



ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ

ОБЕКТ: Становище и предписание за укрепване за галерия към сграда за „Механично обезводняване на утайки“ и Депо ФП, СПСОВ „Кубратово“

ВЪЗЛОЖИТЕЛ: „Столична община“ чрез концесионер „Софийска вода“ АД

ФАЗА: РАБОТЕН ПРОЕКТ

ЧАСТ: КОНСТРУКТИВНА

РЕВИЗИЯ: 00

ПРОЕКТАНТ:
/инж. А. Ямболиев/

„ТИА Инженеринг“ ООД:
/инж. А. Ямболиев/

Възложител:

Съгласували	Име	Подпис

2024г., гр. София

СЪДЪРЖАНИЕ:

1.	ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА.....	2
1.1.	ОСНОВАНИЕ	2
1.2.	ИЗХОДНИ ДАННИ	2
1.3.	ОПИСАНИЕ НА ОБЕКТА	2
1.4.	МАТЕРИАЛИ.....	3
1.5.	ОПИСАНИЕ НА НАТОВАРВАНЕТО.....	4
1.6.	НОРМАТИВНА БАЗА	4
1.7.	ИЗИСКВАНИЯ КЪМ СМР.....	5
2.	СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА ВРЕМЕННОТО УКРЕПВАНЕ	7
2.1.	НАТОВАРВАНИЯ.....	7
2.2.	ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МОДЕЛ ОТ КРАЙНИ ЕЛЕМЕНТИ.....	8
2.3.	МОДАЛЕН АНАЛИЗ.....	9
2.4.	ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ВРЕМЕННАТА СТОМАНЕНА УКРЕПВАЩА КОНСТРУКЦИЯ.....	10
2.5.	ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ПОКРИВНИЯ ПАНЕЛ КАТО ФУНДАМЕНТА.....	14
3.	СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА УСИЛВАНЕТО	16
3.2.	ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МОДЕЛ ОТ КРАЙНИ ЕЛЕМЕНТИ.....	17
3.3.	МОДАЛЕН АНАЛИЗ.....	17
3.4.	ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЛАМЕЛИТЕ ОТ ВЪГЛЕРОДНИ НИШКИ ПО ПЛОЧАТА	19
3.5.	ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УСИЛВАЩ КОЖУХ НА ГРЕДИТЕ	21
3.6.	ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УСИЛВАЩ КОЖУХ НА КОЛОНИТЕ	23
3.7.	ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УСИЛВАЩ КОЖУХ НА СТЕНАТА.....	25
4.	ОПИС НА ЧЕРТЕЖИТЕ.....	27
5.	КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА	28

1. ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

1.1. Основание

Настоящият проект по част Конструктивна е част от проект: „Становище и предписание за укрепване за галерия към сграда за "Механично обезводняване на утайки" и Депо ФП, СПСОВ "Кубратово"“. Проектът е изпълнен въз основа на задание на Възложителя и по рамков договор от март 2024г.

1.2. Изходни данни

Настоящият проект е разработен на базата на:

- Техническо задание на Възложителя
- Архивна проектна документация

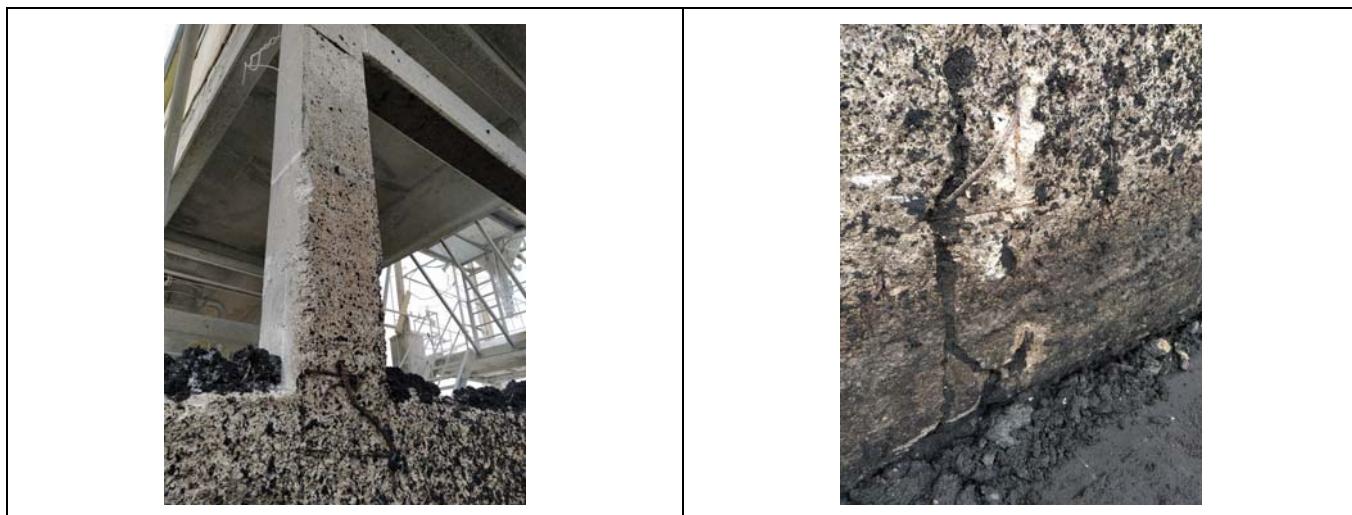
1.3. Описание на обекта

Галерията към сграда за „Механично обезводняване на утайки“ представлява закрита стоманобетонна естакадата, в която е поместен лентов транспортър за пренасяне на утайка от сградата „Механично обезводняване на утайки“ до „Депо ФП“.

Естакадата е съставена от едноотворни, триетажни, монолитни, стоманобетонни рамки с отвор 3.65m. В надлъжна посока са развити напречни рамки. В надлъжно направление са развити 6 междусия през около 6.0m, като при последната ос при „Депо ФП“ естакадата излиза 3.8m конзолно. В тази зона колоните на естакадата са насадени в стоманобетонната подпорна стена на „Депо ФП“. Колоните са с променливо сечение 40x40cm до стоманобетонната плоча и след това продължават със сечение 25x40cm. Стоманобетонната плоча е с дебелина 20cm. В Напречна посока гредите са със сечение 40x40cm, а на покрива - 25x40cm. Надлъжните греди са със сечение 25x40cm. Покривната плоча е с дебелина 12cm. Колоните, които се насаждат в подпорната стена са със сечение 30x40cm до стоманобетонната плоча, а след това продължават като 25x40cm.

При работата на челните товарачи в „Депо ФП“ е настъпила аварийна ситуация. Аварията се изразява в нарушаване на бетонното сечение на подпорната стена и колоните на естакадата, както и прекъсване на вертикалната армировка на колоната. Това е довело до реализиране на подаване на колоните, поради което са се реализирали по-големи от предвидите горни моменти в надлъжните греди при следващата опора. Заради по-големите моменти горната армировка се е провлачила, което е свързано с реализиране на големи деформации в стоманобетонните елементи и респективно появата на множество пукнатини в зидарията.





Предвижда се да се изпълни временна стоманена укрепваща конструкция. Стоманената конструкция представлява рамка от колони и ригел от HEA 300.

Колоните са с височина 7.075m. В равнината на рамката се предвижда укрепване с един диагонал от студеноформуван квадратен профил SHS 200x5, извън равнината рамката се укрепва в стоманобетонните колони на силозите. Укрепващите връзки са предвидени да бъдат от студеноформуван квадратен профил SHS 100x4.

Рамката стъпва върху готови стоманобетонни покривни панели 144/410/41cm.

Предвижда се временната стоманена укрепваща конструкция да се разположи на 1.15m от компрометираните колони на естакадата.

Необходимо е временната стоманена укрепваща конструкция да подпре естакадата в надлъжните греди, както и да се реализира надигане на стоманобетонната конструкция на естакадата посредством хидравлични крикове, така че да се възстанови проектното положение на конструкцията ѝ.

След изпълнение на временното укрепване е необходимо да се изпълнят дейности по усилване и възстановяване носимоспособността на компрометираните елементи. Предвидено е усилване със стоманобетонен кожух на част от подпорната стена и компрометираните колони на нея. Усилването на колоните се осъществява с четиристранен кожух по 10 cm от всяка страна. Стената се усилва в зона от 6.0m със стоманобетонен кожух от по 10cm от двете страни, като се задига и с 10cm над съществуващия горен ръб на стената. Проектирано е усилване на надлъжните греди в зоната на втората опора (където са се реализирали най-големите деформации). Усилването на гредите е решено с едностранен стоманобетонен кожух с дебелина от 7cm, като се добавя горна армировка на гредите, която ще бъде достатъчна за поемане на момента над опората. Предвидено е възстановяване на носимоспособността на стоманобетонната плоча при втората опора, като възстановяването е решено в две стъпки: инжектиране на наличните пукнатини и полагане на ламели от въглеродни нишки по горната повърхност на плочата.

1.4. Материали

№	Елемент	Предназначение	Материал	Стандарт
1)	Временна укрепваща стоманена конструкция	Конструкционна стомана	S235 JR	БДС EN 10025
		Ръчно заваряване на стомана S235JR	E 42 A	БДС EN ISO 2560
2)	Усилване и възстановяване на греди, колони, стена и плоча	Бетон	Клас по якост на натиск C25/30	БДС EN 206
		Армировъчна стомана	Армировъчна стомана B500B	БДС 9252:2007
		Ламели от въглеродни нишки	Фирмен продукт	

1.5. Описание на натоварването

1.5.1. Атмосферни въздействия

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“:

- натоварване от сняг за района на гр. София е $s_t=1.00\text{kN/m}^2$.
- натоварване от вятър за района на гр. София е $w_m=0.43\text{kN/m}^2$

1.5.2. Експлоатационно натоварване

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“, минимално приетото експлоатационно натоварване в помещения за производствени дейности е 4.0kN/m^2 .

1.5.3. Сеизмични въздействия

Интензивността на сеизмичните въздействия за гр. София е IX степен, сеизмичният коефициент е $K_s=0.27$ според „Наредба № РД-02-20-2 от 2012г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони“. Коефициентът на значимост е $C=1.2$. Приет е коефициент на реагиране $R=0.30$. Приета е крива за динамичния коефициент за почви тип В.

1.6. Нормативна база

№	Стандарт, норми, литература	Използван за
[1]	Наредба № РД-02-19/2011 г. на МРРБ за проектиране на строителните конструкции на строежите чрез прилагане на европейската система за проектиране на строителни конструкции	Определяне на натоварването
[2]	Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г.	Определяне на натоварването
[3]	Наредба №РД-02-20-2 от 27.01.2012г. „За проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони“, Издадена от МРРБ, обнародвана в ДВ. бр.13 от 14 Февруари 2012г, в сила от 15.03.2012г.	Определяне на натоварването
[4]	Норми за проектиране на стоманените конструкции, София 1987г	Изчисляване и конструиране
[5]	Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции, София 1994г, изм. 2008г..	Изчисляване и конструиране
[6]	Норми за проектиране на плоско фундиране, София 1997г.	Изчисляване и конструиране
[7]	БДС EN 13670: Изпълнение на бетонни и стоманобетонни конструкции	Изпълнение и контрол
[8]	БДС EN 1090-2: Изпълнение на стоманени конструкции и конструкции от алуминиеви сплави, Част 2: Технически изисквания за стоманени конструкции	Изпълнение и контрол
[9]	БДС EN 206: Бетон. Спецификация, свойства, производство и съответствие	Спецификация, свойства, производство и съответствие

[10]	БДС EN 10025: Горещовалцувани продукти от конструкционни стомани	Конструкционна стомана
[11]	БДС EN 10029: Горещовалцувани стоманени листове с дебелина, не по-малка от 3mm. Допустими отклонения от размерите и формата	Стоманени листове
[12]	БДС EN 10217: Заварени тръби за работа по налягане. Технически условия за доставка	Доставка на заварени стоманени тръби
[13]	БДС EN ISO 8501: Подготовка на стоманени повърхности преди нанасяне на покрития от бои и подобни продукти	Изпълнение и контрол
[14]	БДС EN ISO 12944: Корозионна защита на стоманени конструкции чрез защитни лаковобояджийски системи	Изпълнение и контрол
[15]	БДС EN ISO 1461: Горещопоцинковани покрития на готови продукти от чугун и стомана. Технически изисквания и методи за изпитване	Изпълнение и контрол
[16]	БДС EN 10143: Стоманени лист и лента с непрекъснато горещонанесено покритие. Допустими отклонения от размерите и формата	Изпълнение и контрол
[17]	БДС EN ISO 5817: Заваряване чрез стопяване на съединения от стомана, никел, титан и техните сплави (с изключение на лъчево заваряване). Нива на качество според несъвършенствата	Контрол
[18]	БДС EN ISO 5579: Изпитване (контрол) без разрушаване. Радиографично изпитване на метални материали с използване на филм чрез рентгеново или гама лъчение. Основни правила	Контрол
[19]	БДС EN ISO 17637: Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Визуален контрол на заварени чрез стопяване съединения	Контрол
[20]	БДС EN ISO 23279: Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Ултразвуково изпитване. Характеризиране на индикациите в заварените съединения	Контрол

1.7. Изисквания към СМР

- Всички входящи материали трябва да са придружени с декларация за съответствието, издадена от лицензирана лаборатория и да бъдат подходящи за използване при контакт с питейни води.

1.7.1. Бетонови работи

- Фирмата изпълнител трябва да изготви предложение за изпълнение и организация на строително монтажните работи по строителната площадка, като то трябва да включва:
 - Предложение за захранване строителната площадка с необходимото количество бетон;
 - Метод за транспортиране и доставка на бетона до строителната площадка;
 - Процедура за контрол на бетона и бетонните материали;
 - Начин на полагане на бетонната смес;
 - Детайли на кофража, начин за укрепване на платната, време преди декофриране, време за използване на временни подпори и др.


- Начини за защита и време на втвърдяване на бетонната смес.
- Бетонът трябва да бъде уплътнен по време на полагането му добре уплътнен в зоните на армировката и ъглите на кофража;
- Пробното натоварване трябва да се извърши след като бетона на опорните блокове е набрал 100% от проектната си якост;
- Бетонът трябва да се предпази от климатични въздействия (директна слънчева светлина, дъжд, сняг, замръзване), течаща вода или механични повреди по време на втвърдяването му. Всички открити повърхности трябва да бъдат покрити с мокро зебло и отразяващо полиетиленово фолио. Зеблото трябва да се поддържа мокро по всяко време в периода на втвърдяване на бетона, като се инспектира на периоди не повече от 6 часа;

1.7.2. Стоманени конструкции

- Всички стоманени елементи трябва да бъдат защитени от корозия чрез полагане на алкидна защитна система:
 - почистване на повърхностите чрез дробеструене до степен Sa21/2;
 - Min един слоя алкиден грунд с дебелина от 40µm;
 - Min един слоя алкиден емайллак с дебелина от 40µm.
- Заварките трябва да бъдат изпълнени ръчно с електроди БДС Е42А по БДС EN ISO 2560. Опънната якост на заваръчните материали трябва да съответства на опънната якост на основния материал. Електродите за заваряване са определени според свойствата на наварения материал, вида на обмазката на електрода и позицията на електрода.
- Всички отвори за болтове трябва да бъдат правилно позиционирани и просвредловани.
- Контролът върху изпълнението на стоманени конструкции се води съгласно раздел БДС EN 1090-2:2008. Входящият контрол на заложените стомани включва доказване на марката на стоманата и групата по доставка.
- Задължително изискване към материалите за заваряване е наличието на заводски марки върху опаковката им. Заготовката, транспорта и монтажа на стоманените конструкции се извършва съгласно БДС EN 1090-2:2008.
- Контрол без разрушаване на заварени съединения:
 - За всички ъглови заваръчни шевове 100% визуален контрол и измерване на катетите. Проверка с ултразвук на всеки 50m;
 - Заваръчни шевове с пълнен провар – 100% ултразвуков контрол;
- Качеството се оценява според БДС EN 25817: 2001 Електродьгово заварени съединения от стомана. Ръководство за оценяване на нивата на качество според несъвършенствата (ISO 5817:1992).

СЪСТАВИЛ:

/инж. А. Ямболиев/

	ТИА ИНЖЕНЕРИНГ ООД	Част: Конструктивна	Обяснителна записка; Статически изчисления	СТР. 6/29
---	--------------------	------------------------	---	-----------

2. СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА ВРЕМЕННОТО УКРЕПВАНЕ

2.1. Натоварвания

2.1.1. Постоянни товари – собствено тегло /G/

бетон – $\gamma_b = 25kN / m^3$

стомана – $\gamma_s = 78.5kN / m^3$

зидария – $\gamma_b = 14kN / m^3$

замазка – $\gamma_p = 21kN / m^3$

мазилка – $\gamma_{wp} = 18kN / m^3$

изолация – $\gamma_{in} = 0.3kN / m^3$

2.1.2. Експлоатационни натоварвания /Q/

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“, минимално приетото експлоатационно натоварване в помещения за производствени дейности е $4.0kN/m^2$.

2.1.3. Натоварване от сняг /S/

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“ натоварването от сняг за района на гр. София е $s_r=1.00kN/m^2$.

2.1.4. Сеизмично въздействие /E/

Интензивността на сеизмичните въздействия за гр. София е IX степен, сеизмичният коефициент е $K_c=0.27$ според “Наредба № РД-02-20-2 от 2012г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони”. Коефициентът на значимост е $C=1.2$. Приет е коефициент на реагиране $R=0.30$. Приета е крива за динамичния коефициент за почви тип В.

2.1.5. Коефициенти за натоварване

Въздействие	Основни комбинации	Извънредна комб. – земетръс
	γ_f	γ_f
Собствено тегло G	1.20/1.35	1.0
Експлоатационно натоварване V	1.30	0.5
Сняг S	1.40	0.5
Сеизмично въздействие E	0.0	1.0

2.1.6. Товарни комбинации

- Първа група гранични състояния /ULS/:

$$ULS = 1.2(1.35) \times G + 1.3 \times V + 1.4 \times S$$

- Втора група гранични състояния /SLS/:

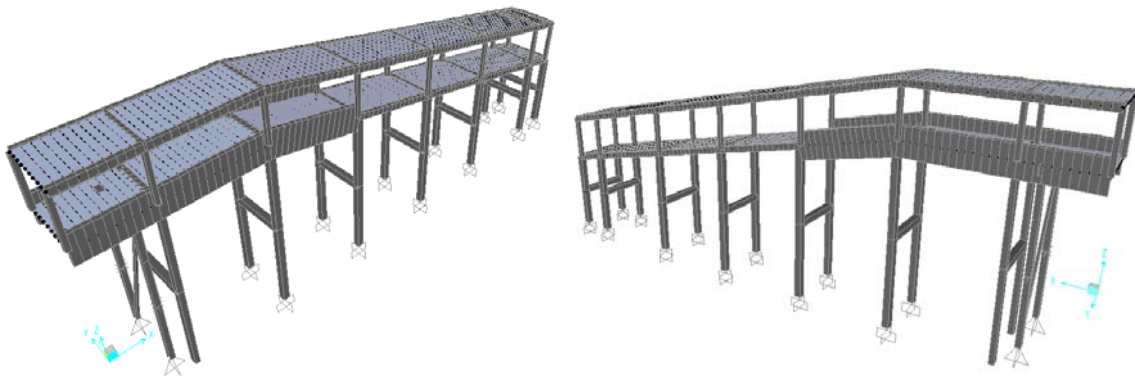
$$SLS = G + V + S$$

- Сеизмична комбинация

$$SEIZM = G + 0.5 \times V + 0.5 \times S + E$$

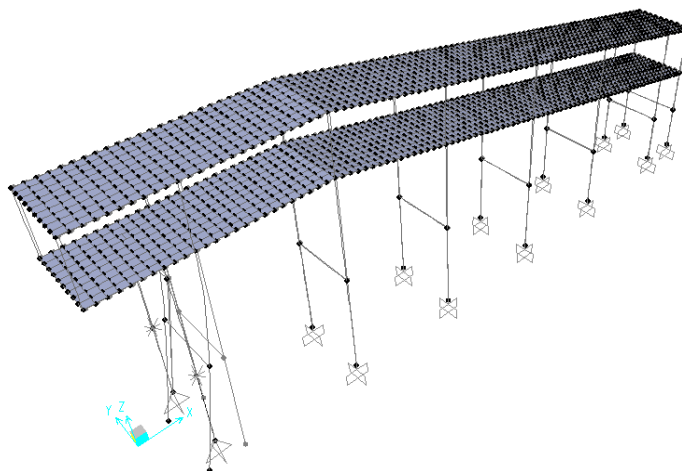
2.2. Изчислителен модел от крайни елементи

- Разработен е пространствен изчислителен модел от крайни елементи
- Плочите са моделирани със четириъгълни равнинни крайни елементи с по 6 степени на свобода във всеки възел.
- Колоните и гредите са моделирани с прътови крайни елементи с по 6 степенна свобода във всеки възел.
- Натоварванията са въведени като равномерно разпределени по площ.
- Натоварването от собствено тегло на елементите е включено в материалните характеристики на елементите
- Материални характеристики:
 - бетон C25/30, $E=3.15 \times 10^7 \text{ kPa}$, $\nu=0.3$, $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$
 - стомана S235 $E=2.06 \times 10^8 \text{ kPa}$, $\nu=0.3$, $\gamma=78.50 \text{ kN/m}^3$
- Компрометираните крайни колони са моделирани като елементи, но не са подпрени.

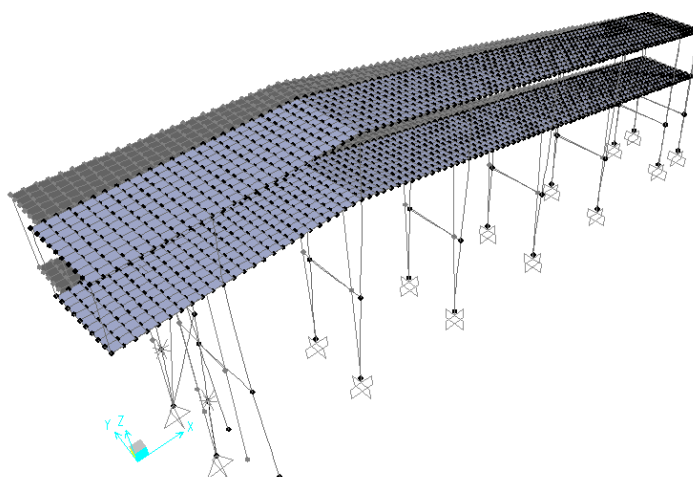


2.3. Модален анализ

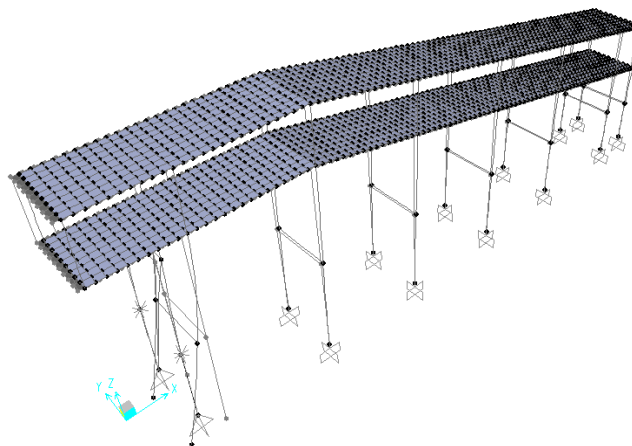
- Собствени форми



Първа форма – $T=0.86s$



Втора форма – $T=0.78s$



Трета форма – $T=0.76s$

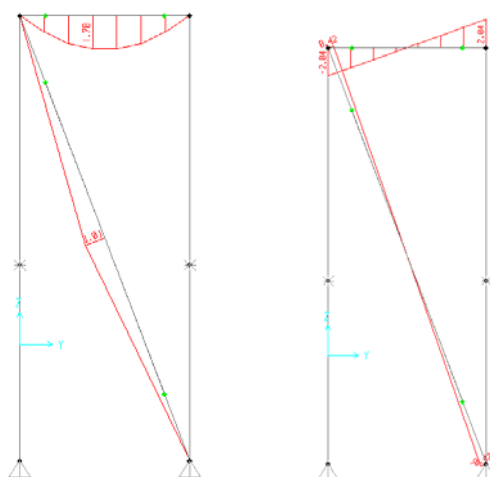
- Активирана модална маса

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.86	0.34	0.00	0.34	0.00
MODAL	Mode	2	0.78	0.01	0.68	0.35	0.68
MODAL	Mode	3	0.76	0.63	0.00	0.97	0.68
MODAL	Mode	4	0.37	0.00	0.24	0.97	0.92
MODAL	Mode	5	0.36	0.00	0.03	0.97	0.95
MODAL	Mode	6	0.29	0.00	0.01	0.97	0.95
MODAL	Mode	7	0.21	0.01	0.00	0.98	0.95
MODAL	Mode	8	0.20	0.00	0.01	0.98	0.97
MODAL	Mode	9	0.17	0.00	0.01	0.98	0.97
MODAL	Mode	10	0.11	0.00	0.01	0.98	0.98
MODAL	Mode	11	0.10	0.00	0.02	0.99	0.99
MODAL	Mode	12	0.06	0.01	0.00	1.00	0.99

2.4. Оразмеряване на временната стоманена укрепваща конструкция

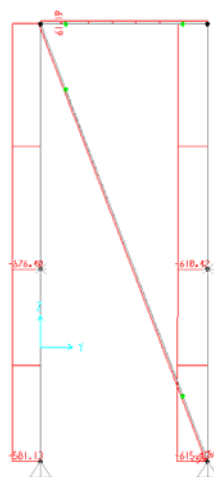
2.4.1. Разрезни усилия

- ULS



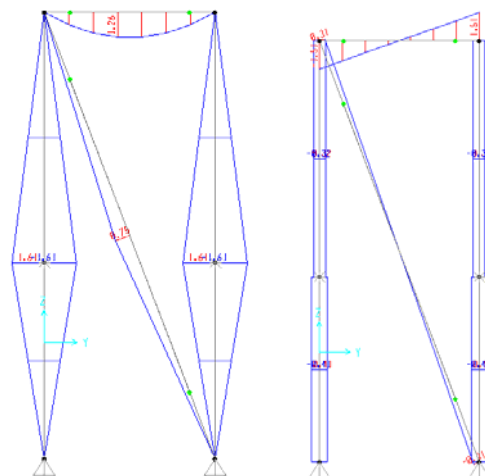
M [kNm]

V [kN]



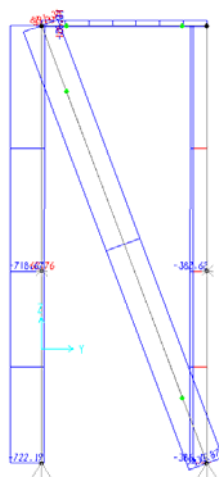
N [kN]

• SEIZM



M [kNm]

V [kN]



N [kN]

2.4.2. Оразмеряване на колона

Стомана S235 ли.и пр. $t < 40$ - $R_y = 215$ MPa $\gamma_c = 1.00$

Характеристики на напречното сечение - HE 300 A - ДВОЙНО Т ПРОФИЛ						
	h [mm]	t _w [mm]	b [mm]	t _f [mm]	b ₂ [mm]	t _{f2} [mm]
	290.0	8.5	300.0	14.0	300.0	14.0
	r _i [mm]	r _o [mm]	A [cm ²]	A _{vz} [cm ²]	A _{vy} [cm ²]	
	27.0		112.5	23.5	70.0	
	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _{el,y} [cm ³]	W _{el,z} [cm ³]	W _{pl,y} [cm ³]	W _{pl,z} [cm ³]
	18263.5	6309.6	1259.6	420.6	1383.3	641.2
	i _y [cm]	i _z [cm]	C _z [cm]	C _y [cm]	I _t [cm ⁴]	W _t [cm ³]
	12.7	7.5	14.5	15.0	80.3	38.2

Изчислятелни дължини

Около ос "y" - $L_{eff,y} = 1775.0$ cm

Около ос "z" - $L_{eff,z} = 395.0$ cm

За огъване - $L_{eff,b} = 710.0$ cm

За огъване

Положение на товара - Горен пояс

Тип натоварване - Моменти в краищата

Напречни ребра през 0.0 cm

Разрезни усилия

Съст.	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	T_{Ed} [kNm]
1	-576.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	-722.0	16.4	2.0	3.3	0.3	0.0

Резултати от оразмеряването

Проверки на якост

Съст.	σ_x	τ_{xy}	τ_{xz}	τ_{max}	σ_{red}
1	51.2	0.0	0.0	0.0	51.2
2	81.9	0.4	1.4	1.4	75.6

Съст.	$\sigma_x / \gamma_c R_y$	$\tau_{xy} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{xz} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{max} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\sigma_{red} / 1.15 \gamma_c R_y$
1	0.24	0.00	0.00	0.00	0.21
2	0.38	0.00	0.01	0.01	0.31

Проверки на обща устойчивост - $\{\sigma\} < \gamma_c R_y$

λ_y	λ_z	φ	φ_{ey}	φ_{ez}	$\varphi_{e,yz}$	φ_b
139.3	52.8	0.34	0.38	0.74	0.00	0.96

Съст.	$\{\sigma\}$	$\frac{N}{\varphi A}$	$\frac{N^{(1)}}{\varphi_{ey} A}$	$\frac{N}{\varphi_z C A}$	$\frac{N^{(2)}}{\varphi_{ez} A}$	$\frac{N}{\varphi_{e,yz} A}$	$\frac{M_y^{(3)}}{\varphi_b W_c}$
1	[MPa]	148.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	коэф.	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	[MPa]	186.0	169.8	86.2	0.0	66.8	13.0
	коэф.	0.87	0.79	0.40	0.00	0.31	0.06

Местна устойчивост

$\max b/t_f = 19.3$

$t_{f,min} = 6.1$ mm < t_f

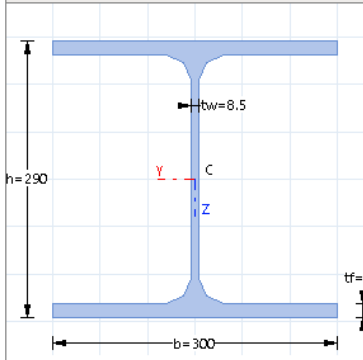
$\max h/t_f = 80.6$

$t_{w,min} = 2.6$ mm < t_w

Проверките са удовлетворени: $K = 0.87$

2.4.3. Оразмеряване на ригела

Стомана S235 ли.и пр. $t < 40$ - $R_y = 215$ MPa $\gamma_c = 1.00$

Характеристики на напречното сечение - HE 300 A - ДВОЙНО Т ПРОФИЛ						
	h [mm]	t_w [mm]	b [mm]	t_f [mm]	b_2 [mm]	t_{f2} [mm]
	290.0	8.5	300.0	14.0	300.0	14.0
r_i [mm]	r_o [mm]	A [cm ²]	A_{yz} [cm ²]	A_{yy} [cm ²]		
27.0		112.5	23.5	70.0		
I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	$W_{el,y}$ [cm ³]	$W_{el,z}$ [cm ³]	$W_{pl,y}$ [cm ³]	$W_{pl,z}$ [cm ³]	
18263.5	6309.6	1259.6	420.6	1383.3	641.2	
I_y [cm]	I_z [cm]	C_z [cm]	C_y [cm]	I_t [cm ⁴]	W_t [cm ³]	
12.7	7.5	14.5	15.0	80.3	38.2	

Изчислятелни дължини

Около ос "y" - $L_{eff,y} = 340.0$ cm

Около ос "z" - $L_{eff,z} = 340.0$ cm

За огъване - $L_{eff,b} = 340.0$ cm

За огъване

Положение на товара - Горен пояс

Тип натоварване - Разпределено

Напречни ребра през 0.0 cm

Разрезни усилия

Съст.	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	T_{Ed} [kNm]
1	109.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	62.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Резултати от оразмеряването

Проверки на якост

Съст.	σ_x	τ_{xy}	τ_{xz}	τ_{max}	σ_{red}
1	10.6	0.0	0.0	0.0	10.5
2	6.9	0.0	0.0	0.0	6.7

Съст.	$\sigma_x / \gamma_c R_y$	$\tau_{xy} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{xz} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{max} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\sigma_{red} / 1.15 \gamma_c R_y$
1	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04
2	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03

Проверки на обща устойчивост - $\{\sigma\} < \gamma_c R_y$

λ_y	λ_z	φ	φ_{ey}	φ_{ez}	$\varphi_{e,yz}$	φ_b
26.7	45.4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Съст.	$\{\sigma\}$	$\frac{N}{\varphi A}$	$\frac{N}{\varphi_{ey} A}$ (1)	$\frac{N}{\varphi_z A}$	$\frac{N}{\varphi_{ez} A}$ (2)	$\frac{N}{\varphi_{e,yz} A}$	$\frac{M_y}{\varphi_b W_c}$ (3)
1	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	коеф.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
	коеф.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Местна устойчивост

$$\max b/t_f = 19.3$$

$$t_{f,min} = 6.1 \text{ mm} < t_f$$

$$\max h/t_f = 0.0$$

$$t_{w,min} = 0.0 \text{ mm} < t_w$$

Проверките са удовлетворени: $K = 0.05$

2.4.4. Оразмеряване на укрепващ диагонал

Стомана S235 ли.и пр. $t < 40$ - $R_y = 215 \text{ MPa}$ $\gamma_c = 1.00$

Характеристики на напречното сечение - 200x5 - ПРАВОЪГЪЛНА ТРЪБА						
	h [mm]	t_w [mm]	b [mm]	t_f [mm]		
	200.0	5.0	200.0	5.0	200.0	5.0
	r_i [mm]	r_o [mm]	A [cm ²]	A_{yz} [cm ²]	A_{yy} [cm ²]	
	5.0	10.0	38.4	19.5	16.7	
	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	$W_{el,y}$ [cm ³]	$W_{el,z}$ [cm ³]	$W_{pl,y}$ [cm ³]	$W_{pl,z}$ [cm ³]
	2410.1	2410.1	241.0	241.0	278.9	278.9
	i_y [cm]	i_z [cm]	C_z [cm]	C_y [cm]	I_t [cm ⁴]	W_t [cm ³]
	7.9	7.9	10.0	10.0	3763.3	361.8

Изключвателни дължини

Около ос "y" - $L_{eff,y} = 750.0 \text{ cm}$

Около ос "z" - $L_{eff,z} = 750.0 \text{ cm}$

За огъване - $L_{eff,b} = 750.0 \text{ cm}$

За огъване

Положение на товара - Горен пояс

Тип натоварване - Разпределено

Напречни ребра през 0.0 cm

Разрезни усилия

Съст.	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	T_{Ed} [kNm]
1	-434.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Резултати от оразмеряването

Проверки на якост

Съст.	σ_x	τ_{xy}	τ_{xz}	τ_{max}	σ_{red}
1	113.1	0.0	0.0	0.0	113.1

Съст.	$\sigma_x / \gamma_c R_y$	$\tau_{xy} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{xz} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\tau_{max} / 0.58 \gamma_c R_y$	$\sigma_{red} / 1.15 \gamma_c R_y$
1	0.53	0.00	0.00	0.00	0.46

Проверки на обща устойчивост - $\{\sigma\} < \gamma_c R_y$

λ_y	λ_z	φ	φ_{ey}	φ_{ez}	φ_{eyz}	φ_b
94.6	94.6	0.61	0.00	0.00	0.00	1.00

Съст.	$\{\sigma\}$	$\frac{N}{\varphi A}$	$\frac{N^{(1)}}{\varphi_{ey} A}$	$\frac{N}{\varphi_z A}$	$\frac{N^{(2)}}{\varphi_{ez} A}$	$\frac{N}{\varphi_{eyz} A}$	$\frac{M_y^{(3)}}{\varphi_b W_c}$
1	[MPa]	184.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	коэф.	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Проверките са удовлетворени: $K = 0.86$

Местна устойчивост

$$\max b/t_f = 0.0$$

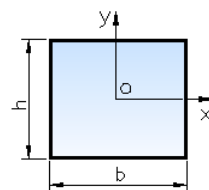
$$t_{f,min} = 0.0 \text{ mm} < t_f$$

$$\max h/t_f = 56.2$$

$$t_{w,min} = 3.4 \text{ mm} < t_w$$

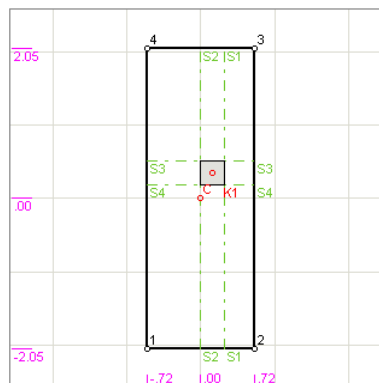
2.5. Оразмеряване на покривния панел като фундамента

Тип сечение: Правоеъгълно



$$b = 1.440$$

$$h = 4.100$$



Контурни точки

No	X, m	Y, m
1	-0.72	-2.05
2	0.72	-2.05
3	0.72	2.05
4	-0.72	2.05

Допълнителен товар на повърхността -

$$p = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

Височина на обратната засипка -

$$h_3 = 0.000 \text{ m}$$

Обемно тегло на обратната засипка -

$$\gamma_3 = 18.000 \text{ kN/m}^3$$

Височина на фундамента -

$$h_\phi = 0.410 \text{ m}$$

Обемно тегло на материала на фундамента -

$$\gamma_\phi = 25.000 \text{ kN/m}^3$$

Дълбочина на фундиране -

$$t = 0.000 \text{ m}$$

Изчислително съпротивление на земната основа - $R_0 = 200.000 \text{ kPa}$

Данни за натоварване

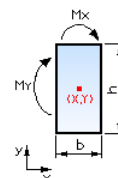
Брой товарни състояния: 2

Колони

No	x, m	y, m	b, m	h, m
1	0.15	0.35	0.32	0.32

Товарни състояния

Съст.	Тип
L1	U
L2	E



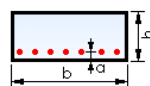
Типове състояния: Н - нормативно, И - изчислително, С - сеизмично

Натоварвания

Съст.	Кол.	N, kN	Mx, kNm	My, kNm	Qx, kN	Qy, kN
L1	K1	576	0	0	0	0
L2	K1	722	0	0	3.3	0.3

Данни за оразмеряване

Бетон - B35 $R_b = 19.5 \text{ MPa}$
 Стомана - TIV $R_s = 430 \text{ MPa}$
 Коеф. за условие на работа: $\gamma_b = 1.00$ $\gamma_s = 1.00$



Разрези през фундамента

No	X1, m	Y1, m	X2, m	Y2, m	Тип (M,V)
1	0.310	-2.050	0.310	2.050	MQ
2	-0.010	-2.050	-0.010	2.050	MQ
3	-0.720	0.510	0.720	0.510	MQ
4	-0.720	0.190	0.720	0.190	MQ

Размери на сечението по разрези

No	b, m	h, m	a, m
S1	4.100	0.410	0.050
S2	4.100	0.410	0.050
S3	1.440	0.410	0.050
S4	1.440	0.410	0.050

Проверка на напреженията

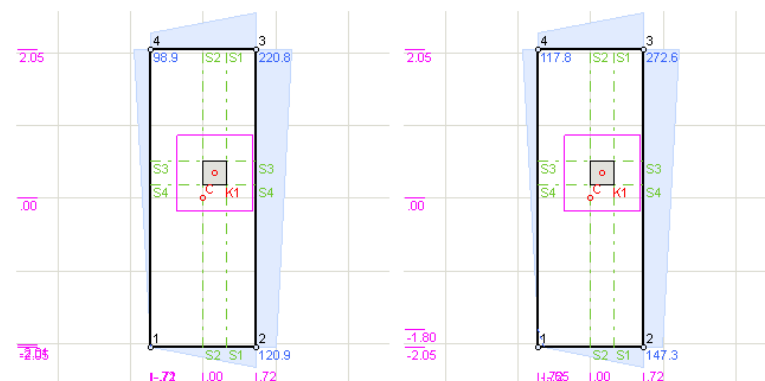
Напрежения в осн. плоскост [kPa]

	L1-U	L2-E
Pcp	109.9	132.5
Ppъб	170.8	209.9
Pmax	220.8	272.6
P1	0.0	0.0
P2	120.9	147.3
P3	220.8	272.6
P4	98.9	117.8

Координати на нулевата линия [m]

Товар	X1	Y1	X2	Y2
L1	-0.720	-2.005	-0.707	-2.050
L2	-0.720	-1.803	-0.650	-2.050

Проверка на напреженията - $P_{cp} < 1R=200$; $P_{pъб} < 1.3R=260$; $P_{max} < 1.5R=300$; $P_e < 4R=800 \text{ kPa}$



Разрезни усилия

Огъващи моменти по товарни състояния [kNm]

Разрез	M1	M2
S1	50.6	63.7
S2	58.5	72.7
S3	230.6	289.0
S4	237.7	297.9

Напречни сили по товарни състояния [kN]

Разрез	Q1	Q2
S1	237.3	298.6
S2	-194.0	-241.8
S3	-285.5	-358.0
S4	241.6	302.8

Резултати от оразмеряването

Оразмеряване за огъващ момент

Разрез	Mmax, kNm	x, cm	As, cm ² /m	Армировка
S1	63.75	0.22	1.01	21N6 през 20 - долна
S2	72.69	0.25	1.15	21N6 през 20 - долна
S3	289.04	2.98	13.53	8N20 през 20 - долна
S4	297.87	3.08	13.96	8N20 през 20 - долна

Оразмеряване за напречна сила

Разрез	Qmax, kN	Qb, kN
S1	298.62 <	1151.28
S2	241.78 <	1151.28
S3	357.97 <	404.35
S4	302.75 <	404.35

Оразмеряване за продънване

Кол.	Um, cm	pmax, kN/cm	pu, kN/cm
K1	272.00	2.17 <	4.68

$Q_{max} < Q_b = 0.6 R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ $p_{max} = N_{max}/U_m + M_x/W_x + M_y/W_y < p_u = R_{bt} \cdot h_0$

3. СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА УСИЛВАНЕТО

3.1.1. Постоянни товари – собствено тегло /G/

бетон – $\gamma_b = 25kN / m^3$

зидария – $\gamma_b = 14kN / m^3$

замазка – $\gamma_p = 21kN / m^3$

мазилка – $\gamma_{wp} = 18kN / m^3$

изолация – $\gamma_{in} = 0.3kN / m^3$

3.1.2. Експлоатационни натоварвания /Q/

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“, минимално приетото експлоатационно натоварване в помещения за производствени дейности е $4.0kN/m^2$.

3.1.3. Натоварване от сняг /S/

В съответствие с „Наредба №3 от 16 април 2005г. За основните положения за проектиране на строежите и въздействията върху тях, ДВ, бр.92/2004г“ натоварването от сняг за района на гр. София е $s_f=1.00kN/m^2$.

3.1.4. Сеизмично въздействие /E/

Интензивността на сеизмичните въздействия за гр. София е IX степен, сеизмичният коефициент е $K_c=0.27$ според “Наредба № РД-02-20-2 от 2012г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони”. Коефициентът на значимост е $C=1.2$. Приет е коефициент на реагиране $R=0.30$. Приета е крива за динамичния коефициент за почви тип В.

3.1.5. Коефициенти за натоварване

Въздействие	Основни комбинации	Извънредна комб. – земетръс
	γ_f	γ_f
Собствено тегло G	1.20/1.35	1.0
Експлоатационно натоварване V	1.30	0.5
Сняг S	1.40	0.5
Сеизмично въздействие E	0.0	1.0

3.1.6. Товарни комбинации

- Първа група гранични състояния /ULS/:

$$ULS = 1.2(1.35) \times G + 1.3 \times V + 1.4 \times S$$

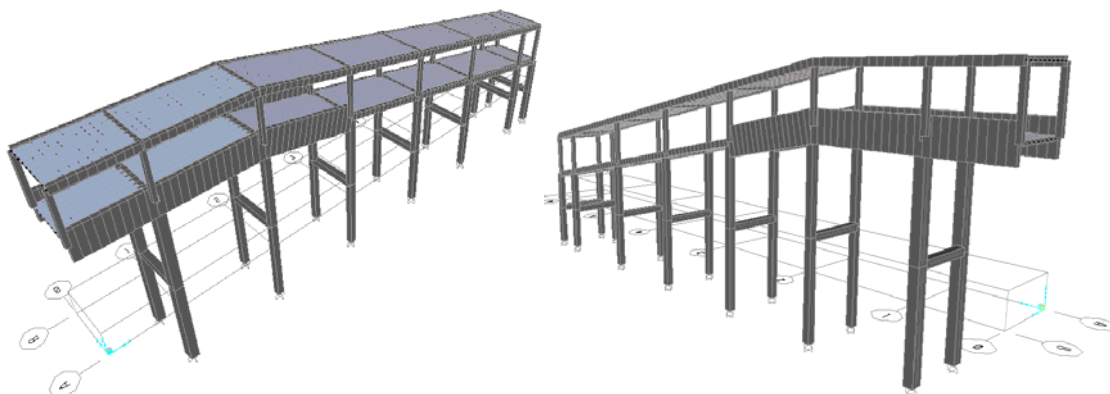
- Втора група гранични състояния /SLS/:

$$SLS = G + V + S$$

- Сеизмична комбинация
- $$SEIZM = G + 0.5xV + 0.5xS + E$$

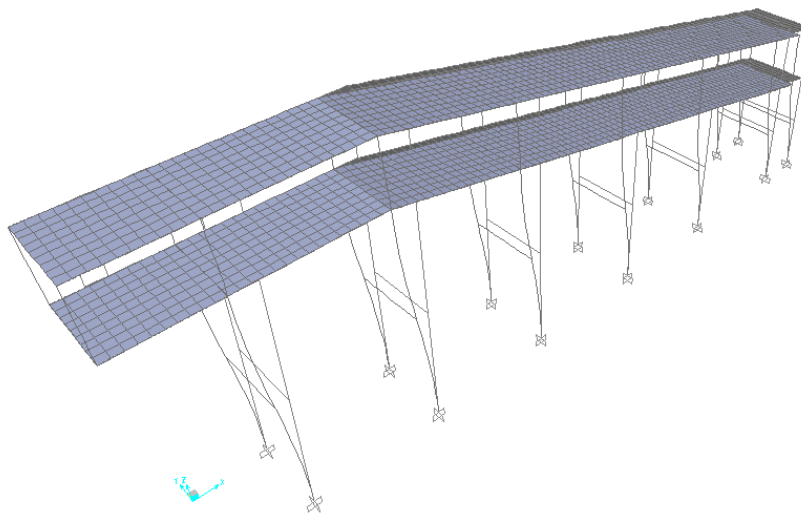
3.2. Изчислителен модел от крайни елементи

- Разработен е пространствен изчислителен модел от крайни елементи
- Плочите са моделирани със четириъгълни равнинни крайни елементи с по 6 степени на свобода във всеки възел.
- Колоните и гредите са моделирани с прътови крайни елементи с по 6 степенна свобода във всеки възел.
- Натоварванията са въведени като равномерно разпределени по площ.
- Натоварването от собствено тегло на елементите е включено в материалните характеристики на елементите
- Материални характеристики бетон C25/30, $E=3.15 \times 10^7 \text{ kPa}$, $\nu=0.3$, $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$
- Компрометираните крайни колони са моделирани като елементи, но не са подпрени.

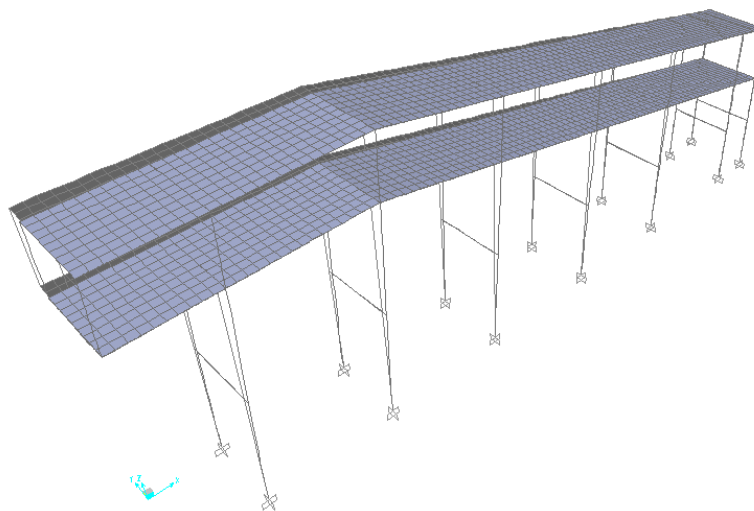


3.3. Модален анализ

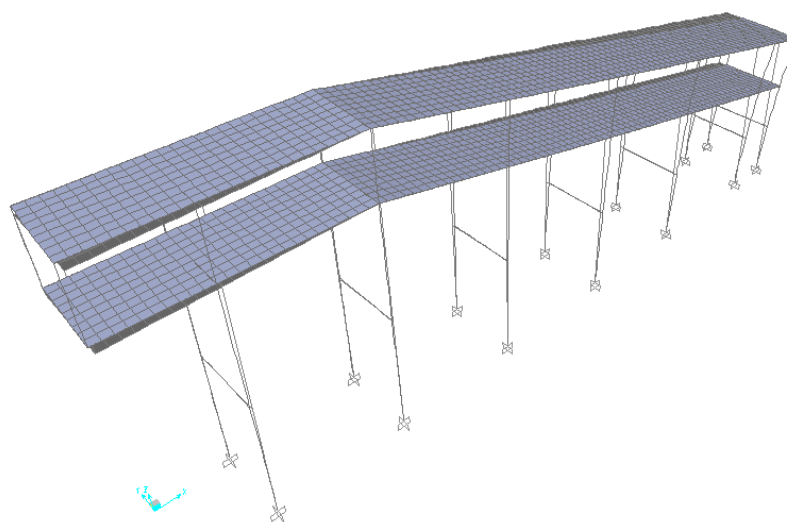
3.3.1. Собствени форми



Първа форма – $T=0.76\text{s}$



Втора форма – $T=0.75s$



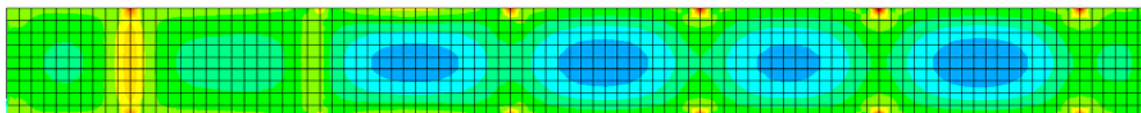
Трета форма – $T=0.37s$

3.3.2. Активирана модална маса

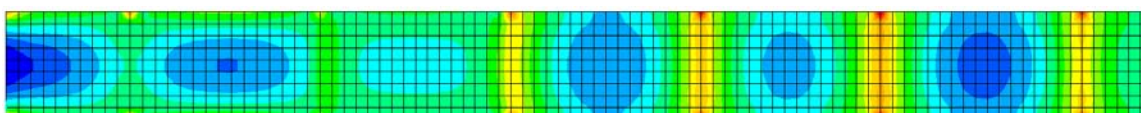
TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.76	0.00	0.68	0.00	0.68
MODAL	Mode	2	0.75	0.97	0.00	0.97	0.68
MODAL	Mode	3	0.37	0.00	0.26	0.97	0.94
MODAL	Mode	4	0.24	0.00	0.01	0.97	0.95
MODAL	Mode	5	0.21	0.01	0.00	0.97	0.95
MODAL	Mode	6	0.18	0.00	0.01	0.97	0.96
MODAL	Mode	7	0.13	0.00	0.01	0.97	0.98
MODAL	Mode	8	0.11	0.00	0.00	0.98	0.98
MODAL	Mode	9	0.09	0.01	0.00	0.99	0.98
MODAL	Mode	10	0.07	0.00	0.02	0.99	1.00
MODAL	Mode	11	0.07	0.01	0.00	0.99	1.00
MODAL	Mode	12	0.04	0.01	0.00	1.00	1.00

3.4. Изчисляване на ламелите от въглеродни нишки по плочата

3.4.1. Разрезни усилия



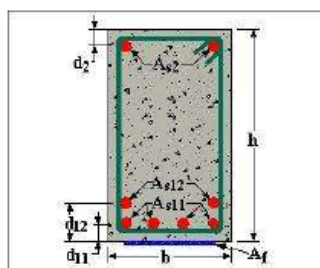
M11 [kNm/m']



M22 [kNm/m']

3.4.2. Оразмерителни проверки

FLEXURAL STRENGTHENING



Type of Cross Section
Rectangular beam

Cross Section Geometry
Width $b = 1$ m
Height $h = 0.2$ m

Concrete
Strength class C 20/25
Characteristic strength $f_{ck} = 20$ N/mm²
Mean strength $f_{cm} = 28.2$ N/mm²
Creep coefficient $\varphi = 2.5$

Composite Materials
Elastic modulus $E_f = 165$ kN/mm²
Limiting strain $\varepsilon_{f,lim} = 0.015$

Steel Reinforcement
Elastic modulus $E_s = 200$ kN/mm²
Characteristic yield stress $f_{yk} = 365$ N/mm²
Top $A_{s2} = 50$ mm² at distance $d_2 = 0.015$ m
Bottom $A_{s12} = 0$ mm² at distance $d_{12} = 0$ m
Bottom $A_{s11} = 50$ mm² at distance $d_{11} = 0.015$ m

Bending Moments
Bending moment during strengthening $M_o = 1.5$ kNm
Required design moment after strengthening $M_{sd} = 10$ kNm
Acting moment under rare load combination $M_{ser,r} = 2$ kNm
Acting moment under quasi-permanent load combination $M_{ser,q-p} = 2$ kNm

Results

Ultimate Limit State
Resisting design moment before strengthening $M_{rd,o} = 3.13$ kNm
Required FRP cross section $A_f = 14.65$ mm²

Applied FRP cross section $A_f = 60.00 \text{ mm}^2$
Resisting design moment after strengthening $M_{rd} = 31.29 \text{ kNm}$
Degree of strengthening $M_{rd} / M_{rd,o} = 9.994$

Serviceability Limit State - Rare Load

Moment capacity before strengthening $M_{ser,r,o} = 2.64 \text{ kNm}$
Required FRP cross section $A_f = 0.00 \text{ mm}^2$
Applied FRP cross section $A_f = 60.00 \text{ mm}^2$
Moment capacity $M_{ser,r} = 3.94 \text{ kNm}$
Steel stress $f_{s11} = 292.00 \leq 0.8 \times f_{yk} = 292.00 \text{ N/mm}^2$
Concrete stress $\sigma_c = 2.65 \leq 0.6 \times f_{ck} = 12.00 \text{ N/mm}^2$

Serviceability Limit State - Quasi-permanent Load

Moment capacity before strengthening $M_{ser,q-p,o} = 2.58 \text{ kNm}$
Required FRP cross section $A_f = 0.00 \text{ mm}^2$
Applied FRP cross section $A_f = 60.00 \text{ mm}^2$
Moment capacity $M_{ser,q-p} = 3.88 \text{ kNm}$
Steel stress $f_{s11} = 292.00 \leq 0.8 \times f_{yk} = 292.00 \text{ N/mm}^2$
Concrete stress $\sigma_c = 1.45 \leq 0.45 \times f_{ck} = 9.00 \text{ N/mm}^2$

Final

Design is controlled by Ultimate Limit State
Final required FRP cross section $A_f = 14.65 \text{ mm}^2$

Applied FRP

Width 50 mm
Thickness 1.2 mm
Number of strips 1
Applied FRP cross section $A_f = 60.00 \text{ mm}^2$

Cross Section Strain Profile

Initial Situation During Strengthening (M_o)

Depth of neutral axis $x_o = 0.013 \text{ m}$
Top fibre strain $\varepsilon_{co} = 0.00006$
Top steel strain $\varepsilon_{s2} = -0.00001$
Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0.00082$
Bottom fibre strain $\varepsilon_o = 0.00089$

Ultimate Limit State (M_{rd})

Depth of neutral axis $x = 0.021 \text{ m}$
Top fibre strain $\varepsilon_c = 0.00191$
Top steel strain $\varepsilon_{s2} = 0.00058$
Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0.01456$
FRP strain $\varepsilon_f = 0.01500$
Failure Mode is Steel yielding+FRP debonding

Serviceability Limit State - Rare Load ($M_{ser,r}$)

Depth of neutral axis $x = 0.016 \text{ m}$
Top fibre strain $\varepsilon_c = 0.00014$
Top steel strain $\varepsilon_{s2} = 0.00001$
Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0.00146$
FRP strain $\varepsilon_f = 0.00070$

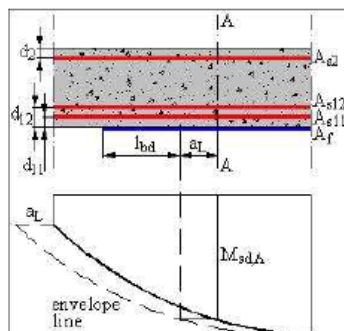
Serviceability Limit State - Quasi-permanent Load ($M_{ser,q-p}$)

Depth of neutral axis $x = 0.028 \text{ m}$
Top fibre strain $\varepsilon_c = 0.00026$
Top steel strain $\varepsilon_{s2} = 0.00012$
Bottom steel strain $\varepsilon_{s11} = 0.00146$
FRP strain $\varepsilon_f = 0.00071$

Ductility (for ULS)

$\xi = x/(h-d_{11}) = 0.116$
Maximum $\xi = 0.45$
Ductility requirement is satisfied

Bond Check



Section's Properties

Substrate tensile strength $f_{ctm} = 2.2 \text{ N/mm}^2$
Design moment at section A $M_{sd,A} = 5 \text{ kNm}$

Steel Reinforcement at Section A

Elastic modulus $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$
Characteristic yield stress $f_{yk} = 365 \text{ N/mm}^2$
Top $A_{s2} = 50 \text{ mm}^2$ at distance $d_2 = 0.015 \text{ m}$
Bottom $A_{s12} = 0 \text{ mm}^2$ at distance $d_{12} = 0 \text{ m}$
Bottom $A_{s11} = 50 \text{ mm}^2$ at distance $d_{11} = 0.015 \text{ m}$

FRP Arrangement

Total number of 1 strips is placed in 1 layers

Results

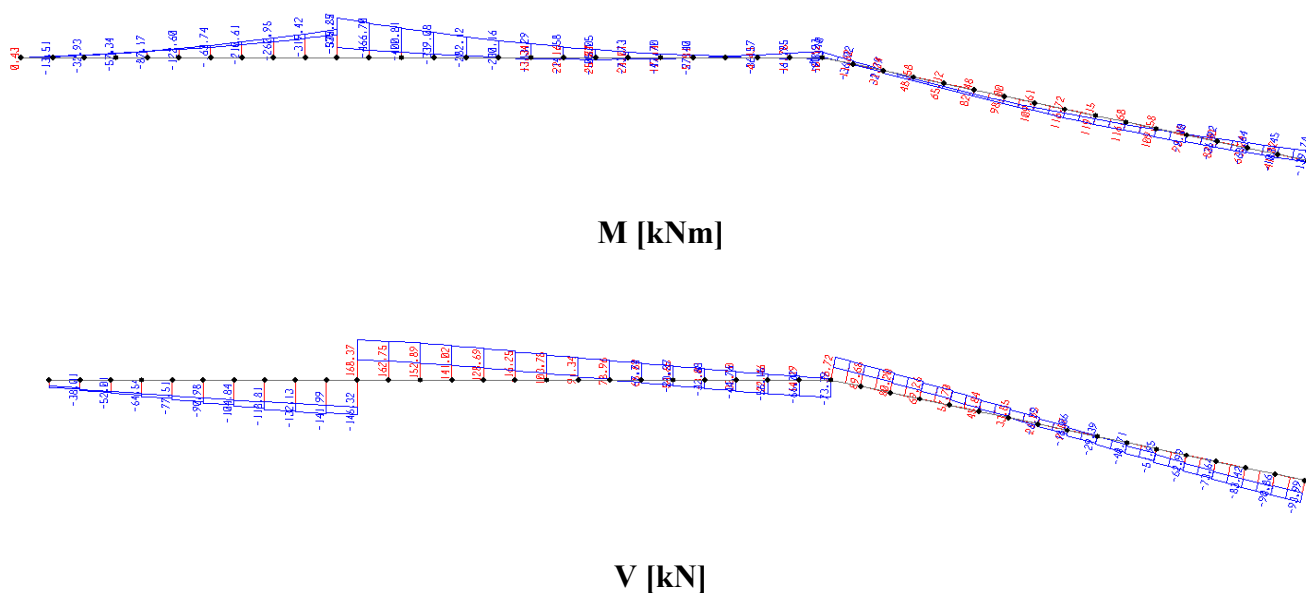
Maximum force that can be carried by the FRP $N_{bd,max} = 16.49 \text{ kN}$
Tensile force in the FRP $N_{fd,A} = 11.94 \text{ kN}$
Bond length corresponding to $N_{bd,max}$ $l_{bd,max} = 220 \text{ mm}$

Verification

Bond Check is OK
Required bond length at section A $l_{bd,A} = 105 \text{ mm}$

3.5. Изчисляване на усилващ кожух на гредите

3.5.1. Разрезни усилия

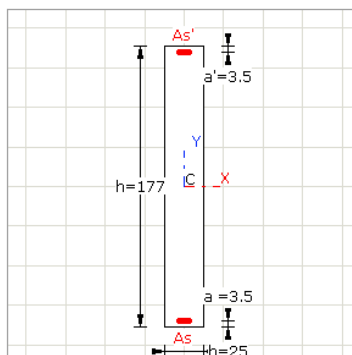


3.5.2. Оразмерителни проверки

Входни данни

Напречно сечение

$b = 25.0 \text{ cm}$ $h = 177.0 \text{ cm}$
 $b_f = 0.0 \text{ cm}$ $h_f = 0.0 \text{ cm}$
 $b'_f = 0.0 \text{ cm}$ $h'_f = 0.0 \text{ cm}$
 $a = 3.5 \text{ cm}$ $a' = 3.5 \text{ cm}$



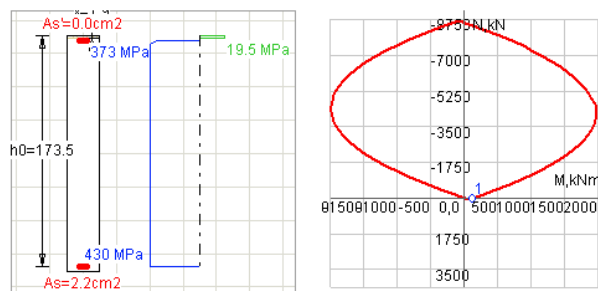
Данни за материали			
Бетон клас B35	$E_b = 33.0 \text{ GPa}$	$R_{bn} = 25.5 \text{ MPa}$	$R_{b\tau n} = 2.0 \text{ MPa}$
		$R_b = 19.5 \text{ MPa}$	$R_{b\tau} = 1.3 \text{ MPa}$
Надлъжна армировка клас TIV	$E_s = 200.0 \text{ GPa}$	$R_{sn} = 500.0 \text{ MPa}$	$R_s = 430.0 \text{ MPa}$
Напречна армировка клас AI	$E_{sw} = 200.0 \text{ GPa}$	$R_{sw n} = 235.0 \text{ MPa}$	$R_{sw} = 180.0 \text{ MPa}$

Оразмеряване на огъване с осова сила

Разрезни усилия

No	N, kN	M, kNm	Коеф. за условие на работа	Налична армировка
1		120	Бетон - 1.00	Долна - $A_{s1,ini} = 0.0 \text{ cm}^2$
% пост. товар - KG = 75.0 %			Стомана - 1.00	Горна - $A_{s2,ini} = 0.0 \text{ cm}^2$

Резултати



Армировка	Площ	% на арм.	Напрежения	Моменти
Долна	$A_{s1} = 2.2 \text{ cm}^2$	$\mu_1 = 0.1 \%$	$\sigma_{s1} = 430.0 \text{ MPa}$	$M = 120.0 \text{ kN.m}$
Горна	$A_{s2} = 0.0 \text{ cm}^2$	$\mu_2 = 0.0 \%$	$\sigma_{s2} = 373.2 \text{ MPa}$	$M_{u,max} = 160.4 \text{ kN.m}$
Общо	$A_{s,tot} = 0.0 \text{ cm}^2$	Натискова зона $x = 1.9 \text{ cm}$		

Успешно оразмеряване по нормални сечения! $n = 10$

Оразмеряване за напречна сила

Напречна сила -	$Q = 102.0 \text{ kN}$
Нормална сила -	$N = 0.0 \text{ kN}$
Срезност на стремената -	$n_w = 2$
Диаметър на стремената -	$d = 8.0 \text{ mm}$
Наклон на опасн. пукнатина -	$c = 0.0 \text{ cm}$

Резултати

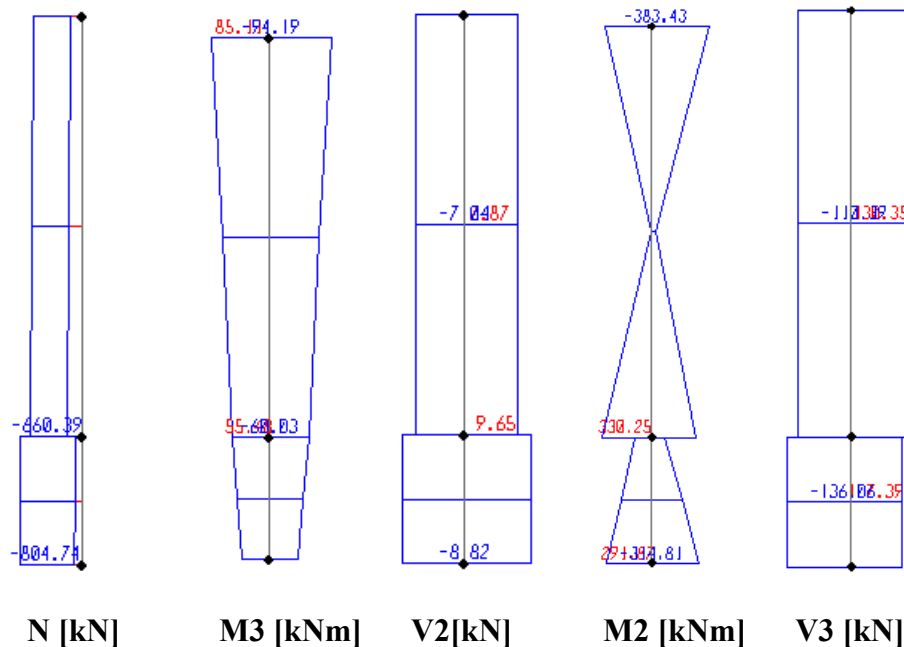
Сила поемана само с бетон -	$Q_{b,min} = 338.3 \text{ kN}$
Максимална напречна сила -	$Q_{max} = 2176.8 \text{ kN}$
Площ на напречна армировка -	$A_{sw} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$
Необходима напречна армировка -	Ф8/18.5
Процент на армиране -	$\mu_w = 0.2 \%$

Напречната сила може да се поеме само с бетон.

Приета горна армировка 2N20 $A_s = 6.28 \text{ cm}^2$

3.6. Изчисляване на усилващ кожух на колоните

3.6.1. Разрезни усилия



3.6.2. Оразмерителни проверки

Материали

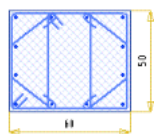
Бетон клас В30 с изчислително съпротивление на натиск $R_b = 17.0 \text{ MPa}$

Надлъжна армировка клас TIV с изчислително съпротивление на опън $R_{sc} = 430 \text{ MPa}$

Напречна армировка клас с изчислително съпротивление на опън

Коефициенти за условие на работа: Бетон 0.85; Стomана 1.00

Напречно сечение R60x50-12N18



Площ на бетона - $A_c = 3000 \text{ cm}^2$

Брой на прътите - $n_b = 12$

Диаметър на прътите - $d_b = 18 \text{ mm}$

Площ на армировката - $A_s = 30.5 \text{ cm}^2$

Процент на армиране - $\mu_i = 1.0 \%$

Данни за изкълчване

Дължина на колоната - $L = 566 \text{ cm}$

Изкълчвателна дължина - $L_{ox} = 0.5 * L$

Изкълчвателна дължина - $L_{oy} = 1.01 * L$

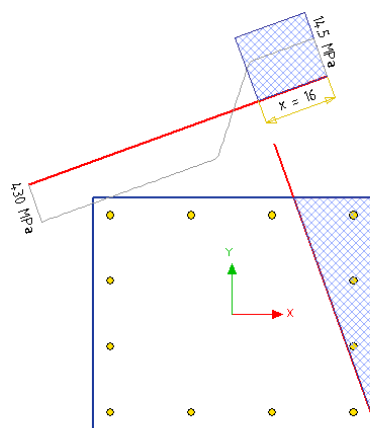
Процент пост. товар - $KG = 75 \%$

Коефициент на пълзене - $\phi(\infty, t_0) = 2.5$

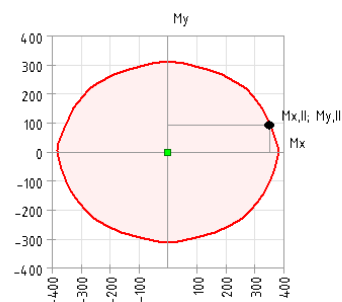
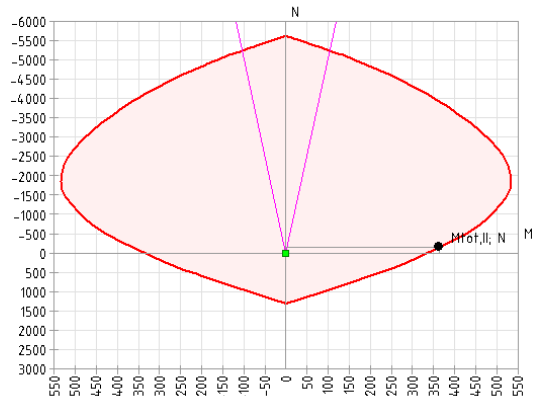
Натоварване

Осова сила - $N = -155 \text{ kN}$, Огъващи моменти - $M_x = 350 \text{ kNm}$, $M_y = 90 \text{ kNm}$

Резултати



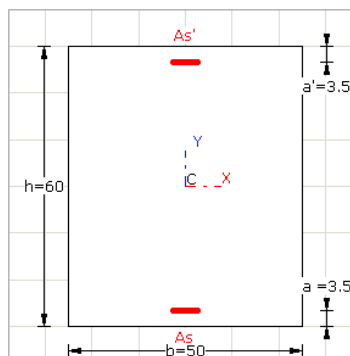
■ $N = -155.0 \text{ kN} = N_u = -155.0 \text{ kN}$
 $M_{x,II} = 351.4 \text{ kNm} = M_{xu} = 354.6 \text{ kNm}$
 $M_{y,II} = 91.8 \text{ kNm} = M_{yu} = 92.7 \text{ kNm}$
 $M_{tot,II} = 363.1 \text{ kNm} = M_u = 366.5 \text{ kNm}$
 Проверките са удовлетворени!



Входни данни

Напречно сечение

$b = 50.0 \text{ cm}$ $h = 60.0 \text{ cm}$
 $b_f = 0.0 \text{ cm}$ $h_f = 0.0 \text{ cm}$
 $b'_f = 0.0 \text{ cm}$ $h'_f = 0.0 \text{ cm}$
 $a = 3.5 \text{ cm}$ $a' = 3.5 \text{ cm}$



Данни за материали			
Бетон клас В30	$E_b = 31.5 \text{ GPa}$	$R_{bn} = 22.0 \text{ MPa}$	$R_{btn} = 1.8 \text{ MPa}$
		$R_b = 17.0 \text{ MPa}$	$R_{bt} = 1.2 \text{ MPa}$
Надлъжна армировка клас TIV	$E_s = 200.0 \text{ GPa}$	$R_{sn} = 500.0 \text{ MPa}$	$R_s = 430.0 \text{ MPa}$
Напречна армировка клас TIV	$E_{sw} = 200.0 \text{ GPa}$	$R_{swn} = 500.0 \text{ MPa}$	$R_{sw} = 344.0 \text{ MPa}$

Оразмеряване за напречна сила

Напречна сила - $Q = 130.0 \text{ kN}$
 Нормална сила - $N = 0.0 \text{ kN}$
 Срезност на стремената - $n_w = 2$
 Диаметър на стремената - $d = 8.0 \text{ mm}$
 Наклон на опасн. пукнатина - $c = 0.0 \text{ cm}$

Резултати

Сила поемана само с бетон - $Q_{b,min} = 203.4 \text{ kN}$
 Максимална напречна сила - $Q_{max} = 1235.6 \text{ kN}$
 Площ на напречна армировка - $A_{sw} = 2.6 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Необходима напречна армировка - $\Phi 8/19.0$
 Процент на армиране - $\mu_w = 0.1 \%$

Напречната сила може да се поеме само с бетон.

3.7. Изчисляване на усилващ кожух на стената

3.7.1. Разрезни усилия

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi / 2) = \tan^2(45 - 22 / 2) = 0.39$$

$$P = \gamma h K_a = 20 \times 2.75 \times 0.39 = 21.45 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$M = \frac{Ph^2}{6} = \frac{21.45 \times 2.75^2}{6} = 27.04 \text{ kNm}$$

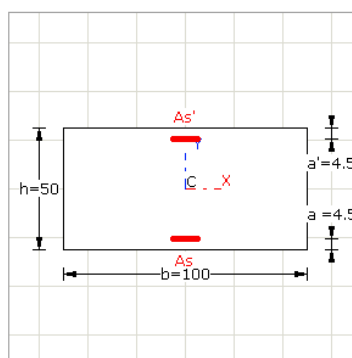
$$V = Ph / 2 = 21.45 \times 2.75 / 2 = 29.5 \text{ kN}$$

3.7.2. Оразмерителни проверки

Входни данни

Напречно сечение

b = 100.0 cm h = 50.0 cm
b_f = 0.0 cm h_f = 0.0 cm
b_f' = 0.0 cm h_f' = 0.0 cm
a = 4.5 cm a' = 4.5 cm



Данни за материали

Бетон клас В30	E _b = 31.5 GPa	R _{bn} = 22.0 MPa	R _{btn} = 1.8 MPa
		R _b = 17.0 MPa	R _{bt} = 1.2 MPa
Надлъжна армировка клас TIV	E _s = 200.0 GPa	R _{sn} = 500.0 MPa	R _s = 430.0 MPa
Напречна армировка клас TIV	E _{sw} = 200.0 GPa	R _{swn} = 500.0 MPa	R _{sw} = 344.0 MPa

Оразмеряване на огъване с осова сила

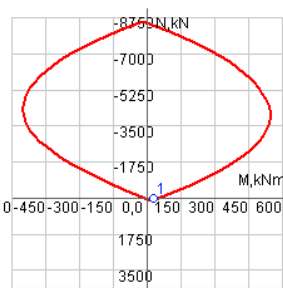
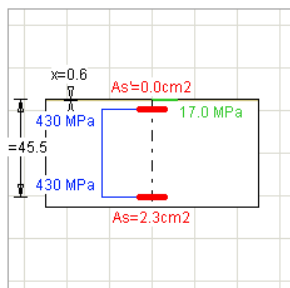
Разрезни усилия

No	N, kN	M, kNm
1		27.04

% пост. товар - KG = 75.0 %

Коеф. за условие на работа	Налична армировка
Бетон - 1.00	Долна - A _{s1,ini} = 0.0 cm ²
Стомана - 1.00	Горна - A _{s2,ini} = 0.0 cm ²

Резултати



Армировка	Площ	% на арм.	Напрежения	Моменти
Долна	A _{s1} = 2.3 cm ²	μ ₁ = 0.1 %	σ _{s1} = 430.0 MPa	M = 27.0 kN.m
Горна	A _{s2} = 0.0 cm ²	μ ₂ = 0.0 %	σ _{s2} = 430.0 MPa	M _{u,max} = 44.2 kN.m
Общо	A _{s,tot} = 0.0 cm ²	Натискова зона x = 0.6 cm		

Оразмеряване за напречна сила

Напречна сила - $Q = 29.5 \text{ kN}$
Нормална сила - $N = 0.0 \text{ kN}$
Срезност на стремената - $n_w = 2$
Диаметър на стремената - $d = 8.0 \text{ mm}$
Наклон на опасн. пукнатина - $c = 0.0 \text{ cm}$

Резултати

Сила поемана само с бетон - $Q_{b,min} = 327.6 \text{ kN}$
Максимална напречна сила - $Q_{max} = 1990.0 \text{ kN}$
Площ на напречна армировка - $A_{sw} = 5.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
Необходима напречна армировка - $\Phi 8/9.5$
Процент на армиране - $\mu_w = 0.1 \%$
Напречната сила може да се поеме само с бетон.

4. ОПИС НА ЧЕРТЕЖИТЕ

№	ИМЕ НА ЧЕРТЕЖА	Фаза/Рев.
СК-101-00	Временно укрепване на галерия към сграда „Механично обезводняване на утайките“	РП/00
СК-102-00	Временно укрепване на галерия към сграда „Механично обезводняване на утайките“ – монтажни детайли	РП/00
СК-103-00	Монтажни марки СК1, Г1, ВВ1, ХВ1, О1 - производствен чертеж	РП/00
СК-104-00	Усилващ кожух на колони, стена и нова настилка - кофражен план	РП/00
СК-105-00	Усилващ кожух на колони - армировъчен план	РП/00
СК-106-00	Усилващ кожух на стена и нова настилка - армировъчен план	РП/00
СК-107-00	Усилващ кожух на стоманобетонните греди	РП/00
СК-108-00	Възстановяване на носимоспособността на стоманобетонната плоча	РП/00

5. КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА

№	Наименование	Ед. м	Дължина	Ширина	Височина	Брой	Количество
1	2	3	4	5	6	7	8
Демонтажни работи							
1	Демонтаж съществуваща стоманобетонна настилка 20см	m ²					3.48
2	Демонтаж на съществуваща зидария	m ³					7.00
3	Демонтаж на бетон за изпълнение на усилващ кожух по греди	m ³					0.23
4	Демонтаж на мазилка по ст.б стени и колони	m ²					50.40
5	Демонтаж на настилки и замазка по плоча	m ²					9.45
Земни работи							
1	Обем на изкопа	m ³					1.55
2	Обратен насип	m ³					1.25
3	Полиетилен	m ²					2.90
Котважни работи							
4	Котваж за усилващ кожух на стена	m ²					35.40
5	Котваж за усилващ кожух на колони	m ²					25.95
6	Котваж за усилващ кожух на греди	m ²					3.47
	Всичко:	m ²					64.81
Бетонни работи							
7	Бетон C25/30 за усилващ кожух на стена	m ³					3.60
8	Бетон C25/30 за усилващ кожух на колони	m ³					2.34
9	Бетон C25/30 за усилващ кожух на греди	m ³					0.42
10	Бетон C25/30 за нова настилка	m ³					0.58
	Всичко:	m ²					6.95
Армировъчни работи							
10	Армировка - клас B500B - съгласно армировъчни планове	kg					1,689
Стоманени конструкции							
11	Доставка и монтаж на временна укрепваща стоманена конструкция от стомана S235JR	kg					2,123.00
	Всичко:	m ³					2,123.00
Други работи							
12	Доставка на покривен стоманобетонен панел 144/410/41см	бр					2.00
13	Пробиване на отвори Ø22 с дължина 305mm	бр					82.00
14	Пробиване на отвори Ø22 с дължина 205mm	бр					4.00
15	Пробиване на отвори Ø22 с дължина 105mm	бр					20.00
16	Пробиване на отвори Ø12 с дължина 85mm	бр					588.00
17	Пробиване на отвори Ø14 с дължина 155mm	бр					82.00
18	Пробиване на проходни отвори Ø12 през стена с дебелина 30см	бр					227.00
19	Пробиване на проходни отвори Ø12 през греда с дебелина 40см	бр					16.00
20	Пробиване на проходни отвори Ø12 през греда с дебелина 25см	бр					20.00
21	Пробиване на проходни отвори Ø30 през колона с дебелина 40см	бр					4.00
22	Химическа система за анкериране на армировка	dm ³					12.90
23	Адхезионен слой по същ. бетон и армировка	m ²					53.50
24	Защитна система срещу механично износване по колони и стена	m ²					63.78

№	Наименование	Ед. м	Дължина	Ширина	Височина	Брой	Количество
1	2	3	4	5	6	7	8
25	Инжектиране на пукнатини						
	ръчна обработка на компрометиран бетон	m ²					7.50
	продухване на пукнатини с въздух под налягане	m ¹					8.60
	пробиване на отвори в посока към пукнатината под ъгъл 45°	бр					30.00
	инжектиране на двукомпонентна епоксидна смола	m ¹					8.60
26	Подготовка на ламели от въглеродни нишки						
	подготовка на бетонната основа	m ²					9.45
	изравнителна замазка от полимер-цимент	m ²					9.45
	смола за залепване на ламели от въглеродни нишки	m ²					1.65
	ламели от въглеродни нишки 50x1.2mm	m ¹					33.00
	епоксидна смола	m ²					1.65
	кварцов пясък	kg					30.00
27	Нова зидария	m ³					7.00
28	Изпълнение на нова замазка и настилка по плоча	m ³					9.45