

**2/1-1.16.1 НАСЛОВНА СТРАНА**

**2/1-1.16 Мост на км 101+980,62**

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/IV, Београд
Објекат:	Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	<b>ИДП Идејни пројекат</b>
Назив и ознака дела пројекта:	<b>2/1-1.16 Мост на км 101+980,62</b>
За грађење / извођење радова:	Нова градња и реконструкција
Пројектант:	Саобраћајни институт ЦИП, д.о.о. Немањина 6/IV, Београд 351-02-02009/2017-07
Одговорно лице пројектанта:	Генерални директор: Милутин Игњатовић, дипл. инж.
Потпис:	
Одговорни пројектант:	Синиша Михајловић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр.310 4821 03
Потпис:	
Број дела пројекта:	2017-728-КОН-2/1-1.16
Место и датум:	Београд, јул 2020.

**2/1-1.16.2. САДРЖАЈ**

2/1-1.16.1.	Насловна страна
2/1-1.16.2.	Садржај
2/1-1.16.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/1-1.16.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/1-1.16.5.	Текстуална документација
2/1-1.16.5.1	Технички извештај
2/1-1.16.6.	Нумеричка документација
2/1-1.16.6.1	Статички прорачун
2/1-1.16.6.2	Предмер и предрачун радова
2/1-1.16.7.	Графичка документација
2/1-1.16.7.1	План постојећег моста
2/1-1.16.7.2	Општа диспозиција

**2/1-1.16.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА**

На основу члана 128. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10- УС, 24/11, 121/12, 42/13-УС, 50/13-одлука УС, 98/13- УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/19 и 37/19 и др. закон) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019 ) као:

**ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ**

за израду **2/1-1.16 Пројекат Моста на км 101+980,62**, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач., К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, одређује се:

Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ. \_\_\_\_\_ 310 4821 03

Пројектант: САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.,  
Београд Немањина 6/IV

351-02-02009/2017-07

Одговорно лице/заступник: Генерални директор: Милутин Игњатовић, дипл.инж.

Потпис:



Број техничке документације: 2017 - 728

Место и датум: Београд, мај 2020.год.

**2/1-1.16.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА**

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.16 Пројекат Моста на км 101+980,62**, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град

Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ.

**ИЗЈАВЉУЈЕМ**

1. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;
2. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат, прописаних елаборатима и студијама

Одговорни пројектант ИДП: Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ.

Број лиценце: 310 4821 03

Потпис:



Број техничке документације: 2017 - 728

Место и датум: Београд, мај 2020. год.

**2/1-1.16.5 ТЕКСТУАЛНА  
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

## **2/1-1.16.5.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ**

**ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ**

**ПРОЈЕКАТ МОСТА на стационачи км 101+980,62**

**1. УВОД**

На новој траси двоколосечне пруге Нови Сад - Суботица (мађарска граница), пројектованој за брзину од 200 km/h, уместо постојећег железничког моста преко канала Јегричка, пројектован је нови железнички мост на стационачи км 101+980,62, десног колосека.

Подлоге за пројектовање су:

- Пројектни задатак.
- Подаци из железничког сектора.
- Подаци из сектора за путеве.
- Геотехничка испитивања.
- Остали релевантни пројекти.

**2. ОПШТЕ ИНФОРМАЦИЈЕ**

	ПРУГА	Пут
Врста	Нови Сад - Суботица - Келебија	Канал Јегричка
Деоница	101+980,62 km	-
Нивелета (m)	84,03	75,70
Ширина	13,55 m (2 колосека)	21,00 / 5,40 m
Пад	-	-
Хоризонтално поравнање	равно	равно
Вертикално поравнање	равно	-
Нагиб косине	1:1,5	1:2

Укрштање десног колосека и канала Јегричка је на стационачи км 101+980,62, под углом од 90°.

Просечна кота терена: 80,0 m

Број стубова: 2

Распон: 21,80 m у главној оси моста.

Дужина конструкције: 23,20 m

По пројекту железничког моста постоји разлика од приближно 3,55 m између максималног нивоа воде 78,35 m и доње ивице конструкције која износи 81,90 m.

### 3. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Конструкција моста је армирано бетонска конструкција са убетонираним носачима ( filler beam ). Статички прорачун спроведен је коришћењем програмског пакета „Axis VM“. Анализа оптерећења урађена је за све типове оптерећења по важећим „Eurocode“ стандардима за оптерећења на железничким мостовима: основно (сопствено и додатно стално) оптерећење, динамичко оптерећење са одговарајућим динамичким коефицијентом за возила по европском моделу оптерећења возова „UIC71“, додатна оптерећења (скупљање, разлике у температури, промене у температури, сила кочења и покретања воза) и сеизмичке силе. Оптерећења су сагласна са важећим прописима. Сва оптерећења су одређена у складу са применљивим „Eurocode“ прописима.

### 4. ФУНДИРАЊЕ

Земљиште у области моста ће се испитати помоћу геотехничких бушења и тестирања статичке пенетрације (СРТ). Попречни пресеци бушења и СРТ дијаграми су унети у цртеж диспозиције. С обзиром на прорачунато оптерећење од моста и на резултате геотехничких испитивања, предвиђено је да темељи конструкције буду на бушеним шиповима. Шипови Ø900 и наглавне греде са арматуром В500-В су планиране за крајње и средишње стубове. Темељи су израђени од бетона С25/30.

Максимална номинална сила у шипу Ø900 износи 2625 kN на средњим стубовима, што је мање од капацитета носивости шипова по стандарду „EN 1997-1“ и „EN 1997-2“.

<b>D=0,9m бушени шип</b>	<b>Стуб А</b>	<b>Стуб В</b>
Нивелета наглавне греде (m)	76,20	76,20
Горња нивелета шипа (m)	60,50	60,50
Дужина шипа (m)	15,70	15,70
Број шипова	10	10
Гранична носивост (kN)	3228	3228

### 5. ДОЊИ СТРОЈ

Доњи строј се ослања на армиранобетонске обалне стубове који заузимају управан положај у односу на главну осу моста. Ширина обалних стубова износи 12,55 m, висина износи 4,13 m и они су померени у сегментима. Обални стубови преносе оптерећење на наглавну греду шипа висине 1,50 m, димензија 4,50x13,20 m, која се може поставити испод заштите бочног зида.

Дебљина потпорног зида износи 1,10 m. Укупна дужина паралелних крила који су повезани са обалним стубовима износи 5,90 m, а њихова дебљина износи 60 cm.

Два реда бушених шипова 2 x 5 ком, пречника Ø0,90 m ће бити припремљена ради израде темеља обалних стубова.



## **6. ГОРЊИ СТРОЈ**

Укупна ширина једнораспонске, армиранобетонске конструкције горњег строја која се изводи независно испод два колосека износи 12,55 m, са конзолним плочама за пешачке стазе ширине 85 cm са обе стране.

Са две стране дна баласта чија укупна ширина износи 9,26 m изведена је потпора за баласт у ширини од 2 x 25 cm. У горњем строју се мора поставити укупно 18 носача HE 1000x579 квалитета S355, испод оба колосека.

Са обе стране, ширина тротоара од 100 cm је обезбеђена оградом. Горња равна горњег строја прати нивелету пруге и биће изолована и заштићена од кишнице.

Изолација ће такође бити постављена на потпору баласта и биће непрекидна на дужини од 2,5-2,5 m пре и након моста.

Слојеви изолације:

- Хидроизолациона гума дебљине 2,5 cm
- Водонепропусна заштита дебљине 5 cm
- Изолација дебљине 1 cm
- Слој бетона за косину
- Изолација дебљине 1 cm

Конструктивна висина: 2,28-2,38 m

## **7. ПРОЈЕКТОВАЊЕ НАСИПА**

Паралелни армиранобетонски крилни зидови се налазе у склопу потпорног зида и управних крила на које се ослања банка за потпору насипа припајајуће обалоутврде.

Нагиб насипа железничке пруге: 1:1,5.

Степениште за инспекцију ће бити изграђено од префабрикованог бетона ојачаног влакнима, са оградом и биће постављено са десне стране пре моста и са леве стране након моста.

## **8. ПРЕЛАЗАК СА МОСТА НА НАСИП**

Почев од потпорног зида, у дужини од 10,00 m, бетонска плоча дебљине 40 cm.

Испод, са преклапањем ~1:2 ради постепене промене крутости колосека железничке пруге:

- Зона I : побољшање тла са  $D_{pr} > 0,98$  и  $q_{u.28d} > 1,0$  MPa
- Зона II : насипање се врши у слојевима <30 cm са  $D_{pr} > 1,0$

Армиранобетонска плоча са изолацијом се ослања на наглавне греде.

Банкине су са крањим стубовима повезане поплочаном површином.

## **8. ДРЕНАЖА**

Иза потпорних зидова, прикупљена вода се дренира директно на тло преко попречних одвода. Кишница прихваћена горњим стројем се одводи преко крајњих стубова ка армиранобетонској плочи са изолацијом. Та армиранобетонска плоча се ослања на наглавне греде на чијим крајевима вода долази до одводне цеви. Вода која се одводи са обе стране пролази преко каналета на косини и наставља ка јарку са водом.

## **9. СЕКУНДАРНИ ЕЛЕМЕНТИ И ОПРЕМА МОСТА**

Еластомерни јастуци се постављају испод горњег строја и на лежајеве од синтетичке гуме. На спољашној страни тротоара потребно је поставити заштитну ограду висине 1,2 m. Код обалних стубова моста, сервисне стазе се настављају, тако да њихов почетни ниво буде исти као и ниво конзолне плоче, а затим достигне банкину на прузи у правцу колосека са рампом. У оквиру тротоара, спроведена је кабловица која се наставља преко крајњих стубова и у оси је кабловице изведене на мосту. Са десне стране потребно је изградити наменски канал за каблове доњег строја. Вертикалне мерне тачке ће бити бетониране на средњем панелу риголе и изнад потпоре. У области 50 m од моста одредиће се референтна граница у складу са стандардима.

## **11. ИНВЕСТИЦИОНА ВРЕДНОСТ**

Укупна инвестициона вредност изградње новог моста износи **162,823,916.00 дин.**

**12. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ**

Класе бетона:

Елемент	Бетон	Арматура	Заштитни слој од бетона
Прелазна плоча	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5
Ивична греда и тротоар	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5.0
Армиранобетонски потпорни зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5.0
Шипови и наглавне греде шипова	C 25/30, XC2, V-II	B500B	5.0
Мршав бетон	C 12/15 or C 16/20, X0	B500B	

Структурни челик: S 355 J2+M

Децембар, 2018. Београд

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ:



Михајловић Синиша. дипл.грађ. инж.  
Број лиценце: 310 4821 03

**2/1-1.16.6 НУМЕРИЧКА  
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

## **2/1-1.16.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН**

## Садржај

### ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

#### СТАНДАРДА И ПРОПИСА

#### ПОДАЦИ

#### МАТЕРИЈАЛА

#### И УТИЦАЈИ НА КОНСТРУКЦИЈУ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, СОПСТВЕНА ТЕЖИНА

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТЕЧЕЊЕ И СКУПЉАЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ - САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

САОБРАЋАЈНА ОПТЕРЕЋЕЊА НА ЖЕЛЕЗНИЧКОМ МОСТУ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЊЕ НА ПУТЕВИМА

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТЕМПЕРАТУРА

#### ОПТЕРЕЋЕЊА

СТАЊЕ НОСИВОСТИ

И СЕИЗМИЧКА ОПТЕРЕЋЕЊА

СТАЊЕ УПОТРЕБЉИВОСТИ

ВРЕДНОСТИ  $\Psi$

### КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Примењен софтвер коначних елемената

#### ЕЛЕМЕНАТА ГОРЊЕГ СТРОЈА

АНАЛИЗА ПОПРЕЧНИХ ЧЕЛИЧНИХ НОСАЧА АБ ПЛОЧЕ

КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

ГЕОМЕТРИЈЕСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОПРЕЧНИХ НОСАЧА АБ ПЛОЧЕ

КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА

ОПТЕРЕЋЕЊА

ФАКТОРИ ЗА ИЗЈЕДНАЧАВАЊЕ ОШТЕТЕ

ПРОРАЧУНСКИ НАПОНИ

КАПАЦИТЕТ НОСИВОСТИ У ФАЗИ ИЗГРАДЊЕ

КАПАЦИТЕТ НОСИВОСТИ У ЗАВРШНОЈ ФАЗИ

АНАЛИЗА ЗАМОРА У II: ФАЗИ НАПОНСКОГ СТАЊА (ЕЛАСТИЧНО СТАЊЕ)

ПРОВЕРА ДЕФОРМАЦИЈА (ПОМЕРАЊА И ОБРТАЊА)

АНАЛИЗА АРМИРАНО БЕТОНСКЕ ПЛОЧЕ

УНУТРАШЊЕ СИЛЕ И МОМЕНТИ У ПОПРЕЧНОМ СМЕРУ

КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

**АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА ПОТПОРНОГ ЗИДА**

КОЛИЧИНА АРМИРАЊА ПОТПОРНОГ ЗИДА

КОЛИЧИНА АРМИРАЊА КРУЛНИХ ЗИДОВА

**АБ ПЛОЧЕ**

СИЛЕ И МОМЕНТИ

АРМИРАЊА

**ОСЛОНАЦА**

# I. УНОСНИ ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

## 1. ЛИСТА СТАНДАРДА И ПРОПИСА

Следећи стандарди ће бити употребљени за статички прорачун:

ЕВРОКОД 0 (EN 1990) – Основе прорачуна конструкција

ЕВРОКОД 1 (EN 1991) – Дејства на конструкције

ЕВРОКОД 2 (EN 1992) – Пројектовање бетонскиџ конструкција

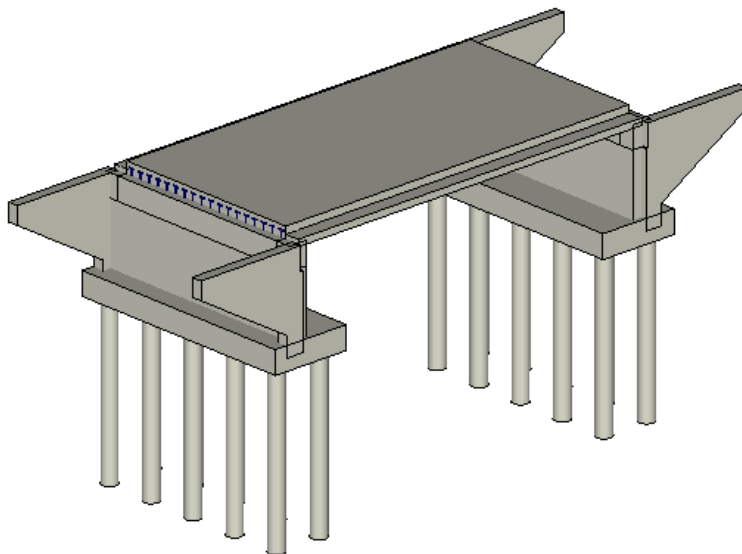
ЕВРОКОД Е 7 (EN 1997) – Геотехничко пројетковање

ЕВРОКОД Е 8 (EN 1998) – Пројектовање сеизмички отпорних конструкција

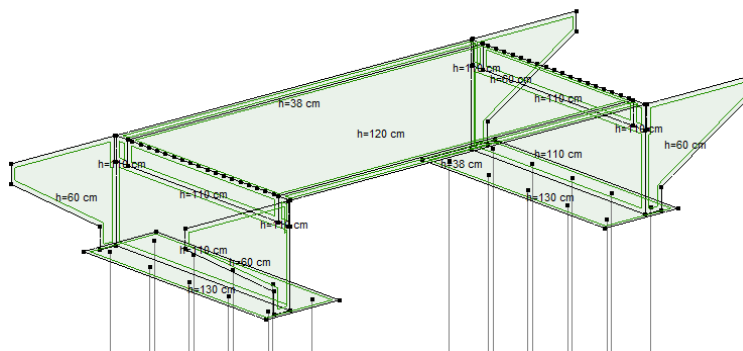
Уз горе наведене стандарде, сви додатци, промене као и сви српски национални анекси бити ће поново додати за сваки појединачни део еврокода.

## 2. ОПШТИ ПОДАЦИ

Горњи и доњи строј конструкције моделиран је употебом софтвера коначних елемената – AXIS VM. Модел представља финалну форму конструкције. У моделу коначних елемената, сви елементи су моделирани са љускастим елементима.



*3D поглед*



*Дебљина елемента*



### 3. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

#### 3.1. Бетон

У складу са EN 1992-1-1, EN 1992-2 као и EN 206.

Бетонска стаза	C 35/45, XC4, XF1, V-II
АБ потпорни зидову	C 30/37, XC4, XF1, V-II
Наглавне греде и шипови	C 25/30, XC2, V-II

#### 3.2. Арматура

У складу са EN 1992-1-1, EN 1992-2 као и EN 10080.

Арматура В 500В

### 4. ДЕЈСТВА И УТИЦАЈИ НА КОНСТРУКЦИЈУ

#### 4.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, Спољшвена тежина

Спољшвена тежина конструктивног материјала, застора, насипа и осталих материјала присутних у виду сталног оптерећења бити ће прорачунати и складу са Анексом А у EN 1991-1-1.

##### 4.1.1. Вертикално оптерећење

Стално оптерећење конструкције је у складу са номиналним димензијама, као и са средњим вредностима јединичних маса, дефинисаним следећим запреминским тежинама:

- Армирани бетон:	$\gamma = 25.00 \text{ kN} / \text{m}^3$
- Конструктивна арматура:	$\gamma = 78.50 \text{ kN} / \text{m}^3$
- Асфалт:	$\gamma = 24.00 \text{ kN} / \text{m}^3$
- Цементна стабилизација:	$\gamma = 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3$
- Насип:	$\gamma = 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3$
- Застор:	$\gamma = 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3$

##### Железнице:

- Шине:	$2.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Електрична опрема:	$1.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Прагови:	$3.68 \text{ kN} / 0.6 \text{ m} = 6.13 \text{ kN} / \text{m}$
- Ширином од 3.00 m	$3.04 \text{ kN} / \text{m}^2$ (одузета запремина застора $\rightarrow 1.41 \text{ kN} / \text{m}^2$ )

- Застор:	$0.55 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 11.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Будуће стално оптерећење:	$0.10 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 2.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Заштита изолације:	$0.05 \text{ m} \times 24.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 1.2 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Изолација:	$0.01 \text{ m} \times 16.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 0.16 \text{ kN} / \text{m}^2$
	$14.36 \text{ kN} / \text{m}^2$

#### Бетонски парапет, службена стаза у близини железнице и конзола испод службене стазе

- Бетонски парапет и службена стаза :  $0.690 m^2 \times 25 kN/m^3 = 17.25 kN/m$
- Конзола:  $0.323 m^2 \times 25 kN/m^3 = 8.08 kN/m$   
 $25.33 kN/m$

#### Инсталације, разно:

- Челична службена ограда  $0.50 kN/m$

### 4.1.2. Хоризонтално оптерећење

#### Притисак земљишта

Геотехнички параметри за оптерећење од притиска земљишта на конструкцију:

- Запреминска тежина насипа  $\gamma = 20.00 kN/m^3$
- Угао унутрашњег трења земљишта  $\varphi = 30^\circ$
- Адхезија  $a = 0 kN/m^2$

To calculate the horizontal and vertical active / passive earth pressure and earth pressure at rest on the structure, the following parameters were used:

- Коефицијент притиска земљишта у стању мировања  $K_0 = 1 - \sin\varphi = 0.500$
- Коефицијент активног притиска земљишта  $K_a = \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)^2 = 0.333$
- Коефицијент пасивног притиска земљишта  $K_p = \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)^2 = 3.000$

Хоризонтални притисак услед сабијања узет је у обзир само на делу затвореног рама где је оно веће од хоризонталног притиска земљишта:

- Хоризонтални притисак земљишта услед сабијања  $p_{comp.k} = 40.00 kN/m^2$

### 4.2. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, Течење и скупљање

Утицаји течења и скупљања узета су у обзир у складу са EN 1992-2 и базирани су на следећим параметрима:

- Релативна влажност окружења: RH = 75%
- Цемент уобичајеног очвршћавања
- Карактеристике попречног пресека  $h_0 = A_c/U$  (аутоматски генерисано)
- Време утовара у складу са фазом конструкције
- $t_\infty = 30.000$  дана

### 4.3. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ – САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

#### Разматрано саобраћајно оптерећење на железничком мосту:

- МОДЕЛ ОПТЕРЕЋЕЊА LM71 у складу са EN 1991-2
- Нормално саобраћајно оптерећење представљено моделом оптерећења 1 (LM1).  
У складу са EN 1991-2, за LM1,  $\alpha_Q = \alpha_q = 1,0$ .

#### 4.3.1. Саобраћајна оптерећења на железничком мосту

##### Коефицијент класификације

Класификована вертикална оптерећења:  $\alpha = 1.00$

##### Динамички фактор

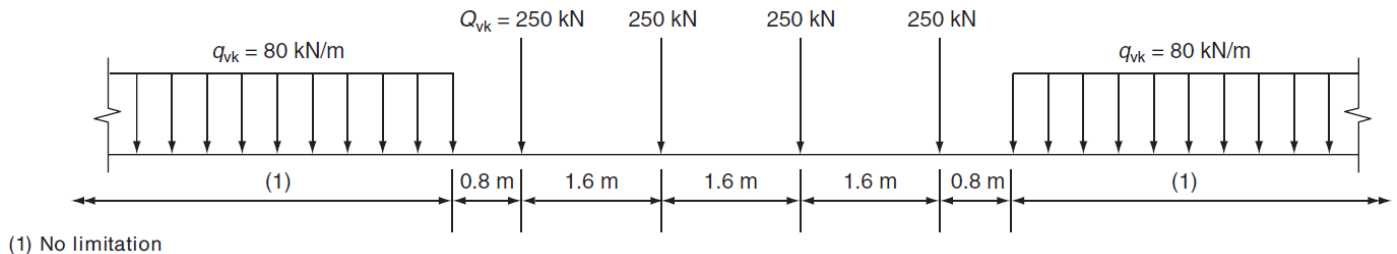
Динамички фактор који повећава статичко оптерећење нането моделом оптерећења 71, SQ/0 и SW/2 зависи од степена одржавања железничких трака

- За пажљиво одржавање траке  $1.00 \leq \Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.82 \leq 1.67$
- За стандардно државање траке  $1.00 \leq \Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \leq 2.00$

#### 4.3.1.1. Вертикално оптерећење

##### Модел оптерећења 71

LM71 представља статички утицај у виду вертикалног оптерећења као резултат нормалног железничког саобраћаја  
Распоред оптерећења као и карактеристичне вредности за вертикална оптерећења морају се усвојити према шеми

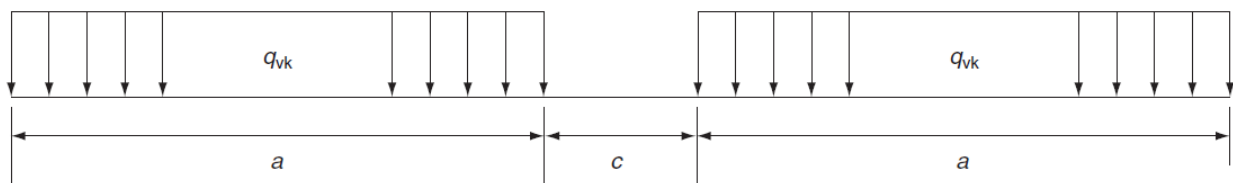


$$q_{LM71q} = 80 \text{ kN/m} / 6.40 \text{ m} = 26.6 \text{ kN/m}^2 \quad q_{LM71Q} = (4 \cdot 250 \text{ kN} / 6.40 \text{ m}) / 3.00 \text{ m} = 52 \text{ kN/m}^2$$

##### Модел оптерећења SW/0 и SW/2

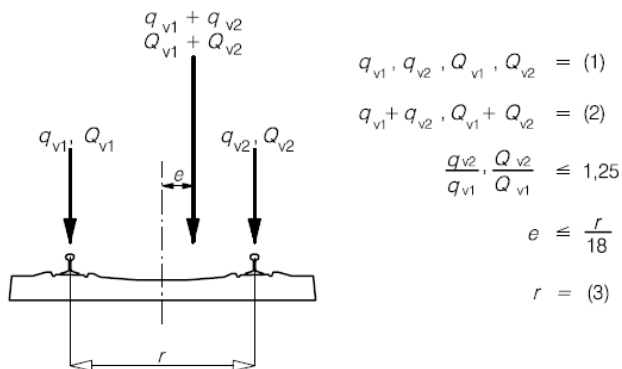
Модел оптерећења SW/0 представља статички утицај вертикалног оптерећења као резултат нормалног железничког саобраћаја на континуалним гредама.

Модел оптерећења SW/2 представља статички утицај вертикалног оптерећења као резултат абнормалног железничког саобраћаја.



Load model	$q_{vk}$ (kN/m)	$a$ (m)	$c$ (m)
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

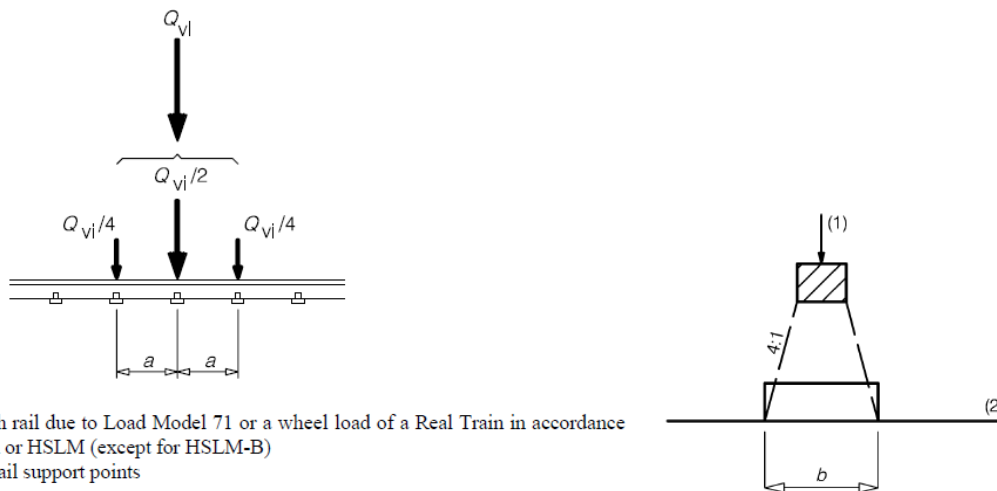
**Ексцентрицитет вертикалних оптерећења (Модели оптерећења 71 и SW/0)**



**Key**

- (1) Uniformly distributed load and point loads on each rail as appropriate
- (2) LM 71 (and SW/0 where required)
- (3) Transverse distance between wheel loads

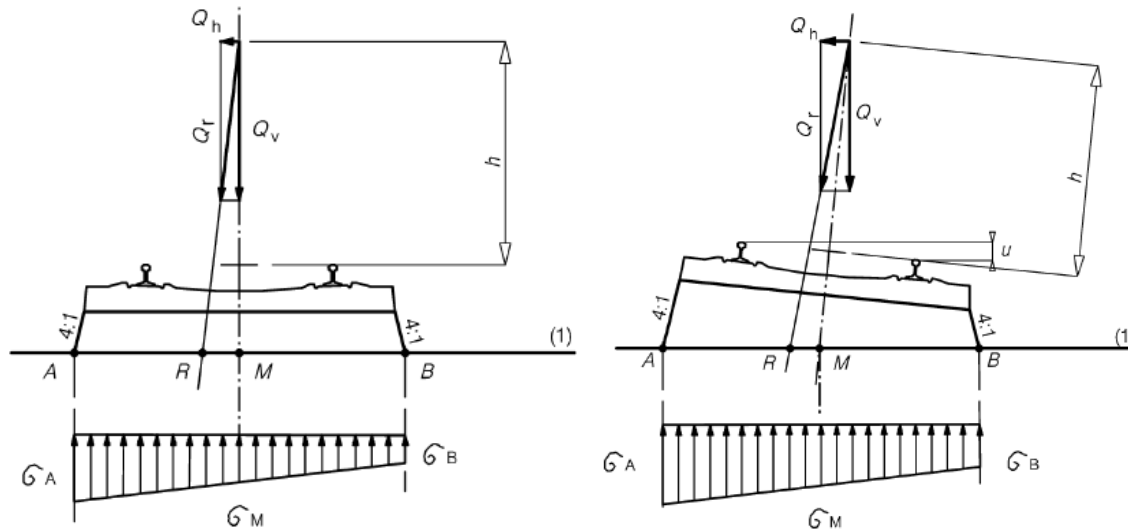
**Попрећна расподела концентрисаних оптерећења по шинама, праговима и по застору.**



**Key**

- $Q_{vi}$  is the point force on each rail due to Load Model 71 or a wheel load of a Real Train in accordance with 6.3.5, Fatigue Train or HSLM (except for HSLM-B)
- $a$  is the distance between rail support points

**Попрећна дистрибуција утицаја по праговима и по застору.**



### 4.3.1.2. Хоризонтално оптерећење

#### Центрифугалне силе

Када је железничка трака заобљена целом или делимичном дужином моста, центрифугална сила и трака се не може узети у обзир.

Центрифугалне силе требале би се предпоставити да делују у хоризонталном смеру висином од 1.80 m изнад проходне површине. За неке типове саобраћајног оптерећења, нпр. дупли контејнери, дотични пројекат би требао употребити повећану вредност  $h_t$ .

Карактеристична вредност центрифугалне силе мора се одредити према следећим једначинама – EN1991-2; (6.17 and 6.18)

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times Q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times Q_{vk}) \quad q_{tk} = \frac{v^2}{g \times r} (f \times q_{vk}) = \frac{V^2}{127r} (f \times q_{vk})$$

#### Дејство буке

Дејство буке се мора разумети као једна концентрисана хоризонтално дејствујућа сила, изнад шина, под правим углом на осу шине. Мора се применити на праве као и заобљене железничке траке.

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

#### Утицаји услед трења и кочења

Силе трења и кочења делују на горњој површини трака у подужном правцу шине. Морају се узети у обзир као једнакорасподељена дејства по одговарајућој утицајној дужини  $L_{a,b}$  трења и кочења на посматраном конструктивном елементу.

Смер дејства силе трења и кочења мора узети у обзир дозвољене смерове путања на свакој посебној траци.

Карактеристичне вредности силе трења и кочења се морају усвојити према следећим подацима:

Сила трења:  $Q_{lak} = 33 \text{ kN/m}$   $Q_{lak} \times L_{a,b} (m) \leq 1000 \text{ kN}$  за модел опт. 71, SW/0 као и SW/2 and HSLM

Сила кочења:  $Q_{lbk} = 20 \text{ kN/m}$   $Q_{lbk} \times L_{a,b} (m) \leq 6000 \text{ kN}$  за модел опт. 71, SW/0 као и HSLM

$Q_{lbk} = 35 \text{ kN/m}$  за модел опт. SW/2

#### Саобраћајна оптерећења на насип иза потпора и крилних зидова

##### LM71

$$q_k = 52 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q.k} = 0.500 \cdot 52 \text{ kN/m}^2 = 26 \text{ kN/m}^2$$

##### SW/2

$$q_k = 50 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q.k} = 0.500 \cdot 50 \text{ kN/m}^2 = 25 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.4. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, температура

##### ДЕЈСТВО ТЕМПЕРАТУРЕ

Температурна дејства дефинисана у складу са EN 1991-1-5

Униформно температурну дејство у складу са EN 1991-1-5

$$T_{min} = -27.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{max} = +35.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{ref} = +10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$
$$\Delta T_{N,con} = 33 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{N,exp} = +29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Линеарно температурно дејство у складу са EN 1991-1-5

$$\Delta T_{M,heat} = 15 \cdot 0.8 = 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{M,cool} = 18 \cdot 1.2 = 21.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Разматрана комбинација униформне и линеарне температуре:

$$\Delta T_M + 0.35 \cdot \Delta T_N \quad \text{или} \quad 0.75 \cdot \Delta T_M + \Delta T_N$$

## 5. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

Комбинације оптерећења су у складу са Анекс 2 у EN 1990.

### 5.1. Гранично стање носивости

#### Рачунске вредности дејстава за EQU (Set A):

Статичка равнотежа за саобраћајне и пешачке мостове биће проверена према следећим комбинацијама оптерећења:

- $Y_{G, \square} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где је G повољно
- $Y_{G, inf} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где G није повољно

За константне прорачунске услове, предлажу се следеће вредности за  $\gamma$ :

- $Y_{G, \square} = 1,05$
- $Y_{G, inf} = 0,95$
- $\gamma_Q = 1,45$  – За железничка оптерећења, где је неповољно. 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,35$  – За саобраћајна и пешачка дејства, где је неповољно. 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,50$  – За сва остала дејства ради константних услова, где је неповољно. 0 за повољно.
- $Y_P = \dot{\gamma}$  препоручене вредности дефинисани у одговарајућим еврокодovima

#### Рачунске вредности дејстава за STR/GEO (Set B):

Прорачун конструктивних елемената биће потврђене употребом следећих комбинација оптерећења.

- $Y_{G, \square} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где је G повољно
- $Y_{G, inf} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где G није повољно

Следеће вредности за  $\gamma$  су предложене:

- $Y_{G, \square} = 1,35$   
Ова вредност обухвата: сопствену тежину конструктивних и не-конструктивних елемената, застора, тла, подземне воде и слободне воде, уклонива оптерећења, итд.
- $Y_{G, inf} = 1,00$
- $\gamma_Q = 1,45$  – Када Q представља неповољна дејства као резултат железничког саобраћаја, 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,35$  – Када Q представља неповољна дејства као резултат коловозног или пешачког саобраћаја, 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,50$  – За остала саобраћајна оптерећења и других променљивих дејстава. Ова вредност представља: променљив хоризонтални притисак тла, подземну воду, слободну воду и застор, притисак земљишта услед саобраћајног оптерећења, саобраћајно аеродинамичко дејство, дејство ветра и топлотно дејство, итд.
- $Y_P = \dot{\gamma}$  предложене вредности дефинисане у одговарајућем Еврокоду.

### Рачунске вредности дејстава за STR/GEO (Set C):

Отпор тла ће се проверавати употребом следћих комбинација оптерећења:

- $Y_{G, \square} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где је G повољно
- $Y_{G, inf} \cdot G + Y_P \cdot P + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$  где G није повољно

The recommended set of values for  $\gamma$  are:

- $Y_{G, \square} = 1,00$
- $Y_{G, inf} = 1,00$
- $\gamma_Q = 1,15$  – For road and pedestrian traffic actions, where unfavourable, 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,30$  – За променљив хоризонтални притисак тла, подземну воду, слободну воду и застор, притисак земљишта услед саобраћајног оптерећења, 0 за повољно.
- $\gamma_Q = 1,30$  – За сва остала неповољна дејства, 0 за повољно.
- $Y_P = \dot{\gamma}$  предложене вредности дефинисане у одговарајућем Еврокоду.

### 5.2. Неочекивана и сеизмичка дејства

Рачунске вредности за неочекивана дејстава:

- $G + P + A_d + (\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}) + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$  или
- $G + P + A_d + (\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}) + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
- Променљиво дејство Q бити ће 0 где је повољно

Рачунске вредности сеизмичких дејстава:

- $G + A_{Ed} + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$  where  $A_{Ed} = \gamma_I \cdot A_{Ek}$
- Променљиво дејство Q бити ће 0 где је повољно
- Предложене вредности за  $\gamma = 1,00$  за сва не-сеизмичка дејства.

### 5.3. Гранично стање употребљивости

- Карактеристично:  $G + P + Q_{k,1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
- Често:  $G + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
- Квази-стално:  $G + P + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$



#### 5.4. Вредности $\psi$ фактора

Препоручене вредности  $\psi$  фактора за железничке мостове (у складу са EN 1990: 2002/A1, табела A2.3)

Railway bridges - Partial and combination factors						
Action			$\gamma_{Q,sup}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2^a$
LM71	Vertical forces	LM71	1.45	0.80	b	0
	Centrifugal forces	$Q_{tk}$		0.80	b	0
	Noising force	$Q_{sk}$		1.00	0.80	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge			0.80	b	0
	Aerodynamic effects	$q_{1,k}$		0.80	0.50	0
SW/2	Vertical forces	SW/2	1.20	0	1.00	0
	Centrifugal forces	$Q_{tk}$	1.20	0	1.00	0
	Noising force	$Q_{sk}$	1.20	1.00	0.80	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge		1.45	0.80	b	0
	Aerodynamic effects	$q_{1,k}$	1.20	0.80	0.50	0
Non-public footpath loads			1.50	0.80	0.50	0
Wind forces		$F_{wk}$	1.50	0.75	0.50	0
Thermal actions <sup>c</sup>		$T_k$	1.50	0.60	0.60	0.50
Construction loads		$Q_c$	1.50	1.00	-	1.00

<sup>a</sup> If deformation is being considered for persistent and transient design situations,  $\psi_2$  should be taken equal to 1.00 for rail traffic actions. For seismic design situations, see Table 8.9 of this Designers' Guide (EN 1990: 2002/A1, Table A2.5).

<sup>b</sup> 0.8 if 1 track only is loaded; 0.7 if 2 tracks are simultaneously loaded; 0.6 if 3 or more tracks are simultaneously loaded.

<sup>c</sup> See EN 1991-1-5.

Одређивање случајева оптерећења за железнички саобраћај (каракт. вредности вишекомпонентна дејства) (у складу са EN 1991-2, табела 6.11)

Number of tracks on structure			Groups of loads			Vertical forces			Horizontal forces			Comment		
1	2	≥3	Reference: sections of this Guide			6.7.2/6.7.3	6.7.3	6.7.4	6.9.3	6.9.1	6.9.2			
			Reference: EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2			
			Number of tracks loaded	Load group <sup>(8)</sup>	Loaded track	LM71 <sup>(1)</sup> SW/0 <sup>(1),(2)</sup> HSLM <sup>(6),(7)</sup>	SW/2 <sup>(1),(3)</sup>	Unloaded train	Traction, braking <sup>(1)</sup>	Centrifugal force <sup>(1)</sup>	Nosing force <sup>(1)</sup>			
█	█	█	1	gr 11	T <sub>1</sub>	I				1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 1 with max. longitudinal	
			1	gr 12	T <sub>1</sub>	I				0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 2 with max. transverse	
			1	gr 13	T <sub>1</sub>	I <sup>(4)</sup>				I	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. longitudinal	
			1	gr 14	T <sub>1</sub>	I <sup>(4)</sup>				0.5 <sup>(5)</sup>	I	I	Max. lateral	
			1	gr 15	T <sub>1</sub>					I	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Lateral stability with "unloaded train"	
	█	█	█	1	gr 16	T <sub>1</sub>		I		1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. longitudinal	
				1	gr 17	T <sub>1</sub>		I		0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. transverse	
		2	2	2	gr 21	T <sub>1</sub>	I			1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 1 with max longitudinal	
				2	gr 21	T <sub>2</sub>	I			1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 1 with max longitudinal	
		2	2	2	gr 22	T <sub>1</sub>	I			0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 2 with max. transverse	
				2	gr 22	T <sub>2</sub>	I			0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	Max. vertical 2 with max. transverse	
		2	2	2	gr 23	T <sub>1</sub>	I <sup>(4)</sup>			I	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. longitudinal
				2	gr 23	T <sub>2</sub>	I <sup>(4)</sup>			I	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	Max. longitudinal
		2	2	2	gr 24	T <sub>1</sub>	I <sup>(4)</sup>			0.5 <sup>(5)</sup>	I	I	I	Max. lateral
				2	gr 24	T <sub>2</sub>	I <sup>(4)</sup>			0.5 <sup>(5)</sup>	I	I	I	Max. lateral
2	2	2	gr 26	T <sub>1</sub>		I	I		1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. longitudinal		
		2	gr 26	T <sub>2</sub>		I	I		1 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	0.5 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. longitudinal		
2	2	2	gr 27	T <sub>1</sub>		I	I		0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. transverse		
		2	gr 27	T <sub>2</sub>		I	I		0.5 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	1 <sup>(5)</sup>	SW/2 with max. transverse		
		≥ 3	gr 31	T <sub>1</sub>		0.75			0.75 <sup>(5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	0.75 <sup>(5)</sup>	Additional load case		

(1) All relevant factors ( $\alpha$ ,  $\Phi$ ,  $f$ , ...) have to be taken into account.

(2) SW/0 has only to be taken into account for continuous span bridges.

(3) SW/2 needs to be taken into account only if it is stipulated for the line.

(4) Factor may be reduced to 0.5 if favourable effect; it cannot be zero.

(5) In favourable cases these non-dominant values have to be taken equal to zero.

(6) HSLM and real trains where required in accordance with EN 1991-2, 6.4.4 and 6.4.6.1.1.

(7) If a dynamic analysis is required in accordance with EN 1991-2, 6.4.4 see also 6.4.6.5(3) and 6.4.6.1.2.

(8) See also EN 1990: 2002/A1, Table A.2.3.<sup>3</sup>

█ Dominant component action as appropriate

█ to be considered in designing a structure supporting one track (Load Groups 11–17)

█ to be considered in designing a structure supporting two tracks (Load Groups 11–27 except 15). Each of the two tracks has to be considered as either T<sub>1</sub> (Track 1) or T<sub>2</sub> (Track 2)

█ to be considered in designing a structure supporting three or more tracks; (Load Groups 11 to 31 except 15). Any one track has to be taken as T<sub>1</sub>, any other track as T<sub>2</sub> with all other tracks unloaded. In addition the Load Group 31 has to be considered as an additional load case where all unfavourable lengths of track T<sub>1</sub> are loaded.

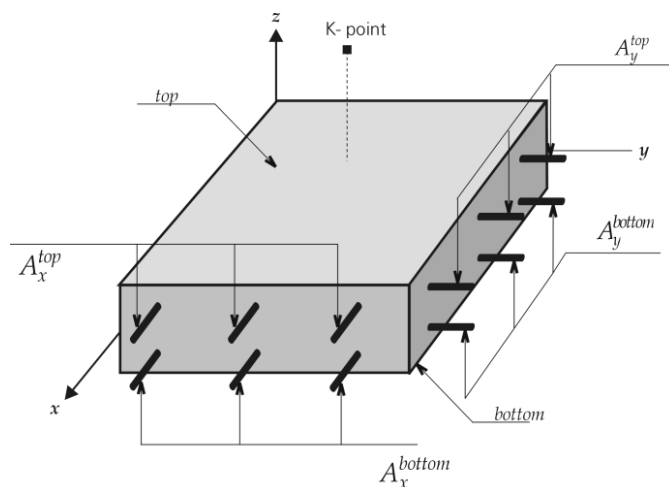
## II. АНАЛИЗА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

### 1. Примењен софтвер коначних елемената – AXIS VM

Конструкција је моделирана употребом софтвера коначних елемената – AXIS VM. Модел представља финалну структуру.

#### Општи параметри армирања и прорачун потребне арматуре – модул RC1

Опште армирање се може прорачунати у складу са Евркодом 2. Прорачун армирања мембране, плоче, и љускастих елемената базиран је на трећем напонском стању. Правац армирања исти је са и локални смеровима  $x, y$  координата. Номимални момент савијања као и одговарајуће аксијалне чврстоће су одређене на бази спреченог оптималног прорачуна.



Резултујући компоненти

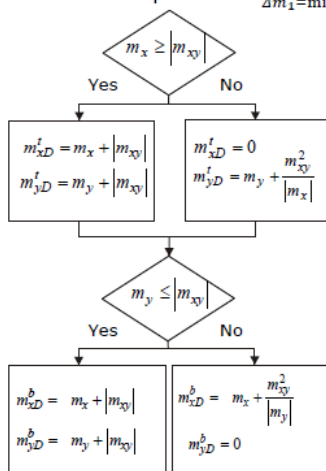
- $mxD, myD,$
- $pxD, pyD:$  рачунска дејства
- $axb:$  рачунска површина армирања доњег појаса у 'x' правцу
- $ayb:$  рачунска површина армирања доњег појаса у 'y' правцу
- $axt:$  рачунска површина армирања горњег појаса у 'x' правцу
- $ayt:$  рачунска површина армирања горњег појаса у 'y' правцу

Минимална дебљина заштитног слоја: Софтвер одређује минималну горњу и доњу дебљину заштитног слоја у складу са класом изложености по важећем стандарду.

## Прорачун ортогоналне x/y арматуре по Еврокоду 2

If  $m_x, m_y, m_{xy}$  are the internal forces at a point, then the nominal moment strengths are as follows:

The moment optimum is:  $\Delta m_2 = 0$   
 $\Delta m_1 = \min!$   $m_x \geq m_y$



Софтвер одређује потребну затезну и притиснуту арматуру.

Следеће вредности су представљене као резултати:  $a_{xb}$ ,  $a_{xt}$ ,  $a_{yb}$ ,  $a_{yt}$ .

Представљају прорачунату арматуру горњег и доњег појаса у 'x' и 'y' правцу.

### Локалне координате система коначних елемената у 3D моделу.

Боје: **x** = црвено, **y** = жуто, **z** = зелено.



### Узети у обзир минималну површину армирања

Софтвер одређује потребну минималну површину армирања горњег и доњег појаса у складу са важечим стандардима. Ако је прорачуната количина армирања мања од ових вредности, усвајати минималну површину армирања

### Униформне боје су представљене за количину армирања

$$\emptyset 32/20 \text{ cm} + \emptyset 32/20 \text{ cm} \rightarrow 8042 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 25/20 \text{ cm} + \emptyset 32/20 \text{ cm} \rightarrow 6476 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 25/20 \text{ cm} + \emptyset 25/20 \text{ cm} \rightarrow 4909 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 20/20 \text{ cm} + \emptyset 25/20 \text{ cm} \rightarrow 4025 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 20/20 \text{ cm} + \emptyset 20/20 \text{ cm} \rightarrow 3142 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 16/20 \text{ cm} + \emptyset 20/20 \text{ cm} \rightarrow 2576 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 25/20 \text{ cm} \rightarrow 2454 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 16/20 \text{ cm} + \emptyset 16/20 \text{ cm} \rightarrow 2010 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 20/20 \text{ cm} \rightarrow 1571 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 16/20 \text{ cm} \rightarrow 1005 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset 12/20 \text{ cm} \rightarrow 565 \text{ mm}^2$$

## 2. АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА ГОРЊЕГ СТРОЈА

У даљем тексту  
28 days - 28 дана

### 2.1. АНАЛИЗА ПОПРЕЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА НОСАЧА АБ ПЛОЧЕ

#### 2.1.1. Карактеристике материјала

АБ плоча: C35/45

- карактеристична чврстоћа бетона на притисак након 28 дана:

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- запреминска тежина:

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

- парцијални фактор сигурности:  $\gamma_c := 1.5$

- напон при макс. притиску:

$$\epsilon_{cu3} \cdot (1 - \lambda) = 0.7\text{‰}$$

- рачунска чврстоћа бетона на притисак:

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 23.3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- гранична дилатација бетона при притиску:

$$\epsilon_{cu3} = 3.5\text{‰}$$

- средња вредност аксијалног напрезања бетона:

$$f_{ctm} := 3.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- секантни модул еластичности бетона:

$$E_{cm} = 34.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

- коефицијент течења:

$$\Phi_{\text{too},28\text{days}} = 1.92$$

- карактеристична затезна чврстоћа бетона:

$$f_{ctk,0.05} = 2.25 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- модул еластичности - стално оптерећење:

$$\frac{E_{cm}}{1 + 1.1 \cdot \Phi_{\text{too},28\text{days}}} = 11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

- прорачунска вредност чврстоће бетона при притиску:

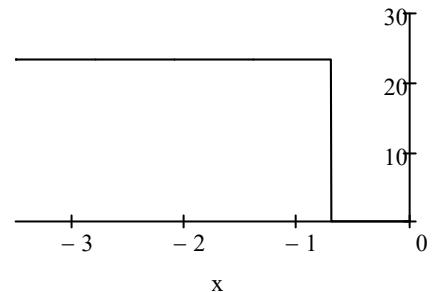
$$f_{ctd} := \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} \quad f_{ctd} = 1.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- модул еластичности - скупљање:

$$\frac{E_{cm}}{1 + 0.55 \cdot \Phi_{\text{too},28\text{days}}} = 16.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

- Дијаграм напрезања:

$$\sigma_{c,III} \left( \frac{x}{1000} \right) \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}$$



Арматура: S500B

- карактеристична аксијална чврстоћа:

$$f_{sk} := 500 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- strain at max. load:

$$\epsilon_{s,uk} := 2.5\text{‰}$$

- парцијални фактор сигурности:

$$\gamma_s := 1.15$$

- modulus of elasticity:

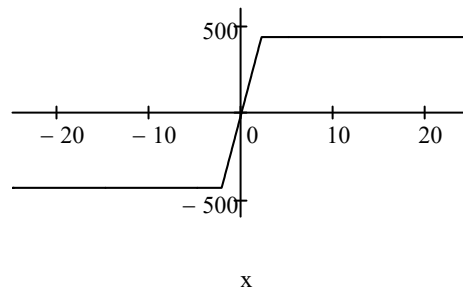
$$E_s := 200 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

- рачунска вредност чврстоће челика:

$$f_{sd} := \frac{f_{sk}}{\gamma_s} \quad f_{sd} = 435 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Дијаграм напрезања:

$$\sigma_s \left( \frac{x}{1000} \right) \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}$$



У даљем тексту  
otherwise - или

Конструктивни челик: S355

- карактеристична вредност границе развлачења:

$$f_{yk}(x) := \begin{cases} 355 \cdot \frac{N}{mm^2} & \text{if } x \leq 40mm \\ 335 \cdot \frac{N}{mm^2} & \text{if } 40mm < x \leq 80mm \\ 0 \cdot \frac{N}{mm^2} & \text{otherwise} \end{cases}$$

- дилатација при макс. оптерећењу:

$$\epsilon_{uk} := 2.5\%$$

- модул еластичности:

$$E := 210 \cdot \frac{kN}{mm^2}$$

- парцијални фактори сигурности:

$$\gamma_{M0} := 1.00 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \gamma_{M2} := 1.25$$

- запремина катежина:

$$\gamma_s := 7850 \frac{kg}{m^3} \cdot g$$

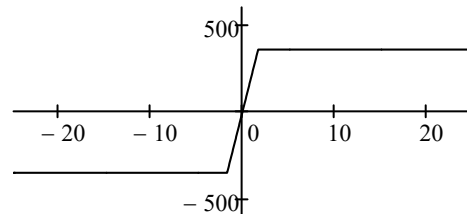
- рачунска чврстоћа челика:

$$f_{yd}(x) := \frac{f_{yk}(x)}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_s = 77.0 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

- Дијаграм напрезања:

$$\sigma_y \left( \frac{x}{1000}, 40mm \right) \cdot \frac{mm^2}{N}$$



x

Крива избочавања (услед аксијалног напрезања):

$$\phi_k(\lambda, \alpha) := \begin{cases} \Phi \leftarrow \frac{1}{2} \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2] \\ \phi_k \leftarrow \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \\ \phi_k \leftarrow 1 \text{ if } \lambda \leq 0.2 \\ \phi_k \end{cases}$$

Крива извијања (услед момента савијања):

$$\phi_{kif}(\lambda, \alpha) := \begin{cases} \Phi \leftarrow \frac{1}{2} \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.4) + \lambda^2] \\ \phi_k \leftarrow \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \\ \phi_k \leftarrow 1 \text{ if } \lambda \leq 0.4 \\ \phi_k \end{cases}$$

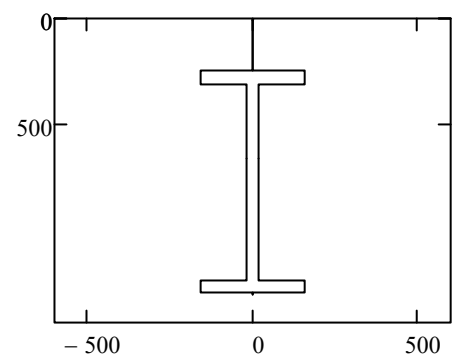
## 2.1.2. Геометријске карактеристике попречних носача АБ плоче

$l_t := 21.80 \cdot m$		распон моста
$sz := 5.425 m$	$sz = 5.425 m$	половина ширине конструкције
$n := 9$		број носача
$b_{bet} := \frac{sz}{n}$	$b_{bet} = 603 \cdot mm$	размак носача
$t_{bet} := 250 mm$		макс. дебљина АБ плоче
$t_{f_f} := 64 mm$		дебљина горње фланше
$b_{f_f} := 316 mm$		ширина горњег фланше
$t_w := 35 mm$		дебљина ребра
$h_w := 928 mm$		висина ребра
$t_{f_a} := 64 mm$		дебљина доње фланше
$b_{f_a} := 316 mm$		ширина доње фланше
$h_s := t_{f_f} + h_w + t_{f_a}$	$h_s = 1056 \cdot mm$	висина носача
$h_{bet} := t_{bet} + t_{f_f} \dots$ $+ h_w - 40 mm$	$h_{bet} = 1202 \cdot mm$	висина АБ плоче
$\Sigma h := t_{bet} + t_{f_f} \dots$ $+ h_w + t_{f_a}$	$\Sigma h = 1306 \cdot mm$	укупна висина спрегнутог носача

## 2.1.3. Карактеристике попречног носала

$$A_x := \int_{0 \cdot m}^{\Sigma h} Ger_s(x) dx$$

$$A_x = 729 \cdot cm^2 \quad \text{површина попречног пресека}$$



Попречни пресек носача

$$s_y := \frac{1}{A_x} \cdot \int_{0m}^{\Sigma h} x \cdot Ger_s(x) dx$$

$$s_y = 77.8 \cdot cm \quad \text{тежиште мерено од врха пресека}$$

$$J_y := \int_{0m}^{\Sigma h} (x - s_y)^2 \cdot Ger_s(x) dx$$

$$J_y = 1.230 \times 10^6 \cdot cm^4 \quad \text{момент инерције}$$

## 2.1.4. Оптерећења

У даљем тексту:  
parapet - парапет  
railway - шина  
cantilever - конзолна стаза

### Ознаке корисних оптерећења

- g<sub>1</sub> - сопствена тежина челичног и бетонског пресека
- g<sub>3</sub> - застор, шине, бетонски парапет, службена стаза и конзола испод стазе
- p - покретно оптерећење

### Стално оптерећење:

Сопствена тежина челичног и бетонског пресека:

$$g_1 := \left[ b_{\text{bet}} \cdot (\Sigma h - t_{f\_a}) - \int_{0 \cdot \text{m}}^{\Sigma h - t_{f\_a}} G_{e_s}(x) dx \right] \cdot \gamma_c + A_x \cdot \gamma_s \quad \boxed{g_1 = 23.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}}$$

Сопствена тежина: застор, шине, бетонски парапет, службена стаза и конзола испод стазе

$$g_{\text{parapet}} := 0.690 \text{m}^2 \cdot 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} + 0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{\text{parapet}} = 17.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{railway}} := \left( 1.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 14.36 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot 3 \cdot \text{m} \quad g_{\text{railway}} = 47.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{cantilever}} := 8.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{3\Sigma} := g_{\text{parapet}} + g_{\text{railway}} + g_{\text{cantilever}} \quad g_{3\Sigma} = 73.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Оптерећење на носачу:  $g_3 := \frac{g_{3\Sigma}}{n} \quad \boxed{g_3 = 8.13 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}}$

### Покретна оптерећа:

Модел опт. LM71:  $q_U := 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad F_U := 250 \cdot \text{kN}$

$$L_{\text{tam}} := l_t \quad L_{\text{tam}} = 21.8 \text{m}$$

$$\Phi_2 := \min \left( 2.00, \frac{2.16}{\sqrt{\frac{L_{\text{tam}}}{\text{m}} - 0.2}} + 0.73 \right) \quad \Phi_2 = 1.21 \quad \text{динамички фактор}$$

$$\text{SW/0:} \quad 133 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{SW/2:} \quad 150 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



## 2.1.5. ФАКТОРИ ЗА ИЗЈЕДНАЧАВАЊЕ ОШТЕТЕ

$\lambda_1$  фактор  
оштете услед  
сабраћаја

L	EC Mix
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100	0,60

$$\lambda_1 := \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 20 \\ 25 \end{pmatrix} m, \begin{pmatrix} 0,67 \\ 0,66 \end{pmatrix}, l_t \right] \quad \lambda_1 = 0,666 \quad l_t = 21,8 \text{ m}$$

traffic

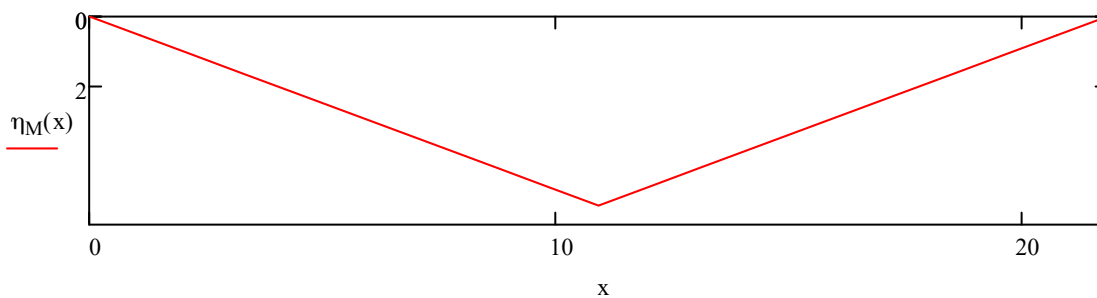
## 2.1.6. Прорачунски напони

Утицајне линије:

$$\xi := \frac{l_t}{2} \quad \text{положај попречног пресека (средина распона)}$$

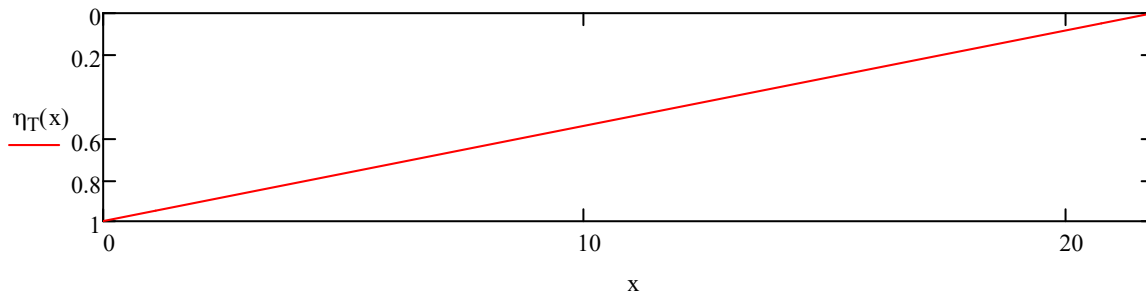
Утицајна линија за момент савијања:

$$x := 0 \cdot m, \frac{l_t}{20} \dots l_t \quad \eta_M(x) := \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} -1m & 0 & \frac{l_t}{2} & l_t & l_t \cdot 1,1 \end{pmatrix}^T, \begin{pmatrix} 0 & 0 & \xi & \frac{l_t - \xi}{l_t} & 0 & 0 \end{pmatrix}^T, x \right]$$



$\xi := 0$  положај попречног пресека (изнад ослонца)

Утицајна линија за трансверзалну силу:  $\eta_T(x) := \text{linterp}\left[(-1\text{m} \ -0.0001\text{m} \ 0 \ l_t \ l_t \cdot 1.1)^T, (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)^T, x\right]$



Моменти савијања и трансверзалне силе:

$$M_{g1} := g_1 \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_M(x) \, dx \quad M_{g1} = 1367.1 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{g1} := g_1 \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_T(x) \, dx \quad V_{g1} = 250.8 \cdot \text{kN}$$

$$M_{g3} := g_3 \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_M(x) \, dx \quad M_{g3} = 482.8 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{g3} := g_3 \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_T(x) \, dx \quad V_{g3} = 88.6 \cdot \text{kN}$$

$$M_{q_k} := p_k \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_M(x) \, dx \quad M_{q_k} = 297.0 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{q_k} := p_k \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{l_t} \eta_T(x) \, dx \quad V_{q_k} = 54.5 \cdot \text{kN}$$

$$M_{pU} := \max \left[ \begin{array}{l} \frac{1}{n} \cdot 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{\frac{l_t}{2} - (1.6\cdot\text{m} + 1.6\cdot\text{m} + 0.8\cdot\text{m})} \eta_M(x) \, dx + 250 \cdot \text{kN} \cdot \left( \eta_M\left(\frac{l_t}{2}\right) \dots \right. \\ \left. + 2 \cdot \eta_M\left(\frac{l_t}{2} - 1.6\cdot\text{m}\right) \dots \right. \\ \left. + \eta_M\left(\frac{l_t}{2} - 2 \cdot 1.6\cdot\text{m}\right) \right) \dots \\ + 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{0\cdot\text{m}}^{\frac{l_t}{2} - (1.6\cdot\text{m} + 0.8\cdot\text{m})} \eta_M(x) \, dx \\ \dots \\ \frac{1}{n} \cdot 150 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{(l_t - 25\text{m}) \cdot 0.5}^{(l_t + 25\text{m}) \cdot 0.5} \eta_M(x) \, dx \end{array} \right] \begin{array}{l} \text{LM71} \\ \text{SW2} \end{array}$$

$$M_{pU} = 990 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{pU} := \max \left[ \begin{array}{l} \frac{1}{n} \cdot \left( 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{1.6 \cdot \text{m} \cdot 3}^{l_t} \eta_T(x) dx + 250 \cdot \text{kN} \cdot \sum_{i=0}^3 \eta_T(0 \cdot \text{m} + i \cdot 1.6 \cdot \text{m}) \right) \\ \frac{1}{n} \cdot 150 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{(l_t - 25\text{m}) \cdot 0.5}^{(l_t + 25\text{m}) \cdot 0.5} \eta_T(x) dx \end{array} \right] \begin{array}{l} \text{LM71} \\ \text{SW2} \end{array}$$

$$V_{pU} = 181.7 \cdot \text{kN}$$

2 kN/m<sup>2</sup> оптерећење услед бетонирања:

$$p_{\text{tech}} := 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot b_{\text{bet}} \quad p_{\text{tech}} = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{tech}} := p_{\text{tech}} \cdot \int_{0 \cdot \text{m}}^{l_t} \eta_M(x) dx \quad M_{\text{tech}} = 71.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Рачунска вредност момента савијања у фази извођења:

$$M_{\text{Ed}_{\acute{e}p}} := \gamma_{\text{Gsup}} \cdot M_{\text{g1}} + \gamma_{\text{Qsup}} \cdot M_{\text{tech}}$$

$$M_{\text{Ed}_{\acute{e}p}} = 1949 \cdot \text{kNm}$$

Рачунска вредност момента савијања у завршној фази:

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_{\text{Gsup}} \cdot (M_{\text{g1}} + M_{\text{g3}}) + \gamma_{\text{Qsup}} \cdot \Psi_{0 \cdot \text{k}} \cdot \Phi_2 \cdot \alpha \cdot M_{\text{q}_k} + \gamma_{\text{Qsup}} \cdot \Phi_2 \cdot \alpha \cdot M_{\text{pU}}$$

$$M_{\text{Ed}} = 5370 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{\text{Ed}} := \gamma_{\text{Gsup}} \cdot (V_{\text{g1}} + V_{\text{g3}}) + \gamma_{\text{Qsup}} \cdot \Psi_{0 \cdot \text{k}} \cdot \Phi_2 \cdot \alpha \cdot V_{\text{q}_k} + \gamma_{\text{Qsup}} \cdot \Phi_2 \cdot \alpha \cdot V_{\text{pU}}$$

$$V_{\text{Ed}} = 985 \cdot \text{kN}$$

## 2.1.7. Капацитет носивости у фази изградње

Провера горње ивице:

$$A_{\text{red}} := b_{\text{f}_f} \cdot t_{\text{f}_f} + t_w^2 \cdot 6$$

$$J_{z_{\text{red}}} := \frac{b_{\text{f}_f}^3 \cdot t_{\text{f}_f}}{12}$$

$$i := \sqrt{\frac{J_{z_{\text{red}}}}{A_{\text{red}}}} \quad i = 78.1 \cdot \text{mm}$$

$$a := \frac{l_t}{4} = 5.45 \text{ m}$$

Потребно подупирање у фази извођења на четвртинама дужине носача

$$\nu := 1$$

$$\lambda := \frac{\nu \cdot a}{i}$$

$$\lambda = 69.8$$

$$\Phi_{\text{kif}} \left( \frac{\lambda}{76.4}, 0.49 \right) = 0.647$$

$$\frac{M_{\text{Ed}_{\acute{e}p}}}{J_y} \cdot [(\Sigma h - s_y) - h_s] = -84 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$> \frac{-f_{yk}(t_{\text{f}_f}) \cdot \Phi_{\text{kif}} \left( \frac{\lambda}{76.4}, 0.49 \right)}{\gamma_{\text{M1}}} = -173.37 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

**Задовољава!**

Провера доње ивице:

$$\frac{M_{\text{Ed}_{\acute{e}p}}}{J_y} \cdot (\Sigma h - s_y) = 84 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$< \quad f_{yd}(t_{\text{f}_a}) = 335 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Челични носач задовољава услове у фази извођења.}$$

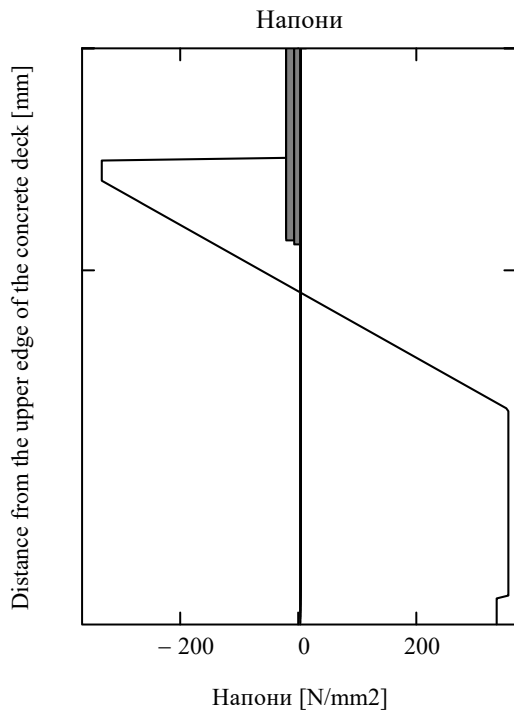
**Задовољава!**

## 2.1.8. КАПАЦИТЕТ НОСИВОСТИ У ЗАВРШНОЈ ФАЗИ

У даљем тексту  
linterp. - линеарна интер.

$$F_{vet}(x_s) := \left[ \begin{aligned} & \int_{0mm}^{x_s \cdot mm} b_{bet} \cdot \sigma_{c\_III} \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \cdot mm \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right] \right] dy \dots \\ & + \int_{0mm}^{x_s \cdot mm} Ger_s(y) \cdot \sigma_{c\_III} \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \cdot mm \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right] \right] dy \dots \\ & + \int_{t_{bet}}^{\Sigma h} Ger_s(y) \cdot \sigma_y \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \cdot mm \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right], t_s(y) \right] dy \end{aligned} \right] \cdot \frac{1}{kN}$$

$$x_s := \text{Пола} \left( F_{vet} \frac{\Sigma h}{mm}, 0, \frac{1}{1000}, 100 \right) 0mm \quad x_s = 552 \cdot mm \quad \text{положај неутралне осе мерено од горње фланше}$$



Отпорни момент спрегнут попречног пресека:

$$M_{Rd} := \int_{0mm}^{x_s} y \cdot b_{bet} \cdot \sigma_{c\_III} \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right] \right] dy \dots \\ + \int_{0mm}^{x_s} y \cdot Ger_s(y) \cdot \sigma_{c\_III} \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right] \right] dy \dots \\ + \int_{t_{bet}}^{\Sigma h} y \cdot Ger_s(y) \cdot \sigma_y \left[ \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 0mm \\ x_s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\epsilon_{cu3} \\ 0 \end{pmatrix}, y \right], t_s(y) \right] dy$$

$$M_{Ed} = 5370 \cdot kNm < M_{Rd} = 11643 \cdot kNm \quad \text{Отпорни момент задовољава услове.}$$

**Задовољава!**

$$\frac{V_{Ed}}{t_w \cdot (h_w - 50mm)} = 32 \cdot \frac{N}{mm^2} < \frac{f_{yd}(t_w)}{\sqrt{3}} = 205 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \text{Рачунска трансверзална сила задовољава услове!}$$

**Задовољава!**

Усваја се попречни носач са предпостављеним димензијама.

## 2.1.9. Анализа замора у II: фази напонског стања (еластично стање)

Прорачун момента за анализу напона:  $M_p := M_{pU}$   $M_p = 990.1 \cdot \text{kNm}$

Коефицијент сигурности - притисак:  $X_{\text{rep}} := 0.95 \cdot x_s$

### Прорачунски напони:

Површина попречног пресека (mm <sup>2</sup> )	7,29E+04	1,20E+05	1,20E+05	ГСН - пресек "К" - стање напона II				
Момент савијања (kNm)	1367,1	482,8	990,1					
Неутрална оса (mm)	778,0	574,2	574,2					
Инерција (mm <sup>6</sup> )	1,23E+10	2,12E+10	2,12E+10					
	h	Sl.g12	Sl.g3	Sl.P	SSl	Seng		
	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Горња ивица плоче	0	0,0	-2,1	-4,4				
Пукотине	524,42	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	<	0,00	<b>Задовољава!</b>
Горња фланша	250	-58,7	-7,4	-15,2				
Доња фланша	1306	58,7	16,7	34,2				

### Фактор за изједначавање оптере:

$\lambda_1 = 0.666$  фактор за оштећења услед саобраћајног дејства

$\lambda_3 := 1.0$  фактор за животни век моста - 100 год.

$\lambda_2 := 1$  фактор за саобраћајни интензитете;  $25 \times 10^6$  саобраћај/год.

$\lambda_4 := 1$  фактор за оптерећен конструктивни елемент

$$\lambda_f := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \lambda_f = 0.666$$

$\gamma_{Ff} := 1.00$  парцијални фактор услед дејства замора

$\gamma_{Mf} := 1.35$  парцијални фактор за отпор услед замора

### Провера доње фланше:

$$\sigma_{\min} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{min. stress}$$

$$\sigma_{\max} = 34.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{макс. напон}$$

$$k_s := \min \left[ 1, \left( \frac{25 \text{mm}}{t_{f-a}} \right)^{0.2} \right] = 0.83$$

$$\Delta\sigma_{71} := |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}|$$

$$\Delta\sigma_{71} = 34.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{опсег замора}$$

$$\Delta\sigma_C := 80 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{stress range related to } 2 \times 10^6 \text{ cycles}$$

$$\Phi_2 \cdot \gamma_{Ff} \cdot \lambda_f \cdot \Delta\sigma_{71} = 27.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} < \frac{k_s \cdot \Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 49 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{Димензије доње фланше задовољавају услове!}$$

### Провера горње фланше:

$$\sigma_{\min} = -15.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{мин. напон}$$

$$\sigma_{\max} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{макс. напон}$$

$$k_s := \min \left[ 1, \left( \frac{25 \text{mm}}{t_{f-f}} \right)^{0.2} \right] = 0.83$$

$$\Delta\sigma_{71} := |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}|$$

$$\Delta\sigma_{71} = 15.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{опсег напона - замор}$$

$$\Delta\sigma_C := 80 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{опсег напона } 2 \times 10^6 \text{ циклуса}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \lambda_f \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71} = 12.3 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} < \frac{k_s \cdot \Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 49 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{Претпостављене димензије задовољавају услове.}$$

Провера ребра:

$$\tau_{\min} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{мин. напон} \qquad \tau_{\max} := \frac{V_{pU}}{(h_w - 50\text{mm}) \cdot t_w} = 5.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{макс. напон}$$

$$\Delta\tau_{71} := |\tau_{\max} - \tau_{\min}| \qquad \Delta\tau_{71} = 5.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{опсег напона - замор}$$

$$\Delta\tau_C := 71 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \begin{array}{l} \text{опсег напона} \\ 2 \times 10^6 \text{ циклуса} \end{array}$$

$$\gamma_{FF} \cdot \lambda_F \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\tau_{71} = 4.8 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} < \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}} = 53 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{Претпостављене димензије задовољавају услове.}$$

### 2.1.10. Провера деформација (померања и обртања)

$$I_I := \text{Ger\_bet\_o}(n_{t1\_g3\_p}, h_{bet}) 0,2 \cdot \text{mm}^4 \qquad I_I = 2.70 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4 \quad \text{инерција - I напонско стање}$$

$$I_{II} := \text{Ger\_bet\_o}(n_{t1\_g3\_p}, x_s) 0,2 \cdot \text{mm}^4 \qquad I_{II} = 2.12 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4 \quad \text{инерција - II напонско стање}$$

Крутост конструкције:

$$I_{\text{def}} := \frac{I_I + I_{II}}{2} \qquad I_{\text{def}} = 2.41 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4$$

Угиб у средини распона:

Момент савијања услед оптерећења - LM71:

$$M_{pU} := \frac{1}{n} \cdot \left[ 80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \int_{0 \cdot \text{m}}^{\frac{l_t}{2}} (1.6 \cdot \text{m} + 1.6 \cdot \text{m} + 0.8 \cdot \text{m}) \eta_M(x) dx + 250 \cdot \text{kN} \cdot \left( \eta_M\left(\frac{l_t}{2}\right) \dots \right. \right. \\ \left. \left. + 2 \cdot \eta_M\left(\frac{l_t}{2} - 1.6 \cdot \text{m}\right) \dots \right. \right. \\ \left. \left. + \eta_M\left(\frac{l_t}{2} - 2 \cdot 1.6 \cdot \text{m}\right) \right) \right] \qquad M_{pU} = 622.467 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$e_M := \frac{5}{48} \cdot \frac{(\alpha \cdot \Phi_2 \cdot M_{pU}) \cdot l_t^2}{E_s \cdot I_{\text{def}}} \qquad e_M = 10.3 \cdot \text{mm} \qquad e_{\text{eng}} := \frac{l_t}{4800}$$

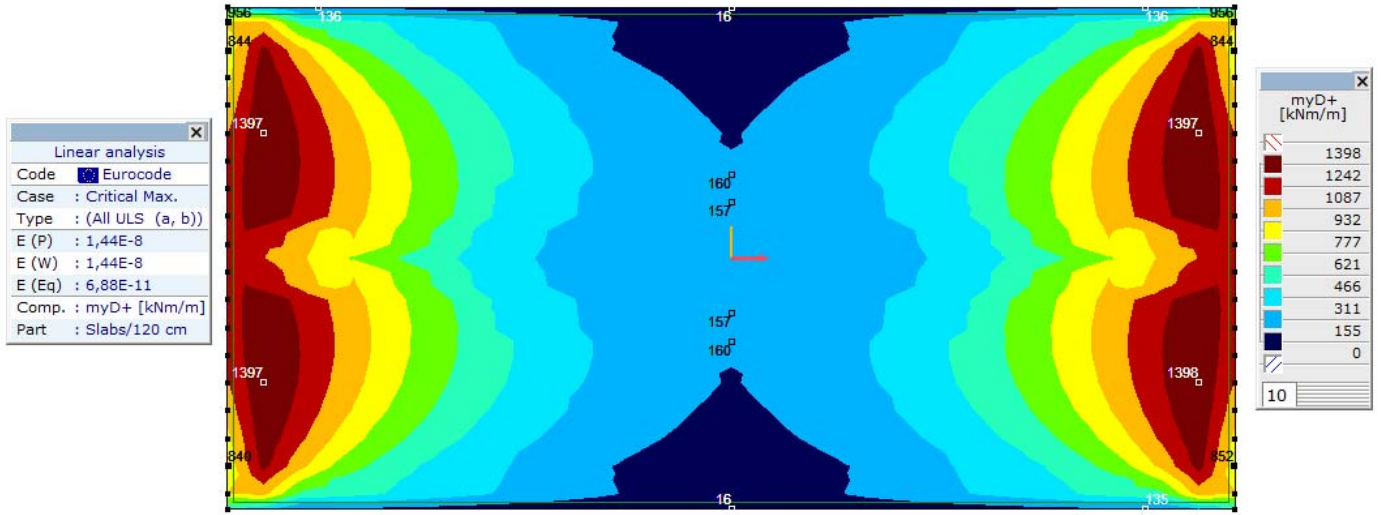
$$e_M = 10.3 \cdot \text{mm} < e_{\text{eng}} = 16 \cdot \text{mm} \quad \text{Задовољава!} \quad (\text{узимајући у обзир двоструку ширину горњег строја за случај оптерећења услед једне железничке траке})$$

Обртање: 
$$\phi_{hf} := \frac{1}{3} \cdot \frac{(\alpha \cdot \Phi_2 \cdot M_{pU}) \cdot l_t}{E_s \cdot I_{\text{def}}} \qquad \phi_{hf} = 1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{rad} < \phi_H := 6.5 \times 10^{-3} \cdot \text{rad} \quad \text{Задовољава!}$$

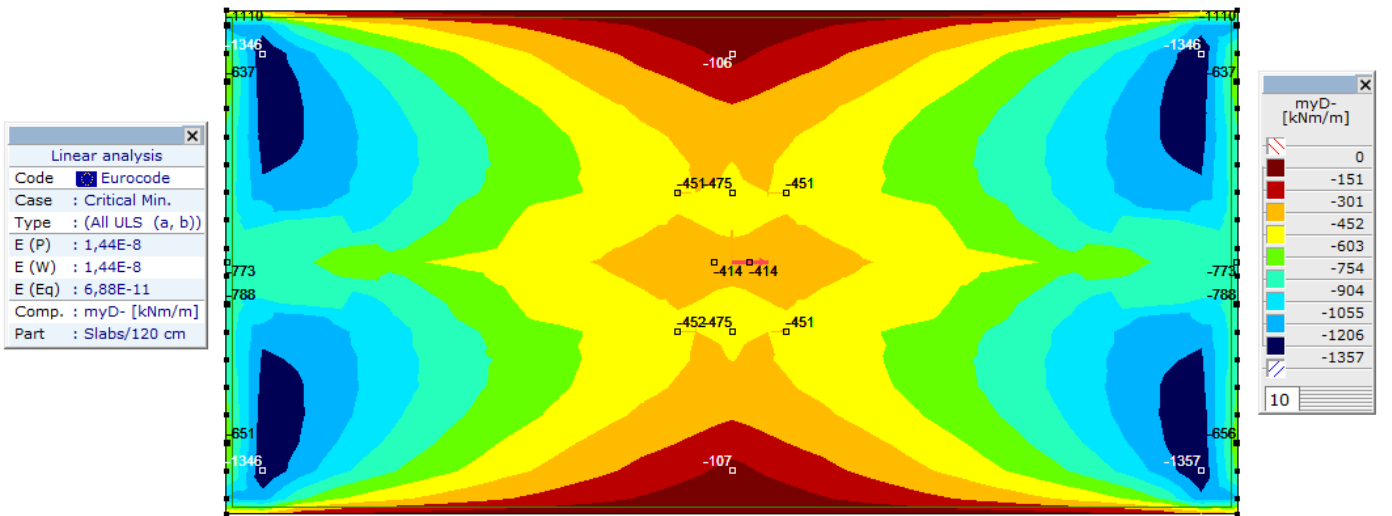
**Угиб и нагиб попречног носача задовољава услове.**

## 2.2. АНАЛИЗА АРМИРАНО БЕТОНСКЕ ПЛОЧЕ

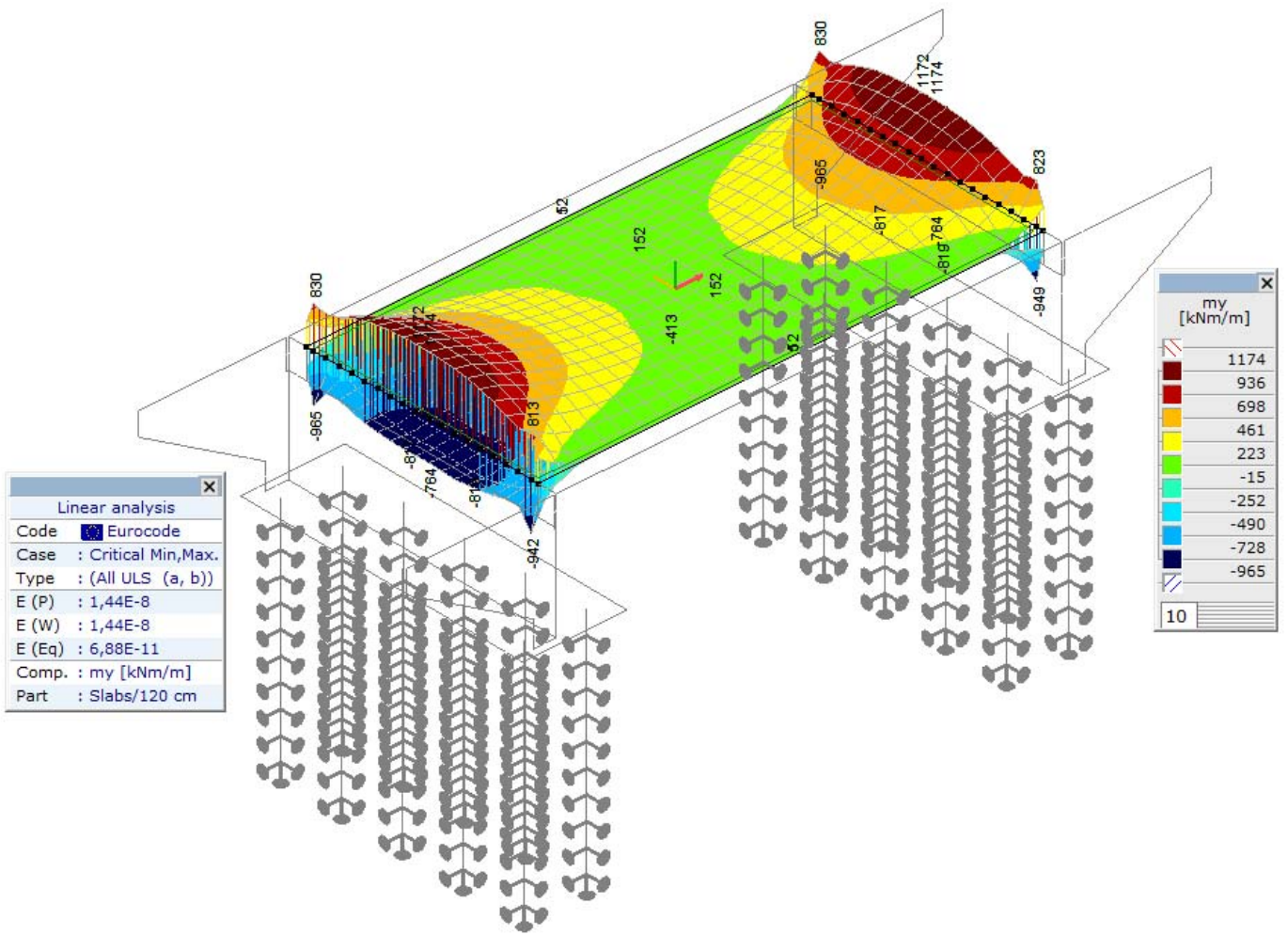
### 2.2.1. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ И МОМЕНТИ И ПОПРЕЧНОМ СМЕРУ



Палуба, Линеарно,(Auto) Крит. Мах.,  $mxD+$ , Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Палуба, Линеарно,(Auto) Крит. Мин.,  $mxD-$ , Isosurfaces 2D, Горњи поглед



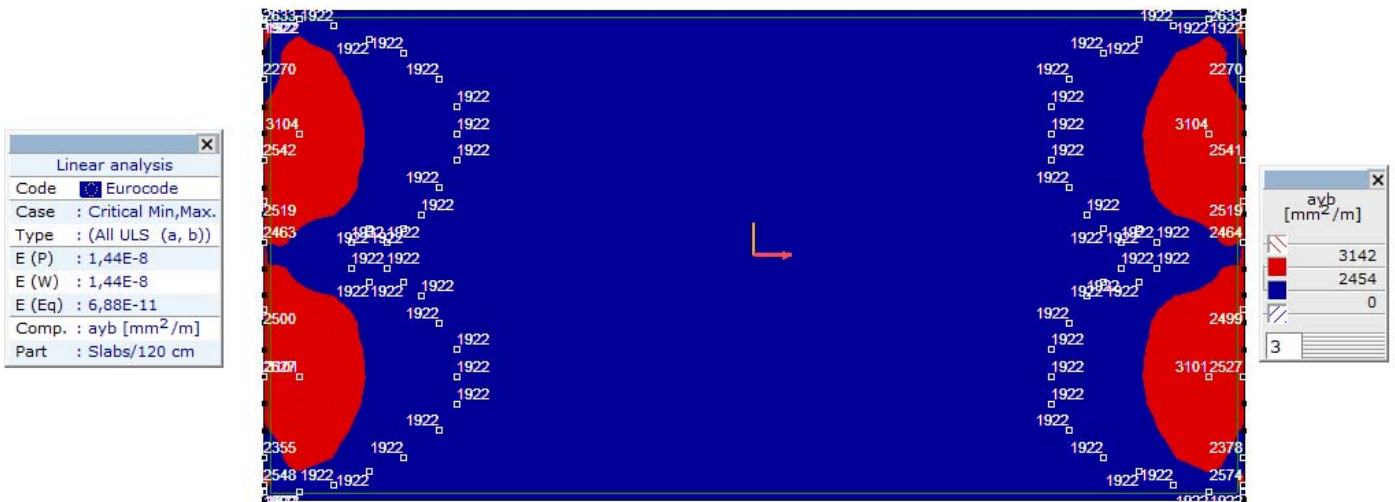
Палуба, Линеарно,(Auto) Критични, my, Isosurfaces 3D



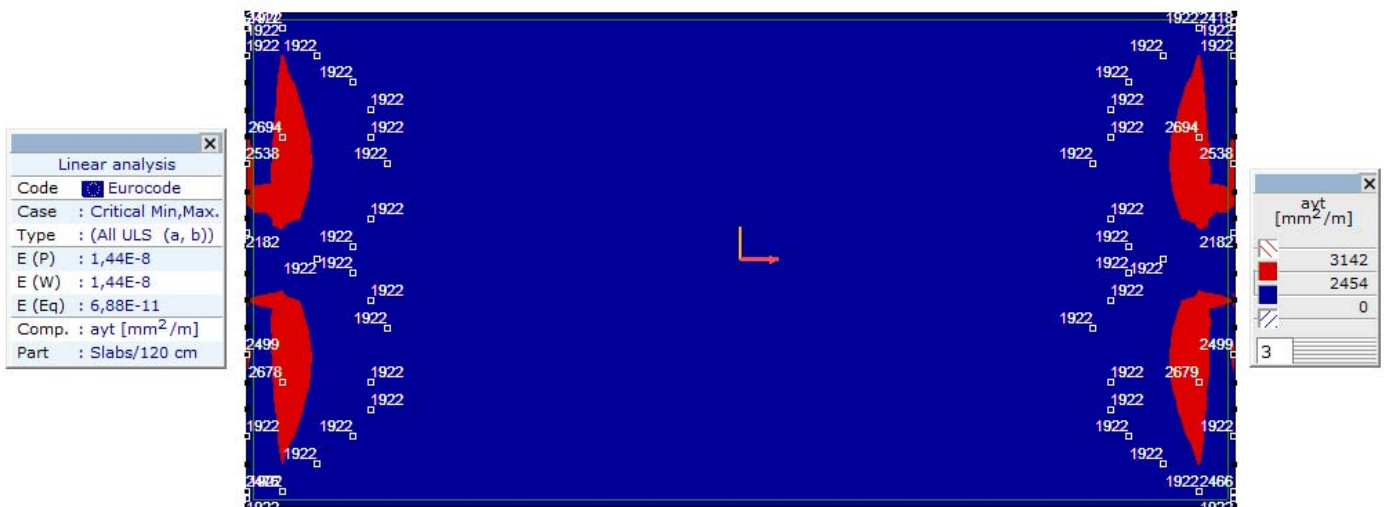
## 2.2.2. КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

При прорачуну потребне количине армирања, ограниченост ширине пукотина је узета у обзир.

### Количина армирања



Палуба, Лиенарно,(Auto) Крит., ayb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Палуба, Лиенарно,(Auto) Крит., ayt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

Дебљина елемента: 120cm.

	доле (ayb)	горе (ayt)
Потребна површина армирања	3104 mm <sup>2</sup>	2694 mm <sup>2</sup>
Локалан 'у' коорд., главна арматура	∅ 25/20 cm (2454 mm <sup>2</sup> )	∅ 25/20 cm (2454 mm <sup>2</sup> )
Локалан 'у' коорд., макс. арматура	∅ 20/10 cm	∅ 20/10 cm (3142 mm <sup>2</sup> )

Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.

### 3. АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА ПОТПОРНОГ ЗИДА

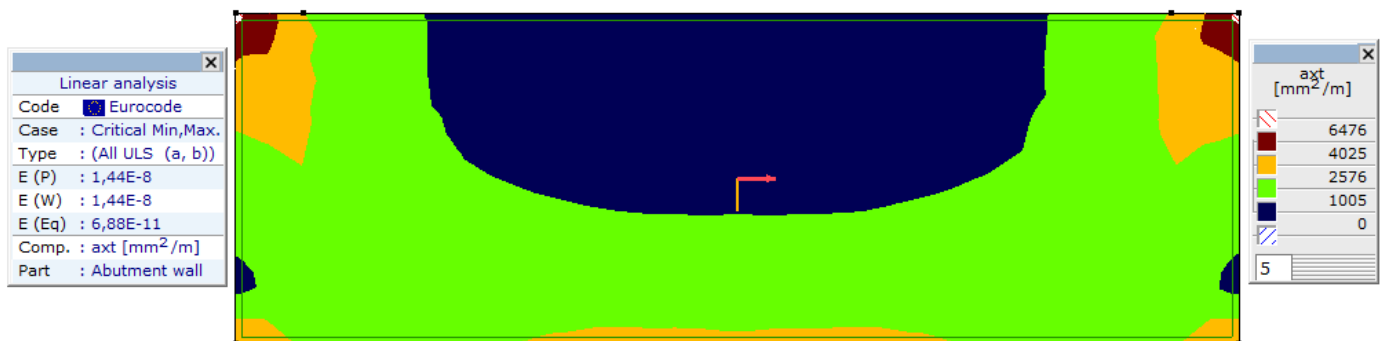
#### 3.1. КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

При прорачуну потребне количине армирања, ограниченост ширине пукотина је узета у обзир.

#### Количина армирања



Количина арм. - Линеарно, (Auto) Крут., axb, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

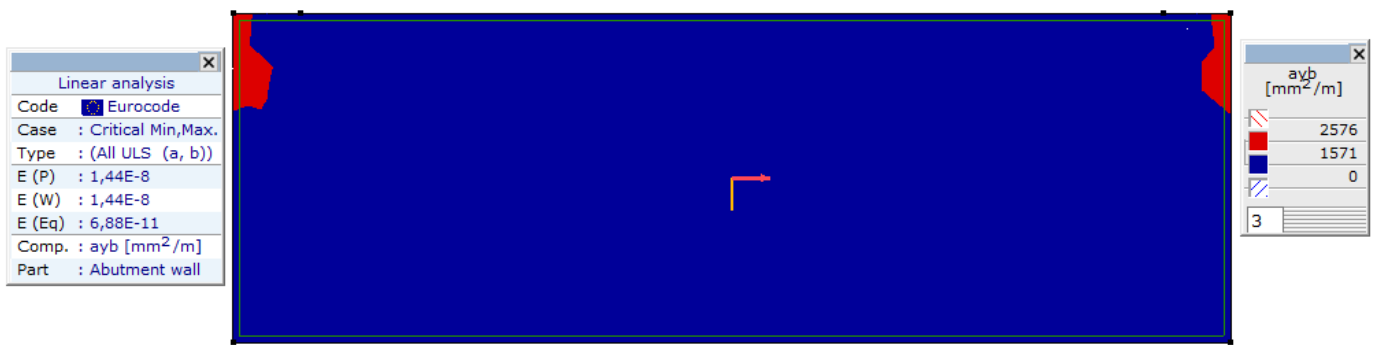


Количина арм.- Линеарно, (Auto) Крут., axt, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

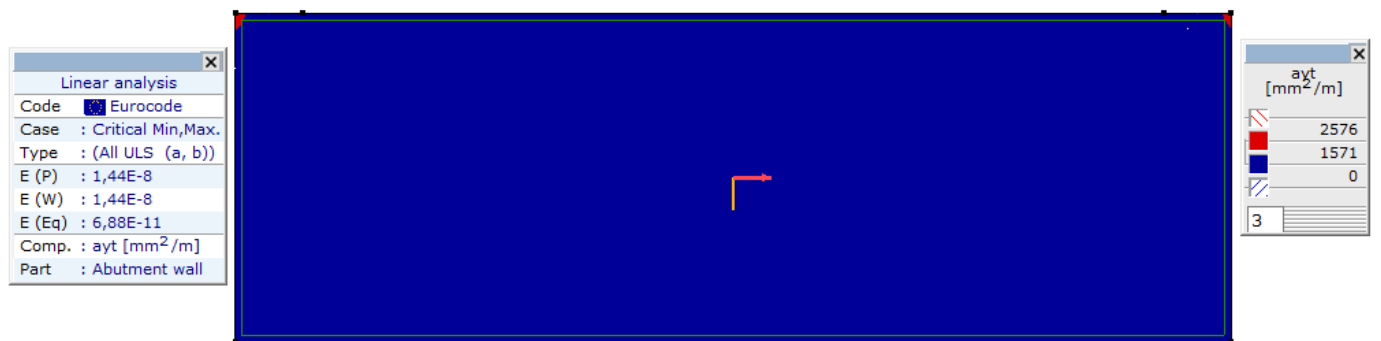
Дебљина елемента: 110cm

	доле (axb)	горе (axt)
Потребна површина армирања	3877 mm <sup>2</sup>	6382 mm <sup>2</sup>
Локалан x коорд., главна арматура	∅ 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )	∅ 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )
Локалан x коорд., макс. арматура	∅ 20/20 cm + ∅ 25/20 cm)	∅ 25/20 cm + ∅ 32/20 cm)

Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.



Количина арм.- Линеарно,(Auto) Крит., ayb, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)



Количина арм. - Линеарно,(Auto) Крит., ayt, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

Дебљина елемента: 110см.

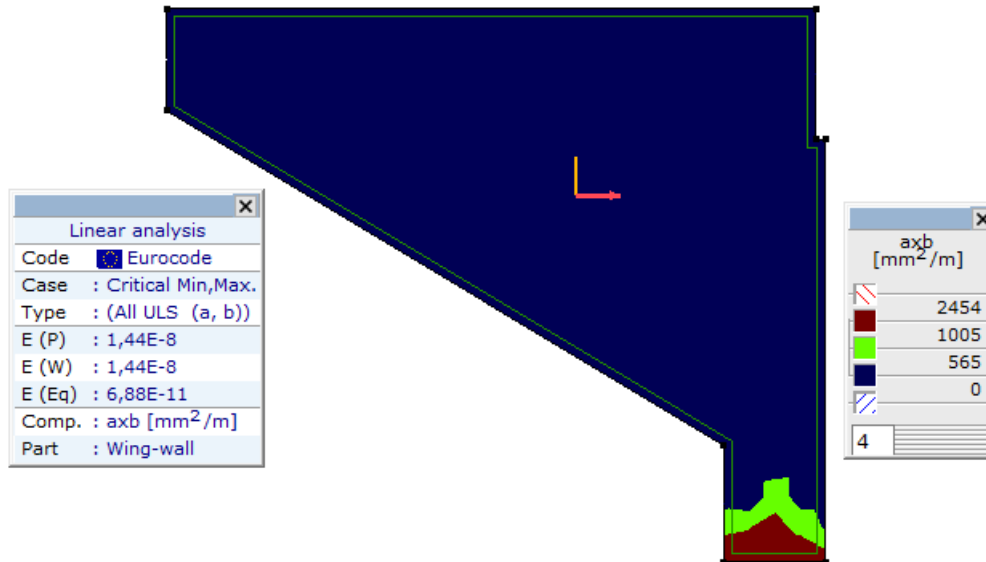
	доле (ayb)	горе (ayt)
Потребна површина армирања	2160 mm <sup>2</sup>	1807 mm <sup>2</sup>
Локалан 'у' коорд., главна арматура	∅ 20/20 cm (1571 mm <sup>2</sup> )	∅ 20/20 cm (1571 mm <sup>2</sup> )
Локалан 'у' коорд., макс. арматура	∅ 16/20 cm + ∅ 20/20 cm	∅ 16/20 cm + ∅ 20/20 cm (2576 mm <sup>2</sup> )

Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.

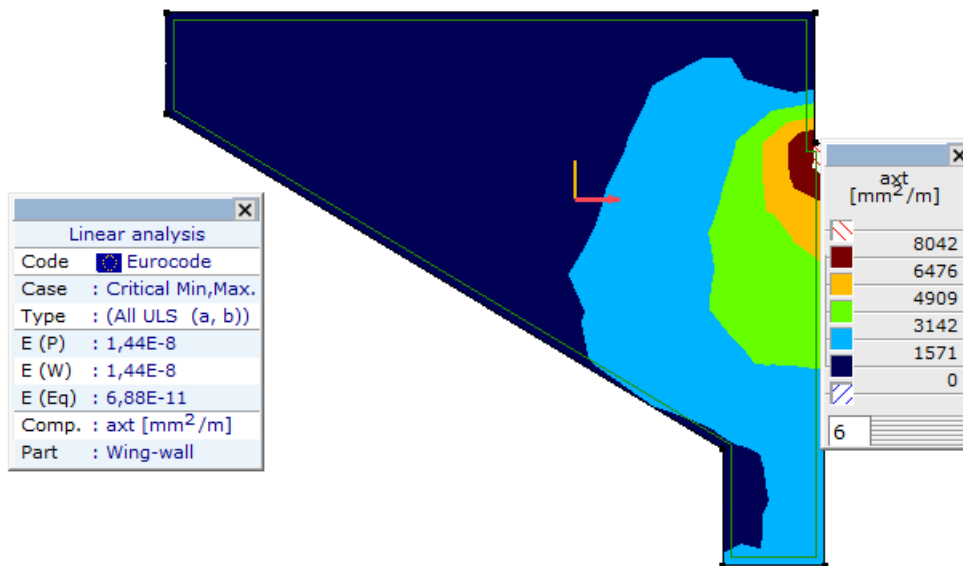
### 3.2. КОЛИЧИНА АРМИРАЊА КРИЛНИХ ЗИДОВА

При прорачуну потребне количине армирања, ограниченост ширине пукотина је узета у обзир.

#### Количина армирања



Количина арм. - Линеарно, (Auto) Крит., axb, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

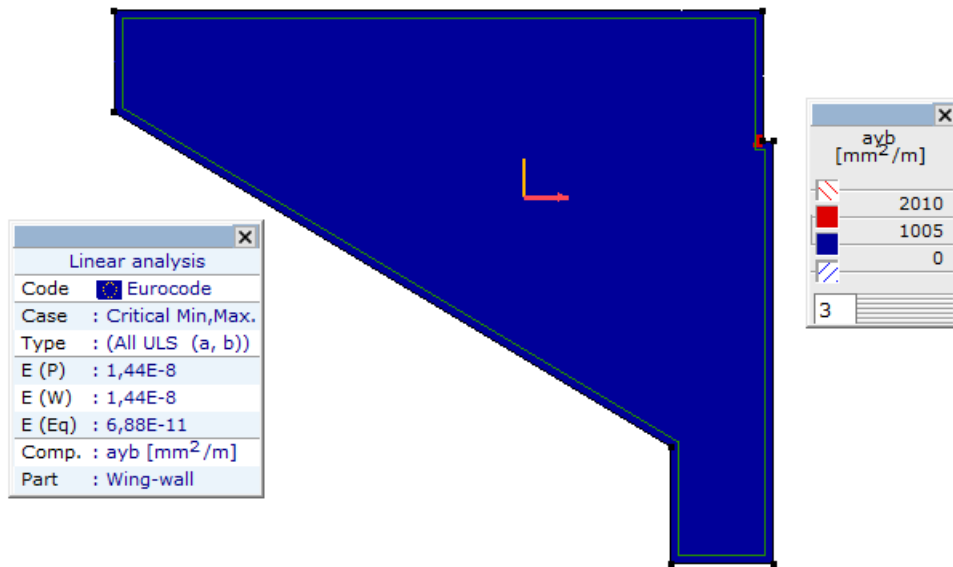


Количина арм.- Линеарно, (Auto) Крит., axt, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

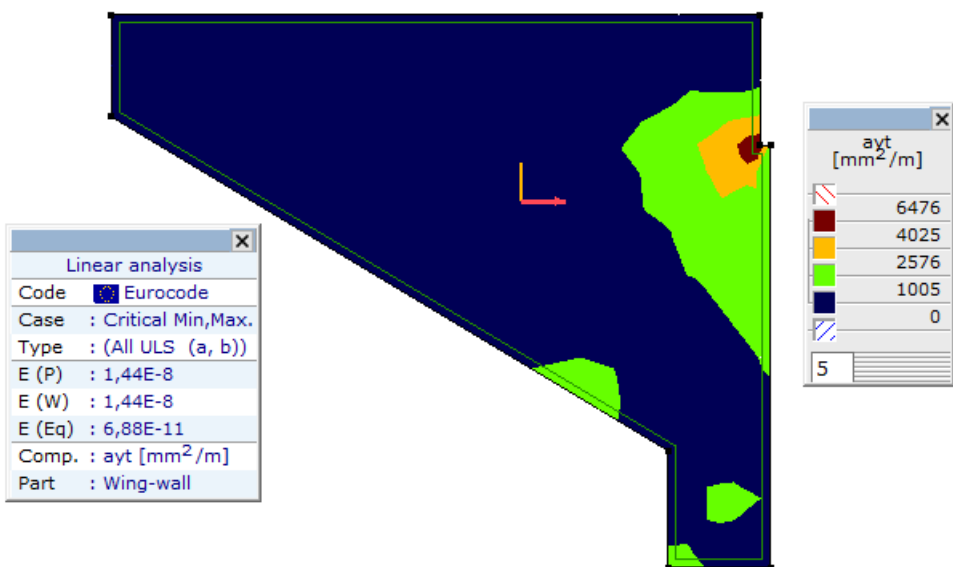
Дебљина елемента: 60cm.

	доле (axb)	горе (axt)
Потребна површина армирања	2340 mm <sup>2</sup>	7968 mm <sup>2</sup>
Локалан x коорд., главна арматура	∅ 12/20 cm (565 mm <sup>2</sup> )	∅ 20/20 cm (1571 mm <sup>2</sup> )
Локалан x коорд., макс. арматура	∅ 25/20 cm	∅ 32/10 cm

Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.



Количина арм.- Линеарно,(Auto) Крит., ayb, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)



Количина арм. - Линеарно,(Auto) Крит., ayt, Isosurfaces 2D (супротна страна насипа)

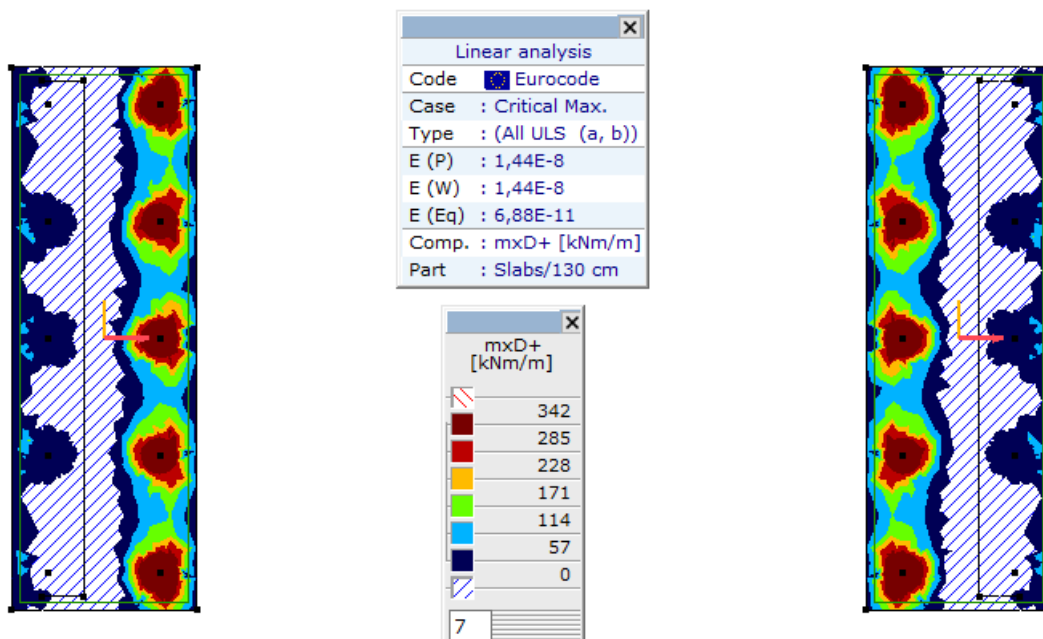
Дебљина елемента: 60cm.

	доле (ayb)	горе (ayt)
Потребна површина армирања	1098 mm <sup>2</sup>	5331 mm <sup>2</sup>
Локалан 'y' коорд., главна арматура	Ø 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )	Ø 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )
Локалан 'y' коорд., макс. арматура	Ø 16/20 cm + Ø 16/20 cm)	Ø 25/20 cm + Ø 32/20 cm (6476 mm <sup>2</sup> )

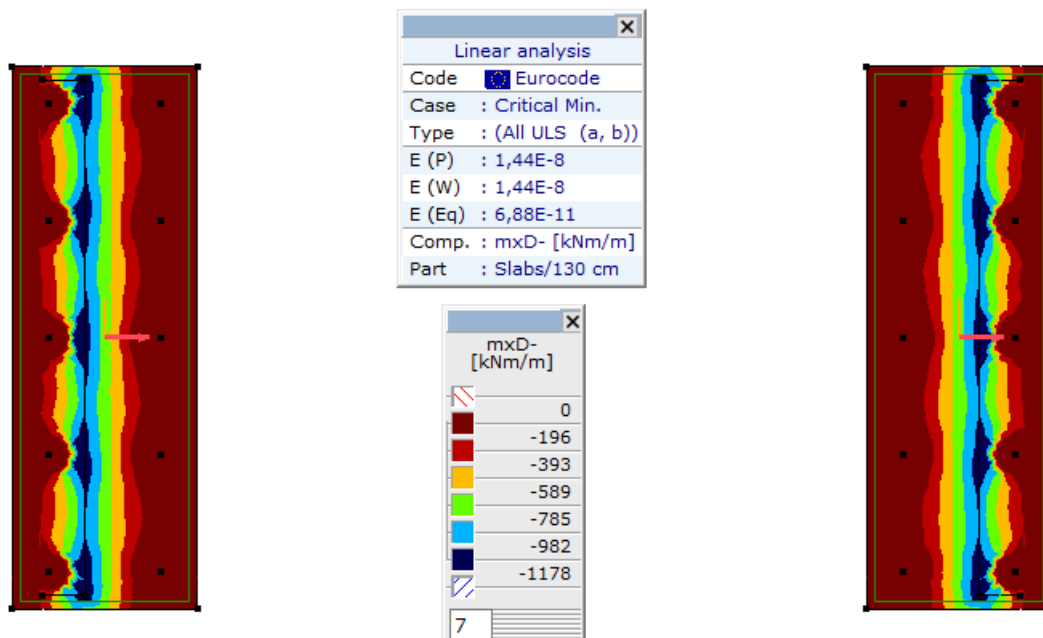
Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.

## 4. АНАЛИЗА АБ ПЛОЧЕ

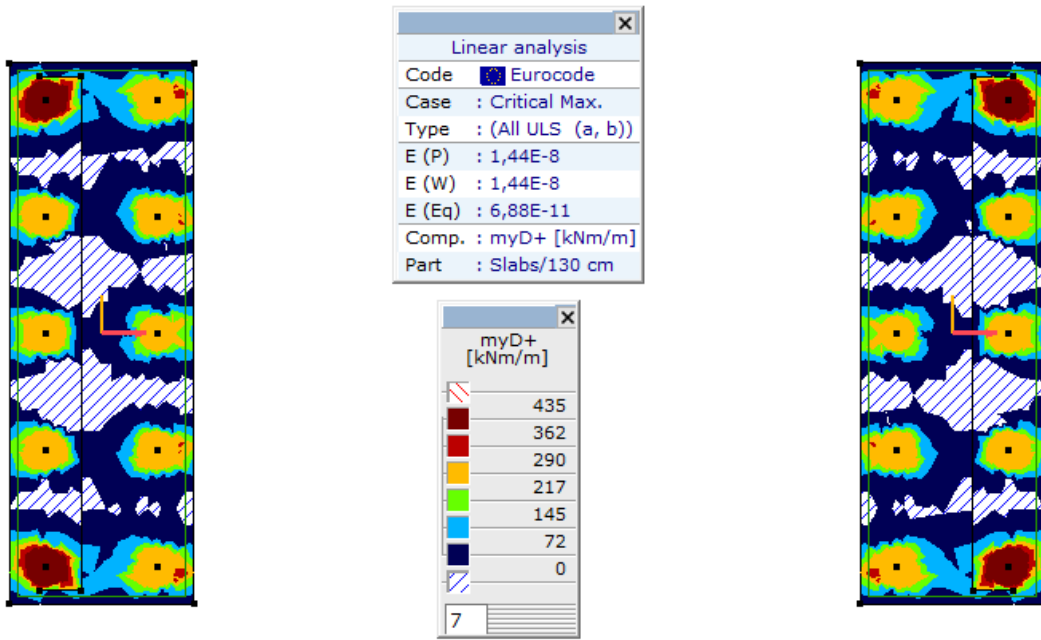
### 4.1. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ И МОМЕНТИ



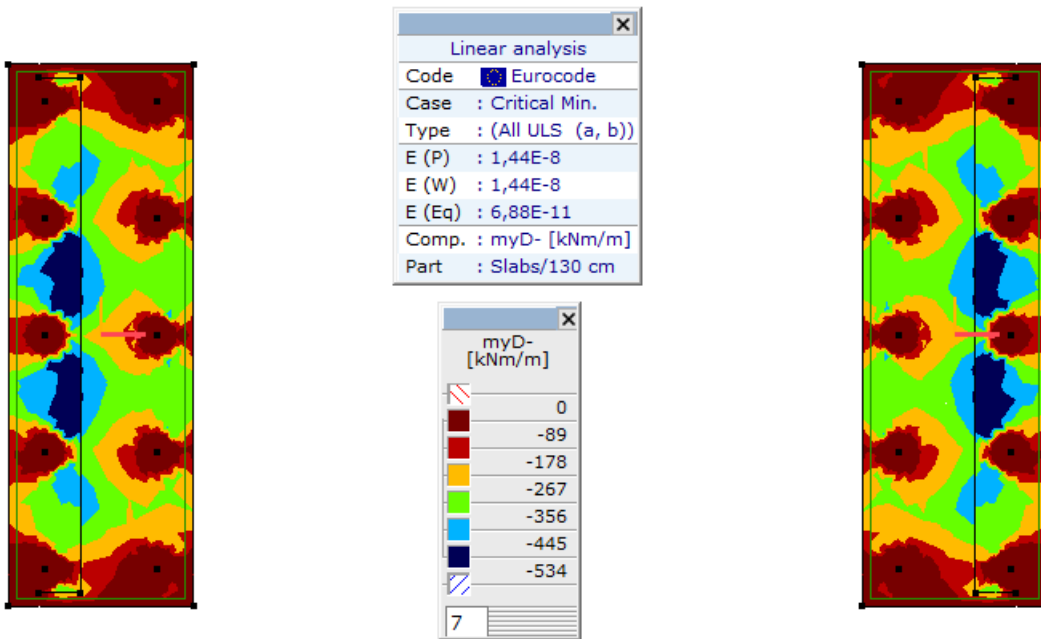
Плоча, Линеарно, (Auto) Критично макс.,  $mxD+$ , Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Плоча, Линеарно, (Auto) Критично Мин.,  $mxD-$ , Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Плоча, Линеарно, (Auto) Критично Max., myD+, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

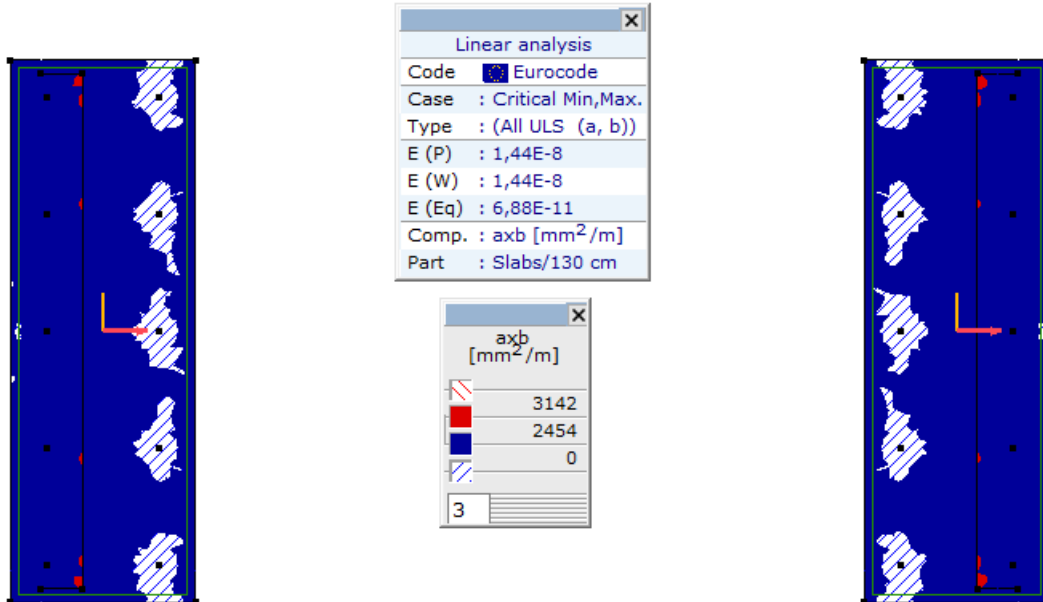


Плоча, Линеарно, (Auto) Критично max., myD-, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

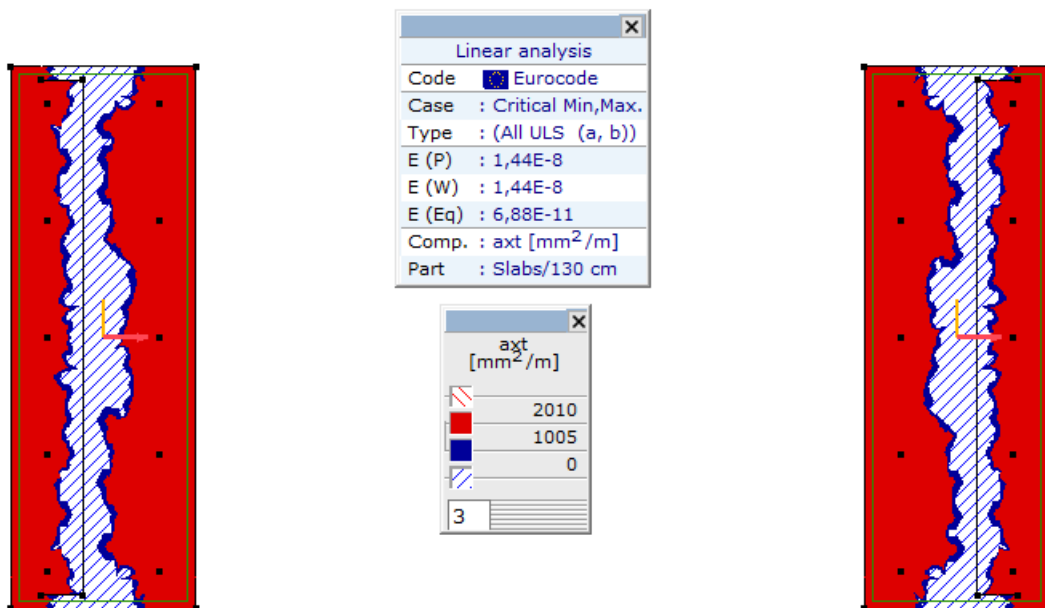
## 4.2. КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

При прорачуну потребне количине армирања, ограниченост ширине пукотина је узета у обзир.

### Количина армирања



Плоча, Линеарно, (Auto) Критично, axb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



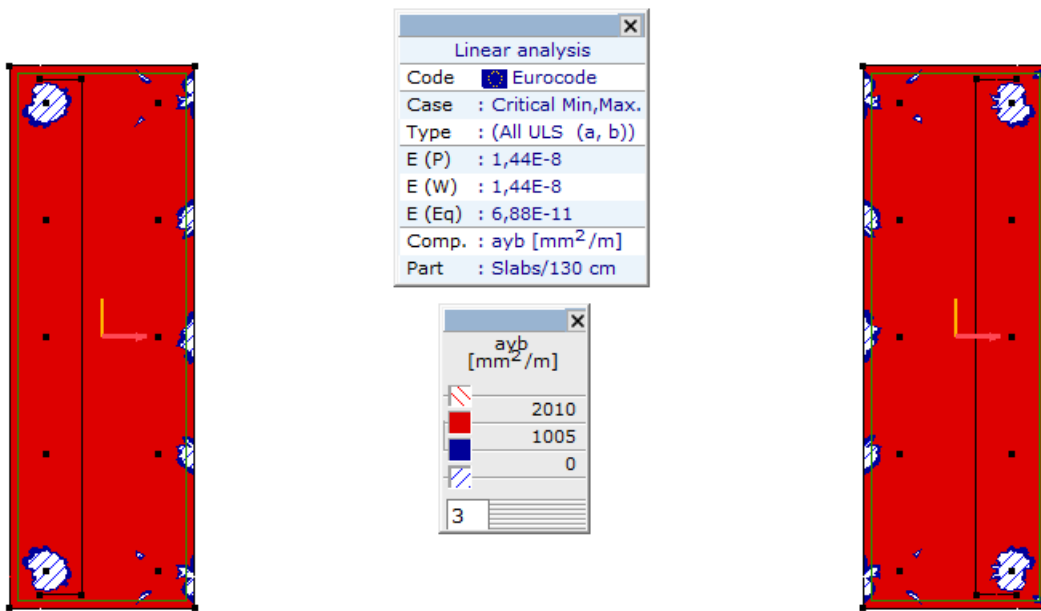
[RI], > Плоча, Линеарно, (Auto) Критично, axt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

Просечна дебљина елемента:  
130cm.

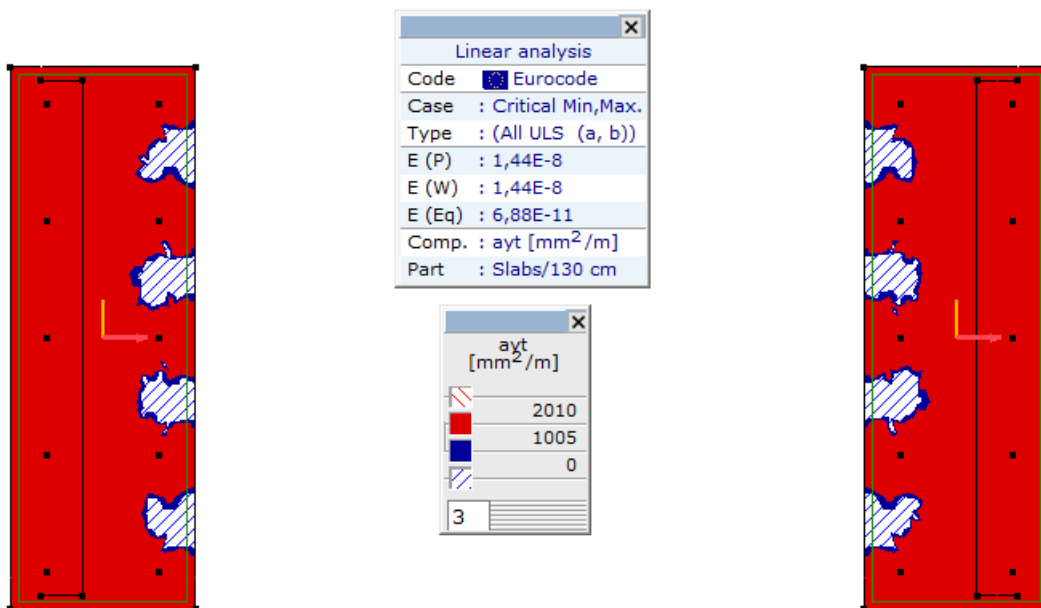
Потребна површина армирања	доле (axb) $2596 \text{ mm}^2$	горе (axt) $1867 \text{ mm}^2$
Локалан x коорд., главна арматура	$\varnothing 25/20 \text{ cm}$ ( $2454 \text{ mm}^2$ )	$\varnothing 16/20 \text{ cm}$ ( $1005 \text{ mm}^2$ )
Локалан x коорд., макс. арматура	$\varnothing 20/10 \text{ cm}$	$\varnothing 16/20 \text{ cm} + \varnothing 16/20 \text{ cm}$

Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.





Плоча, Linear, (Auto) Критично, ayb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Плоча, Линарно, (Auto) Критично, ayt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

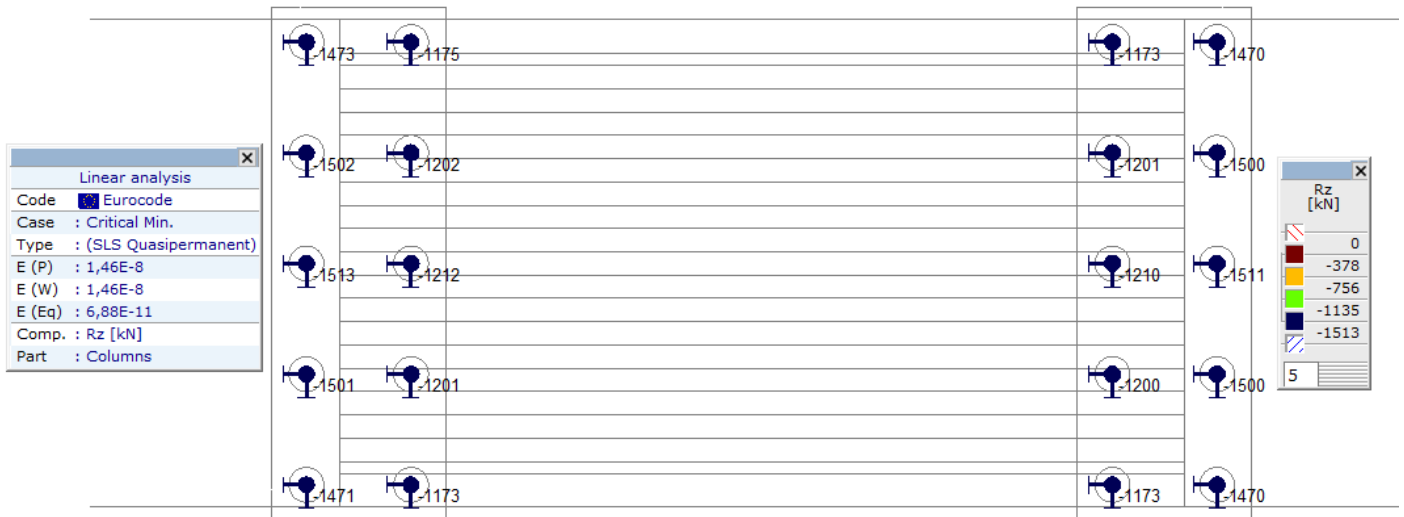
Просечна дебљина елемента:  
150cm.

Потребна површина армирања	доле (ayb)	горе (ayt)
Локалан 'у' коорд., главна армирања	1837 mm <sup>2</sup>	1837 mm <sup>2</sup>
Локалан 'у' коорд., макс. армирања	∅ 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )	∅ 16/20 cm (1005 mm <sup>2</sup> )
	∅ 16/10 cm	∅ 16/10 cm (2010 mm <sup>2</sup> )

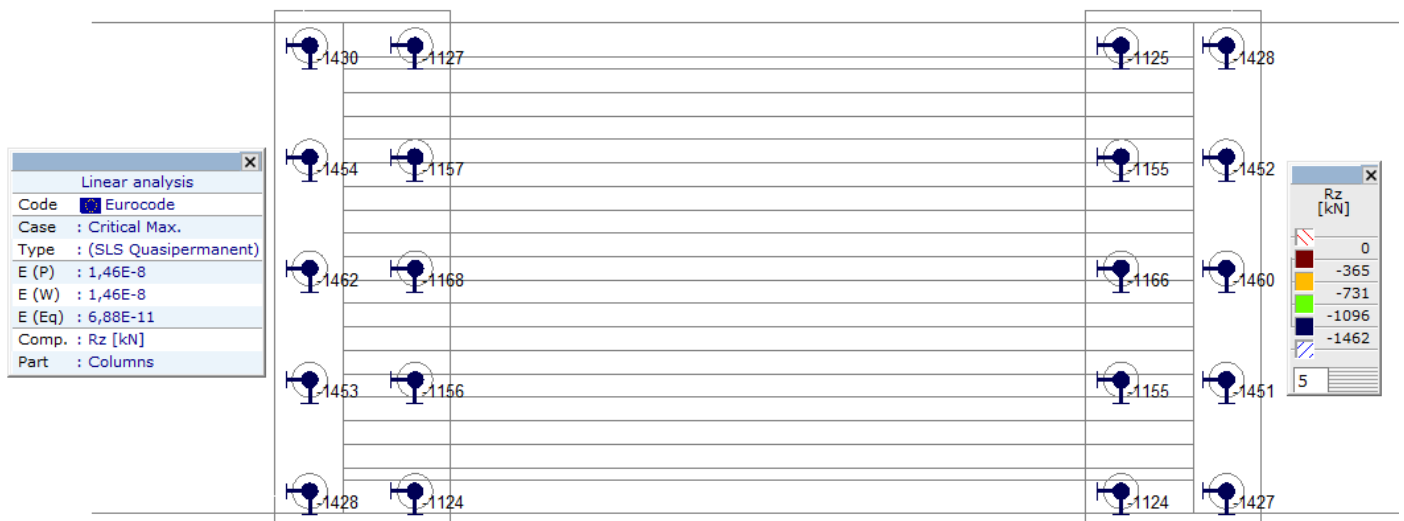
Конструктивни елементи су адекватни за ГСН и ГСУ са предложеном количином армирања. Ограничење ширине пукотине за ГСУ је 0.3mm.

### III. РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА

Напон у нивоу темеља за ГСУ квази-сталну комбинацију оптерећења (у складу са табелом EN 1990:2011 табела A2.4, 6.10)



[I], > Шип, Линеанро,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед



[I], > Шип, Линеанро,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед

**Напон у шиповима за ГСН комбинацију оптерећења (у складу са табелом EN 1990:2011 табела A2.4, 6.10)**



*Шип, Линеарно,(Auto) Критично Мин., Rz (зглобни опс.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед*



*[I], > Шип, Линеарно,(Auto) Крит. Мах., Rz (зглобни опс.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед*

### Отпорност шипова у ситнозрном тлу

Недренирана отпорност на смицање се може израчунати из СРТ-а према Лунне ет ал., (1997):

$$c_{u,i} = q_{c,i} / N_k$$

Крајњи отпор основе шипа се може израчунати узимањем у обзир технологију уградње, податке пробних оптерећења шипова као и предлоге националних стандарда, са следећом јендачином:

$$q_{b,cal} = 0.6 \cdot \mu_b \cdot q_{c,k}$$

$q_{c,k}$  Карактеристична тачка СРТ отпорности која се може сматрати као просечна вредност отпорности зоне од  $1,5 \cdot D$  изнад основе шипа до  $3,0 \cdot D$  испод основе шипа.

$\mu_b$  Фактор отпорности основе у зависности од технологије.

За крајњи отпор омотача шипа развијена је следећа квадратна једначина узимајући у обзир националне стандарде дозвољавајући различите технологије уградње шипова:

$$q_{s,cal,i} = 1.2 \cdot \mu_s \cdot \sqrt{q_{c,i}}$$

$\mu_s$  фактор отпора омотача у зависности од технологије уградње

$c_{u,i} > 500$  kPa недренирана отпорност на смицање се може узети у обзир тек након утврђених истраживања,

$q_{b,cal} > 2.5$  МПа може се употребити тек након утврђених пробних оптерећења шипова,

$q_{b,max} \leq 4$  МПа за чврсте глине и  $q_{b,max} \leq 8$  МПа за високо преконсолидоване глине или узети у обзир глинени камен

		$\mu_b$	$\mu_s$	$q_{max}$ [kPa]
Потискајући шипови	Побијени префабриковани бетонски шипови	1,00	1,05	85
	Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	1,00	0,80	70
	Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	1,00	1,10	90
	Бушени шипови без челичне цеви	0,90	1,25	100
Замењујући шипови	СФА шипови	0,90	1,00	80
	Бушени шипови	0,80	1,00	80
	Бушени шипови са челичном заштитом	0,80	1,00	80

### Отпорност шипова за крупнозрно тло

Проарачун отпорности основе шипа заснован је на методи предложеној у ЕС 7-2, са новим фактором редукције:

$$q_{b,cal} = \lambda_b \cdot \alpha_b \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{q_{c,Im} + q_{c,IIIm}}{2} + q_{c,IIIIm} \right)$$

$\alpha_b$  Фактор отпорности основе шипа

$\lambda_b$  Фактор редукције за узимање у обзир методе Де Руитер и Берингер (Ван Тол. 1993 И Феллинус, 2006) који је занемарен у ЕС 7-2

За отпорност омотача је такође употребљена квадратна формула:

$$q_{s,cal,i} = \alpha_{sq} \cdot \sqrt{q_{c,i}}$$

$\alpha_{sq}$  фактор отпорности омотача, зависно од технологиј

$q_b > 5.0$  МПа се може употребити искључиво у случају потврђеног пробног оптерећења

$q_{b,max} \leq 15$  МПа за сва случаја

Веома опрезан приступ је потребан за процену отпорности основе СФА шипова у песку ради вадненачке везе или потенцијала ликвифакције, јер се стање тла може оједном детериорирати током формирања.

		$\mu_b$	$\mu_s$	$q_{max}$ [kPa]
Потискајући шипови	Побијени префабриковани бетонски шипови	1,00	0,90	150
	Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	1,00	0,75	120
	Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	1,00	1,10	160
	Бушени шипови без челичне цеви	0,80	0,75	160
Замењујући шипови	СФА шипови	0,70	0,55	120
	Бушени шипови	0,50	0,55	100
	Бушени шипови са челичном заштитом	0,50	0,45	80

Прорачун у складу са СРТ-С-17 за мост В1020		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

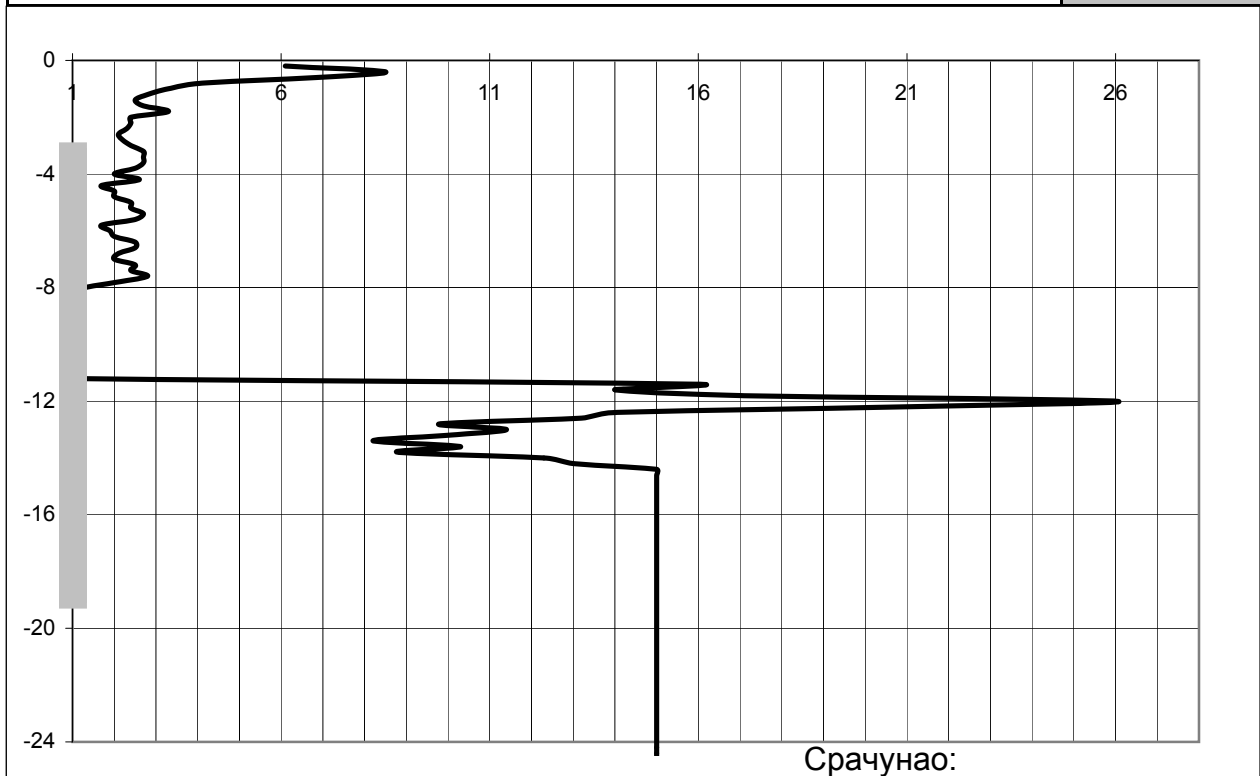
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	76.20
Кота основе шипа (m)	60.50
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	59.70
Дужина шипа (m)	15.70

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
1825	15.0	15.0	15.0	8.2	2213
	$q_{b.cal}$ [MPa]	7.20	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа ( Ф / Г )					
					Г

$R_{s.k} =$ 1659 kN	$\xi_{appl}$	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$ 1770 kN	$\xi_{mean}$	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$ 3430 kN	$\xi_{min}$		1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

Обавезно пробно оптерећење шипова ради осигурања високе отпорности базе шипа као и смањењења корелационог коефицијента на  $\xi=1,00$  ( ДА / НЕ )

ДА



  
Gyula Kurucz

**2/1-1.16.6.2 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН  
РАДОВА**

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

Бр. поз. No.	Бр.поз. Техн Усл Item in Tech. Conditions	Опис радова	Јед. мере Unit	Количина	Јед. цена	Цена (дин)
				Quantity	Unit rate	Price (Din)
				A	B	A*B
<b>2/1.1.1.1</b>	<b>01</b>	<b>ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА</b>				
		Извођење НВ бушених шипова од бетона С 25/30, ХС2, V-II У цену радова је укључен сав рад на извођењу, а плаћа се готов шип по m'.				
		Арматура се плаћа посебно.				
2/1.1.1.1.1		Ø90 cm	m'	314,00	30.000,00	9.420.000,00
		Израда, уградња и монтажа арматуре НВ шипова.				
		Плаћа се по kg уграђене арматуре.				
2/1.1.1.1.2		B 500B	kg	28.260,00	120,00	3.391.200,00
2/1.1.1.1.3		Пробно оптерећење шипова, испитивање носивости шипова.		паушално / lump sum		384.336,00
<b>УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА:</b>						<b>13.195.536,00</b>
<b>2/1.1.1.2</b>	<b>02</b>	<b>ЗЕМЉАНИ РАДОВИ</b>				
2/1.1.1.2.1		Ископ темеља у материјалу I и II категорије, са свом потезном подградом и транспортом ископаног материјала до 5 km.				
		Плаћа се по m <sup>3</sup> ископаног материјала				
		- на дубини 0-2 m	m <sup>3</sup>	1.170,00	890,00	1.041.300,00
2/1.1.1.2.2		Радови на побијању Larsen талпи, подграђивању и разупирању ради осигурања пропуста, и/или темеља и темељних јама при ископу као и осигурања при даљем извођењу новопроектваног објекта при одвијању саобраћаја на истом.				
		Обрачун укључује сав материјал, алат, механизацију, транспорт и рад.				
		Плаћа се по m <sup>2</sup> изведене подграде.	m <sup>2</sup>	1.028,00	20.000,00	20.560.000,00
2/1.1.1.2.3		Насипање материјала / затрпавање темеља стубова, из ископа или позајмишта, у слојевима по 30 cm, земљаним материјалом, са набијањем слојева до модула стшљивости Ms=30MPa.				
		Плаћа се по m <sup>3</sup> набијеног материјала	m <sup>3</sup>	1.297,00	1.800,00	2.334.600,00
2/1.1.1.2.4		Израда шљунчаног клина иза крајњих стубова, до нивоа доње ивице прелазне плоче, од добро гранулисаног шљунка збијеног у слојевима од 30cm до модула стишљивости Ms=40 MPa.	m <sup>3</sup>	726,00	2.000,00	1.452.000,00
2/1.1.1.2.5		Израда кегли, према пројекту, материјалом добијеним из усека или позајмишта са механичким набијањем у слојевима од по 30cm.	m <sup>3</sup>	167,00	2.900,00	484.300,00
<b>УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:</b>						<b>25.872.200,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

<b>2/1.1.1.3</b>	<b>03</b>	<b>БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ</b>	<b>PLAIN AND REINFORCED CONCRETE</b>				
		Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки и следеће заједничке услове : - Бетонски радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. Цене садрже све радне операције, утрошке материјала, помоћни алат, оплате и скеле које прописују "Нормативи и стандарди рада у грађевинарству-Високоградња ГН 400", као и остале трошкове и зараду предузећа. - Бетон ће бити справљен, транспортован, уграђен, негован и испитиван на пробним узорцима по одредбама које прописује важећи "Правилник о техничким нормативима за бетон и армирани бетон" (ПБАБ 87-"Службени лист СФРЈ" бр.11/87). - Бетон ће бити справљен од агрегата и цемента атестираних по важећим српским стандардима. - Бетон класе В.II мора имати све класе отпорности дефинисане појединачним позицијама. - Обрачун количина стварно изведених радова извршиће се према одредбама које прописују "Нормативи и стандарди рада у грађевинарству". -Мешање бетона мора се вршити машинским путем, а набијање вибрирањем -Арматура се плаћа посебно -Каблови се плаћају посебно -У цену бетона је урачуната оплата и скела -Плаћа се за потпуно готов посао од m³ уграђеног бетона					
	<b>03.01</b>	<b>Неармирани бетон</b>					
2/1.1.1.3.1		Мршави бетон - изравњавајући слој, дебљине 10 cm, С12/15, испод темеља стубова, крилних зидова, темељних плоча, наглавних греда, прелазних плоча од бетона.	m³	12,00	12.000,00		144.000,00
2/1.1.1.3.2		Облагање кегли бетонским плочама С16/20, Х0, у слоју песка, међусобно заливених цементним малтером. Плаћа се по m² потпуно изведене облоге.	m²	200,00	4.000,00		800.000,00
	<b>03.02</b>	<b>Армирано бетонске темељне конструкције</b>					
2/1.1.1.3.3		Армирани бетон темеља стубова и темеља крилних зидова, тракастих темеља, контра-греда, плочастих темеља, јастука, наглавних греда и бунара. Бетон класе : С 25/30, ХС2, V-II	m³	179,00	21.600,00		3.866.400,00
	<b>03.03</b>	<b>Стубови као ослонци распонских конструкција разних система и лежишне греде</b>					
2/1.1.1.3.4		Тело крајњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m³	115,00	27.600,00		3.174.000,00
2/1.1.1.3.5		Крила и крилни зидови крајњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m³	50,00	27.600,00		1.380.000,00
	<b>03.04</b>	<b>Распонска конструкција моста од армираног бетона</b>					
2/1.1.1.3.7		Коловозна плоча од армираног бетона преко монтажних носача Бетон класе С 40/50, ХС4, ХФ1, V-II	m³	458,00	30.600,00		14.014.800,00
2/1.1.1.3.8		Ивични венци пешачких стаза ливени на лицу места, (укључујући и ревизионе шахтове) од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ3, V-II, М-200	m³	65,00	37.200,00		2.418.000,00
2/1.1.1.3.9		Прелазне плоче, од бетона С 25/30, ХС2	m³	62,00	25.200,00		1.562.400,00
		<b>УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:</b>					<b>27.359.600,00</b>



**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

2/1.1.1.4	04	<b>РАДОВИ ОД МЕТАЛА</b>				
		Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки и следеће заједничке услове: - Армирачки радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. Цене садрже све радне операције, утрошке материјала, помоћни алат и скеле које прописују "Нормативи и стандарди рада у грађевинарству-Високоградња ГН 400", као и остале трошкове и зараду предузећа. - Арматуру очистити од рђе и прљавштине, исправити, исећи, савити и уградити по детаљима (арамтурним нацртима) и статичком прорачуну. - За квалитет уграђене арматуре одговара извођач радова. - Јединична цена садржи и постављање подметача од челика, пластике или бетона за постизање предвиђених заштитних слојева и правилног положаја арматуре у конструкцији. Сва подеона гвожђа и узенгије ће бити чврсто везани за главну арматуру тако да не може доћи до промене положаја арматуре за време бетонирања конструкције. - У цену радова на преднапрезању урачуната је набавка свог потребног материјала (ужад, котве, пресе, заштитне цеви, подложне плочице, ињекциона маса), постављање ужади у пројектован положај, монтирање и сам процес утезања и ињектирања. - Стварно уграђена количина арматуре свих квалитета обрачунава се по kg без обзира на				
2/1.1.1.4.1		Набавка, чишћење, сечење, машинско савијање и монтажа арматуре према пропису, пројекту и статичким детаљима. Плаћа се по kg уграђене арматуре.				
		Риброста арматура В 500В	kg	138.929,00	120,00	16.671.480,00
		<b>УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:</b>				<b>16.671.480,00</b>
2/1.1.1.5	05	<b>КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК</b>				

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

	<p>Elementi imaju svoje pojedinačne opise kao i sledeće opšte uslove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Izrada konstrukcijskog čelika mora biti obavljena u skladu sa projektom, statičkim proračunom i relevantnim propisima. Cene će pokriti sve aktivnosti, utrošene materijale, alate i skele kao što je i navedeno u „Kodeksu normativa i standarda u građevinarstvu GN 400“, kao i u opštim troškovima i prihodima kompanije.</li> <li>- Sa čeličnih profila i limova se mora očistiti rđa i prljavština i moraju biti isečeni, savijeni i pozicionirani kao što je predviđeno u crtežu izrade čeličnih elemenata i statičkom proračunu.</li> <li>- Izvođač snosi odgovornost za kvalitet čeličnih profila i limova.</li> <li>- Konstrukcijski čelik mora biti testiran na uzorcima koji su navedeni u odgovarajućim tehničkim propisima za čelične profile i limove.</li> <li>- Cena po elementu će takođe pokriti i dodatne, pomoćne elemente (ukrute i šarke) koji se koriste pri izgradnji konstrukcije, konstrukcijske spojeve (zavarene i ušrafljene), klinove sa glavom i proveru zavarenih spojeva.</li> <li>- Odstupanja izvedenih radova moraju biti proverena u skladu sa kodeksom normativa i standarda u građevinarstvu.</li> </ul>				
2/1.1.1.5.1	Izrada i podizanje čeličnih struktura. Cena će pokriti nabavku materijala, izradu, transport, podizanje i antikorozivnu zaštitu u skladu sa EN ISO 12944-5, klasa C5-I . Plaćanje izvedenih radova se vrši po toni izvedenih konstrukcija. čelika, klase S355 J2+M				
	HE 1000x579	kg	233.910,00	300,00	70.173.000,00
	<b>УКУПНО КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК:</b>				<b>70.173.000,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

2/1.1.1.6		06	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ				
			- Сви изолатерски радови морају бити изведени педантно и тачно према захтевима из пројекта, предрачуна радова и детаљима. - Употребљени материјали морају одговарати важећим стандардима и прописима, снабдевени атестима овлашћене установе, проверени у употреби, трајни колико и објекат или пројектовани тако да је њихова замена могућа. - Све грешке на конструкцији морају се на одговарајући начин отклонити или санирати пре почетка доношења изолационог материјала. - У јединичну цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, транспорт и израда. - Плаћа се за потпуно готов посао по m <sup>2</sup> урађене изолације и/или заштите.				
2/1.1.1.6.1			Израда хидроизолације од једног хладног премаза битулитом и једног премаза врућим битуменом бетонских површина које су у контакту са земљом.	m <sup>2</sup>	330,00	1.200,00	396.000,00
2/1.1.1.6.2			Израда заштите бетонских површина заштитним хидрофобним премазом за бетон, на бази пенетрата. Површине морају бити претходно очишћене и суве. Премазивање подразумева заштиту и импрегнацију свих видљивих бетонских површина моста које су у додиру са атмосферским утицајима.	m <sup>2</sup>	1.075,00	2.000,00	2.150.000,00
2/1.1.1.6.3			Заштитни премаз бетона на пешачким стазама, степеницама и подестима, d=3-3.5 mm, формираног од 4 слоја:епокси прајмер, водоотпорни слој пур смоле, основни премаз пур смоле(полиуретан) са кварц песком (0.5-1 mm) и завршни слој пур смоле.	m <sup>2</sup>	136,00	2.500,00	340.000,00
2/1.1.1.6.4			Израда хидроизолације горње плоче на бази метил метакрилата, прскањем под притиском. Радови по овој позицији се изводе у складу са техничким условима и нормативима за ову врсту послова као и по технологији произвођача. У цену су у рачунати набавка материјала, транспорт и уградња.	m <sup>2</sup>	253,00	4.150,00	1.049.950
2/1.1.1.6.5			Поставити хидроизолацију која се састоји од једног хладног слоја битуменске емулзије на горњој плочи.	m <sup>2</sup>	289,00	850,00	245.650
2/1.1.1.6.6			Израда заштите хидроизолације, површина, стиродур плочама дебљине 5 cm.	m <sup>2</sup>	213,00	2.700,00	575.100
			<b>УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:</b>				<b>4.756.700,00</b>
2/1.1.1.7	07	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ	BEARINGS AND EXPANSION JOINTS				
2/1.1.1.7.1		Израда и постављање армирано еластомерних лежишта. Плаћа се по комаду постављеног лежишта.					
		покретна у свим правцима	ком	36,00	2.000,00		72.000,00
			<b>УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:</b>				<b>72.000,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

2/1.1.1.8	08	<b>ОСТАЛИ РАДОВИ</b>				
		За све позиције наведених радова важи: * у цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, механизације, транспорт, израда и монтажа према пројекту, а за комплетно завршен посао				
2/1.1.1.8.1		Постављање еластичног тепиха (простирке) за заштиту од буке и пригушење вибрација, између засторне призме и бетонске конструкције. У цену урачуната набавка, транспорт и уградња. Плаћа се по m <sup>2</sup> постављене еластичне простирке.	m <sup>2</sup>	213,00	1.800,00	383.400
2/1.1.1.8.2		Израда и постављање ограде од челика S 235 JRG1. У цену је урачуната набавка материјала, израда, транспорт, монтажа, антикорозиона заштита са два основна и два завршна премаза покривном бојом, а у свему према пројекту. Плаћа се по kg постављене ограде.				
2/1.1.1.8.3		-цевне или од профила	kg	1.700,00	250,00	425.000,00
2/1.1.1.8.4		Рушити постојећу конструкцију подвожњака и одвести рушевине до депоније према упутству надзорног инжењера. Плаћање по m <sup>2</sup> постојеће структуре	m <sup>2</sup>	45,00	50.000,00	2.250.000
2/1.1.1.8.5		Испитивање готовог моста.		паушално / lump sum		1.500.000,00
2/1.1.1.8.6		Фотографско снимање у току изградње моста.		паушално / lump sum		150.000,00
2/1.1.1.8.7		Израда и уграђивање плоче са годином изградње моста.		паушално / lump sum		15.000,00
<b>УКУПНО ОСТАЛИ РАДОВИ:</b>						<b>4.723.400,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.16: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 101+980,62 пруге**

**ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА**

2/1.1.1.1	01	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА	13.195.536,00
2/1.1.1.2	02	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ	25.872.200,00
2/1.1.1.3	03	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ	27.359.600,00
2/1.1.1.4	04	РАДОВИ ОД МЕТАЛА	16.671.480,00
2/1.1.1.5	05	КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК	70.173.000,00
2/1.1.1.6	06	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ	4.756.700,00
2/1.1.1.7	07	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ	72.000,00
2/1.1.1.8	08	ОСТАЛИ РАДОВИ	4.723.400,00

**УКУПНО (дин): GRAND TOTAL (Din):**
**162.823.916,00**

Београд, јул 2020.

Срачунао:

 Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ.  
 лиценца бр.: 310 4821 03



Одговорни пројектант:

 Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ.  
 лиценца бр.: 310 4821 03



**2/1-1.16.7. ГРАФИЧКА  
ДОКУМЕНТАЦИЈА**



