



**2/1-1.1.1 НАСЛОВНА СТРАНА**

	<b>2/1-1.1 ПРОЈЕКАТ ПОДВОЖЊАКА КИСАЧКА УЛИЦА КМ 76+615,57</b>
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>2/1-1.1 Пројекат подвожњака Кисачка улица км 76+615,57</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-2/1-1.1
Место и датум:	Београд, јул 2020.

## 2/1-1.1.2. САДРЖАЈ

2/1-1.1.1.	Насловна страна
2/1-1.1.2.	Садржај
2/1-1.1.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/1-1.1.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/1-1.1.5.	Текстуална документација
2/1-1.1.5.1	Технички извештај
2/1-1.1.6.	Нумеричка документација
2/1-1.1.6.1	Статички прорачун
2/1-1.1.6.2	Предмер и предрачун радова
2/1-1.1.7.	Графичка документација
2/1-1.1.7.1	План постојећег моста
2/1-1.1.7.2	Општи план

**2/1-1.1.3. 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 **2/1-1.1 Пројекат подвожњака Кисачка улица км 76+615,57**, 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 Ићошу, 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 Ићош, 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.

**2/1-1.1.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА**

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.1 Пројекат подвожњака Кисачка улица км 76+615,57**, 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.

**2/1-1.1.5 ТЕКСТУАЛНА  
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

## **2/1-1.1.5.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ**

**ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ**

**ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПОДВОЖЊАКА на стациономи км 76+615.58**

**1. УВОД**

На новој траси двоколосечне пруге Нови Сад - Суботица (мађарска граница), пројектованој за брзину од 200 km/h, уместо постојећег подвожњака, пројектован је нови подвожњак на стациономи км 76+615.58, десног колосека.

Подлоге за пројектовање су:

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

Други релевантни пројекти

**2. Опште информације**

	<b>ПРУГА</b>	<b>Пут</b>
Врста	Нови Сад - Суботица - Келебија	Кисачка
Деоница	76+615,58 км	-
Нивелета (m)	83,73	76,60
Ширина	17,50 m (3 колосека)	12,00 m
Пад	-	-
Хоризонтално поравнање	равно	равно
Вертикално поравнање	равно	-
Нагиб косине	1:1,5	Кота терена

Укрштање десне траке и подвожњака је на стациономи км 76+615.58, под углом од 60°.

Просечна кота терена: ~77,75 m.n.v.

Број **стубова**: 4

Распони: 11,60+17,40+11,60 m у главној оси моста

Дужина конструкције: 41,60 m

Слободан профил испод железничког моста је 4.50 m.

На типичној локацији постоји око 3.0 cm разлике између висине моста и доње ивице конструкције, (81.10 m.n.v.) и доње ивице конструкције (81.13 m.n.v.)

### 3. ТЕХНОЛОГИЈА РАДА

Анализом постојећег објекта дошло се до сазнања да се мора порушити постојећи и изградити нов мост.

Рушење постојеће конструкције је оправдано на основу следећих ставки:

- По класама изложености у складу са EN 1992 и EN 206, мост потпада под категорију HC3 (Средњи утицај влажности средине) за карбонизацију. За ову класу изложености, може се користити минимална класа чврстоће при притиску C30/37, док је бетон у постојећој конструкцији неадекватан.

У случају класе изложености HC3 и класе S6 (животног века од 100 година), минимална дебљина заштитног слоја од бетона је 35mm (минимални заштитни слој од бетона) + 10mm (обавезан додатак) = 45mm (номинални заштитни слој од бетона), док овај критеријум није испуњен у случају постојеће конструкције.

У случају неодговарајуће дебљине заштитног слоја од бетона, карбонизација доводи до корозије решеткасте арматуре, повећања запремине, а самим тим и одвајања заштитног бетонског слоја.

- Ради избегавања прекомерног одржавања, биће испоштован критеријум угиба SIA 260, који је строжији од граничне вредности из EN 1990.

- На основу SIA 260 стандарда, код пројектоване брзине која је између 80 km/h и 200 km/h, гранична вредност угиба је  $L/(15v-400)$ , односно за брзину на овом мосту од 100 km/h угиб је  $L/1100$ . Мало је вероватно да би се то на постојећој конструкцији постигло.

- На постојећем мосту, ради прихватања предложене структуре слојева и ефикасне дебљине баласта, нивелета би се значајно повећала, што није било могуће због близине железничке станице Нови Сад. Повећање дебљине баласта на основу предложене структуре слојева би довело и до значајног повећања оптерећења у постојећој конструкцији.

Такође један од значајних чинилаца је да није могуће потпуно обуставити саобраћај током изградње конструкције.

Распоред рушења и изградње:

#### 1. Одржавање саобраћаја на левој коловозној траци:

- рушење постојеће пруге и десне и конструкције моста на средини и десној страни.
- изградња комплетне конструкције средњег дела и десне стране моста.
- изградња пруге са десне стране.

#### 2. Одржавање саобраћаја на десној коловозној траци:

- рушење левог колосека постојеће пруге и рушење конструкције моста.
- изградња леве стране конструкције моста.
- изградња конструкције средњег дела и леве стране пруге.



#### 4. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Мостовска конструкција је полуинтегрална ( крута веза са средњим стубовима и зглобна са крајњим стубовима). Мостовска конструкција се преко еластомерних лежишта ослања на крајње стубове. Стубови су круто везани за темеље.

Статички прорачун спроведен је коришћењем програмског пакета “Ахис ВМ”. 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 у складу са важећим прописима. Сва оптерећења су одређена у складу са применљивим „Eurocode” прописима.

#### 5. Фундирање

Земљиште у области подвожњака 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 надвожњака и на резултате геотехничких испитивања, предвиђено је да темељи конструкције буду на бушеним шиповима. Шипови Ø900 и наглавне греде испод крајњих и средишњих стубова су израђени од бетона С25/30 са арматуром В500-В. Максимална номинална сила у шипу Ø900 је 2994 Кп на средишњим стубовима и 3766 Кп на крајњим стубовима, што је мање од капацитета носивости шипова по стандардима “EN 1997-1 и EN 1997-2”.

Д=0,9m бушени шип	Стуб А	Стуб Б	Стуб Ц	Стуб Д
Нивелета наглавне греде (m)	75,45	74,45	74,45	75,45
Горња нивелета шипа (m)	58,50	58,50	58,50	58,50
Дужина шипа (m)	16,95	15,95	15,95	16,95
Број шипова	12	12	12	12

С обзиром да ће планиран објект бити реконструисан на својој постојећој локацији, потребно је уградити нове бушене шипове око већ постојећих шипова. У овом случају је СФА технологија најприкладнија за изградњу бушених шипова. Када се постигне пројектована дубина, бетон се утискује у отвор са сукцесивним извлачењем челичне цеви из тла. Арматура се након бетонирања вибрира како би се постигао жељени квалитет уградње. Овај поступак се може квалитетно извршити без обзира на врсту тла.

#### 6. Доњи строј

Доњи строј се ослања на крајње стубове од армираног бетона ширине од 5,35 m, 4,75 m, 5,35 m и висином од 4,24 m, који су појединачно постављени управно на осу моста. Крајњи стубови

преносе оптерећење на наглавну греду шипа висине 1.20 m и површине 4.20 m x 5.35 m, 4.75 m x 5.35 m.

Дебљина потпорног зида је 1.00 m. Укупна дужина паралелних крилних зидова повезаних на крање стубове моста износи 7.20 m, а њихова дебљина варира по сегментима у опсегу 80-25 cm.

Испод темеља крајњих стубова су два реда бушених шипова (2) x 3 x 2 = 12 ком, пречника  $\varnothing$  0,90 m. Средишњи стубови су армирано бетонски стубови са ширинама од 5,35, 4,75, 5,35 m, 5,40 m висине, дебљине у опсегу 70-104 cm, и њихов положај је паралелан са главном осом пута.

Испод темеља средњих стубова су два реда бушених шипова (2) x 3 x 2 = 12 ком, пречника  $\varnothing$  0,90 m .

## 7. Горњи строј

Укупна ширина три распона армиранобетонског горњег строја, који се изводе одвојено испод три колосека износи 5,35, 4,75, 5,35 m, са конзолним плочама за пешаке ширине 1.18 m са леве стране и 1.48 m са десне стране.

Са две стране туцаничког баласта чија укупна ширина износи 14.80 m, изведена је потпора за баласт у ширини од 25 cm. У горњем строју се морају поставити 9, 8 и 9 челичних носача НЕВ 550 квалитета S355, по једном колосеку. Челични носачи ће бити израђени са 200 mm препуста у ком случају им неће бити потребан ослонац пре бетонирања горњег строја.

Испод челичних носача горњег строја конструкције постављени су гумени носачи са дилатационим разделницама, док стубови имају бетонски непокретан ослонац.

Дилатациони спојеви између горњег строја десног и левог колосека ће се извести помоћу заптивне траке и материјала за испуну спојница на бази полиуретана на дубини од 2 cm. Са обе стране, ширина тротоара од 100 cm је обезбеђена оградом. Горња равна горњег строја прати нагиб пруге и биће изолована и **водонепропусно заштићена**. Изолација ће такође бити постављена и на потпору баласта и биће непрекидна на дужини од 2.5-2.5 m пре и након моста.

Слојеви изолације:

- хидроизолациона гума 2.5 cm
- водонепропусна заштита. 5 cm
- изолација 1 cm
- слој бетона за косину
- изолација 1 cm

Конструктивна висина: 1,60-1,80 m

## 8. 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.

Прикључење пута се налази на коти терена.

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.

### **9. 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  $q_{y.28d} > 1.0 \text{ MPa}$ .
- зона II : насипање се врши у слојевима <30cm са  $D_{pr} > 1.0$ .

Армиранобетонска плоча са изолацијом се ослања на наглавне греде.

Банкине су са крајњим стубовима повезане поплочаном површином.

### **10. 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.

### **11. Секундарни елементи и опрема мостова**

**На крајњим стубовима челични носачи су ослоњени на еластомерна лежишта.**

На спољашној страни тротоара потребно је поставити заштитну ограду висине 1.2 m.

Код крајњих стубова моста, сервисне стазе се настављају, тако да њихов почетни ниво буде исти као и ниво конзолне плоче, а затим достигне банку 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 бетонирани на средњем панелу риголе и изнад потпоре.

У области 50 m од моста одредиће се референтна граница у складу са стандардима.

### **12. Инвестициона вредност**

Укупна инвестициона вредност изградње новог подвожњака износи **211,796,850.14 дин.**

**13. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ**

Класе бетона:

Елемент	Бетон	Арматура	Заштитни слој од бетона
Прелазна плоча	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5
АБ стубови, потпорни зидови	C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MC-C2	B500B	5.0
Širovi i naglavne grede	C 25/30, XC2, V-II	B500B	5.0
Ivična greda i trotoar	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5.0
Mršavi beton	C 12/15 or C 16/20, X0	B500B	

**челик:** S355 J2+M

Децембер, 2018. Београд

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ:



Михајловић Сениша. дип. грађ.инж.  
Број лиценце. 310 4821 03

## **2/1-1.1.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН**

# СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН ГОРЊЕГ И ДОЊЕГ СТРОЈА

## ПРОЈЕКТОВАЊЕ МОСТОВА

### ПОДВОЖЊАК на км 76+615.57

#### 1. ПОЧЕТНИ ПОДАЦИ

- 1.1. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ, ПРОГРАМИ
- 1.2. МАТЕРИЈАЛИ
- 1.3. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 1.4. СОФТВЕР МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - AXIS VM

#### 2. СИЛЕ И ОПТЕРЕЋЕЊА

- 2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
- 2.2. САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
- 2.3. СКУПЉАЊЕ
- 2.4. ТЕМПЕРАТУРНИ УТИЦАЈ
- 2.5. СЕИЗМИЧКО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
- 2.6. КОМБИНОВАНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

#### 3. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ ГОРЊЕГ СТРОЈА

#### 4. ПРОВЕРА ГРАНИЧНИХ СТАЊА

- 4.1. ПРОВЕРА ОТПОРНОСТИ НА САВИЈАЊЕ КОД ГОРЊЕГ СТРОЈА
- 4.2. ПРОВЕРА КАПАЦИТЕТА СМИЦАЊА ГОРЊЕГ СТРОЈА
- 4.3. ПРОВЕРА ЧВРСТОЋЕ ПОТПОРНИХ ЗИДОВА
- 4.4. ПРОВЕРА ЧВРСТОЋЕ ШИПОВА
- 4.5. ПРОРАЧУН СИЛА РЕАКЦИЈЕ ШИПОВА

#### 5. ВЕРИФИКАЦИЈА ГРАНИЧНИХ СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ

- 5.1. ПРОВЕРА УГИБА
- 5.2. ПРОВЕРА ДЕБЉИНЕ ПУКОТИНА

#### 6. ПРОВЕРА ПОДУЖНИХ, ХОРИЗОНТАЛНИХ ДЕФОРМАЦИЈА

#### 7. ПРОРАЧУН ОЈАЧАЊА ГОРЊЕГ СТРОЈА

#### 8. ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ ШИПОВА

# 1. УНОСНИ ПОДАЦИ

## 1.1. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ, СОФТВЕРСКИ ПАКЕТИ

EN 1990	Основе пројектовања конструкција
EN 1991-1-1	Општа дејства - Запреминске тежине, сосптвена тежина, корисна оптерећења за зграде
EN 1991-1-4	Општа дејства - Дејства ветра
EN 1991-1-5	Општа дејства - Топлотна дејства
EN 1991-2	Саобраћајна оптерећења на мостовима
EN 1992-1-1	Пројектовање бетонских конструкција - Део 1-1: Општа правила и правила за зграде
EN 1992-2	Бетонски мостови - Правила пројектовања и конструисања
EN 1997-1	Геотехничко пројектовање - Део 1: Општа правила
EN 1998-1	Пројектовање сеизмички отпорних конструкција - Део 1: Општа правила
EN 1998-2	Пројектовање сеизмички отпорних конструкција - Део 2: Мостови

DB Richtlinie 804 - Eisenbahnbrücken (2003)

T. Rauert, H. Bigelow, B. Hoffmeister, M. Feldmann, R. Patz, P. Lippert,  
„Zum Einfluss baulicher Randbedingungen auf das dynamische Verhalten von  
WiB-Eisenbahnbrücken, Teil 1: Einführung und Messuntersuchungen an  
WiB-Brücken“, Bautechnik 87 (2010), Heft 11, S. 665-672.

### Саобраћајно оптерећење: у складу са EN 1991-2.

Прорачун је спроведен методом коначних елемената помоћу софтверског пакета Axis VM док је ручни део прорачуна је спроведен помоћу софтверског пакета Mathcad.

### Прорачун је спроведен у складу са стандардима Еврокода.

Оптерећења и карактеристике материјала дефинисана су Еврокодом, методе прорачуна сила и напона су у складу са независним стандардима.

**На основу ових прорачуна конструкција моста испуњава захтеве одговарајућих стандарда.  
Капацитети носивости и деформација су задовољавајућа!**

## 1.2. МАТЕРИЈАЛИ

### Запреминска тежина

АБ конструкције:

Насип:

Изолација:

Застор:

Челик:

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

$$\gamma_{fill} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{iso} := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{bal} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{steel} := 78.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

**Парцијални фактори за бетонске и спрегнуте материјале:**  $\gamma_c := 1.50$   $\gamma_s := 1.15$   $\gamma_a := 1.10$

Узимајући у обзир трајање оптерећења, смањујемо вредност чврстоће на затезање и чврстоћу на притисак. Ми примењујемо ове коефицијенте сигурности.

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$\alpha_{ct} := 1.00$$

**Челик (EN 1993 и EN 10025)****S355**

Граница развлачења: Парцијални фактори:

$$f_{a,yk} := 355 \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.00$$

$$\gamma_{M.ser} := 1.00$$

Захтев дуктилности за гранично напрезање:

$$\epsilon_{a.ud} := 15.0\%$$

$$\epsilon_a := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_{a,yk}}}$$

Каракт. гранична чврстоћа:

$$f_{a.uk} := 510 \frac{N}{mm^2}$$

Прорачунска вредност границе развлачења:

$$f_{a.yd} := \frac{f_{a,yk}}{\gamma_{M0}} = 355 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Модул смицања:

$$G_a := 81 \frac{kN}{mm^2}$$

Модул еластичности:

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

**Бетон - Горњи строј (EN 1992 и EN 206)****C40/50**

Секантни модул еластичности бетона:

$$E_{cm} = 35.2 \cdot \frac{kN}{mm^2}$$

Средња вредност чврстоће бетона на притисак:

$$f_{cm} = 48.00 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Ефективни модул еластичности бетона:

$$E_{c,eff} = 14.6 \cdot \frac{kN}{mm^2}$$

Карактеристична чврстоћа бетона на притисак након 28 дана:

$$f_{ck} = 40.0 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Средња вредност аксијалног напрезања бетона:

$$f_{ctm} = 3.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Рачунска чврстоћа бетона на притисак:

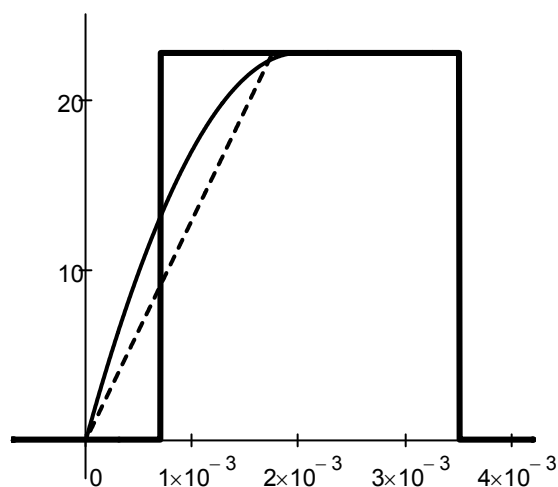
$$f_{cd} = 22.7 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Рачунска вредност аксијалног напрезања бетона:

$$f_{ctd} = 1.6 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Фактор пропорционалности бетона за правоугаони облик дисперзије напона:

$$c = 0.80$$





## Арматура (EN 10080)

Карактеристична вредност чврстоћа при затезању арматуре:

$$f_{s.tk} = 600 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Карактеристична вредност границе развлачења арматуре:

$$f_{s.yk} = 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Прорачунска вредност границе развлачења:

$$f_{s.yd} = 435 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Прорачунска вредност модула еластичности челика за арматуру:

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

Карактеристична вредност дилатације арматуре за претходно напрезање при макс. оптерећењу:

$$\varepsilon_{s.uk} = 18.0 \cdot \%$$

Релативна вредност притиснуте површине:

$$\xi_{c0} := \frac{c \cdot \varepsilon_{cu3} \cdot E_s}{f_{s.yd} + \varepsilon_{cu3} \cdot E_s} \quad \xi_{c0} = 0.49$$

B500B(B60.50)



Вредност напона за границу развлачења:

$$\varepsilon_{sy} := \frac{f_{s,yd}}{E_s} \quad \varepsilon_{sy} = 0.22 \cdot \%$$

Коефицијент адхезије:  $k_1 = 0.80$

$$\xi'_{c0} := \frac{c \cdot \varepsilon_{cu3} \cdot E_s}{\varepsilon_{cu3} \cdot E_s - f_{s,yd}} \quad \xi'_{c0} = 2.11$$

### 1.3. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ

Распони

11.60	17.40	11.60
-------	-------	-------

Дужина конструкције

$$L_{szerk} := \sum L \cdot m = 40.60 \text{ m}$$

Попречни пресек

Независни горњи стројеви:

$$n_{felszerk} := 3pc$$

Број челичних носача:

$$n_{tartó} := \begin{pmatrix} 9 \\ 8 \\ 9 \end{pmatrix} pc$$

HEB 550 носач

Железничке траке

Број трака:

$$n_{vág} := 3pc$$

Нежељени ексцентрицитет трака: видети 2.2

Растојање трака: 1435 mm

**Геометријске карактеристике носача:**

Ширина доње фланше:

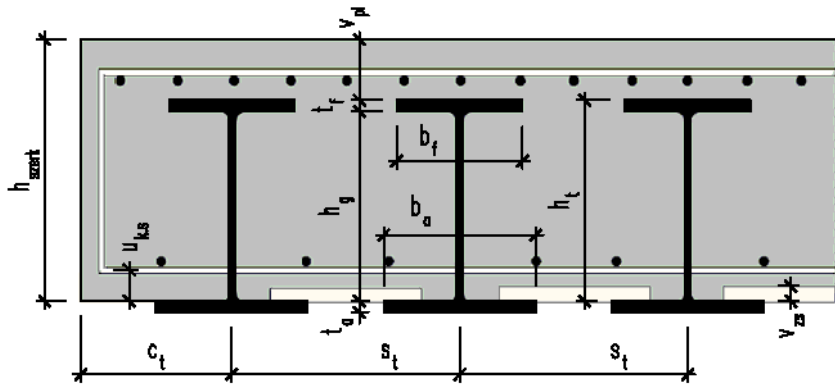
$$b_a := 300\text{mm}$$

Дебљина доње фланше:

$$t_a := 29\text{mm}$$

Ширина горње фланше:

$$b_f := 300\text{mm}$$



Дебљина горње фланше:

$$t_f := 29\text{mm}$$

Растојање носача:

Просечна дебљина бетона изнад носача:

Висина носача:

$$h_t := t_a + h_g + t_f$$

$$h_t = 550 \cdot \text{mm}$$

Дебљина оплате:

$$v_{zst} := 3\text{cm}$$

$$s_t := 600\text{mm}$$

$$v_{pl} := 150\text{mm}$$

Висина попречног пресека:

$$h_{szerk} := h_t + v_{pl}$$

$$h_{szerk} = 700 \cdot \text{mm}$$

Растојање између ивичног носача и ивице конструкције:

$$c_{t,b} := 275\text{mm}$$

Висина ребра:

Дебљина ребра:

$$c_{t,j} := 275\text{mm}$$

$$h_g := 492\text{mm}$$

$$t_g := 15\text{mm}$$

Ширине горњих стројева:

$$b_{pl} := \begin{bmatrix} c_{t,b} + (n_{tart0} - 1) \cdot s_t + c_{t,j} \\ c_{t,b} + (n_{tart1} - 1) \cdot s_t + c_{t,j} \\ c_{t,b} + (n_{tart2} - 1) \cdot s_t + c_{t,j} \end{bmatrix} \quad b_{pl} = \begin{bmatrix} 5.350 \\ 4.750 \\ 5.350 \end{bmatrix} \text{ m}$$

Укупна ширина горњег строја:

$$\sum b_{pl} = 15.45 \text{ m}$$

**Провера геометријских ограничења:**

$$\text{Girder\_height} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } 210\text{mm} \leq h_t \leq 1100\text{mm} \\ \text{"NOT OK"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Girder\_height} = \text{"OK"}$$

**Висина носача задовољава услове**

$$\text{Edge\_distance} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } 80\text{mm} \leq \min(c_{t,b}, c_{t,j}) - 0.50 \cdot \max(b_f, b_a) \\ \text{"NOT OK"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Edge\_distance} = \text{"OK"}$$

**Ивично растојање задовољава услове**

$$\text{Concrete\_thickness} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } 70\text{mm} \leq v_{pl} \leq \min\left(\frac{1}{3} \cdot h_t, 150\text{mm}\right) \\ \text{"NOT OK"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Concrete\_thickness} = \text{"OK"}$$

**Дебљина бетона задовољава услове**

$$\text{Girder\_distance} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } (150\text{mm} + b_f) \leq s_t \leq \min\left(\frac{1}{3} \cdot h_t + 600\text{mm}, 750\text{mm}\right) \\ \text{"NOT OK"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Girder\_distance = "OK"

Растојање носача задовољава услове

**Прорачунате карактеристике попречног пресека:**

Површина попречног пресека носача:

$$A_t := b_f \cdot t_f + t_g \cdot h_g + b_a \cdot t_a = 247.80 \cdot \text{cm}^2$$

Растојање између тежишта и доње ивице носача:

$$y_t := \frac{0.5 \cdot t_a \cdot b_a \cdot t_a + (t_a + 0.5 \cdot h_g) \cdot h_g \cdot t_g + (t_a + h_g + 0.5 \cdot t_f) \cdot t_f \cdot b_f}{A_t} = 275.00 \cdot \text{mm}$$

Инерција:

$$I_t := \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} + b_f \cdot t_f \cdot \left(h_t - \frac{t_f}{2} - y_t\right)^2 + \frac{t_g \cdot h_g^3}{12} + t_g \cdot h_g \cdot \left(t_a + \frac{h_g}{2} - y_t\right)^2 + \frac{b_a \cdot t_a^3}{12} + b_a \cdot t_a \cdot \left(\frac{t_a}{2} - y_t\right)^2$$

$$I_t = 133085.72 \cdot \text{cm}^4$$

Статички момент површине до осе тежишта:

$$S_t := b_a \cdot t_a \cdot (y_t - 0.5 \cdot t_a) + 0.5 \cdot t_g \cdot (y_t - t_a)^2 = 2720.22 \cdot \text{cm}^3$$

$$S'_t := b_a \cdot t_a \cdot (y_t - 0.5 \cdot t_a) = 2266.35 \cdot \text{cm}^3$$

Крутоост горњег строја:

$$EI(E_c) := E_c \cdot \left[ \frac{b_{pl} \cdot h_{szerk}^3}{12} + n_{tartó} \cdot \frac{E_a}{E_c} \cdot \left[ I_t + A_t \cdot \left( y_t - \frac{\frac{S_t \cdot h_{szerk}^2}{2} + A_t \cdot y_t}{S_t \cdot h_{szerk} + A_t} \right)^2 \right] \right]$$

$$EI_m := EI(E_{cm}) = \begin{matrix} 8.14 \cdot 10^6 \\ 7.23 \cdot 10^6 \\ 8.14 \cdot 10^6 \end{matrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EI_e := EI(E_{c,eff}) = \begin{matrix} 4.98 \cdot 10^6 \\ 4.42 \cdot 10^6 \\ 4.98 \cdot 10^6 \end{matrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EI_t := n_{tartó} \cdot E_a \cdot I_t$$

Карактеристике попречних пресека са и без пукотина:

$$EI_e = \begin{matrix} 4.98 \cdot 10^6 \\ 4.42 \cdot 10^6 \\ 4.98 \cdot 10^6 \end{matrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EI_{e,II} := \frac{EI_e}{1.2193} \quad EI'_e := 0.50 \cdot (EI_e + EI_{e,II})$$

$$EI_m = \begin{matrix} 8.14 \cdot 10^6 \\ 7.23 \cdot 10^6 \\ 8.14 \cdot 10^6 \end{matrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EI_{m,II} := \frac{EI_m}{1.4684} \quad EI'_m := 0.50 \cdot (EI_m + EI_{m,II}) \quad \frac{EI_m}{EI'_m} = \begin{pmatrix} 1.19 \\ 1.19 \\ 1.19 \end{pmatrix}$$

За попречни преглед се попречна крутоост горњег строја узима у обзир са половином њене вредности.

### Класификација фланши:

Горња фланша у контакту са бетоном се неће класификовати!

$$c_{\text{lower\_flange}} := 0.50 \cdot (b_a - t_g) \quad c_{\text{lower\_flange}} \div t_a = 4.91$$

$$\text{Lower\_flange} := \begin{cases} \text{"1. class"} & \text{if } c_{\text{lower\_flange}} \div t_a \leq 9 \cdot \epsilon_a \\ \text{"2. class"} & \text{if } 9 \cdot \epsilon_a < (c_{\text{lower\_flange}} \div t_a) \leq 14 \cdot \epsilon_a \\ \text{"3. class"} & \text{if } 14 \cdot \epsilon_a < (c_{\text{lower\_flange}} \div t_a) \leq 20 \cdot \epsilon_a \\ \text{"4. class"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

**Lower\_flange = "1. class"**

Доња флаша = "1. класа"

### Класификација ребра:

У случају да је ребро у контакту са бетоном може се узети у обзир 2. класа уместо 3. класе!

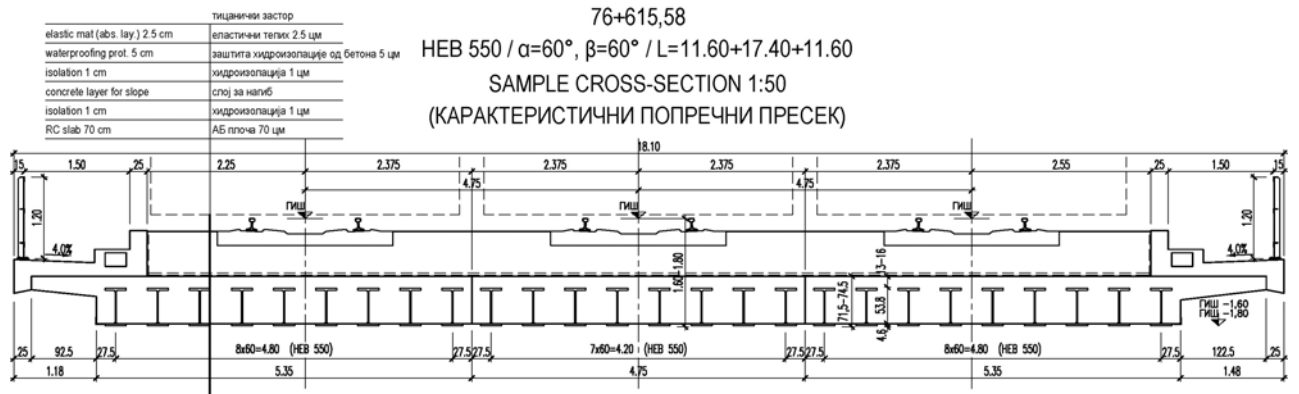
$$c_{\text{web}} := h_g - 2 \cdot 27\text{mm} \quad c_{\text{web}} \div t_g = 29.20$$

$$\text{Web} := \begin{cases} \text{"1. class"} & \text{if } c_{\text{web}} \div t_g \leq 72 \cdot \epsilon_a \\ \text{"2. class"} & \text{if } 72 \cdot \epsilon_a < (c_{\text{web}} \div t_g) \leq 83 \cdot \epsilon_a \\ \text{"2. class"} & \text{if } 83 \cdot \epsilon_a < (c_{\text{web}} \div t_g) \leq 124 \cdot \epsilon_a \\ \text{"4. class"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

**Web = "1. class"**

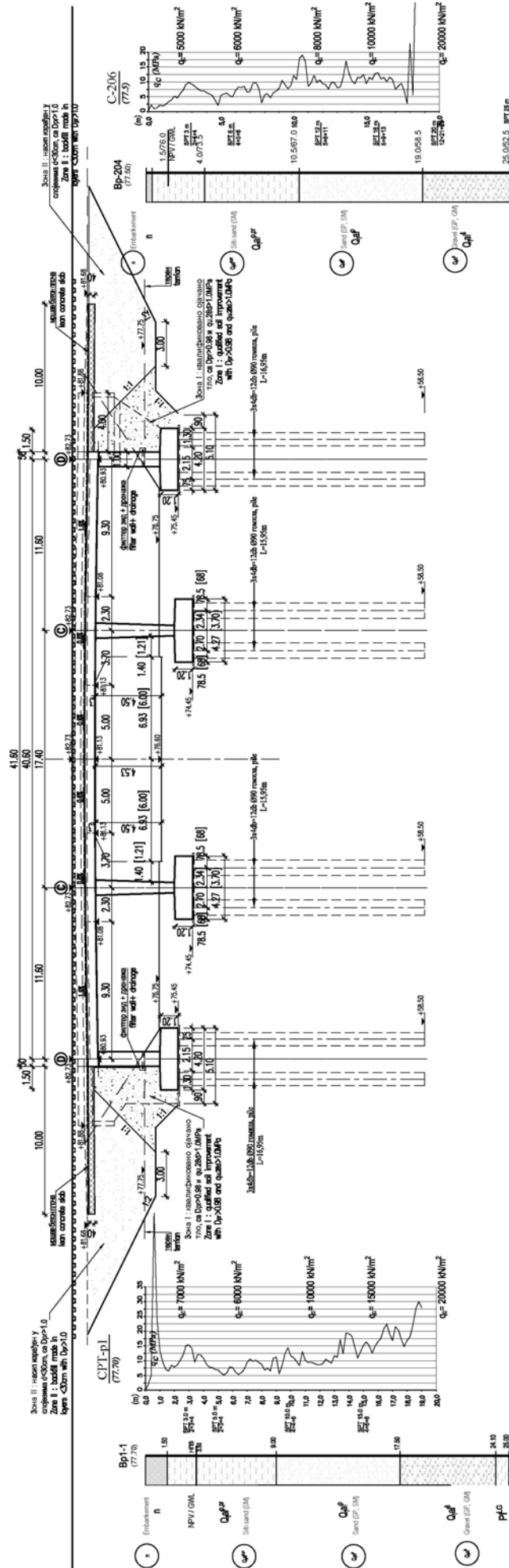
Ребро = "1. класа"

### Попречни пресек горњег строја:



Подужни пресек:

УЗДУЖНИ ПРЕСЕК А-А LONGITUDINAL SECTION 1:200



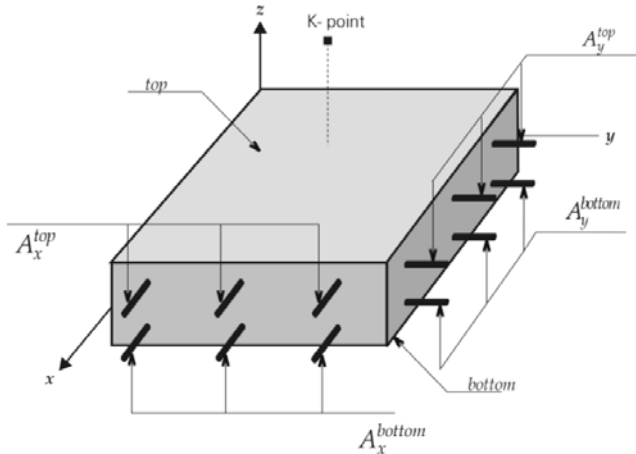
## 1.4. ПРИМЕЊЕН СОФТВЕР КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - AXIS VM

Конструкција је моделирана употребом софтвера коначних елемената - AXIS VM. Модел представља коначну форму конструкције.

### ИЗВОДИ ИЗ УПУТСТВА AXIS VM СОФТВЕРА

#### Површински параметри армирања и прорачун армирања - RC1 modul

Потребна количина арматуре се рачуна у складу са Еврокодом 2. Прорачун армирања мембране, плоче, и љускастих елемената базирана је на трећем напонском стању. Правац армирања је исти са X и Y равнина. Номинални момент савијања и одговарајућа аксијална чврстоћа одређена је у складу са оптималном дизајном ограничеог смера.



Резултујући компоненти:

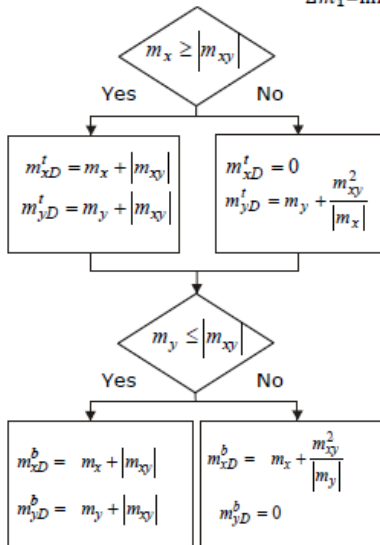
- $a_x b$ : прорачуната површина армирања у доњем појасу у 'x' правцу
- $a_y b$ : прорачуната површина армирања у доњем појасу у 'y' правцу
- $a_x t$ : прорачуната површина армирања у горњем појасу у 'x' правцу
- $a_y t$ : прорачуната површина армирања у горњем појасу у 'y' правцу

Минимални заштитни слој: Програм одређује минималан заштитни слој бетона горњег и доњег појаса према степену изложености у складу са важећим стандардима.

#### Прорачун попречне x/y арматуре у складу са Еврокодом 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:  $\Delta m_2 = 0$   
 $\Delta m_1 = \min!$   $m_x \geq m_y$



Програм прорачунава потребну притиснуту и затегнуту арматуру. Следеће вредности су представљене као резултати:  $a_x b$ ,  $a_x t$ ,  $a_y b$ ,  $a_y t$ . Ове вредности представљају прорачунату горњу и доњу арматуру у 'x' и 'y' правцу

### Локални координатни системи коначних елемената у 3D моделу

Боје:  $x$  = црвена,  $y$  = жута,  $z$  = зелена.



### Узети у обзир минималну површину армирања.

Програм прорачунава потребну минималну горњу и доњу арматуру по важећем стандарду. Ако је прорачуната количина армирања мања од ових, употребити минималну површину армирања.

### Армирање стубова - RC2 modul

Прорачунат је дијаграм интеракције у складу са карактеристикама попречног пресека и арматуре и одређено је повећање ексцентрицитета сила у одређеним стубовима на основу датих података избочавања, у складу са захтевима важећег стандарда.

Одређују се рачунски утицаји у складу са прираштајем ексцентрицитета и врше се провере ако се одговарајуће тачке налазе унутар дијаграма интеракције.

Програм одређује две методе оптималности.

Прва метода, ефикасност момента  $\epsilon$  ( $N = \text{const.}$ ):

Одређена је на  $M_y$ - $M_z$  дијаграму као однос растојања рачунске силе од почетне тачке до тачке пресеке са кривом и цртаном полу-правом линијом од почетне тачке кроз исту тачку.

Друга метода,  $\epsilon$  ( $e = \text{const.}$ ), ефикасност константног ексцентрицитета:

Одређена је у  $N$ - $M_y$ - $M_z$  површине као однос растојања рачунске силе од почетне тачке до тачке пресецања  $N$ - $M$  површине и полу линије цртане кроз почетну тачку.

За тренутни прорачун прва метода,  $\epsilon$  ( $N = \text{const.}$ ), оптималности је представљена.

### Провера армирања стубова у складу са Еврокодом 2.

Design moments in bending directions are  $M_d = N_d \cdot e_d$

where  $N_d$  is the normal force in the column and  $e_d = e_e + e_i + e_2$  is the critical eccentricity in the given bending direction.

$e_0 = M_1/N_d$  initial eccentricity calculated from the first order force and moment.

If moments at the top and bottom end of the column are different, a substitute eccentricity will be determined:

$e_e$ : If the moments at the column endpoints are different, an **equivalent eccentricity** is determined according to the following

- in a braced direction  $e_e = \max \left\{ \frac{0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b}{0.4 \cdot e_a} \right\}$  and  $|e_a| \geq |e_b|$   
where  $e_a$  and  $e_b$  are the initial eccentricities at the ends of the column.
- in a non-braced direction  $e_e = \max \left\{ \frac{|e_a|}{|e_b|} \right\}$ , but with the sign of the eccentricity bigger in absolute value.

$e_2$  : second order increment of the eccentricity.

$$e_2 = \frac{1}{r} \frac{l_0^2}{\pi^2}, \text{ where } \frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'} \text{ if } \lambda \geq \lambda_{lim} = 20 \frac{ABC}{\sqrt{n}} \text{ where } n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

$$K_r = \min \left\{ \frac{N'_u - N_{Ed}}{N'_u - N_{bal}}; 1.0 \right\}, K_\varphi = \max \{ 1 + \beta \varphi_{ef}; 1.0 \},$$

$$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}, \text{ where } f_{ck} \text{ is in N/mm}^2,$$

$$d' = \frac{h}{2} + i_s, \text{ where } i_s \text{ is the radius of inertia of rebars}$$

Increments of eccentricities are determined in both bending planes. The program checks the following design situations:

**At the middle of the column:**

$$\lambda_y / \lambda_z \leq 2 \text{ and } \lambda_z / \lambda_y \leq 2, \text{ furthermore} \quad \text{otherwise}$$

$$\frac{e_y / b_{eq}}{e_z / h_{eq}} \leq 0,2 \text{ or } \frac{e_z / h_{eq}}{e_y / b_{eq}} \leq 0,2$$

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{ez} \quad M_{dy} = N_d^* (e_{ez} \pm (e_{iz} + e_{2z}))$$

$$M_{dz,1} = -N_d^* (e_{ey} \pm (e_{iy} + e_{2y})) \quad M_{dz} = -N_d^* (e_{ey} \pm (e_{iy} + e_{2y}))$$

$$M_{dy,2} = N_d^* (e_{ez} \pm (e_{iz} + e_{2z}))$$

$$M_{dz,2} = -N_d^* e_{ey}$$

**At the top and bottom of the column if the column is braced (non-sway):**

$$\lambda_y / \lambda_z \leq 2 \text{ and } \lambda_z / \lambda_y \leq 2, \text{ furthermore} \quad \text{otherwise}$$

$$\frac{e_y / b_{eq}}{e_z / h_{eq}} \leq 0,2 \text{ or } \frac{e_z / h_{eq}}{e_y / b_{eq}} \leq 0,2$$

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{0z} \quad M_{dy} = N_d^* (e_{0z} \pm e_{iz})$$

$$M_{dz,1} = -N_d^* (e_{0y} \pm e_{iy}) \quad M_{dz} = -N_d^* (e_{0y} \pm e_{iy})$$

$$M_{dy,2} = N_d^* (e_{0z} \pm e_{iz})$$

$$M_{dz,2} = -N_d^* e_{0y}$$

**At the top and bottom of the column if the column is not braced (sway):**

$$\lambda_y / \lambda_z \leq 2 \text{ and } \lambda_z / \lambda_y \leq 2, \text{ furthermore} \quad \text{otherwise}$$

$$\frac{e_y / b_{eq}}{e_z / h_{eq}} \leq 0,2 \text{ or } \frac{e_z / h_{eq}}{e_y / b_{eq}} \leq 0,2$$

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{0z} \quad M_{dy} = N_d^* (e_{0z} \pm (e_{iz} + e_{2z}))$$

$$M_{dz,1} = N_d^* (e_{0y} \pm (e_{iy} + e_{2y})) \quad M_{dz} = N_d^* (e_{0y} \pm (e_{iy} + e_{2y}))$$

$$M_{dy,2} = N_d^* (e_{0z} \pm (e_{iz} + e_{2z}))$$

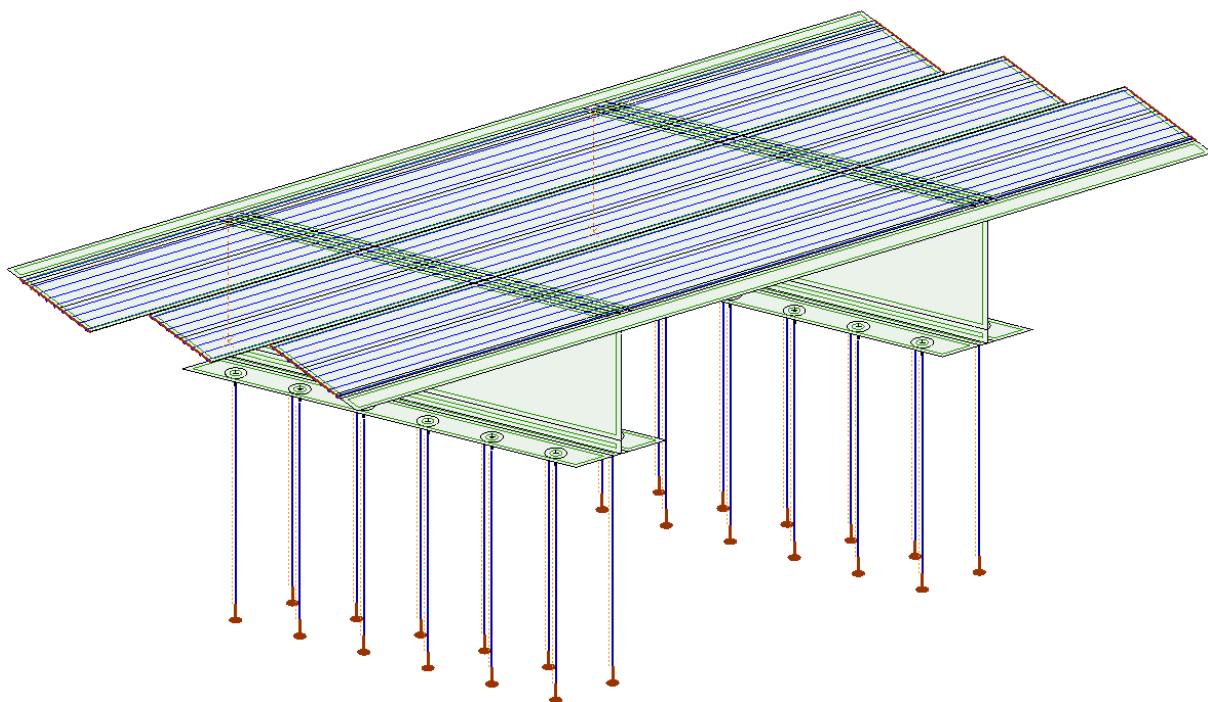
$$M_{dz,2} = -N_d^* e_{0y}$$

Axis VM врши проверу рачунских оптерећења ( $M_{dy}$ ,  $M_{dz}$ ,  $N_d$ ) како би се установило њихово гранично стање унутар дијаграма интеракције N-M. Ако услов није задовољен у складу са рачунским захтевима, колона са заданим поп. пресеком и арматуром се занемарује.

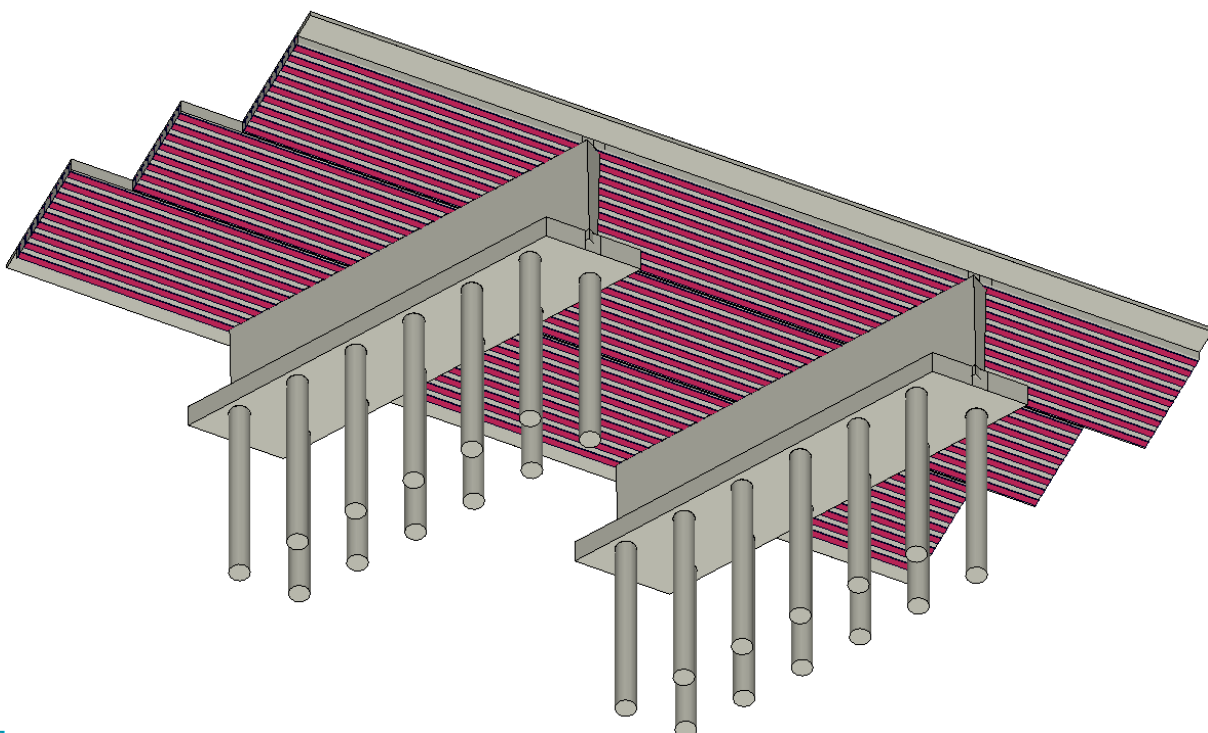


# Примењен модел коначних елемената:

Code Eurocode



Code Eurocode



## 2. ОПТЕРЕЋЕЊА И ДЕЈСТВА

### 2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Део сопствене тежине није узет у обзир у моделу конструкције

Дебљина изолације:

$$V_{\text{iso}} := 2\text{cm}$$

Просечна дебљина застора:

$$V_{\text{bal}} := 55\text{cm}$$

#### Шине и прагови

Тежина шине по дужном метру:

$$g_{\text{track}} := 1.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Тежина прагова по дужном метру, (max. 350kg/pc):

$$g_{\text{sleeper}} := 6.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Ивичњак

Тежина засторског потпора:

$$g_{\text{rib}} := 16.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Тежина стазе:

$$g_{\text{sidewalk}} := 5.95 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Тежина ивичљака:

$$g_{\text{edge}} := 2.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

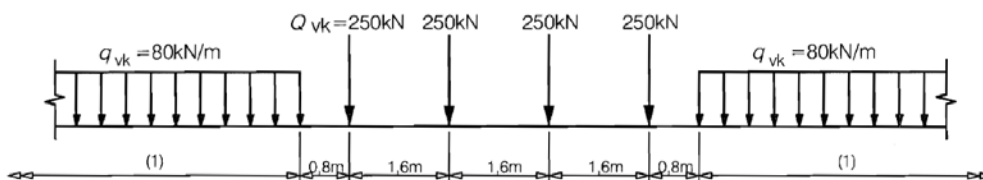
#### Ограда за пешаке

Тежина ограде по дужним метру:

$$g_{\text{fence}} := 0.30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### 2.2. САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Модел оптерећења 71:



Key

(1) No limitation

Модел оптерећења SW/0 и SW/2:

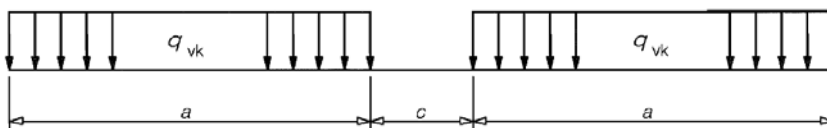


Figure 6.2 - Load Models SW/0 and SW/2

Table 6.1 - Characteristic values for vertical loads for Load Models SW/0 and SW/2

Load Model	$q_{vk}$ [kN/m]	$a$ [m]	$c$ [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

**Фактор класификације оптерећења:**  $\alpha := 1.00$

Модел оптерећења 71 и SW/0, центрифугалне силе, силе бука, силе трења и кочења биће помножене са фактором класификације оптерећења.

**Динамички фактор:**

$$n := 3$$

$$k := 1.3$$

$$L_m := \frac{1}{n} \cdot \sum L_{ft}$$

$k$  фактор у складу са бројем распона:

$$L_{max} := \max(L_{ft}) = 17.40 \text{ m}$$

$$L_{\phi} := \max(k \cdot L_m, L_{max}) = 17.59 \text{ m}$$

$n = 2$	3	4	$\geq 5$
$k = 1,2$	1,3	1,4	1,5

$$\phi_{din.ft} := \min\left(\frac{1.44}{\sqrt{L_{\phi} \div m} - 0.2} + 0.82, 1.67\right)$$

$$\phi_{din.ft} := 1.181$$

Препоручене вредности за попречна испитивања у складу са RIL 804:

$$\phi_{din.pl} := 1.300$$

**Ексцентрицитет саобраћајног оптерећења:**

$$r_{v\acute{a}g} := 1500 \text{ mm}$$

$$e_{exc} := 0.0556 \cdot r_{v\acute{a}g}$$

$$e_{exc} = 83.40 \cdot \text{mm}$$

У идејном пројекту се ексцентрицитет саобраћајног оптерећења не узима у обзир.

**Утицај центрифугалне силе:**

Нивелација пруге:

Хор. радиус лука:

Висина шине:

Тежиште возила:

$$t := 0 \text{ mm}$$

$$R := \text{infinite}$$

$$v_{sin} := 18 \text{ cm}$$

$$h_{sp} := 1.80 \text{ m}$$

Растојање између конструкције и тежишта возила:

$$p := h_{sp} + v_{sin} + v_{bal}$$

Пројектована брзина:

$$v := 100 \text{ km/h}$$

Повећање ексцентрицитета као резултат центрифугалне силе:

$$e_{cent} := \frac{v^2}{127 \cdot R} \cdot p \quad e_{cent} = 0 \cdot \text{mm}$$

Смањење ексцентрицитета као резултат нивелације:

$$e_i := \frac{t}{1.50 \text{ m}} \cdot p \quad e_i = 0 \cdot \text{mm}$$

$f$  фактор редукције није узет у обзир ради сигурности!

Рачунски ексцентрицитет:

$$e_{0.min} := 500 \text{ mm} \quad e_{0.poz} := 500 \text{ mm}$$

Макс. позитиван ексцентрицитет:

$$e_{poz.max} := \max(e_{exc} + e_{cent} + e_{0.min} - e_i, e_{exc} + e_{0.poz} + e_i) = 583 \cdot \text{mm}$$

Макс. негативан ексцентрицитет:

$$e_{min.max} := \min(-e_{exc} + e_{0.min} - e_i, -e_{exc} - e_{cent} + e_{0.poz} + e_i) = 417 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta e := \max(|e_{poz.max}|, |e_{min.max}|) = 583 \cdot \text{mm}$$

У идејном пројекту се центрифугалне силе не узимају у обзир.

**Силе бука:**

$$V_O := 100 \cdot \text{kN}$$

У идејном пројекту се силе бука не узимају у обзир.

### Силе трења:

$$V_{I.LM71} := \frac{\alpha \cdot L_{I.LM71} \cdot 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{I.LM71} = 30.30 \text{ m}$$

$$V_{I.LM71} = 24.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{I.SW0} := \frac{\alpha \cdot L_{I.SW0} \cdot 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{I.SW0} = 30.00 \text{ m}$$

$$V_{I.SW0} = 24.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{I.SW2} := \frac{L_{I.SW2} \cdot 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{I.SW2} = 30.30 \text{ m}$$

$$V_{I.SW2} = 24.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Силе кочења:

$$V_{F.LM71} := \frac{\alpha \cdot L_{F.LM71} \cdot 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{F.LM71} = 40.60 \text{ m}$$

$$V_{F.LM71} = 20.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{F.SW0} := \frac{\alpha \cdot L_{F.SW0} \cdot 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{F.SW0} = 30.00 \text{ m}$$

$$V_{F.SW0} = 14.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{F.SW2} := \frac{L_{F.SW2} \cdot 35 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{L_{\text{szerk}}}$$

$$L_{F.SW2} = 33.60 \text{ m}$$

$$V_{F.SW2} = 28.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Једнакорасподељено оптеречење на стазама:

$$q_{fk} := 5.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

## 2.3. СКУПЉАЊЕ

Релативна влажност:

$$RH := 80\% \quad (\text{спољашњи услови})$$

Карактеристична вредност чврстоће бетона при притиску на цилиндар:

$$f_{ck} = 40 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Напрезање при аутогеном скупљању:

$$\epsilon_{ca.v} := 2.5 \cdot \left( f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} - 10 \right) \cdot 10^{-6} = 0.00750 \cdot \%$$

Напрезање при скупљању исушавањем:

$$\epsilon_{cd.0} := 0.0265\%$$

$$k_{h.67} := 0.70 \quad \epsilon_{cd.v.67} := k_{h.67} \cdot \epsilon_{cd.0} = 0.019 \cdot \% \quad 67\text{cm thickness}$$

$$k_{h.25} := 0.80 \quad \epsilon_{cd.v.25} := k_{h.25} \cdot \epsilon_{cd.0} = 0.021 \cdot \% \quad 25\text{cm thickness}$$

Укупно скупљање:

$$\epsilon_{cs.v.67} := \epsilon_{ca.v} + \epsilon_{cd.v.67} = 0.026 \cdot \%$$

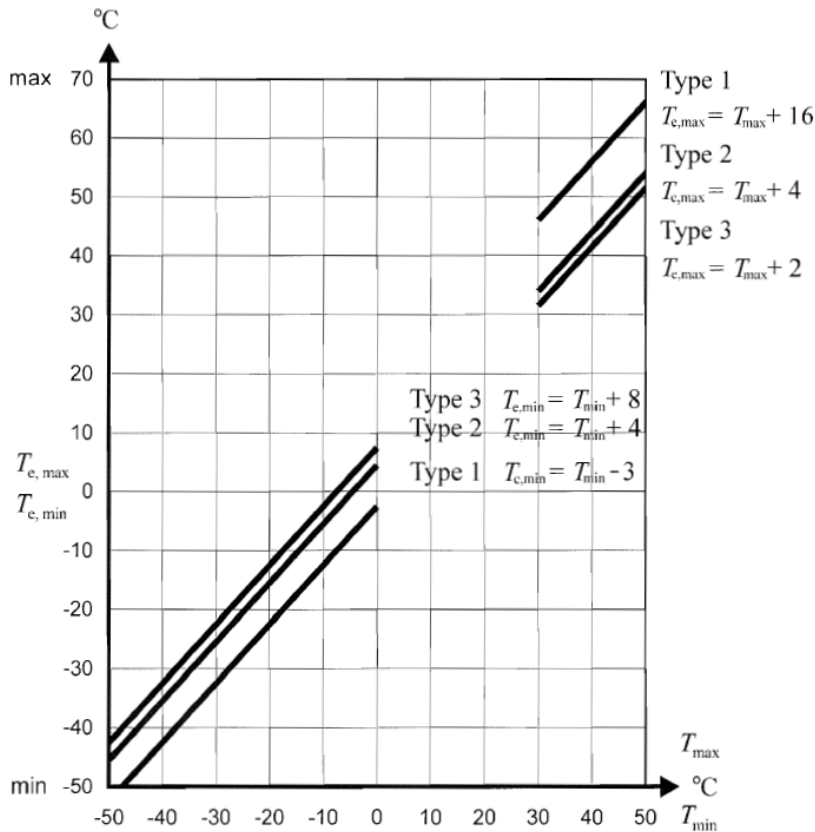
$$\epsilon_{cs.v.25} := \epsilon_{ca.v} + \epsilon_{cd.v.25} = 0.029 \cdot \%$$

Топлотне дилатације:

$$\Delta T_{cs.v.67} := \frac{\epsilon_{cs.v.67}}{0.000010} = 26 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{cs.v.25} := \frac{\epsilon_{cs.v.25}}{0.000010} = 29 \cdot ^\circ\text{C}$$

## 2.4 ТОПЛОТНА ДЕЈСТВА



Мин. и макс.  
температуре ваздуха:

$$T_{min} := -25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{max} := 35^{\circ}\text{C}$$

Минималне и максималне  
једнолике температуре  
компонента моста:

$$T_{e,min} := T_{min} + 8^{\circ}\text{C} = -17.00 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,max} := T_{max} + 2^{\circ}\text{C} = 37.00 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

### Опсег униформности температуре на компонентима моста

Иницијална температура моста:  $T_0 := 10^{\circ}\text{C}$

Карактеристичне вредности максималних скупљања и ширења:

$$\Delta T_{N,con} := T_0 - T_{e,min} = 27 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,exp} := T_{e,max} - T_0 = 27 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

### Компоненти температурне разлике

Road, foot and railway bridges						
Surface Thickness	Type 1		Type 2		Type 3	
	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top
[mm]	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$
unsurfaced	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
water-proofed	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,0
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
ballast (750 mm)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0

Type of Deck	Top warmer than bottom	Bottom warmer than top
	$\Delta T_{M,heat} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{M,cool} (^{\circ}C)$
Type 1: Steel deck	18	13
Type 2: Composite deck	15	18
Type 3: Concrete deck: - concrete box girder - concrete beam - concrete slab	10 15 15	5 8 8

$$k_{sur.poz} := 0.60 \quad \Delta T_{poz} := k_{sur.poz} \cdot 15^{\circ}C = 9 \cdot ^{\circ}C$$

$$k_{sur.neg} := 1.00 \quad \Delta T_{neg} := k_{sur.neg} \cdot 8^{\circ}C = 8 \cdot ^{\circ}C$$

### Подужни утицаји као резултат температурних промена

Каракт. подужни утицаји температурних промена  $F_{TK}$  делују по траци на непокретна лежишта :  
- за мостове са континуално завареним шинама на оба краја горњег строја и са непокретним лежиштима на растојању  $L_1$  са једног краја строја и  $L_2$  са супортног краја:

$$F_{TK} = 0.6 \cdot k \cdot (L_2 - L_1)$$

$$L_1 = L_2$$

$$F_{TK} := 0kN$$

Подужна сила као резултат температурне промене се неће узети у обзир!

## 2.5. СЕИЗМИЧКА ДЕЈСТВА (EN 1998-1:2004)

Аутоматско генерисање сеизмичких оптерећења примењује се са уграђеним AXIS VM модулом.

Сеизмичка оптерећења се узимају у обзир према методи Анализе спектра реакције. Ова метода захтева претходно израчунати број непоремећених фреквенција слободних вибрација и одговарајуће облике рада.

На основу ових облика режима вибрације AXIS VM ствара еквивалентна статичка оптерећења (за сваки облик режима вибрације) која се затим примењују на модел у статичкој анализи. Затим се резултат унутрашње силе добијеним за сваки облик режима сабира са методом описаном у спецификацији прорачуна.

Ово су кораци стварања сеизмичких оптерећења и подешавања параметара одзива:

1. Израчунати прве  $n$  облике фреквенција и вибрација и табелу еквивалентних сеизмичких коефицијената  $X$ ,  $Y$  правцу.

2. Програм генерише више случајева оптерећења.

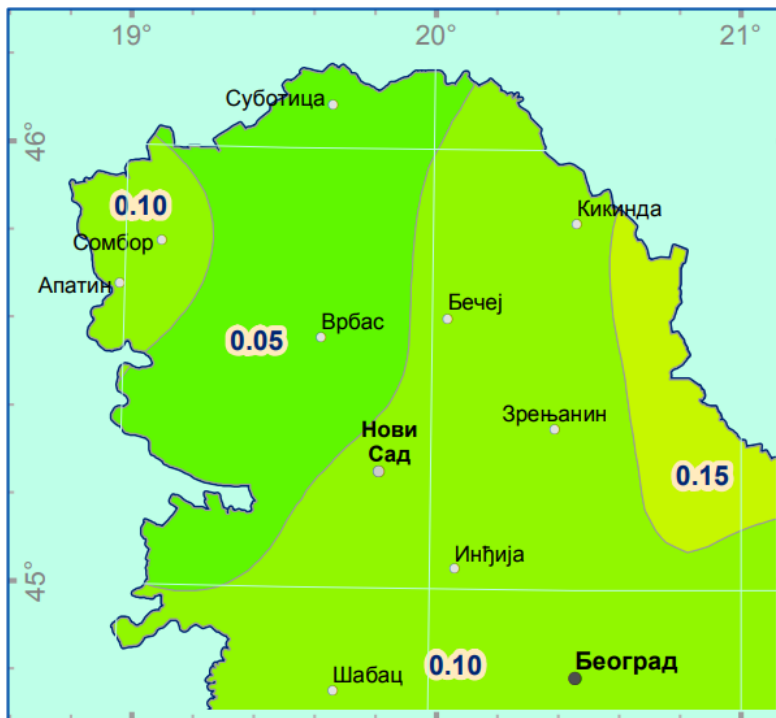
Случајеви оптерећења „ $X$ “, „ $Y$ “ садрже максималну вредност напона и деформација израчунатих из еквивалентних сеизмичких коефицијената у  $X$ ,  $Y$  правцима.

Случајеви оптерећења '+', '-' садрже максималну вредност напрезања и деформација наведених у еквивалентним сеизмичким коефицијентима у  $X$ ,  $Y$  правцу.

3. Сеизмички параметри

Сеизмички утицаји у  $Z$  координати нису узети у обзир.

Сеизмичка мапа:



Референтно убрзање примењене сеизмичке зоне:

$$a_{gR} := 0.10 \cdot g$$

Класа важности моста: II. (Просечна класа важности)

$$\gamma_I := 1.00$$

Пројектовано убрзање на тлу:

$$a_g := \gamma_I \cdot a_{gR} = 0.98 \cdot \frac{m}{s^2}$$

Спектар одзива еластичног убрзања:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Без геотехничког извештаја је "С" категорија тла узета у обзир.

Параметри спектра одговора:

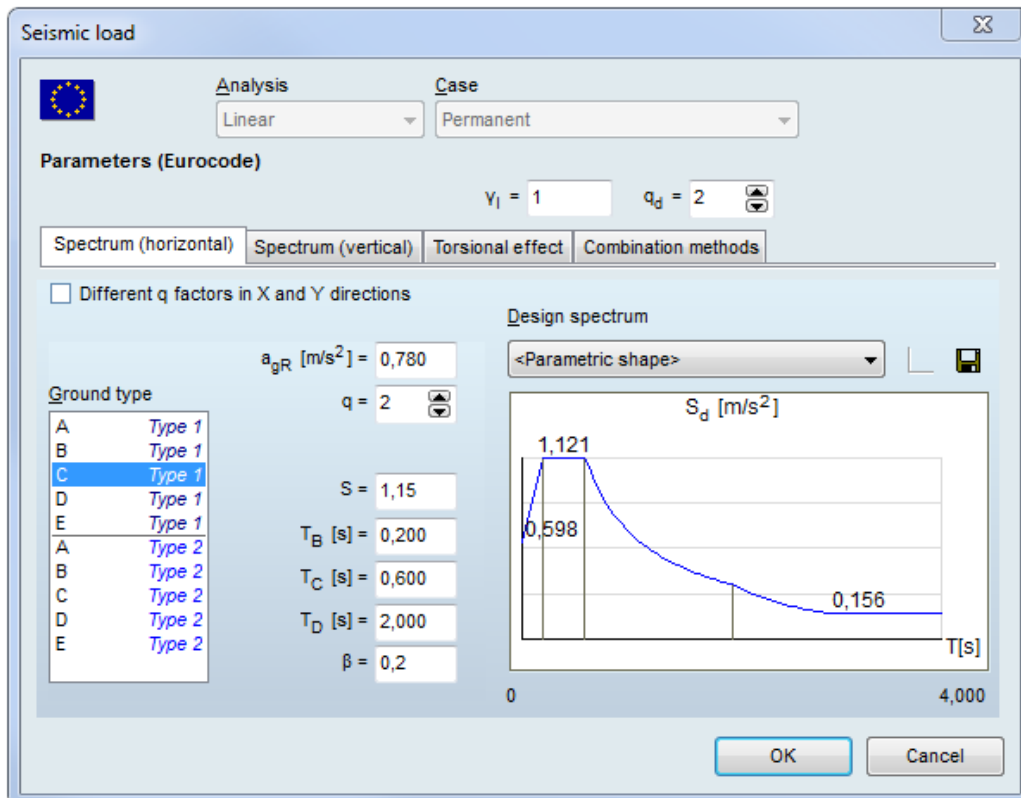
Ground type	S	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Фактор одзива:

q := 2.00

Параметар за доњу границу вредности:

β := 0.20





## 2.6. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

Persistent and transient design situation (Eq. 6.10)	Permanent actions		Prestress	Leading variable action	Accompanying variable actions	
	Unfavourable	Favourable			Main (if any)	Others
(Eq. 6.10a)	$\chi_{G,i,sup} G_{k,i,sup}$	$\chi_{G,i,int} G_{k,i,int}$	$\gamma P$	$\gamma_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{0,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\chi_{0,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Eq. 6.10b)	$\xi \chi_{G,i,sup} G_{k,i,sup}$	$\chi_{G,i,int} G_{k,i,int}$	$\gamma P$	$\gamma_{0,1} Q_{k,1}$		$\chi_{0,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

NOTE 1 The choice between 6.10, or 6.10a and 6.10b will be in the National Annex. In the case of 6.10a and 6.10b, the National Annex may in addition modify 6.10a to include permanent actions only.

NOTE 2 The  $\gamma$  and  $\xi$  values may be set by the National Annex. The following values for  $\gamma$  and  $\xi$  are recommended when using expressions 6.10, or 6.10a and 6.10b:

$\chi_{G,sup} = 1,35^1)$   
 $\chi_{G,int} = 1,00$   
 $\chi_Q = 1,35$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to road or pedestrian traffic (0 when favourable)  
 $\chi_Q = 1,45$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 11 to 31 (except 16, 17, 26<sup>3)</sup> and 27<sup>3)</sup>), load models LM71, SW/0 and HSLM and real trains, when considered as individual leading traffic actions (0 when favourable)  
 $\chi_Q = 1,20$  when  $Q$  represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 16 and 17 and SW/2 (0 when favourable)  
 $\chi_Q = 1,50$  for other traffic actions and other variable actions<sup>2)</sup>  
 $\xi = 0,85$  (so that  $\xi \chi_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$ ).  
 $\chi_{G,set} = 1,20$  in the case of a linear elastic analysis, and  $\chi_{G,set} = 1,35$  in the case of a non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects. For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account.  
See also EN 1991 to EN 1999 for  $\gamma$  values to be used for imposed deformations.  
 $\gamma_P =$  recommended values defined in the relevant design Eurocode.

<sup>1)</sup>This value covers: self-weight of structural and non structural elements, ballast, soil, ground water and free water; removable loads, etc.  
<sup>2)</sup>This value covers: variable horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, traffic load surcharge earth pressure, traffic aerodynamic actions, wind and thermal actions, etc.  
<sup>3)</sup>For rail traffic actions for groups of loads 26 and 27  $\chi_Q = 1,20$  may be applied to individual components of traffic actions associated with SW/2 and  $\chi_Q = 1,45$  may be applied to individual components of traffic actions associated with load models LM71, SW/0 and HSLM, etc.

NOTE 3 The characteristic values of all permanent actions from one source are multiplied by  $\chi_{G,sup}$  if the total resulting action effect is unfavourable and  $\chi_{G,int}$  if the total resulting action effect is favourable. For example, all actions originating from the self-weight of the structure may be considered as coming from one source; this also applies if different materials are involved. See however A2.3.1(2).

NOTE 4 For particular verifications, the values for  $\chi_G$  and  $\chi_Q$  may be subdivided into  $\chi_G$  and  $\chi_Q$  and the model uncertainty factor  $\chi_{Sd}$ . A value of  $\chi_{Sd}$  in the range 1,0–1,15 may be used in most common cases and may be modified in the National Annex.

NOTE 5 Where actions due to water are not covered by EN 1997 (e.g. flowing water), the combinations of actions to be used may be specified for the individual project.

Actions		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2^{4)}$
Individual components of traffic actions <sup>5)</sup>	LM 71	0,80	1)	0
	SW/0	0,80	1)	0
	SW/2	0	1,00	0
	Unloaded train	1,00	-	-
	HSLM	1,00	1,00	0
	Traction and braking Centrifugal forces Interaction forces due to deformation under vertical traffic loads	Individual components of traffic actions in design situations where the traffic loads are considered as a single (multi-directional) leading action and not as groups of loads should use the same values of $\psi$ factors as those adopted for the associated vertical loads		
	Nosing forces	1,00	0,80	0
	Non public footpaths loads	0,80	0,50	0
	Real trains	1,00	1,00	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge Aerodynamic effects	0,80	0,50	0
Main traffic actions (groups of loads)	gr11 (LM71 + SW/0)	0,80	0,80	0
	gr12 (LM71 + SW/0)			
	gr13 (Braking/traction)			
	gr14 (Centrifugal/nosing)			
	gr15 (Unloaded train)			
	gr16 (SW/2)	0,80	0,70	0
	gr17 (SW/2)			
	gr21 (LM71 + SW/0)			
	gr22 (LM71 + SW/0)			
	gr23 (Braking/traction)			
	gr24 (Centrifugal/nosing)	0,80	0,60	0
	gr26 (SW/2)			
	gr27 (SW2)			
	gr31 (LM71 + SW/0)	0,80	0,60	0
Other operating actions	Aerodynamic effects	0,80	0,50	0
	General maintenance loading for non public footpaths	0,80	0,50	0
Wind forces <sup>2)</sup>	$F_{Wk}$	0,75	0,50	0
	$F_{W}^{**}$	1,00	0	0
Table continued on next page				

ГСН (а,б)

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

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

Сеизмика

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

Карактеристично

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Често

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Квази-стално

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Случајеви оптерећења:

	ГСН	ГСУ	Фактор клас. Оптерећења	Дин. фактор	Фактори		
	Парц. Фактор				ψ0	ψ1	ψ2
	γ	γ					
Сопствена тежима							
Изолација							
Застор							
Шина							
Ивичњак							
Заштитна ограда	1,35	1	не	не	не	не	не
Моде оптерећења 71	1,45	1	1	1,181	1	0,8	0
Модел оптерећења SW0	1,45	1	1	1,181	0,8	0,8	0
Модел оптерећења SW2	1,2	1	по	1,181	0,8	0,8	0
Оптерећења не-јавних стаза	1,5	1	по	по	0,8	0,5	0
Трење и кочење LM71	1,45	1	1	1	1	0,8	0
Трење и кочење SW0	1,45	1	1	1	1	0,8	0
Трење и кочење SW2	1,2	1	по	1	1	1	0
Информна темп. промена	1,5	1	по	по	0,6	0,6	0,5
Температурна промена	1,5	1	по	по	0,6	0,6	0,5
Скупљање	1	1	по	по	1	1	1
Сеизмика	1	1	по	по	по	по	по

Због неусаглашености софтвера и примене оптерећења у неким случајевима су примењени фактори другачији од оних у Еврокоду (приближност ради сигурности).

Creating all critical combinations



Eurocode



Ultimate Limit State combinations

- ULS
- Geotechnical combinations

$$\sum \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,j} Q_{k,j} + \sum_{i \neq j} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- ULS (a, b)
- Geotechnical combinations

$$\max \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \Psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i},$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Include imperfections

Service Limit State combinations

- SLS Characteristic

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- SLS Frequent

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- SLS Quasipermanent

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Replace existing critical combinations

- Replace only combinations of the same type

- Create load combinations with descriptive names (like 1.1\*ST1+0.9\*ST2)

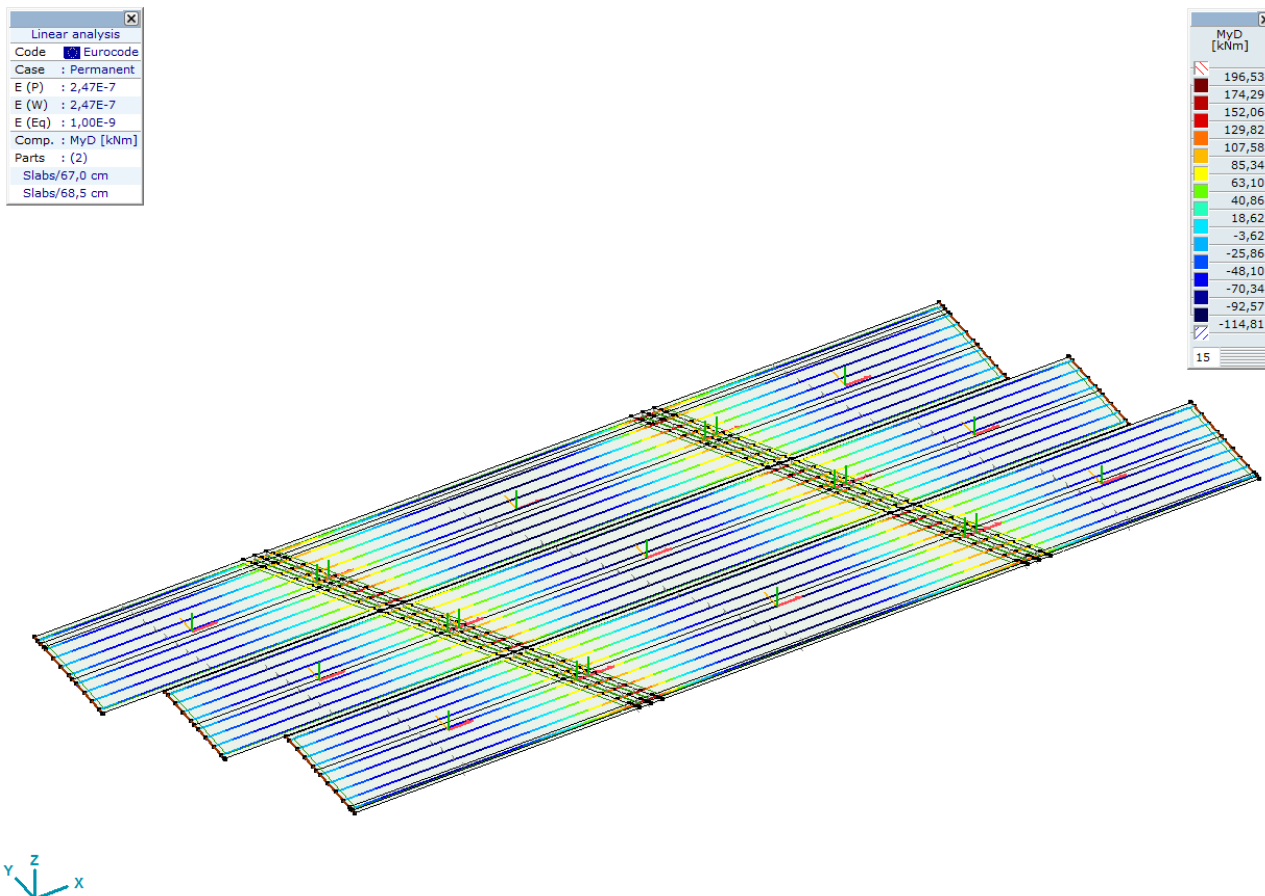
Delete

OK

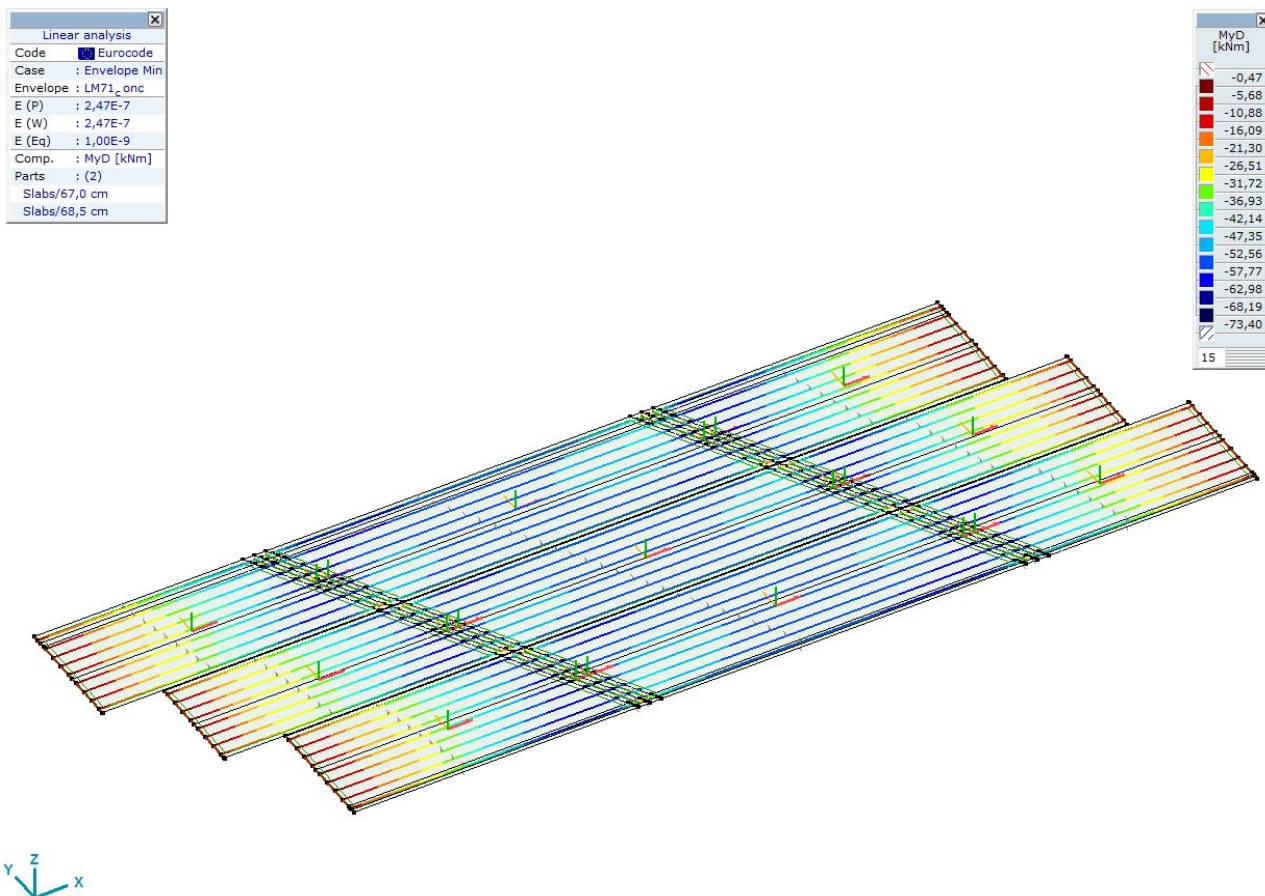
Cancel

### 3. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ ГОРЊЕ СТРУКТУРЕ

Дијаграми момената савијања услед сталног оптерећења:

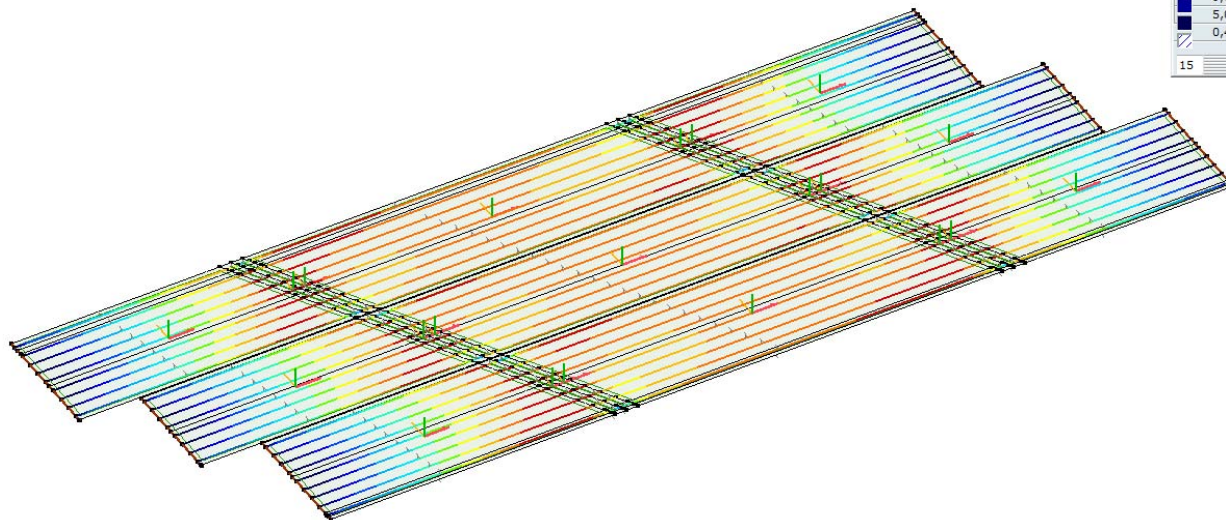


Дијаграми момената савијања (анвелопа) услед модела оптерећења 71 (концентрисана оптерећења):



Linear analysis	
Code	<input checked="" type="checkbox"/> Eurocode
Case	: Envelope Max
Envelope	: LM71_ onc
E (P)	: 2,47E-7
E (W)	: 2,47E-7
E (Eq)	: 1,00E-9
Comp.	: MyD [kNm]
Parts	: (2)
Slabs	/67,0 cm
Slabs	/68,5 cm

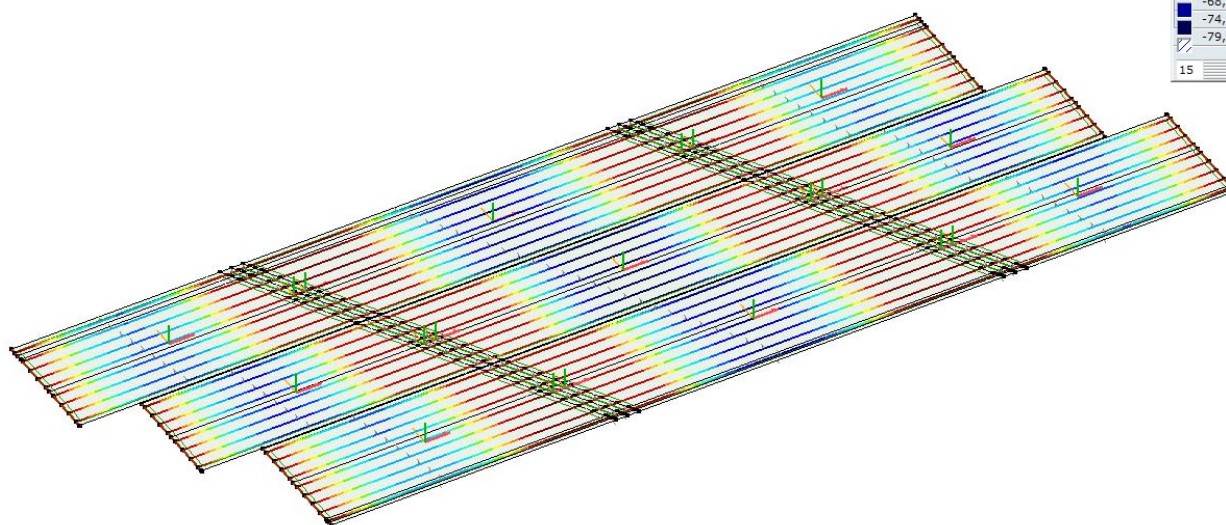
MyD [kNm]	
65,27	
60,64	
56,01	
51,37	
46,74	
42,11	
37,47	
32,84	
28,21	
23,57	
18,94	
14,31	
9,67	
5,04	
0,41	



Дијаграми момената савијања (анвелопа) услед модела оптерећења SW0:

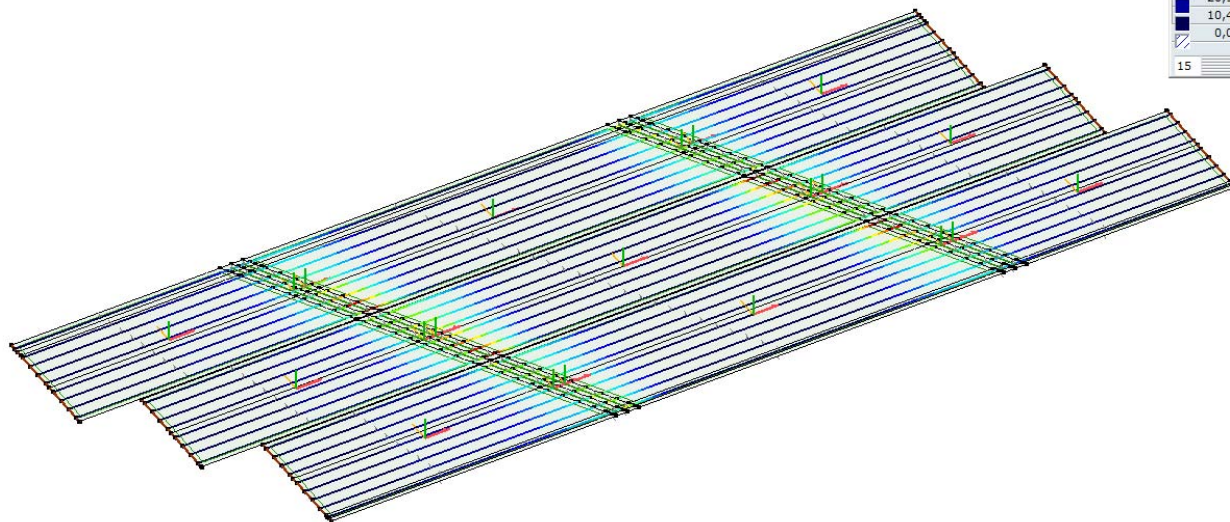
Linear analysis	
Code	<input checked="" type="checkbox"/> Eurocode
Case	: Envelope Min
Envelope	: SW0
E (P)	: 2,47E-7
E (W)	: 2,47E-7
E (Eq)	: 1,00E-9
Comp.	: MyD [kNm]
Parts	: (2)
Slabs	/67,0 cm
Slabs	/68,5 cm

MyD [kNm]	
-0,05	
-5,76	
-11,46	
-17,17	
-22,87	
-28,58	
-34,28	
-39,99	
-45,69	
-51,40	
-57,10	
-62,81	
-68,51	
-74,22	
-79,92	



Linear analysis	
Code	<input checked="" type="checkbox"/> Eurocode
Case	: Envelope Max
Envelope	: SW0
E (P)	: 2,47E-7
E (W)	: 2,47E-7
E (Eq)	: 1,00E-9
Comp.	: MyD [kNm]
Parts	: (2)
Slabs	/67,0 cm
Slabs	/68,5 cm

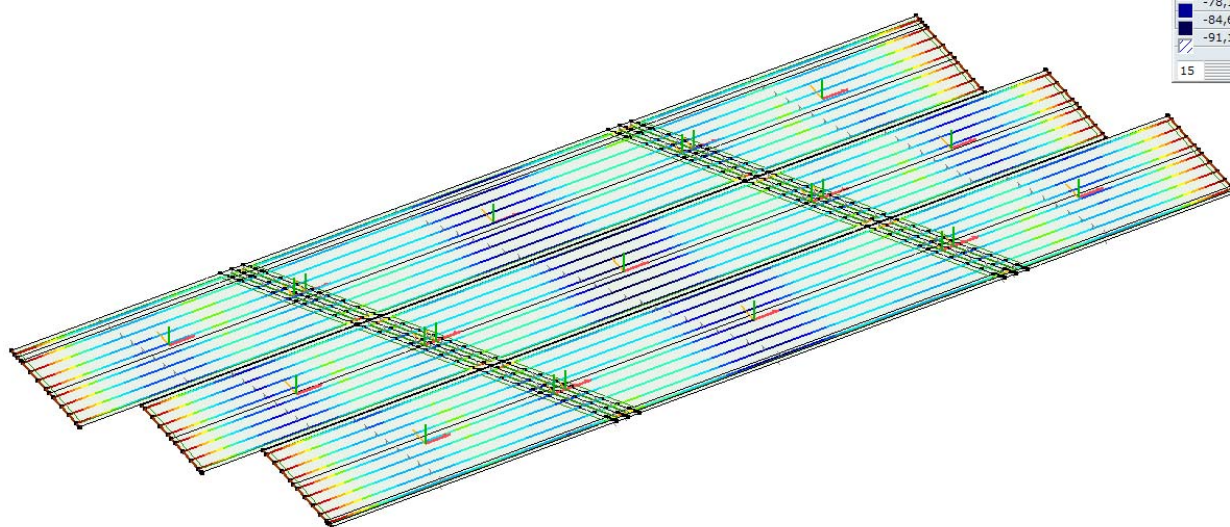
MyD [kNm]	
146,59	
136,12	
125,65	
115,18	
104,71	
94,24	
83,77	
73,30	
62,83	
52,36	
41,89	
31,42	
20,95	
10,48	
0,01	



Дијаграми момената савијања (анвелопа) услед модела оптерећења SW2:

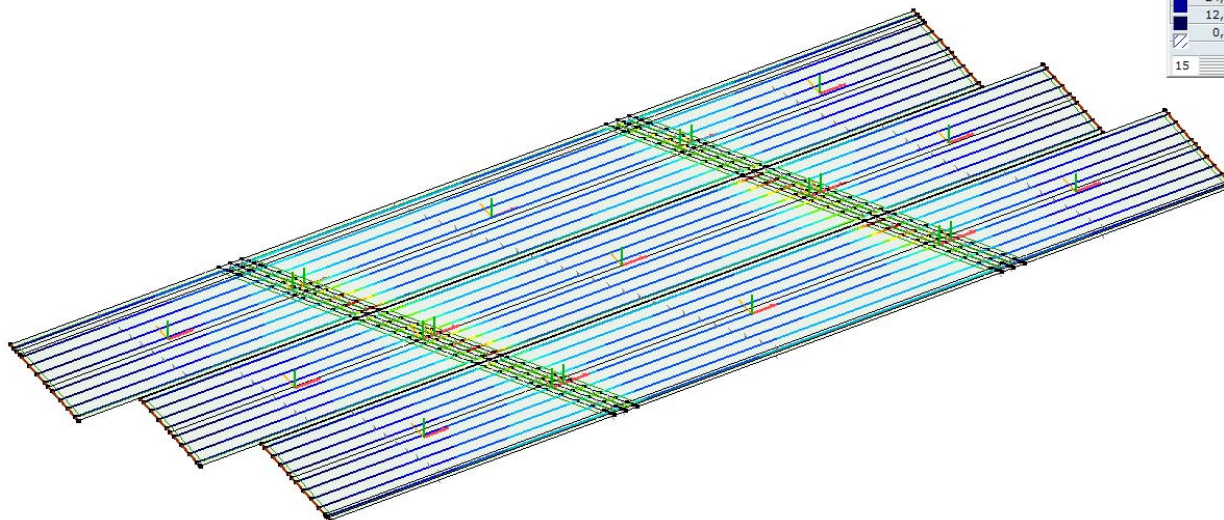
Linear analysis	
Code	<input checked="" type="checkbox"/> Eurocode
Case	: Envelope Min
Envelope	: SW2
E (P)	: 2,47E-7
E (W)	: 2,47E-7
E (Eq)	: 1,00E-9
Comp.	: MyD [kNm]
Parts	: (2)
Slabs	/67,0 cm
Slabs	/68,5 cm

MyD [kNm]	
-0,47	
-6,94	
-13,42	
-19,89	
-26,37	
-32,85	
-39,32	
-45,80	
-52,28	
-58,75	
-65,23	
-71,70	
-78,18	
-84,66	
-91,13	



Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Max
Envelope	SW2
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	MyD [kNm]
Parts	(2)
Slabs	67,0 cm
Slabs	68,5 cm

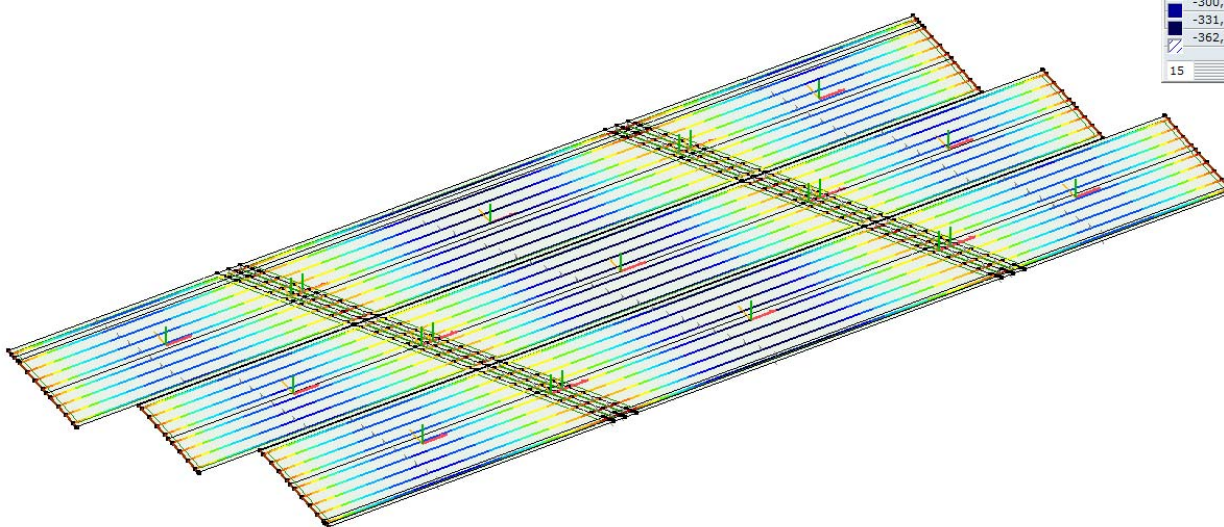
MyD [kNm]	
169,31	
157,25	
145,18	
133,12	
121,05	
108,99	
96,92	
84,86	
72,79	
60,73	
48,67	
36,60	
24,54	
12,47	
0,41	



Дијаграми граничних момената савијања:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min.
Type	(All ULS (a, b))
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	MyD [kNm]
Parts	(2)
Slabs	67,0 cm
Slabs	68,5 cm

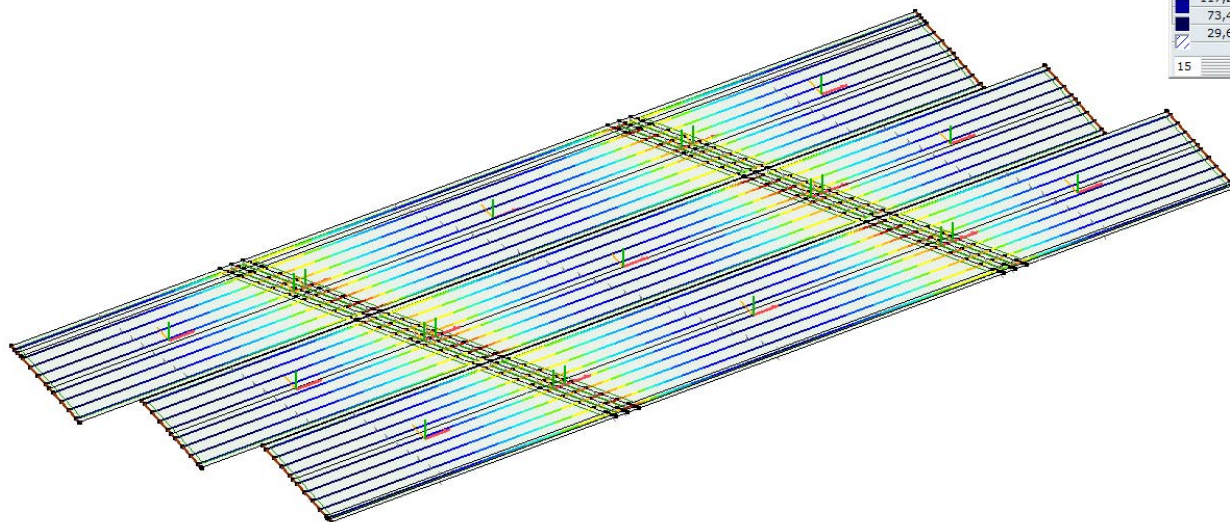
MyD [kNm]	
74,04	
42,86	
11,69	
-19,48	
-50,66	
-81,83	
-113,00	
-144,17	
-175,35	
-206,52	
-237,69	
-268,87	
-300,04	
-331,21	
-362,38	





Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Max.
Type	(All ULS (a, b))
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	MyD [kNm]
Parts	(2)
	Slabs/67,0 cm
	Slabs/68,5 cm

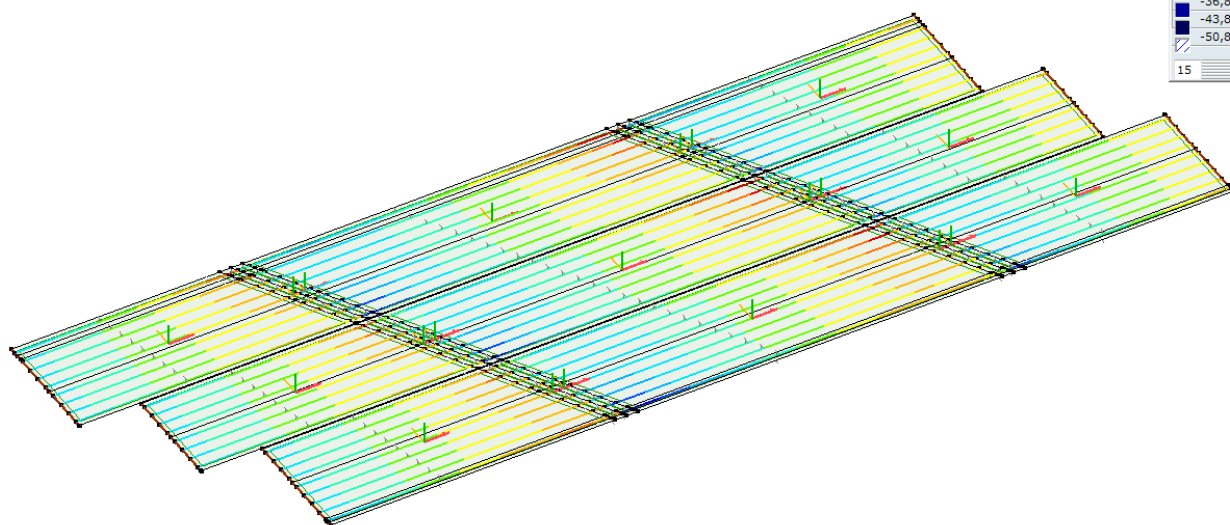
MyD [kNm]	
642,57	
598,79	
555,01	
511,23	
467,45	
423,67	
379,89	
336,12	
292,34	
248,56	
204,78	
161,00	
117,22	
73,44	
29,66	



Дијаграми трансверзалних сила услед сталног оптерећења:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Permanent
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
	Slabs/67,0 cm
	Slabs/68,5 cm

Vz [kN]	
47,36	
40,34	
33,33	
26,32	
19,30	
12,29	
5,27	
-1,74	
-8,76	
-15,77	
-22,79	
-29,80	
-36,82	
-43,83	
-50,85	



Дијаграми трансверзалних сила (анvelopа) услед модела оптерећења 71 (конецентрисана оптерећења):

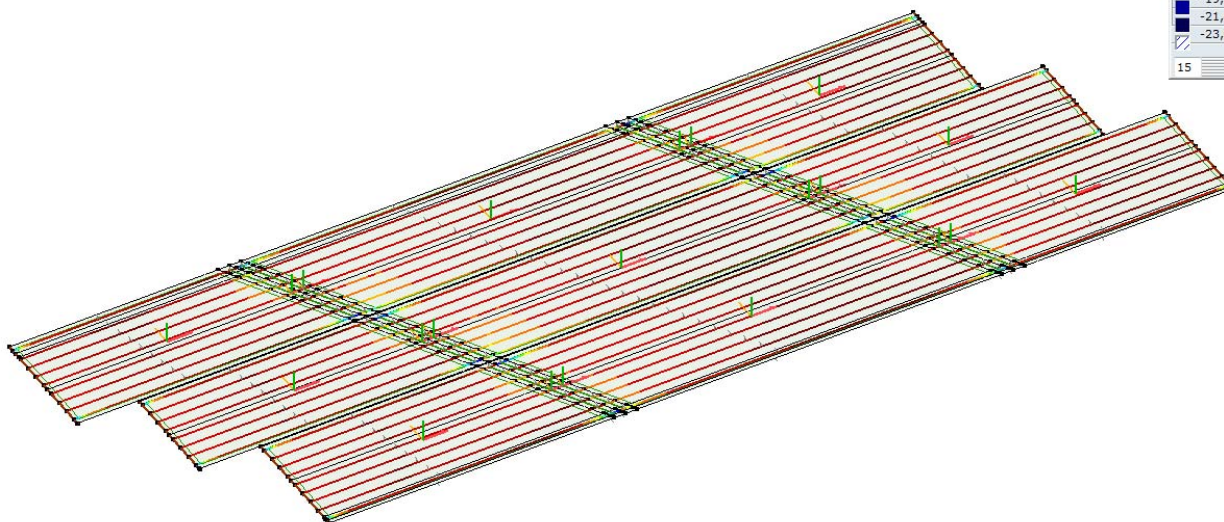
Linear analysis

Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	LM71_onc
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]

-0,10
-1,74
-3,38
-5,02
-6,66
-8,30
-9,94
-11,57
-13,21
-14,85
-16,49
-18,13
-19,77
-21,41
-23,04

15



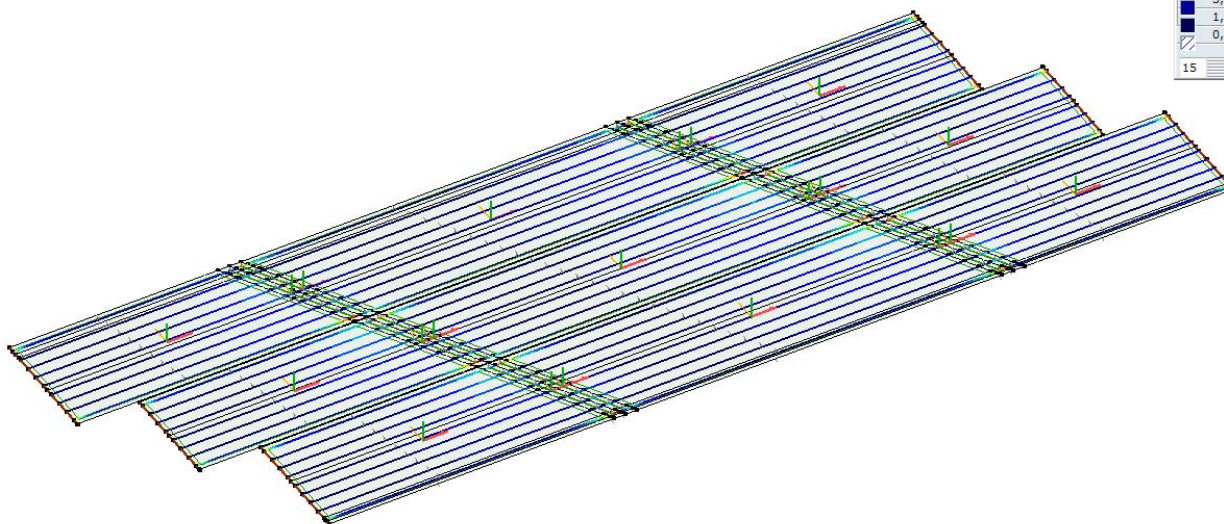
Linear analysis

Code	Eurocode
Case	Envelope Max
Envelope	LM71_onc
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]

23,13
21,49
19,84
18,20
16,55
14,91
13,26
11,62
9,97
8,33
6,68
5,04
3,39
1,75
0,10

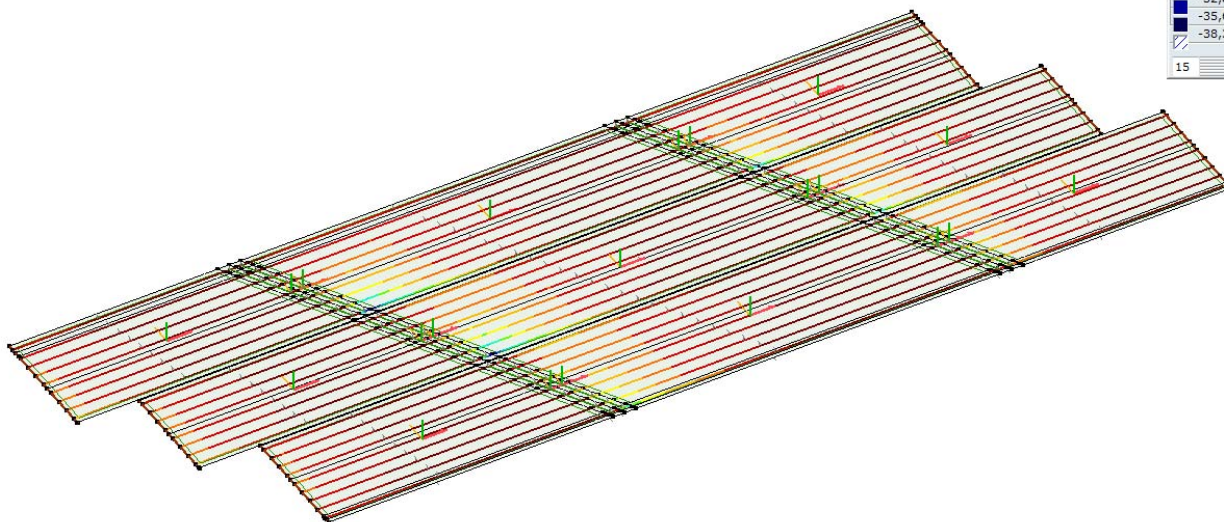
15



Дијаграми трансверзалних сила (анvelopа) услед модела оптерећења SW0:

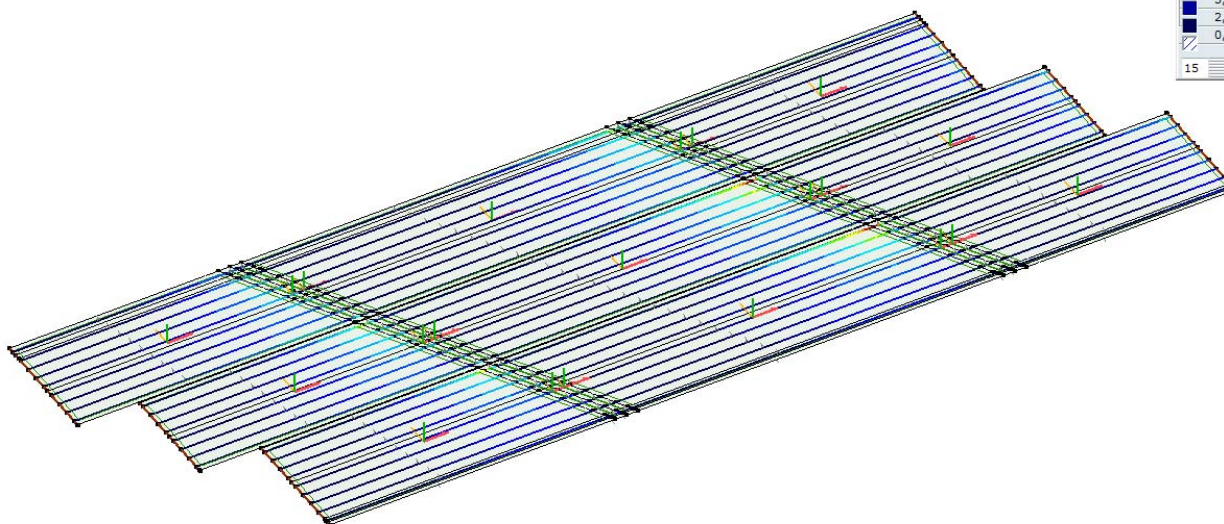
Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	SW0
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]	
-0,06	
-2,79	
-5,53	
-8,26	
-11,00	
-13,74	
-16,47	
-19,21	
-21,94	
-24,68	
-27,42	
-30,15	
-32,89	
-35,62	
-38,36	



Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Max
Envelope	SW0
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]	
38,33	
35,60	
32,86	
30,13	
27,40	
24,66	
21,93	
19,19	
16,46	
13,73	
10,99	
8,26	
5,52	
2,79	
0,06	



Дијаграми трансверзалних сила (анvelopа) услед модела оптерећења SW2:

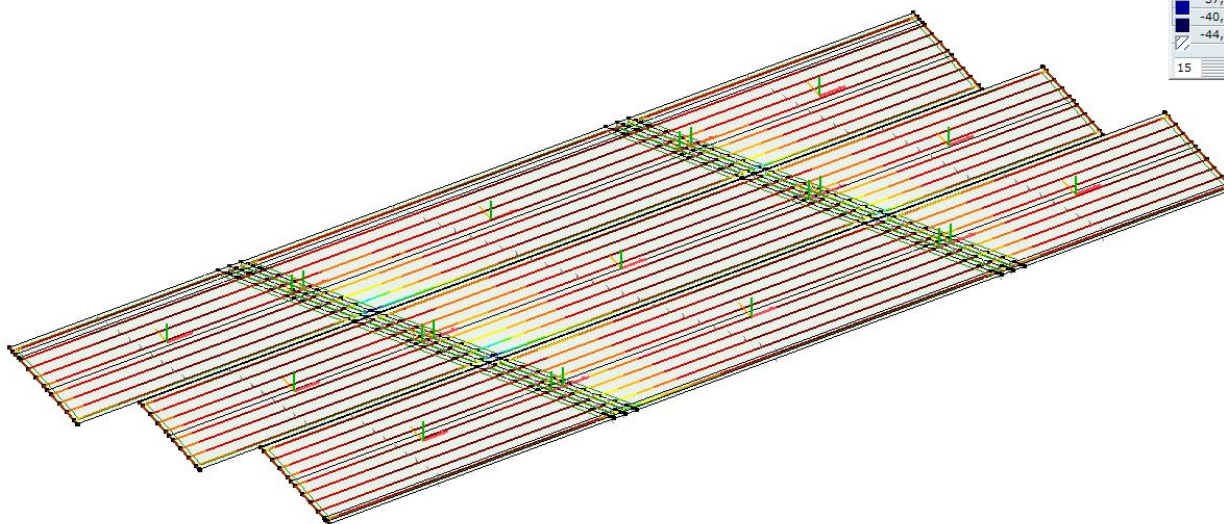
Linear analysis

Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	SW2
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]

-0,20
-3,34
-5,47
-9,60
-12,73
-15,87
-19,00
-22,13
-25,26
-28,40
-31,53
-34,66
-37,80
-40,93
-44,06

15



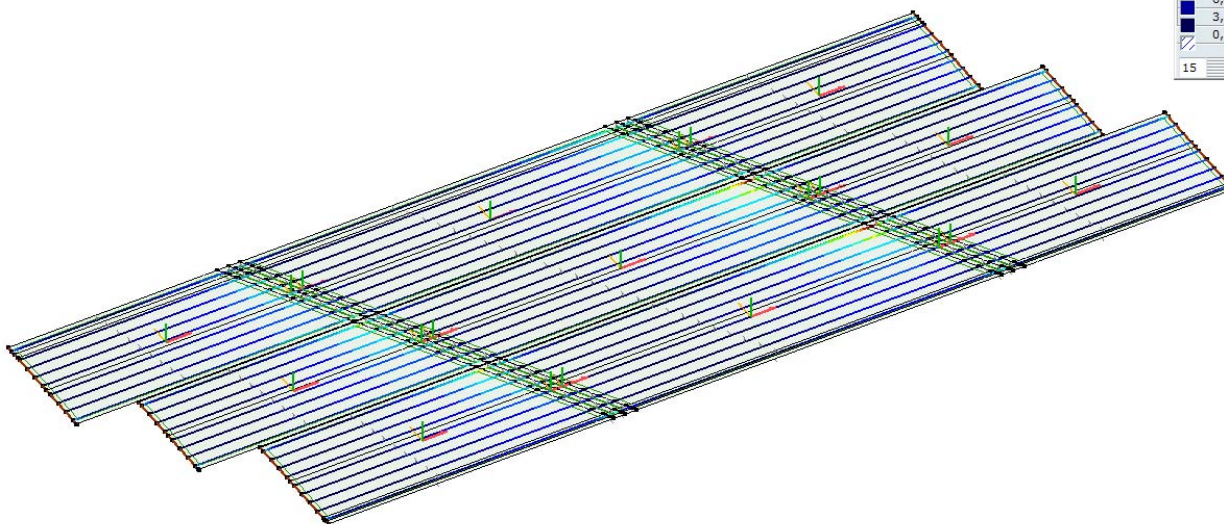
Linear analysis

Code	Eurocode
Case	Envelope Max
Envelope	SW2
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	Vz [kN]
Parts	(2)
Slabs/67,0 cm	
Slabs/68,5 cm	

Vz [kN]

44,03
40,89
37,76
34,62
31,49
28,35
25,22
22,08
18,95
15,81
12,68
9,54
6,40
3,27
0,13

15



Дијаграми граничних трансверзалних сила:

Linear analysis

Code: Eurocode

Case: Critical Min.

Type: (All ULS (a, b))

E (P): 2,47E-7

E (W): 2,47E-7

E (Eq): 1,00E-9

Comp.: Vz [kN]

Parts: (2)

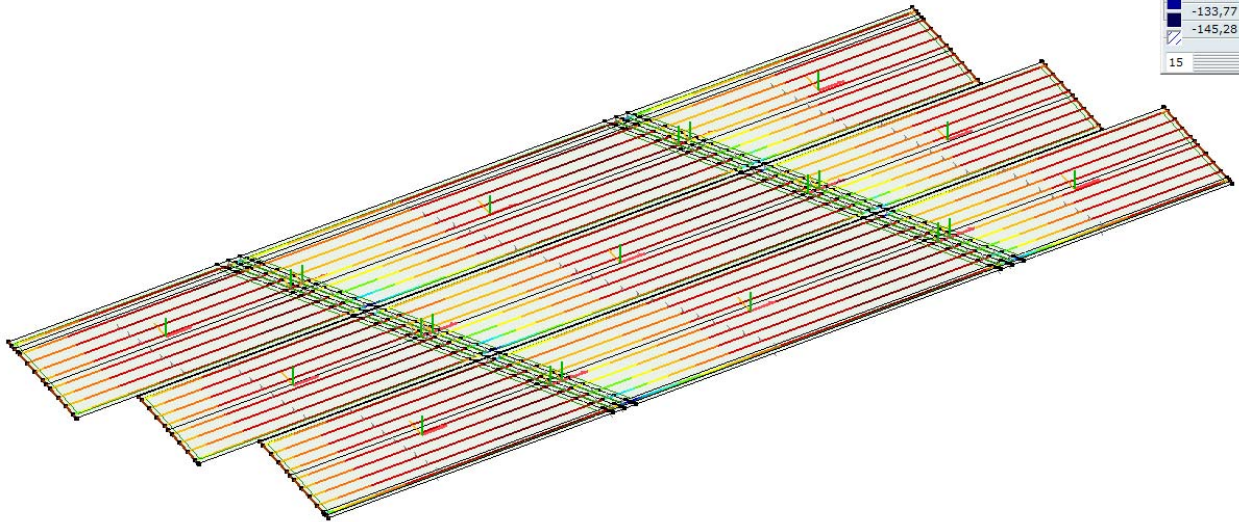
Slabs/67,0 cm

Slabs/68,5 cm

Vz [kN]

15,91
4,40
-7,12
-18,63
-30,14
-41,66
-53,17
-64,69
-76,20
-87,71
-99,23
-110,74
-122,26
-133,77
-145,28

15



Linear analysis

Code: Eurocode

Case: Critical Max.

Type: (All ULS (a, b))

E (P): 2,47E-7

E (W): 2,47E-7

E (Eq): 1,00E-9

Comp.: Vz [kN]

Parts: (2)

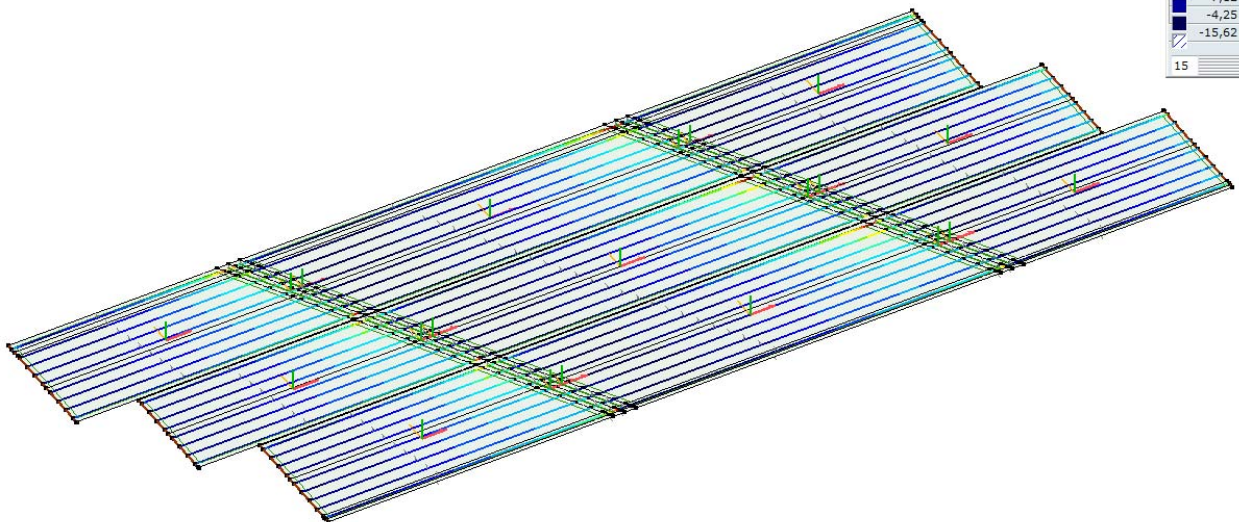
Slabs/67,0 cm

Slabs/68,5 cm

Vz [kN]

143,56
132,19
120,82
109,45
98,08
86,71
75,34
63,97
52,60
41,23
29,86
18,49
7,12
-4,25
-15,62

15

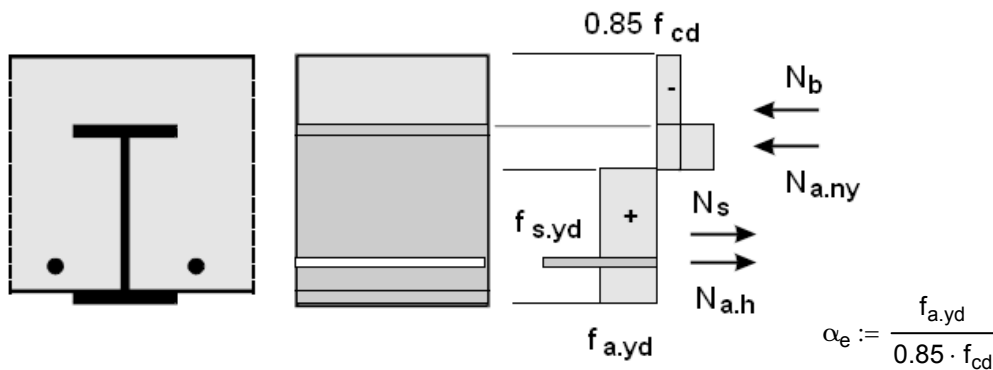


## 4. ПРОВЕРА ГРАНИЧНОГ СТАЊА НОСИВОСТИ

### 4.1. ПРОВЕРА ОТПОРНОСТИ НА САВИЈАЊЕ ГОРЊЕГ СТРОЈА

#### Одређивање момента савијања у средини распона

Метода прорачуна у складу са регулацијама Еврокода, базирано на прорачуну RIL 804:



Једначине за одређивање сила у попр. пресеку:

$$N_b = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot h_{id} \cdot s_t \quad N_b + N_{a.ny} = N_{a.h}$$

Арматура се не узима у обзир ради сигурности.

$$N_{a.ny} = \begin{cases} 0 & \text{if } h_{id} \leq v_{pl} \\ (h_{id} - v_{pl}) \cdot b_f \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot (\alpha_e - 1) & \text{if } v_{pl} < h_{id} \leq v_{pl} + t_f \\ [t_f \cdot b_f + t_g \cdot (h_{id} - v_{pl} - t_f)] \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot (\alpha_e - 1) & \text{if } h_{id} > v_{pl} + t_f \end{cases}$$

$$N_{a,h} = \begin{cases} A_t \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \alpha_e & \text{if } h_{id} \leq v_{pl} \\ [t_a \cdot b_a + t_g \cdot h_g + (v_{pl} + t_f - h_{id}) \cdot b_f] \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \alpha_e & \text{if } v_{pl} < h_{id} \leq v_{pl} + t_f \\ [t_a \cdot b_a + t_g \cdot (h_t + v_{pl} - h_{id} - t_a)] \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \alpha_e & \text{if } h_{id} > v_{pl} + t_f \end{cases}$$

Прорачунате силе попречног пресека:

Висина притиснуте зоне:

$$N_b = 2448.02 \cdot \text{kN} \quad N_{a.ny} = 3085.89 \cdot \text{kN} \quad N_{a,h} = 5533.92 \cdot \text{kN} \quad h_{id} = 212 \cdot \text{mm}$$

$$y_b = 105.88 \cdot \text{mm} \quad y_{a.ny} = 166.15 \cdot \text{mm} \quad y_{a,h} = 122.37 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd} := (h_{szerk} - y_{a,h} - y_b) \cdot N_b + (h_{szerk} - y_{a.ny} - y_{a,h}) \cdot N_{a.ny} = 2424.60 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Ed.K} := \phi_{din.ft} \cdot \left( 362.38 \text{kNm} + 968.29 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot s_t \right) = 1113.63 \cdot \text{kNm} < M_{Rd} = 2424.60 \cdot \text{kNm}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

## Одређивање отпорног момента савијања изнад ослонца

Заштитни слој бетона:

$$c_b := 40\text{mm}$$

Примењена арматура:

- попречна:

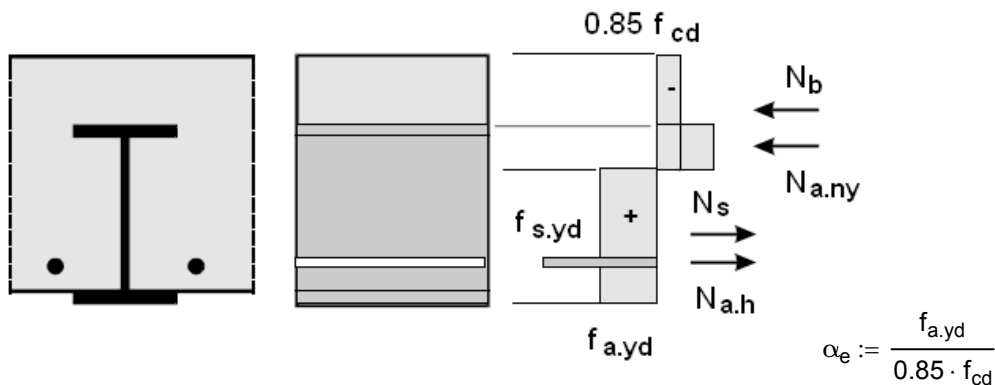
$$\phi_k := 12\text{mm}$$

- подужна:

$$\phi_s := 20\text{mm}$$

$$t_s := 200\text{mm}$$

Метода прорачуна у складу са регулацијама Еврокода, базирано на прорачуну RIL 804:



Једначине за одређивање сила у попр. пресеку:

$$N_b = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot h_{id} \cdot s_t \quad N_b + N_{a.ny} = N_s + N_{a.h}$$

$$N_{a.ny} = t_a \cdot b_a \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \alpha_e + t_g \cdot h_{id} \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot (\alpha_e - 1)$$

$$N_s := A_s \cdot f_{s,yd}$$

$$N_{a.h} = [t_f \cdot b_f + t_g \cdot (h_g - h_{id})] \cdot 0.85 \cdot f_{cd} \cdot \alpha_e$$

Прорачунате силе попречног пресека:

Висина  
притиснуте  
зоне:

$$N_b = 1597.69 \cdot \text{kN} \quad N_{a.ny} = 3784.52 \cdot \text{kN} \quad N_{a.h} = 4972.44 \cdot \text{kN} \quad N_s = 409.77 \cdot \text{kN} \quad h_{id} = 138 \cdot \text{mm}$$

$$y_b = 69.10 \cdot \text{mm} \quad y_{a.ny} = 1.59 \cdot \text{mm} \quad y_{a.h} = 433.98 \cdot \text{mm} \quad y_s = 609.00 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd} := y_s \cdot N_s + y_{a.h} \cdot N_{a.h} - (y_b \cdot N_b + y_{a.ny} \cdot N_{a.ny}) = 2291.10 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Ed,K} := \phi_{din.ft} \cdot \left( 637.55\text{kNm} + 1558.25 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot s_t \right) = 1856.34 \cdot \text{kNm}$$

$$< \quad M_{Rd} = 2291.10 \cdot \text{kNm}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

## 4.2. ПРОВЕРА ОТПОРНОСТИ НА СМИЦАЊЕ ГОРЊЕГ СТРОЈА

Одређивање смичућег отпора:

$$A_w := h_t \cdot t_g + t_g \cdot (t_a + t_f) \quad V_{Rd} := \frac{A_w \cdot f_{a,yd}}{\sqrt{3}} = 1869.23 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed} := \phi_{din.ft} \cdot \left( 140.99\text{kN} + 1098.47 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot s_t \right) = 944.49 \cdot \text{kN}$$

$$< \quad V_{Rd} = 1869.23 \cdot \text{kN}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

### 4.3. ПРОВЕРА ЧВРСТОЋЕ БЕТОНСКИХ ЗИДОВА

У идејном пројекту су прорачуната потребна ојачања круте везе између горњег строја и зидова.

#### Бетон - зидови (EN 1992 and EN 206)

C35/45

Секантни модул еластичности бетона:

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

Ефективни модул еластичности бетона:

$$E_{c,eff} = 13.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност аксијалног напрезања бетона:

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

Рачунска вредност аксијалног напрезања бетона:

$$f_{ctd} = 1.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност чврстоће бетона на притисак:

$$f_{cm} = 43.00 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Карактеристична чврстоћа бетона на притисак након 28 дана:

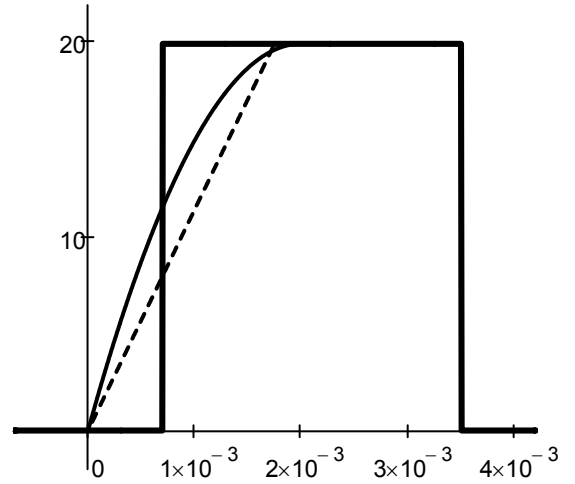
$$f_{ck} = 35.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Рачунска чврстоћа бетона на притисак:

$$f_{cd} = 19.8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

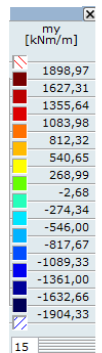
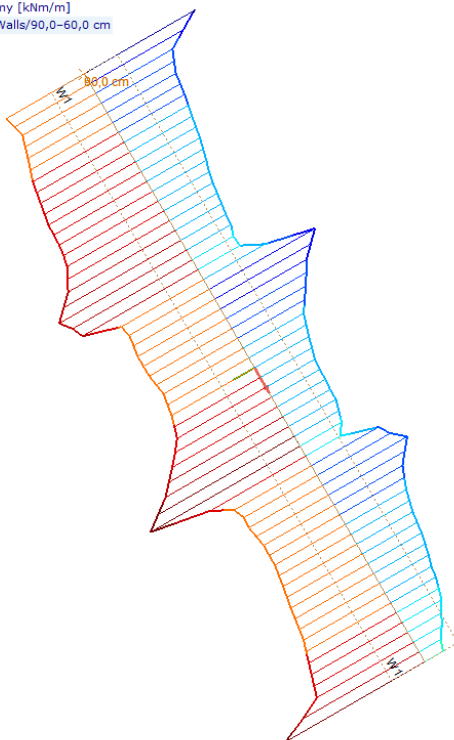
Фактор пропорционалности бетона за правоугаони облик дисперзије напона:

$c = 0.80$



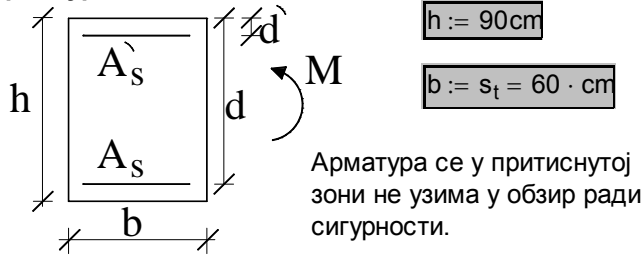
Гранични момент савијања по дужном метру на зидовима:

Linear analysis  
Code : Eurocode  
Case : Critical Min,Max.  
Type : (All ULS (a, b))  
E (P) : 2,70E-7  
E (W) : 2,70E-7  
E (Eq) : 3,14E-9  
Comp. : my [kNm/m]  
Part : Walls/90,0-60,0 cm





**Карактеристике попречног пресека, арматура:**



$$h := 90 \text{ cm}$$

$$b := s_t = 60 \cdot \text{cm}$$

Арматура се у притиснутој зони не узима у обзир ради сигурности.

**Подужна арамтура:**

Ø[mm]	n [pc]	d [mm]
25	5	830
25	5	770

$$A_s = 49.09 \cdot \text{cm}^2 \quad \phi_{eq} = 25.00 \cdot \text{mm} \quad d = 800.00 \cdot \text{mm} \quad c := 40 \text{ mm}$$

**Гранични момент савијања (ГЧН):**

$$m_{Ed.1} := 1904.33 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$m_{Ed.2} := 1531.36 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_{Ed} := \phi_{din.ft} \cdot \frac{(m_{Ed.1} + m_{Ed.2}) \cdot s_t}{2} = 1216.75 \cdot \text{kNm}$$

$$N_e := 0 \text{ kN}$$

**Провера заснована на криви N-M:**

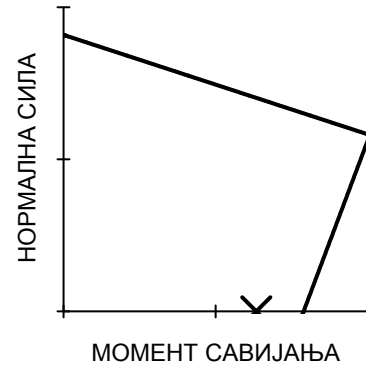
Отпорни момент савијања:  $M_{Rd} = 1516.0 \cdot \text{kNm}$

$$M_{Rd} = 1516.0 \cdot \text{kNm}$$

>

$$M_{Ed} = 1216.8 \cdot \text{kNm}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**



**Провера минималне површине армирања:**

$$A_{s.min} := \max \left( 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{s.yk}} \cdot b \cdot h, 0.0013 \cdot b \cdot h \right)$$

$$A_{s.min} = 9.01 \cdot \text{cm}^2$$

<

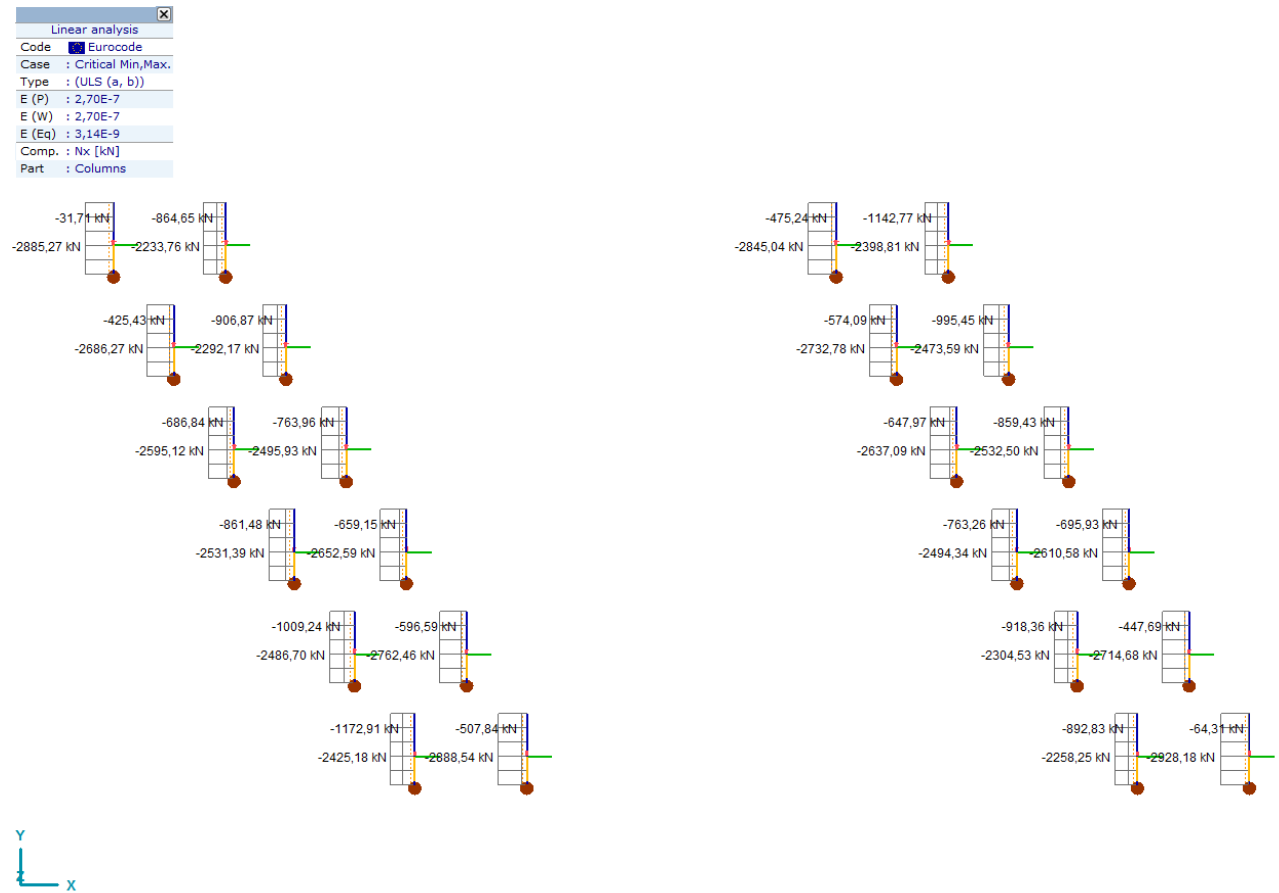
$$A_s = 49.09 \cdot \text{cm}^2$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

#### 4.4. ПРОВЕРА НОСИВОСТИ ШИПОВА

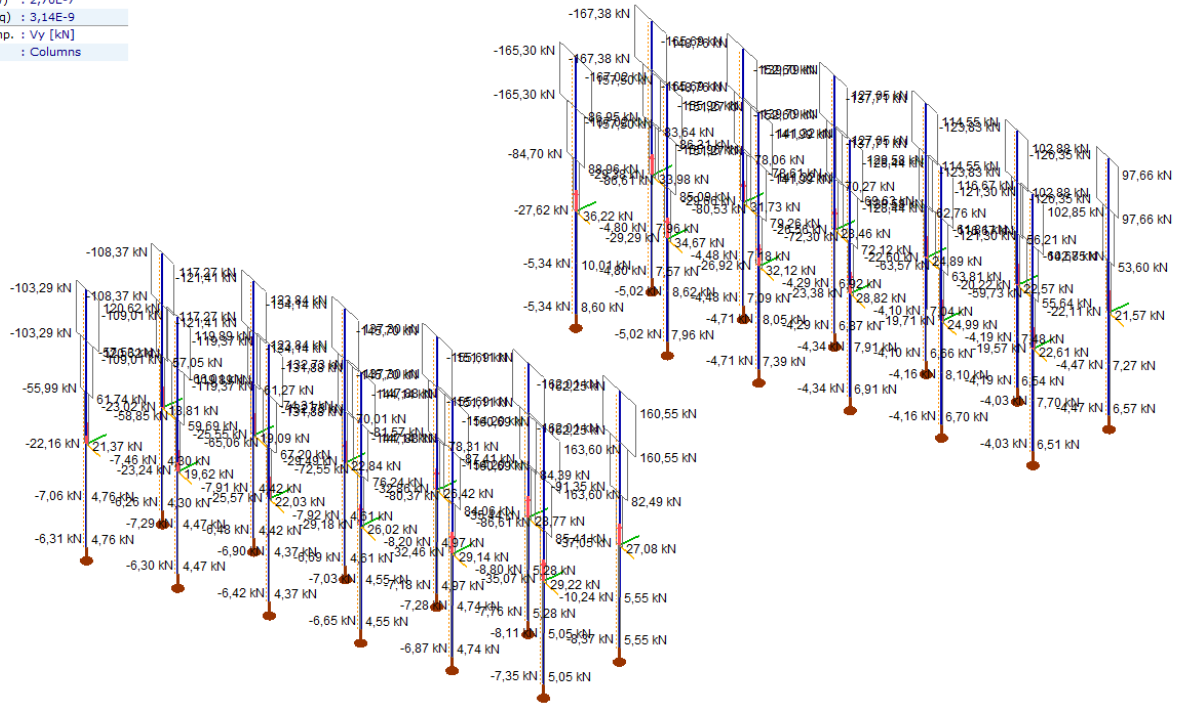
Провера носивости шипова је спроведена помоћу софтвера Axis VM 13 - модул прорачуна АБ. У складу са прорачунатом површином армирања, софтвер одређује N-M површине за шипове и приказује да ли је површина армирања погодна за граничне силе.

Дијаграм граничних нормалних сила:

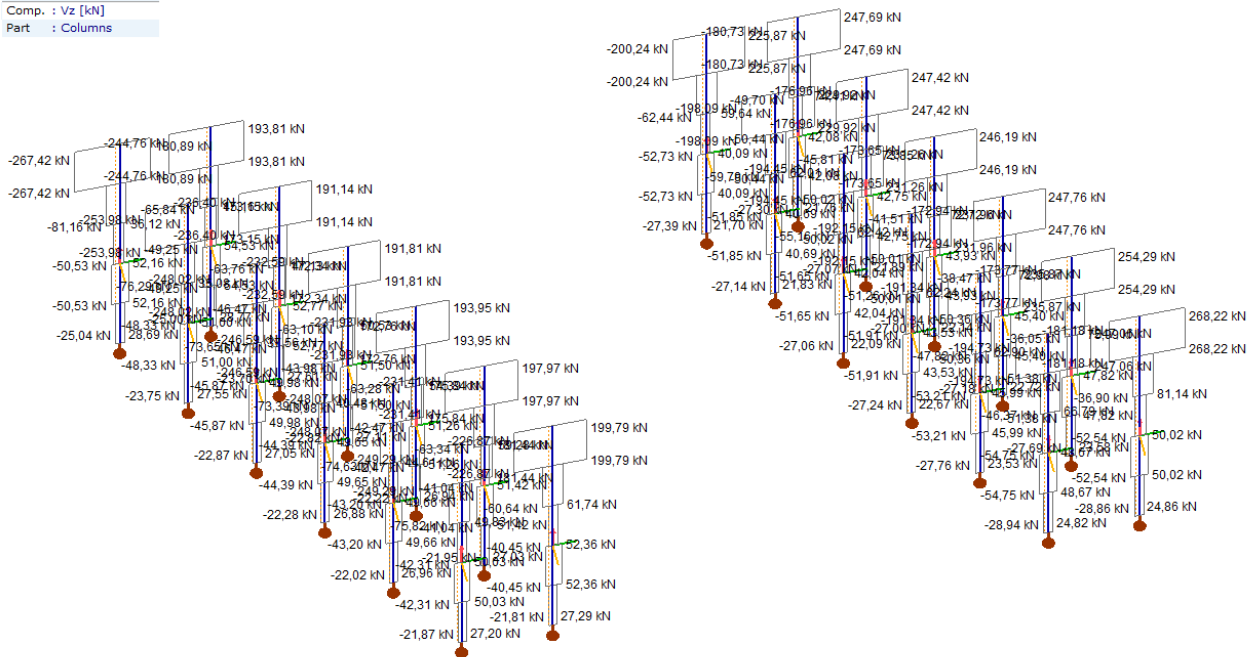


# Дијаграми граничних трансверзалних сила у две равни:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min,Max.
Type	(ULS (a, b))
E (P)	: 2,70E-7
E (W)	: 2,70E-7
E (Eq)	: 3,14E-9
Comp.	Vy [kN]
Part	: Columns

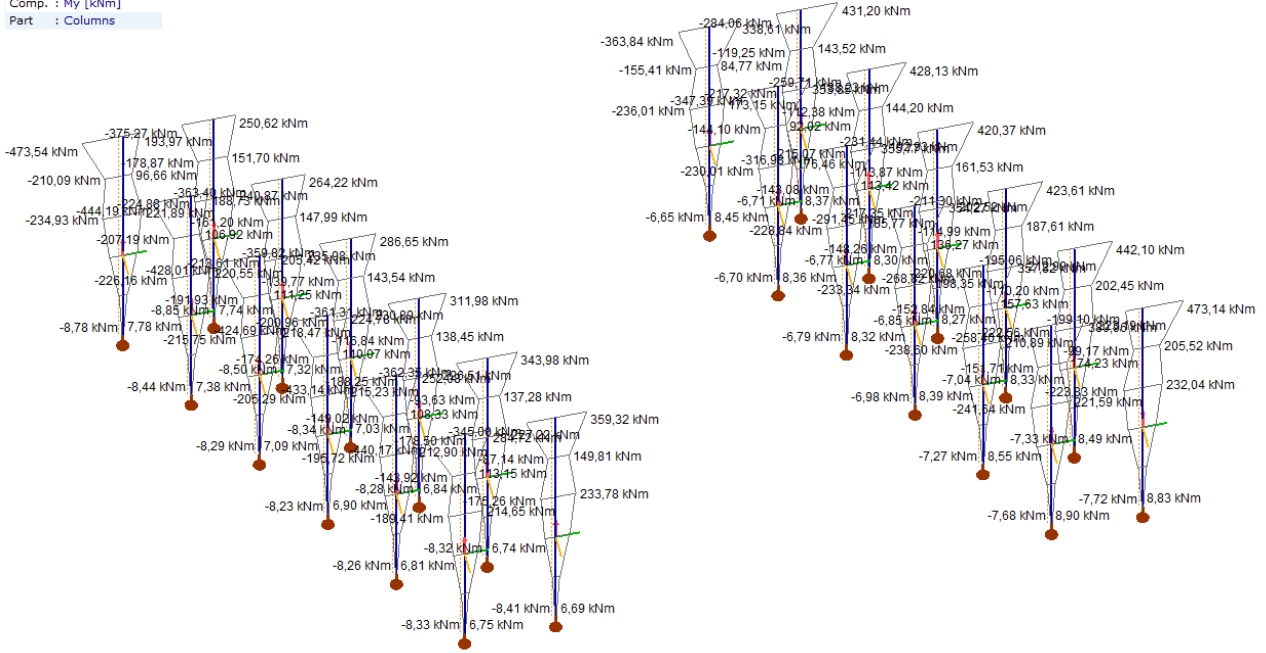


Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min,Max.
Type	(ULS (a, b))
E (P)	: 2,70E-7
E (W)	: 2,70E-7
E (Eq)	: 3,14E-9
Comp.	Vz [kN]
Part	: Columns

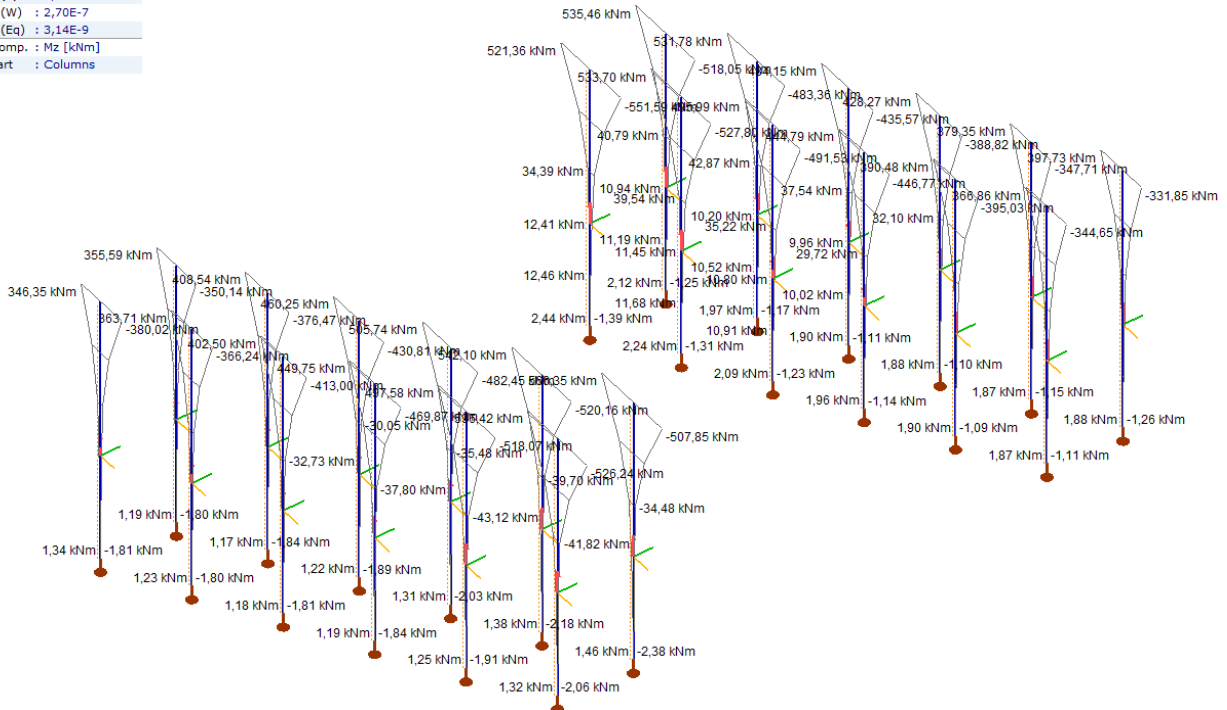


Дијаграми граничних момената савијања у две равни:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min,Max.
Type	(ULS (a, b))
E (P)	2,70E-7
E (W)	2,70E-7
E (Eq)	3,14E-9
Comp.	My [kNm]
Part	Columns



Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min,Max.
Type	(ULS (a, b))
E (P)	2,70E-7
E (W)	2,70E-7
E (Eq)	3,14E-9
Comp.	Mz [kNm]
Part	Columns



Заштитни слој бетона:

$$c_b := 50\text{mm}$$

Примењена арматура у шиповима:

- узенгије:

$$\phi_k := 12\text{mm}$$

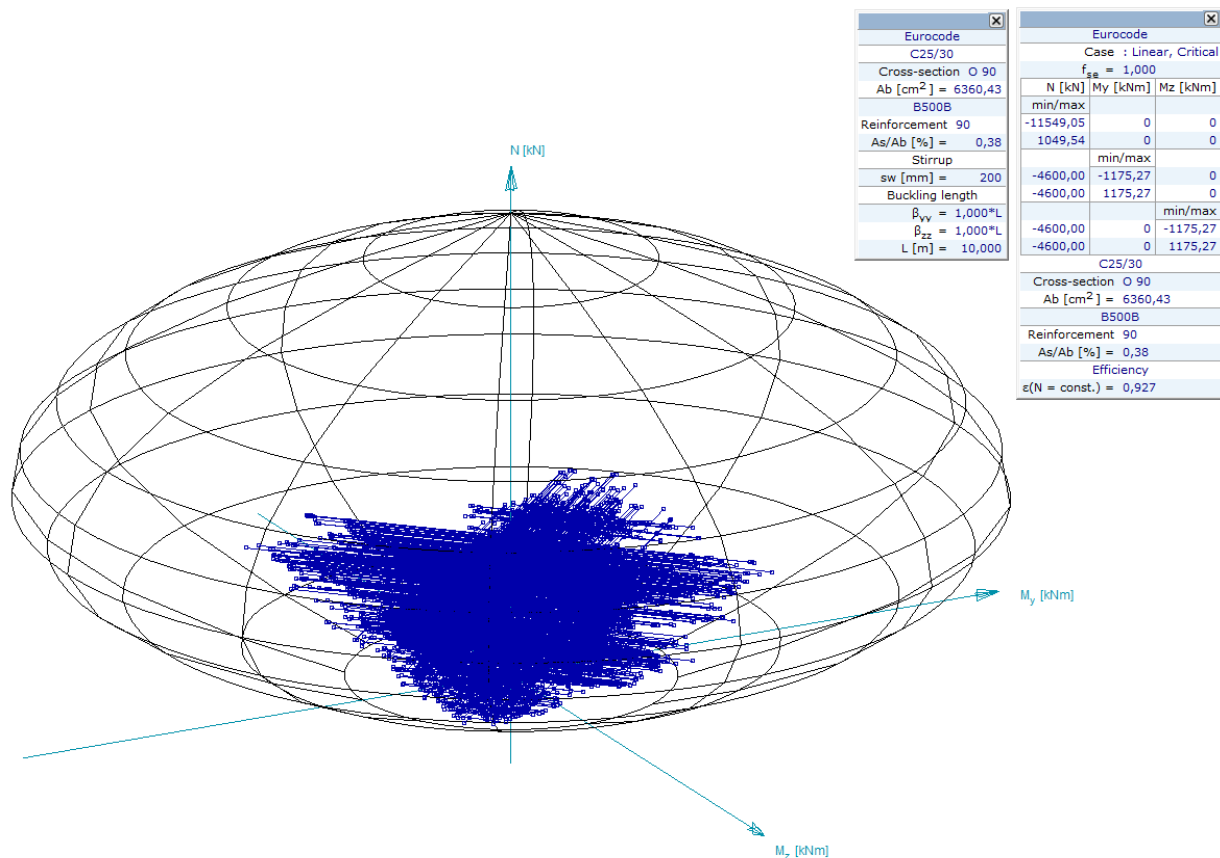
- Подужна:

$$\phi_s := 16\text{mm}$$

$$n_s := 12\text{db}$$

Дефинисана количина арматуре представља минималну површину армирања са којом шипови испуњавају потребне захтеве (ГСН и ГСУ). Услед организације грађења површина армирања се може повећати из других разлога (нпр. усавршавање елемената, практичних смерница, правила армирања).

Провера заснована на N-M површини:



Заснована на N-M површини носивост шипова је **ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!**

#### 4.5. ПРОРАЧУН РЕАКЦИЈСКИХ СИЛА ШИПОВА

Број шипова:

$n_{pile} := 12 db$

Пречник шипова:

$D_{pile} := 90 cm$

Дужина шипова:

$L_{pile} := 15.95 m$

Реакције улсед сталног оптерећења:



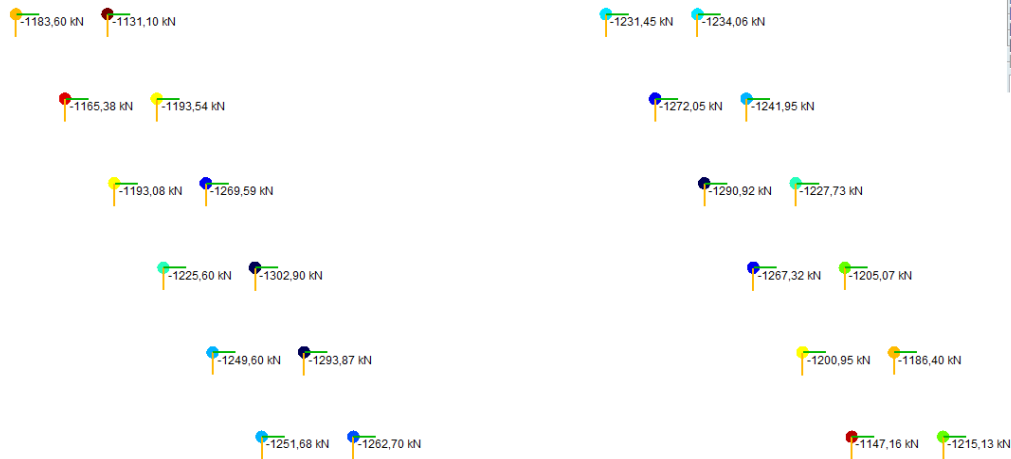
Граничне реакције - ГСН:



### Граничне реакције у квази-сталној комбинацији:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Critical Min.
Type	(SLS Quasipermanent)
E (P)	2,70E-7
E (W)	2,70E-7
E (Eq)	3,14E-9
Comp.	Rz [kN]
Part	Columns

Rz [kN]	
-1131,10	
-1143,37	
-1155,64	
-1167,92	
-1180,19	
-1192,46	
-1204,73	
-1217,00	
-1229,27	
-1241,54	
-1253,81	
-1266,09	
-1278,36	
-1290,63	
-1302,90	
15	



### Реакцијске силе:

Макс. реакцијска сила услед сталног опт.:

$$R_G := 1238\text{kN}$$

Гранична реакцијска сила:

$$R_{Ed,ULS} := 2928\text{kN}$$

Макс. реакцијска сила у квази-сталној комбинацији:

$$R_{SLS,qp} := 1303\text{kN}$$

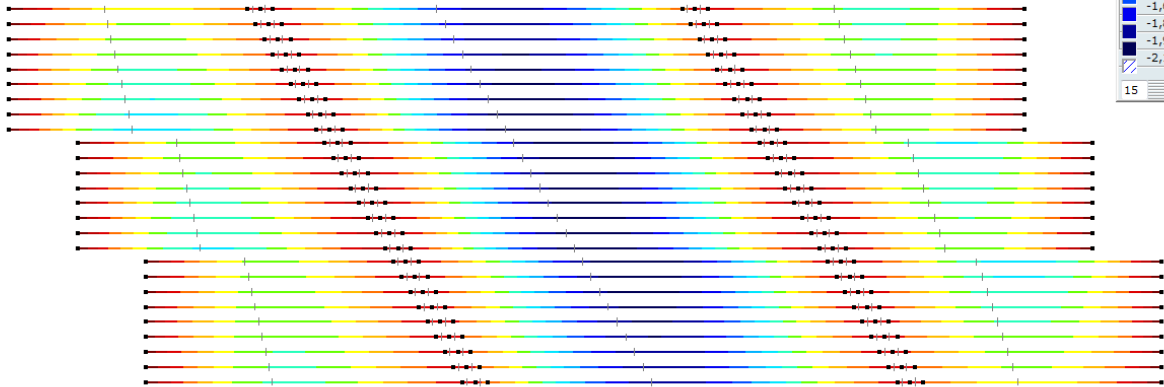
# 5. ПРОВЕРА ГРАНИЧНОГ СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ

## 5.1. ПРОВЕРА ДЕФОРМАЦИЈА

Граничне деформације услед модела оптерећења 71 (концентрисано):

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	LM71_onc
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	eZ [mm]
Part	Beams

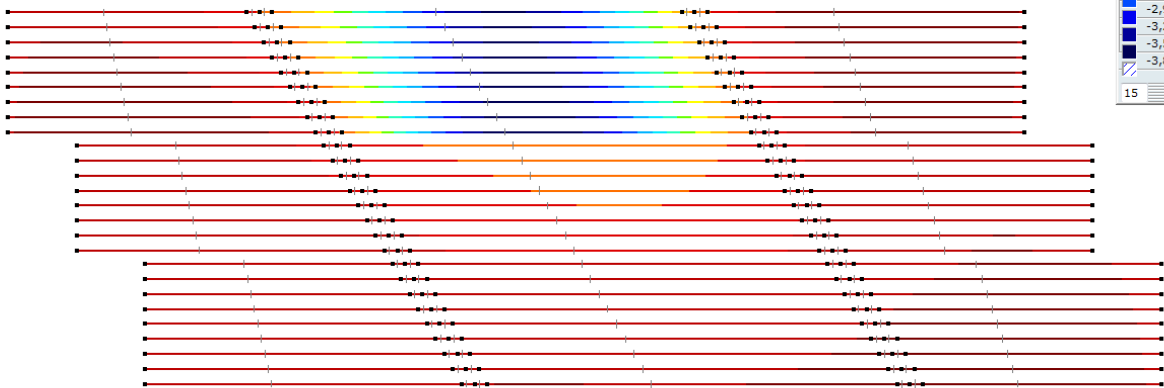
eZ [mm]	
-0,004	
-0,156	
-0,308	
-0,461	
-0,613	
-0,765	
-0,918	
-1,070	
-1,222	
-1,374	
-1,527	
-1,679	
-1,831	
-1,984	
-2,136	



Граничне деформације услед модела оптерећења 71 (једнакорасподељено):

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	LM71-dist_L02
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	eZ [mm]
Part	Beams

eZ [mm]	
0,314	
0,020	
-0,275	
-0,569	
-0,864	
-1,159	
-1,453	
-1,748	
-2,042	
-2,337	
-2,632	
-2,926	
-3,221	
-3,516	
-3,810	

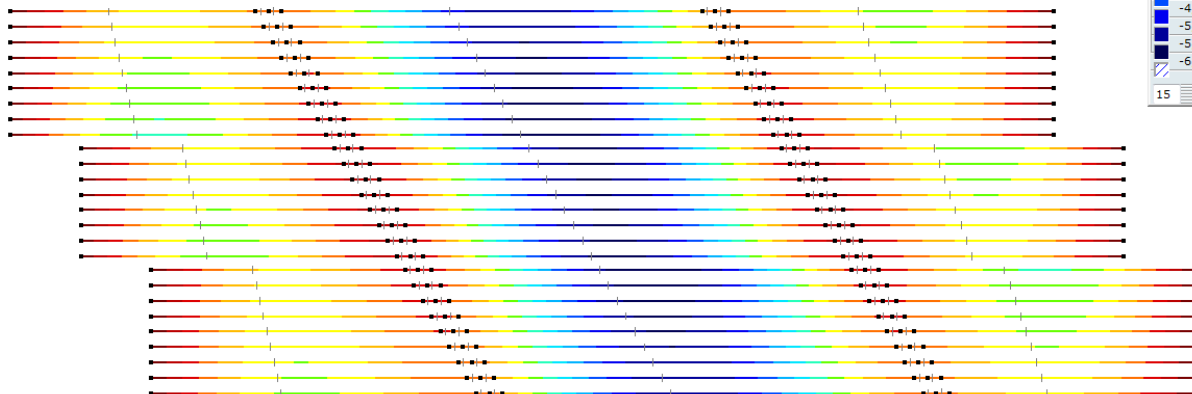




Граничне деформације услед модела оптерећења SW0:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	SW0
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	eZ [mm]
Part	Beams

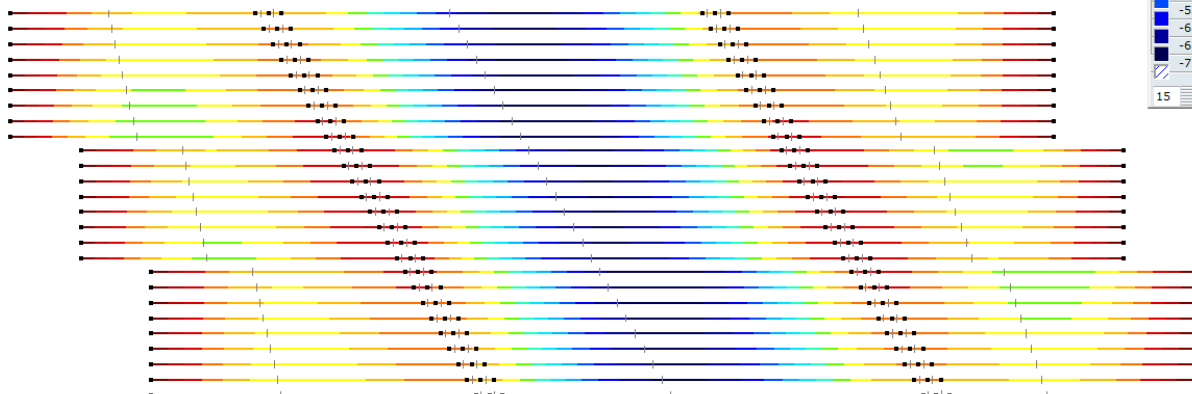
eZ [mm]	
-0,005	
-0,436	
-0,866	
-1,296	
-1,727	
-2,157	
-2,587	
-3,017	
-3,448	
-3,878	
-4,308	
-4,739	
-5,169	
-5,599	
-6,030	



Граничне деформације услед модела оптерећења SW2:

Linear analysis	
Code	Eurocode
Case	Envelope Min
Envelope	SW2
E (P)	2,47E-7
E (W)	2,47E-7
E (Eq)	1,00E-9
Comp.	eZ [mm]
Part	Beams

eZ [mm]	
-0,009	
-0,520	
-1,030	
-1,540	
-2,051	
-2,561	
-3,071	
-3,582	
-4,092	
-4,603	
-5,113	
-5,623	
-6,134	
-6,644	
-7,155	



- Вредности деформација биће прорачунате са фактором класификације оптерећења!
- Симултано оптерећење железничких трака биће узето у обзир!

$$\delta_{LM71.cocn} := 2.136\text{mm} - 0.261\text{mm} = 1.88 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{LM71.dist} := 3.810\text{mm} - 0.435\text{mm} = 3.38 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{LM71} := \delta_{LM71.cocn} + \delta_{LM71.dist} = 5.25 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{SW0} := 6.030\text{mm} - 0.995\text{mm} = 5.04 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{SW2} := 7.155\text{mm} - 1.385\text{mm} = 5.77 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{\left(L_{ft}^T\right)_1}{15 \cdot v - 400} = 15.8 \cdot \text{mm} \quad > \quad \delta_{max} := \alpha \cdot \phi_{din.ft} \cdot \frac{EI_{m_1}}{EI'_{m_1}} \cdot \delta_{LM71} = 7.37 \cdot \text{mm}$$

у складу са SIA 260 **ЗАДОВОЉАВА!**

Вредности деформација су помножена са већим фактором ( $EI_m/EI'_m$ ) јер је су прорачуната без пукотина са еластичним карактеристикама у моделу коначних елемената.

## 5.2. ПРОВЕРА ШИРИНЕ ПУКОТИНЕ

Уносни подаци за стална оптерећења:

$$E_{\text{beton}} := E_{c,\text{eff}} \quad M_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} := 154.28\text{kNm} + 465.20 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \cdot s_t = 433.40 \cdot \text{kNm}$$

Прорачун еластичног попречног пресека са пукотинама:

Рачунске силе у попречном пресеку, тачке примене и релативна обртања поп. пресека:

$$\begin{aligned} N_b &= 263.51 \cdot \text{kN} & N_{a,h} &= 587.66 \cdot \text{kN} & N_{a,ny} &= 518.55 \cdot \text{kN} & N_s &= 332.62 \cdot \text{kN} & h_{II} &= 261 \cdot \text{mm} \\ \kappa &= 9.73 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{m}} & y_b &= 87 \cdot \text{mm} & y_{a,h} &= 492 \cdot \text{mm} & y_{a,ny} &= 2 \cdot \text{mm} & y_s &= 609 \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Провера ширине пукотине:

Положај неутралне осе у пресеку са пукотинама:

$$h_{II} = 261 \cdot \text{mm}$$

Напон затезања у арматури:

$$\sigma_{sII} = 67.76 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ефективна затегнута површина бетона:

$$A_{c,\text{eff}} := h_{c,\text{eff}} \cdot s_t = 820.11 \cdot \text{cm}^2$$

Мин. размак пукотина:

$$s_{r,\text{max}} = 19.28 \cdot \text{cm}$$

Просечно напрезање затегнутог бетона између пукота:

$$\epsilon_{cm} = 3.77 \times 10^{-3} \cdot \%$$

Просечно напрезање арматуре између пукотина:

$$\epsilon_{sm} = 2.32 \times 10^{-2} \cdot \%$$

$$w_k = 0.039 \cdot \text{mm}$$

<

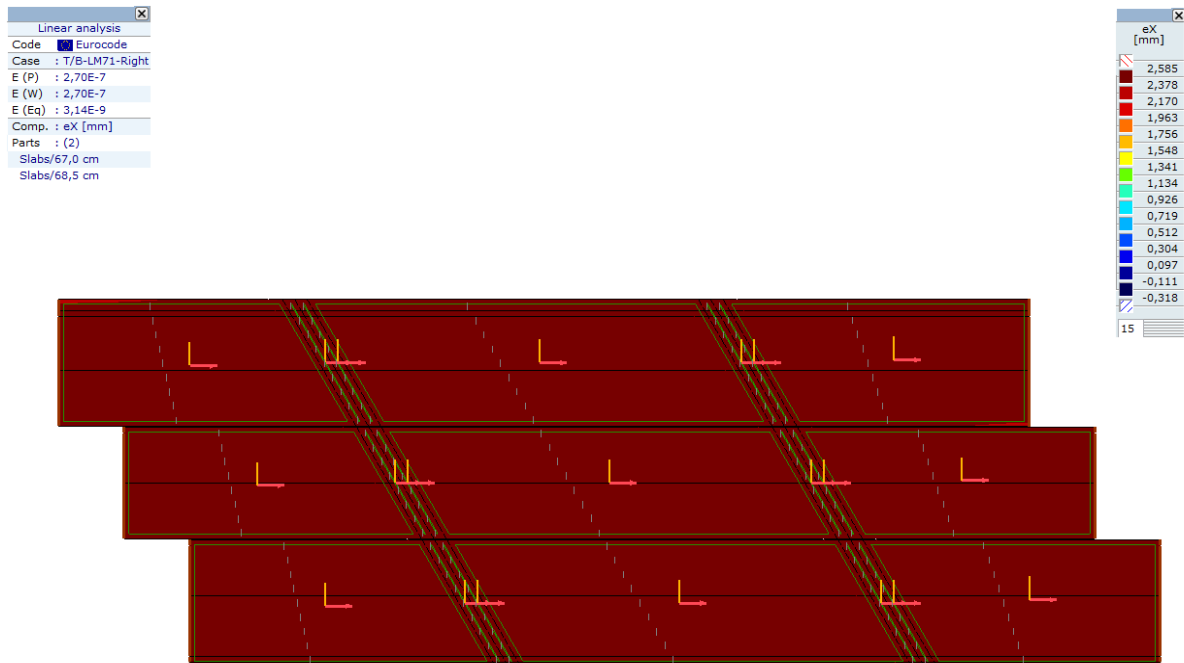
$$w_{\text{eng}} := 0.3\text{mm}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

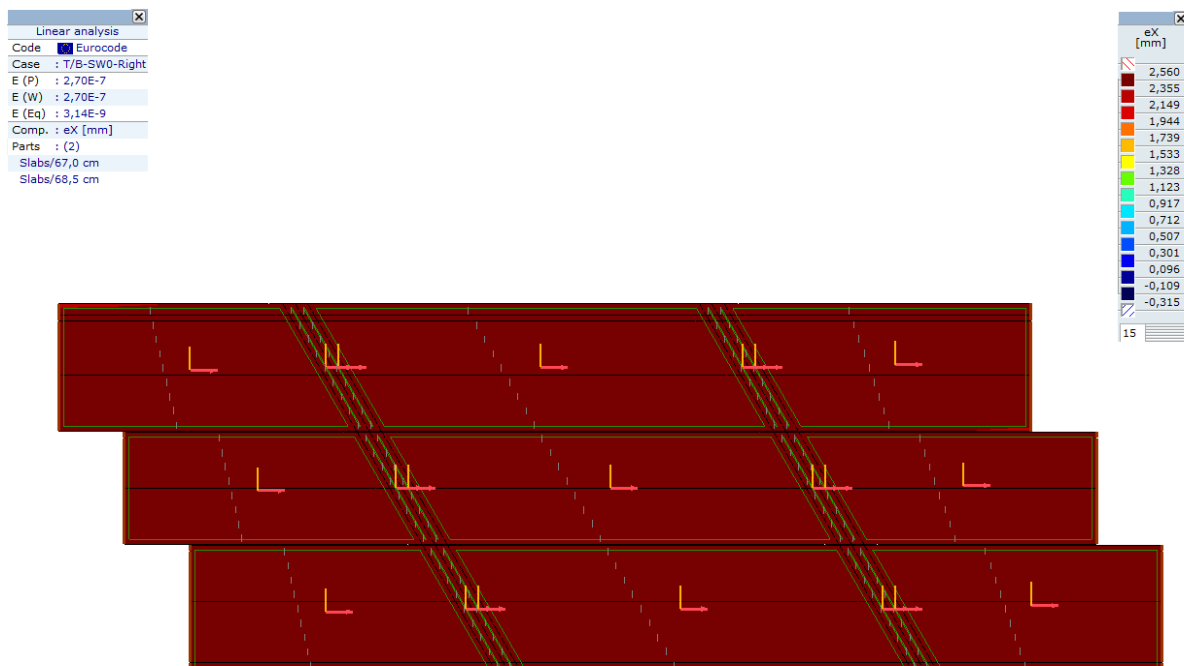
## 6. ПРОВЕРА ПОДУЖНИХ ДЕФОРМАЦИЈА

У складу са EN 1991-2:2003 6.5.4.5.2 (1)Р за континуално заварене шине без уређаја за проширење, подужна деформација структуре услед трења и кочења ( $\delta_B$ ) не сме бити већа од 5mm.

Подужне деформације услед трења и кочења (LM71):

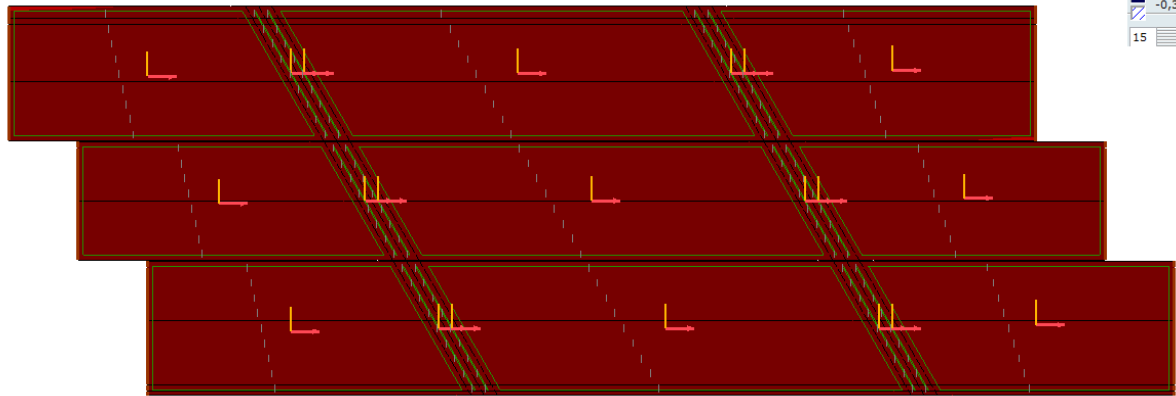
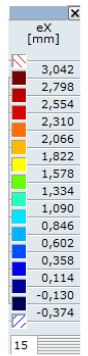


Подужне деформације услед трења и кочења (SW0):



Подужне деформације услед трења и кочења (SW2):

Linear analysis  
Code Eurocode  
Case : T/B-SW2-Right  
E (P) : 2,70E-7  
E (W) : 2,70E-7  
E (Eq) : 3,14E-9  
Comp. : eX [mm]  
Parts : (2)  
Slabs/67,0 cm  
Slabs/68,5 cm



$$\delta_{B.LM71} := 2.585\text{mm}$$

$$\delta_{B.SW0} := 2.560\text{mm}$$

$$\delta_{B.SW2} := 3.042\text{mm}$$

$$\delta_B := \max(\delta_{B.LM71}, \delta_{B.SW0}, \delta_{B.SW2}) = 3.04 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_B = 3.0 \cdot \text{mm}$$

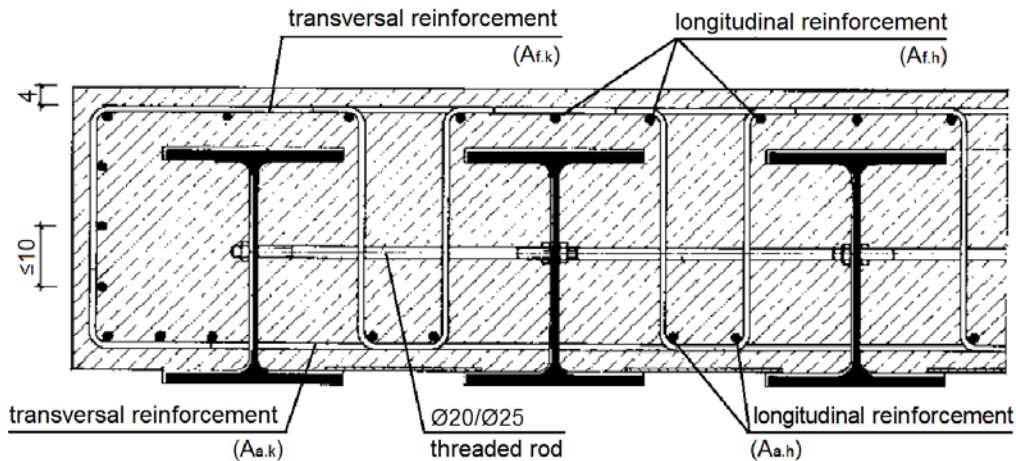
<

$$\delta_{B.eng} := 5.0\text{mm}$$

**ЗАДОВОЉАВА!**

## 7. ПРОРАЧУН АРМИРАЊА ГОРЊЕГ СТРОЈА

ВИДЕТИ СМЕРНИЦЕ ЗА АРМИРАЊЕ



Доња попречна арматура

$$A_{a,k,\min} - \phi 16/25 \text{ or } \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{s,yk}}, 0.0013\right) \cdot (h_{szerk} - t_a - v_{zst}) = 10.70 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**$A_{a,k,alk} - \phi 16/15$**

or 12/10

Горња попречна арматура

$$A_{f,k,\min} - \phi 12/25 \text{ or } 0.50 \cdot \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{s,yk}}, 0.0013\right) \cdot (h_{szerk} - t_a - v_{zst}) = 5.35 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**$A_{f,k,alk} - \phi 12/15$**

Горња подужна арматура

$$A_{f,h,\min} - \phi 12/25 \text{ or } 1\% \cdot v_{pl} = 15.00 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**$A_{f,h,alk} - \phi 20/20$**

Доња подужна арматура

$$A_{a,h,\min} - 2\phi 12/\text{узенгије}$$

**$A_{a,h,alk} - 2\phi 12/\text{узенгије}$**

## 8. ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ ШИПОВА

Прорачун је припремљен у складу са геотехничким профилом и СРТ резултатима обезбеђеним са стране геотехничког инжењера. Резултати прорачуна и сажето објашњење методологије дато је у прилогу.

### 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 редукације:

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

$\alpha_b$  Фактор отпорности основе шипа

$\lambda_b$  Фактор редукације 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-206 за подвожњак В0766		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, сукцесивно 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:	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120

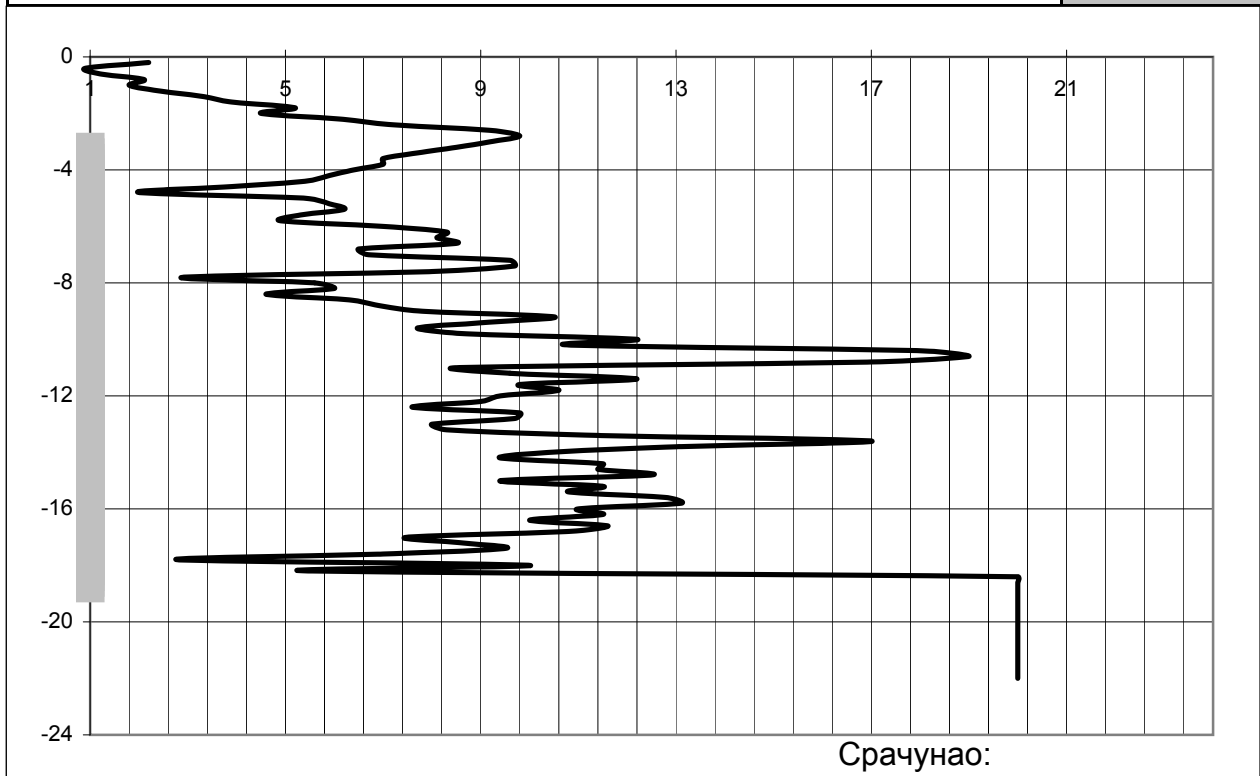
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	74.45
Кота основе шипа (m)	58.50
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	57.70
Дужина шипа (m)	15.95

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3008	17.9	20.0	20.0	2.8	3044
	$q_{b.cal}$ [MPa]	2.50		Фино тло	
		4.79	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа ( Ф / Г )					Г

$R_{s.k} =$	1954 kN	$\xi_{appl}$	1.40	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$	1812 kN	$\xi_{mean}$	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$	3766 kN	$\xi_{min}$	1.40	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 смањења корелационог коефицијента на  $\xi=1,00$  ( ДА / НЕ )

НЕ



*Zsolt Kertessy*

Zsolt Kertessy

**2/1-1.1.6.2 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН  
РАДОВА**



**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 пруге**

Бр. поз. No.	Бр.поз. Техн Усл Item in Tech. Conditions	Опис радова	Јед. мере Unit	Количина Quantity		Јед. цена (дин) Unit rate (Din)		Цена (дин) Price (Din)
				A	B	B	A*B	
<b>2/1.1.1.1</b>	<b>01</b>	<b>ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА</b>						
		Извођење ЦФА 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'	790,00	30.000,00			23.700.000,00
		Израда, уградња и монтажа арматуре ЦФА шипова.						
		Плаћа се по kg уграђене арматуре.						
2/1.1.1.1.2		B 500B	kg	71.064,00	120,00			8.527.680,00
2/1.1.1.1.3		Пробно оптерећење шипова, испитивање носивости шипова.		паушално / lump sum				966.830,40
		<b>УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА:</b>						<b>33.194.510,40</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 потешном 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>	1.176,00	890,00			1.046.640,00
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>	360,00	20.000,00			7.200.000,00
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>	1.800,00	1.800,00			3.240.000,00
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>	630,00	2.000,00			1.260.000,00
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>	280,00	2.900,00			812.000,00
		<b>УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:</b>						<b>13.558.640,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 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 V.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, C 12/15 or C 16/20, X0, испод темеља стубова, крилних зидова, темељних плоча, наглавних греда, прелазних плоча од бетона.	m³	27,00	12.000,00		324.000,00
2/1.1.1.3.2		Облагање кегли бетонским плочама C16/20, X0, 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 : C 25/30, XC2,V-II	m³	316,00	21.600,00		6.825.600,00
	<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 C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MS-S2	m³	132,00	27.600,00		3.643.200,00
2/1.1.1.3.5		Крила и крилни зидови крајњих стубова од бетона класе C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MS-S2	m³	41,00	27.600,00		1.131.600,00
2/1.1.1.3.6		Тело средњих стубова од бетона класе C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MS-S2	m³	218,00	27.600,00		6.016.800,00
	<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 C 40/50, XC4, XF1, 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 C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	m³	65,00	37.200,00		2.418.000,00
2/1.1.1.3.9		Прелазне плоче, од бетона C 25/30, XC2	m³	62,00	25.200,00		1.562.400,00
		<b>УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:</b>					<b>36.736.400,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 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 урезања 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	193.510,00	120,00	23.221.200,00
		<b>УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:</b>				<b>23.221.200,00</b>
2/1.1.1.5	05	<b>КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК</b>				

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 пруге**

		Elementi imaju svoje pojedinačne opise kao i sledeće opšte uslove: - 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. - 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. - Izvođač snosi odgovornost za kvalitet čeličnih profila i limova. - Konstrukcijski čelik mora biti testiran na uzorcima koji su navedeni u odgovarajućim tehničkim propisima za čelične profile i limove. - 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. - Odstupanja izvedenih radova moraju biti proverena u skladu sa kodeksom normativa i standarda u građevinarstvu.					
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					
		HEB 550	kg	210.487,00	300,00	63.146.100,00	
		<b>УКУПНО КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК:</b>					<b>63.146.100,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 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 наношења 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>	800,00	1.200,00	960.000,00
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>	1.065,00	2.000,00	2.130.000,00
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>	200,00	2.500,00	500.000,00
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>	775,00	4.150,00	3.216.250
2/1.1.1.6.5			Поставити хидроизолацију која се састоји од једног хладног слоја битуменске емулзије на горњој плочи.	m <sup>2</sup>	1.085,00	850,00	922.250
2/1.1.1.6.6			Израда заштите хидроизолације, површина, стиродур плочама дебљине 5 цм.	m <sup>2</sup>	715,00	2.700,00	1.930.500
			<b>УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:</b>				<b>9.659.000,00</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	52,00	2.000,00	104.000,00	
			<b>УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:</b>				<b>104.000,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ**  
**ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)**  
**КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**  
**НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 пруге**

2/1.1.1.8	08	ОСТАЛИ РАДОВИ				
		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>	715,00	1.800,00	1.287.000
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	2.500,00	250,00	625.000,00
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>	572,00	50.000,00	28.600.000
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>32.177.000,00</b>

**ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ  
ПРУГА: СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (Келебија)  
КЊИГА 2/1-1.1: ПРОЈЕКАТ МОСТОВА  
НАДВОЖЊАК на km 76+615,57 пруге**

**ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА**

2/1.1.1.1	01	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА	33.194.510,40
2/1.1.1.2	02	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ	13.558.640,00
2/1.1.1.3	03	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ	36.736.400,00
2/1.1.1.4	04	РАДОВИ ОД МЕТАЛА	23.221.200,00
2/1.1.1.5	05	КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК	63.146.100,00
2/1.1.1.6	06	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ	9.659.000,00
2/1.1.1.7	07	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ	104.000,00
2/1.1.1.8	08	ОСТАЛИ РАДОВИ	32.177.000,00

УКУПНО (дин): GRAND TOTAL (Din):

**211.796.850,40**

Београд, јул 2020.

Срачунао:

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



*Mihaljević*

Одговорни пројектант:

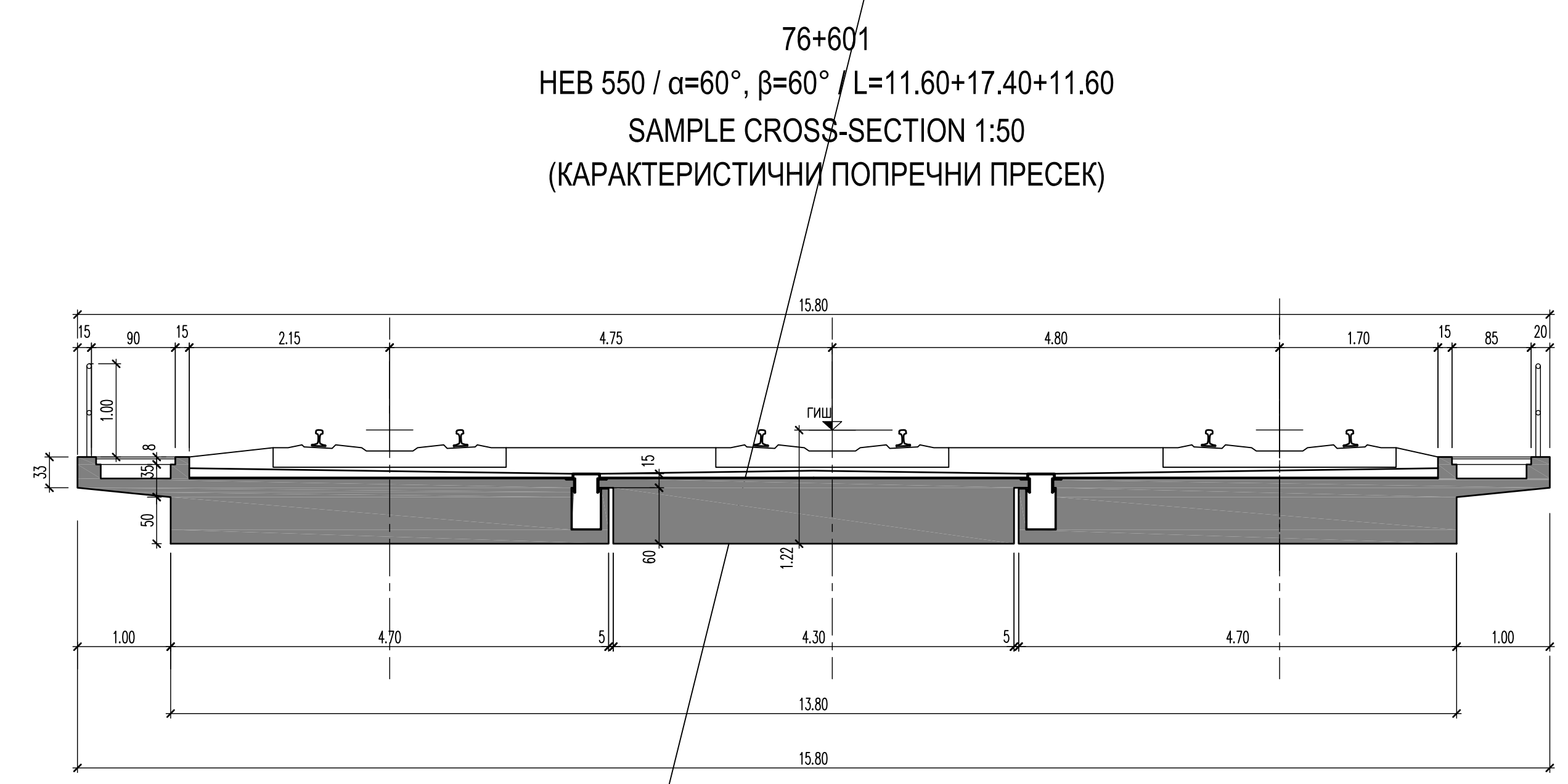
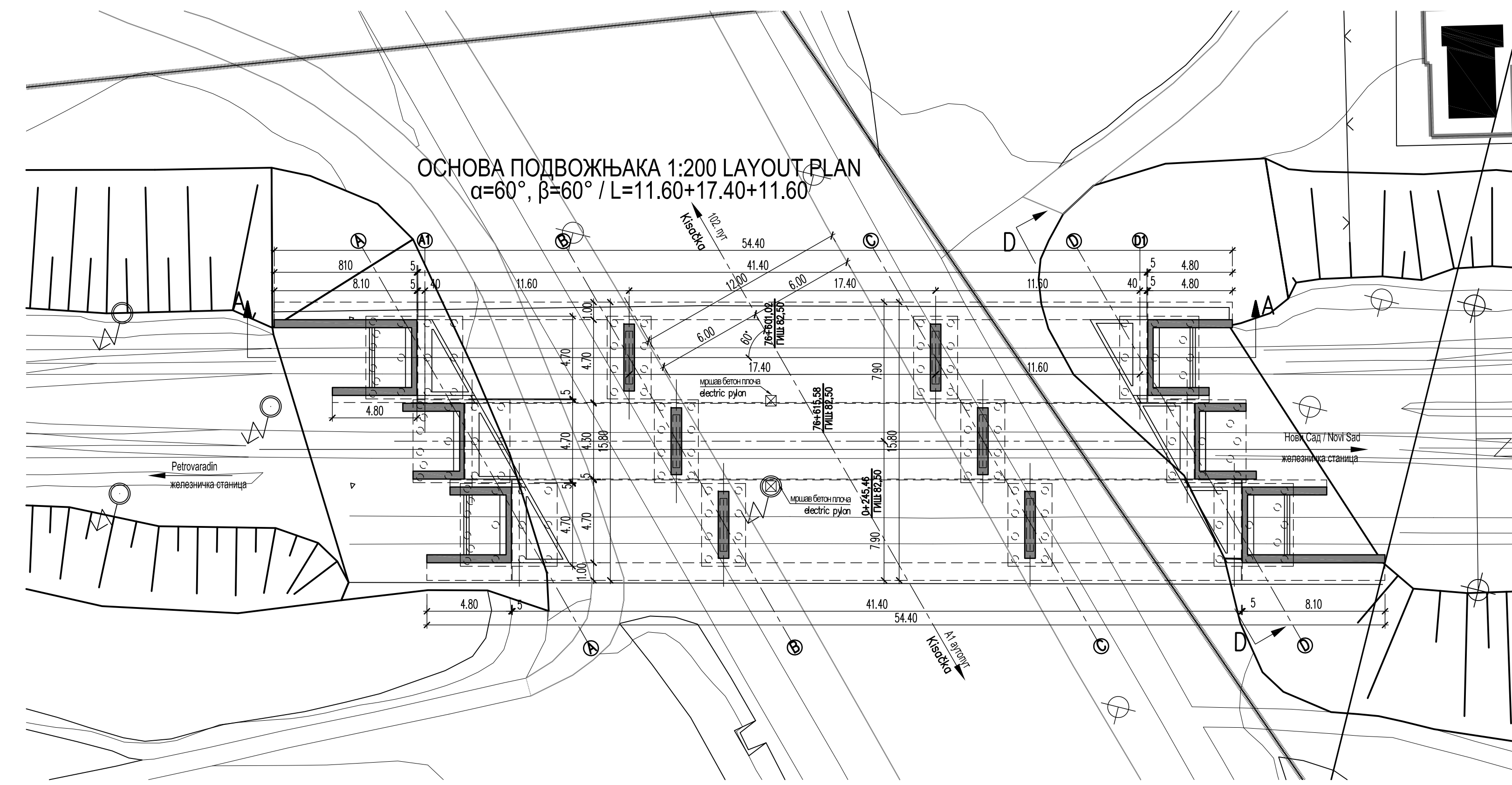
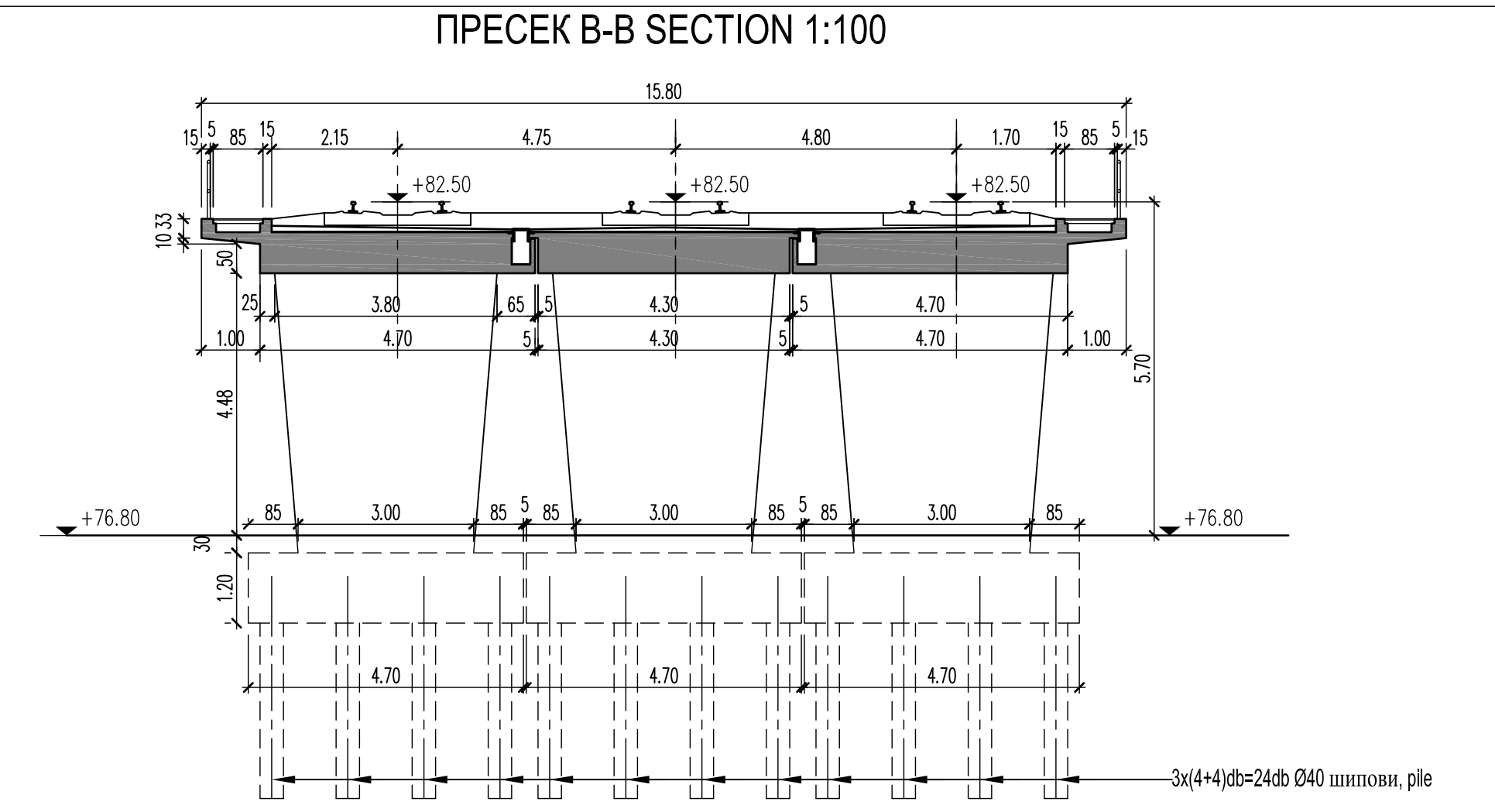
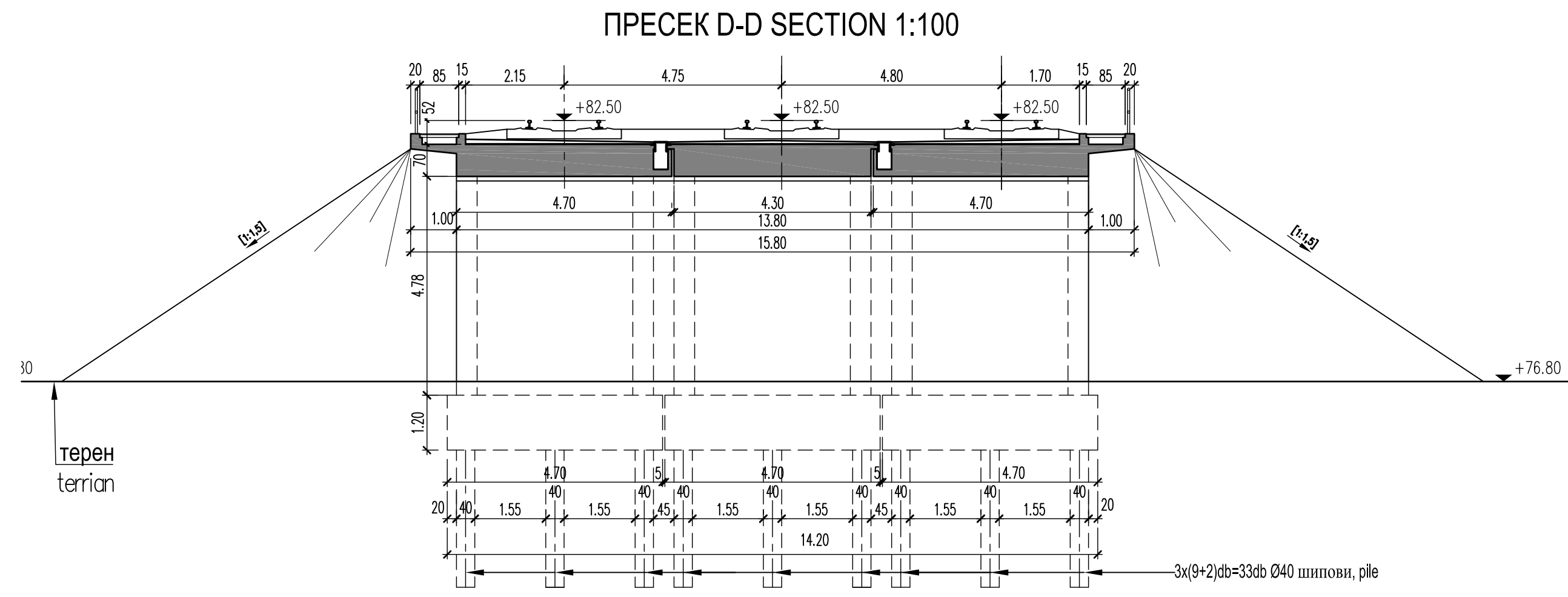
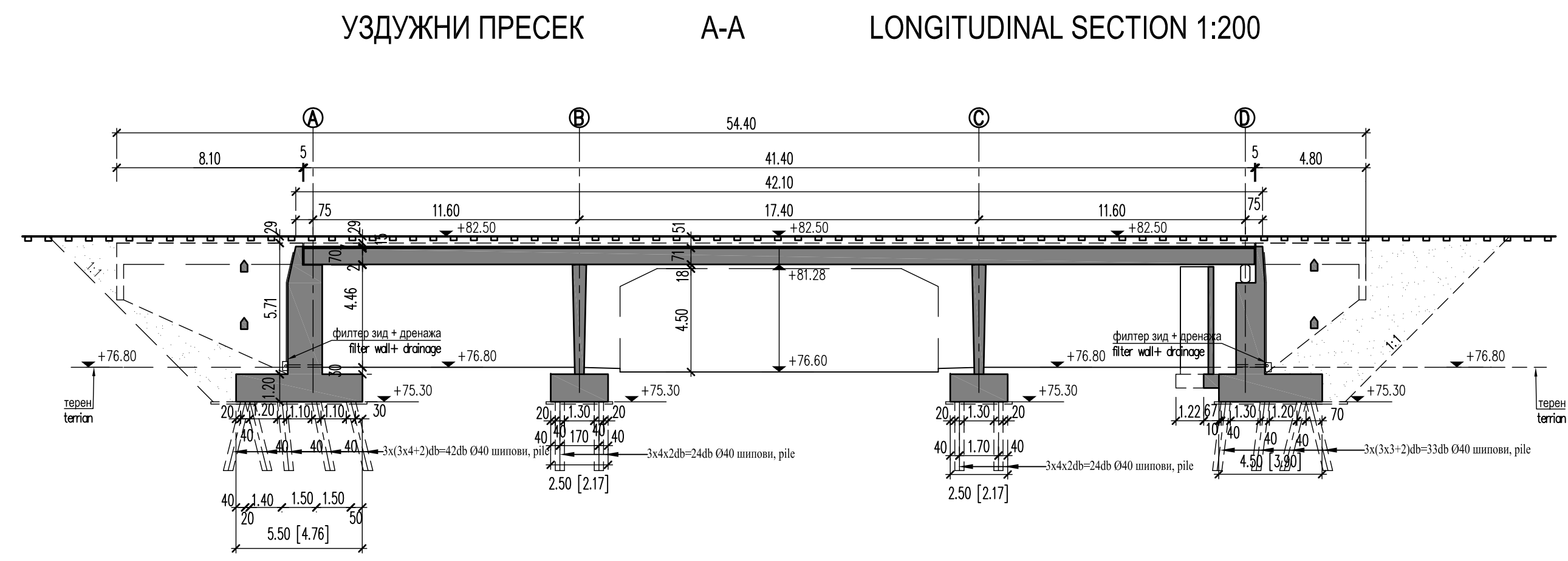
Синиша Михајловић, дипл. инж. грађ.  
лиценца бр.: 310 4821 03



*Mihaljević*

## **2/1-1.1.7. ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА**

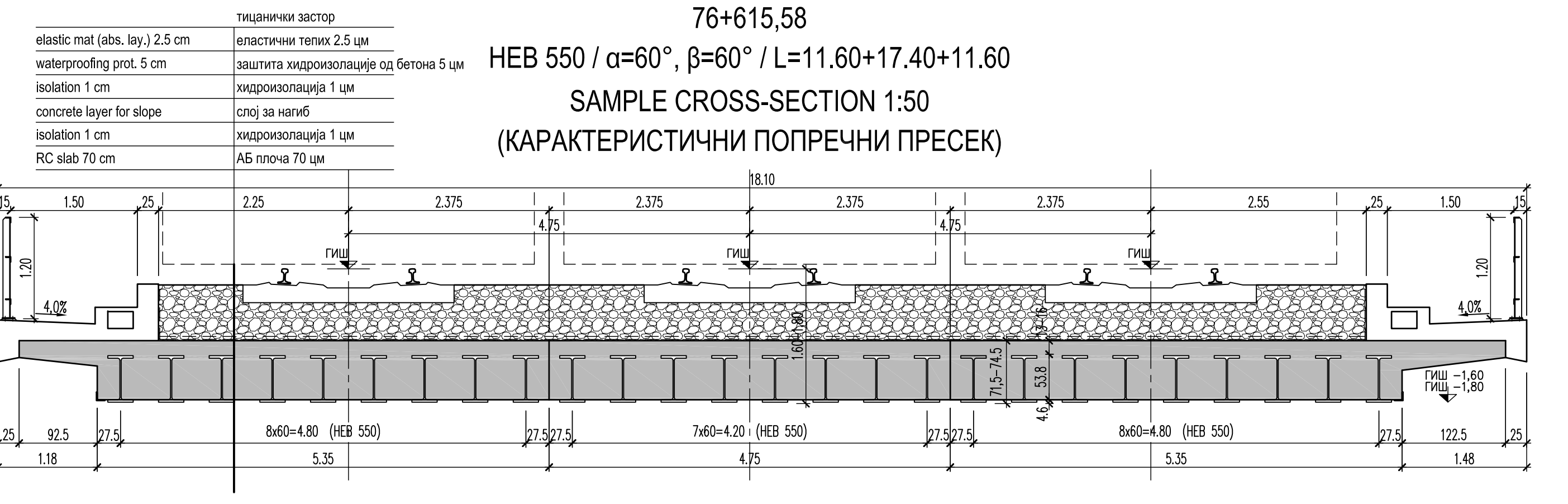
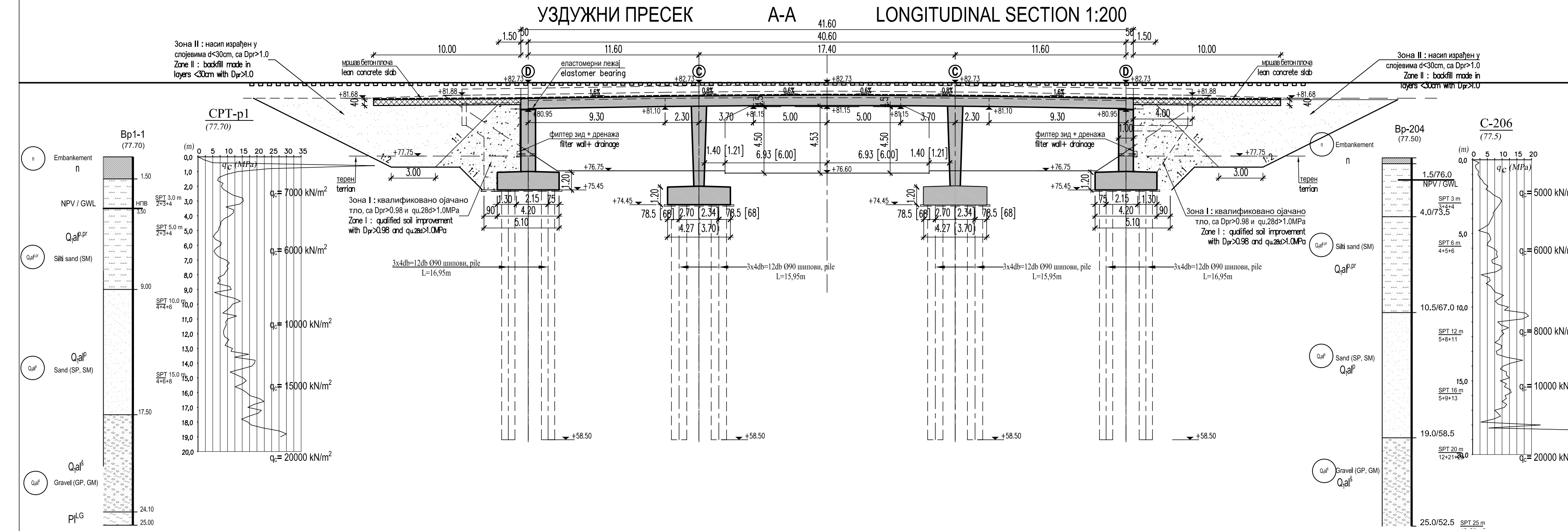




76+601  
 НЕВ 550 /  $\alpha=60^\circ$ ,  $\beta=60^\circ$  / L=11.60+17.40+11.60  
 SAMPLE CROSS-SECTION 1:50  
 (КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК)



03		
02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
<b>Ревизиони блок:</b> / Revision block:		
<b>SAOBRAĆAJNI INSTITUT CIP, d.o.o.</b> <b>INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIP Ltd</b> Немањина 6: 11000 Београд, Србија Тел: 011/3618-134; Факс: 011/3618-324; web site: www.sicp.co.rs		
Организациона јединица: <b>КОНСТРУКЦИЈЕ</b> / Organization unit: <b>STRUCTURE DEPARTMENT</b> Одговорни пројектант: / Responsible designer: <b>Синиша Михајловић, дипл. грађ. инж.</b> лиценца број: / License No.: 310 4821 03		
Пројектант: / Designer: <b>Zsolt Kertessy</b>		
Унутрашња контрола: / Internal control: <b>Нада Павловић, дипл. грађ. инж.</b>		
Главни пројектант: / Chief designer: <b>Милан Јелкић, дипл. грађ. инж.</b>		
Руководилац организационе јединице: / Manager of organization unit: <b>Љиљана Мишковић, дипл. грађ. инж.</b>		
Инвеститор пројекта: / Investor: <b>ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ "А.Д."</b> <b>INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA "JSC"</b> Немањина 22-26: 11000 Београд, Србија веб сајт: www.pjz.gov.rs		
Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре Ministry of Construction, Transport and Infrastructure Немањина 22-26 Street: 11000 Belgrade, Serbia веб сајт: www.pjz.gov.rs		
Пројекат: / Structure: <b>ПОДВОЖЊАК КИСАЧКА УЛИЦА КМ 76+615,57</b> <b>DESIGN OF BRIDGES</b> <b>UNDERPASS KISACKA STREET KM 76+615,57</b>		
Цртеж: / Drawing: <b>ПЛАН ПОСТОЈЕЋЕГ ПОДВОЖЊАКА</b> <b>PLAN OF EXISTING BRIDGE</b>		Размера: / Scale: 1:50; 1:200
Фаза пројекта: / Phase of project: <b>ИДП / PD</b>		Датум/Date: 12.2018. Цртеж бр./Drawing No.: 2017-728-КОН-2/1-1.7.1



#### КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

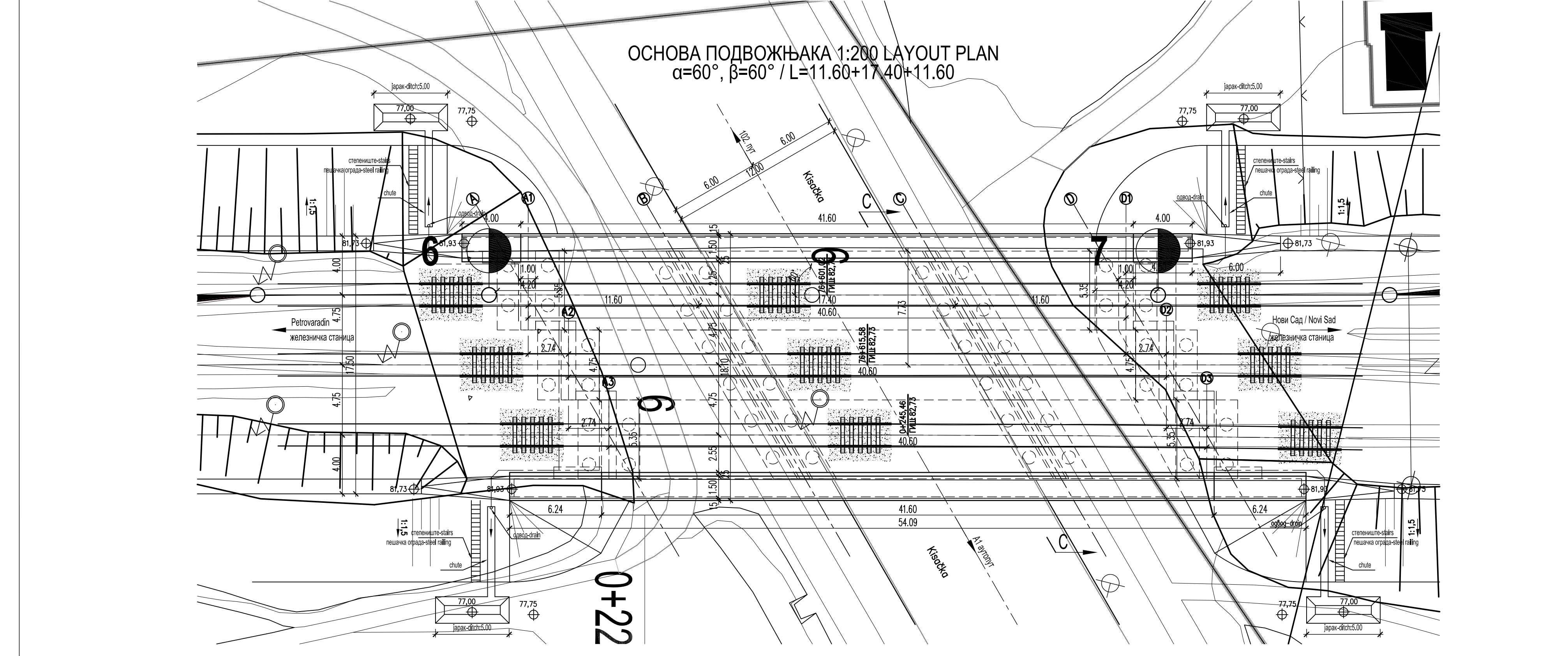
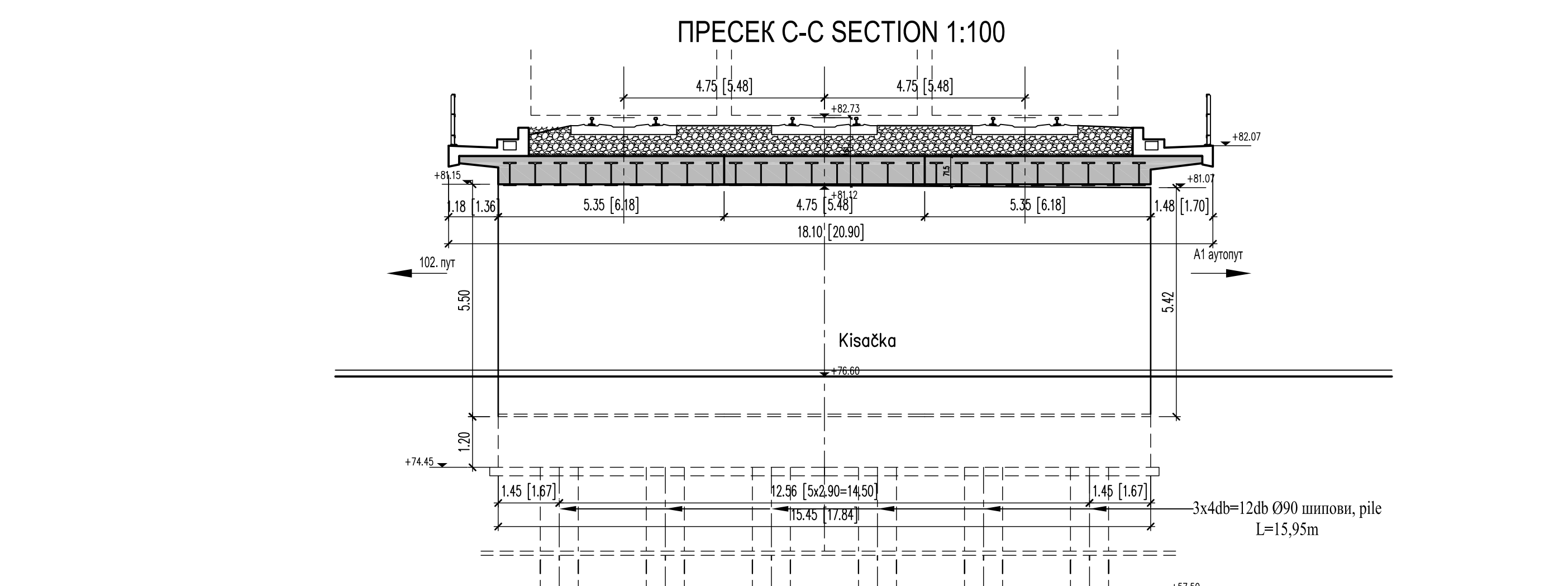
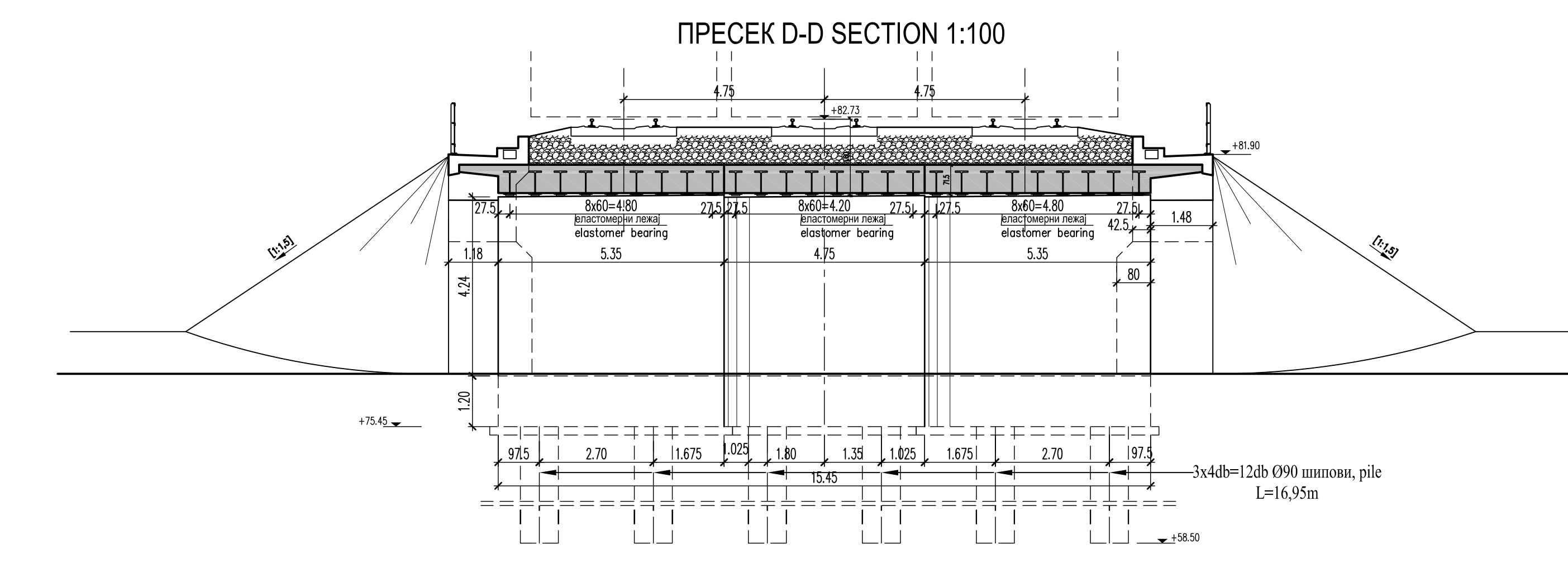
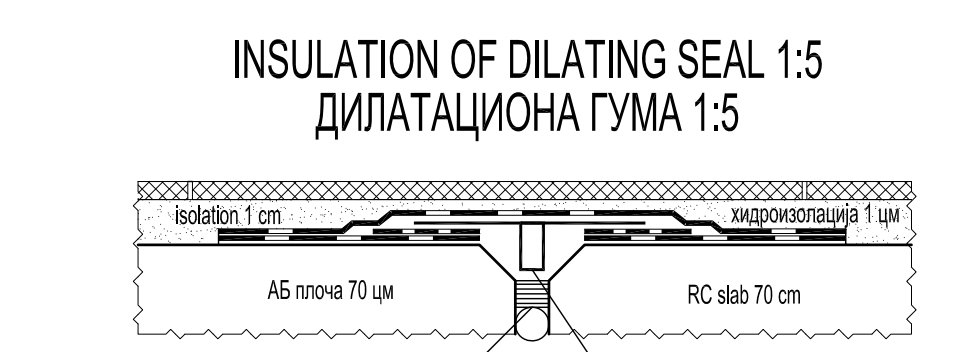
Klase betona:

Element	Beton	Armatura	Zaštitni sloj od betona
Prelazna ploča	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5
AB stubovi, potporni zidovi	C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MS-S2	B500B	5.0
Шплови и наглане греде	C 25/30, XC2, V-II	B500B	5.0
Ивична греда и тротоар	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5.0
Mršavi beton	C 12/15 or C 16/20, X0	B500B	

#### QUALITY OF MATERIALS

Element	Concrete	Reinforcement	Concrete cover
Carriage slab	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5
Rc. columns and supporting walls	C 35/45, XC4, XD3, XF4, V-III, MS-S2	B500B	5.0
Piles and pile caps	C 25/30, XC2, V-II	B500B	5.0
Edge beam and footpath	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5.0
Lean concrete	C 12/15 or C 16/20, X0	B500B	

Structural steel: Steel superstructure S355 J2+M



03		
02		
01		

Број/Number Датум / Date Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

**САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП, д.о.о.**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIP Ltd**  
 Немањина 6: 11000 Београд, Србија  
 Тел: 011/3618-134; Факс: 011/3618-324; веб сајт: www.sicip.co.rs

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

Одговорни пројектант: / Responsible design: **Синиша Михајловић, дипл. граф. инж.**

Пројектант: / Designer: **Zsolt Kertessy**

Унутрашња контрола: / Internal control: **Нада Павловић, дипл. граф. инж.**

Главни пројектант: / Chief designer: **Милан Јелкић, дипл. граф. инж.**

Руководилац организационе јединице: / Manager of organization unit: **Љиљана Мишковић, дипл. граф. инж.**

ИДП / PO

12.2018.

2017-728-КОН-2/1-1.1.7.2

ПРОЈЕКАТ МОСТОВА ПОДВОЖЊАК КИСАЧКА УЛИЦА КМ 76+615.57 DESIGN OF BRIDGES UNDERPASS KISACKA STREET KM 76+615.57

ОПШТИ ПЛАН GENERAL PLAN

Цртеж бр./Drawing No.:

Размера: / Scale: 1:50; 1:100; 1:200