

ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ

СТРОЕЖ: Реконструкция на кръстовище бул. "Братя Миладинови"- бул. "Христо Ботев" – бул. "Георги Данчев" – бул. "Бургаско шосе" – ул. "Радой Ралин" (п.в. "Розова градина")

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ: гр. Сливен, община Сливен

ВЪЗЛОЖИТЕЛ: ОБЩИНА СЛИВЕН

ЧАСТ: КОНСТРУКТИВНА

ФАЗА: ИДЕЕН ПРОЕКТ

ВОДЕЩ ПРОЕКТАНТ:

инж. Стойко Димитров

.....

юли 2016г.

ПРОЕКТАНТ:

/ инж. Коста Дедов /

СЪДЪРЖАНИЕ

А. ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА	3
Б. КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА.....	5
В. КОНСТРУКТИВНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ.....	7
I. Пътна плоча	7
1. Определяне на огъващия момент	7
2. Определяне на срязващи сили:	10
3. Оразмеряване.....	12
II. Гредова скара	14
1. Геометрични характеристики:	14
2. Усилия в елементите:	14
3. Оразмеряване на главна греда:	15
III. Еластомерен лагер	17
1. Определяне на размерите	17
2. Проверка на завъртане.....	17
3. Проверка на срязване.....	17
IV. Сеизмични изчисления:	18
1. Определяне на коравината	18
2. Определяне на теглото	18
3. Определяне на първи период и сеизмичната сила.....	19
V. Фундиране	20
VI. Примерна технология на изпълнение.....	21
1. Монтажни работи:	21
2. Бетонови работи:.....	23
Г. ГРАФИЧНА ЧАСТ	25

А. ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

1. Основни положения

Настоящият идеен конструктивен проект е изготвен по техническо задание на водещия проектант – инж. Стойко Димитров и Възложителя на обект: „Реконструкция на кръстовище бул. "Братя Миладинови"- бул."Христо Ботев"-бул."Георги Данчев"- бул."Бургаско шосе" - ул."Радой Ралин" (п.в. "Розова градина") – община Сливен. Мостът е разположен в централната градска част на град Сливен, над река „Новоселска“ и е част от проектно решение за изграждане на нов пътен възел.

Предмет на проекта е мостовата конструкция и подходите към моста, които са отделени от основната мостова конструкция с деформационна фуга.

Предназначението на моста е за пешеходно и пътно движение и представлява едноотворен масивен стоманобетонен сглобяем гредови мост, лагериран върху еластомерни лагери. Основните носещи елементи – греди, се предвижда да се изпълнят от обикновен стоманобетон (без предварително налягане), в заводски условия. Те следва да се транспортират и монтират върху монолитно изпълнени устои. Следва изпълнение на стоманобетонна пътна плоча, хидроизолация, тротоарни и пътни блокове със съответните настилки. Предвижда се поставяне на предпазна ограда.

2. Нормативна уредба

Проектът е изготвен изцяло в съответствие със системата стандарти, условно наричани “Еврокодове” както следва:

- БДС EN 1990:2003 “Основи на проектирането на строителни конструкции”
- БДС EN 1992-2 “Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Стоманобетонни мостове. Правила за проектиране и конструиране”
- БДС EN 1991-2:2006 “Въздействия върху строителните конструкции. Част 2:Подвижни товари от трафик върху мостове”
- БДС EN 1997-“Геотехническо проектиране” Част 1 “Основни правила”
- БДС EN 1998-2 “Проектиране на конструкции за сеизмични въздействия” Част 2 “Мостове”, както и съответните им Национални приложения.

3. Използвани материали

Класът на бетона по условия на околната среда за **връхната конструкция** е ХС3 – “Бетон извън сгради, който е защитен от дъжд”. Приема се клас по якост на натиск, равен на минималния индикативен клас С30/37. Характеристичната якост на натиск е $f_{ck}=30\text{MPa}$. Изчислителната якост на натиск на бетона е $f_{cd}=\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_{cc}=0.85*30/1.5=17\text{MPa}$.

За **фундаментите** класът на околната среда е ХС2 “Части от конструкции, постоянно под вода” и класът на бетона е също С30/37

Стоманата е клас В500В за цялата конструкция. Характеристичната якост на опън е $f_{yk}=500\text{MPa}$. Изчислителната якост на опън е $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=500/1.15=434.8\text{MPa}$.

4. Приети натоварвания:

Подвижни характеристични въздействия:

Приети са натоварвания клас LM1, LM2 и LM4 както са дефинирани в EN 1991-2 т. 4.3.2, т. 4.3.3 и т.4.3.5. Приети са групи натоварвания gr1a, gr1b и gr4, както са дефинирани в таблица 4.4а към EN 1991-2;

Отчетени са и динамичните ефекти при моделиране на натоварването от LM2.

За сеизмичното въздействие се приема:

- референтно ускорение $a_{gR}=0,15g$
- коефициент на значимост за мост $\gamma_I=1$
- тип на земната основа – съгласно инженерно-геолошко проучване в непосредствена близост до площадката от 1973г. Подходяща за фундиране е пясъчлива до чакълесто-пясъчлива глина, твърдопластична до полутвърда с дебелина от 1 до 4,2м, която е от тип С според Наредба № РД-02-20-2 за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони от 2012г. Типовете почви в тази наредба и в Еврокод 8 съвпадат.

- ефектите от вертикалната компонента не се отчитат. Те се отчитат САМО в райони с висока степен на сеизмичност или при разстояние до активен разлом, по-малко от 5km. Обектът не отговаря на тези изисквания.

- Изчисленията са извършени с еластичен спектър на реагиране. Усилията са редуцирани с коефициент на поведение $q=1$, според изискванията на т. 4.1.6(9) от БДС EN 1998-2:2006.

- За масите коефициентът за определяне на квазипостоянното въздействие $\psi_{2,1}=0.20$ за пътни мостове.

Сеизмична комбинация

$E_d=G_k+A_{Ed}+\psi_2Q_k$, където A_{Ed} е изчислителното сеизмично въздействие, т.е усилията са определени с $S_d(T)=S_e(T)/q$. В случая при $q=1$ съвпадат.

При проверка на срязване A_{Ed} се умножава с q , което е идентично да се определят усилията с $S_e(T)$. При същата проверка носимоспособностите $V_{Rd,c}$, $V_{Rd,s}$ и $V_{Rd,max}$ се разделят с коефициента $\gamma_{Bd1}=1,30$.

5. Фундиране

На база геоложки доклад от 1973г в непосредствена близост до съоръжението е прието плоско фундиране на устоите. В разработването на проекта в техническа или работна фаза, задължително следва да се изготви ново геолошко проучване на площадката и при необходимост да се коригират приеманията и работните детайли.

6. Технология на изпълнение

Примерна технология за изпълнение на монтажните и бетонови работи е разработена в т. VI на настоящия проект. Приетата технология има примерен характер. Възможни са и други технологични решения, които следва да бъдат одобрени от Възложителя и съответно съгласувани с проектанта.

7. Проектант:

Конструктивният проект в идейна фаза е разработен от инж. Коста Георгиев Дедов, притежаващ диплома №35322/2006г. от УАСГ София, специалност „Строителство на сгради и съоръжения“ – специализация „Конструкции“. При необходимост, контакт с проектанта може да бъде направен на следния електронен адрес: dedov@gdk.bg или на телефонен номер +359888826972.

При изчисленията, конструкцията е моделирана с крайни елементи. Оразмеряването на основните елементи на конструкцията е показано в част В на настоящия проект – „Конструктивни изчисления“

Юли 2016г.

Изготвил:.....

/инж. Коста Дедов/

Б. КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА

Количествена сметка за пътен мост Сливен, гр. Сливен			
№	Елемент	ед. м	к-во
1.	Проектиране и управление		
1.1	Проектиране по част "Конструктивна" в работна фаза	бр.	1
1.2	Технически контрол по част "Конструктивна"	бр.	1
1.3	Направа на геоложки проучвания и геоложки доклад	бр.	1
1.4	Направа на хидроложки и хидравлични проучвания, доклад	бр.	1
1.5	Авторски надзор	бр.	1
2.	Земни работи		
2.1	Изкопни работи по фундаменти - механизирани	m ³	1120
2.2	Изкопни работи по фундаменти - ръчни	m ³	22
2.3	Направа на обратен насип при фундаменти	m ³	814
3.	Конструкция		
3.1	Направа на кофраж за подложен бетон	m ²	10
3.2	Направа на кофраж за фундаменти при устои	m ²	84
3.3	Направа на кофраж за устои	m ²	480
3.4	Направа на кофраж за конзолни части на плоча	m ²	28
3.5	Доставка и монтаж на кофражни панели с размери 150/50/5см, бетон C30/37, армировка 5кг	бр.	304
3.6	Доставка и монтаж на корнизни елементи с размери 65/12/150см, бетон C30/37м, армировка B500B - 18 кг	бр.	26
3.7	Доставка и полагане на подложен бетон, C12/15	m ³	16
3.8	Доставка и полагане на подложен бетон за преходни плочи, C12/15	m ³	10,5
3.9	Доставка и полагане на бетон за фундаменти, C30/37	m ³	135
3.10	Доставка и полагане на бетон за устои, C30/37	m ³	165
3.11	Изработка и доставка на стоманобетонна греда със сечение 0,4/1,2м и дължина 18,75м, 9 куб. м C30/37, армировка B500B, 2260 кг (8N32 надлъжна, стремена N12/15см)	бр.	9
3.12	Монтаж на стоманобетонна греда с тежка механизация (120т кран)	бр.	9
3.13	Доставка и полагане на бетон за пътна плоча, C30/37	m ³	17
3.14	Доставка и полагане на бетон за тротоарен блок, C30/37	m ³	32
3.15	Доставка и полагане на бетон за преходни плочи, C30/37	m ³	23
3.16	Доставка и полагане на бетон за второстепенни греди, C30/37	m ³	7
3.17	Доставка и полагане на армировка за фундаменти, B500B	kg	8600
3.18	Доставка и полагане на армировка за устои, B500B	kg	6600
3.19	Доставка и полагане на армировка за пътна плоча, B500B	kg	3200
3.20	Доставка и полагане на армировка за преходни плочи, B500B	kg	3600
3.21	Доставка и полагане на армировка за второстепенни греди, B500B	kg	1100
3.22	Доставка и полагане на защитен пласт 6см пл. Асфалтоб.	t	53,5

Количествена сметка за пътен мост Сливен, гр. Сливен			
№	Елемент	ед. м	к-во
3.23	Доставка и полагане на изравнителен, пласт битум - основа над преходни плочи	t	10
4.	Други работи		
4.1	Направа на хидроизолация по върхна конструкция	m ²	300
4.2	Доставка и монтаж на отводници, включващо необходимите крепежи и отводнителни тръби	бр.	4
4.3	Доставка и полагане на тръби Ф160 за тръбо-канална мрежа	m'	115
4.4	Доставка и полагане на отводнителни бордюри	m'	19
4.5	Доставка и монтаж на дилатационни фуги	m'	34
4.6	Доставка и монтаж на еластомерни лагери GUMBA 200/400/41 или подобни	бр.	18
4.7	Доставка и монтаж на горещопоцинкован парапет по архитектурен детайл, включващ всички крепежи	m'	56

В. КОНСТРУКТИВНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

І. Пътна плоча

1. Определяне на огъващия момент

1.1. Постоянни товари:

Над пътното платно:

- стоманобетонна плоча	$25.0,23 = 5,75 \text{ kN} / \text{m}^2$
- стоманобетонни предплочи	$25.0,05 = 1,25 \text{ kN} / \text{m}^2$
- хидроизолация	$18.0,01 = 0,18 \text{ kN} / \text{m}^2$
- пътна настилка	$22.0,10 = 2,2 \text{ kN} / \text{m}^2$

СУМАРНО:	$\sum g_{k,1} = 9,38 \text{ kN} / \text{m}^2$
----------	---

Над тротоарен блок:

- стоманобетонна плоча	$25.0,23 = 5,75 \text{ kN} / \text{m}^2$
- стоманобетонни предплочи	$25.0,05 = 1,25 \text{ kN} / \text{m}^2$
- хидроизолация	$18.0,01 = 0,18 \text{ kN} / \text{m}^2$
- стоманобетонен тротоар	$25.0,35 = 8,75 \text{ kN} / \text{m}^2$

СУМАРНО:	$\sum g_{k,2} = 15,93 \text{ kN} / \text{m}^2$
----------	--

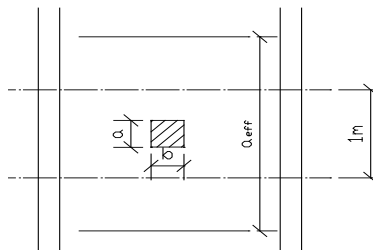
$$l = l_{cl} + h_f = 140 + 23 = 153 \text{ cm}$$

$$M_{g1}^0 = \frac{g_{k,1} \cdot l^2}{8} = \frac{9,38 \cdot 1,53^2}{8} = 2,75 \text{ kNm} / \text{m}' \quad M_{g2}^0 = \frac{g_{k,2} \cdot l^2}{8} = \frac{15,93 \cdot 1,53^2}{8} = 4,66 \text{ kNm} / \text{m}'$$

1.2. Натоварване LM1:

$$a = a_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{пл}) = 40 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 23) = 85 \text{ cm};$$

$$b = b_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{пл}) = 40 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 23) = 85 \text{ cm}$$

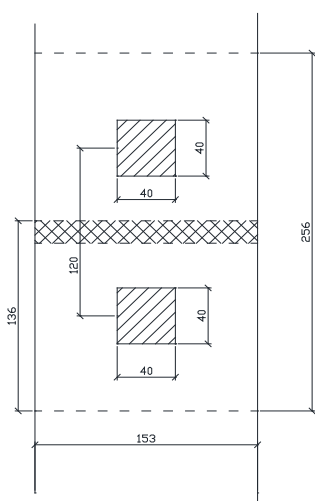


$$a_w^{поле} = a + \frac{l}{3} = 85 + \frac{153}{3} = 136 \text{ cm} > \frac{2}{3}l = 102 \rightarrow$$

$$a_w^{поле} = 136 \text{ cm}$$

Проверка за застъпване на работните широчини:

$a_w = 136\text{cm} > a_{oc} = 120\text{cm}$ - има застъпване на работните широчини:



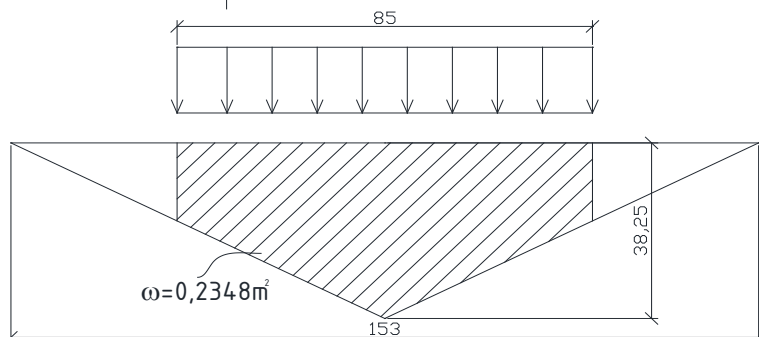
$$\overline{a_w} = a_{oc} + a + l / 3 = 120 + 85 + 153 / 3 = 256\text{cm}$$

1.2.1. Изследване за момента при движение по една лента:

$$Q_k^1 = \frac{\alpha_Q Q_k}{2} = \frac{0.8 \cdot 300}{2} = 120\text{kN}$$

$$q_{TS}^1 = \frac{Q_k^1}{b \cdot \overline{a_w}} = \frac{2.120}{0.85 \cdot 2.56} = 110.3\text{kN} / \text{m}^2 \text{ - при движение по}$$

първа лента



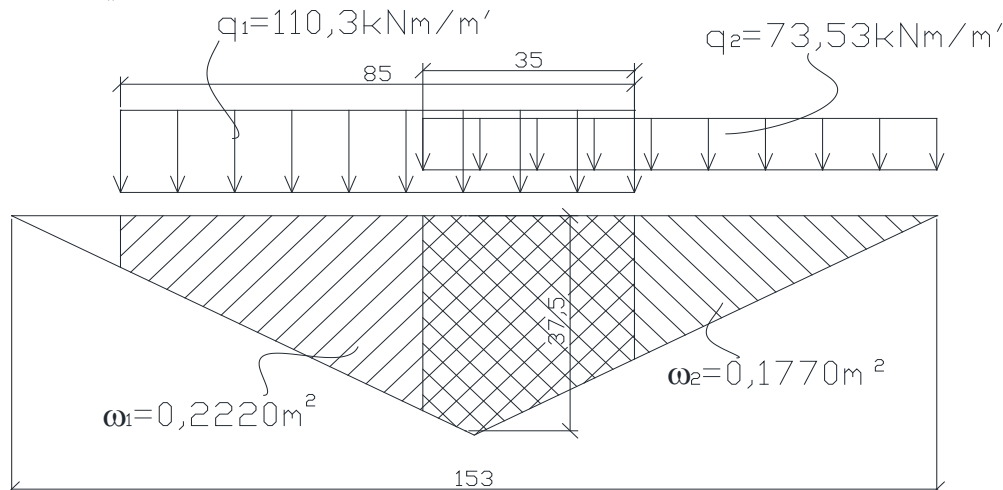
$$M_{TS,1}^0 = \sum \omega \cdot q_{TS} = 0.2348 \cdot 110.3 = 25.9\text{kNm} / \text{m}'$$

1.2.2. Изследване за момента при движение по две ленти:

$$q_{TS}^1 = \frac{2 \cdot Q_1}{b \cdot a_w} = \frac{2.120}{0.85 \cdot 2.56} = 110.3\text{kN} / \text{m}^2 \text{ - при движение по първа лента}$$

$$Q_k^2 = \frac{\alpha_Q Q_k}{2} = \frac{0.8 \cdot 200}{2} = 80\text{kN}$$

$$q_{TS}^2 = \frac{2 \cdot Q_2}{b \cdot a_w} = \frac{2.80}{0.85 \cdot 2.56} = 73.53\text{kN} / \text{m}^2 \text{ - при движение по втора лента}$$

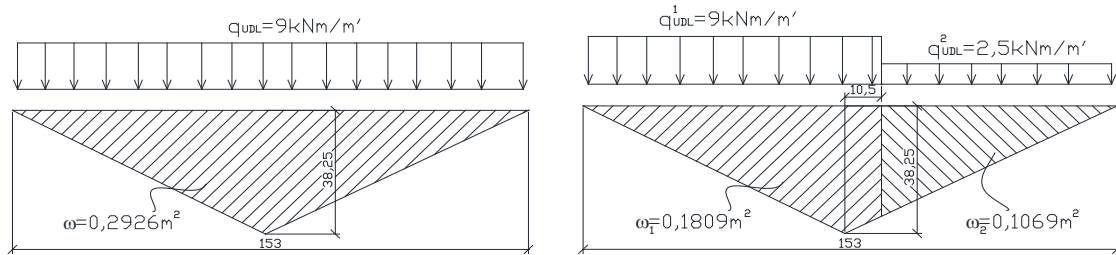


$$M_{TS,1-2}^0 = \sum \omega_i \cdot q_{TS}^i = 0.222 \cdot 110.3 + 0.177 \cdot 73.53 = 37.5\text{kNm} / \text{m}'$$

1.2.3. Изследване за момента при равномерно разпределен товар – UDL:

$q_{UDL}^1 = 9 \text{ kN} / \text{m}^2$ - при движение по първа лента

$q_{UDL}^2 = 2,5 \text{ kN} / \text{m}^2$ - при движение по втора лента



$$M_{UDL,1}^0 = \frac{q_{UDL} \cdot l^2}{8} = \frac{9 \cdot 1,53^2}{8} = 2,63 \text{ kNm} / \text{m}' - \text{на платното}$$

$$M_{mp}^0 = \frac{q_{mp} \cdot l^2}{8} = \frac{3 \cdot 1,53^2}{8} = 0,88 \text{ kNm} / \text{m}' - \text{по тротоара}$$

$$M_{UDL,1-2}^0 = \sum \omega_i \cdot q_{UDL}^i = 9 \cdot 0,1809 + 2,5 \cdot 0,1069 = 1,9 \text{ kNm} / \text{m}'$$

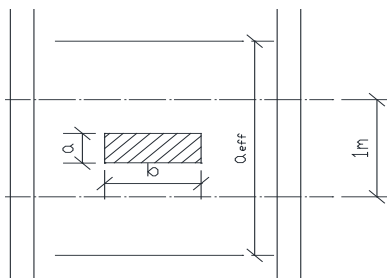
Окончателния момент от товарно състояние LM1 е:

$$M_{LM1}^0 = \max \begin{cases} M_{TS,1}^0 + M_{UDL,1}^0 = 25,9 + 2,63 = 28,53 \\ M_{TS,1-2}^0 + M_{UDL,1-2}^0 = 37,5 + 1,9 = 39,4 \end{cases} = 39,4 \text{ kNm} / \text{m}' - \text{в полето};$$

1.3. Натоварване LM2:

$$a = a_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 35 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 5,23) = 80 \text{ cm};$$

$$b = b_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 60 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 5,23) = 105 \text{ cm}$$

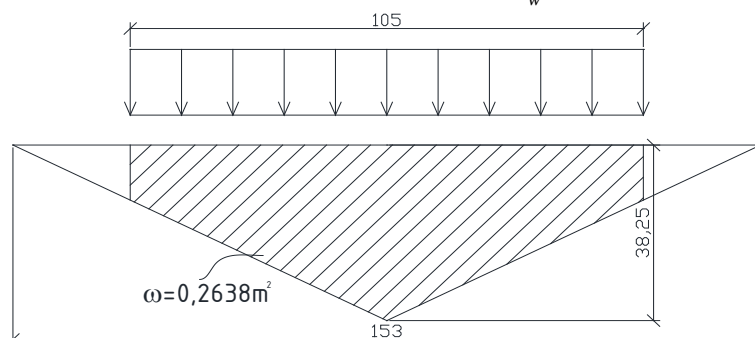


$$a_w^{поле} = a + \frac{l}{3} = 80 + \frac{153}{3} = 131 \text{ cm} > \frac{2}{3}l = 102 \rightarrow$$

$$a_w^{поле} = 131 \text{ cm}$$

1.3.1. Изследване за момента:

$$Q_k^1 = \frac{\alpha_Q Q_k}{2} = \frac{0,5 \cdot 400}{2} = 100 \text{ kN} \quad q_{LM2}^1 = \frac{Q^1}{b \cdot a_w} = \frac{100}{0,8 \cdot 1,31} = 95,42 \text{ kN} / \text{m}^2$$



$$M_{LM2}^0 = \Delta \varphi_{fat} \sum \omega \cdot q_{LM2} = 1,27 \cdot 0,2638 \cdot 95,42 = 31,91 \text{ kNm} / \text{m}'$$

$$\Delta \varphi_{fat} = 1,3 \left(1 - \frac{D}{26}\right) = 1,3 \left(1 - \frac{0,655}{26}\right) = 1,27 \geq 1, \text{ където } D \text{ (в метри) е разстоянието от}$$

разглежданото сечение до дилатационната фуга.

1.4. Натоварване LM4:

$$M_{LM4}^0 = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{5.1.53^2}{8} = 1,46 \text{ kNm / m'}$$

1.5. Комбиниране на усилията и определяне на оразмерителни моменти

товар група	g, kNm/m'	LM1, kNm/m'	LM2, kNm/m	LM4, kNm/m'	$\sum M_{Ed}^0$, kNm/m'	Забележки
gr1a	1,35.2,75 = = 3,71	1,35.39,4 = = 53,19			56,9	платно
	1,35.4,66 = = 6,29	1,35.0,88 = = 1,19			7,48	тротоар
gr1b	1,35.2,75 = = 3,71		1,35.31,91 = = 43,08		46,8	
gr4	1,35.4,66 = = 6,29			1,35.1,46 = = 1,97	8,26	

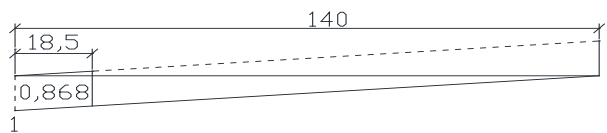
$$M_{Ed}^{span} = 0,5 \cdot M_{Ed}^0 = 0,5 \cdot 56,9 = 28,45 \text{ kNm / m'}$$

$$M_{Ed}^{sup} = 0,7 \cdot M_{Ed}^0 = 0,7 \cdot 56,9 = 39,83 \text{ kNm / m'}$$

2. Определяне на срязващи сили:

Разглежда се сечение на разстояние $d = h_s - c_{nom} - \frac{\varnothing}{2} = 230 - 40 - \frac{10}{2} = 185 \text{ mm}$ от края на плочата, което е и меродавно за оразмеряване на напречни сили.

$$l = l_{cl} = 140 \text{ cm}$$



$$V_g = (\eta_1 l_1 - \eta_2 l_2) \frac{g}{2} = (0,868 \cdot 1,215 - 0,132 \cdot 0,185) \frac{9,38}{2} = 4,83 \text{ kN / m'}$$

2.1. Натоварване LM1:

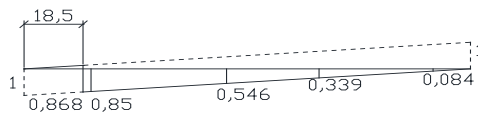
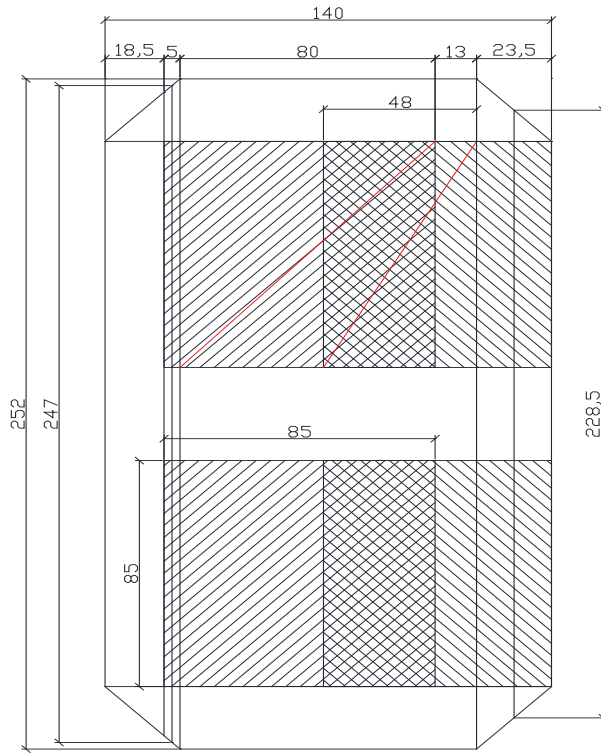
$$a = a_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 40 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 23) = 85 \text{ cm};$$

$$b = b_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 40 + 2 \cdot (11 + 0,5 \cdot 23) = 85 \text{ cm}$$

$$a_w^{поле} = a + \frac{l}{3} = 85 + \frac{140}{3} = 132 \text{ cm} > \frac{2}{3}l = 93,3 \text{ cm}$$

$$a_w^{поле} = 132 \text{ cm} > a_{oc} = 120 \text{ cm} \rightarrow \text{има застъпване на работните ширини:}$$

$$a_w^{sup} = a = 85 \text{ cm} > \frac{l}{3} = 47 \text{ cm} \rightarrow$$



$$Q_i = \frac{Q}{b} b_i, q_i = \frac{Q_i}{a_i}$$

$$Q_1 = \frac{2.120}{85} 5 = 14,12 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_1 = \frac{14,12}{2,47} = 5,72 \text{ kN / m'}$$

$$Q_2 = \frac{2.120}{85} 80 = 225,88 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_2 = \frac{225,88}{2,52} = 89,63 \text{ kN / m'}$$

$$Q_3 = \frac{2.80}{85} 48 = 90,35 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_3 = \frac{90,35}{2,52} = 35,85 \text{ kN / m'}$$

$$Q_4 = \frac{2.80}{85} 23,5 = 44,24 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_3 = \frac{44,24}{2,285} = 19,36 \text{ kN / m'}$$

$$V_{LM1} = \sum q_{i,TS} \eta_i + \frac{q_{UDL} \cdot l}{2} = 5,72 \cdot 0,86 + 89,63 \cdot 0,546 + 35,85 \cdot 0,339 +$$

$$+ 19,36 \cdot 0,084 + \frac{0,8 \cdot 9,1 \cdot 215 \cdot 0,868}{2} = 71,43 \text{ kN / m'}$$

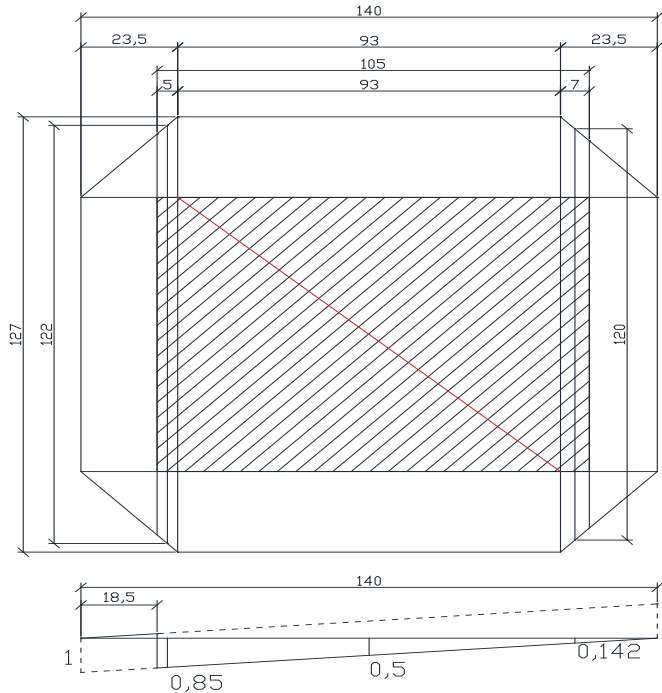
2.2. Натоварване LM2:

- **Load mode 2 – (LM2):**

$$a = a_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 35 + 2.(11 + 0,5.23) = 80cm;$$

$$b = b_0 + 2(h_{наст} + 0,5h_{нл}) = 60 + 2.(11 + 0,5.23) = 105cm$$

$$a_w^{ноле} = a + \frac{l}{3} = 80 + \frac{140}{3} = 127cm > \frac{2}{3}l = 93,3cm$$



$$Q_i = \frac{Q}{b} b_i, q_i = \frac{Q_i}{a_i}$$

$$Q_1 = \frac{100}{105} 5 = 4,76kN$$

$$q_1 = \frac{4,76}{1,22} = 3,9kN / m'$$

$$Q_2 = \frac{100}{105} 93 = 88,57kN$$

$$q_2 = \frac{88,57}{1,27} = 69,74kN / m'$$

$$Q_3 = \frac{100}{105} 7 = 6,67kN$$

$$q_3 = \frac{6,67}{1,2} = 5,56kN / m'$$

$$V_{LM2} = \Delta\varphi_{fat} \sum q_i \eta_i = 3,9.0,85 + 69,74.0,5 + 5,56.0,142 = 1,3.38,97 = 50,67kN / m'$$

2.3. Комбинации:

$$V_{Ed} = \max \begin{cases} 1,35.V_g + 1,35.V_{LM1} = 1,35.4,83 + 1,35.71,43 = 102,95kN / m' \\ 1,35.V_g + 1,35.V_{LM2} = 1,35.4,83 + 1,35.50,67 = 74,93kN / m' \end{cases} = 102,95kN / m'$$

3. Оразмеряване

3.1. Оразмеряване за огъващ момент:

$$\text{Избран бетон клас C30/37. } f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \frac{30}{1,5} = 17MPa$$

$$\text{Номиналното бетонно покритие за клас XC3 за конкретния мост е} \\ c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40mm$$

При приет диаметър на армировката 10мм, полезната височина е равна на:

$$d = h_f - c_{nom} - \frac{\varnothing}{2} = 230 - 40 - 5 = 185mm$$

$$\rho_{min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \frac{2,9}{500} = 0,0015 = 0,15\% \geq 0,13\%$$

$$A_{s,min} = \rho_{min} b d = 0,00151.1000.185 = 279mm^2$$

3.1.1. Горна армировка:

$$m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b.d^2.f_{cd}} = \frac{39,83.10^6}{1000.185^2.17} = 0,0685 < m_{Ed,lim} = 0,2952 \xrightarrow{\text{отчетено}} \zeta = 0,97$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{39,83 \cdot 10^6}{0,97 \cdot 185 \cdot 434,8} = 510 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 279 \text{ mm}^2$$

Избрано:

$$6,7 \text{ N10} / \text{m}' (\text{през } 15 \text{ cm}) \rightarrow A_{s1} = 6,7 \cdot 78,5 = 523 \text{ mm}^2 > A_{s1, \text{req}} = 510 \text{ mm}^2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{bd} = \frac{523}{1000 \cdot 185} = 0,0028 = 0,28\%$$

3.1.2. Долна армировка:

$$m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{28,45 \cdot 10^6}{1000 \cdot 185^2 \cdot 17} = 0,0489 < m_{Ed, \lim} = 0,2952 \xrightarrow{\text{отчетено}} \zeta = 0,9788$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{28,45 \cdot 10^6}{0,9788 \cdot 185 \cdot 434,8} = 361 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 279 \text{ mm}^2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{bd} = \frac{361}{1000 \cdot 185} = 0,002 = 0,2\%$$

Избрано:

За мостови плочи минимален диаметър на прътите 10mm и минимален брой 6 броя.

$$6 \text{ N10} / \text{m}' \rightarrow A_{s1} = 6 \cdot 78,5 = 471 \text{ mm}^2 > A_{s1, \text{req}} = 361 \text{ mm}^2$$

3.1.3. Разпределителна армировка:

Разпределителна армировка в горната плоча – не по-малко от 20% от необходимата носеща армировка:

$$A_{s, \text{пзп}} = 0,2 \cdot A_{s1, \text{req}} = 0,2 \cdot 510 = 102 \text{ mm}^2 \rightarrow \min 4 \text{ N8} / \text{m}' \rightarrow A_{s, \text{prov}} = 4 \cdot 50,3 = 201 \text{ mm}^2$$

3.2. Оразмеряване за срязващи сили:

$$V_{Rd, c} = \max \left| \begin{array}{l} (0,12 \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck}}) b \cdot d \\ 0,035 \sqrt{k^3 f_{ck}} b \cdot d \end{array} \right| = \max \left| \begin{array}{l} 90,55 \\ 100,31 \end{array} \right| = 100,31 \text{ kN} / \text{m}'$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{185}} = 2,04 > 2 \rightarrow k = 2$$

$$(0,12 \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck}}) b \cdot d = (0,12 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,0028 \cdot 30}) 1000 \cdot 185 = 90545 \text{ N} / \text{m}'$$

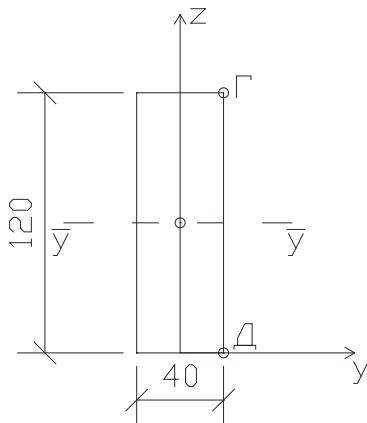
$$0,035 \sqrt{k^3 f_{ck}} b \cdot d = 0,035 \sqrt{2^3 \cdot 30} \cdot 1000 \cdot 185 = 100310 \text{ N} / \text{m}'$$

$$V_{Rd, c} = 100,31 \text{ kN} / \text{m}' \approx V_{Ed} = 102,95 \text{ kN} / \text{m}' \rightarrow \therefore \text{OK}$$

II. Гредова скара

1. Геометрични характеристики:

1.1. В строително състояние:



При така избраното сечение на гредата, за геометрични характеристики се получават следните резултати:

$$A^I = 4800 \text{ cm}^2$$

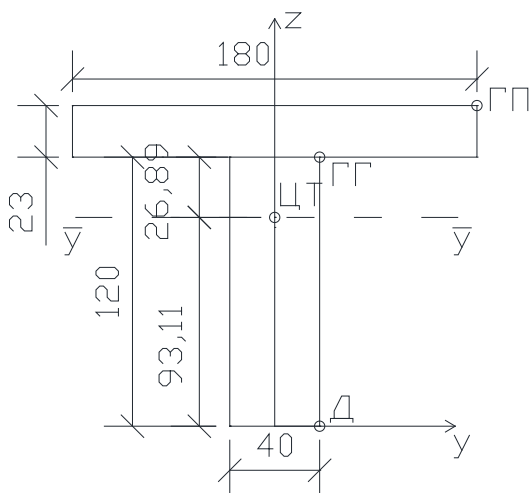
$$z^I = \frac{\sum A_i z_i}{\sum A_i} = 60 \text{ cm}$$

$$I_{y-y}^I = \frac{a \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 120^3}{12} = 5,76 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$$

$$W_{\Delta}^I = \frac{I_{y-y}^I}{z_{\Delta}} = \frac{5,76 \cdot 10^6}{-60} = -96 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

1.2. В експлоатационно състояние:

При така избраното сечение на гредата и съответната спомагаща част от плочата, за геометрични характеристики се получават следните резултати:



$$z^II = \frac{\sum A_i z_i}{\sum A_i} = 93,11 \text{ cm}$$

$$I_{y-y}^{II} = I_0 + \sum A_i (z^II - z_i)^2 = 17,306 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$$

$$W_{\Delta}^{II} = \frac{I_{y-y}^{II}}{z_{\Delta}} = \frac{17,306 \cdot 10^6}{-93,11} = -185,866 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$W_{\Gamma\Gamma}^{II} = \frac{I_{y-y}^{II}}{z_{\Gamma\Gamma}} = \frac{17,306 \cdot 10^6}{26,89} = 643,585 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$W_{\Pi\Pi}^{II} = \frac{I_{y-y}^{II}}{z_{\Pi\Pi}} = \frac{17,306 \cdot 10^6}{49,89} = 346,883 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

2. Усилия в елементите:

Статическите изчисления са извършени, като гредоскара е моделирана със смесени елементи на програмен продукт SAP2000. Изведени са натоварванията от 2 основни комбинации – в строително състояние и в експлоатационно състояние, със съответните им геометрични характеристики:

2.1. В строително състояние – от постоянен товар на гредата и плоча:

$$M_{1,Ed}^{\Gamma^4} = 1270 \text{ kNm}$$

2.2. Експлоатационно състояние:

Натоварване от собствено тегло на настилки и подвижен товар:

$$M_{2,Ed}^{\Gamma^4} = 1720 \text{ kNm}$$

2.3. Сумарно натоварване за срязващи сили при опората:

$$V_{Ed}^{\Gamma^4} = 750 \text{ kN} \text{ (на разстояние } d=1 \text{ m от опората)}$$

3. Оразмеряване на главна греда:

3.1. Оразмеряване за огъване:

3.1.1. Оразмеряване за строително състояние:

$$\text{Избран бетон клас C30/37. } f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \frac{30}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

$$\text{Номиналното бетонно покритие за клас XC3 за конкретния мост е} \\ c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$$

При приет диаметър на армировката за стремена 12мм, полезната височина е равна на:

$$d = h_b - c_{nom} - \frac{\varnothing}{2} = 1200 - 45 - 12 - 32 - \frac{32}{2} = 1095 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \frac{2,9}{500} = 0,0015 = 0,15\% \geq 0,13\%$$

$$A_{s,min} = \rho_{min} b d = 0,0015 \cdot 1400 \cdot 1095 = 661 \text{ mm}^2$$

$$m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1270 \cdot 10^6}{400 \cdot 1095^2 \cdot 17} = 0,1557 < m_{Ed,lim} = 0,2952 \xrightarrow{\text{отчетено}} \zeta = 0,9287$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1270 \cdot 10^6}{0,9287 \cdot 1095 \cdot 434,8} = 2872 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 661 \text{ mm}^2$$

3.1.2. Оразмеряване за експлоатационно състояние:

$$d = h_f + h_b - c_{nom} - \frac{\varnothing}{2} = 230 + 1200 - 45 - 12 - 32 - \frac{32}{2} = 1325 \text{ mm}$$

$$m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1720 \cdot 10^6}{1800 \cdot 1325^2 \cdot 17} = 0,032 < m_{Ed,lim} = 0,2952 \xrightarrow{\text{отчетено}} \zeta = 0,9862$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{1720 \cdot 10^6}{0,9862 \cdot 1325 \cdot 434,8} = 3027 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 661 \text{ mm}^2$$

3.1.3. Избрана надлъжна армировка на гредата:

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2876 + 3027 = 5903 \text{ mm}^2$$

Избрано:

$$8N32 / m' \rightarrow A_s = 8.804 = 6434 \text{ mm}^2 > A_{s1,req} = 5903 \text{ mm}^2, \text{ разположена в два реда по 4 броя.}$$

3.2. Оразмеряване за срязване:

Греда	ΔM_{Ed} , kNm	V_{Ed} , kN	Размери, mm		c_{nom} , mm	d , mm	$V_{Rd,c}$ kN	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Rd} kN	$V_{Rd,max}$	Опн. арм.						Напречна арм.						ΔF_{td} kN	σ_{sd} , Мпа	% на армиране			
			b_w	h							брой	$\emptyset$	v_1	θ°	$\cot\theta$	срез	$\emptyset$	A_{sw} , mm ²	S , mm	S_{max} , mm	S , mm				$\rho_{w,min}$	ρ_w	$\rho_{w,max}$	
Г4	677.13	750	400	1200	45	1127	269.0	1184	1183.9	1829.4	8	N	32	0.528	29.3	1.8	2	N	12	226	237	300	150	668	104	0.11%	0.38%	1.21%

$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct} = \left[0,12k\sqrt[3]{100\rho_l f_{ck}} - 0,15\sigma_{cd} \right] b_w d$, като $V_{Rd,ct}$ се приема не по-малката от изчислената по следната формула:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct} = \left[0,035\sqrt{k^3 f_{ck}} - 0,15\sigma_{cd} \right] b_w d$$

$V_{Rd,ct}$ - изчислителна напречна сила, която се поема от сечението без напречна армировка;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{1155}} = 1,416 < 2;$$

Окончателно:

Стремена 2N12 през 15 и 20 см (разреждане в средната зона).

III. Еластомерен лагер

1. Определяне на размерите

От направения модел се вижда, че минималното натоварване върху лагерите е както следва:

$$R_{\min,g}^{B5} = 272,1kN$$

$$\sigma_{\min} = \frac{R_{\min}}{A_b} \geq 3MPa = 0,3kN / cm^2 \rightarrow A_b \leq \frac{R_{\min}}{0,3} = \frac{272,1}{0,3} = 907cm^2$$

Максималното натоварване върху лагера е:

$$R_{\max}^{B4} = 945kN$$

Приет лагер 200/400/41 "GUMBA", с допустимо вертикално натоварване от $1MN = 1000kN > 945kN$

2. Проверка на завъртане

2.1. φ_g - от собствено тегло и плоча – строително състояние

$$\varphi_{g1} = \frac{1}{3} \frac{M_{g1}.l}{E_{cm}.I^I} = \frac{1}{3} \frac{1270.100.1875}{3280.5,76.10^6} = 4,2.10^{-3}[rad]$$

$$E_{cm} = 32,8GPa = 32800MPa = 3280kN / cm^2$$

(C30/37)

2.2. φ_{LM1} - от тегло на настилки и подвижен товар

$$\varphi_{Vp} = \frac{1}{3} \frac{M_{LM1}.l}{E_{cm}.I^{II}} = \frac{1}{3} \frac{1720.100.1875}{3280.17,31.10^6} = 1,9.10^{-3}[rad]$$

2.3. Общо завъртане

$$\varphi_{\max} = (4,2 + 1,9).10^{-3} = 6,1.10^{-3}[rad]$$

$$\varphi_{allwb} = 9.10^{-3} > 6,1.10^{-3}[rad] \therefore OK$$

3. Проверка на срязване

3.1. Постоянни натоварвания + температура + съсъхване + пълзене

$$\tan \gamma_1 = \frac{\Delta_1}{h_r} = \frac{4,72}{29} = 0,16 < 0,5 \quad h_r = 29mm$$

Допустимо преместване $\pm 20mm$

$\Delta t^\circ + s + c \rightarrow$ assume equivalent temperature difference $\Delta t^\circ = (-)50^\circ C$

$$\Delta_1 = \alpha_t . \Delta t \frac{L_{total}}{2} = 1.10^{-5} . (-50) . \frac{18860}{2} = 4,72mm$$

$$L_{total} = 1.18,86 = 18,86m = 18860mm$$

3.2. От подвижен товар $G + q_{fk} + t^\circ + s + c$

$$Q_{ik} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,1\alpha_{q1}q_{1k}w_IL = 0,6.0,8.2.300 + 0,1.0,8.9.3.18,86 = 328,7kN$$

$$\text{брой лагери } n_b = 2.n_{beams} = 2.9 = 18 \rightarrow \text{за един лагер } \frac{Q_{ik}}{n} = \frac{328,7}{18} = 18,26kN = Q_1$$

$$\tan \gamma_2 = \frac{\Delta_2}{h_r} = \frac{\tau}{G} = \frac{Q_1}{A.G} = \frac{18,26}{800.0,09} = 0,254$$

$$\tan \gamma_1 + \tan \gamma_2 = 0,16 + 0,25 = 0,41 < 0,7 \therefore OK$$

IV. Сеизмични изчисления:

1. Определяне на коравината

$$c = \frac{1}{\delta_{bearings} + \delta_{abutment}}$$

$$\delta_{bearings} = \frac{h_b}{G(A_{brg, total})} \quad \delta_{pier} = \frac{L_c^3}{3EI}$$

$$h_b = 41mm$$

$$A_{brg, total} = 9.200.400 = 720000mm^2$$

$$G = 0,9MPa$$

$$\delta_{bearings} = \frac{h_b}{G(A_{brg, total})} = \frac{41}{0,9.720000} = 6,327.10^{-5}$$

$$\delta_{abutment} = \frac{L_c^3}{3EI} = \frac{3^3}{3.32,8.10^6.2,133} = 1,28.10^{-7} \square \delta_{bearings}$$

$$E = 32,8GPa = 32,8.10^6 kN / m^2$$

$$I = \frac{a.b^3}{12} = \frac{16,83.1,15^3}{12} = 2,133m^4$$

$$c = \frac{1}{\delta_{bearings} + \delta_{pier (abutment)}} = \frac{1}{6,327.10^{-5} + 1,28.10^{-7}} = 15773kN / m - \text{за 1 устой;}$$

2. Определяне на теглото

2.1. собствено тегло на греди

$$G_1 = 9.18,75.0,4.1,2.25 = 2025kN (\gamma_F = 1)$$

2.2. собствено тегло – пътна плоча

$$G_2 = B.h_f.L_{bridge}.\gamma_c = 15,5.0,28.18,86.25 = 2046,3kN (\gamma_F = 1)$$

2.3. Напречни греди

$$G_{tr} = n.b.h.l.\gamma_c = 2.0,4.0,5.16,6.25 = 166kN$$

2.4. Настилка

$$G_3 = 0,1.8,35.18,86.22 = 346,5kN$$

2.5.Тротоарен блок

$$G_c = 2.g_c.L_{bridge} = 2.1,36.25.18,86 = 1282,5kN$$

2.6. Парапет

$$G_p = 2.g_p.L_{bridge} = 2.1.18,86 = 40kN$$

2.7. Собствено тегло на устой – 50% от височината му до фундамента

$$G_{pile} = 2.0,5.L_{pile}.A_{pile}.\gamma_c = 2.0,5.3.1,15.16,83.25 = 1451,6kN$$

2.8. Подвижен товар (трафик) ($Q_{fk}\psi$)

$$\psi = 0,2$$

$$Q_{fk,E} = (\sum q_{ik} w_i . L_{bridge} + 2Q_{k1}).\psi_2 =$$

$$= ((0,8.9.3 + 2.3.3,825 + 2,5.5,37)18,86 + 2.0,8.300).0,2 = 314,7kN$$

ОБЩО (1-8):

$$Q_E = 2025 + 2046,3 + 166 + 346,5 + 1285,5 + 40 + 1451,6 + 314,7 = 7676 \text{ kN}$$

3. Определяне на първи период и сеизмичната сила

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\sum c}} = 2\pi \sqrt{\frac{Q_E}{g \sum c}} = 2\pi \sqrt{\frac{7676}{9,81 \cdot 31546}} = 0,9895 \text{ sec}$$

$$\sum c = 2 \cdot c = 2 \cdot 15773 = 31546 \text{ kN / m}$$

$$g = 9,81 \text{ m / sec}^2$$

Еластичен спектър на реагиране по EC8 за почва тип C – вид 1 със следните параметри:

$$S = 1,2$$

$$T_B = 0,1$$

$$\left. \begin{array}{l} T_C = 0,5 \\ T_D = 2 \end{array} \right\} T_C \leq T_1 \leq T_D \rightarrow S_e(T) = a_g \cdot k \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \frac{T_C}{T} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 2,1 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,5}{0,99} = 2,27 \text{ m / sec}^2$$

$$E = M \cdot S_e = \frac{7676}{9,81} \cdot 2,27 = 1778,3 \text{ kN}$$

За всеки устой:

$$E_1 = \frac{E}{2} = \frac{1778,3}{2} = 889,2 \approx 890 \text{ kN}$$

$$M_{E_1} = E_1 \cdot L_c = 890 \cdot 3 = 2670 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

V. Фундиране

Предвижда се плоско фундиране. На идейна фаза, почвените характеристики са получени на база наличен геоложки доклад в близост до обекта. В работна фаза, предвид важността на съоръжението, задължително да се изготви нов геоложки доклад, на база който, при необходимост да се коригира фундирането.

Направени са следните приемания:

- строителна почва, песъчлива до чакълесто-песъчлива глина, твърдопластична до полутвърда с, дебелина от 1 до 4м.
- Почвата има следните характеристики

Почвени характеристики	означение	стойност	Ед.м
Ъгъл на вътрешно триене	φ	23	°
Кохезия	c	15	kPa
Обемно тегло	γ	19,7	kN/m ³

Тъй като стойностите на почвените характеристики са приети от таблични стойности и не са на база направени in-situ измервания, в полза на сигурността приемаме следните стойности на коефициентите за сигурност, въпреки че приетия в България начин на изчисления изисква те да са със стойност единици:

γ_{φ}	1,2
γ_c	1,6
γ_{γ}	1,1
γ_R	1,4

Изчислителната носимоспособност на почвата, за различните комбинации (основно натоварване и сеизмично натоварване), е таблично изчислена както следва:

Фундамент	Размери, m				Натоварване					Сеизм . комб	R _{Rd} , kN	V _{Ed} , kN	V _{Ed}
	B	L	Df	α	N _{ed}	V _{B,ed}	M _{B,ed}	V _{L,ed}	M _{L,ed}				R _{Rd}
Ф1 - осн	1,8	4	2	0	1086	0	0	0	90		2225,8	1446,0	0,65
Ф1-сзм	1,8	4	2	0	410	0	0	86	142	да	916,5	760,0	0,83

Видно е, че отношението $\frac{V_{Ed}}{R_{Rd}} \leq 1$ за всички случаи.

VI. Примерна технология на изпълнение

1. Монтажни работи:

С оглед специфичността на релефа при изграждането на моста, са възможни няколко решения касаещи проблема за монтажните работи:

- Решение с кран от горе, в страни на съоръжението

При този метод не се налага да се прави подход за крана, тъй като той стъпва отстрани на съоръжението. При този подход следва да се осигури достъп на крана в непосредствена близост до съоръжението, да се обособи място за паркиране на тежкотоварен автомобил, превозващ елемента.

- Решение с монтаж от долу:

При монтаж от долу, следва да се подбере кран с подходящи габарити, който да може да монтира най-неблагоприятно разположените греди над руслото на реката, като в следствие с промяна на позицията на стационариране и стабилизиране, да извърши и оставащите монтажни работи. Следва да се отбележи, че подобен тип монтаж изисква предварително подравняване на местата на стационариране на крана, както и да се предвиди временен път за преминаване на крана и съответно място за складиране на предварително изготвените стоманобетонни елементи.

С оглед изброените варианти, за изпълнение на монтажните работи на моста се предвижда да се използва монтаж от горе, с монтажен кран LIEBHERR LTM 1200. Изборът на кран най-общо се свежда до проверка на товароподемността му, при предварително известно място на позициониране на крана.

- тегло на повдигания елемент:

$$g_{gp} = a \cdot b \cdot l \cdot \gamma_c = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 18,75 \cdot 2,5 = 22,5t$$

- тегло на такелажа:

$$g_{тж} \approx 1\% g_{gp} = 0,01 \cdot 22,5 = 0,225t$$

- сумарно тегло:

$$G_1 = \sum g_i = 22,5 + 0,225 = 22,73 \approx 23t$$

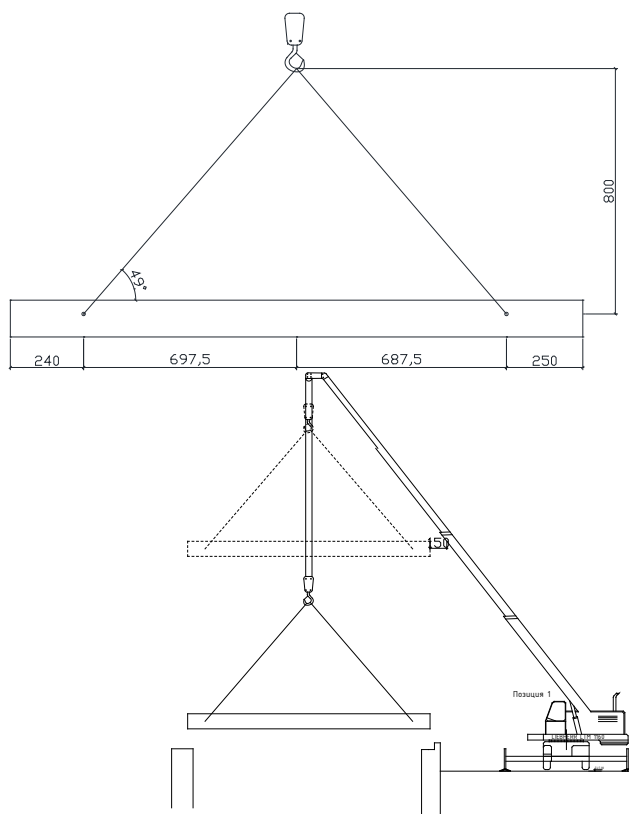
- разстояние от ос на въртене до монтажна ос на гредата:

Отчетено графично - $B = 22m$

Кранът работи със стрела с дължина 35,8м. В техническите характеристики на кран LIEBHERR LTM 1200, се вижда, че кранът при така избраните характеристики (височина на стрелата и разстояние до монтажния елемент) има товароподемност от

$$P_{crane} = 25,9t > G_1 = 23t. \text{ Също така графично се отчита, че височината на куката е } 27m.$$

С оглед да не се вкарва голяма нормална сила в повдигания елемент, то ъгълът на окачване на елемента между такелажните средства и оста на гредата трябва да е в граници 45-60 градуса:



Избрана височина на такелажните средства:

$$h_{тж} = 8m$$

$$\alpha = \arctan \frac{h_{тж}}{\frac{l_0}{2}} = \arctan \frac{8}{\frac{18,75 - 2,2,4}{2}} =$$

$$= \arctan 1,147 = 48,9^\circ < 60^\circ$$

Ъгълът на стрелата спрямо хоризонта е:

$$\alpha_{стр} = \arctan \frac{h_k}{B} = \arctan \frac{27}{22} = 50,8263^\circ$$

С оглед надлъжното разположение на монтирания елемент, максималната височина на куката се коригира с височината:

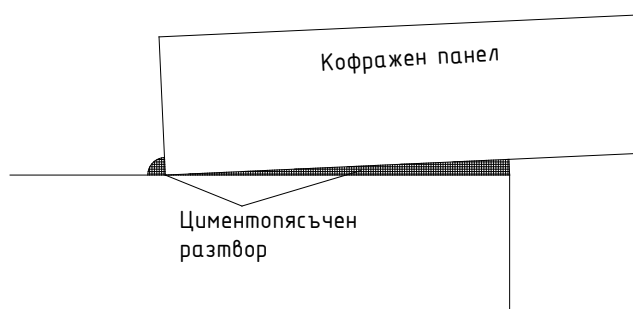
$$h_{безоп, max} = \left(\frac{l_0}{2} + l_1 \right) \tan \alpha = \left(\frac{18,75}{2} + 1,5 \right) \tan 50,826^\circ = 13,35m$$

Максималната височина на куката при монтирането на надлъжния елемент е:

$$h_k^{max} = h_k^{L=35,8m} - h_{безоп, max} = 27 - 13,35 = 13,65m > h_k = h_{монт} + d + h_{тж} = 2 + 1,2 + 8 = 11,2m$$

След монтирането на главните греди се монтират и кофражните панели. За последните следва да се използва по-лек кран.

В напречно направление главните греди са на различни коти. Това неблагоприятно се отразява върху стъпващите на тях кофражни панели, защото се получава точково опирание и съответно струпване на напрежения. За целта следва да се предвиди монтажа на панелите да става върху цименто-пясъчен разтвор, който осигурява плътното стъпване на панелите върху гредите.



Монтажното разстояние при монтирането на кофражните панели е от порядъка на 25м. С оглед телескопичните възможности на крана и ниското тегло на панела, то монтирането им е напълно възможно да се осъществи и от друг, по-лек кран.

При позиционирането на крана следва да се осигури при нужда заздравяване на почвата на местата на стъпване на стабилизаторите, и при

нужда изграждане на пирамиди от дървени траверси, които да спомогнат за правилното стабилизиране на крана.

Възможни са и други технологични решения, които следва да се съгласуват с проектанта.

2. Бетонови работи:

2.1. Общи положения

Бетоновите работи са сложен строителен процес със следните съставни прости процеси: приготвяне на бетонна смес, транспортиране на сместа до строителния обект, хоризонтален и вертикален транспорт на строителната площадка, подаване на бетонната смес в кофража, уплътняване на бетонната смес и грижи за бетона след полагането му.

При проектиране на технологията за извършване на бетоновите работи трябва да се спазват следните принципи:

- а) поточно изпълнение на общия процес стоманобетонни работи (кофражни, армировъчни и бетонови работи);
- б) темпът на бетониране да съответства на възможната кратност на употреба на кофражните комплекти;
- в) бетонирането при зимни условия да се извършва по разработени проекти, осигуряващи необходимите защитни мерки;
- г) технологията на бетоновите работи да се проектира при комплексно механизирание на процесите, като комплектът от машини се избира чрез технико-икономически обосновки за трудоемкост, продължителност и себестойност.

Транспортните средства за бетонна смес се избират при спазване на следните изисквания:

- а) времето от забъркване на бетонната смес, транспортиране на полагането и в кофража не трябва да надвишава времето до началото на свързване на цимента;
- б) средствата за транспорт да са съобразени с начина и средствата за подаване на бетонната смес в конструкцията;
- в) да се осигурява необходимият часов приток на бетонна смес съобразно с начина на бетониране на конструкцията.

Технологичният комплект от машини за подаване на бетонната смес в конструкцията се определя според:

- а) вида на сградата или съоръжението, размерите в план и максималната височина;
- б) необходимият часов приток на бетонна смес;
- в) процесите и видовете работи, за които ще се ползва тази комплексна механизация (кофриране, армиране, бетониране);
- г) продължителността на използване на комплекта машини на строителната площадка.

2.2. Начини за изпълнение на бетоновите работи:

Полагането на бетонната смес следва да се извърши с използване на автобетонпомпа, която от една позиция да бетонира полето. Тя следва да се стационарира в позиция – възможно най-близо до първия устой, след разтварянето на стрелата в хоризонтална посока, то се бетонира последователно далечния и по-близкия участък.

С оглед предимствата на автобетонпомпата и полагането на бетон с нея, за бетоновите работи по горното строене се предвижда бетонпомпа. Следва да се организират работни звена, които да са способни да обработват подаваната смес.

2.3. Часов приток на бетон и окончателен избор на механизация

Бетоновата смес ще се превозва от бетоновия възел до обекта с бетоновози. Бетонирането ще се извърши с автобетонпомпа. Клас на бетона C30/37 – за пътна плоча; Общият обем на бетоновите работи е:

$$V_{пл}^{1поле} = 1.18, 86.15, 5.0, 23 = 67, 3m^3$$

Изхожда се от предпоставката, че цялата бетонна работа по полагането на бетона ще се извърши в рамките на половин работен ден. Тогава нужният часов приток на бетон е:

$$Q_c = \frac{V_{пл}}{T} = \frac{67,3}{4} = 16,83 \text{ m}^3 / \text{h}$$

При полагането на бетона се предвиждат две звена работници, които да разстилат и уплътняват подавания от автобетонпомпата бетонен разтвор.

Полагането ще се извърши на ивици с ширина изчислена по формулата:

$$h \leq \frac{Q_c(t_c - t_0)k_H}{F}, \text{ където:}$$

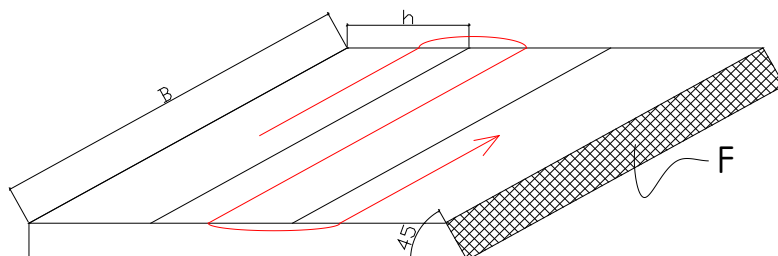
$$F = \frac{B \cdot d_{пл}}{\sin \alpha} = \frac{15,5 \cdot 0,23}{\sin 45^\circ} = 5,04 \text{ m}^2 - \text{площ на бетонируания участък;}$$

t_c - времето до начало на свързването на цимента;

t_0 - време за доставяне на една порция бетонова смес;

$$t_c - t_0 = 2\text{h};$$

$K = 0,7$ – коефициент на неравномерен приток на бетонова смес;



$$h \leq \frac{Q_c(t_c - t_0)k_H}{F} = \frac{16,83 \cdot 2 \cdot 0,7}{5,04} = 4,67 \text{ m} \rightarrow \text{избрани са 5 работни участъка с ширина по}$$

4m.

Меродавни при избора на помпа се указват техническите ѝ характеристики и в частност геометричните и габарити. Нужно е при позициониране на автобетонпомпата над устоя, да е възможно подаването на бетонов разтвор до края на отвора.

Броят на автобетонсмесителите с вместимост 9000 l се определя по формулите:

$$t_q = t_n + \frac{2 \cdot l}{v_{cp}} + t_p = 12 \text{ min} + \frac{2 \cdot 15 \text{ km}}{35 \text{ km/h}} \cdot 60 + 12 \text{ min} = 76 \text{ min}$$

$$\Pi = \frac{60}{t_q} V \cdot k_H \cdot k_\epsilon = \frac{60}{76} \cdot 9,0 \cdot 9,0 \cdot 8 = 5,11 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$n_{м.с.} = \frac{Q}{\Pi} + 1 = \frac{16,83}{5,11} + 1 \approx 4 \text{ броя автобетоновози;}$$

Г. ГРАФИЧНА ЧАСТ

Графичната част на идейното решение съдържа следните чертежи:

1. Генерален план – М 1:75;
2. Изглед – М 1:50;
3. Котражен план – М 1:75;
4. Надлъжен разрез – М 1:50;
5. Напречни разрези – М 1:50
6. Котражен план на устой – М 1:50, 1:25;