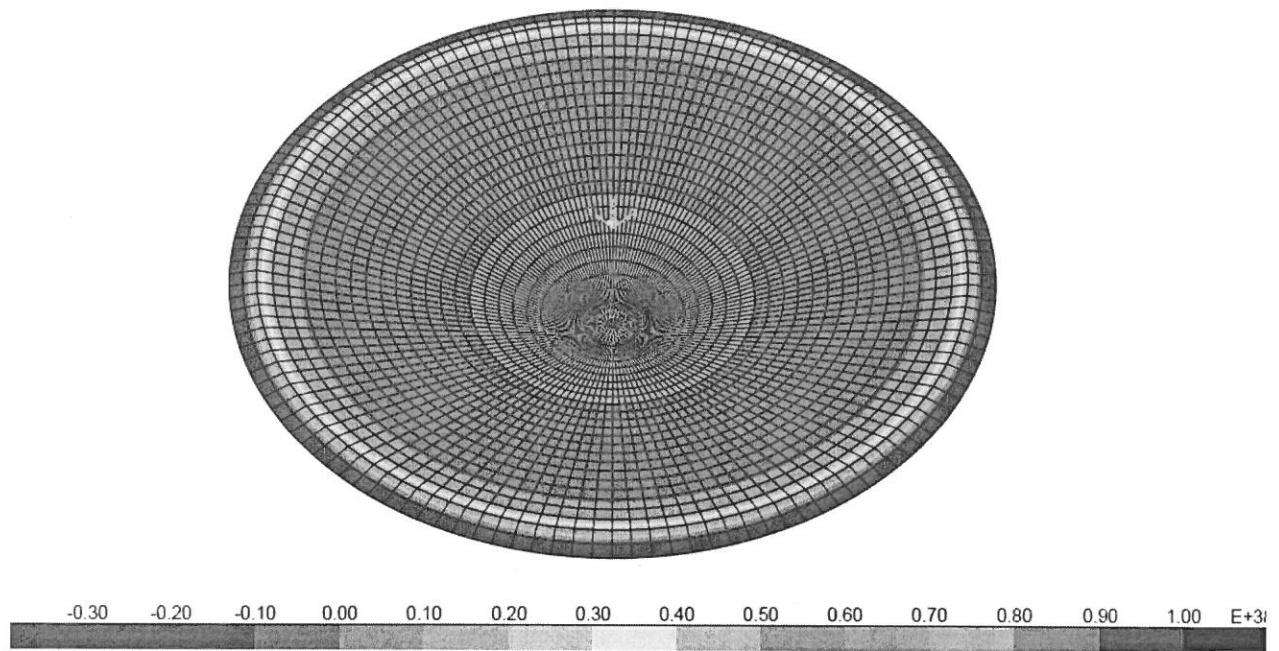
IV.3 Дъно и опорен пръстен – Нормативна комбинация FULLW_N



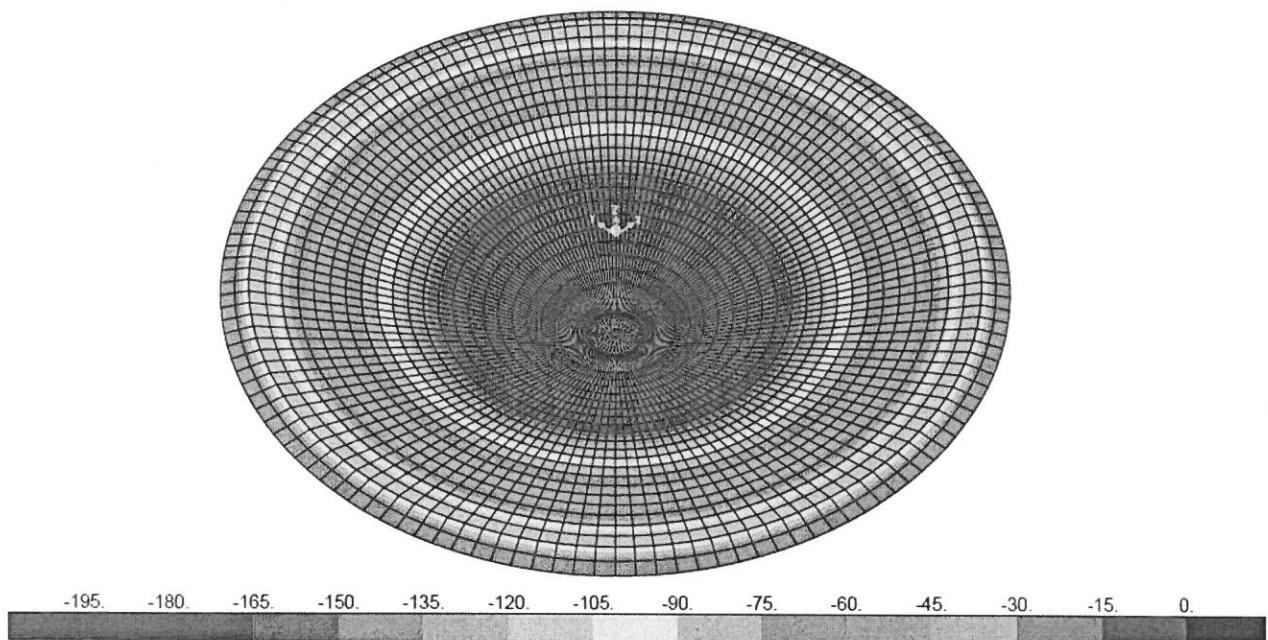
F_{11} [kN/m']



M_{11} [kNm/m']



F22 [kN/m²]



M22 [kNm/m²]

V Оразмеряване

При оразмеряване по нормални сечения меродавна е проверката за отваряне на пукнатини по експлоатационни гранични състояния.

За целите на прединвестиционното проучване е представено примерно оразмеряване на хоризонталната и вертикалната армировка на стената на съоръжението.

Проверка на отваряне на пукнатини

Хоризонтална армировка в стена

Input:

thickness of structure $h = 75.0$ cm
 concrete class: C 35/45
 actual tensile strength in % of f_{cm} 100 %
 E-Modulus of concrete Beton $E_{cm} = 33300$ N/mm²
 E-Modulus of reinforcement Bew $E_s = 200000$ N/mm²
 concrete coverage: $c_{nom} = 4.0$ cm

bottom / outer Reinforcement

Diameter of Reinforcement [mm]

$\phi_{s1} = 32.0$ $s_1 = 22.0$
 $\phi_{s2} = 32.0$ $s_2 = 22.0$
 Reinforcement $a_s = 73.11$ cm²

top / inner Reinforcement

Diameter of Reinforcement [mm]

$\phi_{s1} = 32.0$ $s_1 = 22.0$
 $\phi_{s2} = 32.0$ $s_2 = 22.0$
 Reinforcement $a_s = 73.11$ cm²

calculation of stresses for the quasi-permanent load case

permanent loads $M_{Edk} = 60.0$ kNm
 life loads $M_{Edk} = 0.0$ kNm
 factor for combination $\psi_2 = 1.0$
 quasi-permanent load combination
 $E_{s,perm} = E_{sk} + \psi_2 \times E_{dk}$ $M_{Ed,perm} = 60.0$ kNm

bottom / outer Reinforcement $F_1 = 751$ kN
 top / inner Reinforcement $F_2 = 939$ kN

	DIN1045	EN1992	BS8007
широчина на пукнатина 1	0.04mm	0.071mm	0.03mm
широчина на пукнатина 2	0.04mm	0.097mm	0.06mm

$b = 100.0$ cm
 tensile strength $f_{cm} = 3.20$ N/mm²
 eff tensile strength $f_{ct,eff} = 3.20$ N/mm²
 (normally 50% for first cracks, 100% for late cracks)

with: $\alpha_s = E_s/E_{cm} = 6.01$

medium calculated diameter of bars

$\phi_{sm} = (\phi_{s1}^2/s_1 + \phi_{s2}^2/s_2) / (\phi_{s1}/s_1 + \phi_{s2}/s_2) = 32.0$ mm
 Distance to surface $d_1 = c_{nom} + \phi_{sm} / 2 = 5.6$ cm

medium calculated diameter of bars

$\phi_{sm} = (\phi_{s1}^2/s_1 + \phi_{s2}^2/s_2) / (\phi_{s1}/s_1 + \phi_{s2}/s_2) = 32.0$ mm
 Distance to surface $d_2 = c_{nom} + \phi_{sm} / 2 = 5.6$ cm

axial force
 $N_{Edk} = 1690.0$ kN
 $N_{Edk} = 0.0$ kN
 $\psi_2 = 1.0$
 $N_{Ed,perm} = 1690.0$ kN
 pressure is negative
 DIN 1055-100, Tab. A2

$\sigma_{s1} = 102.7$ N/mm² $\sigma_{s1} = 0.05\%$
 $\sigma_{s2} = 128.4$ N/mm² $\sigma_{s2} = 0.06\%$

Проверка на отваряне на пукнатини

Вертикална армировка в стена

Input:

thickness of structure $h = 75.0$ cm
 concrete class: C 35/45
 actual tensile strength in % of f_{cm} 100 %
 E-Modulus of concrete Beton $E_{cm} = 33300$ N/mm²
 E-Modulus of reinforcement Bew $E_s = 200000$ N/mm²
 concrete coverage: $c_{nom} = 8.3$ cm

	DIN1045	EN1992	BS8007
Широчина на пукнатината	0.03mm	0.115mm	0.09mm
Височина на натисковз зона	191mm	191mm	205mm

$b = 100.0$ cm
 tensile strength $f_{cm} = 3.20$ N/mm²
 eff tensile strength $f_{ct,eff} = 3.20$ N/mm²
 (normally 50% for first cracks, 100% for late cracks)

with: $\alpha_s = E_s/E_{cm} = 6.01$

Reinforcement in compression zone (is respected in the calculation of stresses)

Reinforcement $a_s = 12.32$ cm² Distance to surface $d_1 = 8.3$ cm

Reinforcement in tension zone

Diameter of Reinforcement [mm]

$\phi_{s1} = 22.0$ $s_1 = 25.0$
 $\phi_{s2} = 22.0$ $s_2 = 25.0$

Reinforcement $a_s = 30.41$ cm²

medium calculated diameter of bars

$\phi_{sm} = (\phi_{s1}^2/s_1 + \phi_{s2}^2/s_2) / (\phi_{s1}/s_1 + \phi_{s2}/s_2) = 22.0$ mm
 Distance to surface $d_1 = c_{nom} + \phi_{sm} / 2 = 9.4$ cm

calculation of stresses for the quasi-permanent load case

permanent loads $M_{Edk} = 201.0$ kNm
 life loads $M_{Edk} = 0.0$ kNm
 factor for combination $\psi_2 = 1.0$
 quasi-permanent load combination
 $E_{s,perm} = E_{sk} + \psi_2 \times E_{dk}$ $M_{Ed,perm} = 201.0$ kNm

axial force
 $N_{Edk} = -256.0$ kN
 $N_{Edk} = 0.0$ kN
 $\psi_2 = 1.0$
 $N_{Ed,perm} = -256.0$ kN

КАМАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ
 pressure is negative
 ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОСПОСОБНОСТ
 DIN 1055-100, Tab. A2
 Регистрационен № 01861
 инж. АДЕЛИНА
 СЛАВЧЕВА МАХДЕНОВА
 Подпис: _____
 Част от проекта:
 по удостоверение
 за ПП
 ВАЖИ С ВАЛИДНО УДОСТОВЕРЕНИЕ ЗА ПП ЗА ПЕРИОДА /Г/