




00	2016.08	инж. Й. Милев eng. J. Milev			APPROVED FOR CONSTRUCTION ОДОБРЕН ЗА СТРОИТЕЛСТВО	
Rev. Rev	Дата Date	Проектант Designer	Проверил Checked by	Одобрил Released	Изменения Details of Revision	
СЪГЛАСУВАЛ AGREED BY	ПОДПИС SIGNATURE					
	ПРОЕКТАНТ DESIGNER					
	ЧАСТ DISCIPLINE	СК CI	ЕЛ EL	Вик WC	ОВ HVAC	
ГЕОДЕЗИЯ GEODESY						
THE GALABOVO MUNICIPALITY / ОБЩИНА ГЪЛЪБОВО						
THE OWNER / СОБСТВЕНИК						
инж. ДИМИТЪР МИТЕВ						
 AES-3C Maritza EAST 1 EOOD						
THE DESIGNER / ПРОЕКТАНТ						
инж. МАРИЕТА МИЛЕВА						
						
THE DESIGNER / ПРОЕКТАНТ						
инж. ЙОРДАН МИЛЕВ						
THE DESIGN & CONSTRUCTION SUPERVISOR/ НАДЗОР						
						
Design Contract - PO № 4500274671			ЕЙ И ЕС 3С ТЕЦ МАРИЦА ИЗТОК 1 AES 3C MARITZA EAST 1 POWER PLANT			
ДАТА DATE	2016.08					
ПРОЕКТАНТ DESIGNER	инж. Й. Милев eng. J. Milev	ПОДПИС SIGNATURE	ПРОЕКТИРАНЕ НА НОВИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ОТВОРИ В ТЕЛАТА НА СИЛОЗИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ГИПС И ВРЪЗКАТА ИМ СЪС СЪЩЕСТВУВАЩАТА СЪЛБИЩНА КЛЕТКА			
ПРОЕКТАНТ DESIGNER						
ПРОВЕРИЛ CHECKED BY						
ОДОБРИЛ RELEASED						
FILE NAME	S-Static_AES Gypsum Silo.doc	НОМЕР НА ИЗПЪЛНИТЕЛЯ: SUPPLIER No.:				ВСИЧКО ЛИСТА: NUMBER OF SHEETS:
МАЩАБ SCALE		AES № S-Static_AES Gypsum Silo	ЧАСТ: PART:	Конструктивна Civil	РЕВ.: REV.:	00

СЪДЪРЖАНИЕ

1. ИЗПОЛЗВАНИ НОРМИ И СТАНДАРТИ.....	3
2. МАТЕРИАЛИ	3
2.1. КОНСТРУКЦИОННА СТОМАНА ЗА НОВИ ПЛОЩАДКИ ЗА ДОСТЪП В СИЛОЗИТЕ	3
2.2. КОМПОЗИТНИ МАТЕРИАЛИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СИСТЕМАТА ЗА УСИЛВАНЕ НА ВЪТРЕШНАТА ПОВЪРХНОСТ НА СИЛОЗНАТА СТЕНА.....	3
2.3. КОМПОЗИТНИ МАТЕРИАЛИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СИСТЕМАТА ЗА УСИЛВАНЕ НА ВЪНШНАТА ПОВЪРХНОСТ НА СИЛОЗНАТА СТЕНА.....	4
2.4. ЧАСТНИ КОЕФИЦИЕНТИ ЗА МАТЕРИАЛИТЕ	4
3. НАТОВАРВАНИЯ И ВЪЗДЕЙСТВИЯ.....	5
3.1. ПОСТОЯННИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ	5
3.1.1. <i>Натоварване от собствено тегло на конструктивни елементи</i>	<i>5</i>
3.1.2. <i>Натоварване от собствено тегло на неконструктивни елементи</i>	<i>5</i>
3.2. ПРОМЕНЛИВИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ	5
3.2.1. <i>Натоварване от складиран материал</i>	<i>5</i>
3.2.2. <i>Натоварване от сняг</i>	<i>6</i>
3.2.3. <i>Натоварване от вятър</i>	<i>6</i>
3.3. КОМБИНИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО	8
3.3.1. <i>Дълготрайна и краткотрайна изчислителни ситуации</i>	<i>8</i>
4. ЕЛЕМЕНТИ НА КОНСТРУКЦИЯТА.....	9
4.1. ПРОВЕРКА ТЯЛОТО НА СИЛОЗА СЛЕД ИЗРЯЗВАНЕ НА НОВИТЕ ОТВОРИ.....	10
4.1.1. <i>Резултати от анализа.....</i>	<i>10</i>
4.1.2. <i>Оразмерителни проверки</i>	<i>12</i>
4.2. НОВИ СТОМАНЕНИ ПЛОЩАДКИ.....	13
4.2.1. <i>Резултати от анализа.....</i>	<i>13</i>
4.2.2. <i>Оразмерителни проверки</i>	<i>14</i>

1. ИЗПОЛЗВАНИ НОРМИ И СТАНДАРТИ

Разработването на конструктивния проект е извършено на база на конструктивна система ЕВРОКОДОВЕ, както и в съответствие със специфични изисквания на Възложителя.

1. БДС EN 1990 Еврокод 0: Основни положения за проектиране на строителните конструкции + Национално приложение [EC0].
2. БДС EN 1991 Еврокод 1: Въздействия върху строителните конструкции + Национално приложение [EC1].
3. БДС EN 1992 Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции + Национално приложение [EC2].
4. БДС EN 1993 Еврокод 3: Проектиране на стоманени конструкции + Национално приложение [EC3].

2. МАТЕРИАЛИ

2.1. Конструкционна стомана за нови площадки за достъп в силозите

- Конструкционна стомана за елементи на конструкцията (греди, хоризонтални и вертикални връзки, парапети) – клас **S275 J0** по БДС EN 10027-1:2005, в съответствие с БДС EN 10027-1:2005 (Стомана 1.0143 съгласно БДС EN 10027-2:2005), класифицирана като нелегирана качествена стомана по БДС EN 10020:2002;
- Крепежни елементи:
 - Анкерни шпилки HILTI HIT-V M20 – клас 8.8
 - Лепилен състав за анкерни шпилки HILTI HIT-RE 500
 - Болтове за основни конструктивни елементи с шестостенна глава → клас 8.8 в съответствие с БДС EN ISO 4014:2011.
 - Гайки шестостенни → клас 8 в съответствие с БДС EN ISO 4032:2013.
 - Шайби кръгли плоски → в съответствие с БДС EN ISO 7089:2003.
- Заваръчни материали за всички заварени съединения на стоманената конструкция:
 - граница на провлачане $f_y \geq 275\text{MPa}$.
 - якост на опън $f_u \geq 430\text{MPa}$.
 - ударна жилавост:
 - $\geq 27\text{J}$ - енергия за разрушение по Charpy.
 - $\leq 20^\circ\text{C}$ - температура на изпитване.
 - удължение при разрушение $\geq 22\%$.

2.2. Композитни материали за изпълнение на системата за усиление на вътрешната повърхност на силозната стена

- Двухкомпонентен разтвор на циментова основа **Planitop HMD Maxi** на фирма MAPEI;
- Високоякостна, едноразсочна, галванизирани тъкан от стоманени нишки **MapeWrap S Fabric 2000** на фирма MAPEI;

- Двухкомпонентен, сулфато и износо устойчив разтвор на циментова основа за защита на стоманените нишки **Mapecofinish HD** на фирма MAPEI;

2.3. Композитни материали за изпълнение на системата за усилване на външната повърхност на силосната стена

- Грунд на епоксидна основа за подобряване на сцеплението между повърхността на силосната стена и материали от система за усилване - **MapecPrimer 1** на фирма MAPEI;
- Тиксотропна замазка на епоксидна основа за изравняване на бетонните повърхности, която се полага след обработената с грунд MapecPrimer 1 основа – **MapecWrap 11** на фирма MAPEI;
- Епоксидна смола за импрегниране на въглеродните нишки MapecWrap – **MapecWrap 31** на фирма MAPEI;
- Тъкан от еднопосочно ориентирани въглеродни нишки за усилване на силосната стена – **MapecWrap C UNI-AX 600(300)/40** на фирма MAPEI;
- Кварцов пясък с фракция ~ 1.2 mm. С него се обработват усилените с карбонови материали елементи, след като се положи последния пласт;
- Двухкомпонентен, еластичен разтвор на циментова основа за защита на усилящата система – **Mapelastic** на фирма MAPEI.

2.4. Частни коефициенти за материалите

Таблица 2.1 – Частни коефициенти за материалите при различни изчислителни ситуации

Изчислителна ситуация	γ_c за бетон	γ_s за армировъчна стомана
Крайни гранични състояния (ULS)–дълготрайни и краткотрайни	1.5	1.15
Извънредна – без пожар	1.2	1.0
Извънредна – пожар	1.0	1.0
Сеизмична	1.5	1.15
Експлоатационни гранични състояния (SLS)	1.0	1.0

В допълнение $\alpha_{cc} = 0.85$ при проверка за носимоспособност по нормални сечения на вертикални или наклонени елементи, изпълнени по монолитен способ (например колони и стени). Във всички останали случаи $\alpha_{cc} = 1.0$.

$\alpha_{ct} = 1$ за всички случаи.

Таблица 2.2 – Частни коефициенти за конструкционната стомана

Крайно гранично състояние	$\gamma_{M,i}$
Оразмеряване на напречните сечения на якост	1.5
Проверка на елементите на устойчивост	1.2
При проверки с якостта на опън	1.0

3. НАТОВАРВАНИЯ И ВЪЗДЕЙСТВИЯ

3.1. Постоянни въздействия

3.1.1. Натоварване от собствено тегло на конструктивни елементи

Собственото тегло на конструктивните елементи е отчетено в пространствения изчислителен модел на база на номинални плътности на отделните материали, както следва:

- Стоманобетон: 25kN/m^3
- Конструкционна стомана: 78.5kN/m^3

3.1.2. Натоварване от собствено тегло на неконструктивни елементи

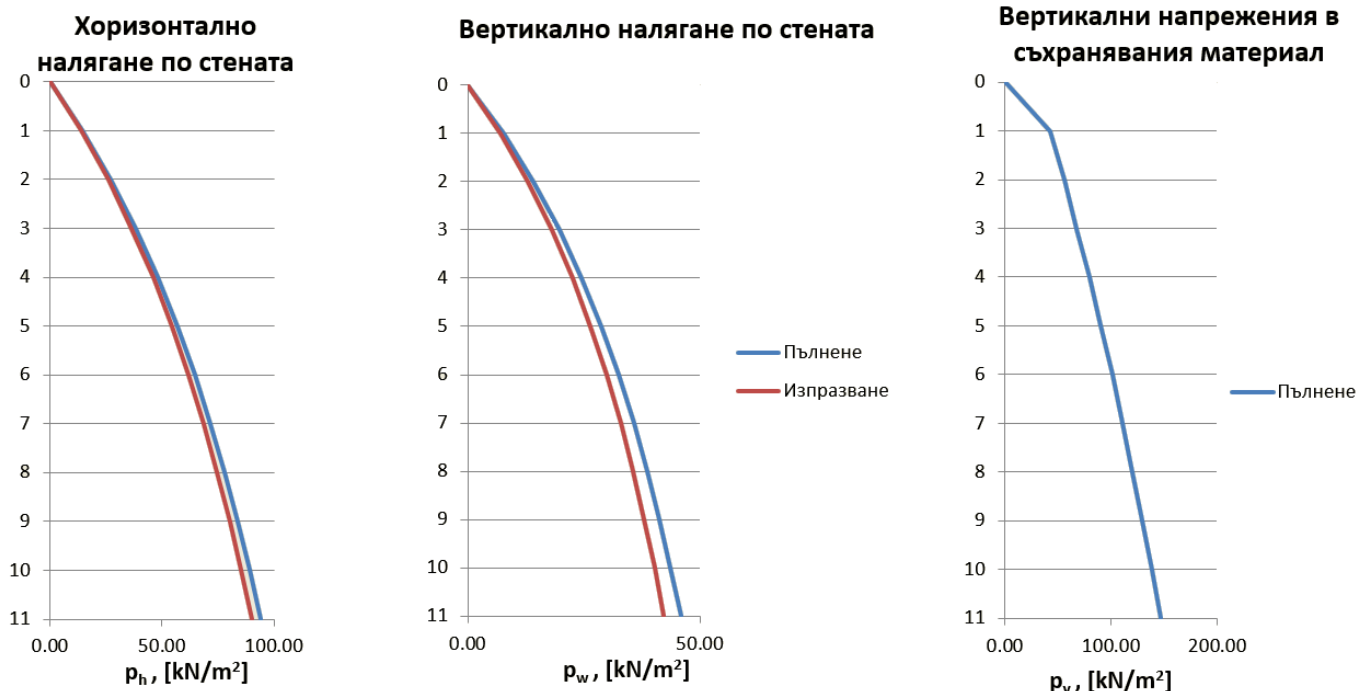
Натоварванията са определени на база на следните приемания:

- Стоманобетон: 25kN/m^3
- Бетон: 24kN/m^3
- Цименто-пясъчен разтвор: 22kN/m^3

3.2. Променливи въздействия

3.2.1. Натоварване от складиран материал

Обемно тегло			
$\gamma_l =$	14.00	kN/m^3	- долна характеристична стойност
$\gamma_u =$	14.00	kN/m^3	- горна характеристична стойност
Ъгъл на естествен откос			
$\phi_r =$	30.00	°	
Ъгъл на вътрешно триене			
$\phi_{im} =$	30.00	°	- средна стойност
$a_\phi =$	1.22		- преводен коефициент
$\phi_i =$	24.59	°	- долна характеристична стойност
$\phi_i =$	36.60	°	- горна характеристична стойност
Коефициент за странично налягане			
$K_m =$	0.56		- средна стойност
$a_k =$	1.20		- преводен коефициент
$K =$	0.47		- долна характеристична стойност
$K =$	0.67		- горна характеристична стойност
Коефициент на триене по стена			
$\mu_m =$	0.47		- средна стойност
$a_\mu =$	1.10		- преводен коефициент
$\mu =$	0.43		- долна характеристична стойност
$\mu =$	0.52		- горна характеристична стойност
Базов коефициент за местно натоварване от насипен материал			
$C_{op} =$	0.50		



3.2.2. Натоварване от сняг

Съгласно ЕВРОКОД 1: Въздействия върху строителните конструкции, Национално приложение към БДС EN 1991-1-3:2006, характеристикната стойност на натоварването от теглото на снежната покривка върху 1m^2 хоризонтална земна повърхност (teren) е $s_k = 0.94\text{ kN/m}^2$.

EC1-1-3/NA Табл. NA.F.1	EC1-1-3 Табл. 5.1 + EC1-1-3/NA т. NA.2.16	EC1-1-3 т. 5.2(8) + EC1-1-3/NA т. NA.2.17	EC1-1-3 Табл. 5.2 + фиг. 5.2	Резултат
Характеристична стойност s_k [kN/m ²]	Коефициент на изложение C_e	Топлинен коефициент C_t	Коефициент за форма на натоварване от сняг μ_1	Натоварване от сняг върху покрива s [kN/m ²]
-	-	-	-	1 *
0.94	1.00	1.00	0.80	0.75

3.2.3. Натоварване от вятър

Съгласно ЕВРОКОД 1: Въздействия върху строителните конструкции, Национално приложение към БДС EN 1991-1-4:2005, характеристикната стойност на базовото натоварване от вятър е $q_{b,0} = 0.46\text{ kN/m}^2$.

Базова стойност на скоростта на вятъра

- EC1-1-4/NA
Табл. NA.G.1
- Характеристична стойност на основната стойност на базовата скорост на вятъра
 $v_{b,0} = 27.2 \text{ m/s}$ - за гр. Гълъбово
 - Характеристична стойност на основната стойност на базовото натоварване на вятъра
 $q_{b,0} = 0.46 \text{ kN/m}^2$ - за гр. Гълъбово
- Проверка: $v_b = \sqrt{\frac{2000q_{b,0}}{\rho}} = 40\sqrt{q_{b,0}} = 27.13 \text{ m/s}$
- EC1-1-4/NA
m. NA.2.18
- $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$ - плътност на въздуха
- EC1-1-4/NA
m. NA.2.6
- Коефициент за посока на вятъра
 $c_{dir} = 1$ (за конкретни проекти НИМХ при БАН може да определя отделни стойности за всяка географска посока)
- EC1-1-4/NA
m. NA.2.7
- Коефициент за сезонност на вятъра
 $c_{season} = 1$ (за конкретни проекти НИМХ при БАН може да определя отделни стойности за всеки конкретен сезон)
 - Базова скорост на вятъра
 $v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} = 27.20 \text{ m/s}$

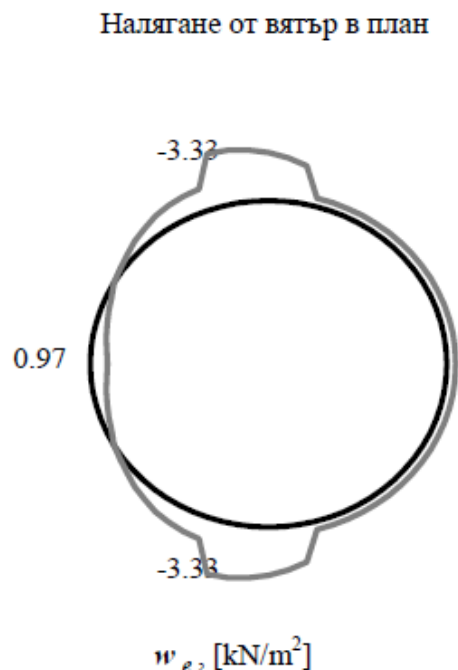
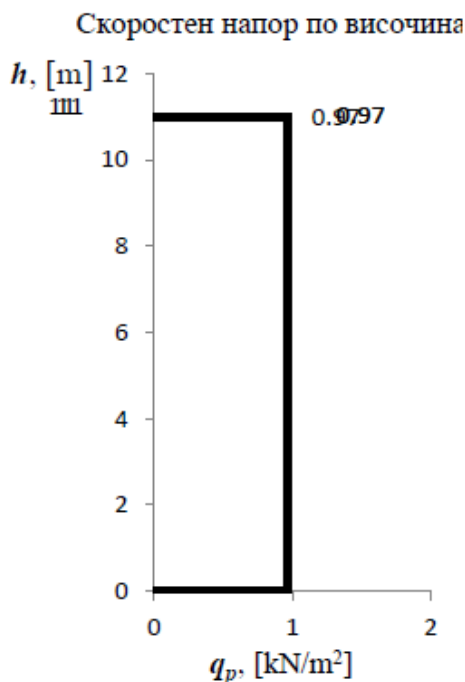
 EC1-1-4
Табл. 4.1

	Описание на терена	z_0 [m]	z_{min} [m]	$k_r = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07}$
0	Море или крайбрежни местности с изложение към открито море	0.003	1.0	0.1560
I	Езера или равнинна хоризонтална местност с пренебрежимо малка растителност и без препятствия	0.010	1.0	0.1698
II	Местност с ниска растителност, например трева, и отделни препятствия (дървета, сгради), които са отдалечени на разстояние, най-малко 20 пъти височината на препятствието	0.050	2.0	0.1900
III	Местност, която е равномерно покрита с растителност или сгради или с изолирани препятствия, отдалечени на разстояние най-много 20 пъти височината на препятствията (например села, крайградски зони, гори)	0.300	5.0	0.2154
IV	Местност, най-малко 15% от повърхността на която е покрита със сгради, чиято средна височина превишава 15m (например градски зони)	1.000	10.0	0.2343

 Терен категория: **II**

- Параметър на грапавостта
 $z_0 = 0.050 \text{ m}$

- Коефициент за терена
 $k_r = 0.1900$



3.3. Комбиниране на натоварването

3.3.1. Дълготрайна и краткотрайна изчислителни ситуации

Съгласно уравнение 6.10 на *ЕВРОКОД 0 БДС EN 1990:2003/NA:2010* за определяне на изчислителните стойности на въздействията в дълготрайни и краткотрайни изчислителни ситуации са използвани следните комбинации на товарите:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$ – характеристични стойности на постоянните въздействия;

$Q_{k,1}$ – характеристична стойност на преобладаващото променливо въздействие;

$Q_{k,i}$ – характеристична стойност на съпътстващото променливо въздействие;

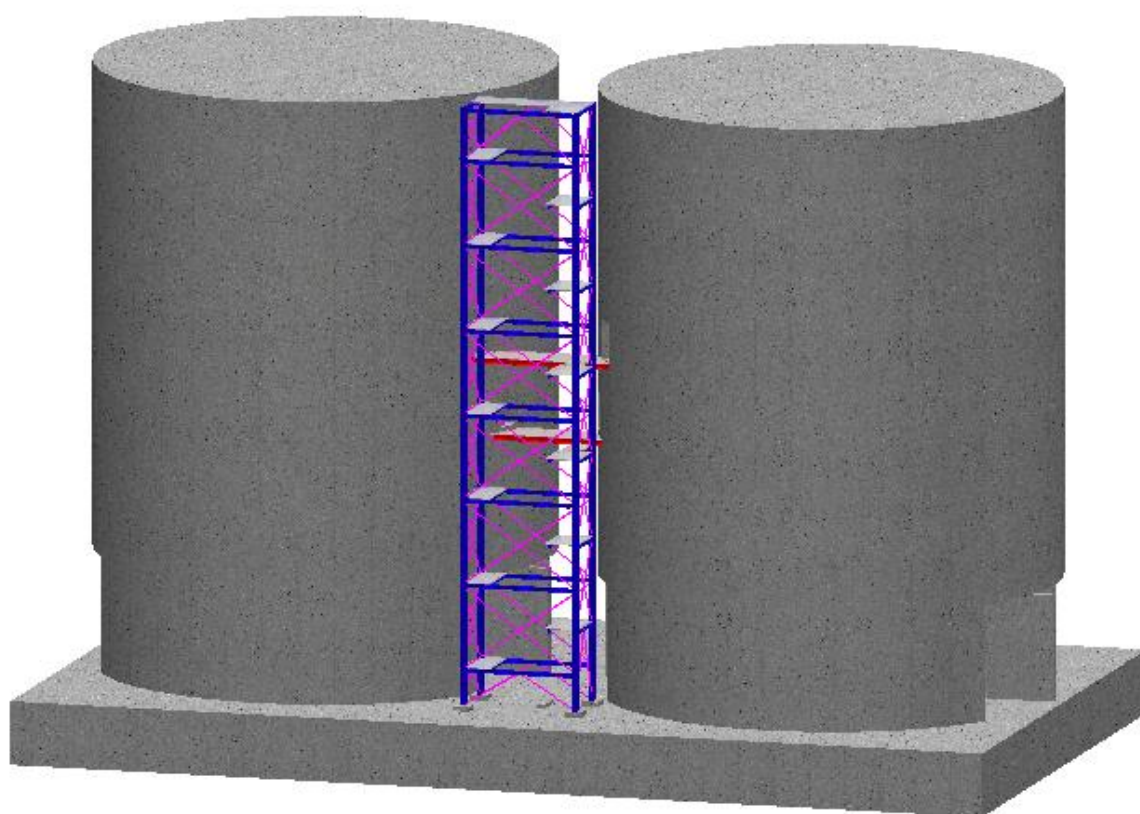
$\psi_{0,i}$ – коефициент за получаване на стойност за комбинация на променливо въздействие;

$\gamma_{G,j}, \gamma_{Q,1}, \gamma_{Q,i}$ – частни коефициенти за натоварване.

Таблица 3.1 – Стойности на частни коефициенти за натоварване $\gamma_{G,f}, \gamma_{Q,f}$

Въздействие	STR/GEO		EQU	
	Неблагоприятно влияние	Благоприятно влияние	Неблагоприятно влияние	Благоприятно влияние
Постоянни (G) $\gamma_{G,f}$	1.35	1.0	1.10	0.90
Променливи (Q) $\gamma_{Q,f}$	1.50	0	1.50	0

4. ЕЛЕМЕНТИ НА КОНСТРУКЦИЯТА

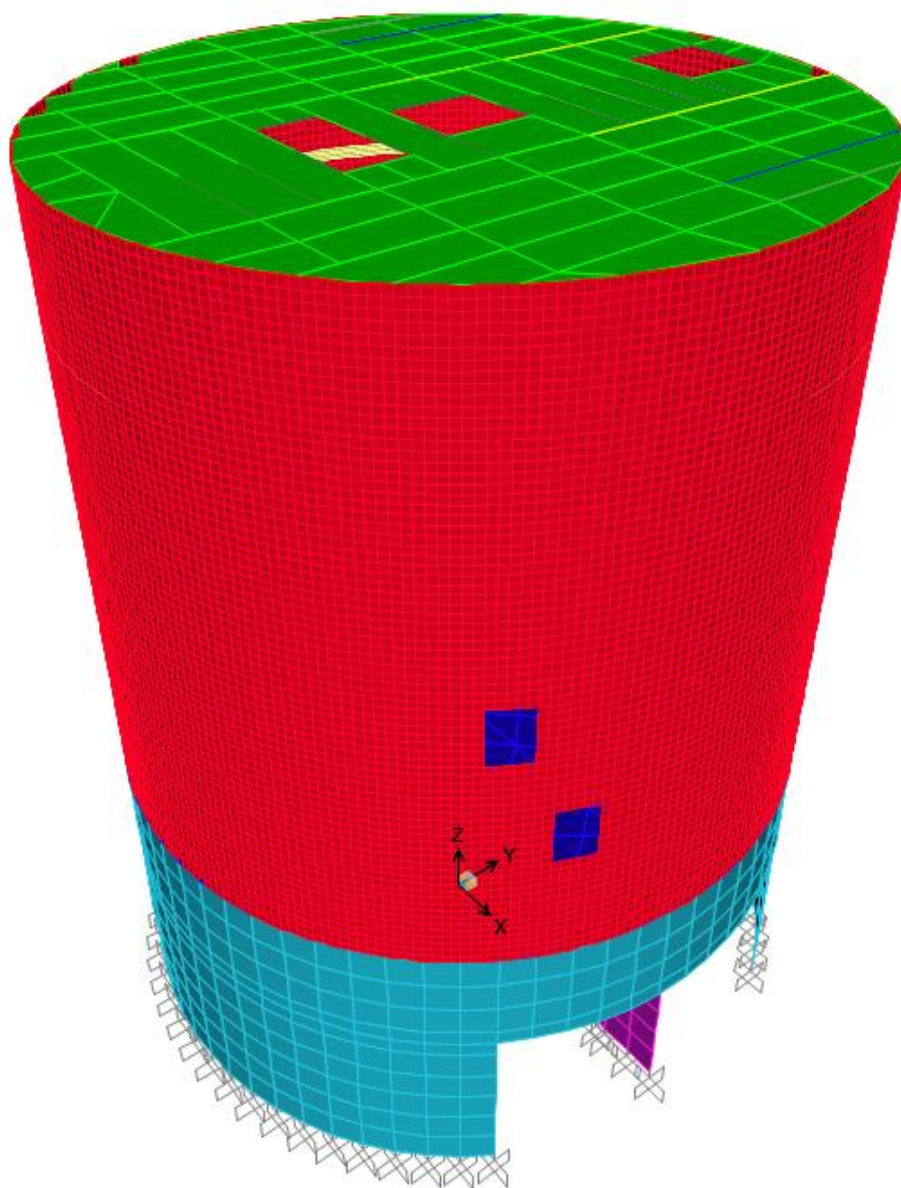


Фигура 4.1 – Пространствен модел на конструкцията

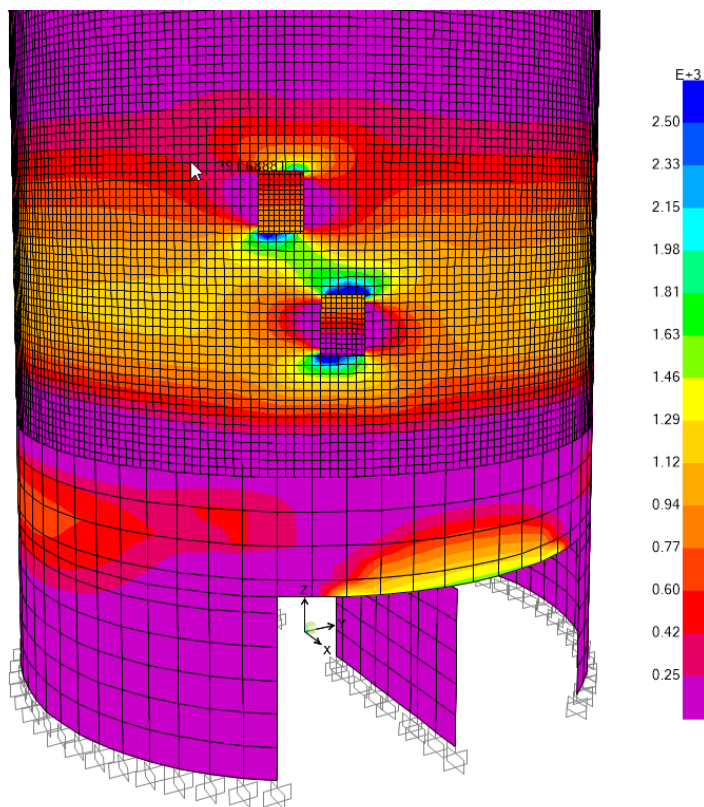
4.1. Проверка тялото на силоса след изрязване на новите отвори

4.1.1. Резултати от анализа

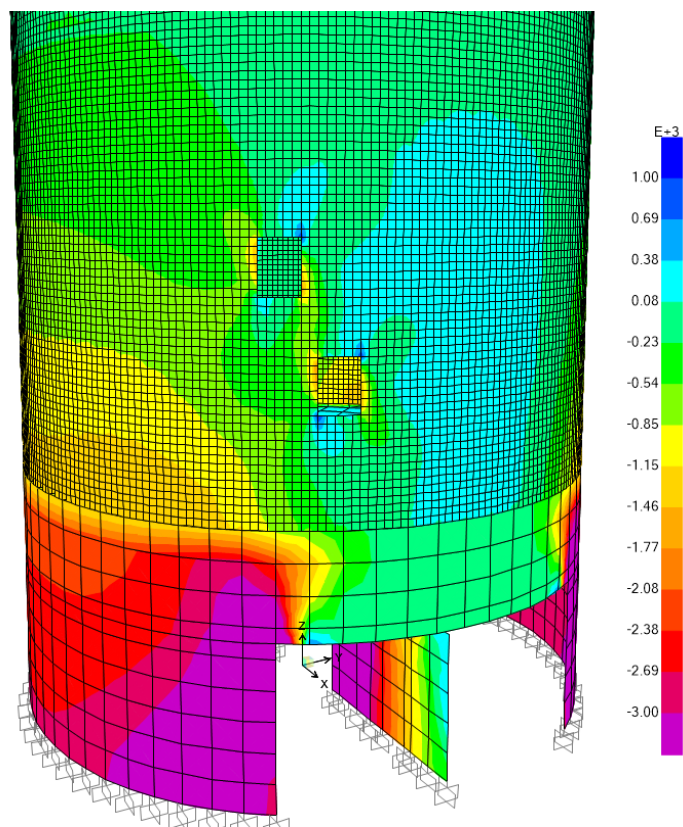
- За изследване на статическото и динамическото поведение на конструкцията е изготвен пространствен модел в среда на програмния продукт SAP2000.



Фигура 4.2 – Пространствен модел на конструкцията в средата на софтуерния продукт SAP2000

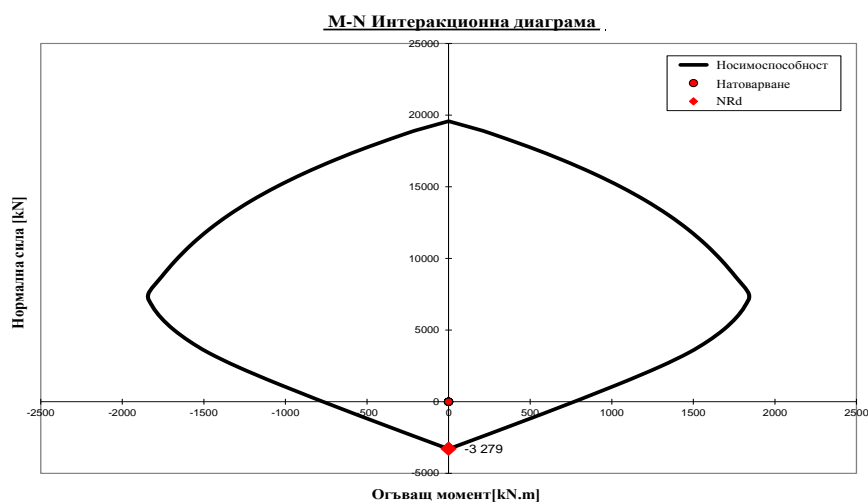
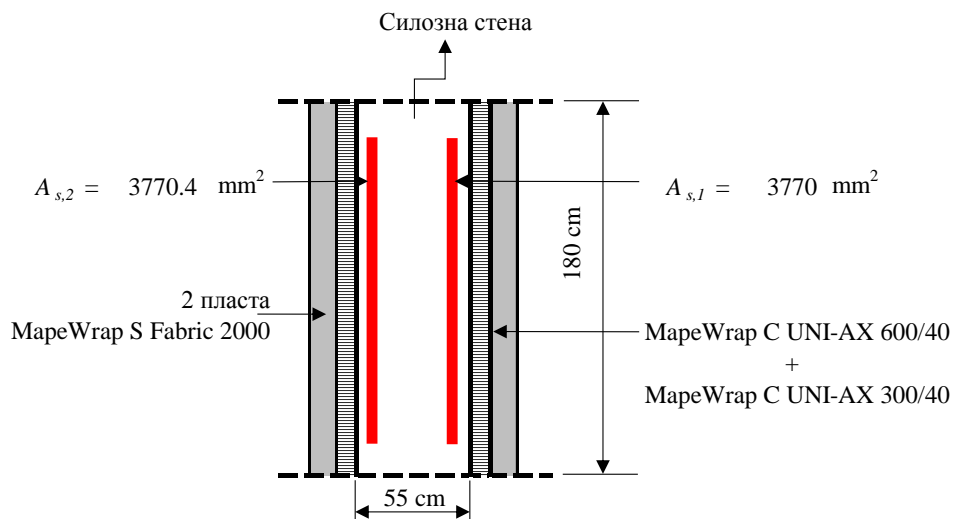


Фигура 4.3 – Диаграма на пръстеновидните усилия в силоната стена



Фигура 4.4 – Диаграма на меридианните усилия в силоната стена

4.1.2. Оразмерителни проверки



Носимоспособност на опън на вложената армировка = 1822 kN/m

Носимоспособност на опън на 2 пласта MapeWrap S Fabric 2000 = 1200 kN/m

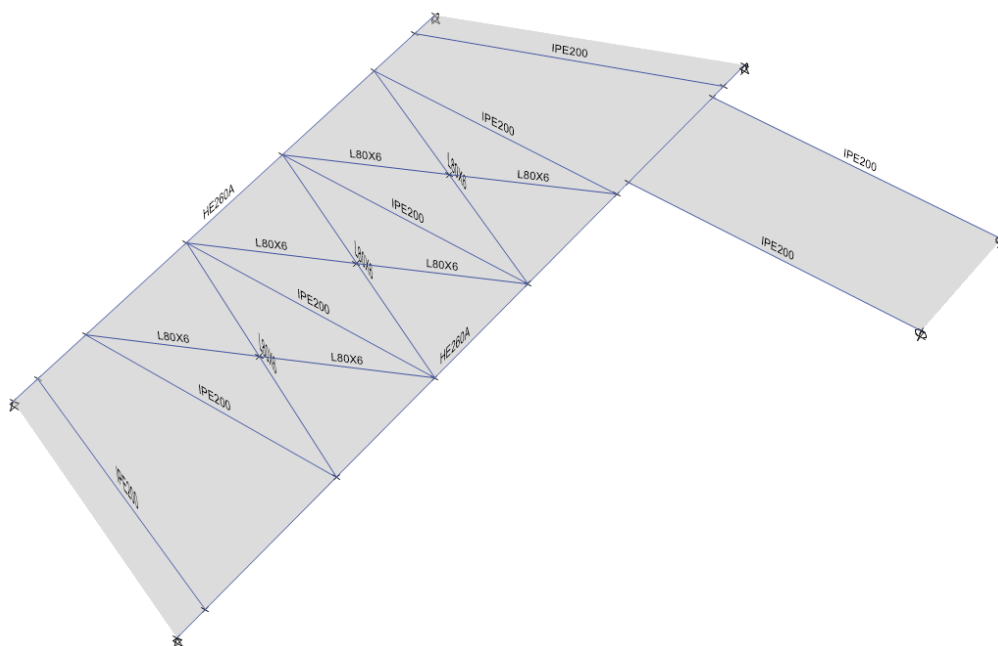
Носимоспособност на опън на
MapeWrap C UNI-AX 600/40 и MapeWrap C UNI-AX 300/40 = 2942 kN/m

Носимоспособност на опън на усилената силозна стена =	5964	kN/m
---	-------------	------

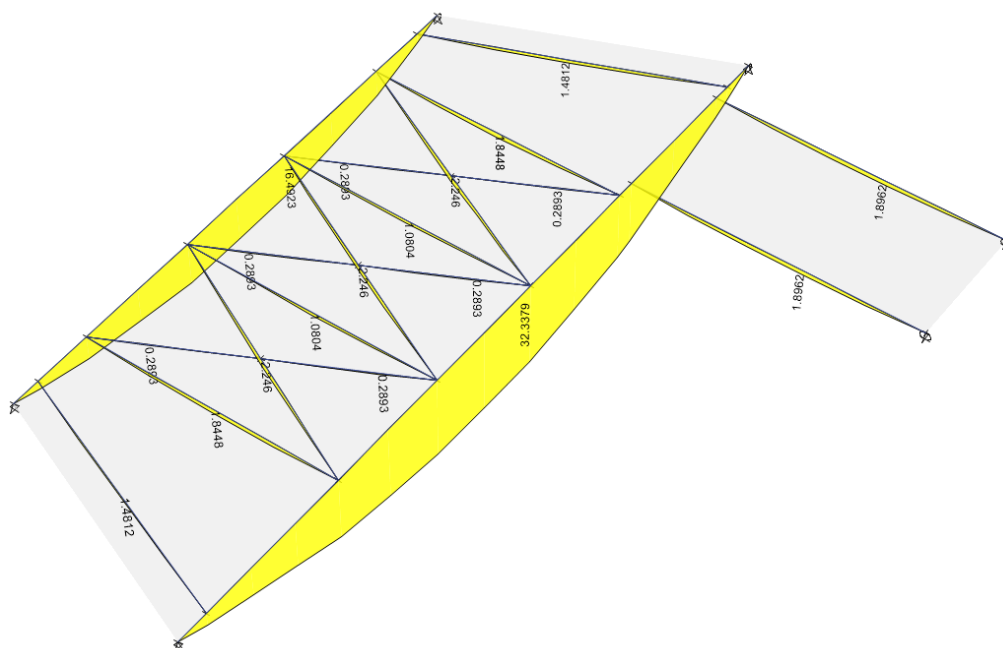
4.2. Нови стоманени площадки

4.2.1. Резултати от анализа

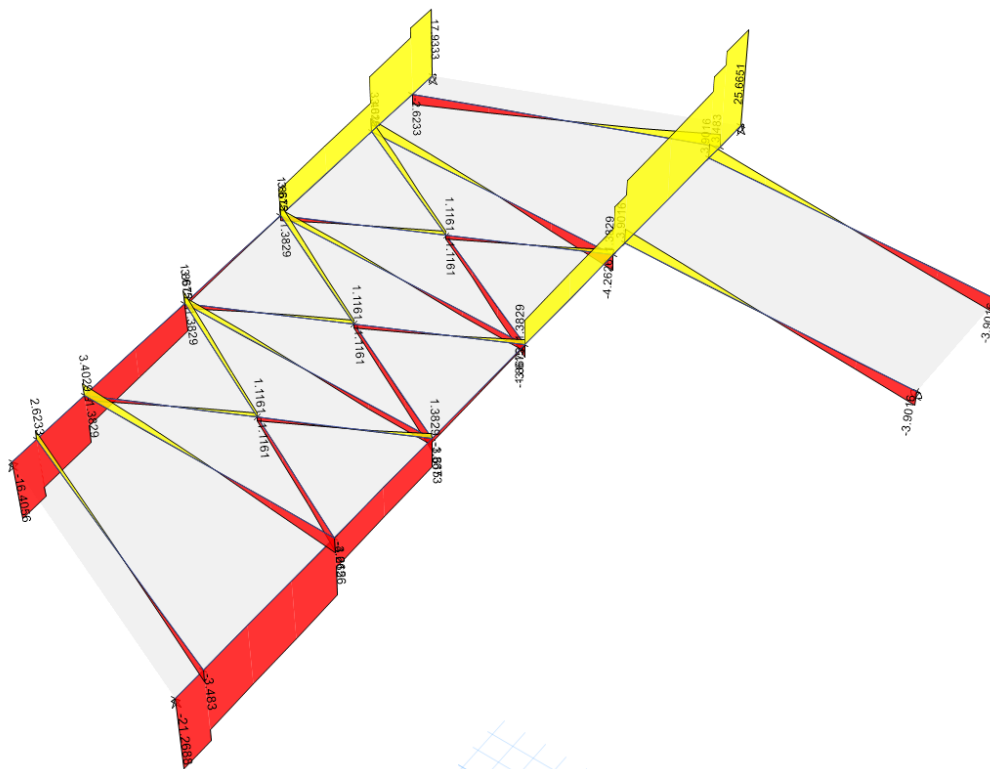
- За изследване на статическото и динамическото поведение на конструкцията е изготвен пространствен модел в среда на програмния продукт ETABS



Фигура 4.5 – Пространствен модел на конструкцията в средата на софтуерния продукт ETABS



Фигура 4.6 – Диаграма на огъващите моменти в греди от площадката



Фигура 4.7 – Диаграма на срязващи сили в греди от площадката

4.2.2. Оразмерителни проверки

Таблица 4.1 – Определяне носимоспособността на огъване и срязване за надлъжни греди

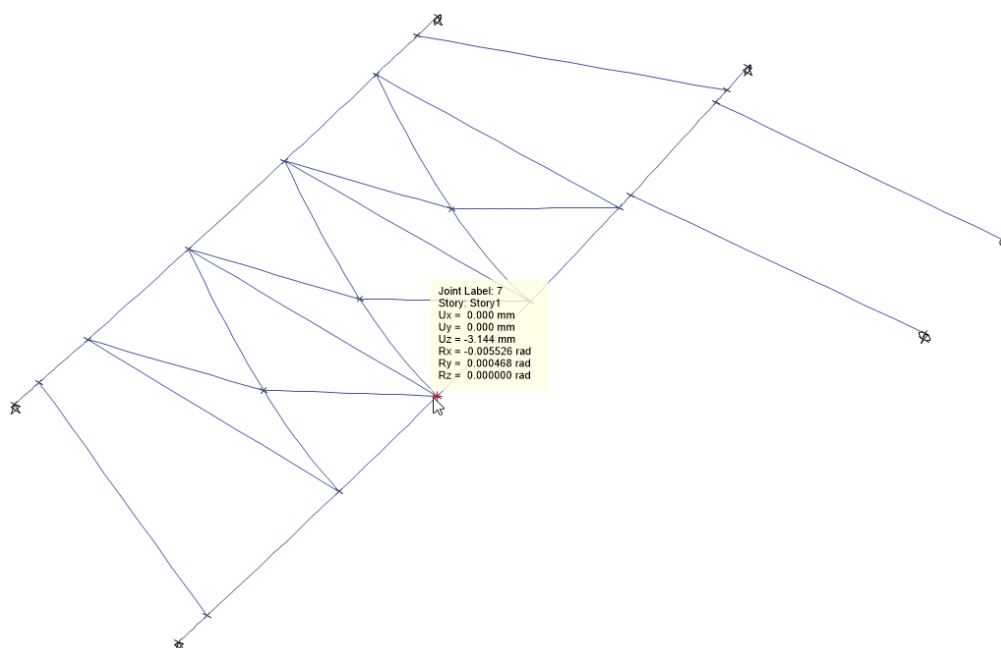
S275		
f_y	=	27.5 kN/cm ²
f_u	=	43 kN/cm ²
γ_{M0}	=	1.05

Профил	h_b [mm]	b_f [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	A [cm ²]	A_v [cm ²]	W_y [cm ³]	I_y [cm ⁴]	M_{Rd} [kN.m]	V_{Rd} [kN]
HE 260 A	250	260	7.5	12.5	86.8	28.76	919.8	10450	240.9	434.9

Таблица 4.2 – Определяне носимоспособността на огъване и срязване за напречни греди

S275		
f_y	=	27.5 kN/cm ²
f_u	=	43 kN/cm ²
γ_{M0}	=	1.05

Профил	h_b [mm]	b_f [mm]	t_w [mm]	t_f [mm]	A [cm ²]	A _v [cm ²]	W _y [cm ³]	I _y [cm ⁴]	M _{Rd} [kN.m]	V _{Rd} [kN]
IPE200	200	100	5.6	8.5	28.5	14	220.6	1943	57.8	211.7

*Фигура 4.8 – Провисване на надлъжни греди*гр. София
Август, 2016 г.Съставил:.....
(Проф. Д-р инж. Йордан Милев)