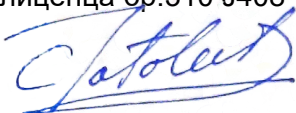


2/1-1.6.1 НАСЛОВНА СТРАНА

	2/1-1.6 Мост на км 81+650,20
Инвеститор:	„Инфраструктура железнице Србије“ а.д. Немањина 6, 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:	ИДП Идејни пројекат
Назив и ознака дела пројекта:	2/1-1.6 Мост на км 81+650,20
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:	Слободан Јаћовић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр.310 J408 10
Потпис:	
Број дела пројекта:	2017-728-КОН-2/1-1.6
Место и датум:	Београд, јул 2020.

2/1-1.6.2. САДРЖАЈ

2/1-1.6.1.	Насловна страна
2/1-1.6.2.	Садржај
2/1-1.6.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/1-1.6.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/1-1.6.5.	Текстуална документација
2/1-1.6.5.1	Технички извештај
2/1-1.6.6.	Нумеричка документација
2/1-1.6.6.1	Статички прорачун
2/1-1.6.7.	Графичка документација
2/1-1.6.7.1	Општа диспозиција 1
2/1-1.6.7.2	Општа диспозиција 2

2/1-1.6.3. 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, 50/2013 - УС, 98/2013 - УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019 и 37/2019 -др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС" бр 73/2019) као:

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

за израду **2/1-1.6 Мост на км 81+650,20**, 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, Мали Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, одређује се:

Слободан Јаховић, дипл. инж. грађ. _____ 310 J408 10

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, јул 2020.год.

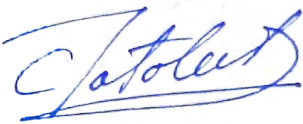
2/1-1.6.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.6 Мост на км 81+650,20**, 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, Мали 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

Слободан Јаћовић, 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:	Слободан Јаћовић, дипл.инж. грађ
Број лиценце:	310 J408 10
Потпис:	
Број техничке документације:	2017 - 728
Место и датум:	Београд, јул 2020.год.

**2/1-1.6.5 ТЕКСТУАЛНА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/1-1.6.5.1 Технички опис

ТЕХНИЧКИ ОПИС

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ БЕОГРАД – СУБОТИЦА – ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА) ДЕОНИЦА: НОВИ САД – СУБОТИЦА – ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

ПРОЈЕКАТ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ МОСТА на стационажи км 81+650,20

1. УВОД

На новој траси двоколосечне пруге Нови Сад – Суботица (Мађарска граница), која је пројектована за брзину од 200 km/h, пројектован је нови мост на км 81+650.20 мерено по десном колосеку.

Подлоге за пројектовање су:

- Пројектни задатак
- Локацијски услови
- ПРАВИЛНИК о техничким условима и одржавању доњег строја железничких пруга- "Службени гласник РС", бр. 39 од 15. априла 2016, 74 од 2. септембра 2016.
- Релевантни Еврокод стандарди са одговарајућим Националним прилозима
- Richtlinie 836 - Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten
- Richtlinie 804 - Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten
- Design for optimal performance of high-speed railway bridges by enhanced monitoring systems (DETAILS) A. Braconi, A. Osta, P. Cama, N. Blasi, A. Mordini, H. Wenzel, Chellini, F. Lippi, W. Salvatore, T. Rauert, B. Hoffmeister, M. Brehm, V. Zabel, W. Hoorpah, R. Willms, F. Schroter, B. Peeters, M. Kahsin, K. Liu, G. De Roeck: European Commission, Final report, Directorate-General for Research and Innovation 2014
- Геотехничко испитивање локалног тла
- Остали релевантни стандарди

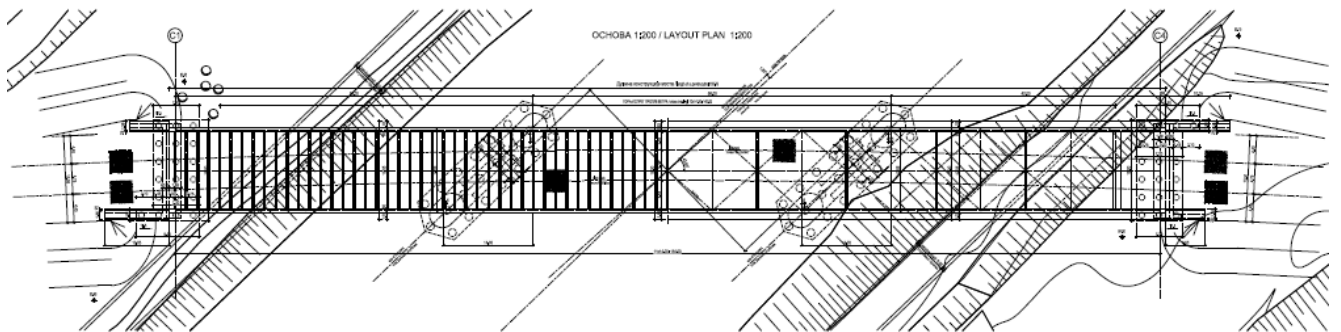
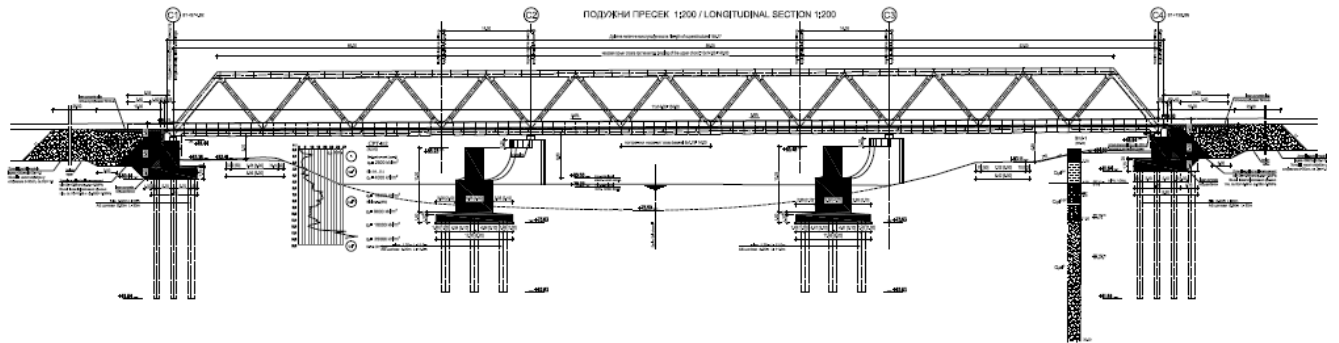
Пројектним задатком је предвиђено да се изгради нови железнички мост на стационажи км 81+650.20 двоколосечне пруге Нови Сад - Суботица (мађарска граница) преко канала Савино Село. На мосту постоје две железничка колосека са међусобним размаком од 4,75m.

Оса железничке линије је у десној кривини полупречника $R \approx 2000m$.

Железничка траса има подужни нагиб од 0.45% .

Угао укрштања канала и пруге је под углом од 43.95°.

Диспозија моста:



Просечна надморска висина тла око почетног опорца: ~83.40 м

Просечна надморска висина тла око крајњег опорца: ~84.50 м

2. ДИСПОЗИЦИЈА

Диспозиционо решење моста је усвојено као тро-распонска, континуална спрегнута конструкција у решеткастој изради, са косим ослањањем на месту средњих стубова. Косо ослањање је усвојено како би се добила конструкција оптималне крутости која на ефикасан начин премошћава навигациони профил канала од 27.7m.

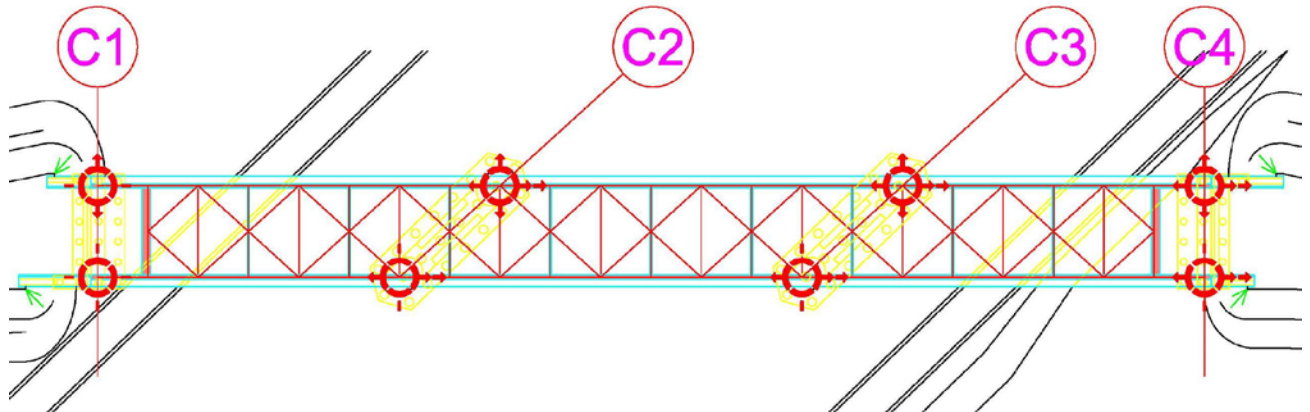
Подаци за навигациони профил (Локацијски услови):

10.1. Канал Нови Сад- Савино Село је плован за пловила носивости 1000 т на месту укрштаја са пругом на стационажи км 6+950 и има следеће карактеристике:

Минималан водостај 79.20 мнм
 Максимални водостај 80.50 мнм
 Радни водостај од 79.50 до 79.70 мнм
 Ширина пловног пута 27.70 м
 Ширина 50 -70м
 Пројектована кота дна ≈ 75.50 мнм
 Пројектован пад нивелете дна канала 0,023‰

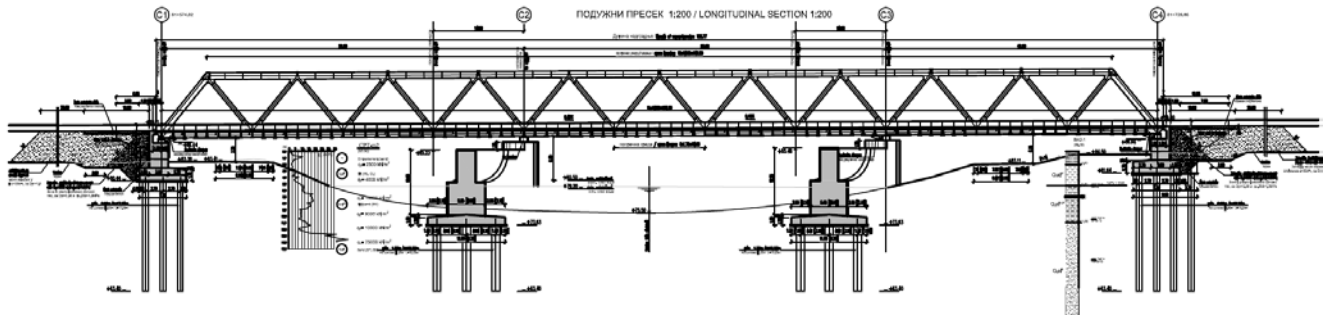
Предвиђена су подужно покретна лежишта на стубовима С2, С3, С4, са подужно непокретним лежиштима на стубу С1. Пројектовани су додатни уређаји за пријем хоризонталних сила (shock transmitting units-STU) на месту стуба С4 како би се расподелиле силе кочења и сеизмичког дејства, а што ће имати такође повољан утицај на интеракцију колосека и конструкције моста. На стубовима С2 и С3 је пројектовано косо ослањање моста, где су лево и десно лежиште челичне конструкције у различитим чворовима решетке. Оваква диспозиција даје различите распоне главних решеткастих носача у првом и задњем пољу (56.00m и 42.00m).

Шема лежишта:

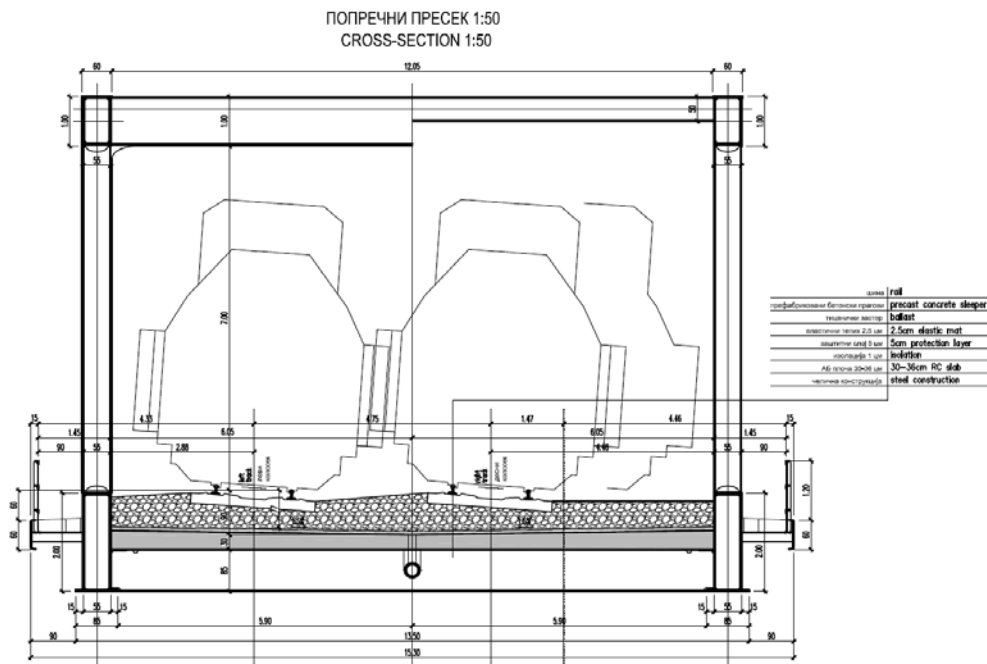


Распонска расподела је следећа:
 56.00 (42.00) + 56.00 + 42.00 (56.00)m

Подужни пресек:



Карактеристични попречни пресек:



Челична конструкција моста је ослоњена на армиране бетонске стубове. Укупна дужина челичне конструкције износи 155,77m.

На горње фланше попречних носача коловозне плоче моста се ослања АБ плоча, спрезањем можданицима, ливена на лицу места. На АБ плочу се постављају колосеци у туцаничком застору.

Укупна ширина моста износи 15,30m и састоји се из: две железничке трасе (са > 2,50m сигурносног размака од конструктивних елемената), 2x550mm ширине за главне решеткасте носаче и 2x900mm за сервисне стазе са обе стране. Додатних 2x150 mm је намењено за ограду ревизионих стаза и бочне маске.

Нивелета пруге десног колосека на железничкој линији Нови Сад - Суботица код раскрснице канала износи 89,45m, а максимални ниво воде у каналу на истом месту износи 80,50m.

3. КОНСТРУКЦИЈА

Главни носачи моста су два решеткаста носача са "wagren" обликом испуне. Размак оса између главних носача износи 12,65m, чиме је ширином туцаничке призме на мосту обухваћена цела кривина, без кривљења главних носача или полигоналне конфигурације у основи. Доњи и горњи појас решетке су паралелни, са статичком висином од 8,55m.

Попречни пресеци доњег и горњег појаса пројектовани су као заварени кутијаста профили. Доњи појас је висине 2000mm док је горњи појас висине 1000mm. Размак чворова горњег спрега против ветра износи 14,00m. Елементи горњег спрега за ветар су пројектовани као 'I' профили висине 500mm формирајући К испуну. Ригла портала и дијагонале решетке у порталу су пројектовани као заварени затворени профили висине 1000mm. Попречни пресеци дијагонале елемената су заварени 'H' профили висине 55cm. Између доњих појаса решетке је пројектована коловозна плоча која се састоји из спрегнутих попречних носача. Размак ових носача износи 1750mm, висине челичног профила од 850mm. Челична конструкција моста је израђена од класе челика S355J2. На горње фланше попречних носача се ослања АБ плоча изведена на лицу места. Дебљина АБ плоче износи 30-39cm, на коју се поставља колосек у туцаничком застору. АБ плоча има попречни пад од 1,50% ка средини плоче где су позиционирани сливници за одводњавање. АБ плоча је марке бетона C35/45, класе изложености XC4, XF1, V-II, армирана арматуром B500-B. Са обе стране моста су пројектоване ревизионе стазе у челичној изради. Помоћни конструктивни елементи: конзоле за ревизиону стазу и ограде су пројектоване са челиком класе S235JR.

Конструкција обалног стуба је дебљине 300cm и ширине 14,80m. Наглавице су висине 200cm и преносе оптерећење на 18 шипова пречника Ø 900mm, на међусобном размаку од 2,70m. Крилни зидови обалних стубова су дебљине од 60 и 80cm, конструисани са обе стране стуба са конзолом за пешачку стазу. На крајњи стубовима су пројектовани квадери за постављање сферних лежишта. Парапет обалног стуба је дебљине 60 cm. Коловозна плоча моста је у истом нивоу са горњом плочом парапета и прелазном зоном која је у свему према Ril836.

Водоотпорне дилатационе справе су постављене између коловозне плоче и конзоле парапета са пројектованом дилатацијом од ±20mm код стуба С1 и ±80mm код стуба С4 са детаљима који су у складу са Ril804.

Попречни пресек речних стубова је дебљине од 400cm са заобљеним лицима. Овакав попречни пресек је изабран с обзиром на угао укрштања железничког моста и канала испод моста. Наглавице висине 160cm преносе сва оптерећења на 22 шипа пречника Ø1200mm, расподељених у три колоне, са међусобним размаком од 3,60m. На лежишним гредама стубова се постављају квадери за сферна лежишта.

Стубови су пројектовани у класи бетона C30/37, класе изложености XC4, XF1, V-II, армиране арматуром B500-B.

4. РАЗНИ РАДОВИ

На припремљену бетонску површину под падом се поставити хидроизолација на бази битумена. Хидроизолација са одговарајућим детаљима на мосту се изводи у складу са смерницама немачких железница Ril 804. Преко хидроизолације се излива заштита хидроизолације од ливеног асфалта дебљине 5cm и подтуцаничка простирка дебљине 25mm на бази полиуретана.

Након изградње крајњих стубова, извести ивични елемент код конзола крилних зидова са обе стране траса како би се формирала основа за застор. Ивице застора су на размаку од 2.50m од паралелне осе железничке траке. Између две железничке линије се пројектује сервисна стаза и кабловски вод.

Хидроизолација бетонских површина које су у контакту са земљом се врши помоћу једног премаза хладним битуменом и два премаза топлог битумена. Пре премазивања слојевима све површине морају бити очишћене и припремљене. Бетонске површине које су изложене ваздуху биће обложене хидрофобним премазом ради заштите од корозије која настаје услед дејства воде и соли.

Корозивна заштита челичне конструкције моста треба да се обезбеди системом заштите за најмање 25 година животног века. Припрема челичне површине мора бити $Sa2^{1/2}$ у складу са ISO 8501-1. Челичне површине са хидроизолацијом унутар застора треба да су обложене термичким цинком у четири слоја и најмање додатна три слоја фарбе.

Да би се избегле мале дебљине слоја и додатни физички рад, нанети само боје које се могу наносити у једном слоју дебљине најмање 100 μm сувог слоја. Адхезија премаза треба да буде већа од 2.5 МПа. За избор система корозивне заштите све спољашње површине челичне конструкције моста треба класификовати као високо изложене корозији (класа изложености C5, у складу са ISO 12944-5).

Прелаз између мостовске конструкције и насипа железничке пруге ће се извести преко шљунчане прелазне зоне која је позиционирана испод прелазне плоче од мршаваг бетона. Ови радови морају бити обављени у складу са смерницама „Richtlinie 836“.

У овој фази пројекта нису предвиђене шинске дилатације изнад обалног стуба C04. Анализу интеракције колосека и конструкције моста је потребно спровести у даљим фазама пројекта, након усвајања коначне конфигурације моста. Узевши јако повољан утицај STU који су пројектовани на месту стуба C4, чиме су подужна померања на месту дилатација за дејство кочења и сеизмике сведена на нулу, реално је очекивати да је могуће избећи употребу шинских дилатација.

Атмосферска вода која пролази кроз застор се сакупља са обе стране коловозне плоче моста ка унутра где су позиционирани сливници са детаљима у складу са Ril 804. Сливници се постављају дуж конструкције моста са међусобним размаку од 5,25m. Кроз одводне канале се атмосферска вода улива у уздужну одводну цев која се води испод средње линије АБ плоче. Ова цев пролази кроз попречне носаче и усмерава воду ка обалним стубовима.

5. ФУНДАМЕНТ

Геотехничка бушења и теста пенетрације (СРТ) су предвиђена ради испитивања земљишта у зони моста. Попречни пресеци бушења и СРТ дијаграми су унети у цртеж диспозиције. Разматрајући прорачунато оптерећење од моста и на резултате геотехничких испитивања, усвојено је фундаирање на бушеним шиповима. Предвиђени су шипови пречника $\varnothing 1.20m$ и $\varnothing 0.90m$ и наглавне греде са арматуром В500-В. Темелји су изграђени од бетона C30/37, класе изложености XC2., V-II.

Код речних стубова максимална номинална сила у шипу пречника $\varnothing 1.20m$ износи 5296 kN, а код обалних стубова-опорца у шипу пречника $\varnothing 0.90m$ износи 5067 kN, што је мање од капацитета носивости шипова по стандарду „EN 1997-1“ и „EN 1997-2“.

Основни подаци темелја приказани у табели:

Бр. Ослонца	Доња кота наглавице	Пречник шипа	Кота базе шипа	Дужина шипа	Бр. Шипова
C1	80.44	0.90	60.44	20	18
C2	73.63	1,20	62.63	11	22
C3	73.63	1.20	62.63	11	22
C4	81.64	0.90	60.44	20	18

6. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Статички прорачун је спроведен коришћењем програмског пакета "Mathcad 15", "Axis VM 13 - InterCAD Kft.", и SAP2000.

За прорачун стубова и фундамента, мост је третиран као тродимензионални модел састављен од челичне конструкције моста (као детаљан модел коришћен у прорачуну челичне конструкције), стубова, наглавица и шипова. Веза између конструкције моста и обалних стубова је моделирана као зглобна. Шипови су круто везани за наглавице фундамента. Њихово померање је спречено помоћу еластичних опруга у хоризонталној равни, са крутостима срачунатих према геотехничким испитивањима.

За прорачун конструкције моста, главни решеткасти носачи и коловозна плоча су третирано као интегрални, тродимензионални модел. Појаси и дијагонале главног носача су моделирани као линијски коначни елементи. Попречни носачи спрегнуте конструкције су моделирани као ребрасти елементи, док је плоча третирана као мембрана са ортотропним параметрима, претпостављајући утицај испуцалости на подужни правац плоче.

Анализа оптерећења у статичком прорачуну је урађена у складу са важећим Eurocode стандардима. Идејним пројектом су разматрана следећа оптерећења:

- Сопствена тежина конструкције моста;
- Додатно стално оптерећење (елементи пешачке стазе, заштитних ограда, ограда пешачких стаза, хидроизолација, застора од асфалт бетона, туцаничког застора ...);
- Скупљање и течење бетона;
Утицај скупљања бетонске конструкције одређен је према стандарду „EN 1992-1-1“.
- Саобраћајно оптерећење је усвојено према „EN 1991-2 Traffic loads on bridges”, поглавље 6.
Вертикално оптерећење:
 - шеме оптерећења LM71 и SW2;
 - Корисно оптерећење на сервисним стазама, $q_{fk}=5.0 \text{ kN/m}^2$Хоризонтална оптерећења:
 - дејство бочног удара;
 - дејства услед трења у кочења возила;
 - активни притисак тла на опорац
- Температурни утицаји;
Прорачун оптерећења услед дејства температуре је спроведен у складу са стандардом „EN 1991-1-5 Thermal actions”. Равномерна температурна промена у оси штапа износи $\Delta T_{N.con}=38^\circ\text{C}$ и $\Delta T_{N.exp}=41^\circ\text{C}$ под претпоставком да је $T_0=10^\circ\text{C}$ почетна температура. Као резултат, температурна промена од 51°C је усвојена за прорачун лежишта и дилатационих справа. Компоненте температурне промене су такође узете у обзир.
- Оптерећење ветром је срачунато у складу са стандардом „EN 1991-1-4 Wind Actions”. Разматрана су дејства ветра на мост у х-правцу, и ветар на мост са и без саобраћајног оптерећења.
- Од инцидентних оптерећења прорачуном у идејном пројекту су обухваћене:
Сеизмичке силе у складу са стандардима “EN 1998-1 и 1998-2”. Према карти сеизмичког хазарда за макс хор. убрзање на тлу типа А, са вероватноћом превазилажења 10% у 50 година, за повратни период од 475год, изражено у јединицама гравитационог убрзања g , Републичког сеизмолошког завода, предметни мост спада у зону сеизмичности 0,10 g .
Исклизнуће воза није разматрано у овој фази пројекта.

Контроле конструкције према Еврокод 0 (Анекс А2)

Докази деформација и вибрација за железничке мостове

Овде ће бити побројани сви докази деформација и вибрација које су захтеване стандардом SRPS EN 1990-Додатак А2, као и који докази нису спроведени за ову фазу пројекта.

Захтеване контроле:

- вертикалних убрзања коловозне конструкције моста (контрола нестабилности застора А2.4.4.2.1)-**није контролисано (континуални носач)**;
- угиб коловозне конструкције моста, према Делу А2.4.4.2.3;
- одизање на лежиштима;
- угиб коловозне конструкције моста иза лежишта, према Делу А2.4.4.2.3 и EN 1991-2 6.5.4.5(2);
- увртање коловозне конструкције моста, према Делу А2.4.4.2.2;
- ротација крајева коловозне конструкције и релативна укупна ротација између суседних коловозних конструкција, према EN 1991-2 6.5.4 и А2.4.4.2.3 (2);
- уздужно померање крајева коловозне конструкције;
- хоризонтални попречни угиб;
- хоризонтална ротација коловозне конструкције моста;
- прву фреквенцију слободних бочних вибрација.

Критеријуми безбедности у сабраћају (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2)

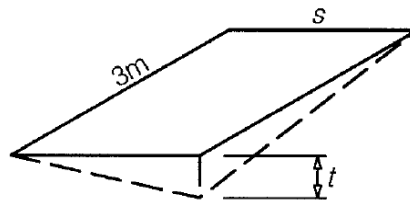
Вертикална убрзања коловозне конструкције моста (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.1)

На предметном мосту није потребно урадити динамички прорачун.

Увртање коловозне плоче (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.2)

Увртање коловозне табле се приказује преко вертикалног угиба једне тачке шина на дужини колосека од 3m.

Дефиниција увртања коловозне табле:



$s = 1.435 \text{ m}$ -Размак између шина

Табела А2.7 — Граничне вредности за увртање коловозне конструкције моста

Опсег брзине V (km/h)	Максимално увртање t (mm/3m)
$V \leq 120$	$t \leq t_1$
$120 < V \leq 200$	$t \leq t_2$
$V > 200$	$t \leq t_3$

НАПОМЕНА Вредности за t могу да се дефинишу у националном прилогу. Препоручене вредности за скуп t су:

$$t_1 = 4,5$$

$$t_2 = 3,0$$

$$t_3 = 1,5$$

Вредности за пруге са различитом ширином колосека могу да се дефинишу у националном прилогу.

Максималне вредности увртања износи: $t_2 = 3.0 \text{ mm}$ ($120 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h}$)

Вертикална деформација коловозне конструкције моста (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.3)

Вертикална деформација коловозне табле се контролише преко:

- вертикалног угиба конструкције (SRPS EN 1990:2002, члан А2.4.4.2.3 (1), SRPS EN 1990/NA:2012, члан 2.2.29);

Највећи угиб мерен дуж било ког колосека услед дејства железничког саобраћаја:

$$\delta < \frac{L}{800}, \text{ са оптерећењем на само једном колосеку}$$

Као додатни услов за вертикалне угибе користе се и смернице немачких железница, швајцарског стандарда SIA 260 и смерница Европске комисије које су наведне под 3. у Делу 2.1.1., које за случај када није потребно опсежно одржавање колосека, захтевају да максимални угиби не смеју прећи границе дате табелом:

Table 8.12. Permissible vertical deflections to avoid excessive track maintenance

$V < 80 \text{ km/h}$	$\delta_{\text{stat}} \leq L/800$ Note: Due to what is said above, namely that the maximum total deflection measured along any track due to rail traffic actions should not exceed $L/600$, please note that 600 multiplied with 1.33 gives approximately 800.
$80 \leq V \leq 200 \text{ km/h}$	$\delta_{\text{stat}} \leq L/(1.5V - 400)$ Note: The upper limit $L/2600$ for 200 km/h is the permissible deflection which DB (Deutsche Bundesbahn – German railways) has taken following many years of designing bridges for high-speed lines in Germany, a value which gave satisfaction.
$V > 200 \text{ km/h}$	$\delta_{\text{dyn}} \leq \text{value given by the dynamic study, but } \delta_{\text{stat}} \leq L/2600$

$$\delta_{\text{stat}} < \frac{L}{2600}$$

Извод из швајцарског стандарда SIA 260:

Tableau 12: Limites de service pour les ponts-rails à voie normale

État-limite	Conséquences des effets des actions		
	irréversibles	réversibles	réversibles
	Cas de charge		
	rare (20)	fréquent (21)	quasi permanent (22)
Aptitude au fonctionnement ³⁾ – Flèches – $v \leq 80$ ⁵⁾ – $80 \leq v \leq 200$ ⁵⁾ – Gauche de la voie – $v \leq 120$ ⁵⁾ – $v > 120$ ⁵⁾ – Déplacement vertical relatif de l'extrémité du tablier derrière la culée – $v \leq 160$ ⁵⁾ – $v > 160$ ⁵⁾		$w \leq l/800$ ⁴⁾ $w \leq l/(15v-400)$ ^{4) 3)} $\leq 1,0 \text{ mrad/m}$ ⁴⁾ $\leq 0,7 \text{ mrad/m}$ ⁴⁾ $\leq 3 \text{ mm}$ ⁴⁾ $\leq 2 \text{ mm}$ ⁴⁾	
Aspect			$w \leq l/700$ ^{1) 2)}
¹⁾ Flèche après déduction d'une éventuelle contreflèche. Les effets à long terme dus au retrait, à la relaxation ou au fluage doivent être pris en considération. ²⁾ Flèche due aux actions, en particulier aux actions à long terme, après le montage de l'équipement technique principal. ³⁾ Valeurs indicatives pour les voies ballastées; les limites de service pour les voies sans ballast seront fixées en accord avec l'autorité de surveillance. ⁴⁾ Déformation due au modèle de charge 1, le cas échéant au modèle de charge 2 (jusqu'à deux voies chargées, valeurs caractéristiques y compris le coefficient dynamique). ⁵⁾ v en km/h.			
Les déformations doivent être déterminées selon les normes SIA 262 à 266. Des écarts par rapport aux limites de service peuvent être fixés en accord avec l'autorité de surveillance. Ils doivent être indiqués dans la convention d'utilisation. Des exigences réduites sont envisageables spécialement pour les éléments de construction secondaires et pour des tronçons particuliers avec voies de raccordement ou avec voies à plusieurs rails.			

– ротације (нагиба) крајева коловозне плоче:

2.2.31 Тачка А2.4.4.2.3(3)

Максималан угао ротације коловозне конструкције, мерен у оси колосека, од деловања карактеристичних вредности LM71 (помноженог са Φ и α) или деловања разлике температуре ΔT_M , не сме да прекорачи следеће граничне вредности (видети слику А2.2 у SRPS EN 1990:2012):

а) за једноколосечне мостове:

$6,5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ на прелазу са моста на насип (θ_1, θ_3),

$10 \times 10^{-3} \text{ rad}$ између две суседне мостовске конструкције (θ_1, θ_2);

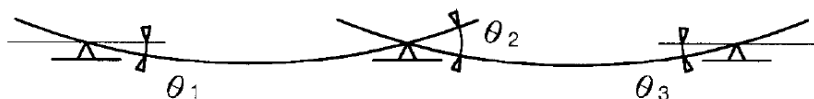
б) за вишеколосечне мостове:

$3,5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ на прелазу са моста на насип (θ_1, θ_3),

$5 \times 10^{-3} \text{ rad}$ између две суседне мостовске конструкције (θ_1, θ_2).

НАПОМЕНА 1 Код вишеколосечних мостова ротација се рачуна са саобраћајним оптерећењем на једном колосеку.

НАПОМЕНА 2 Релевантна институција може да прошири проверу максималног угла ротације услед истовременог дејства саобраћајног оптерећења и температурне разлике.



- допуштена померања на месту дилатација ($\delta_H = 10\text{ mm}$ -не узимајући у обзир садејство конструкције и колосека; $\delta_V = 2.00\text{ mm}$ -брзина саобраћаја већа од 160 km/h ; EN 1991-2, 6.5.4.5.2.).

Попречна деформација и вибрације коловоза (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.4)

Попречна деформација коловоза се ограничава преко:

- максимале хоризонталне ротације коловоза на његовим крајевима око вертикалне осе ($\alpha_{2,\max} = 0.002$, $120\text{ km/h} < V \leq 200\text{ km/h}$; EN 1990 Annex 2 (A2.4.4.2.4));
- максималне промене радијуса кривине колосека (срачунату као $r = \frac{L^2}{8\delta_h}$)
($r_5 = 9500\text{ m}$; $120\text{ km/h} < V \leq 200\text{ km/h}$; EN 1990 Annex 2 (A2.4.4.2.4));

Фреквенција првог тона осциловања за попречне вибрације не треба да буде мања од $f_{h0} = 1.2\text{ Hz}$.

Уздужно померање коловозне конструкције моста (реф. SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.5)

$\delta_{B,\max} [\text{mm}] = 5\text{ mm}$ -за континуално заварене шине (SRPS EN 1991-2:2012, члан 6.5.4.5.2)

Где је δ_B -релативно подужно померање између две суседне коловозне табле или између коловозне табле и опорца.

7. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Употребљени материјали:

Рачунске класе бетона:

Коловозна плоча	C 35/45, XC4, XF1, V-II
Ивични венац	C 35/45, XC4, XF3, V-II, M-200
Квадери	C 40/50, XC4, XF1, V-II
АБ стубови и зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II
Наглавице и шипови	C 30/37, XC2, V-II
Мршав бетон	C 12/15 и C 16/20, X0
Арматура В 500В	
Конструктивни челик:	
Челична конструкција	S355J2
Челична пешачка конст.	S235JR

јул 2020, Београд

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ



Слободан Јанковић, дипл. грађ. инж.

Бр. лиценце: 310 J408 10

2/1-1.6.6 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/1-1.6.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН СТУБОВА И ТЕМЕЉА МОСТА

Садржај

I УЛАЗНИ ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

1. ЛИСТА СТАНДАРДА И ПРОПИСА
2. ОПШТЕ
3. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА
4. ОПТЕРЕЋЕЊА И ДЕЈСТВА НА КОНСТРУКЦИЈУ
 - 4.1 СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, СОПСТВЕНА ТЕЖИНА
 - 4.1.1 ВЕРТИКАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 4.1.2 ХОРИЗОНТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 4.2 СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТЕЧЕЊЕ И СКУПЉАЊЕ
 - 4.3 САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 4.3.1 САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ ОД ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА
 - 4.3.1.1 ВЕРТИКАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 4.3.1.2 ХОРИЗОНТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 4.4 ТЕМПЕРАТУРНИ УТИЦАЈИ
 - 4.5 СЕИЗМИКА
5. КОМБИНАЦИЈЕ УТИЦАЈА
 - 5.1 ГРАНИЧНА СТАЊА НОСИВОСТИ
 - 5.2 ИНЦИДЕНТНЕ И СЕИЗМИЧКЕ КОМБИНАЦИЈЕ
 - 5.3 ГРАНИЧНА СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ
 - 5.4 ВРЕДНОСТИ КОЕФИЦИЈЕНАТА ЗА КОМБИНАЦИЈУ

II ПРОРАЧУН КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

1. Примењени програмски пакет- Axis VM
2. ПРОРАЧУН ТЕМЕЉНЕ НАГЛАВИЦЕ
 - 2.1 ПРЕСЕЧНЕ СИЛЕ
 - 2.2 АРМИРАЊЕ

III РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА

I. УЛАЗНИ ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

1. ЛИСТА СТАНДАРДА И ПРОПИСА

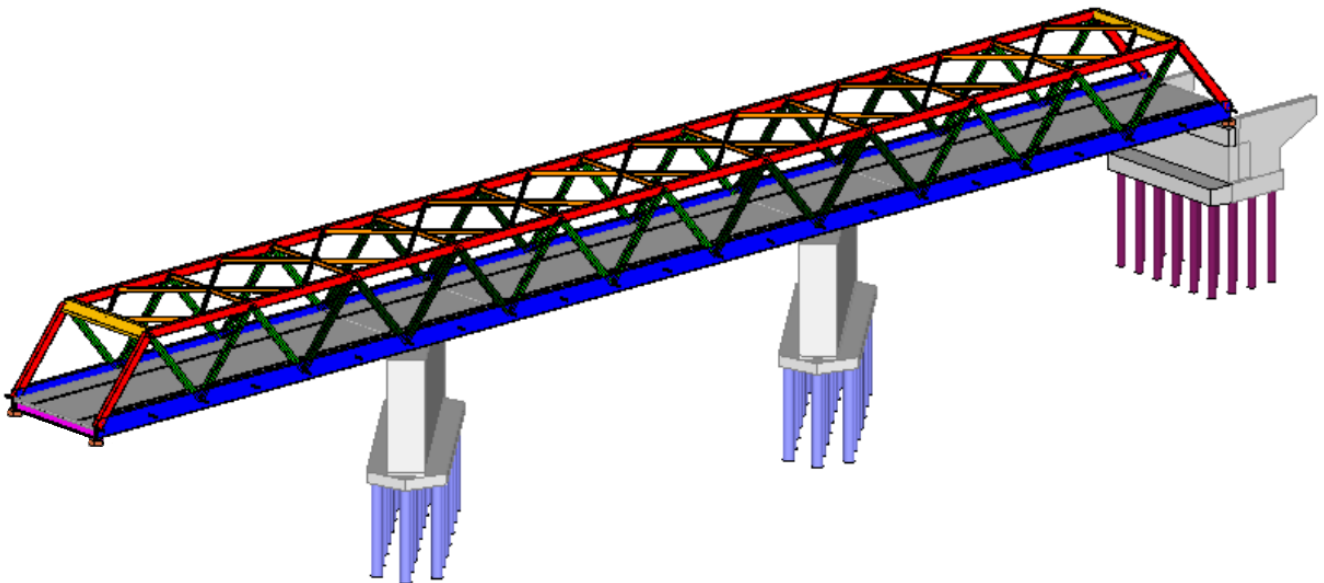
Следећи стандарди су употребљени за статички прорачун:

- ЕВРОКОД 0 (EN 1990) – Основе прорачуна конструкција
- ЕВРОКОД 1 (EN 1991) – Дејства на конструкције
- ЕВРОКОД 2 (EN 1992) – Пројектовање бетонских конструкција
- ЕВРОКОД 7 (EN 1997) – Геотехничко пројектовање
- ЕВРОКОД 8 (EN 1998) – Пројектовање сеизмички отпорних конструкција

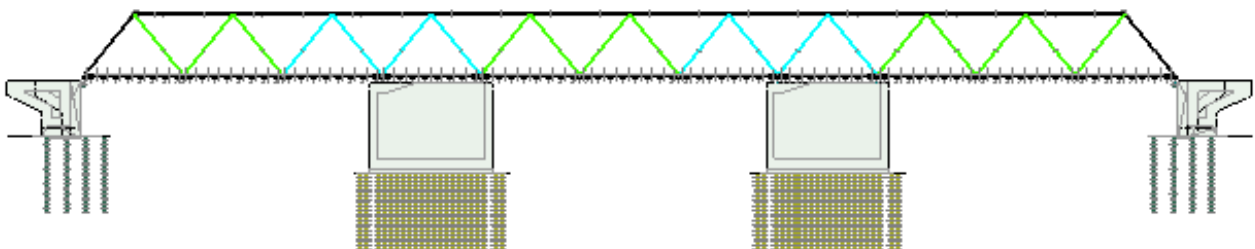
Уз горе наведене стандарде, сви српски национални анекси и промене су меродавни.

2. ОПШТЕ

Интегрални модел конструкције је моделиран је употребом софтвера коначних елемената – AXIS VM. Модел представља финалну форму конструкције. У моделу коначних елемената, сви ослоначки елементи су моделирани као површински.

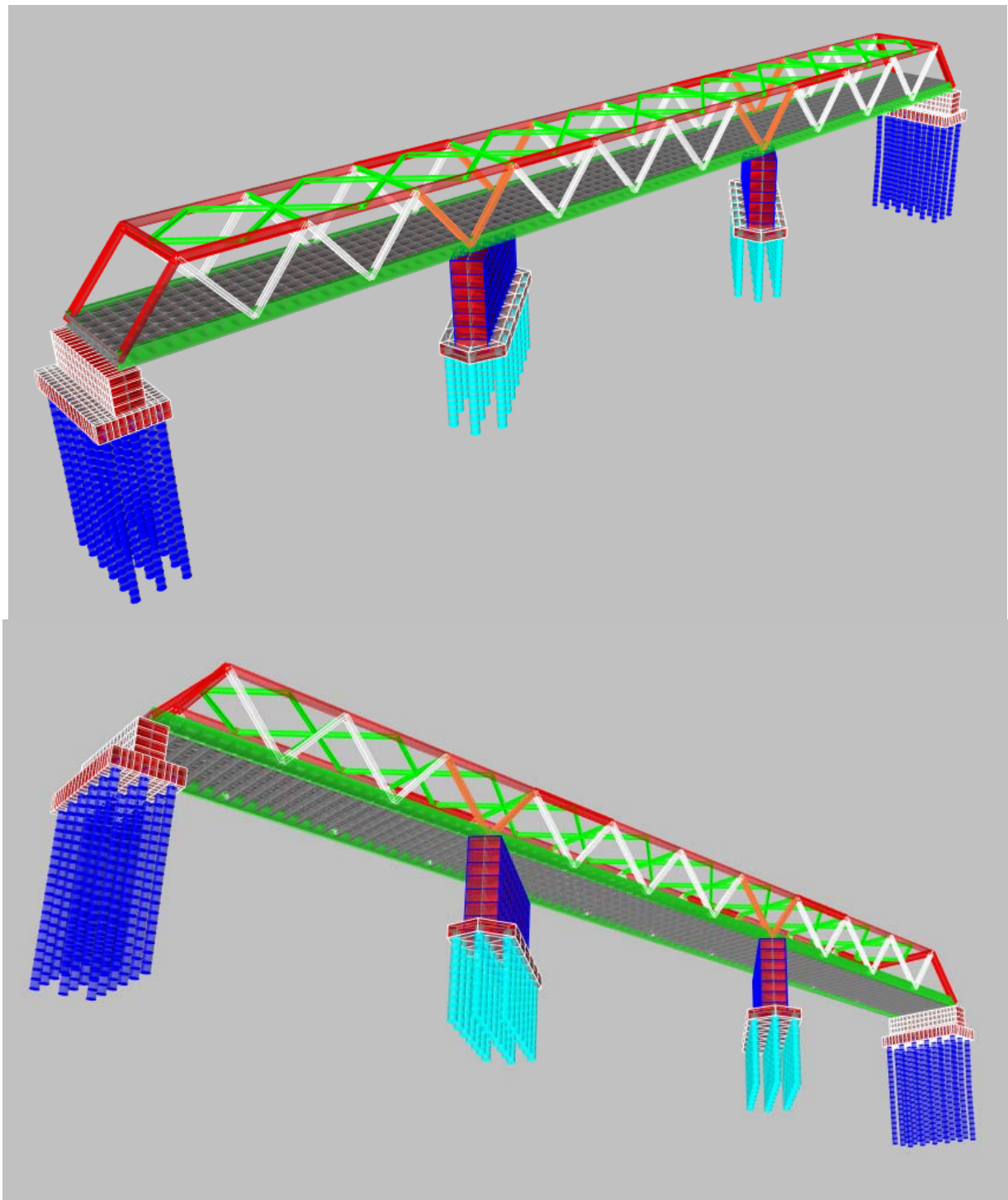


3D поглед

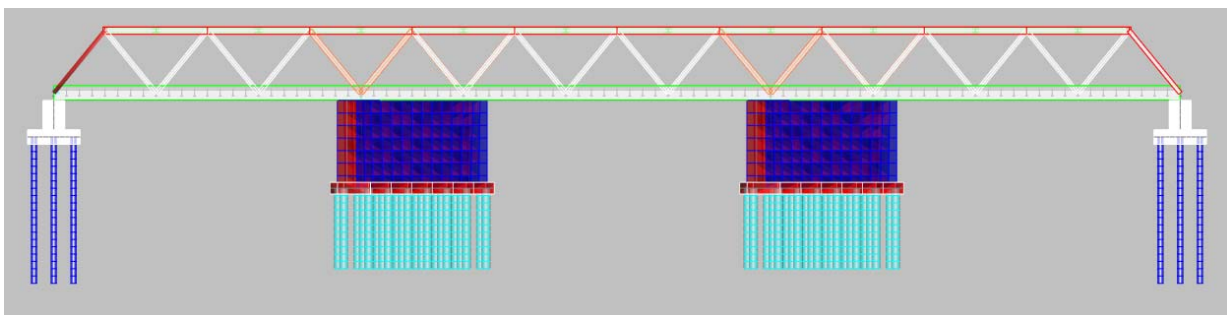


2D бочни поглед

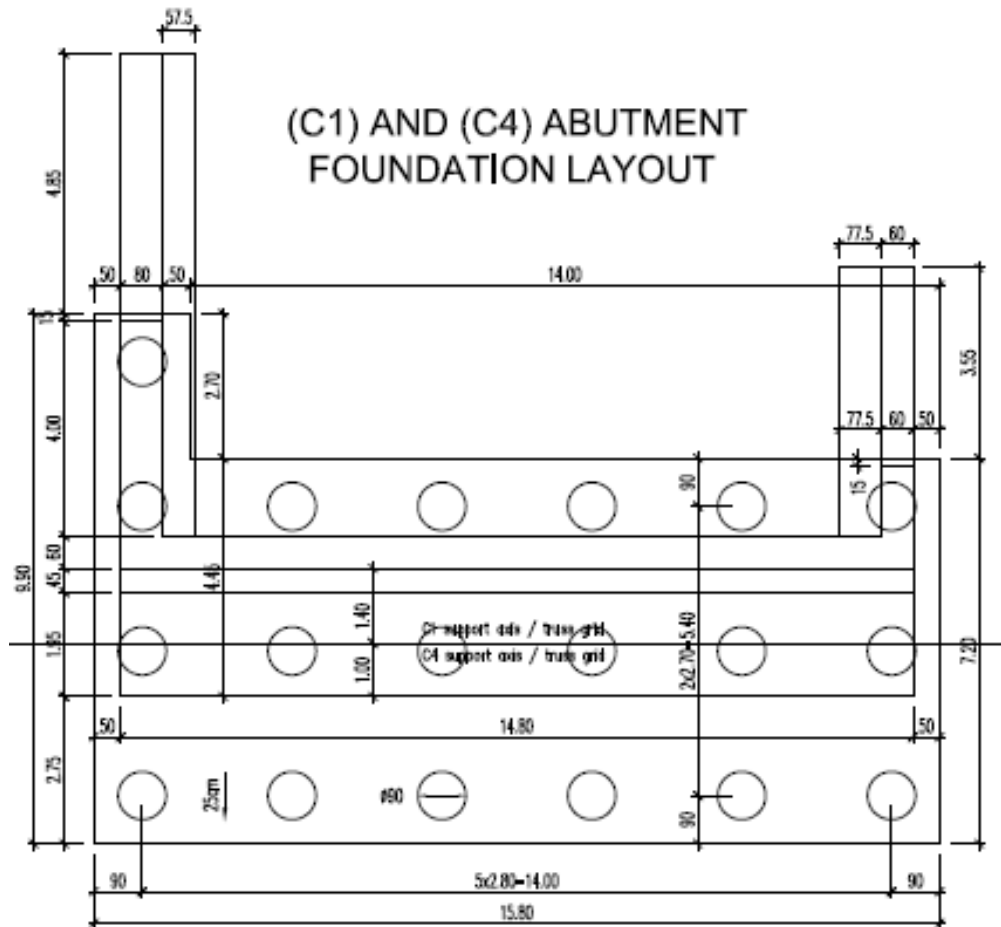
Контролни модел формиран у програмском пакету SAP2000:



3D поглед

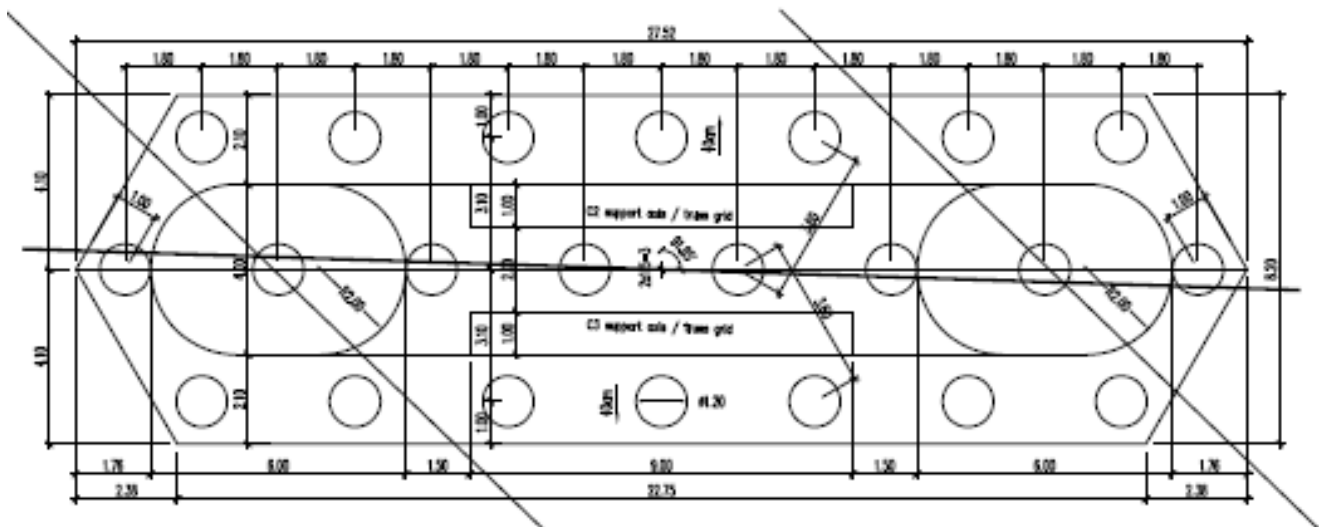


2D бочни поглед

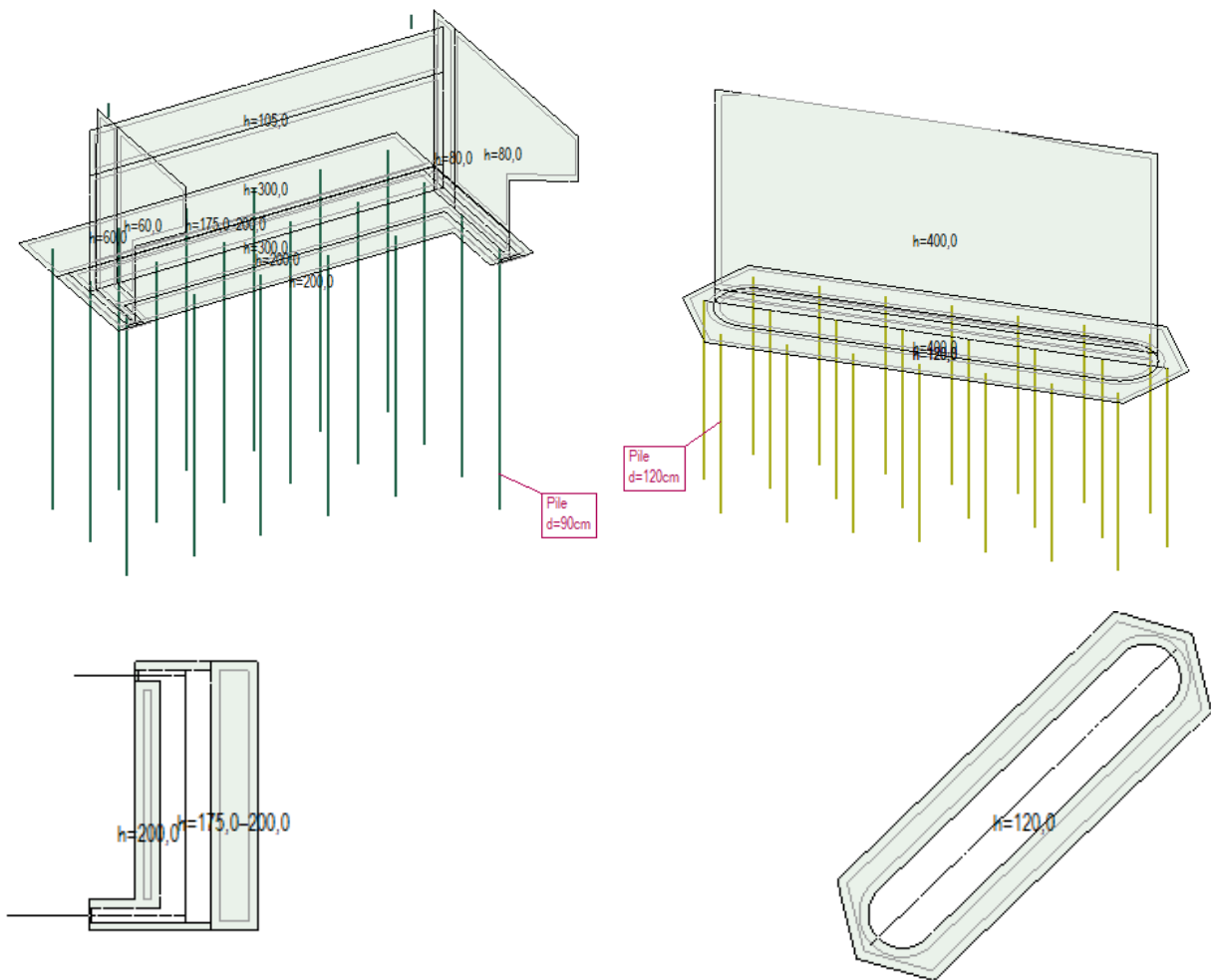


Основа темеља – потпорна конструкција

(C2) AND (C3) PIER FOUNDATION LAYOUT



Основа темеља – речни стуб



Дељина елемената – ослоначка конструкција, речни стуб

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

3.1. Бетон

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

АБ стубови и потпорни зидови С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II
Наглавне конструкције и шипови С 30/37, ХС2, V-II

3.2. Арматура

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

Арматура В 500В

4. ДЕЈСТВА И ОПТЕРЕЋЕЊА НА КОНСТРУКЦИЈУ

4.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, сопствена тежина

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

4.1.1. Вертикално оптерећење

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

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

Железнице:

- Шине:	$2.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Електрична опрема:	$1.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Прагови:	$3.68 \text{ kN} / 0.6 \text{ m} = 6.13 \text{ kN} / \text{m}$
- Ширином од 3.00 m	$3.04 \text{ kN} / \text{m}^2$ (одузета запремина застора $\rightarrow 1.24 \text{ kN} / \text{m}^2$)
- Застор:	$0.55 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 11.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Будуће стално оптерећење:	$0.10 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 2.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Заштитни слој:	$0.05 \text{ m} \times 24.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 1.2 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Изолација:	$2 \times 0.01 \text{ m} \times 16.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 0.32 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Слој бетона за пад:	min.: $0.03 \text{ m} \times 24 \text{ kN} / \text{m}^3 = 0.72 \text{ kN} / \text{m}^2$ max.: $0.64 \text{ m} \times 24 \text{ kN} / \text{m}^3 = 15.36 \text{ kN} / \text{m}^2$
	мин.: $15.24 \text{ kN} / \text{m}^2$ макс.: $29.88 \text{ kN} / \text{m}^2$

$54.72 \text{ kN} / \text{m}$

Инсталације, разно:

- Челичне помоћне ограде:	$0.50 \text{ kN} / \text{m}$
---------------------------	------------------------------

За стална оптерећења као и за нанета оптерећења са горњег строја видети извештај Статичког прорачуна конструкције моста.

4.1.2. ХОРИЗОНТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Притисак земљишта

Геотехнички параметри за оптерећење од притиска земљишта на конструкцију:

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

За израчунавање хоризонталног и вертикалног активног/пасивног притиска земљишта као и притиска земљишта у стању мировања, следећи параметри су употребљени:

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

4.2. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, течење и скупљање

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

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

4.3. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Разматрано саобраћајно оптерећење на железничком мосту:

- МОДЕЛ ОПТЕРЕЋЕЊА LM71 у складу са EN 1991-2

4.3.1. Саобраћајна оптерећења на железничком мосту

Коефицијент класификације

Класификована вертикална оптерећења: $\alpha = 1.00$

Конструкција је пројектована тако да има капацитет носивости за већи коефицијент класификације оптерећења ($\alpha = 1.21$) него што је то прописано Пројектним задатком, што је у складу са Националним додатком стандарда SRPS EN 1991-2.

Динамички фактор

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

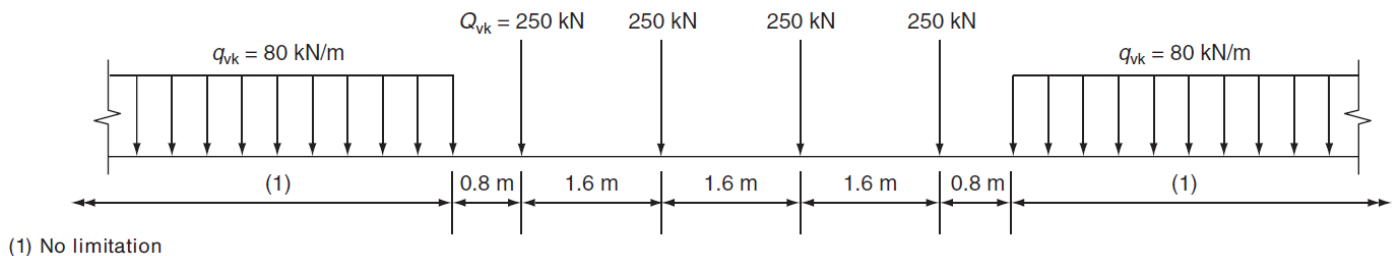
- За пажљиво одржавање траке $1.00 \leq \Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.82 \leq 1.67$
- За стандардно државање траке $1.00 \leq \Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \leq 2.00$

4.3.1.1. Вертикално оптерећење

Модел оптерећења 71

LM71 представља статички утицај у виду вертикалног оптерећења као резултат нормалног железничког саобраћаја

Распоред оптерећења као и карактеристичне вредности за вертикална оптерећења морају се усвојити према шеми

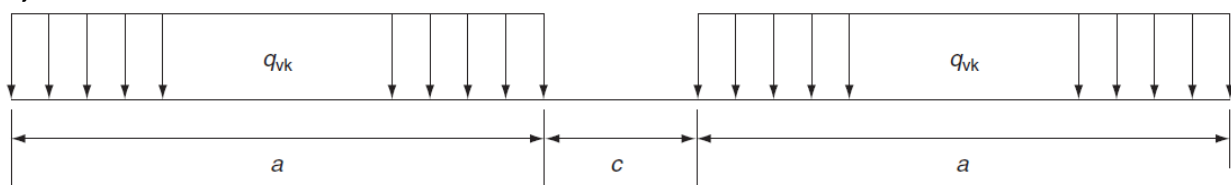


$$q_{LM71q} = 80 \text{ kN/m} / 6.40 \text{ m} = 26.6 \text{ kN/m}^2 \quad q_{LM71Q} = (4 \cdot 250 \text{ kN} / 6.40 \text{ m}) / 3.00 \text{ m} = 52 \text{ kN/m}^2$$

Модел оптерећења SW/0 и SW/2

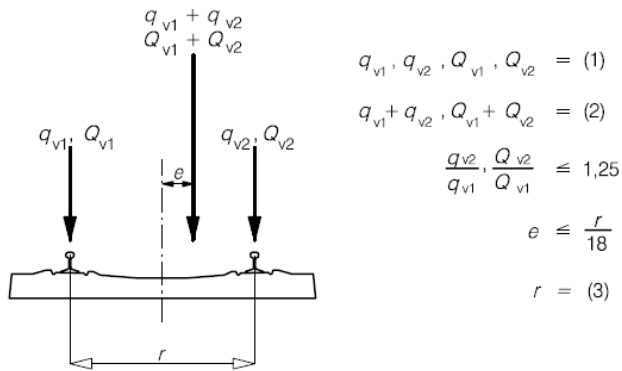
Модел оптерећења SW/0 представља статички утицај вертикалног оптерећења као резултат нормалног железничког саобраћаја на континуалним гредама.

Модел оптерећења SW/2 представља статички утицај вертикалног оптерећења као резултат неуобичајеног, тешког железничког саобраћаја.



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

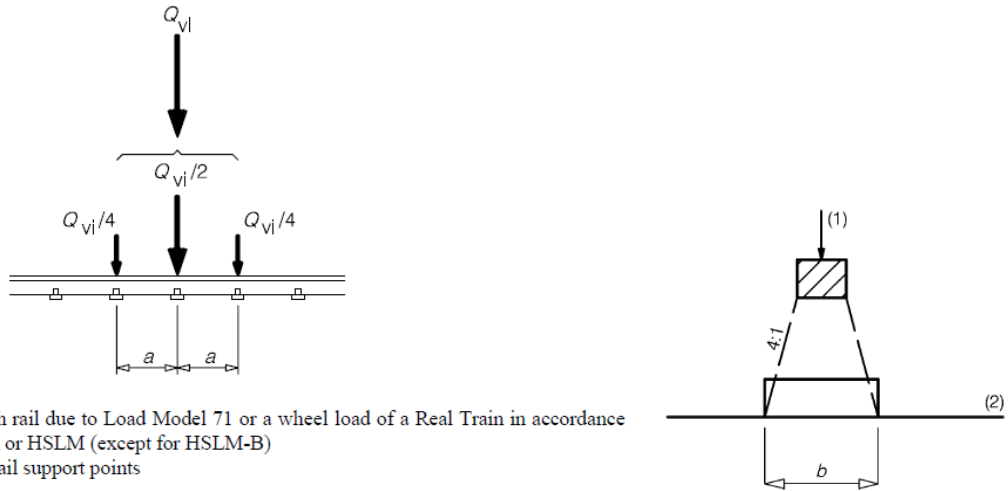
Ексцентрицитет вертикалних оптерећења (Модел оптерећења 71 и SW/0)



Key

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

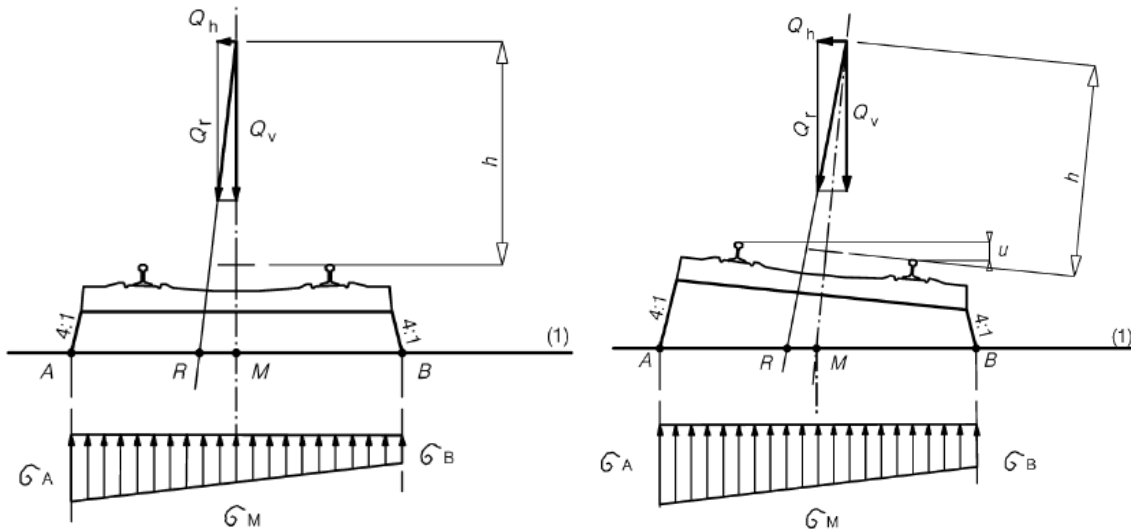
Лонгитудинална расподела концентрисаних оптерећења по шинама, праговима и по застору.



Key

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

Попречна дистрибуција утицаја по праговима и по застору.



4.3.1.2. Хоризонтално оптерећење

Центрифугалне силе

Када је железнички колосек у кривини целом или делимичном дужином моста, центрифугална сила се мора узети у обзир.

Центрифугална сила делује у хоризонталној равни на висини од 1.80 m изнад горње ивице шине. За неке типове саобраћајног оптерећења, нпр. дупли контејнери, дотични пројекат би требао употребити повећану вредност h_t .

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

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

Дејство силе бочног удара

Дејство бочног удара се узима као једна концентрисана хоризонтална сила, у горњој ивици шина, попречно у односу на осу колосека.

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

Утицаји услед кочења и покретања

Силе кочења и покретања делују на горњој ивици шина у подужном правцу. Морају се узети у обзир као једнакоподељена дејства по одговарајућој утицајној дужини $L_{a, b}$ кочења и покретања на посматраном конструктивном елементу.

Смер дејства силе кочења и покретања мора узети у обзир дозвољене смерове путања на сваком посебном

колосеку. Карактеристичне вредности силе кочења и покретања се морају усвојити према следећим подацима:

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

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

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

Саобраћајна оптерећења на насип иза обалних стубова и крилних зидова

LM71

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

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

SW/2

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

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

4.4. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, температура

ДЕЈСТВО ТЕМПЕРАТУРЕ

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

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

$$T_{min} = -27.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{max} = +35.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_{ref} = +10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,con} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{N,exp} = 41 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

$$\Delta T_{M,heat} = 15 \cdot 0.6 = 9.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{M,cool} = 8 \cdot 1.0 = 8.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Разматрана комбинација униформне и линеарне температуре:

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

4.5 Сеизмика



$$a_{gr,II} = 0.1 \text{ g}$$

Усвојена је вредност фактора значаја од 1,30 која одговара Класи значаја III према SRPS EN 1998-1:

$$\gamma_I = 1.30 \quad a_{g,II} = 0.13 \text{ g}$$

Тип темељног тла: C

Слика 4.5.1 Улазни параметри за одређивање еластичног спектра Типа 1

Ground type	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (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

S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
1.15	0.2	0.6	2

Формула за прорачун ордината еластичног спектра Типа 1:

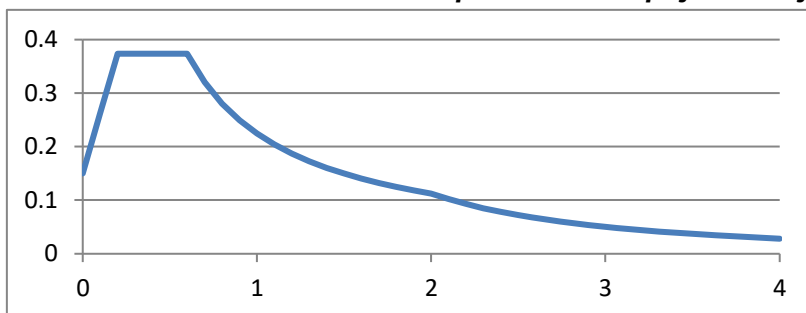
$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

Слика 4.5.2 Еластични спектар Типа 1 на пројектној локацији



Формула за прорачун ордината пројектног спектра Типа 1:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

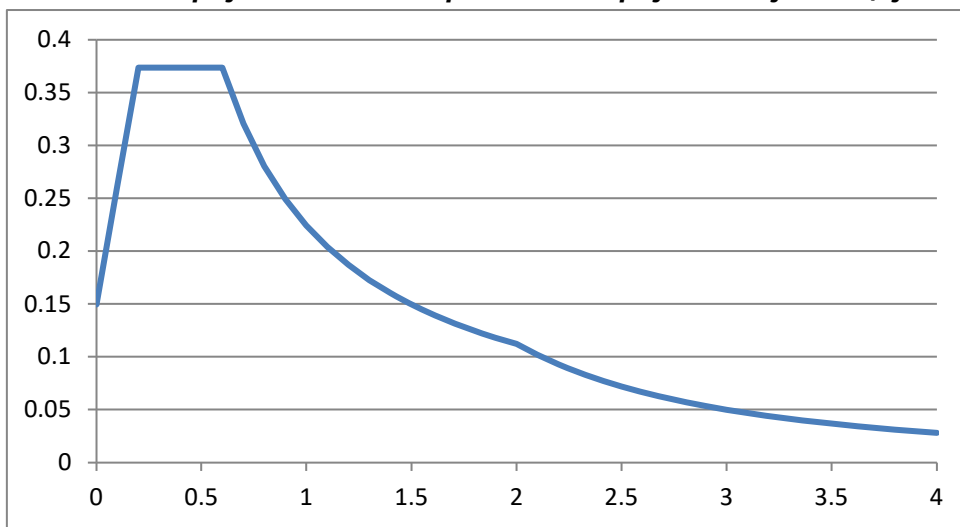
$q = 1$
еластични одговор конст.

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta a_g \end{cases}$$

Слика 4.5.3 Пројектни спектар Тип 1 на пројектној локацији



5. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

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

5.1. Гранично стање носивости

Рачунске вредности дејстава за EQU (Set A):

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

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

За константне прорачунске услове, предлажу се следеће вредности за γ :

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

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

Прорачун конструктивних елемената биће потврђене употребом следећих комбинација оптерећења.

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

Следеће вредности за γ су предложене:

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

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

Отпор тла ће се проверавати употребом следњих комбинација оптерећења:

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

The recommended set of values for γ are:

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

5.2. Неочекивана и сеизмичка дејства

Рачунске вредности за неочекивана дејстава:

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

Рачунске вредности сеизмичких дејстава:

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

5.3. Гранично стање употребљивости

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

5.4. Вредности ψ фактора

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

Railway bridges - Partial and combination factors						
Action			$Y_{Q,sup}$	ψ_0	ψ_1	ψ_2^a
LM71	Vertical forces	LM71	1.45	0.80	b	0
	Centrifugal forces	Q_{tk}		0.80	b	0
	Noising force	Q_{sk}		1.00	0.80	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge			0.80	b	0
	Aerodynamic effects	$q_{1,k}$		0.80	0.50	0
SW/2	Vertical forces	SW/2	1.20	0	1.00	0
	Centrifugal forces	Q_{tk}	1.20	0	1.00	0
	Noising force	Q_{sk}	1.20	1.00	0.80	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge		1.45	0.80	b	0
	Aerodynamic effects	$q_{1,k}$	1.20	0.80	0.50	0
Non-public footpath loads			1.50	0.80	0.50	0
Wind forces		F_{wk}	1.50	0.75	0.50	0
Thermal actions ^c		T_k	1.50	0.60	0.60	0.50
Construction loads		Q_c	1.50	1.00	-	1.00

^a If deformation is being considered for persistent and transient design situations, ψ_2 should be taken equal to 1.00 for rail traffic actions. For seismic design situations, see Table 8.9 of this Designers' Guide (EN 1990: 2002/A1, Table A2.5).

^b 0.8 if 1 track only is loaded; 0.7 if 2 tracks are simultaneously loaded; 0.6 if 3 or more tracks are simultaneously loaded.

^c See EN 1991-1-5.

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

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

- (1) All relevant factors (α, Φ, f, \dots) have to be taken into account.
- (2) SW/0 has only to be taken into account for continuous span bridges.
- (3) SW/2 needs to be taken into account only if it is stipulated for the line.
- (4) Factor may be reduced to 0.5 if favourable effect; it cannot be zero.
- (5) In favourable cases these non-dominant values have to be taken equal to zero.
- (6) HSLM and real trains where required in accordance with EN 1991-2, 6.4.4 and 6.4.6.1.1.
- (7) If a dynamic analysis is required in accordance with EN 1991-2, 6.4.4 see also 6.4.6.5(3) and 6.4.6.1.2.
- (8) See also EN 1990: 2002/A1, Table A.2.3.³

- █ Dominant component action as appropriate
- █ to be considered in designing a structure supporting one track (Load Groups 11–17)
- █ to be considered in designing a structure supporting two tracks (Load Groups 11–27 except 15). Each of the two tracks has to be considered as either T₁ (Track 1) or T₂ (Track 2)
- █ to be considered in designing a structure supporting three or more tracks; (Load Groups 11 to 31 except 15). Any one track has to be taken as T₁, any other track as T₂ with all other tracks unloaded. In addition the Load Group 31 has to be considered as an additional load case where all unfavourable lengths of track T₁ are loaded.

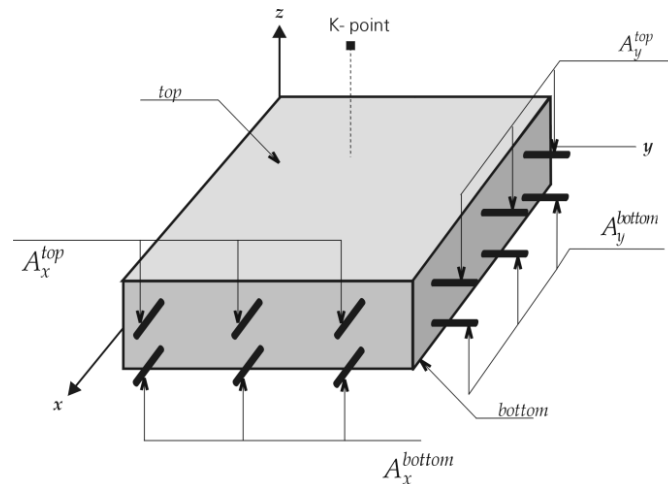
II. АНАЛИЗА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

1. Примењен софтвер коначних елемената – AXIS VM

Конструкција је моделирана употребом софтвера коначних елемената – AXIS VM. Модел представља интегралну конструкцију.

Општи параметри армирања и прорачун потребне арматуре – модул RC1

Опште армирање је срачунато у складу са Евркодом 2. Правци армирања су исти са и локални смеровима x, y координата.



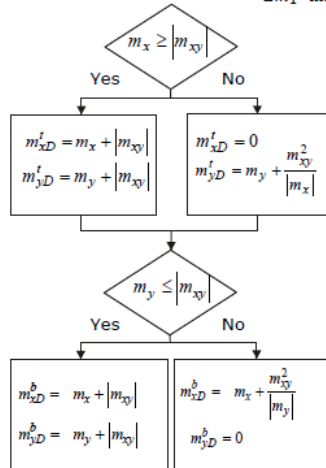
Резултујући компоненти

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

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

Прорачун ортогоналне x/y арматуре по Еврокоду 2

If m_x, m_y, m_{xy} are the internal forces at a point, then the nominal moment strengths are as follows:
The moment optimum is: $\Delta m_2 = 0$
 $\Delta m_1 = \min! \quad m_x \geq m_y$



Софтвер одређује потребну затезну и притиснуту арматуру.

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

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

Локалне координате система коначних елемената у 3D моделу.

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



Узети у обзир минималну површину армирања

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

Униформне боје су представљене за количину армирања.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

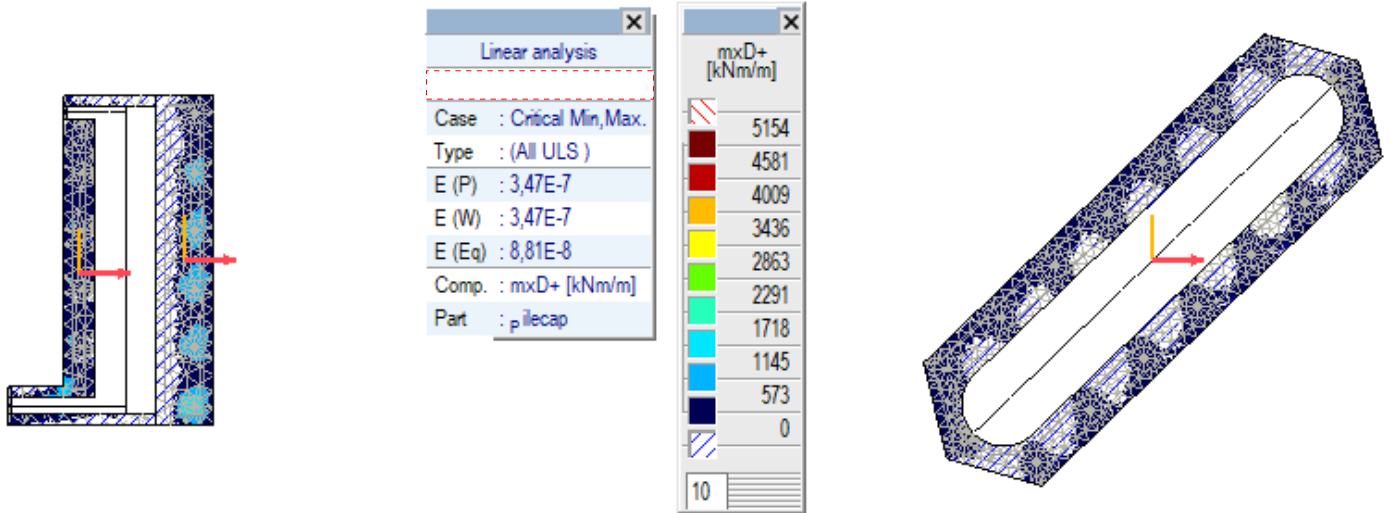
$$\emptyset 16/20 \text{ cm} \rightarrow 1005 \text{ mm}^2$$

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

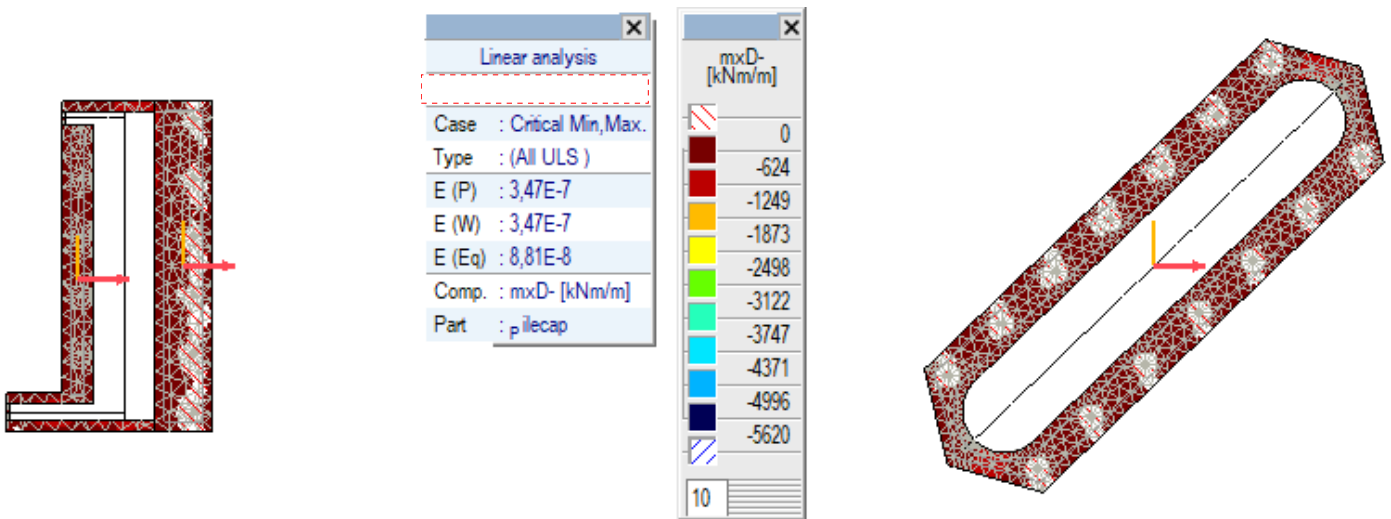
2. АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА НАГЛАВНЕ КОНСТРИКЦИЈЕ ШИПОВА

2.1. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ И МОМЕНТИ

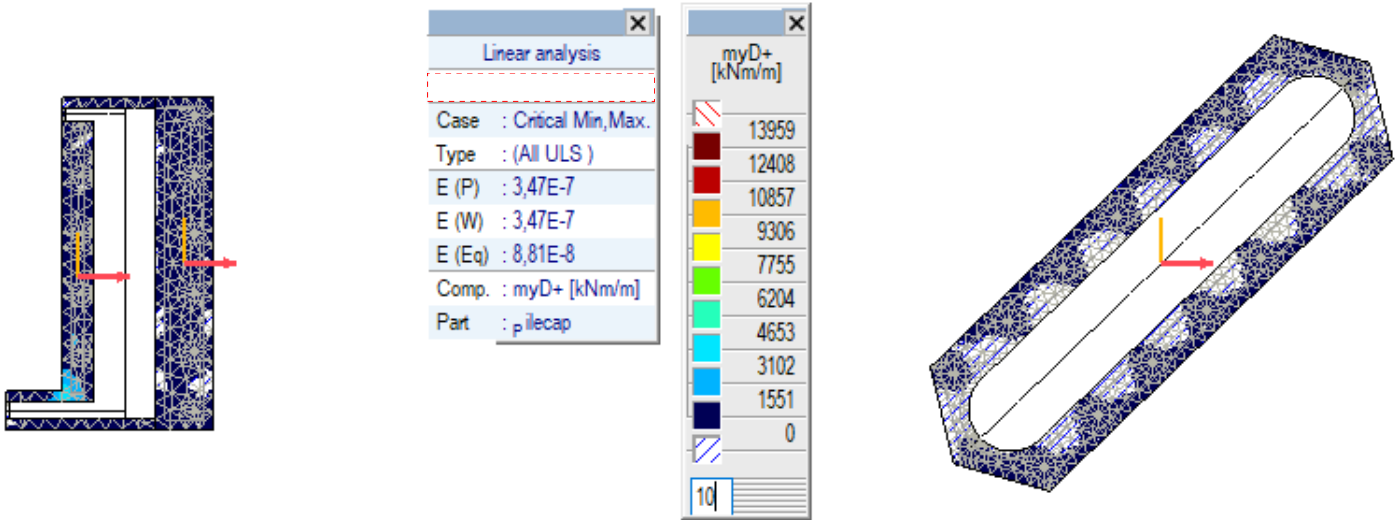
Скице испод представљају једну половину конструкције као резултат осне симетрије.



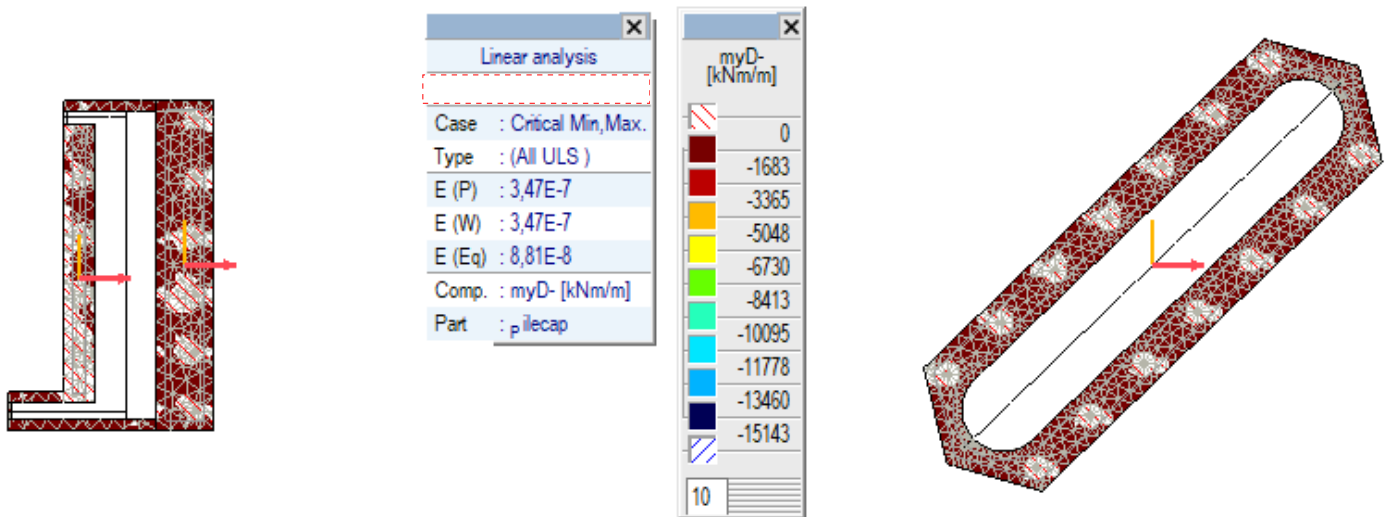
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит. Мах., mxD+, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит. Мин., mxD-, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит. Мах., myD+, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит. Мин., myD-, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

Максималне вредности момената савијања су локална на наглавној конструкцији. Максималне вредности су резултат ивичних концентрација у моделу коначних елемената.

2.2. КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

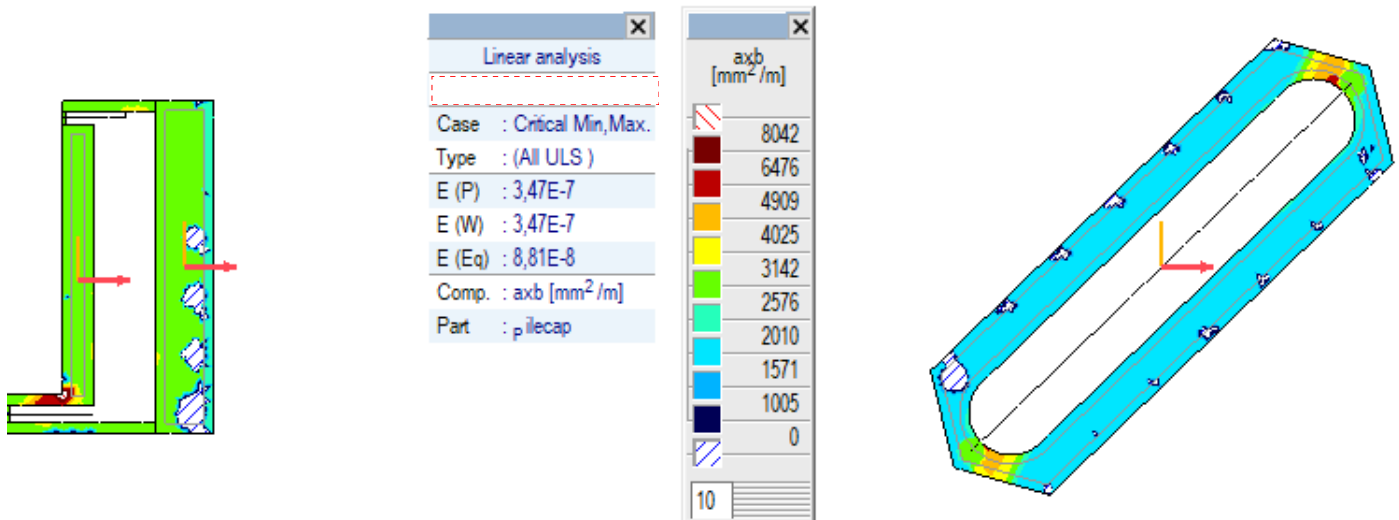
При прорачуну потребне количине арматуре, максимална дозвољена ширина пукотина је узета у обзир.

Дебљина елемента код обалног стуба: 175- 200cm.

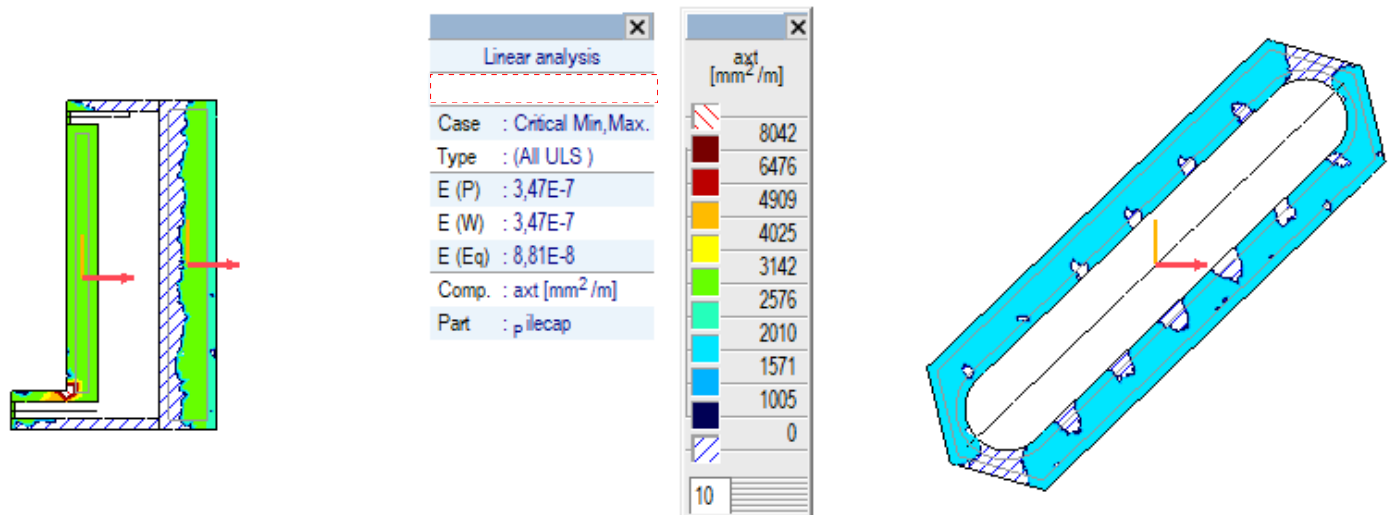
Дебљина елемента код речног стуба: 120-160cm.

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

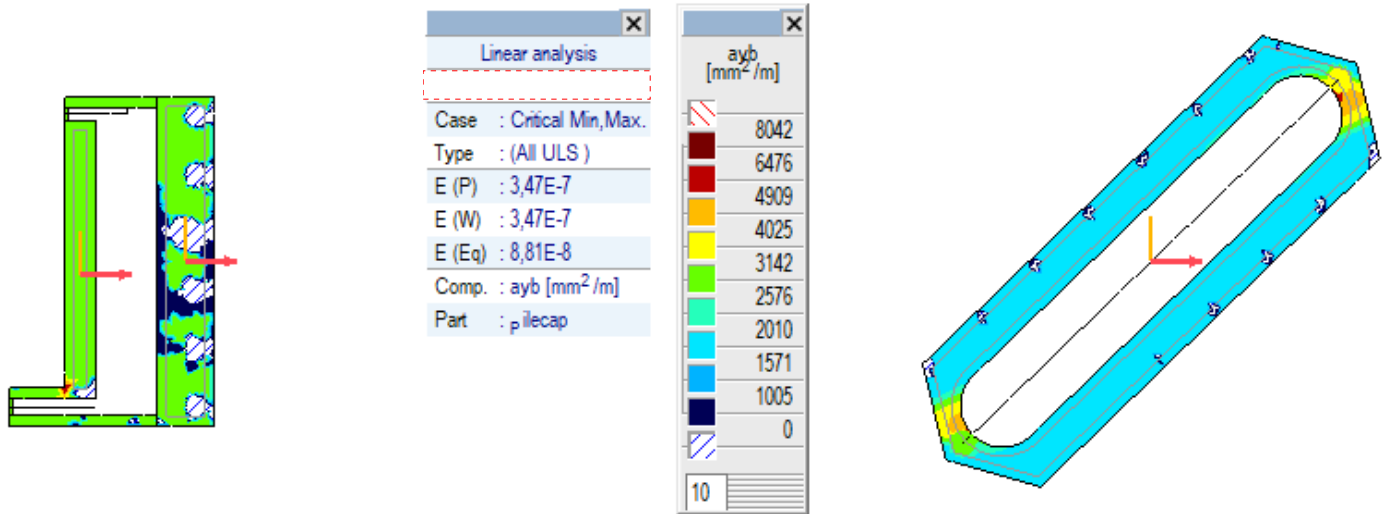
Количина армирања



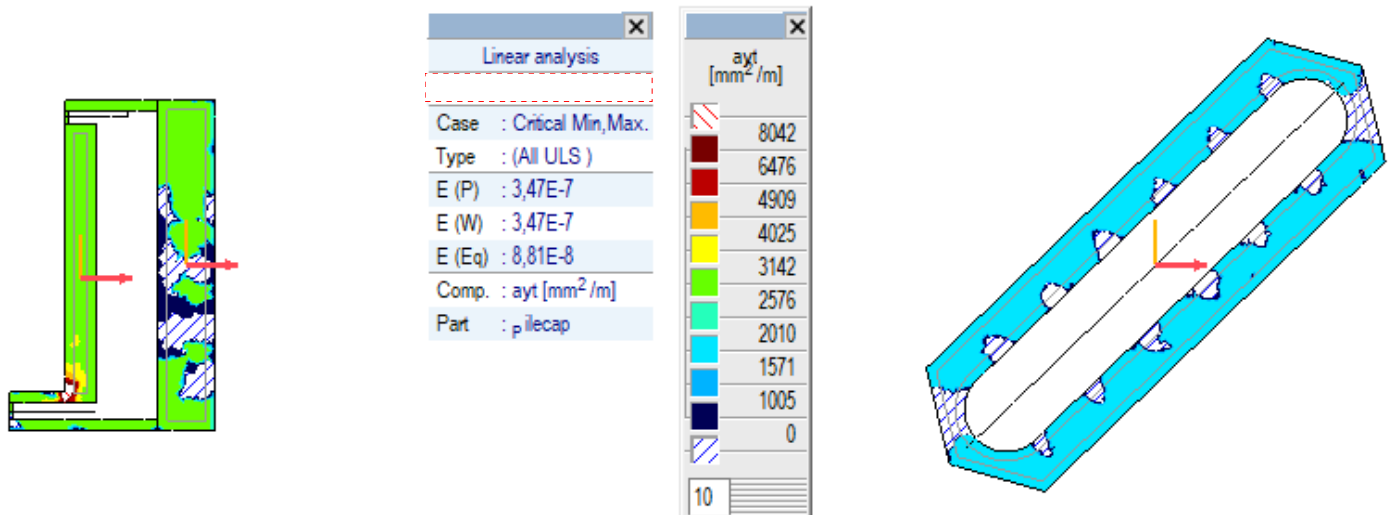
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит., axb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит., axt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



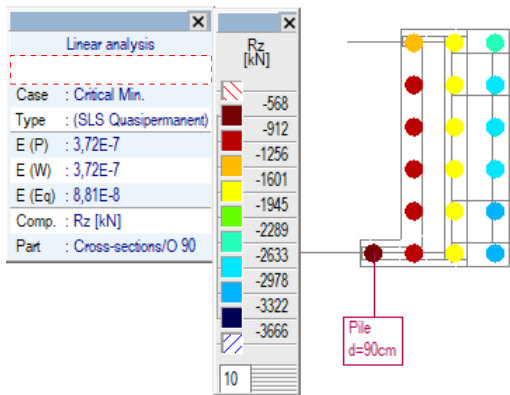
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Критично, ayb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



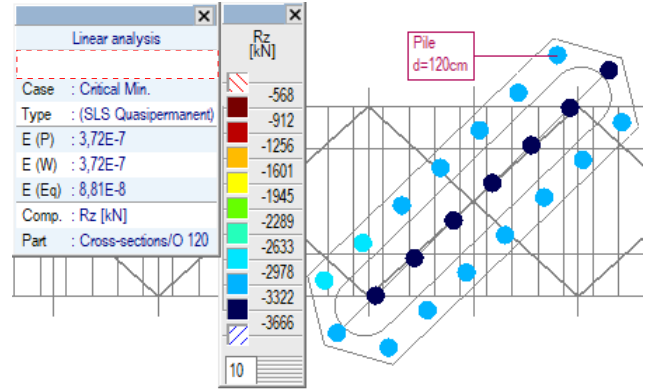
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит., ayt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

III. РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА

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

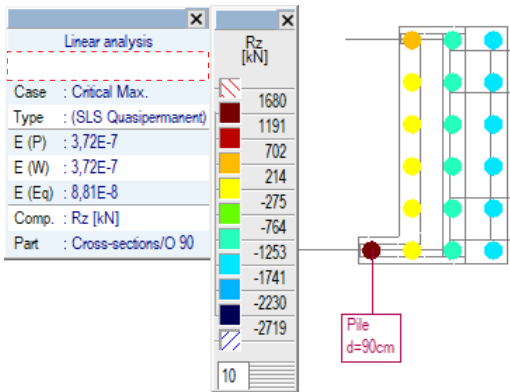


Обални стуб

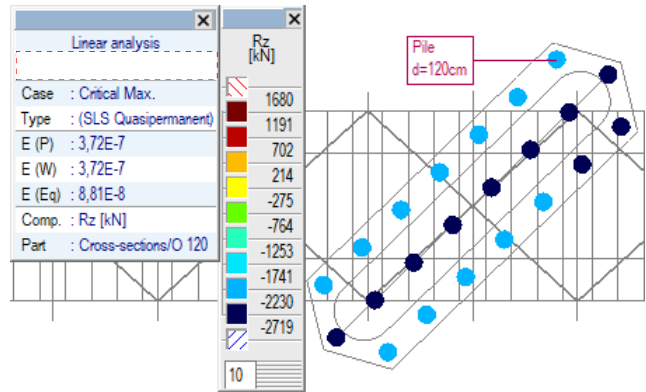


Стуб

Шип, Линеарно,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед



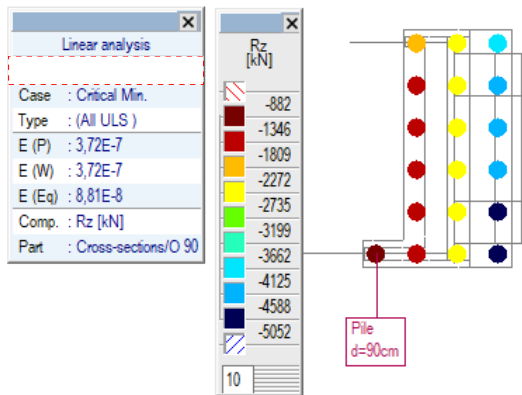
Обални стуб



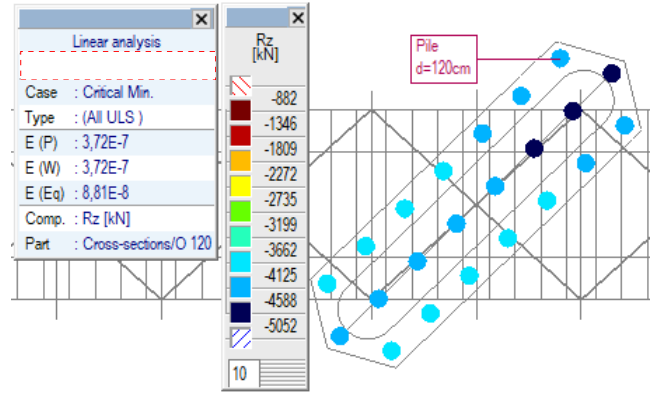
Стуб

Шип, Линеарно,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед

Напон у шиповима за ГСН комбинацију оптерећења (у складу са табелом EN 1990:2011 табела А2.4, 6.10)

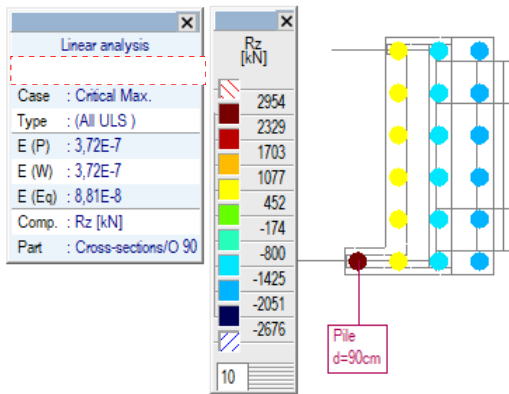


Потпорна конст.

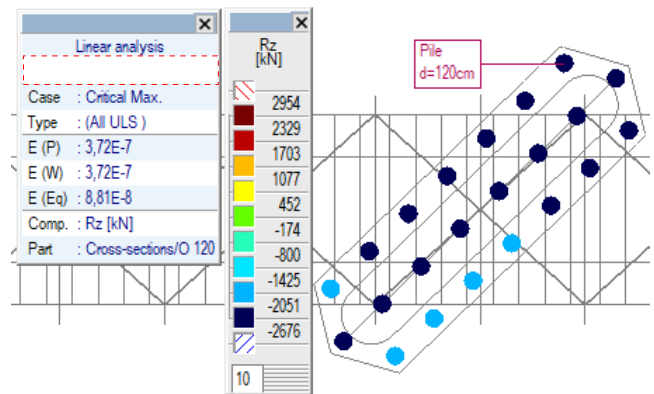


Стуб

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



Потпорна конст.



Стуб

Шип, Линеарно,(Auto) Крит. Мах., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед

Отпорност шипова у ситнозрном тлу

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

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

Крајњи отпор основе шипа се може израчунати узимањем у обзир технологије 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.

μ_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:

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

μ_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,

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

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

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

Отпорност шипова за крупнозрно тло

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

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

α_b Фактор отпорности основе шипа

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

За отпорност омотача је такође употребљена квадратна формула:

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

α_{sq} фактор отпорности омотача, зависно од технологиј

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

$q_{b,max} \leq 15$ MPa 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.

		μ_b	μ_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 - m2 за мост В0816 (С1 ослонац)		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:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	80.44
Кота основе шипа (m)	63.40
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	62.60
Дужина шипа (m)	17.04

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
3012	25.0	25.0	25.0	25.0	4769
	qb.cal [MPa]	8.00	Фино тло		
		7.50	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2739 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 3815 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 6554 kN	ξ_{min}		1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - м2 за мост В0816 (С2-3 ослонац)		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:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

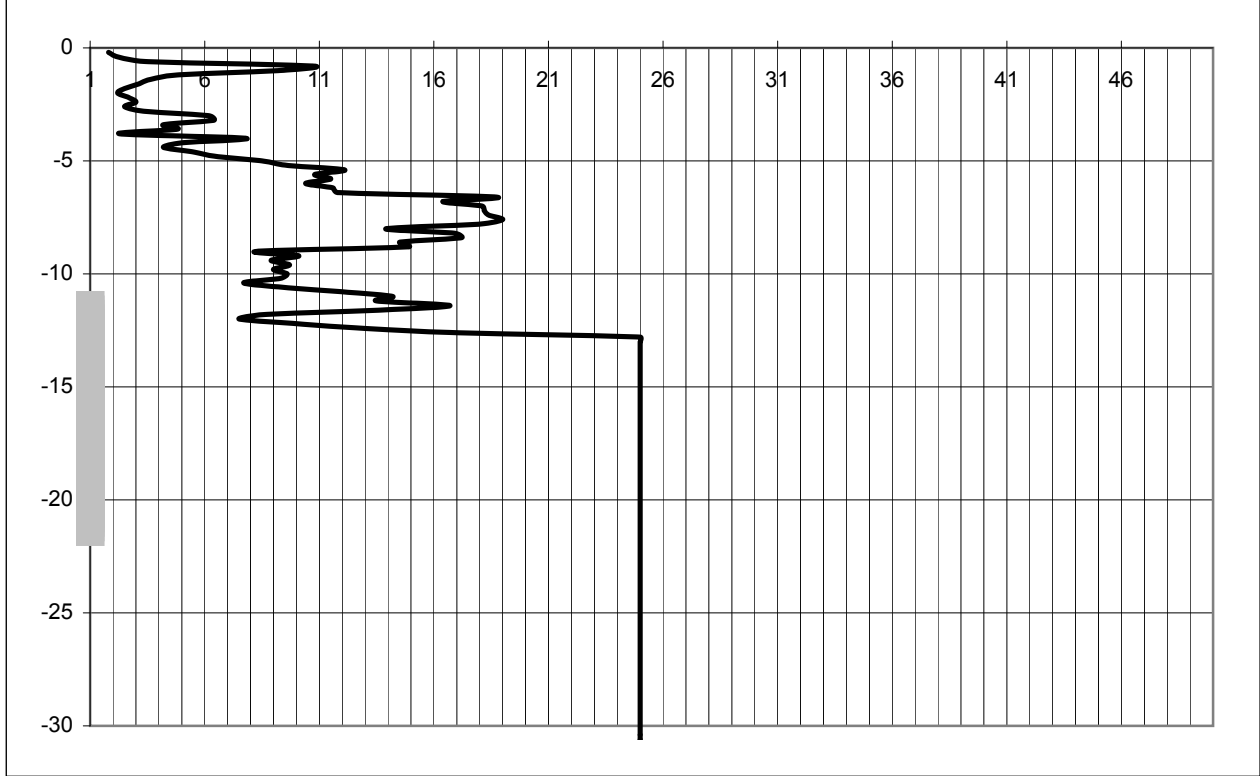
Пречник шипа (m)	1.20
Кота наглавка шипова (m)	73.63
Кота основе шипа (m)	63.40
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	62.40
Дужина шипа (m)	10.23

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.I [MPa]	qc.II [MPa]	qc.III [MPa]	Rb.cal [kN]
2620	25.0	25.0	25.0	10.0	5935
	qb.cal [MPa]	8.00	Фино тло		
		5.25	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2382 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 4748 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 7129 kN	ξ_{min}		1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - m2 за мост В0816 (С4 ослонац)		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:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

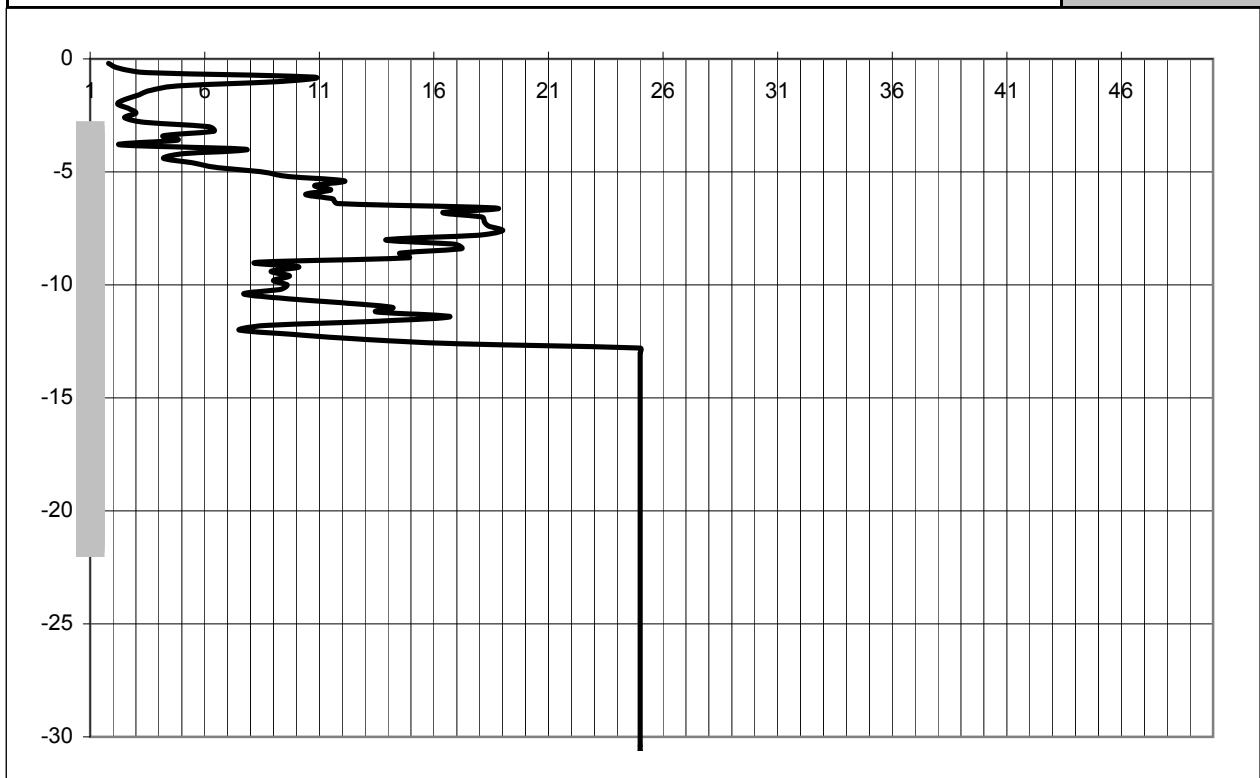
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	81.64
Кота основе шипа (m)	63.40
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	62.60
Дужина шипа (m)	18.24

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
3269	25.0	25.0	25.0	25.0	4769
	qb.cal [MPa]	8.00	Фино тло		
		7.50	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2971 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 3815 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 6786 kN	ξ_{min}		1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН КОНСТРУКЦИЈЕ МОСТА

САДРЖАЈ

<p>1. Примењени стандарди</p> <p>2. Дејства и оптерећења</p> <p>2.1. Стално оптерећење</p> <p>2.1.1. Сопствена тежина (челик)</p> <p>2.1.2. Бетонска плоча</p> <p>2.1.3. Застор</p> <p>2.1.4. Шине</p> <p>2.2. Променљиво оптерећење</p> <p>2.2.1. Корисно оптерећење</p> <p>2.2.1.1. Саобраћајно оптерећење</p> <p>2.2.1.1.1. Динамички фактори</p> <p>2.2.1.1.2. LM71</p> <p>2.2.1.1.3. SW2</p> <p>2.2.1.1.4. Оптерећење услед вуче/кочења</p> <p>2.2.1.1.5. Сила бочног удара</p> <p>2.2.1.2. Стаза</p> <p>2.2.2. Атмосферска дејства</p> <p>2.2.2.1. Оптерећење ветром</p> <p>3. Комбинација оптерећења</p> <p>3.1. Случајеви и групе оптерећења</p> <p>3.2. Комбинације оптерећења</p> <p>4. Примењен модел</p> <p>4.1. Ослонац</p> <p>4.2. Материјали</p> <p>4.3. Попречни пресеци</p> <p>5. Анализа носача</p> <p>5.1. Главни носач - доњи појас</p> <p>5.2. Главни носач - горњи појас</p> <p>5.3. Главни носач - решетке (Т1)</p> <p>5.4. Главни носач - решетке (Т2)</p> <p>5.5. Главни носач - крајњи стуб</p> <p>5.6. Попречни носачи</p> <p>5.7. Затезе</p> <p>5.8. Конзолна стаза</p> <p>5.9. АБ плоча</p> <p>6. Анализа стабилности</p> <p>6.1. Главни носач - доњи појас</p> <p>6.2. Главни носач - горњи појас</p> <p>6.2.1. Анализа локалног избочавања</p> <p>6.2.2. Анализа избочавања - у две равни</p> <p>6.3. Главни носач - решетка (Т1)</p> <p>6.3.1. Анализа локалног избочавања</p> <p>6.3.2. Анализа избочавања - у две равни</p> <p>6.3.3. Избочавање зат. и притиснутих елемената</p> <p>6.4. Главни носач - решетка (Т2)</p> <p>6.4.1. Анализа локалног избочавања</p> <p>6.4.2. Анализа избочавања - у две равни</p> <p>6.4.3. Избочавање зат. и притиснутих елемената</p> <p>6.5. Главни носач - крајњи стуб</p> <p>6.5.1. Анализа локалног избочавања</p> <p>6.5.2. Анализа избочавања - у две равни</p> <p>6.5.3. Утицај затезања и притиска</p> <p>6.6. Попречни носачи</p> <p>7. Анализа употребљивости</p> <p>7.1. Вертикална убрзања коловозне конструкције моста</p> <p>7.2. Увртање коловозне конструкције</p> <p>7.3. Вертикална деформација коловозне конструкције моста</p>	<p>8. Анализа спрегнутог попречног носача</p> <p>8.1. Уносни подаци</p> <p>8.1.1. Спрегнута конструкција, ефективна ширина</p> <p>8.1.2. Каракт. материјала, течење и скупљање</p> <p>8.1.2.1. Каракт. материјала, челик и бетон</p> <p>8.1.2.2. Каракт. материјала, ефекти течења</p> <p>8.1.2.3. Скупљање</p> <p>8.1.2.4. Каракт. материјала, ефекти скупљања</p> <p>8.1.3. Каракт. материјала</p> <p>8.1.3.1. Каракт. материјала - челични пресек</p> <p>8.1.3.2. Каракт. материјала - АБ</p> <p>8.1.3.3. Каракт. материјала - идеалан поп. пресек</p> <p>8.1.3.4. Каракт. материјала - резиме</p> <p>8.2. Моделирање</p> <p>8.3. Оптерећења</p> <p>8.3.1. Оптерећење челичног пресека (слободно) (модел: 'а')</p> <p>8.3.1.1. Сопствена тежина - челик</p> <p>8.3.1.2. Сопствена тежина - АБ плоча</p> <p>8.3.2. Челични поп. прес., унутрашње силе и напони (слободно) (модел: 'а')</p> <p>8.3.3. Стално опт. спрегнутог попречног пресека (модел: 'i.M')</p> <p>8.3.3.1. Застор</p> <p>8.3.3.2. Шине</p> <p>8.3.4. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (стално оптерећење) (модел: 'i.M')</p> <p>8.3.5. Краткотрајна опт. спрегнутог поп. пресека (модел: 'i')</p> <p>8.3.5.1. Корисно оптерећење- LM71</p> <p>8.3.5.2. Корисно оптерећење - SW2</p> <p>8.3.5.3. Корисно опт. - трење/кочење</p> <p>8.3.5.4. Атмосферска дејства - ветар</p> <p>8.3.5.5. Атмосферска дејства - температура</p> <p>8.3.6. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (краткотрајно опт.) (модел: 'i')</p> <p>8.3.6.1. Атмосферска дејства - температура</p> <p>8.3.6.2. Корисно оптерећење - SW2</p> <p>8.3.6.3. Корисно опт. - трење/кочење</p> <p>8.3.6.4. Корисно опт. - дејство буке</p> <p>8.3.6.5. Атмосферска дејства - ветар</p> <p>8.3.7. Оптерећења услед скупљања спрегнуте конструкције (модел: 'i.sh')</p> <p>8.3.8. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (скупљање) (модел: 'i.sh')</p> <p>8.4. Провера чврстоће (t=бесконечно.)</p> <p>9. Дејство замора</p>
--	---

1. Примењени стандарди

- P EN 1990:** Еврокод: Основе пројектовања конструкција - АНЕКС 2
- P EN 1991-1-1:** Еврокод 1: Дејства на конструкције
Део 1-1: Општа дејства - Запреминска тежина, сопствена тежина, корисна оптерећења за зграде - Национални прилог
- P EN 1991-1-4:** Еврокод 1: Дејства на конструкције
Део 1-4: Општа дејства - Дејство ветра
- P EN 1991-1-5:** Еврокод 1: Дејства на конструкције
Део 1-5: Општа дејства - Топлотна дејства
- P EN 1991-1-6:** Еврокод 1: Дејства на конструкције
Део 1-6: Општа дејства - Дејства током извођења
- P EN 1991-2:** Еврокод 1: Дејства на конструкције
Део 2: Саобраћајно оптерећење на мостовима
- P EN 1993-1-1:** Еврокод 3: Пројектовање челичних конструкција
Део 1-1: Општа правила и правила за зграде
- P EN 1993-1-5:** Еврокод 3: Пројектовање челичних конструкција
Део 1-5: Пуни лимени елементи
- P EN 1993-1-9:** Еврокод 3: Пројектовање челичних конструкција - Део 1-9: Замор
- P EN 1993-2:** Еврокод 3: Пројектовање челичних конструкција Part 2: Челични мостови
- P EN 1994-1-1:** Еврокод 4: Пројектовање спрегнутих конструкција од челика и бетона
Део 1-1: Општа правила и правила за зграде
- P EN 1994-2:** Еврокод 4: Пројектовање спрегнутих конструкција од челика и бетона
Део 2: Општа правила и правила за мостове

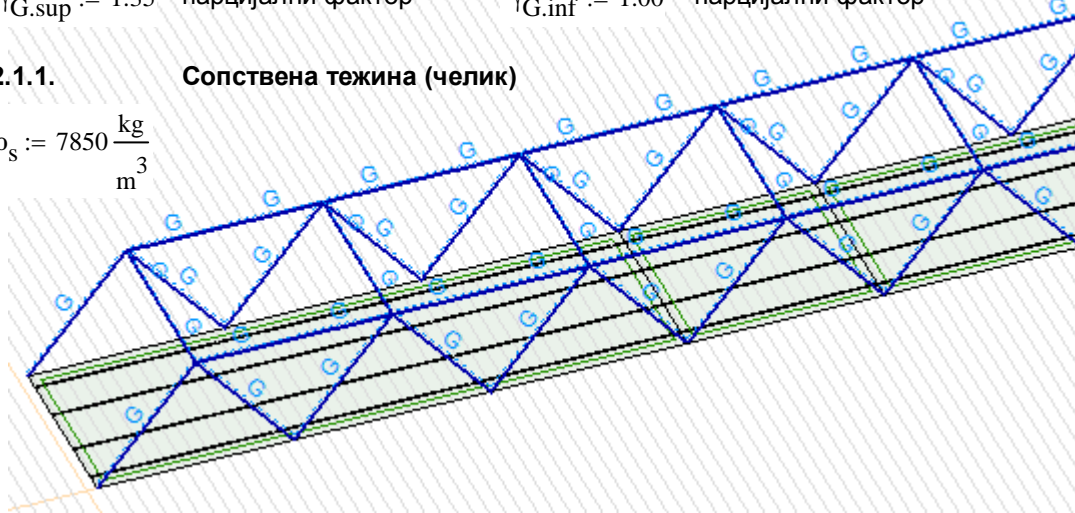
2. Дејства и оптерећења

2.1. Стално оптерећење

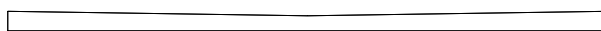
$\gamma_{G.sup} := 1.35$ парцијални фактор $\gamma_{G.inf} := 1.00$ парцијални фактор

2.1.1. Сопствена тежина (челик)

$$\rho_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



2.1.2. Бетонска плоча



$$b = 12.65 \text{ m}$$

$$l = 154 \text{ m}$$

$$A_{rc} := 4.179 \text{ m}^2$$

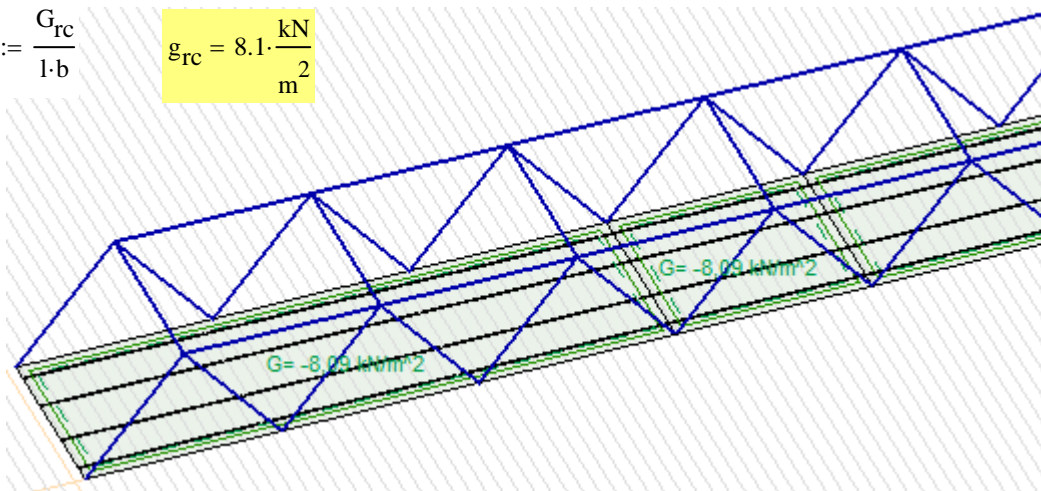
$$\rho_c := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$v_{rc} := \frac{A_{rc}}{b} = 330 \cdot \text{mm} \quad \text{просечна дебљина}$$

$$V_{rc} := b \cdot v_{rc} \cdot l = 644 \cdot \text{m}^3 \quad \text{запремина плоче}$$

$$M_{rc} := V_{rc} \cdot \rho_c = 1609 \cdot \text{t} \quad \text{маса плоче} \quad G_{rc} := M_{rc} \cdot g = 15778 \cdot \text{kN} \quad \text{тежина плоче}$$

$$g_{rc} := \frac{G_{rc}}{l \cdot b} \quad g_{rc} = 8.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



2.1.3. Застор



$$b = 12.65 \text{ m} \quad l = 154 \text{ m}$$

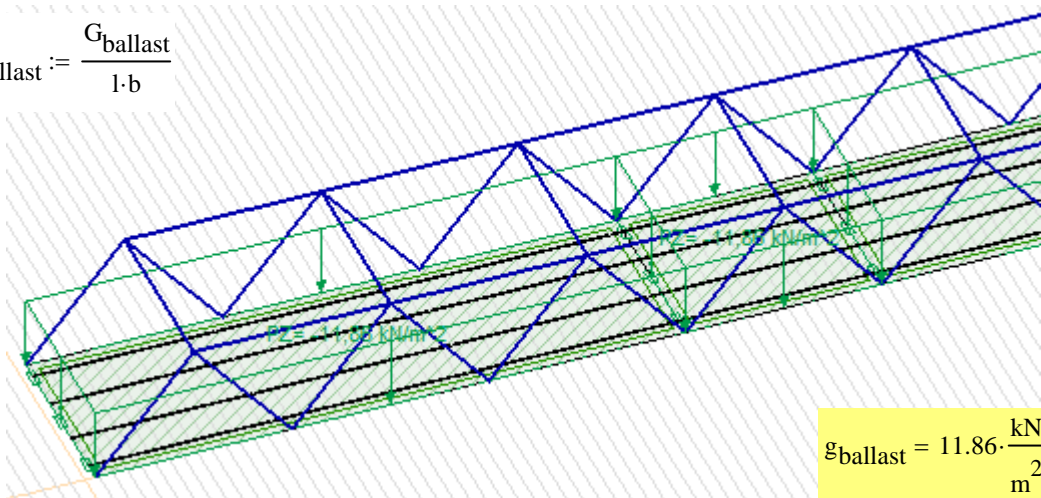
$$A_{ballast} := 7.5 \text{ m}^2$$

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

$$V_{ballast} := A_{ballast} \cdot l = 1155 \cdot \text{m}^3 \quad \text{запремина}$$

$$G_{ballast} := V_{ballast} \cdot \gamma_{ballast} = 23100 \cdot \text{kN} \quad \text{тежина}$$

$$g_{ballast} := \frac{G_{ballast}}{l \cdot b}$$

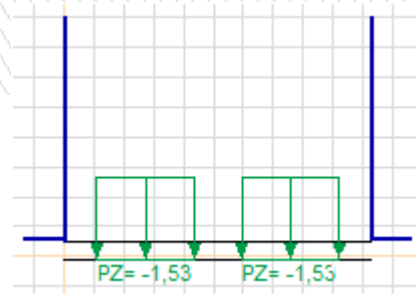
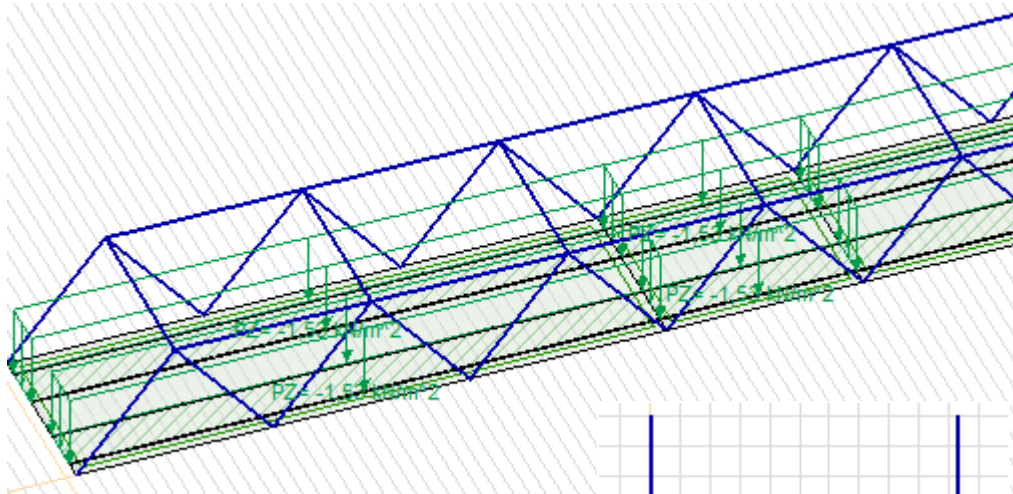
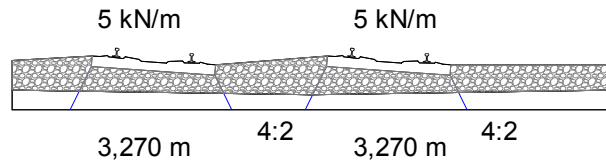


$$g_{ballast} = 11.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.1.4. Шине

$$q_{\text{rail}} := \frac{5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{3.270\text{m}}$$

$$q_{\text{rail}} = 1.529 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



2.2. Променљиво оптерећење

2.2.1. Корисно оптерећење

2.2.1.1. Саобраћајно оптерећење

2.2.1.1.1. Динамички фактори

бетонска плоча, попречног носача

дужина главног носача

Просечни распони моста:

$l_{kt} = 12650\text{mm}$ распон поп. носача

$$l_{ft.1} := 49\text{m} \quad l_{ft.2} := 56\text{m} \quad l_{ft.3} := 49\text{m}$$

$n := 3$ тро-распонски мост

$$L_{\Phi.kt} := 2 \cdot \left(l_{kt} \cdot \frac{1}{\text{m}} \right) \quad L_{\Phi.kt} = 25.3$$

$k := 1.3$ (k value if $n=3$)

$$L_m := \frac{1}{n} \left[(l_{ft.1} + l_{ft.2} + l_{ft.3}) \cdot \left(\frac{1}{\text{m}} \right) \right] \quad L_m = 51.3$$

$$L_{\Phi.ft} := k \cdot L_m$$

$$L_{\Phi.ft} = 67$$

$$\Phi_{3.kt} := \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi.kt} - 0.2}} + 0.72$$

динамички фактор за попречне носаче са плочом (стандардно одржавање)

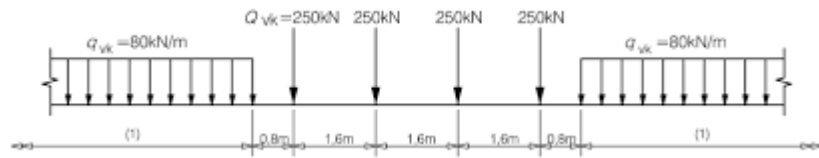
$$\Phi_{kt} := \Phi_{3.kt} = 1.167$$

$$\Phi_{3.ft} := 1.075$$

динамички фактор примењен у случају главних носача и њихових елемената L_{Φ} дуже од 41,7 метара (стандардно одржавање)

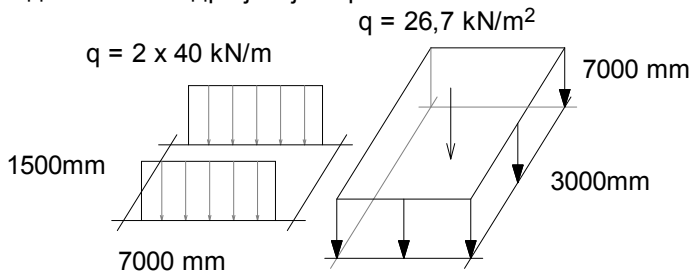
$$\Phi_{ft} := \Phi_{3.ft} = 1.075$$

2.2.1.1.2. LM71



(q) блок оптерећења LM71 (2x23 ком.)

напомена: блок оптерећења (q) дата је као сума двеју линијских оптерећења, расподељених по одређеној површини



$$R_1 := 2 \cdot \left(40 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 7\text{m} \right)$$

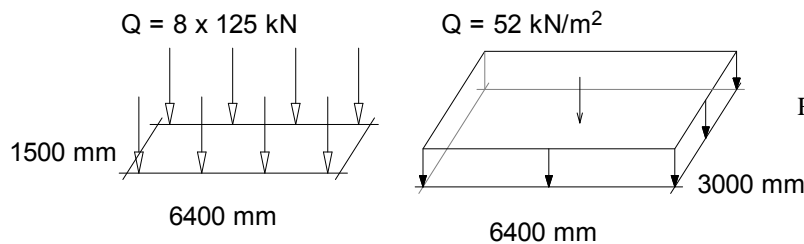
$$R_2 := 7\text{m} \cdot 3.0\text{m} \cdot 26.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$R_1 = 560 \cdot \text{kN} \quad R_2 = 560 \cdot \text{kN}$$

расподељени део оптерећења LM71 између два попречна носача *примењено, стандардно оптерећење по одређеној површини*

(Q) блок оптерећења LM71 (2x23 ком.)

напомена: блок оптерећења (Q) дата је као сума двеју концентрисаних оптерећења, расподељених по одређеној површини



$$R_1 := 8 \cdot 125 \text{kN}$$

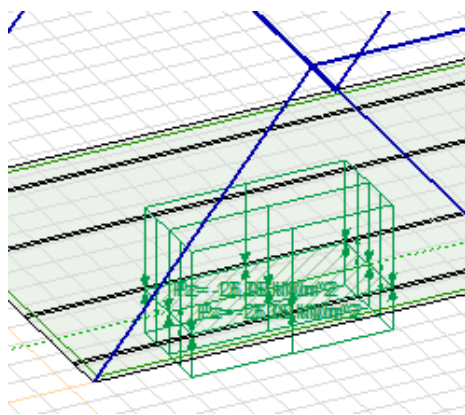
$$R_2 := 52.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 3\text{m} \cdot 6.4\text{m}$$

$$R_1 = R_2$$

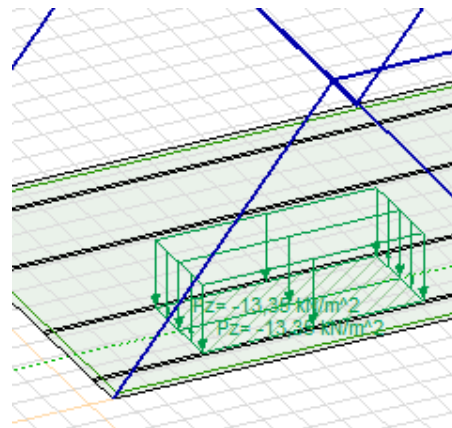
концентрисани део оптерећења LM71 *примењено, стандардно оптерећење по одређеној површини*

напомена:

Пошто се оптерећења 'Q' и 'q' преклапају у аутоматској комбинацији оптерећења, у случају 'Q' постоји друго активно оптерећење једнако са 'q' али са деловањем у супротном смеру.



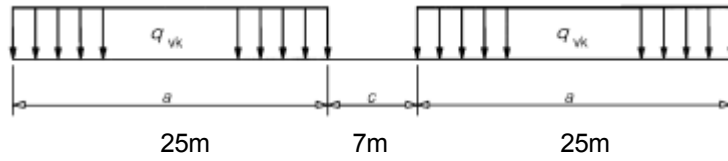
LM71 концентрисано опт., модел 'Q'



LM71 расподељено опт., модел 'q'

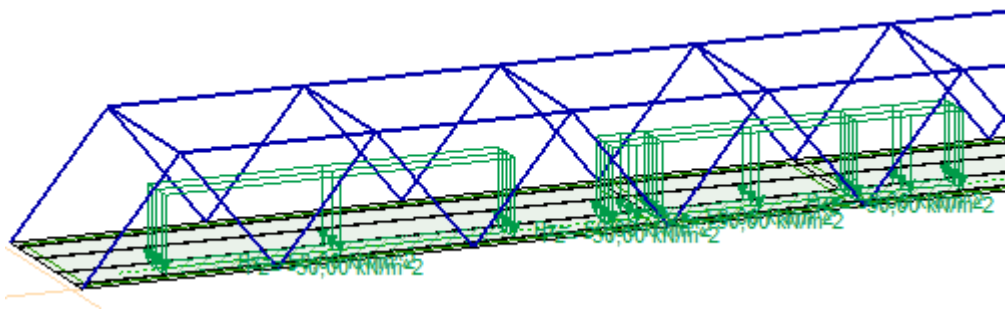
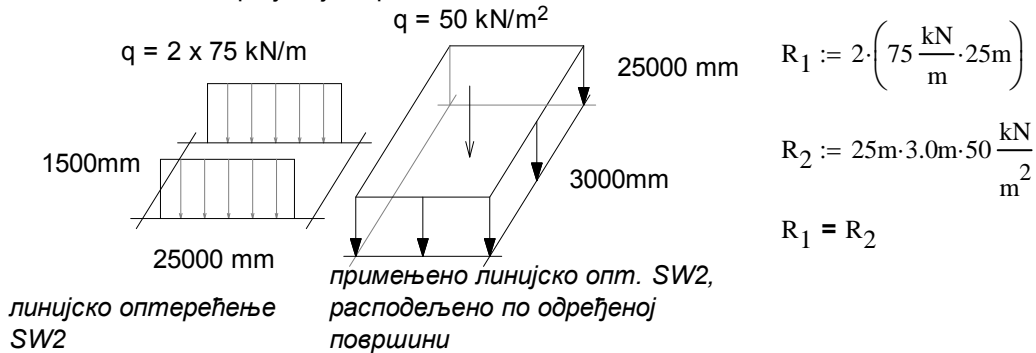
2.2.1.1.3. SW2

$$q = 150 \text{ kN}$$



Оптерећење SW2 (2x23 ком. позиција оптерећења)

напомене: оптерећење (q) дата је као сума двеју линијских оптерећења, расподељених по одређеној површини

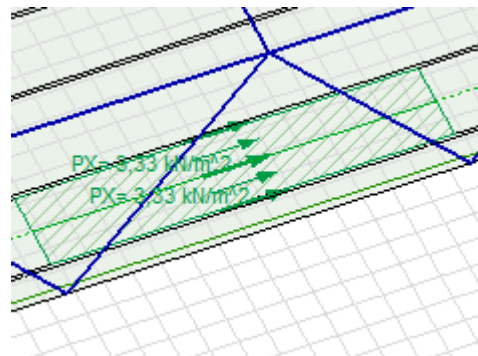
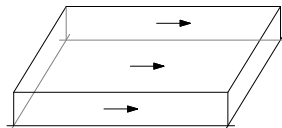
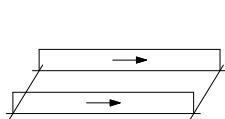


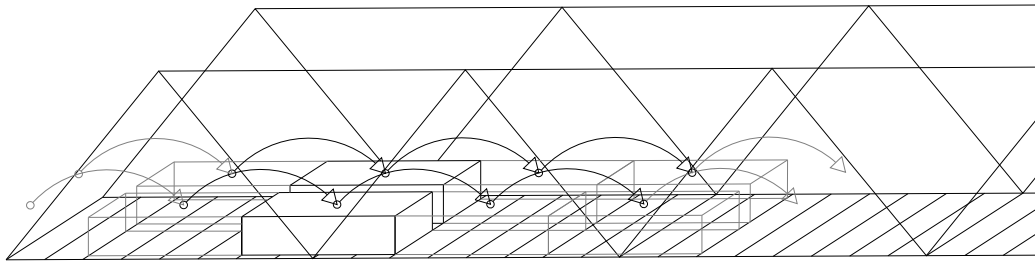
2.2.1.1.4. Оптерећење услед по ретања/кочења

Оптерећење услед покретања/кочења (2x11 ком.)

$$'F' \quad Q_F := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_F := \frac{Q_F}{3\text{m}} \quad q_F = 6.67 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$'I' \quad Q_I := 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_I := \frac{Q_I}{3\text{m}} \quad q_I = 11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



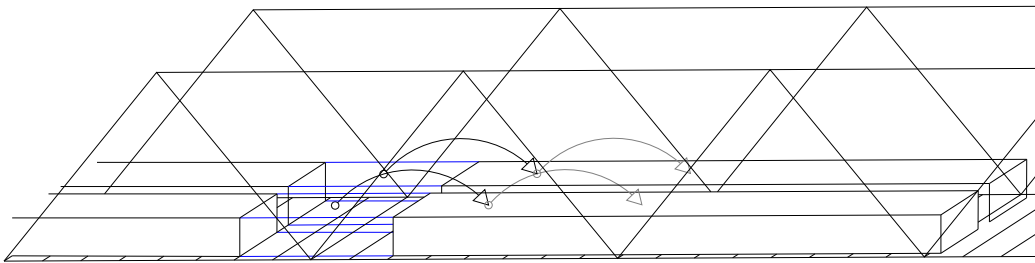


'LM71'

23 блока оптерећења могу симултано деловати по железничком колосеку. Оптерећења два колосека су независна једна од друге, дакле, блокови оптерећења се не могу померати дуж две стране.

Дужина блокова и корака су по 7м. Блокови оптерећења на главном решеткастом носачу могу бити изнад распона или изнад зглоба штапова.

Ширина панела су по 3 .



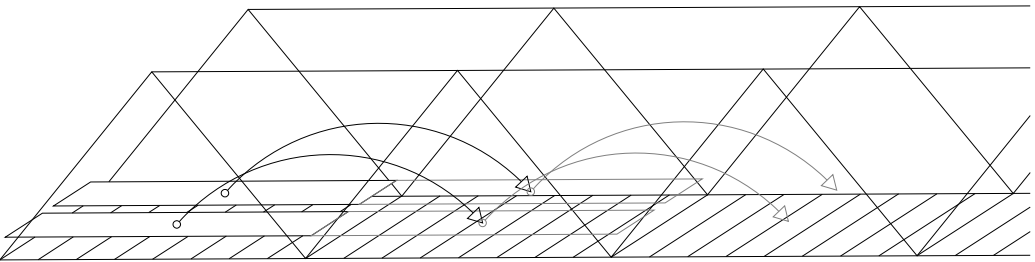
'SW2'

23 посебна блока оптерећења по железничком колосеку.

Оптерећења два колосека су независна једна од другог, дакле, блокови оптерећења се не могу померати дуж две стране.

Дужина корака је 7м. Случајеви оптерећења су намештена тако да остатак 7м између двеју оптерећења SW2 могу преузети исти положај са блоковима оптерећења од 7м из комбинације оптерећења LM71.

Ширина панела су по 3м.



Покретање и кочење

LM71 11блокова оптерећења по колосеку. Блокови могу симултано бити активни.

Оптерећења два колосека су независна једна од другог, дакле, блокови оптерећења се не могу померати дуж две стране.

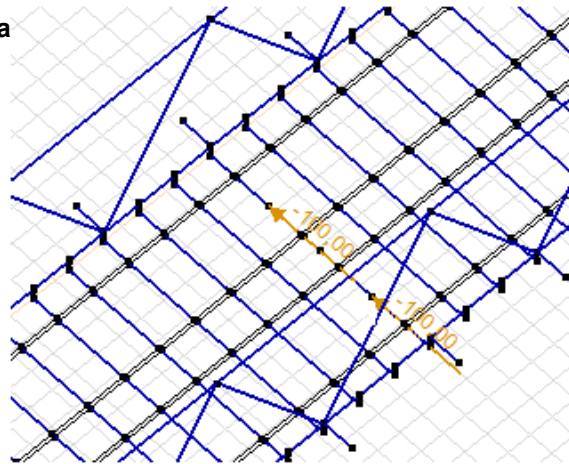
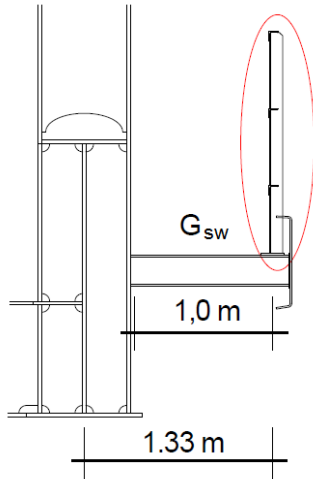
Дужина блокова и корака су по 14м. Блокови оптерећења на главном решеткастом носачу могу бити изнад распона.

Ширина панела су по 3 .

2.2.1.1.5. Дејство о ног удара

$$F_{\text{nosing}} := 100\text{kN}$$

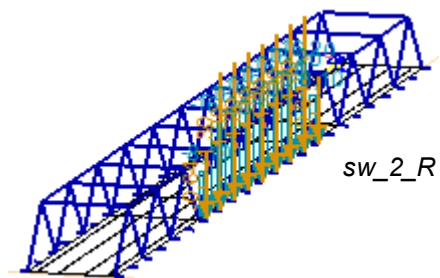
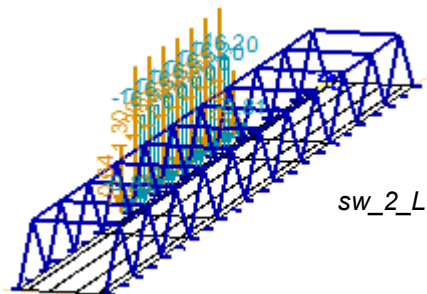
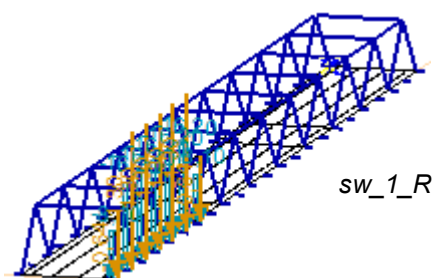
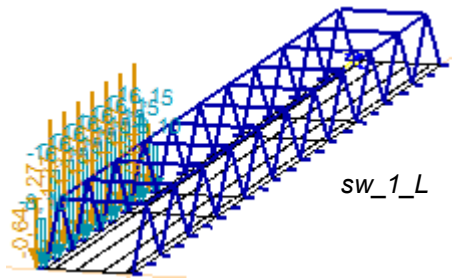
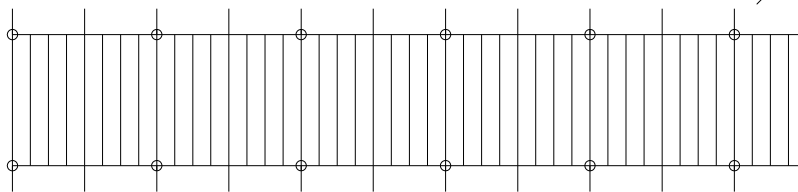
2.2.1.2. Стаза

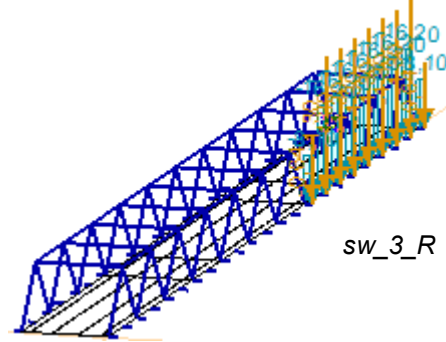
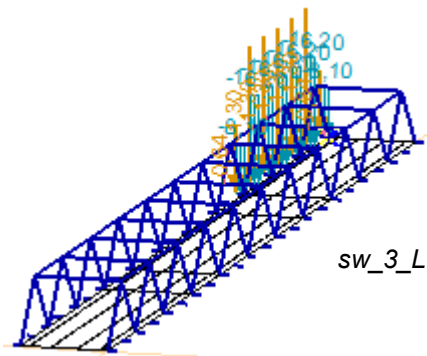


$$q_{fk} := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{sw} := \frac{q_{fk} \cdot 1\text{m} \cdot 4.8\text{m}}{1.33\text{m}} = 18.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$+ G_{sw} := 1.3\text{kN} / 4.8\text{m}$$

2.4 m 4.8 m 4.8 m





2.2.2. Атмосферска дејства

2.2.2.1. Оптерећење ветром

основна брзина ветра:

$$v_{b0} = 21 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v''_{b0} = 21 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

референтна висина (приближно):

$$h_{\text{ref}} := 15.0\text{m}$$

смер и сезонски фактори:

$$c_{\text{dir}} := 1.00 \quad c_{\text{season}} := 1.00$$

Уобичајена вредност просечне брзине ветра 10 m изнад површине терена:

$$v_b = v_{b0} c_{\text{dir}} c_{\text{season}} = 21 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Категорија терена:

II. Category

Референтна висина у категорији терена II:

$$z_{0,II} := 0.05\text{m}$$

Фактор терена:

$$k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} \quad k_r = 0.19$$

Фактор орографије:

$$c_0 := 1.0$$

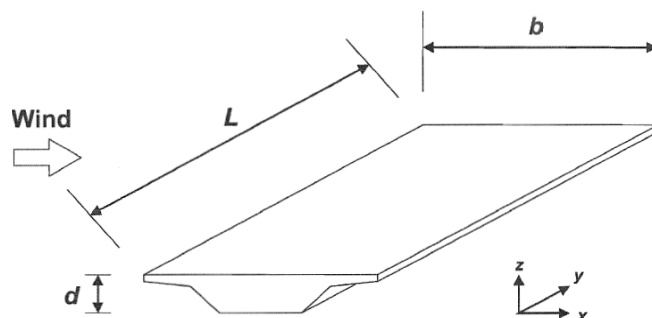
Интензитет турбуленције:

$$k_i := 1.0$$

Фактор храпавости:

$$c_r(z) := \begin{cases} k_r \cdot \ln\left(\frac{z_{\text{min}}}{z_0}\right) & \text{if } z < z_{\text{min}} \\ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$I_v(z) := \begin{cases} \frac{k_i}{c_0 \cdot \ln\left(\frac{z_{\text{min}}}{z_0}\right)} & \text{if } z < z_{\text{min}} \\ \frac{k_i}{c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Дејство ветра у Y правцу је занемарена у прелиминарној фази пројектовања

Густина ваздуха:

$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Макс. брзина притиска:

$$q_p(z) := (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_{b0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season})^2$$

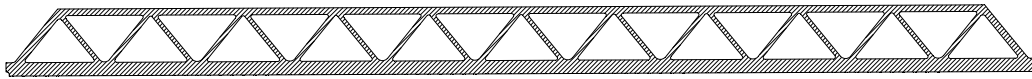
$$q_p(h_{ref}) = 0.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q'_p(z) := (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (c_r(z) \cdot c_0 \cdot v''_{b0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season})^2$$

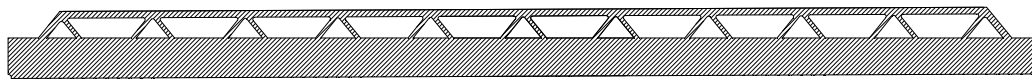
$$q'_p(h_{ref}) = 0.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Утицаји ветра на површини моста у X правцу

референтне површине у случају оптерећеног и неоптерећеног моста



$$A_{ref.x.a} := 584.6 \text{m}^2$$



$$A_{ref.x.b} := 1097.8 \text{m}^2$$

укупна ширина горњег строја:

$$b_{tot} := 15.30 \text{m}$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{tot.a} := A_{ref.x.a} \div 154 \text{m} = 3.796 \text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{fx.a}(b_{tot}, d_{tot.a}) = 1.3$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{tot.b} := A_{ref.x.b} \div 154 \text{m} = 7.129 \text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 1.856$$

Дејство ветра без саобраћаја:

$$F_{wk} := d_{tot.a} \cdot q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.a}(b_{tot}, d_{tot.a}) = 6.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{не сматра се критичним})$$

Дејство ветра са саобраћајем: $(\psi_{0.w} := 0.60)$

$$F''_w := \psi_{0.w} \cdot d_{tot.b} \cdot q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 10.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3. Комбинације оптерећења

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

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

3.1. Случајеви и групе оптерећења

Групе оптерећења

$\phi=1,075 \quad \phi=1,167$

	Group	Type	$Y_{G,sup}$	$Y_{G,inf}$	ξ	γ	Y	Additive	
1	Permanent	Permanent	1,350	1,000	0,850			✓	-----
2	SW2_L	Moving				1,290	1,400		$\gamma=1,20$
3	SW2_L+T/B	Moving				1,290	1,400		$\alpha=1,00$
4	SW2_R	Moving				1,290	1,400		
5	SW2_R+T/B	Moving				1,290	1,400		-----
6	LM71-Q_L	Moving				1,559	1,692		$\gamma=1,45$
7	LM71-Q_R	Moving				1,559	1,692		$\alpha=1,00$
8	LM71-q_L	Moving				1,559	1,692	✓	
9	LM71-q_R	Moving				1,559	1,692	✓	
10	T/B_T	Moving				1,450	1,450	✓	-----
11	T/B_B	Moving				1,450	1,450	✓	$\gamma=1,50$
12	sidewalk	Variable				1,200	1,200	✓	$1,2=(\gamma)1,5*(\psi)0,8$
13	Meteorological	Variable				1,500	1,500		

Критичне комбинације оптерећења

	Permanent	SW2 _L	SW2 _L +T/B	SW2 _R	SW2 _R +T/B
1	✓				
2	✓	✓		✓	
3	✓	✓			✓
4	✓		✓	✓	
5	✓		✓		✓

	LM71-Q _L	LM71-Q _R	LM71-q _L	LM71-q _R	T/B _T	T/B _B	sidewalk	Meteorological
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2							✓	✓
3							✓	✓
4							✓	✓
5							✓	✓

Случајеви оптерећења

Стално оптерећење

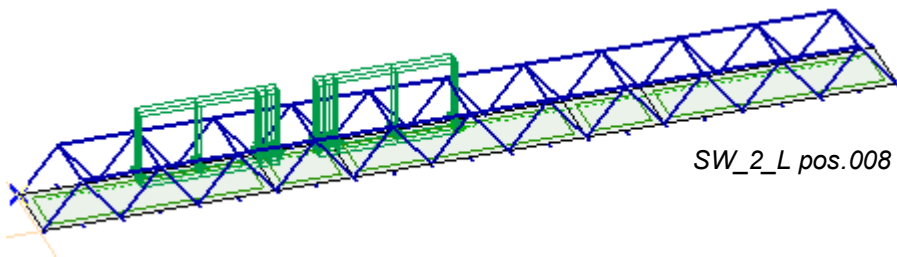
челик; армирани бетон; застор; шине

	Name	Group	Group type
1	steel	Permanent	Permanent
2	conc.slab	Permanent	Permanent
3	bed	Permanent	Permanent
4	rail	Permanent	Permanent

Саобраћај (23 позиције)

SW2_Лево

5	SW_2_L-001	SW2_L	Moving
---	------------	-------	--------

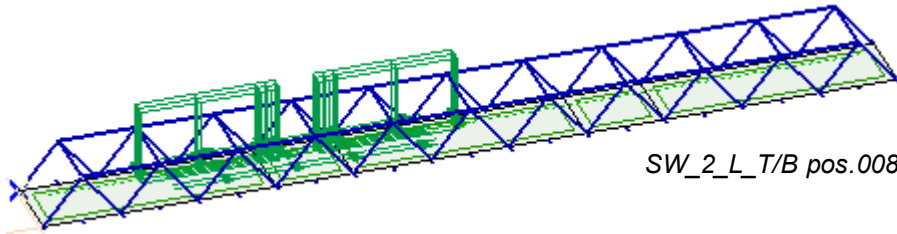


SW_2_L pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиције)

SW2_Лево + оптерећење трењем/кочењем

28	SW_2_L_T/B-001	SW2_L+T/B	Moving
----	----------------	-----------	--------

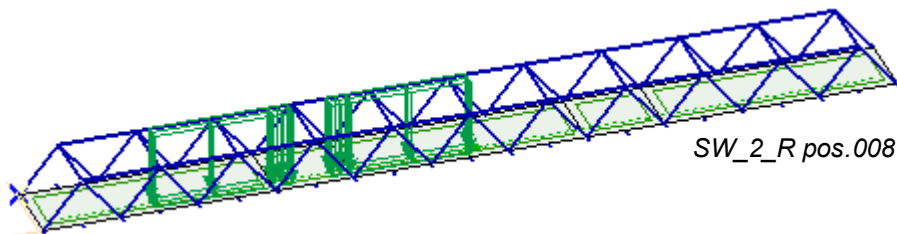


SW_2_L_T/B pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиције)

SW2_Десно

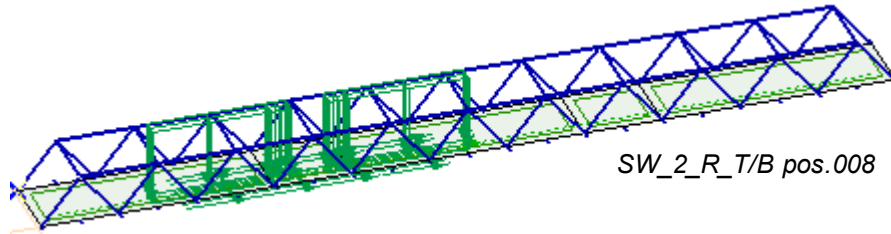
51	SW2_R-001	SW2_R	Moving
----	-----------	-------	--------



SW_2_R pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиције)
SW2_Десно + оптерећење трењем/кочењем

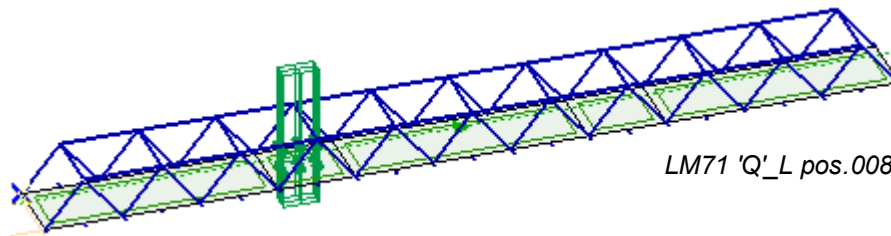
74	SW2_R_T/B-001	SW2_R+T/B	Moving
----	---------------	-----------	--------



SW_2_R_T/B pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиција)
LM71 'Q'_Лево

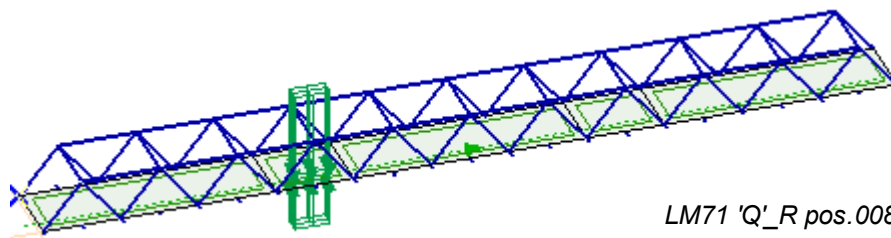
97	LM71-Q_L-001	LM71-Q_L	Moving
----	--------------	----------	--------



LM71 'Q'_L pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиција)
LM71 'Q'_Десно

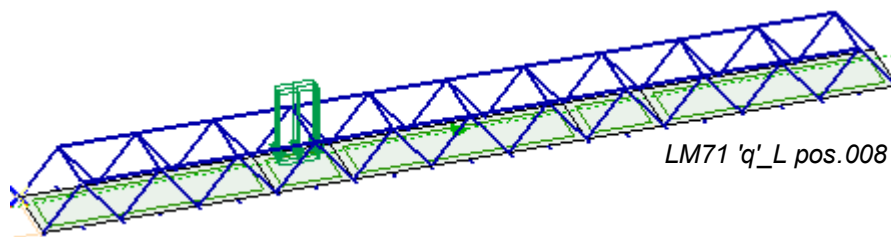
120	LM71-Q_R-001	LM71-Q_R	Moving
-----	--------------	----------	--------



LM71 'Q'_R pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиција)
LM71 'q'_Лево

143	LM71_q_L-001	LM71-q_L	Moving
-----	--------------	----------	--------

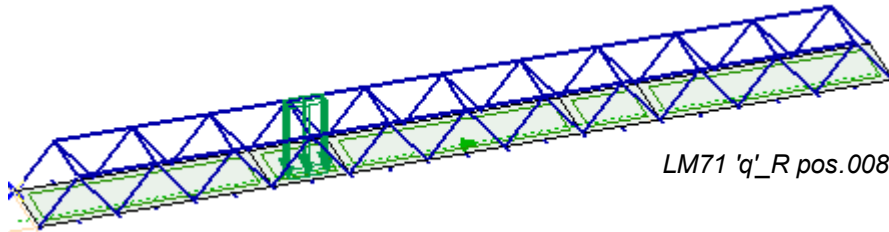


LM71 'q'_L pos.008

Корисно - Саобраћај (23 позиција)

LM71 'q' Десно

166	LM71_q_R-001	LM71-q_R	Moving
-----	--------------	----------	--------

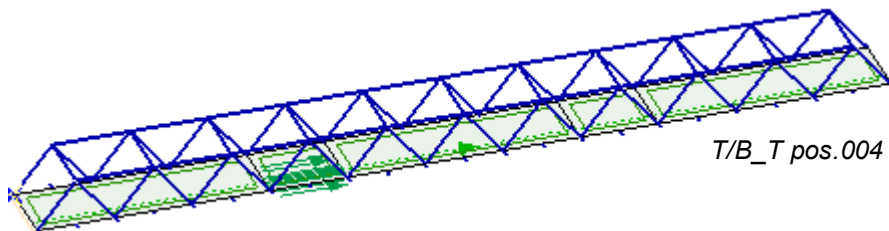


LM71 'q'_R pos.008

Корисно - Саобраћај (11 позиција)

Оптерећење услед трења/кочења за LM71

189	T/B_T-001	T/B_T	Moving
-----	-----------	-------	--------

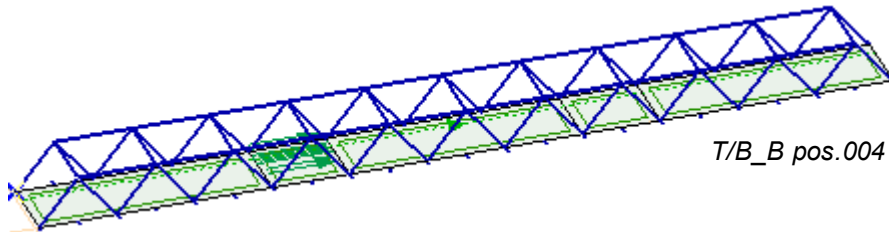


T/B_T pos.004

Корисно - Саобраћај (11 позиција)

Оптерећење услед трења/кочења за LM71

200	T/B_B-001	T/B_B	Moving
-----	-----------	-------	--------



T/B_B pos.004

Корисно - Стаза (6 позиција)

211	sw_1_L	sidewalk	Variable
212	sw_2_L	sidewalk	Variable
213	sw_3_L	sidewalk	Variable
214	sw_1_R	sidewalk	Variable
215	sw_2_R	sidewalk	Variable
216	sw_3_R	sidewalk	Variable

Атмосферско - Ветар (2 позиције)

217	wind_L	Meteorological	Variable
218	wind_R	Meteorological	Variable

напомена:

Силе ислед трења/кочења и буке су подељени са $\alpha \cdot \phi$, као резултат фактора класификације и динамичког фактора.

3.2. Комбинације оптерећења

Гранично стање носивости и гранично стање употребљивости

Steel	Conc.s	Bed	Rail	Traffic Left		Traffic Right		Sidew.	Met.
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left	1,29	SW2_Right	1,29	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left & T/B	1,29	SW2_Left & T/B	1,29	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left	1,29	SW2_Left & T/B	1,29	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left & T/B	1,29	SW2_Right	1,29	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left	1,4	SW2_Right	1,4	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left & T/B	1,4	SW2_Left & T/B	1,4	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left	1,4	SW2_Left & T/B	1,4	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	SW2_Left & T/B	1,4	SW2_Right	1,4	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	LM71_Q Left	1,56	LM71_Q Right	1,56	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	LM71_q Left	1,56	LM71_q Right	1,56	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	T/B_T	1,56	T/B_B	1,56	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	LM71_Q Left	1,69	LM71_Q Right	1,69	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	LM71_q Left	1,69	LM71_q Right	1,69	1,2	1,5
1,35	1,35	1,35	1,35	T/B_T	1,69	T/B_B	1,69	1,2	1,5

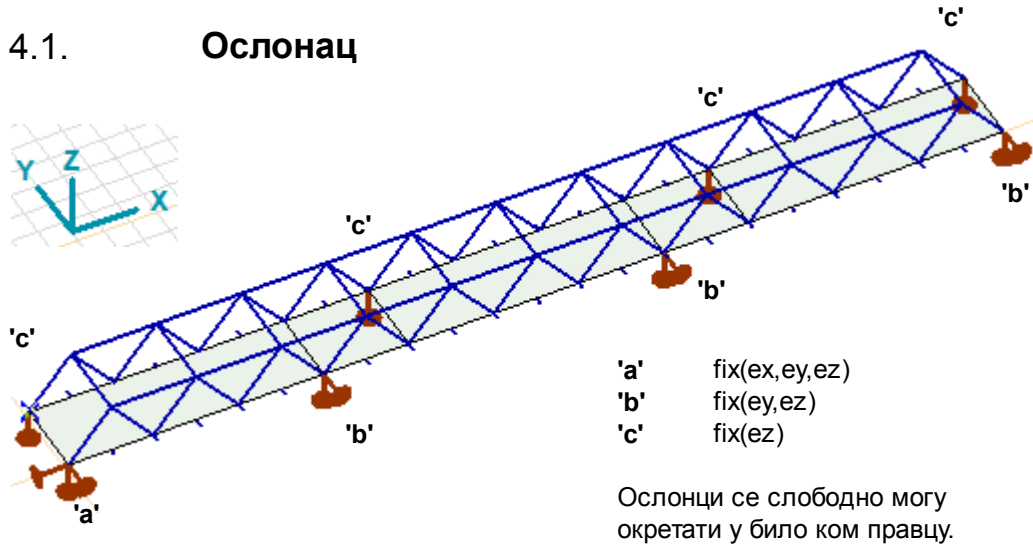
4. Примењен модел

Статички прорачун је спроведен помоћу софтвера Axis VM.

Конструкција је моделирана помоћу греда са 6 степена слободe док су АБ плоче моделиране као љускасти елементи.

У подручјима где ће нормалан (-) напон плоче вероватно прекорачити рачунску вредност аксијалног напрезања бетона, предпоставља се појава пукотина АБ плоче у правцу главне осе (подужно смањена крутост (E_x)).









4.1. Ослонац



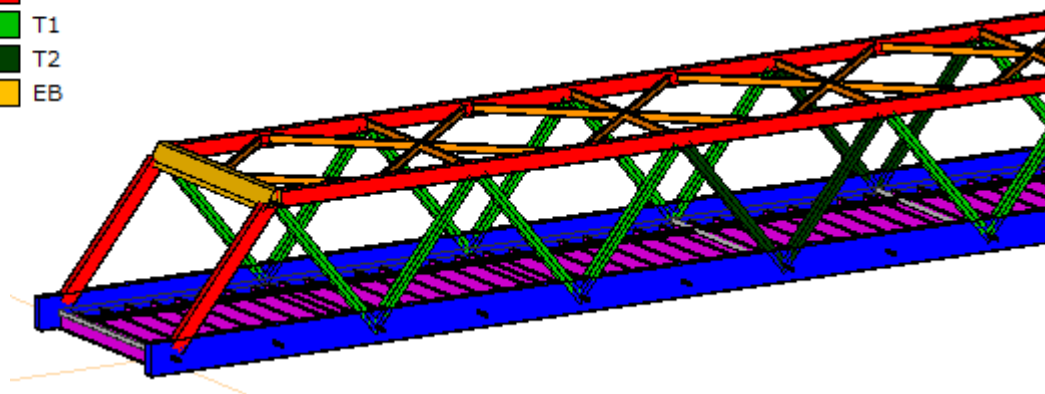
4.2. Материјали

	Name	Type	Material code	E_x [kN/cm ²]	E_y [kN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C35/45	Concrete	EN 206	190	3410	0,20	1E-5	2500
2	S 235	Steel	10025-2	21000	21000	0,30	1,2E-5	7850

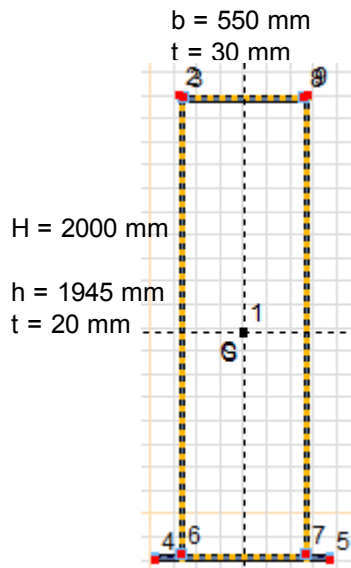
4.3. Попречни пресеци

	CG
	BC
	B
	SW
	TC
	T1
	T2
	EB

P ₁	P ₂
f_{ck} [kN/cm ²] = 3,50	$\gamma_c = 1,500$
f_{yk} [kN/cm ²] = 23,50	f_u [kN/cm ²] = 36,00

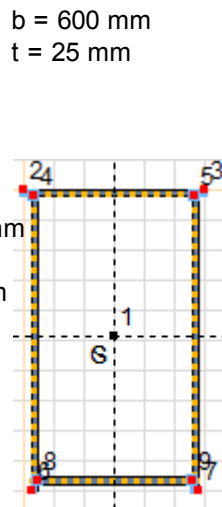


доњи поја главног носача (BC) горњи појас главног носача (TC)



$b = 750 \text{ mm}$
 $t = 25 \text{ mm}$

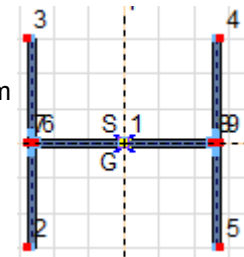
$A.x = 1130,5 \text{ cm}^2$
 $I.y = 5876875,0 \text{ cm}^4$
 $I.z = 676093,9 \text{ cm}^4$
 $i.y = 721,0 \text{ mm}$
 $i.z = 244,6 \text{ mm}$



$b = 510 \text{ mm}$
 $t = 25 \text{ mm}$

$A.x = 667,5 \text{ cm}^2$
 $I.y = 937631,0 \text{ cm}^4$
 $I.z = 346643,1 \text{ cm}^4$
 $i.y = 374,8 \text{ mm}$
 $i.z = 227,9 \text{ mm}$

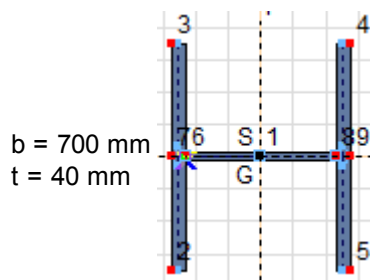
штап (T1)



$H = 550 \text{ mm}$
 $h = 500 \text{ mm}$
 $t = 18 \text{ mm}$

$A.x = 390,0 \text{ cm}^2$
 $I.y = 90024,3 \text{ cm}^4$
 $I.z = 225625,0 \text{ cm}^4$
 $i.y = 151,9 \text{ mm}$
 $i.z = 240,5 \text{ mm}$

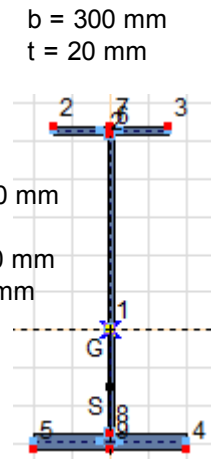
штап (T2)



$H = 550 \text{ mm}$
 $h = 470 \text{ mm}$
 $t = 25 \text{ mm}$

$A.x = 677,5 \text{ cm}^2$
 $I.y = 228727,9 \text{ cm}^4$
 $I.z = 386516,5 \text{ cm}^4$
 $i.y = 183,7 \text{ mm}$
 $i.z = 238,9 \text{ mm}$

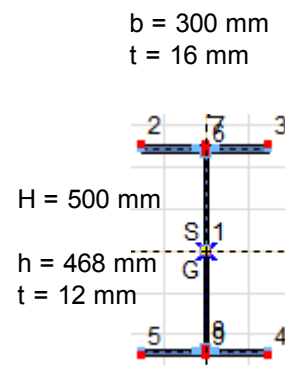
челични попречни носач (CG)



$b = 400 \text{ mm}$
 $t = 40 \text{ mm}$

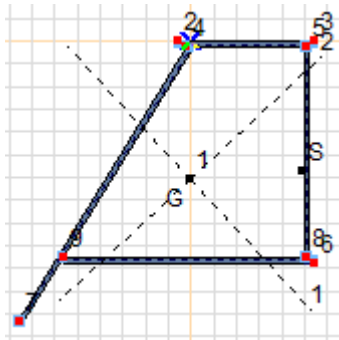
$A.x = 346,4 \text{ cm}^2$
 $I.y = 388780,3 \text{ cm}^4$
 $I.z = 25860,3 \text{ cm}^4$
 $i.y = 335,0 \text{ mm}$
 $i.z = 86,4 \text{ mm}$

затега (B)



$A.x = 152,16 \text{ cm}^2$
 $I.y = 66492,2 \text{ cm}^4$
 $I.z = 7206,7 \text{ cm}^4$
 $i.y = 209,0 \text{ mm}$
 $i.z = 68,8 \text{ mm}$

затеза (EB)

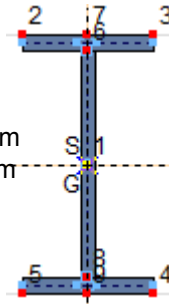


$$A.x = 965,0 \text{ cm}^2$$

$$I.y = 1468450,0 \text{ cm}^4$$

$$I.z = 1564080,0 \text{ cm}^4$$

конзолна стаза (SW)



$$H = 200 \text{ mm}$$

$$h = 176 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$A.x = 41,6 \text{ cm}^2$$

$$I.y = 2577,8 \text{ cm}^4$$

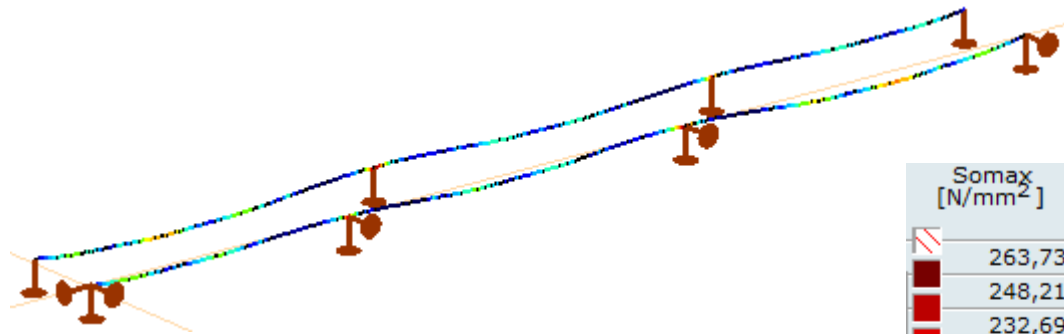
$$I.z = 201,5 \text{ cm}^4$$

$$i.y = 78,7 \text{ mm}$$

$$i.z = 22,0 \text{ mm}$$

5. нализа носивости

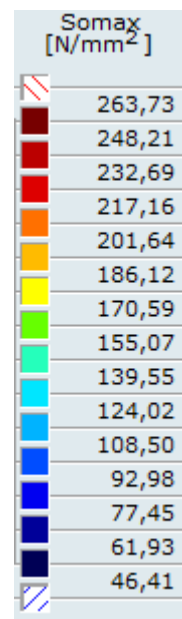
5.1. Главни носач - доњи појас



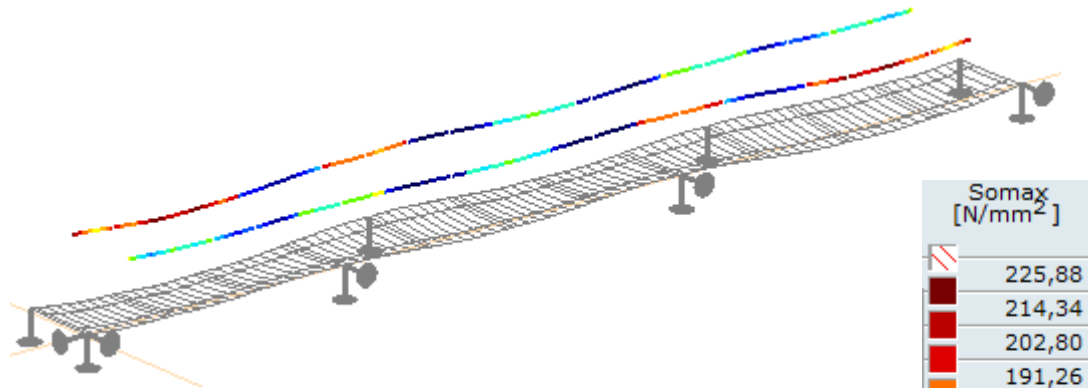
Главни носач - доњи појас
 S_{max}

$$S_{max} = 264 \text{ N/mm}^2 < f.y \text{ S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

АДЕКВАТНО



5.2. Главни носач - горњи појас

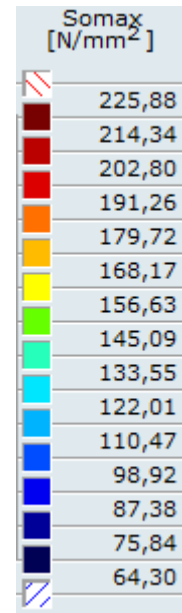


Главни носач - горњи појас
S_{max}

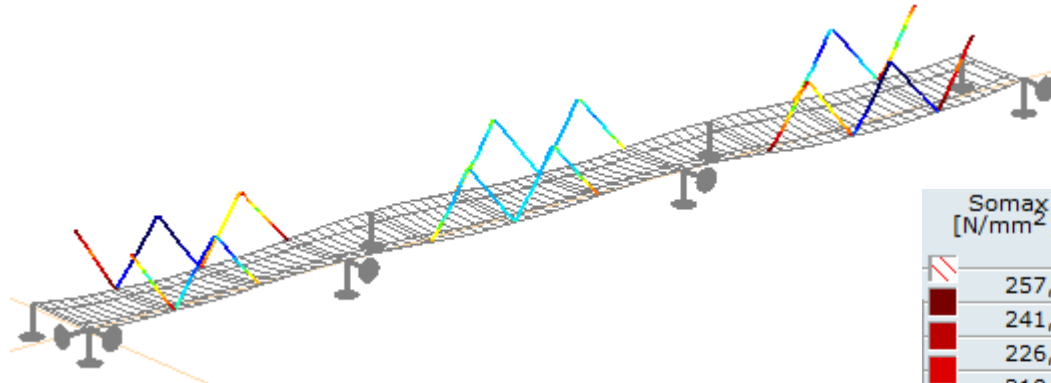
$$S_{max} < f_y S355$$

$$226 \text{ N/mm}^2 < 355 \text{ N/mm}^2$$

АДЕКВАТНО



5.3. Главни носач - штапови (T1)

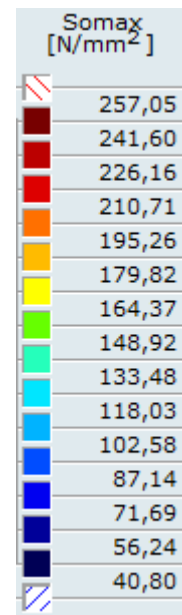


Главни носач - Штапови
S_{max}

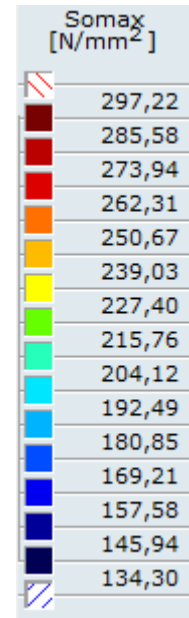
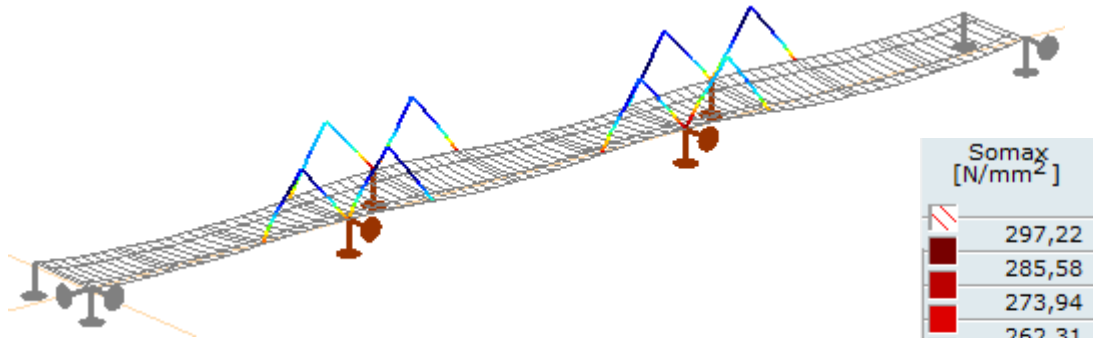
$$S_{max} < f_y S355$$

$$257 \text{ N/mm}^2 < 355 \text{ N/mm}^2$$

АДЕКВАТНО



Главни носач - штапови (T2)

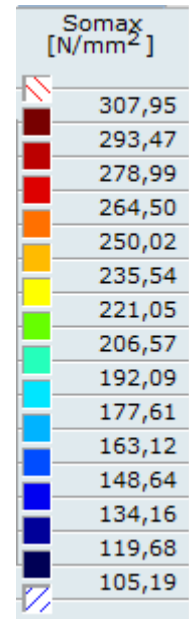
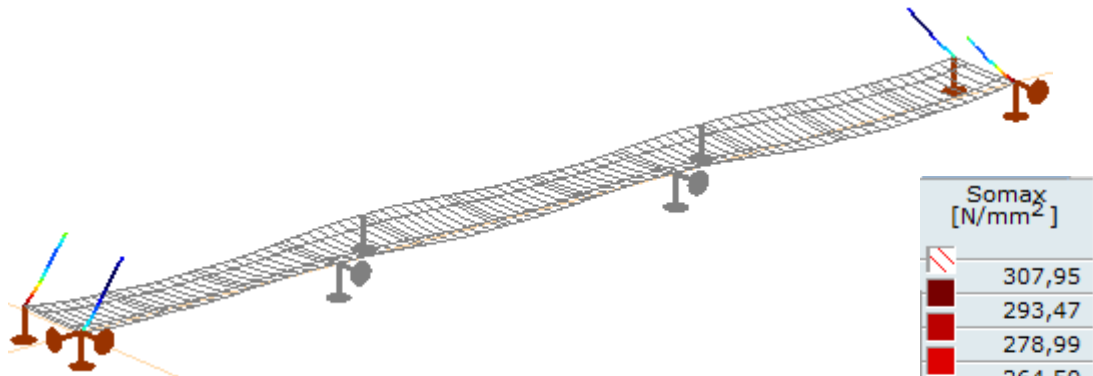


Главни носач - решетке
S_omax

S_omax < f_y S355
297 N/mm² < 355 N/mm²

АДЕКВАТНО

5.4. Главни носач - крајњи стубови

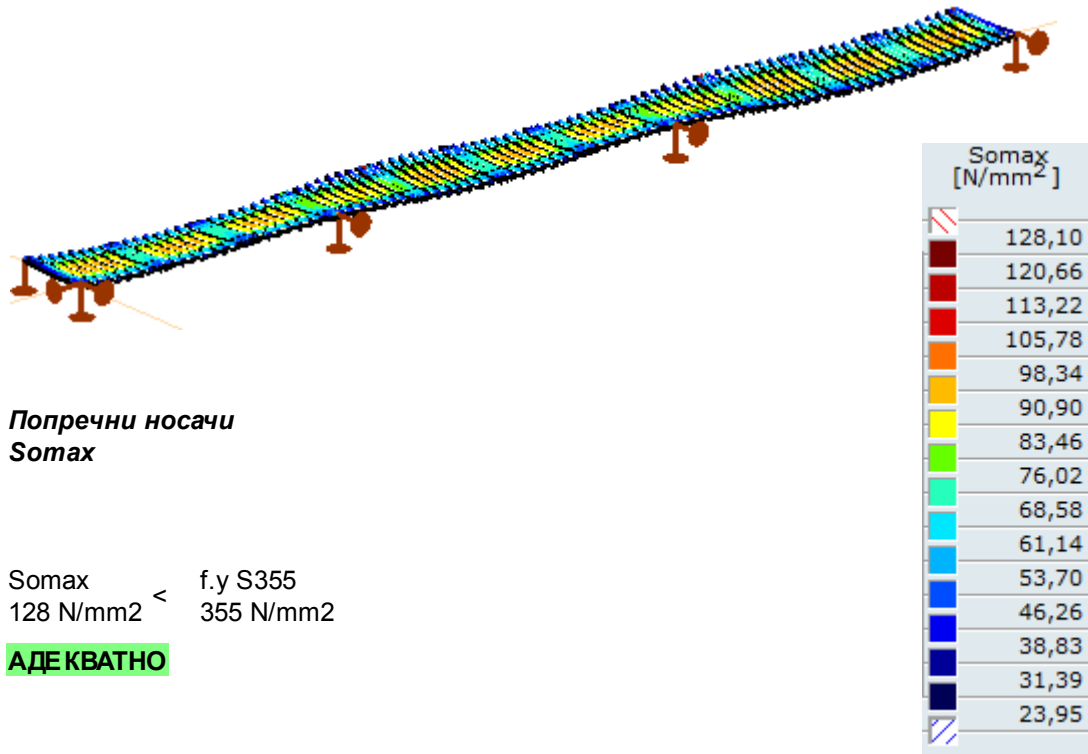


Главни носач - крајњи стубови
S_omax

S_omax < f_y S355
307 N/mm² < 355 N/mm²

АДЕКВАТНО

5.5. Попречни носачи

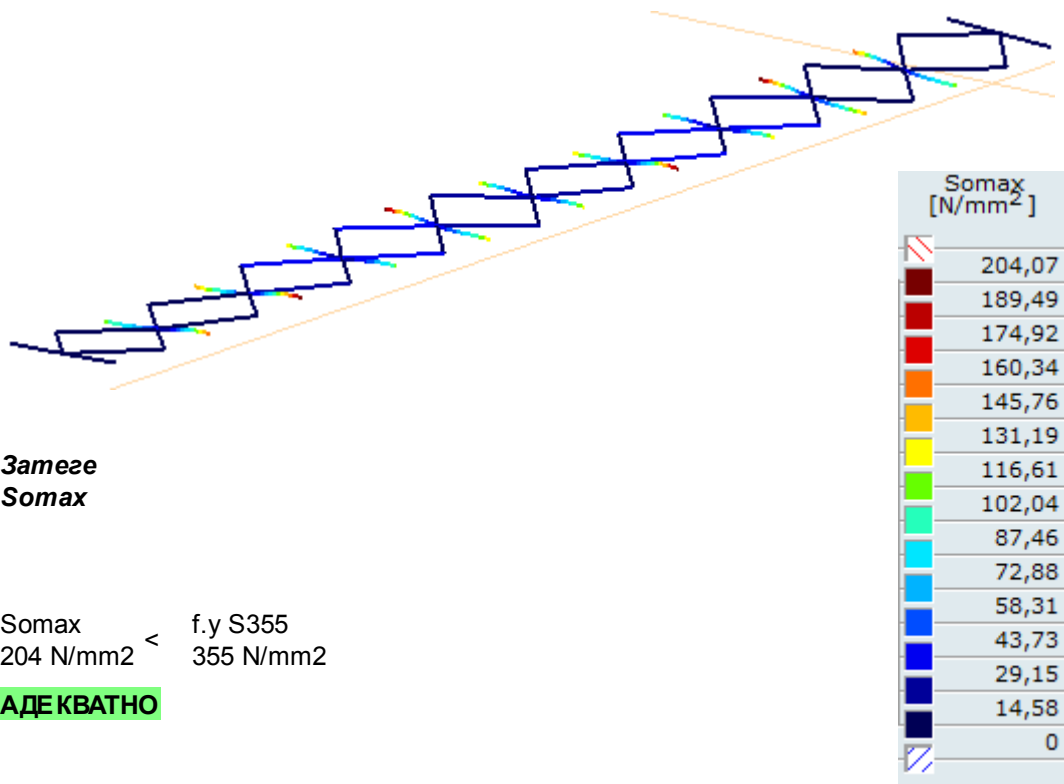


Попречни носачи
S_{max}

S_{max} 128 N/mm² < f_y S355 355 N/mm²

АДЕКВАТНО

5.6. Затеге



Затеге
S_{max}

S_{max} 204 N/mm² < f_y S355 355 N/mm²

АДЕКВАТНО

напомена:

Штапови под углом од 45 су затегнути елементи.

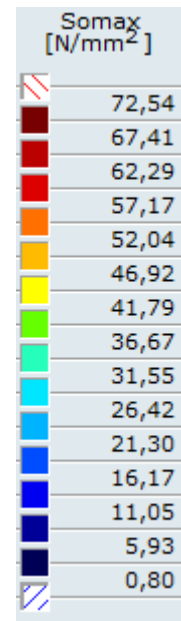
5.7. Конзолна стаза



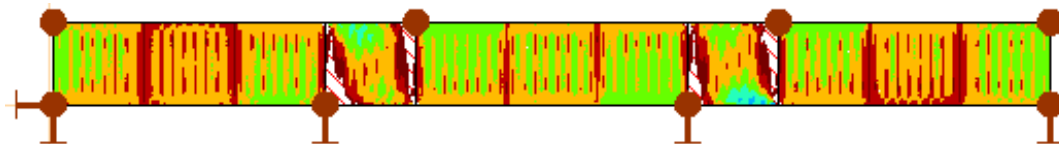
Конзолна стаза
FT_max
Smax

Smax < f.y S355
72 N/mm² < 355 N/mm²

АДЕКВАТНО



5.8. АБ плоча



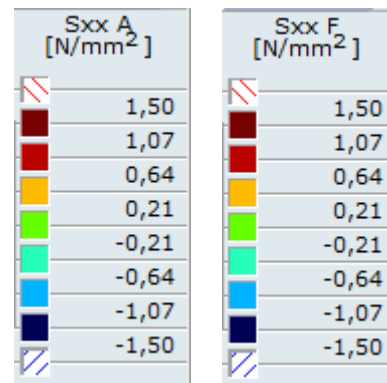
АБ плоча Sxx - горе

напомена:

АБ плоча је испитана само на подужна напрезања. Попречна напрезања су у склопу спрегнуте конструкције, њен доказ се налази у 8 поглављу.

напомена:

Плоча се мора армирати у подужном правцу ради ограничења ширене прслина!

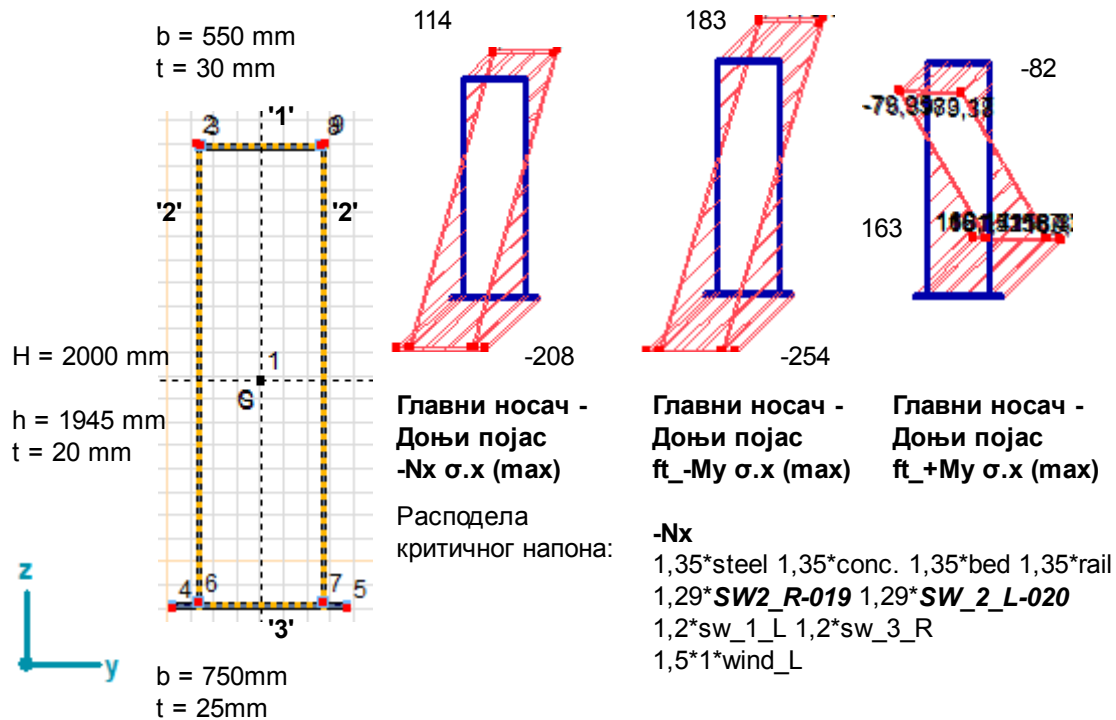


АБ плоча Sxx - доњи појас

6. Анализа стабилности

$\gamma_{M1} = 1.1$ праціјални фактор сигурности за анализу стабилности

6.1. Главни носач - доњи појас анализа локалног избочавања



$A_x = 1130,5 \text{ cm}^2$
 $I_y = 5876875,0 \text{ cm}^4$
 $I_z = 676093,9 \text{ cm}^4$
 $i_y = 721,0 \text{ mm}$
 $i_z = 244,6 \text{ mm}$

$$c_{w.bc} := 1945 \text{ mm} \quad \psi := \frac{114}{-208} \quad \text{случај унутрашњег притиска (момент савијања и сила притиска)}$$

$$t_{w.bc} := 20 \text{ mm} \quad \psi = -0.548$$

$$\frac{c_{w.bc}}{t_{w.bc}} = 97.25 < \frac{42 \cdot \epsilon}{0.67 + 0.33\psi} = 69.9$$

ребро, класа 4

$$c_{f.bc} := 550 \text{ mm} - 2 \cdot 20 \text{ mm} = 510 \cdot \text{mm} \quad \text{случај унутрашњег притиска (момент савијања и сила притиска)}$$

$$t_{f.bc} := 25 \text{ mm}$$

$$\frac{c_{f.bc}}{t_{f.bc}} = 20.4 < 33 \cdot \epsilon = 27$$

$c/t < 33\epsilon \rightarrow$ 1.класа.
 $c/t < 38\epsilon \rightarrow$ 2.класа.
 $c/t < 42\epsilon \rightarrow$ 3.класа.

фланша, класа 1

Дијафрагме доњег појаса су распоређене на растојању од 1750mm.

**Метода смањеног напона (локално избочавање)
главни носач - доњи појас**

$$k_{\sigma} := 7.81 - 6.29\psi + 9.78\psi^2 \quad - \text{ унутрашњи притисак}$$

 фактор за расподелу
напона

$$k_{\sigma} = 14.2$$

 - $0 > \psi > -1$ случај

$$\psi = -0.548$$

$$\sigma_1 := 208 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_E := \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot (t_w)^2}{12 \cdot (1 - \nu_s^2) \cdot (c_w)^2}$$

$$\sigma_E = 20.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

критични напон избочавања

$$\sigma_{cr.p} := \sigma_E \cdot |k_{\sigma}|$$

$$\sigma_{cr.p} = 284.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

 критични напон избочавања
испитане плоче

$$\alpha_{cr.x} := \frac{\sigma_{cr.p}}{|\sigma_1|}$$

$$\alpha_{cr.x} = 1.37$$

$$\alpha_{cr.tot} := \frac{1}{\frac{1 + \psi}{4 \cdot \alpha_{cr.x}} + \sqrt{\left(\frac{1 + \psi}{4 \cdot \alpha_{cr.x}}\right)^2 + \frac{1 - \psi}{2 \cdot (\alpha_{cr.x})^2}}$$

 мин. фактор оптерећења за
капацитет стабилности

$$\alpha_{cr.tot} = 1.37$$

$$\alpha_{ult} := \frac{f_y}{|\sigma_1|}$$

$$\alpha_{ult} = 1.707$$

 мин. фактор оптерећења за
границу чврстоће

$$\lambda_{rel.p} := \sqrt{\frac{\alpha_{ult}}{\alpha_{cr.tot}}}$$

$$\lambda_{rel.p} = 1.116$$

релативно виткост плоче

$$\rho_w := \min \left[\frac{\lambda_{rel.p} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{(\lambda_{rel.p})^2}, 1 \right] \quad \rho_w = 0.788$$

Фактор редукције

 у случају унутрашњег
притиска

Провера:

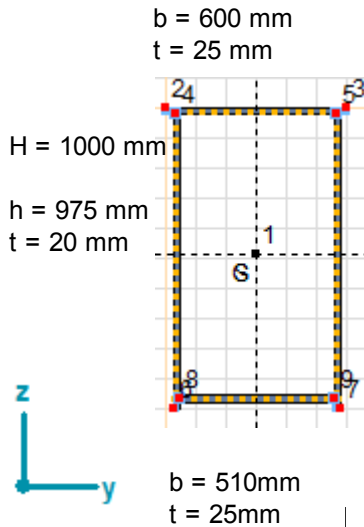
$$\frac{\sigma_1}{f_y \cdot \rho_w \cdot \gamma_{M1}} = 0.744 < 1$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 74.4 %

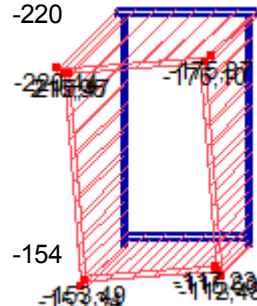
6.2. Главни носач - горњи појас

6.2.1. Анализа локалног избочавања



$A_x = 667,5 \text{ cm}^2$
 $I_y = 937631,0 \text{ cm}^4$
 $I_z = 346643,1 \text{ cm}^4$
 $i_y = 374,8 \text{ mm}$
 $i_z = 227,9 \text{ mm}$

напомена:
Анализа плоча класе 4 иста је као у предходном кораку (6.1)



Главни носач - горњи појас
-Nx
 σ_x (max)

$c_{w.tc} := 975 \text{ mm}$
 $t_{w.tc} := 20 \text{ mm}$
 $\frac{c_{w.tc}}{t_{w.tc}} = 48.75 < 42 \cdot \epsilon = 34$

Ребро, класа 4

$c_{f.tc} := 510 \text{ mm} - 2 \cdot 20 \text{ mm} = 470 \text{ mm}$

$t_{f.tc} := 25 \text{ mm}$
 $\frac{c_{f.tc}}{t_{f.tc}} = 18.8 < 33 \cdot \epsilon = 27$

Фланша, класа 1

Расподела критичног напона:

-Nx
1,35*steel 1,35*conc. 1,35*bed
1,35*rail

1,29*SW_2_L_T/B-003
1,29*SW_2_R-003

1,2*sw_1_L 1,2*sw_3_L
1,5*wind_R

случај унутрашњег притиска (случај притиска)

$c/t < 33\epsilon \rightarrow$ 1.класа.
 $c/t < 38\epsilon \rightarrow$ 2.класа.
 $c/t < 42\epsilon \rightarrow$ 3.класа.

случај унутрашњег притиска (случај притиска)

$c/t < 33\epsilon \rightarrow$ 1.класа.
 $c/t < 38\epsilon \rightarrow$ 2.класа.
 $c/t < 42\epsilon \rightarrow$ 3.класа.

Метода смањеног напона (локално избочавање) главни носач - горњи појас

$\sigma_1 := 220 \frac{N}{\text{mm}^2}$

$k_\sigma := 4$ - унутрашњи притисак
 - случај притиска

напомена: фактор редукије 'ρ' дефинисана је под претпоставком притиснутог попречног пресека.

$\psi := 1$
 - фактор за редукију напона
 - случај притиска

Провера:

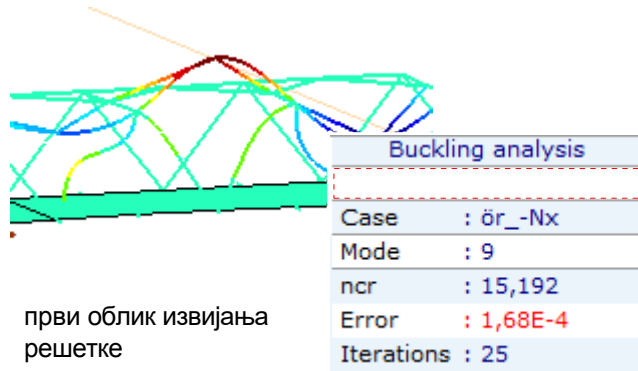
$\frac{\sigma_1}{f_y \cdot \rho_w} = 0.826 < 1$
 γ_{M1}

check = "ADEQUATE"

utilization = 82.6%

6.2.2. Анализа извијања-у две равни (генерализовани α -метод)
Напомена:

Анализа извијања се спроводи према криви извијања 'c'


 први облик извијања
решетке

Ојлерова виткост:

$$\lambda_1 = 76.399$$

 максимална нормална сила у
критичним пресецима:

$$N_{x.Ed} := 11110 \text{ kN}$$

површина попречног пресека:

$$A_{km} := 667.5 \text{ cm}^2$$

дужина елемента:

$$l_{tr.z} := 7000 \text{ mm}$$

полупречник инерције:

$$i_z := 227.9 \text{ mm}$$

**у равни решеткиаог носача
(избочавање око 'y' осе)**

$$\alpha_{cr.y} := 15.192 \quad \text{критичан фактор оптерећења}$$

$$\alpha_y := 0.49 \quad \text{фактор несавршености}$$

$$N_{cr.y} := \alpha_{cr.y} \cdot |N_{x.Ed}| \quad N_{cr.y} = 168783 \cdot \text{kN}$$

релативна виткост

$$\lambda_{f.y} := \sqrt{\frac{A_{km} \cdot f_y}{N_{cr.y}}} \quad \lambda_{f.y} = 0.375$$

коеф. за одређивање фактора редукције

$$\phi_y := \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{f.y} - 0.2) + \lambda_{f.y}^2}{2} \quad \phi_y = 0.613$$

фактор редукције избочавања

$$\chi_y := \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_{f.y}^2}}, 1.0 \right) \quad \chi_y = 0.911$$

$$N_{b.Rd.y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.y} = 21578 \cdot \text{kN}$$

 check_y = "ADEQUATE"

 utilization_y = 51.5.%

**Управно на решеткиаог носач
(избочавање око 'z' осе)**

$$\nu_z := 1 \quad \text{дужина избочавања}$$

$$\alpha_z := 0.49 \quad \text{фактор несавршености}$$

$$\lambda_z := \frac{\nu_z \cdot l_{tr.z}}{i_z} \quad \lambda_z = 30.715$$

релативна виткост

$$\lambda_{f.z} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \quad \lambda_{f.z} = 0.402$$

коеф. за одређивање фактора редукције

$$\phi_z := \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{f.z} - 0.2) + (\lambda_{f.z})^2}{2} \quad \phi_z = 0.63$$

фактор редукције избочавања

$$\chi_z := \min \left[\frac{1}{\phi_z + \sqrt{(\phi_z)^2 - (\lambda_{f.z})^2}}, 1 \right] \quad \chi_z = 0.896$$

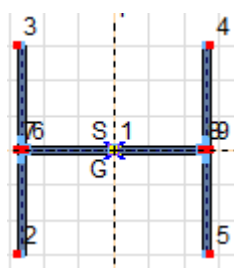
$$N_{b.Rd.z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.z} = 21238 \cdot \text{kN}$$

 check_z = "ADEQUATE"

 utilization_z = 52.3.%

6.3. Главни носач - решетка (T1) 6.3.1. Local buckling analysis

b = 600 mm
t = 25 mm

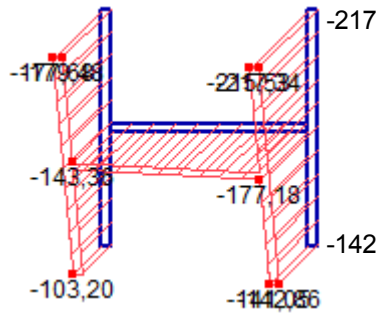


H = 550mm
h = 500mm
t = 18mm

A.x = 390,0 cm²
I.y = 90024,3 cm⁴
I.z = 225625,0 cm⁴
i.y = 151,9 mm
i.z = 240,5 mm

напомена:

Анализа плоче 4 класе према истом поступку предходне тачке (6.1.)



Главни носач - решетка (T1) -N_x

σ_x (max)

$$c_{w,t1} := 500\text{mm}$$

$$t_{w,t1} := 18\text{mm}$$

$$\frac{c_{w,t1}}{t_{w,t1}} = 27.8 < 33 \cdot \epsilon = 27$$

Ребро, класа 1

$$c_{f,t1} := \frac{600\text{mm}}{2} - \frac{18\text{mm}}{2} = 291\text{mm}$$

$$t_{f,t1} := 25\text{mm}$$

$$\frac{c_{f,t1}}{t_{f,t1}} = 11.64 < 14 \cdot \epsilon = 11$$

Фланша, класа 4

Расподела напона:

-N_x

1,35*steel 1,35*conc.
1,35*bed 1,35*rail

1,29*SW_2_L_T/B-022
1,29*SW_2_R_T/B-022

1,2*sw_2_L 1,2*sw_2_R
1,2*sw_3_R

1,5*1*wind_L

класификација унутрашњег притиска (случај притиска)

c/t < 33ε -> 1. класа

c/t < 38ε -> 2. класа

c/t < 42ε -> 3. класа

класификација фланше (случај притиска)

c/t < 9ε -> 1. класа

c/t < 10ε -> 2. класа

c/t < 14ε -> 3. класа

Метода смањеног напона (локално избочавање) главни носач - решетка (T1)

$$\sigma_1 := 217 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

k_σ := 0.43 - фланше
- случај притиска

напомена: фактор редукције 'ρ' дефинисана је под претпоставком да су пресеци у стању притиска

ψ := 1 - фактор расподеле напона
- случај притиска

Провера

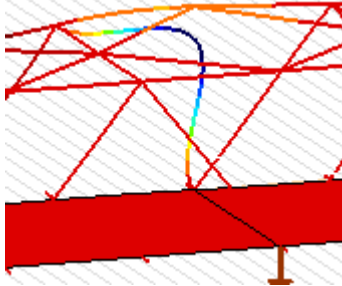
$$\frac{\sigma_1}{f_y \cdot \rho_f} = 0.658 < 1$$

γ_{M1} check = "ADEQUATE"

utilization = 65.8%

6.3.2. Анализа извијања - у две равни (генерализовани а-метод)
напомена:

За анализу заварених 'I' профила, узима се у обзир крива извијања 'b' за јачу осу, док се за слабију осу у обзир узима крива извијања 'c'.



преи облик извијања
решетке

Buckling analysis	
Case	: rr1
Mode	: 2
ncr	: 9,273
Error	: 9,25E-8
Iterations	: 25
Part	: rr

Ојлерова виткост

$$\lambda_1 = 76.399$$

максимална нормална сила у критичним пресецима

$$N_{x.Ed} := 6250 \text{ kN}$$

површина попречног пресека

$$A_{km} := 390 \text{ cm}^2$$

дужина

$$l_{rr} := 11090 \text{ mm}$$

минимални полупречник инерције

$$i_z := 240.5 \text{ mm}$$

напомена:

Анализа извијања у обе равни се врши према истом поступку из предходне тачке . (6.2.2.)

$$N_{b.Rd.y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.y} = 11758 \cdot \text{kN}$$

check_y = "ADEQUATE"

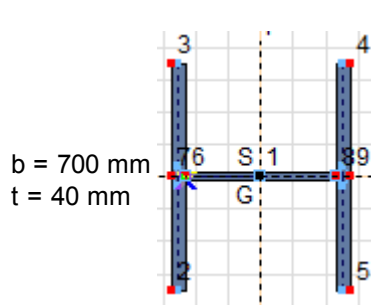
$$\text{utilization}_y = 53.2\%$$

$$N_{b.Rd.z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.z} = 11564 \cdot \text{kN}$$

check_z = "ADEQUATE"

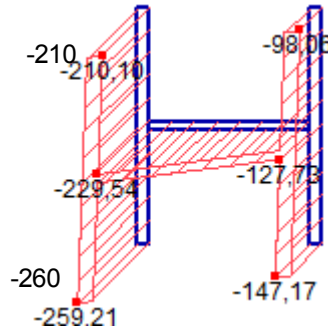
$$\text{utilization}_z = 54\%$$

6.4. Главни носач - решетка (Т2)
6.4.1. Локална анализа избочавања



H = 550mm
h = 470 mm
t = 25 mm

A.x = 677,5 cm²
I.y = 228727,9 cm⁴
I.z = 386516,5 cm⁴
i.y = 183,7 mm
i.z = 238,9 mm



Главни носач - решетка (Т2)
-Nx
σ.x (max)

$$c_{w,rr} := 470\text{mm}$$

$$t_{w,rr} := 25\text{mm}$$

$$\frac{c_{w,rr}}{t_{w,rr}} = 18.8 < 33 \cdot \epsilon = 27$$

Ребро, класа 1

$$c_{f,rr} := \frac{700\text{mm}}{2} - \frac{25\text{mm}}{2} = 338\text{mm}$$

$$t_{f,rr} := 40\text{mm}$$

$$\frac{c_{f,rr}}{t_{f,rr}} = 8.4 < 14 \cdot \epsilon = 11$$

Фланша, класа 3

Расподела
напона:

-Nx

1,35*steel 1,35*conc.
1,35*bed 1,35*rail

1,29*SW_2_L_T/B-019
1,29*SW_2_R_T/B-020

1,2*sw_2_R 1,2*sw_3_R
1,5*wind_L

класификација
унутрашњег притиска
(случај притисак)

c/t < 33ε -> 1. класа

c/t < 38ε -> 2. класа

c/t < 42ε -> 3. класа

класификација фланше
(случај притиска)

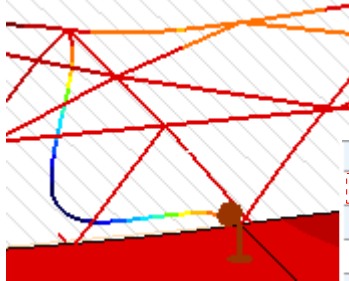
c/t < 9ε -> 1. класа

c/t < 10ε -> 2. класа

c/t < 14ε -> 3. класа

6.4.2. Анализа извијања - у две равни (генерализовани α -метод)
напомена:

За анализу заварених 'I' профила, узима се у обзир крива извијања 'b' за јачу осу, док се за слабију осу у обзир узима крива извијања 'c'.



преи облик извијања
решетке

Buckling analysis	
Case	: rr2
Mode	: 4
ncr	: 11,880
Error	: 7,74E-4
Iterations	: 25

Ојлерова виткост

$$\lambda_1 = 76.399$$

максимална нормална сила у критичним пресецима

$$N_{x.Ed} := 12102 \text{ kN}$$

површина попречног пресека

$$A_{km} := 677.5 \text{ cm}^2$$

дужина елемената

$$l_{tr} := 11090 \text{ mm}$$

минимални полупречник инерције

$$i_z := 238.9 \text{ mm}$$

напомена:

Анализа извијања у обе равни се врши према истом поступку из предходне тачке . (6.2.2.)

$$N_{b.Rd.y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.y} = 21467 \cdot \text{kN}$$

check_y = "ADEQUATE"

$$\text{utilization}_y = 56.4\%$$

$$N_{b.Rd.z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd.z} = 20040 \cdot \text{kN}$$

check_z = "ADEQUATE"

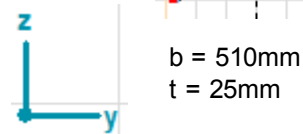
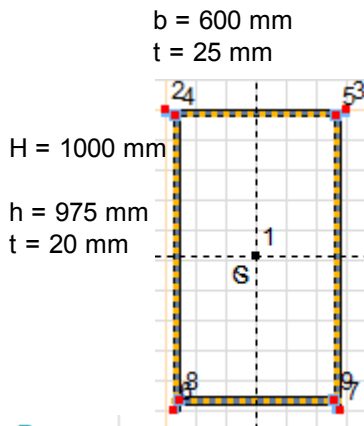
$$\text{utilization}_z = 60.4\%$$

6.4.3. Извијање услед аксијалне силе и момента савијања

Доминантно је аксијално дејство, па је меродавна контрола на чисто извијање.

6.5. Главни носач - портал

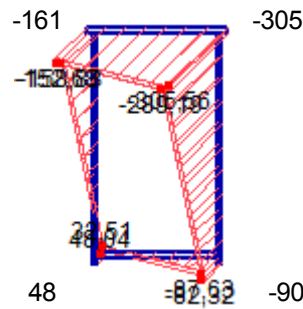
6.5.1. Анализа локалног избочавања



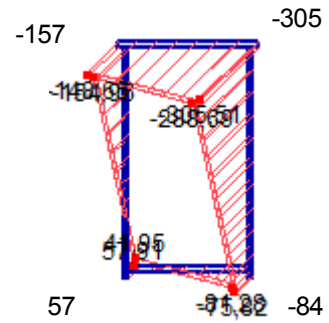
$A.x = 667,5 \text{ cm}^2$
 $I.y = 937631,0 \text{ cm}^4$
 $I.z = 346643,1 \text{ cm}^4$
 $i.y = 374,8 \text{ mm}$
 $i.z = 227,9 \text{ mm}$

напомена:

Анализа плоче 4 класе према истом поступку предходне тачке (6.1.)



Главни носач - крајњи стуб - $N_x \sigma.x$ (max)



Главни носач - крајњи стуб - $M_y \sigma.x$ (max)

Расподела напона:

- N_x

1,35*steel 1,35*conc. 1,35*bed 1,35*rail
 1,29*SW_2_L_T/B-005 1,29*SW_2_R_T/B-005
 1,2*sw_1_L 1,2*sw_3_L 1,5*wind_R

$c_{f,ep} := 510\text{mm} - 2 \cdot 25\text{mm} = 460\text{mm}$ случај унутрашњег притиска (само притисак)

$t_{f,ep} := 25\text{mm}$

$\frac{c_{f,ep}}{t_{f,ep}} = 18.4 < 33 \cdot \epsilon = 27$

$c/t < 33\epsilon \rightarrow 1.$ класа
 $c/t < 38\epsilon \rightarrow 2.$ класа
 $c/t < 42\epsilon \rightarrow 3.$ класа

Фланша, класа 1

$c_{w,ep} := 975\text{mm}$ $\psi := \frac{-90}{-305}$

$t_{w,ep} := 20\text{mm}$ $\psi = 0.295$

$\frac{c_{w,ep}}{t_{w,ep}} = 48.75 < \frac{42 \cdot \epsilon}{0.67 + 0.33\psi} = 44.5$

случај унутрашњег притиска (момент савијања и сила притиска)

Ребро, класа 4

Метода смањеног напона (локално избочавање) главни носач - крајњи стуб

$$\sigma_1 := 305 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_\sigma := \frac{8.2}{1.05 + \psi} \quad k_\sigma = 6.1$$

- унутрашњи притисак
- случај притиска

напомена: фактор редукције 'r' дефинисана је под претпоставком да су пресеци у стању притиска

$\psi = 0.295$

фактор за расподелу напона

Провера:

$$\frac{\sigma_1}{f_y \cdot \rho_w} = 0.931 < 1$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 93.1%

6.5.2. Анализа избочавања - у две равни

напомена: крива извијања "с" је узета у обзир

дужина елемента

$$l_{gr} := 11090 \text{ mm}$$

минимални полупречник инерције

$$i_z := 227.9 \text{ mm} \quad i_y := 374.8 \text{ mm}$$

**У равни решеткастог носача
(савијање око 'y' осе)**

$$\nu_y := 0.75 \quad \text{фактор избочавања}$$

$$\alpha_y := 0.49 \quad \text{фактор несавршености}$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y l_{gr}}{i_y} \quad \lambda_z = 46.421$$

релативна виткост

$$\lambda_{f,y} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \quad \lambda_{f,y} = 0.29$$

 одређивање χ фактора

$$\phi_y := \frac{1 + \alpha_y (\lambda_{f,y} - 0.2) + (\lambda_{f,y})^2}{2} \quad \phi_y = 0.564$$

фактор редукције

$$\chi_y := \min \left[\frac{1}{\phi_y + \sqrt{(\phi_y)^2 - (\lambda_{f,y})^2}}, 1 \right] \quad \chi_y = 0.954$$

$$N_{b,Rd,y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b,Rd,y} = 22606 \cdot \text{kN}$$

 check_y = "ADEQUATE"

 utilization_y = 38.0%

Ојлерова виткост

$$\lambda_1 = 76.399$$

гранична нормална сила

$$N_{x,Ed} := 8586 \text{ kN}$$

површина попречног пресека

$$A_{km} := 667.5 \text{ cm}^2$$

**Управна равна
(савијање око 'z' осе)**

$$\nu_z := 1 \quad \text{фактор избочавања}$$

$$\alpha_z := 0.49 \quad \text{фактор несавршености}$$

$$\lambda_z := \frac{\nu_z l_{gr}}{i_z} \quad \lambda_z = 48.662$$

релативна виткост

$$\lambda_{f,z} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \quad \lambda_{f,z} = 0.637$$

 одређивање χ фактора

$$\phi_z := \frac{1 + \alpha_z (\lambda_{f,z} - 0.2) + (\lambda_{f,z})^2}{2} \quad \phi_z = 0.81$$

фактор редукције

$$\chi_z := \min \left[\frac{1}{\phi_z + \sqrt{(\phi_z)^2 - (\lambda_{f,z})^2}}, 1 \right] \quad \chi_z = 0.763$$

$$N_{b,Rd,z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b,Rd,z} = 18087 \cdot \text{kN}$$

 check_z = "ADEQUATE"

 utilization_z = 47.5%

6.5.3. Утицај савијања и притиска
Улазни подаци

површина поп. пресека

$$A_{km} = 668 \cdot \text{cm}^2$$

дужина елемента

$$l_{rr} = 11090 \cdot \text{mm}$$

гранична нормалана сила у критичном елементу

$$N_{x.Ed} = 8586 \cdot \text{kN}$$

Рачунска отпорност при притиску

$$N_{x.Rd} := A_{km} \cdot f_y \quad N_{x.Rd} = 23696 \cdot \text{kN}$$

$$\gamma_{M0} := 1$$

релативна виткост око 'y' и 'z' осе

$$\lambda_{f,y} = 0.29 \quad \lambda_{f,z} = 0.637$$

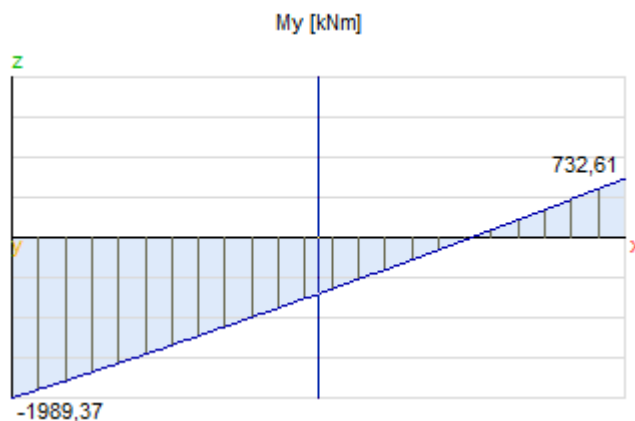
фактор редуковања избочавања око 'y' и 'z' осе

$$\chi_{Ny} := \chi_y \quad \chi_{Nz} := \chi_z$$

$$\chi_{Ny} = 0.954 \quad \chi_{Nz} = 0.763$$

отпорни момент инерције око 'y' и 'z' осе

$$W_y = 18752.6 \cdot \text{cm}^3 \quad W_z = 11554.8 \cdot \text{cm}^3$$



Момент савијања у равни носача (надаље: 'y' смер)

Однос момената:

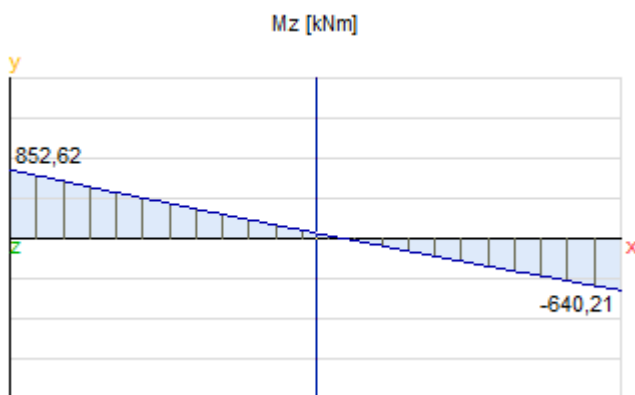
$$\psi_y := \frac{732}{-1989} \quad \psi_y = -0.368$$

Рачунски момент савијања око у-у осе:

$$M_{y.Ed} := 1198 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Рачунски опторни момент савијања око у-у осе:

$$M_{y.Rd} := \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad M_{y.Rd} = 6657.2 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$



Момент савијања управан на раван носача (надаље: 'z' смер)

Однос момената:

$$\psi_z := \frac{-640}{853} \quad \psi_z = -0.75$$

Рачунски момент савијања око z-z осе:

$$M_{z.Ed} := 172 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Рачунски опторни момент савијања око z-z осе:

$$M_{z.Rd} := \frac{W_z \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad M_{z.Rd} = 4101.9 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

Анализа стабилности

$$c_{my} := \max\left[(0.6 + 0.4 \cdot \psi_y), 0.4\right] \quad c_{my} = 0.453$$

$$c_{mz} := \max\left[(0.6 + 0.4 \cdot \psi_z), 0.4\right] \quad c_{mz} = 0.4$$

Фактори интеракције за елементе који нису подложни торзионим деформацијама

$$k_{yy} := c_{my} \cdot \left[1 + 0.6 \cdot \lambda_{f,y} \cdot \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Ny} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} \right] \quad k_{yy} = 0.483 \quad k_{zy} := 0.8 \cdot k_{yy} \quad k_{zy} = 0.386$$

$$k_{zz} := c_{mz} \cdot \left[1 + 0.6 \cdot \lambda_{f,z} \cdot \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Nz} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} \right] \quad k_{zz} = 0.473 \quad k_{yz} := k_{zz} \quad k_{yz} = 0.473$$

напомена: вредност χ_{LT} једнака је са 1,0 због облика "с"-пресека $\chi_{LT} := 1.0$

Избочавање управно на раван решеткастог носача (+) момент управан на раван избочавања носача (под претпоставком да бочно торзионо извијање није критично) (+) утицај момента савијања у равни носача.

unity:

$$a := \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Ny} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rd}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rd}}{\gamma_{M1}}} = 48.6\% < 1$$

check = "ADEQUATE"

Избочавање у равни решеткастог носача (+) момент савијања у равни решеткастог носача (под претпоставком да бочно торзионо извијање није критични) (+) утицај момента савијања у равни носача.

unity:

$$b := \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Nz} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rd}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rd}}{\gamma_{M1}}} = 56.4\% < 1$$

check = "ADEQUATE"

6.6. Попречни носачи

Анализа локалног избочавања
Анализа извијања - у две равни Бочно
 извијање, савијање + притисак

Попречни носачи су затегнути с обзиром да су спрегнути са АБ плочом. Анализа стабилности је непотребна.

7. Гранична стања употребљивости

Гранична стања употребљивости су контролисана за два екстремна случаја:

- коловозна плоча учествује са бруто попречним пресеком;
- коловозна плоча са редуковано аксијалном крутошћу (5% пресека је ефективно);

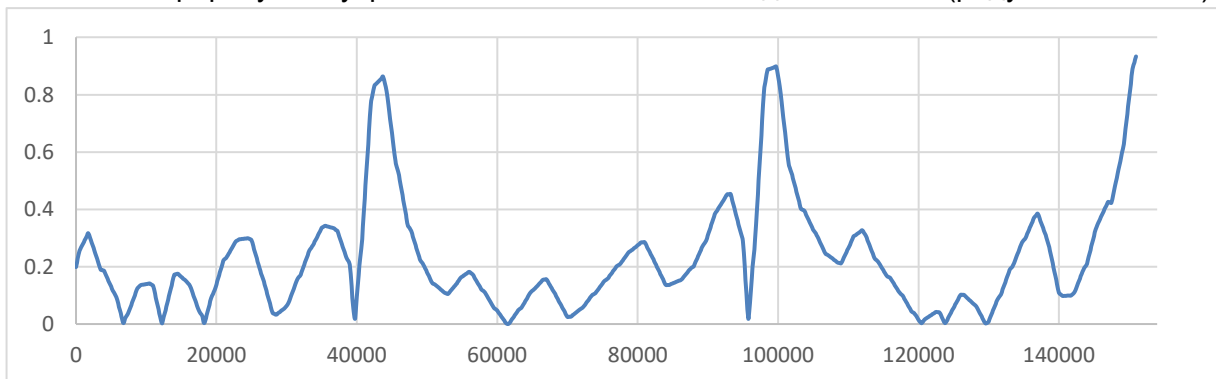
7.1. Вертикална убрзања коловозне конструкције моста

Контрола није спроведена јер је за главни систем усвојен континуалан носач, па динамичку анализу није потребно спровести.

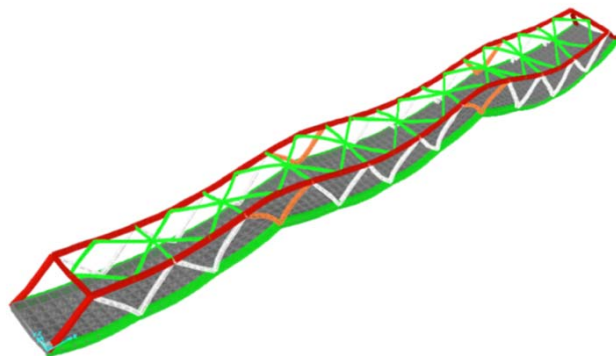
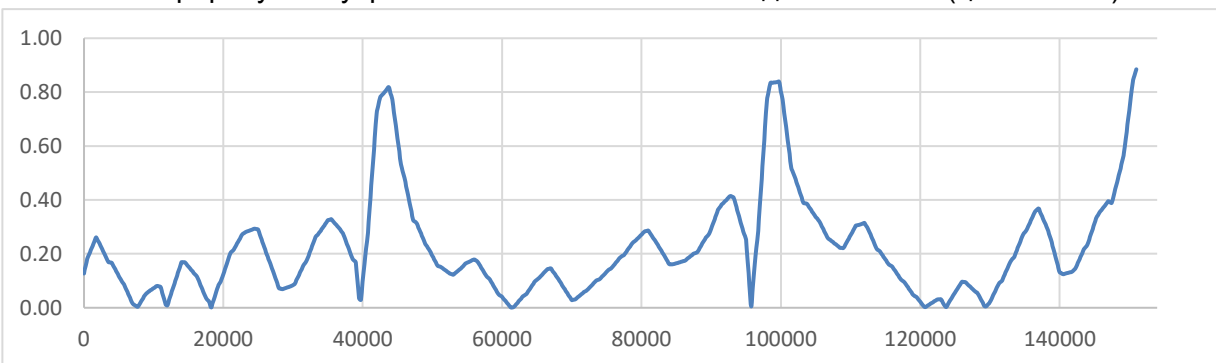
7.2. Увртање коловозне конструкције

Прорачуном су добијена максимална увртања коловозне конструкције од $t_{\max} = 0.8\text{mm} < 3.0\text{mm}$.

Слика 7.1: Прорачунато увртање коловозно табле испод 1.Колосека (редукована плоча)



Слика 7.2: Прорачунато увртање коловозно табле испод 1.Колосека (цела плоча)

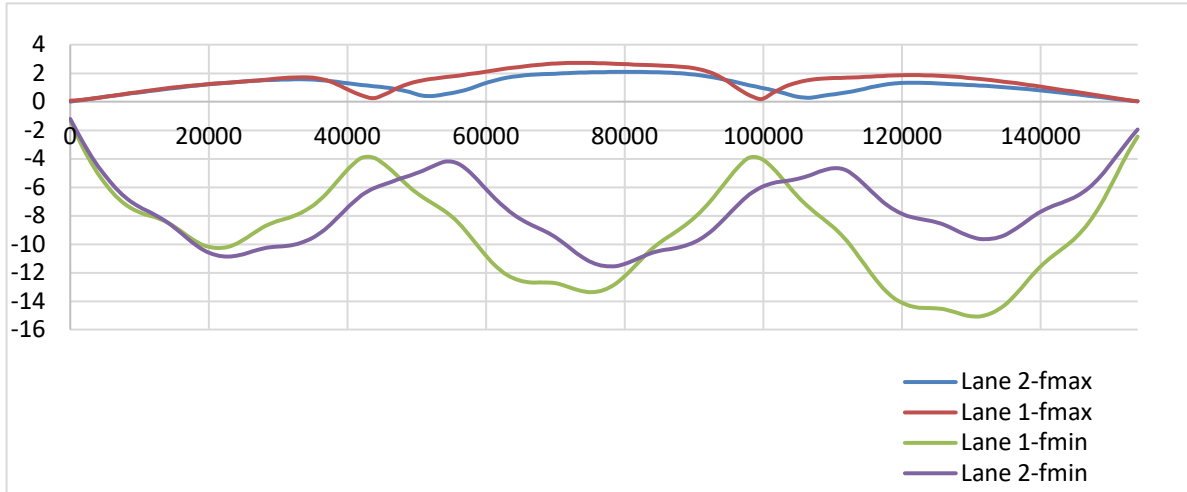


7.3. Вертикална деформација коловозне конструкције моста

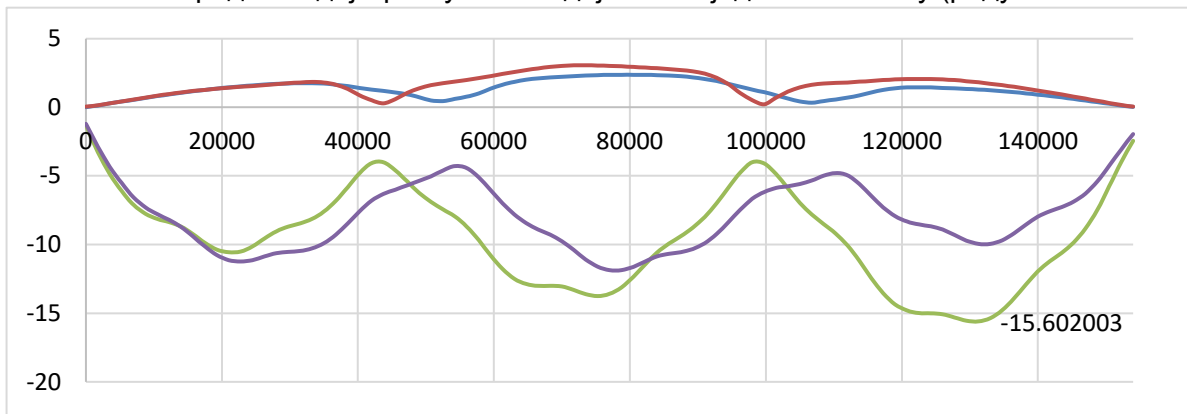
7.3.1. Контрола угиба

Према SRPS EN 1990:2012, члан А 2.4.4.2.3 контрола вертикалног угиба за двоколосечне мостове:

Слика 7.3: Меродаван дијаграм угиба за дејство на једном колосеку



Слика 7.4: Меродаван дијаграм угиба за дејство на једном колосеку (редукована плоча)



Максимални угиб конструкције: $w_{LM71,sr} = -15.60$ mm

Угиб на месту лежишта: $w_{LM71,osl} = -1.00$ mm

Чист деформацијски угиб: $w_{LM71,def} = -14.60$ mm $\rightarrow \delta = 14\text{ mm} < \frac{L}{800} = 70\text{ mm}$

Према смерницама немачких железница, швајцарског стандарда SIA 260 и смерница Европске комисије за случај када није потребно опсежно одржавање колосека :

$$\delta_{sia} = 14\text{ mm} < \frac{L}{2600} = 21,53\text{ mm}$$

Угиби у средњем пољу

напомена:

Због угиба моста, утицај сталног оптерећења се не узима у обзир у анализи вертикалних померања.

Анализа је спроведена са комбинацијом е₂₆₀₀.

-e.z

е₂₆₀₀ LM71

1,3*LM71-Q_R-011

1,3*LM71_q_R-008 - 014

-e.z

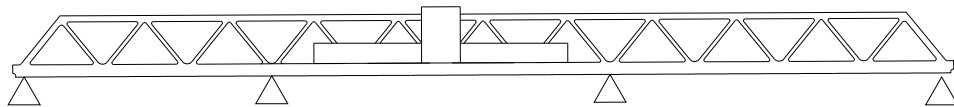
е₂₆₀₀ SW2

1,075*SW_2_R-011

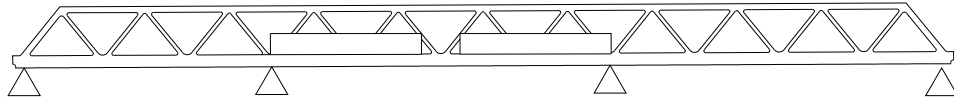
напомена:

Комбинација оптерећења приказује да оптерећење дејствује само на једној страни.

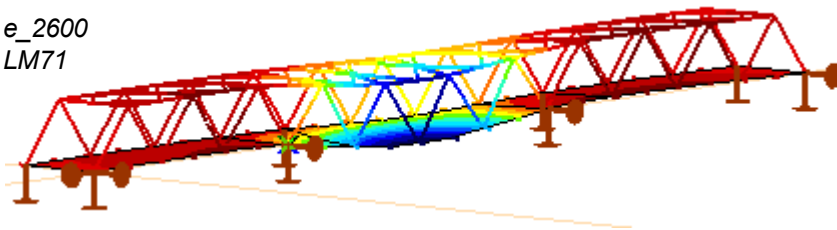
е₂₆₀₀
LM71



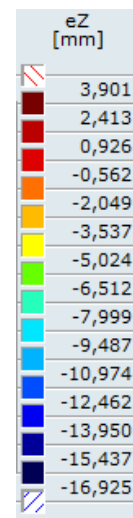
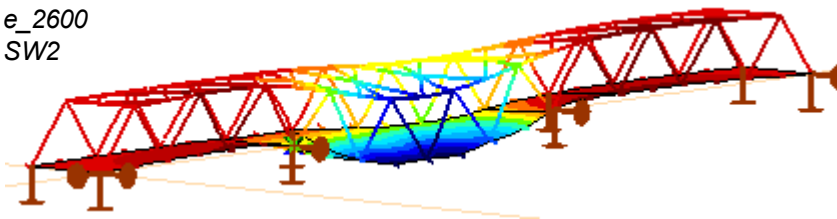
е₂₆₀₀
SW2



е₂₆₀₀
LM71



е₂₆₀₀
SW2

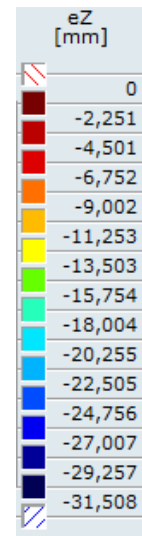
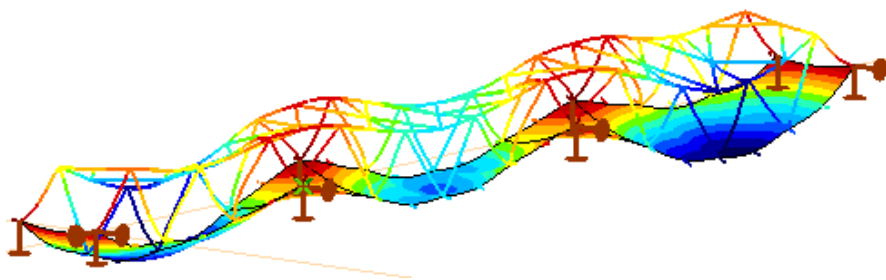


е_{е₂₆₀₀} := 17mm вредност вертикалног померања услед комбинације е₂₆₀₀

L := 56.0m укупна дужина моста

$$e_{e_{2600}} = 17 \cdot \text{mm} < \frac{L}{2600} = 21.5 \cdot \text{mm} \quad \text{ЗАДОВОЉАВА}$$

Вертикална померања услед сталног оптерећења

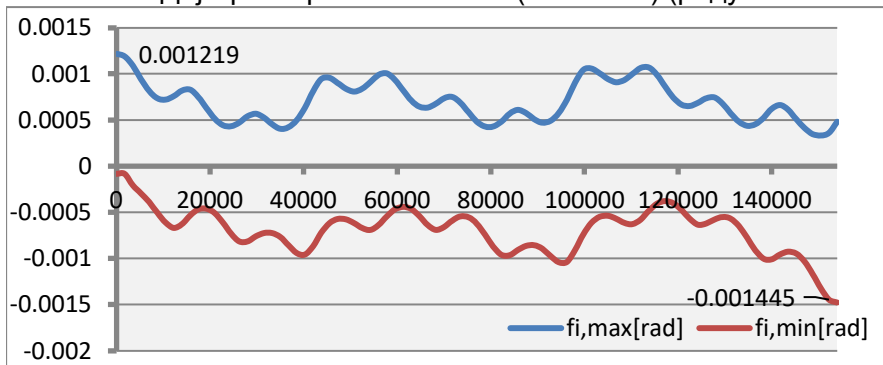


$e_z := 32\text{mm}$

укупан угиб

7.3.2. Према SRPS EN 1990:2012, контрола нагиба за двоколосечне мостове:

Слика 7.5: Дијаграм промене нагиба (MAX/MIN) (редукована плоча)



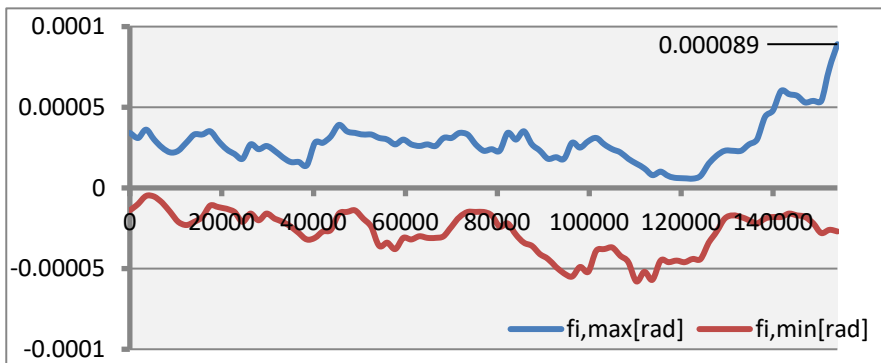
$$\phi_{LM71,max} = 1.2E-03 \text{ rad} \quad \phi_{LM71,min} = 1.4E-03 \text{ rad} \quad < \phi_{dop} = 3.5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Нагиб на преласку са насипа: $\phi_{LM71,max} = 1.4E-03 \text{ rad} \quad < \phi_{dop} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ rad}$

Напомена: Мередавна промена нагиба се срачунава за дејство мередавне шеме покретног оптерећења (LM71) на једном колосеку што је у складу са стандардом.

7.3.3. Попречна деформација конструкције

-максималне хоризонталне ротације коловоза на његовим крајевима око вертикалне осе:

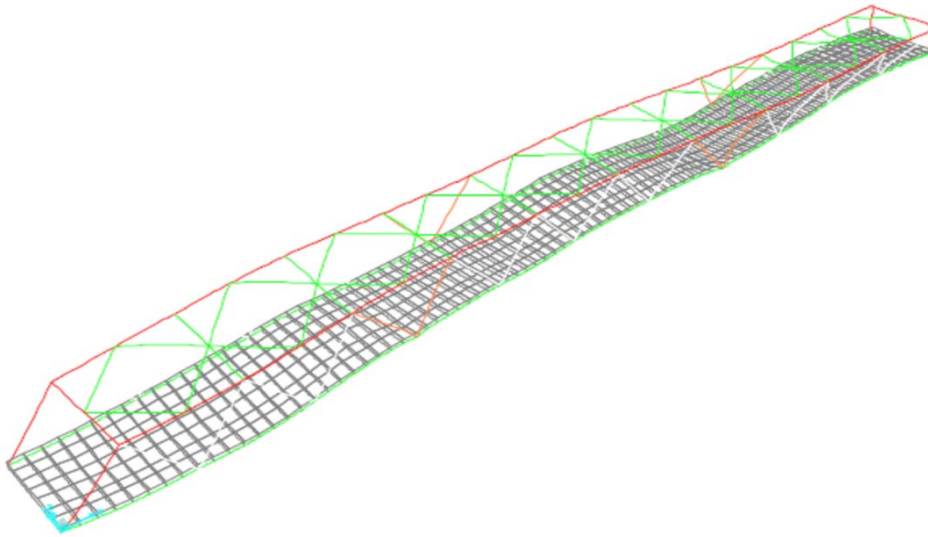


$$\alpha_{LM71,min} = 8.9E-05 \text{ rad} \quad \ll \quad \alpha_{dop} = 2.00E-03 \text{ rad}$$

Промена радијуса кривине се не контролише јер је мост у правцу.

-фреквенција првог латералног тона

Слика 7.5: Изглед латералног тона осциловања $f=5.37\text{Hz}$



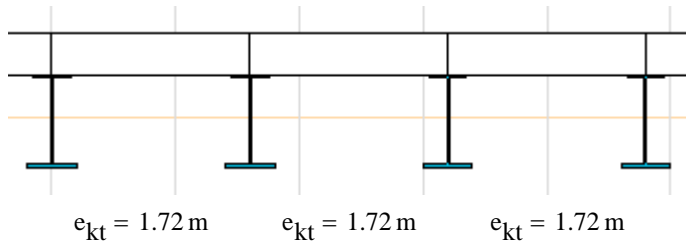
На Слици 2.11.5 је приказан латерални тон осциловања чија је фреквенција изнад границе прописане стандардом од 1.2 Hz.

8. Анализа спрегнутог попречног пресека

8.1. Уносни подаци

8.1.1. Спрегнута конструкција, ефективна ширина

$$v := 330\text{mm}$$



$$L_e := l_{kt} \quad L_e = 12650\text{mm} \quad \text{дужина}$$

ефективна ширина

$$b_{\text{eff}} := 2 \cdot \min\left(\frac{L_e}{8}, \frac{e_{kt}}{2}\right)$$

$$b_{\text{eff}} = 1.72\text{m}$$

8.1.2. Карактеристике материјала, течење и скупљање

8.1.2.1. Карактеристике материјала, челик и бетон

челик S355

$$f_y = 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_s = 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

бетон C35/45

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

$$f_{ctk.005} := 2.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c,tm} := \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) \cdot 0.30 \cdot (f_{ck, \text{dim}})^{\frac{2}{3}}$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5}$$

$$f_{ctd} := \frac{f_{ctk.005}}{\gamma_c}$$

$$E_c := 34100 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n_0 := \frac{E_s}{E_c} \quad n_0 = 6.158$$

$$\gamma_c := 1.5$$

Каракт. чврстоћа бетона на притисика

Катакт. чврстоћа бетона при аксијалном затзању

$$f_{cm} = 43 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност чврстоће бетона на притисак

$$f_{c,tm} = 3.21 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност аксијалног напрезања бетона

$$f_{cd} = 23.3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Рачунска чврстоћа бетона при притиску.

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

Рачунска вредност аксијалног напрезања

8.1.2.2. Карактеристике материјала - ефекти скупљања

$$A_c := b_{\text{eff}} \cdot v \quad u := 2 \cdot e_{kt}$$

$$h_0 := \frac{2 \cdot A_c}{u} \quad h_0 = 330 \cdot \text{mm} \quad \begin{array}{l} \text{2x површина бетона /} \\ \text{изложена ваздуху} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{фактор оптерећења за случај} \\ \text{течења} \end{array}$$

$$RH := 70\% \quad \begin{array}{l} \text{релативна валжност} \\ \text{време доношења оптерећења} \end{array} \quad \psi_M := 1.1$$

$$t_0 := 21 \text{ (day)}$$

$$\alpha_1 := \left(\frac{35}{f_{\text{cm.dim}}} \right)^{0.7} \quad \alpha_2 := \left(\frac{35}{f_{\text{cm.dim}}} \right)^{0.2} \quad \alpha_3 := \left(\frac{35}{f_{\text{cm.dim}}} \right)^{0.5}$$

$$\alpha_1 = 0.866$$

$$\alpha_2 = 0.96$$

$$\alpha_3 = 0.902$$

утицај влажности

$$\Phi_{RH} := \left(1 + \frac{1 - RH}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_{0.\text{dim}}}} \cdot \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 \quad \Phi_{RH} = 1.32$$

утицај чврстоће бетона

$$\beta_{f,\text{cm}} := \frac{16.8}{\sqrt{f_{\text{cm.dim}}}} \quad \beta_{f,\text{cm}} = 2.562$$

ефекат времена оптерећења

$$\beta_{t0} := \frac{1}{0.1 + t_0^{0.20}} \quad \beta_{t0} = 0.516$$

ефекат током времена

$$\beta_c = \frac{t - t_0}{t - t_0 + \beta_H} \quad \begin{array}{l} t = \text{бесконечно} \\ \beta_c := 1 \end{array}$$

коэффициент течења

$$\Phi_0 := \Phi_{RH} \cdot \beta_{f,\text{cm}} \cdot \beta_{t0} \quad \Phi_0 = 1.745$$

коначна вредност коэф. за течење

$$\Phi_t := \Phi_0 \cdot \beta_c \quad \Phi_t = 1.745$$

модул еластичности улсед статичког опт. - течење

$$E_{c,M} := \frac{E_c}{1 + \psi_M \cdot \Phi_t} \quad E_{c,M} = 11680 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad n_M := \frac{E_s}{E_{c,M}} \quad n_M = 17.98$$

8.1.2.3. Скупљање

$$h_0 = 330 \cdot \text{mm} \quad \begin{array}{l} \text{2x површина бетона /} \\ \text{изложена ваздуху} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{фактор оптерећења за случај} \\ \text{течења} \end{array}$$

$$t_s := 1 \text{ (day)} \quad \begin{array}{l} \text{почетак скупљања} \\ \text{релативна влажност} \end{array} \quad \psi_{sh} := 0.55$$

$$RH = 70\%$$

Аутогено скупљање

$$\epsilon_{\text{ca.inf}} := 2.5 \cdot (f_{\text{ck,dim}} - 10) \cdot 10^{-6} \quad \epsilon_{\text{ca.inf}} = 6.25 \times 10^{-5}$$

$$\beta_{\text{as}} = 1 - \left(e^{-0.2 \cdot t^{0.5}} \right) \quad \begin{array}{l} t = \text{бесконечно време} \\ \beta_{\text{as}} := 1 \end{array}$$

$$\epsilon_{\text{ca}} := \beta_{\text{as}} \cdot \epsilon_{\text{ca.inf}} \quad \epsilon_{\text{ca}} = 6.25 \times 10^{-5}$$

Скупљање исушавањем

$$\beta_{RH} := 1.55 \cdot (1 - RH^3) \quad \beta_{RH} = 1.018$$

коефицијент у зависности од типа цемента

$$\alpha_{ds1} := 4 \quad \alpha_{ds2} := 0.12$$

основна вредност скупљања

$$f_{cm0} := 10 \frac{N}{mm^2}$$

$$\epsilon_{cd.0} := 0.85 \left[(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{\left(-\alpha_{ds2} \cdot \frac{f_{cm}}{f_{cm0}} \right)} \right] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} \quad \epsilon_{cd.0} = 3.41 \times 10^{-4}$$

$$\beta_{ds} = \frac{t - t_s}{t - t_s + 0.04 \cdot \sqrt{h_0^3}}$$

t = бесконачно време

$$\beta_{ds} := 1$$

коефицијент у зависности од h.0

$$k_h := 0.742$$

$$\epsilon_{cd} := \beta_{ds} \cdot k_h \cdot \epsilon_{cd.0}$$

$$\epsilon_{cd} = 2.53 \times 10^{-4}$$

Укупно скупљање

$$\epsilon_{cs} := \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd}$$

$$\epsilon_{cs} = 3.155 \times 10^{-4}$$

8.1.2.4. Карактеристике материјала, ефекти скупљања

фактор за старост бетона у тренутку оптерећења

$$\beta_{t0} := \frac{1}{0.1 + t_s^{0.20}} \quad \beta_{t0} = 0.909$$

ефекат током времена

$$\beta_c = \frac{t - t_0}{t - t_0 + \beta_H} \quad t = \text{бесконачно}$$

$$\beta_c := 1$$

почетна вредност коеф. за скупљање

$$\phi_0 := \phi_{RH} \cdot \beta_{f,cm} \cdot \beta_{t0} \quad \phi_0 = 3.075$$

коефицијент скупљања

$$\phi_t := \phi_0 \cdot \beta_c \quad \phi_t = 3.075$$

модул еластичности - скупљање

$$E_{c.sh} := \frac{E_c}{1 + \psi_{sh} \cdot \phi_t}$$

$$E_{c.sh} = 12670 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$n_{sh} := \frac{E_s}{E_{c.sh}}$$

$$n_{sh} = 16.575$$

8.1.3. Карактеристике материјала

челик; АБ; спрегнута конст. - идеалан пресек;

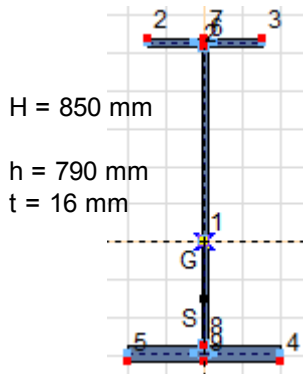
спрегнута конст. - идеалан пресек, течење; спрегнута конст, - идеалан

пресек, скупљање

8.1.3.1.
**Карактеристике
челичног поп. пресека**
челични носач

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$



$$b = 400 \text{ mm}$$

$$t = 40 \text{ mm}$$

$$S_x = 18586 \cdot \text{cm}^3 \quad \text{- статички момент инерције}$$

$$y_s = 536.5 \cdot \text{mm} \quad \text{- растојање од тежишта до врха}$$

$$\text{поп. пресека}$$

$$A_a = 34640 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{- површина поп. пресека}$$

$$I_a = 388780.3 \cdot \text{cm}^4 \quad \text{- момент инерције око 'y' осе}$$

8.1.3.3.
**Карактеристике материјала -
идеалан поп. пресек**

$$S_{x,i} := A_c \cdot \frac{1}{n_0} \cdot \frac{v}{2} + A_a \cdot (y_s + v) \quad S_{x,i} = 45224.4 \cdot \text{cm}^3 \quad \text{статички момент инерције}$$

$$A_i := \frac{A_c}{n_0} + A_a \quad A_i = 126807.4 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{површина попречног пресека}$$

$$y_{s,i} := \frac{S_{x,i}}{A_i} \quad y_{s,i} = 356.6 \cdot \text{mm} \quad \text{растојање од тежишта до}$$

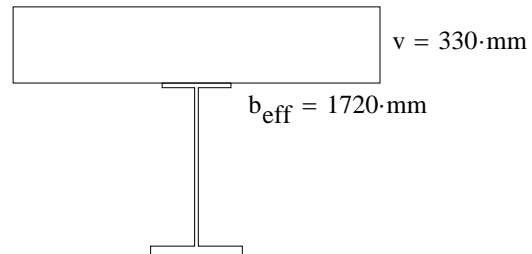
$$\text{замишљене x-осе}$$

$$I_i := \left[\frac{I_c}{n_0} + \left(\frac{A_c}{n_0} \right) \cdot \left(y_{s,i} - \frac{v}{2} \right)^2 \right] \dots \quad I_i = 1711534 \cdot \text{cm}^4 \quad \text{момент инерције око 'y' осе}$$

$$+ \left[I_a + A_a \cdot \left[(y_s + v) - y_{s,i} \right]^2 \right]$$

напомена:

Прорачун идеалних карактеристика с-одељка у случају скупљања и течења идентично је са изнад описаним методама.

8.1.3.2.
Карактеристике АБ бетона


$$\text{Површина} \quad A_c := (b_{\text{eff}} \cdot v) \quad A_c = 5676 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{Инерција} \quad I_c := \frac{b_{\text{eff}} \cdot v^3}{12} \quad I_c = 515097 \cdot \text{cm}^4$$

8.1.3.4. Карактеристике материјала - резиме

Челични пресек	спрегнути пресек $t=0$ краткотрајна оптерећења	спрегнути пресек $t=$ дуготрајна оптерећења	спрегнути пресек - скупљање
$I_a = 388780 \cdot \text{cm}^4$	$I_i = 1711534 \cdot \text{cm}^4$	$I_{i.M} = 1230288 \cdot \text{cm}^4$	$I_{i.sh} = 1267383 \cdot \text{cm}^4$
$A_a = 346.4 \cdot \text{cm}^2$	$A_i = 1268.1 \cdot \text{cm}^2$	$A_{i.M} = 662.1 \cdot \text{cm}^2$	$A_{i.sh} = 688.9 \cdot \text{cm}^2$
растојање од тежишта до врха челичног попр. пресека	растојање од тежишта спрегнуте конст.	растојање од тежишта спрегнуте конст.	растојање од тежишта спрегнуте конст.
$y_s = 536.5 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i} = 356.6 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i.M} = 532 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i.sh} = 517.8 \cdot \text{mm}$

напомена: Други момент је за у-у (јачу) осу.

8.2. Моделирање

У четири модела за спрегнуту конструкцију:

- не постоји модел са АБ плочом
- конструкција је моделирана са шест степени слободе, геометријски идентичан предходном
- крутост попречних носача су унета ручно, на основу четири различита стања 'идеалног попречног пресека'

Дакле, унутрашње силе су прорачунате на моделу за посебна оптерећења

- 'a' - челични одсек за оптерећења која дејствују само на челичном носачу
- 'i' - идеалан одсек $t=0$ краткотрајно оптерећење
- 'i.M' - идеалан одсек $t=$ стално оптерећење
- 'i,sh' - идеалан пресек за скупљање

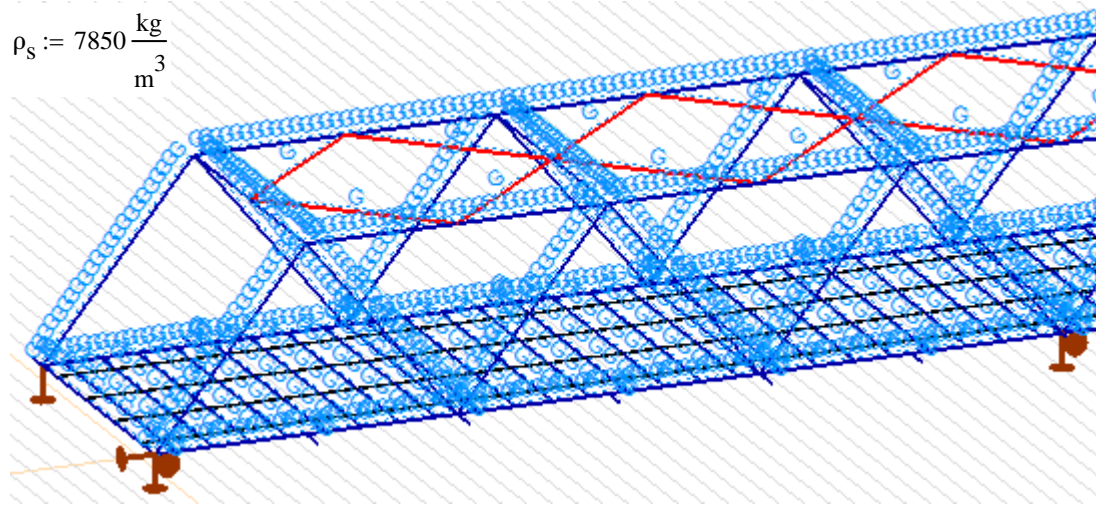
8.3. Оптерећења

8.3.1 Оптерећење челичног пресека (слободно) (модел: 'a')

напомена: Сопствена тежина и тежина АБ плоче су помножене са парцијалним фактором $\gamma.G=1,35..$

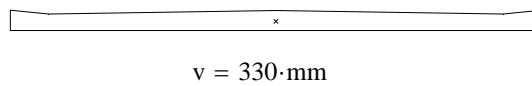
8.3.1.1. Сопствена тежина - челик

$$\rho_s := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

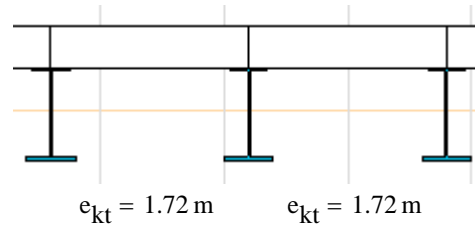


8.3.1.2. Сопствена тежина - АБ плоча

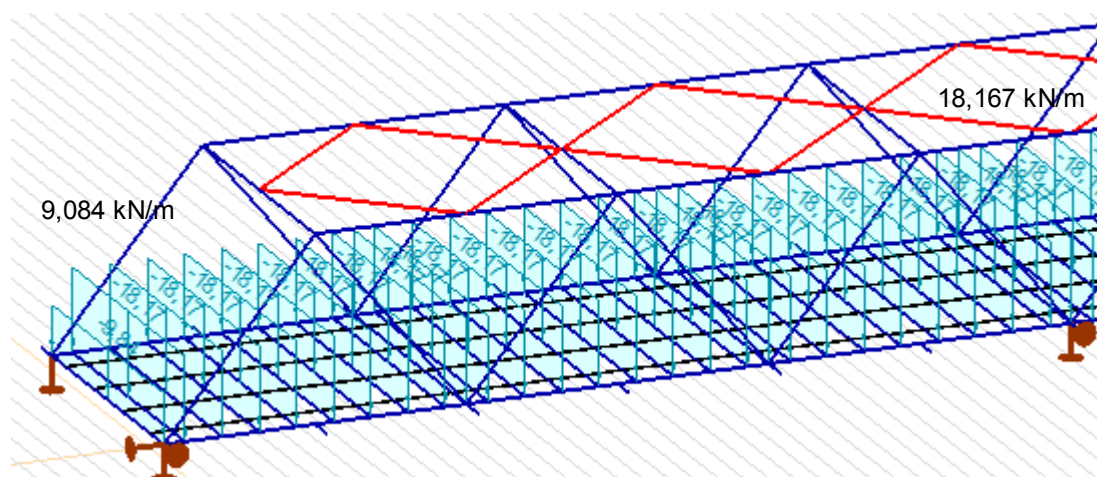
$$\rho_c := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad A_{rc} := 4.179 \text{m}^2$$



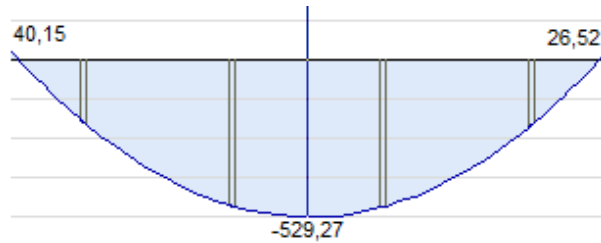
$$G_{rc} := A_{rc} \cdot e_{kt} \cdot \rho_c = 17970 \text{ kg}$$



$$q_{rc} := \frac{G_{rc} \cdot g}{9.7 \text{m}} \quad q_{rc} = 18.167 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



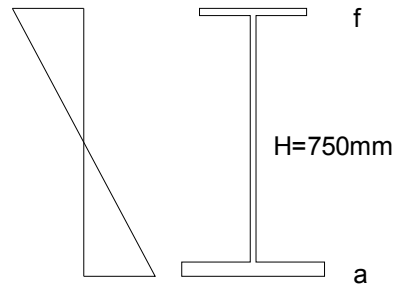
8.3.2. Челични поп. прес., унутрашње силе и напони (модел: 'a')



$$M_{Ed.1} := 529.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{a.f} := \frac{M_{Ed.1}}{I_a} \cdot (-y_s) \quad \sigma_{a.f} = -73 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{a.a} := \frac{M_{Ed.1}}{I_a} \cdot (750 \text{ mm} - y_s) \quad \sigma_{a.a} = 29.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$



8.3.3. Стално опт. спрегнутог попречног пресека (model: 'i.M')

напомена: Тежина застора и шина су помножена са парцијалном фактором $\gamma_G=1,35$.

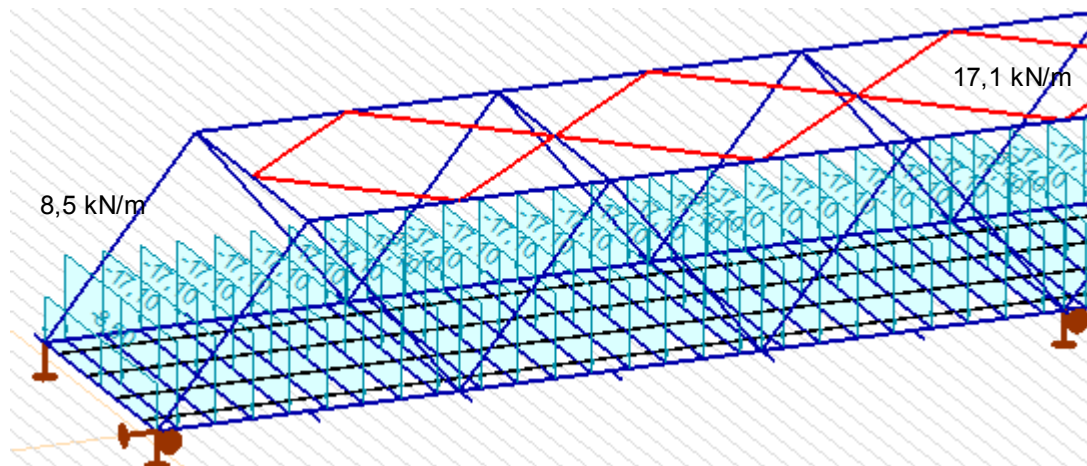
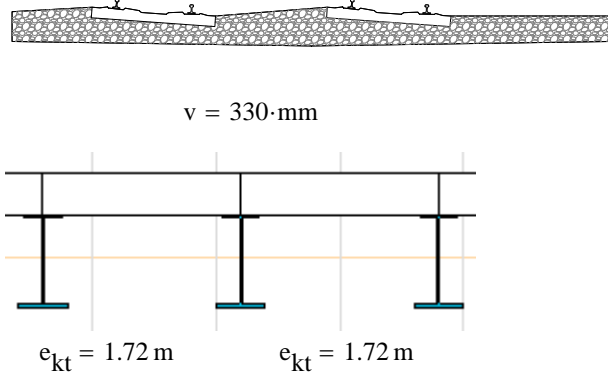
8.3.3.1. Застор

$$A_{bed} := 6.28 \text{ m}^2$$

$$V := A_{bed} \cdot e_{kt} \quad \gamma_{bed} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$V = 10.8 \text{ m}^3$$

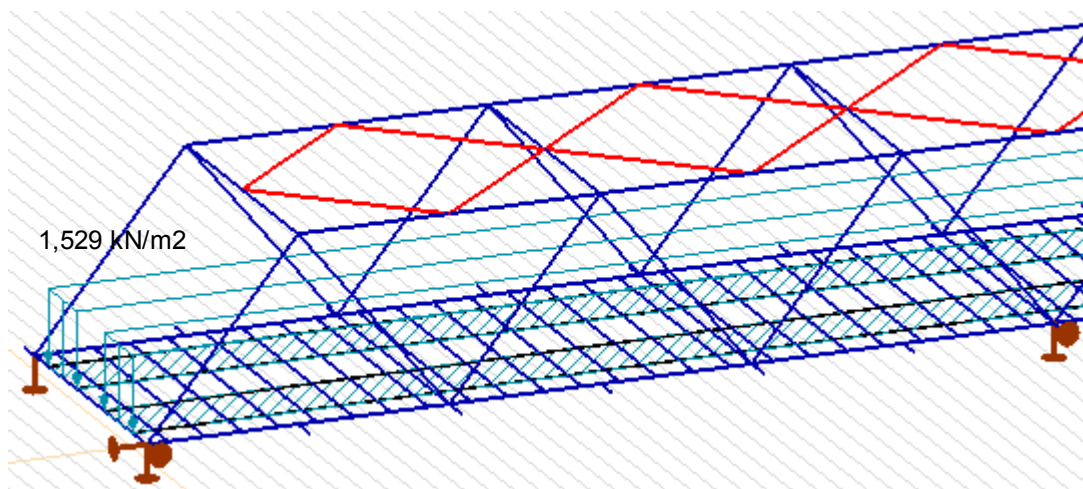
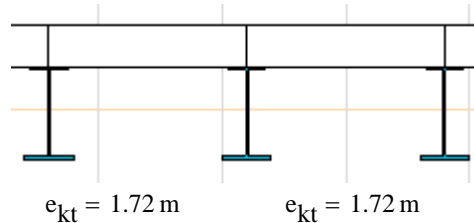
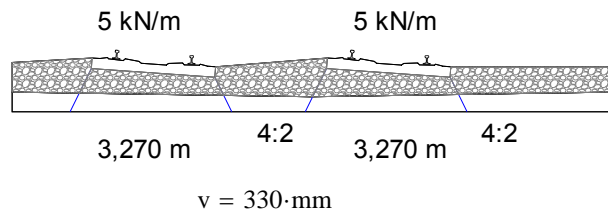
$$q_{bed} := \frac{V \cdot \gamma_{bed}}{12.65 \text{ m}} \quad q_{bed} = 17.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



8.3.3.2. Шине

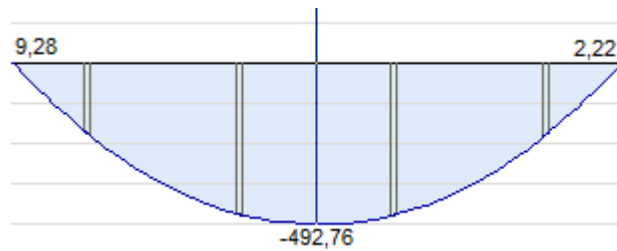
$$q_{\text{rail}} := \frac{5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot e_{\text{kt}}}{e_{\text{kt}} \cdot 3.270 \text{m}}$$

$$q_{\text{rail}} = 1.529 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



8.3.4. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (модел: 'i.M') (стално оптерећење)

$$M_{\text{Ed.2}} := 492.76 \text{kN} \cdot \text{m}$$



$$\sigma_{i.M.bf} := \left[\frac{M_{\text{Ed.2}}}{I_{i.M}} \cdot -(y_{s.i.M}) \right] \cdot \frac{1}{n_M}$$

$$\sigma_{i.M.bf} = -1.185 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.M.ba} := \left[\frac{M_{\text{Ed.2}}}{I_{i.M}} \cdot -(y_{s.i.M} - v) \right] \cdot \frac{1}{n_M}$$

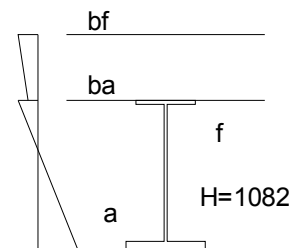
$$\sigma_{i.M.ba} = -0.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.M.f} := \frac{M_{\text{Ed.2}}}{I_{i.M}} \cdot -(y_{s.i.M} - v)$$

$$\sigma_{i.M.f} = -8.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.M.a} := \frac{M_{\text{Ed.2}}}{I_{i.M}} \cdot (1082 \text{mm} - y_{s.i.M})$$

$$\sigma_{i.M.a} = 22 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



8.3.5. Краткотрајна опт. спрегнутог поп. пресека (модел: 'i')

- 8.3.5.1. Корисно опт. - LM71
 Корисно опт. - SW2
 Корисно опт. - Трење/кочење

напомена:

Оптерећења услед LM71, SW2 и трења/кочења узимају се у обзир као и у претходним корацима.

напомена:

- У случају попречних носача, саобраћајно оптерећење је дефинисано следећом комбинацијом - гранични момент

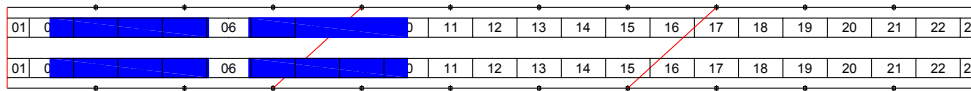
-My

1,4*SW_2_L_T/B-006

1,4*SW2_R_T/B-006

1,2*sw_3_L 1,2*sw_3_R

1,5*wind_R



8.3.5.2. Корисно оптерећење - бочни удар

Напомена:

Дејство бочног удара је проматрано као у претходним корацима. Дејство бочног удара се посматра на испитаном носачу.

8.3.5.3. Атмосферска дејства - Ветар

Напомена: Оптерећење ветром је помножено са парцијалним фактором $\gamma=1,5$.

Напомена: Оптерећење ветром је дефинисано као у претходним корацима

8.3.5.4. Атмосферска дејства - температурно опт. (неравномерна промена)

напомена: Парцијални фактор се не употребљује за прорачун утицаја температуре.

температурна разлика
 челичних и бетонских
 елемената

$$\Delta T := 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_c = 34100 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_c = 5676 \cdot \text{cm}^2$$

$$\epsilon_{\text{temp}} := \Delta T \cdot \alpha_T$$

$$N_{\text{temp}} := \epsilon_{\text{temp}} \cdot A_c \cdot E_c$$

$$M_{\text{temp}} := \epsilon_{\text{temp}} \cdot A_c \cdot E_c \cdot \left(y_{s,i} - \frac{v}{2} \right)$$

просечан коефицијент топлотног ширења за
 челик и бетон

$$\alpha_T := 1.1 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$$

модул еластичности бетона

ефективна површина поп.
 пресека

$$\epsilon_{\text{temp}} = 1.65 \times 10^{-4} \quad \text{напрезање бетона и челика}$$

$$N_{\text{temp}} = 3193.6 \cdot \text{kN}$$

$$M_{\text{temp}} = 612 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Нормална сила услед
 напрезања


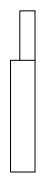
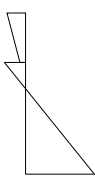
Момент услед ексцентрицитета
 нормалне силе

8.3.6. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (модел: 'i')

(краткотрајно оптерећење)

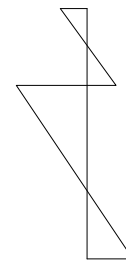
8.3.6.1. Атмосферска дејства - температура

Прорачун компонента напона:

<p>'1' $\sigma_{c.1} := \frac{N_{temp}}{A_c}$</p>	<p>$\sigma_{c.1} = 5.627 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	
<p>'1' $\sigma_{a.1} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	<p>$\sigma_{a.1} = 0 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	
<p>'2' $\sigma_{c.2} := \frac{(-1)N_{temp}}{A_i} \cdot \frac{1}{n_0}$</p>	<p>$\sigma_{c.2} = -4.09 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	
<p>'2' $\sigma_{a.2} := \frac{(-1)N_{temp}}{A_i}$</p>	<p>$\sigma_{a.2} = -25.185 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	
<p>'3' $\sigma_{c.3.bf} := \left[\frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i}) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$</p>	<p>'3' $\sigma_{a.3.f} := \frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i} - v)$</p>	
<p>'3' $\sigma_{c.3.ba} := \left[\frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i} - v) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$</p>	<p>'3' $\sigma_{a.3.a} := \frac{M_{temp}}{I_i} \cdot (1082mm - y_{s.i})$</p>	
<p>$\sigma_{c.3.bf} = -2.071 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	<p>$\sigma_{a.3.f} = -0.953 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	
<p>$\sigma_{c.3.ba} = -0.155 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	<p>$\sigma_{a.3.a} = 25.938 \cdot \frac{N}{mm^2}$</p>	

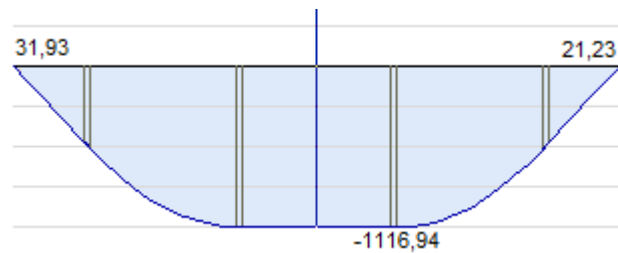
Сума компонента напона:

	'1'	'2'	'3'	(-) притисак	(+) затезање
$\sigma_{i2.bf} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.bf}$				$\sigma_{i2.bf} = -0.534 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
$\sigma_{i2.ba} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.ba}$					$\sigma_{i2.ba} = 1.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$
$\sigma_{i2.f} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.f}$				$\sigma_{i2.f} = -26.1 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
$\sigma_{i2.a} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.a}$					$\sigma_{i2.a} = 0.8 \cdot \frac{N}{mm^2}$



**8.3.6.2. Корисно оптерећење - Саобраћај (SW2)
Атмосферска оптерећења - ветар**

$$M_{Ed,3} := 1117.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



$$\sigma_{i,bf} := \left[\frac{M_{Ed,3}}{I_i} \cdot (y_{s,i}) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$$

$$\sigma_{i,bf} = -3.783 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i,ba} := \left[\frac{M_{Ed,3}}{I_i} \cdot (y_{s,i} - v) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$$

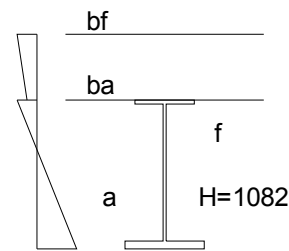
$$\sigma_{i,ba} = -0.3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i,f} := \frac{M_{Ed,3}}{I_i} \cdot (y_{s,i} - v)$$

$$\sigma_{i,f} = -1.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i,a} := \frac{M_{Ed,3}}{I_i} \cdot (1082 \text{ mm} - y_{s,i})$$

$$\sigma_{i,a} = 47.4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$


8.3.7. Оптерећења услед скупљања спрегнуте констрикције (модел: 'i.sh')

напомена: Парцијални фактор се не употребљује за прорачун скупљања.

напомена: Поступак прорачуна утицаја скупљања је идентичан поступку прорачуна у случају неједнаке температурне промене.

Услед прорачуна, вредности следећих фактора су промењена.

- ϵ_{temp} -> ϵ_{cs}
- $n.0$ -> $n.sh$
- $y_{s,i}$ -> $y_{s,i.sh}$
- $A.i$ -> $A.i.sh$
- $I.i$ -> $I.sh$

$$E_c = 34100 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

модул еластичности
(кратко трајна оптерећења)

$$A_c = 5676 \cdot \text{cm}^2$$

Ефективна површина поп.
пресека

$$\epsilon_{cs} = 3.155 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon_{cs} = 3.155 \times 10^{-4} \quad \text{напрезање бетона и челика}$$

$$N_{cs} := \epsilon_{cs} \cdot A_c \cdot E_c$$

$$N_{cs} = 6107.1 \cdot \text{kN}$$

Нормална сила услед
напрезања

$$M_{cs} := \epsilon_{cs} \cdot A_c \cdot E_c \cdot \left(y_{s,i.sh} - \frac{v}{2} \right)$$

$$M_{cs} = 2154.4 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

Момент услед ексцентрицитета
нормалне силе

**8.3.8. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (скупљање)
(модел: 'i.sh')**
Прорачун компонената напона:

$$'1' \quad \sigma_{c.1} := \frac{N_{cs}}{A_c} \quad \sigma_{c.1} = 10.759 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$'1' \quad \sigma_{a.1} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$'2' \quad \sigma_{c.2} := \frac{(-1)N_{cs}}{A_{i.sh}} \cdot \frac{1}{n_{sh}} \quad \sigma_{c.2} = -5.349 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$'2' \quad \sigma_{a.2} := \frac{(-1)N_{cs}}{A_{i.sh}} \quad \sigma_{a.2} = -88.656 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

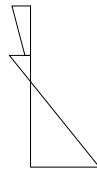
$$'3' \quad \sigma_{c.3.bf} := \left[\frac{M_{cs}}{I_{i.sh}} \cdot -(y_{s.i.sh}) \right] \cdot \frac{1}{n_{sh}}$$

$$'3' \quad \sigma_{a.3.f} := \frac{M_{cs}}{I_{i.sh}} \cdot -(y_{s.i.sh} - v)$$

$$'3' \quad \sigma_{c.3.ba} := \left[\frac{M_{cs}}{I_{i.sh}} \cdot -(y_{s.i.sh} - v) \right] \cdot \frac{1}{n_{sh}}$$

$$'3' \quad \sigma_{a.3.a} := \frac{M_{cs}}{I_{i.sh}} \cdot (1082\text{mm} - y_{s.i.sh})$$

$$\sigma_{c.3.bf} = -5.31 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$



$$\sigma_{a.3.f} = -31.921 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{c.3.ba} = -1.926 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{a.3.a} = 95.913 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Сума компонената напона:
'1' '2' '3'
(-) притисак
(+) затезање

$$\sigma_{sh.bf} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.bf}$$

$$\sigma_{sh.bf} = 0.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{sh.ba} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.ba}$$

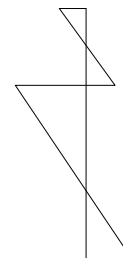
$$\sigma_{sh.ba} = 3.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{sh.f} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.f}$$

$$\sigma_{sh.f} = -120.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{sh.a} := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.a}$$

$$\sigma_{sh.a} = 7.3 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$



8.4. Провера чврстоће (t=бесконечно.)

Провера чврстоће врши се у времену t=бесконечно, након укупног течења и скупљања спрегнуте конструкције.

напомена: (+) затезање (-) притисак

	челик доњи појас	челик горњи појас	бетон доњи појас	бетон горњи појас
опт. челика 'a'	$\sigma_{a.a} = 29.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{a.f} = -73 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$		
стално опт. 'M'	$\sigma_{i.M.a} = 22 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.f} = -8.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.ba} = -0.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.bf} = -1.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
кратко- трајно опт. 'i'	$\sigma_{i.a} = 47.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.f} = -1.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.ba} = -0.3 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.bf} = -3.8 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
спрегнуто- температура 'i'	$\sigma_{i2.a} = 0.8 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.f} = -26.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.ba} = 1.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.bf} = -0.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
спрегнуто- скупљање 'sh'	$\sigma_{sh.a} = 7.3 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.f} = -120.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.ba} = 3.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.bf} = 0.1 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	$\sigma_a := \sigma_{a.a} + \sigma_{i.M.a} \dots$ $+ \sigma_{i.a} + \sigma_{i2.a} \dots$ $+ \sigma_{sh.a}$	$\sigma_f := \sigma_{a.f} + \sigma_{i.M.f} \dots$ $+ \sigma_{i.f} + \sigma_{i2.f} \dots$ $+ \sigma_{sh.f}$	$\sigma_{ba} := \sigma_{i.M.ba} \dots$ $+ \sigma_{i2.ba} \dots$ $+ \sigma_{sh.ba}$	$\sigma_{bf} := \sigma_{i.M.bf} \dots$ $+ \sigma_{i.bf} \dots$ $+ \sigma_{i2.bf} \dots$ $+ \sigma_{sh.bf}$
	$ \sigma_a = 106.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_f = 229.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_{ba} = 4.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_{bf} = 5.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	$< f_y = 355 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$< f_y = 355 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$> f_{ctd} = 1.47 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$< f_{cd} = 23.33 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	АДЕ КВАТНО	АДЕ КВАТНО	појава прслина у доњем појасу бетонског пресека	АДЕ КВАТНО

напомена:

При прорачуну напона доњег појаса бетонског пресека, краткотрајна оптерећења нису узета у обзир ради њихових позитивних утицаја.

9. Замор материјала

Контрола Граничних стања носивости за дејство замора је урађена према SRPS EN 1993-1-9, SRPS EN 1993-2, SRPS EN 1994-2, SRPS EN 1992-1-1 са одговарајућим националним анексима. Замор материјала се контролише узимајући у обзир дејство шеме LM71 и фактора еквивалентног оштећења Φ_2 , дефинисаним стандардом.

Контрола изведених детаља по питању замора се врши према:

$$\Delta\sigma \leq 1.5f_y; \rightarrow \Delta\sigma \leq 1.5 \times 345 = 518 \text{ МПа}; \quad (\text{Услов } 2.12.2.5.1)$$

$$\Delta\tau \leq \frac{1.5f_y}{\sqrt{3}}; \rightarrow \Delta\tau \leq \frac{1.5 \times 345}{\sqrt{3}} = 299 \text{ МПа}; \quad (\text{Услов } 2.12.2.5.2)$$

$$\frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1.0; \rightarrow \Delta\sigma_C \geq \gamma_{Mf} \gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}; \quad (\text{Услов } 2.12.2.5.3)$$

$$\frac{\gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \leq 1.0; \rightarrow \Delta\tau_C \geq \gamma_{Mf} \gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2}; \quad (\text{Услов } 2.12.2.5.4)$$

$$\left(\frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \right)^3 + \left(\frac{\gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C / \gamma_{Mf}} \right)^5 \leq 1.0; \quad (\text{Услов } 2.12.2.5.5)$$

$$\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \times \dots \times \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_k);$$

$$\gamma_{FF} \Delta\tau_{E,2} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \times \dots \times \lambda_n \times \Delta\tau(\gamma_{FF} Q_k);$$

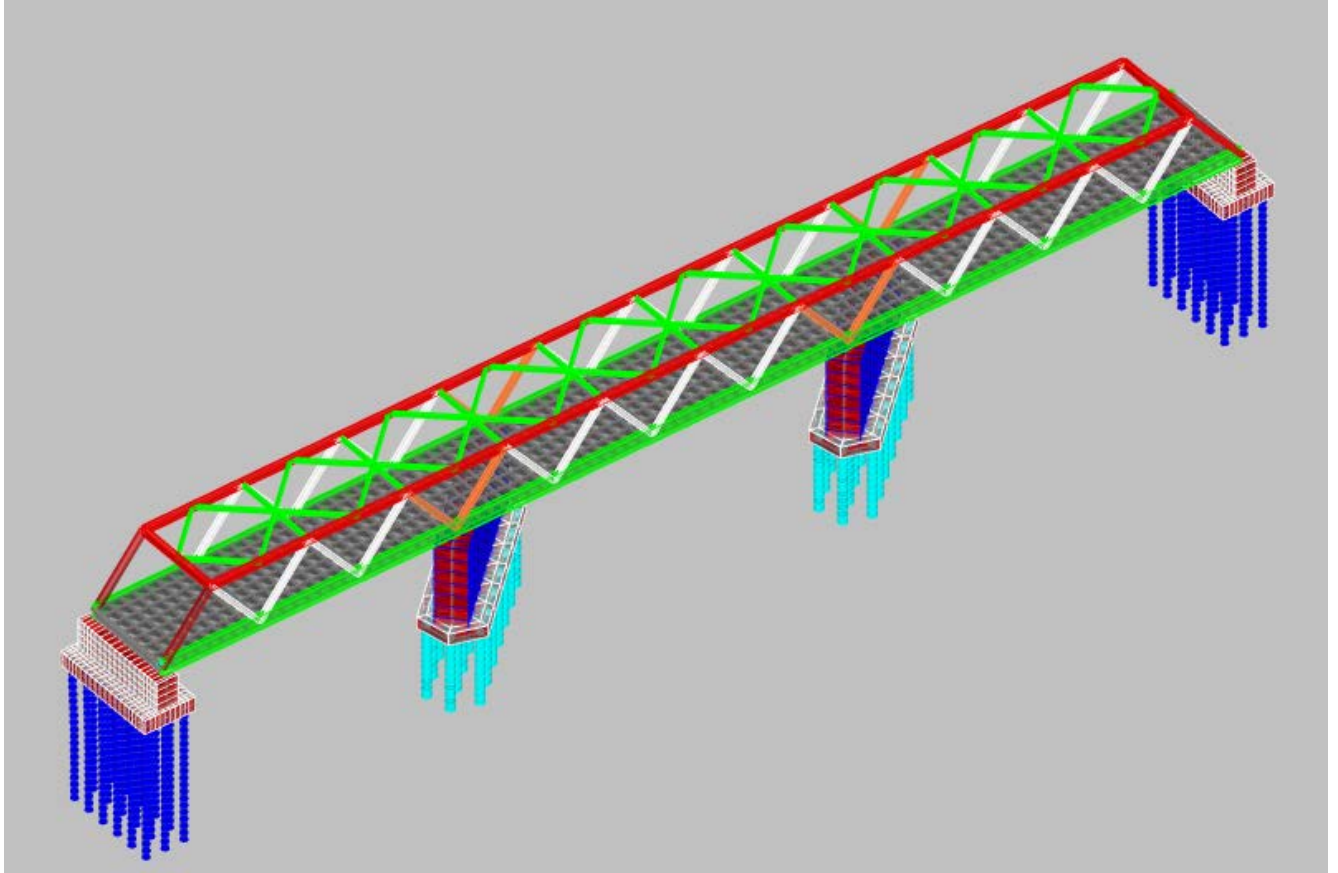
$$\Delta\sigma = \left\{ \begin{array}{l} \Phi_2 \Delta\sigma_{LM71} \\ 1 + \frac{1}{2} \left(\varphi' + \frac{1}{2} \varphi'' \right) \times \Delta\sigma_{real\ trains} \end{array} \right\};$$

$$\Delta\tau = \left\{ \begin{array}{l} \Phi_2 \Delta\tau_{LM71} \\ 1 + \frac{1}{2} \left(\varphi' + \frac{1}{2} \varphi'' \right) \times \Delta\tau_{real\ trains} \end{array} \right\};$$

Где је:

- $\gamma_{FF} = 1.00$ - парцијални коефицијент за оптерећење (препоручена вредност SRPS EN 1993-2)
- λ – фактор еквивалентног оштећења
- Φ_2 – фактор еквивалентног оштећења удара
- $\Delta\sigma$ – рачунски опсег нормалног напона
- $\Delta\tau$ – рачунски опсег смичућег напона
- $\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$ – референта вредност отпорности на замор (за $N=2 \times 10^6$ циклуса);
- $\Delta\sigma_{E,2}, \Delta\tau_{E,2}$ – еквивалентни опсег напона константне амплитуде (за $N=2 \times 10^6$ циклуса);
- $\gamma_{Mf} = 1.35$ - парцијални коефицијент отп. на замор (метода сигурног живота SRPS EN 1993-1-9/NA)

Прорачун дејства замора је срачунат на моделу урађеном у софтверском пакету SAP2000:



Динамички фактор (реф. Члан 6.4.5, SRPS EN 1991-2)

$$1.00 \leq \Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82 \leq 1,67 \quad \text{-за случај стандардно одржаваних пруга}$$

Главни носачи:

$L_\phi = 51.3 \text{ m}$ (реф. Табела 6.2, SRPS EN 1991-2)

$\Phi_3 = 1.03$

Попречни носачи и бетонска плоча:

$L_\phi = 25.3 \text{ m}$ (реф. Табела 6.2, SRPS EN 1991-2)

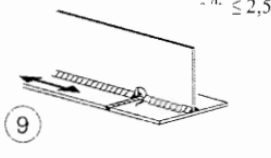
$\Phi_3 = 1.12$

Фактори еквивалентног оштећења

	Г. Носач	Поп. Н	
$\lambda_1 =$	0.63	1.17	(L, 25t-по осовини)
$\lambda_2 =$	1.10	1.10	(40x10 ⁶ t/години)
$\lambda_3 =$	1.00	1.00	(100 година експлоатације)
$\lambda_4 =$	1.00	1.00	на страни сигурности, реално је мање.
$\lambda =$	0.69	1.29	

елична конструкција моста је обликована тако да ниједан примењени детаљ нема класу гпорности на дејство замора мању од 71 што се и препоручује за овакве конструкције. ако би се поједноставила анализа дејства замора, класа отпорности 71 је узета као

Меродавни детаљ за контролу замора представља:

71		<p>9) Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm. For cope holes with a height > 60 mm see detail 1) in Table 8.4</p>	9) $\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.
----	---	---	---

1. Попречни носач

$\Delta\sigma (\gamma_{FF} Q_{LM71} \times \alpha \times \Phi_2)_{\max} = 27,1 \text{ MPa}$; На месту наставка доње фланше

$\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \times \Delta\sigma (\gamma_{FF} Q_{LM71}) = 35 \text{ MPa}$

$\frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} = \frac{35 \times 1.35}{71} = 0.66 \leq 1.0$; $\rightarrow \Delta\sigma_C \geq \gamma_{Mf} \gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}$; (Услов 2.12.2.5.3)

носивост је задовољена

2. Главни носач

$\Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_{LM71} \times \alpha \times \Phi_2)_{\max} = 62,3 \text{ MPa}$; Горњи појас, на месту стуба С2

$$\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \times \Delta\sigma(\gamma_{FF} Q_{LM71}) = 43 \text{ MPa}$$

$$\frac{\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} = \frac{43 \times 1.35}{71} = 0,82 \leq 1.0; \rightarrow \Delta\sigma_C \geq \gamma_{Mf} \gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2}; \quad (\text{Услов 2.12.2.5.3})$$

носивост је задовољена

2/1-1.6.6.2 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.1	ПРИПРЕМНИ РАДОВИ				
	ОПШТИ И ЗАЈЕДНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ПРИПРЕМНЕ И ПРЕТХОДНЕ РАДОВЕ Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки сав рад и материјал који је потребан ОБРАЧУН ИЗВРШЕНИХ РАДОВА Обрачун количина стварно изведених радова извршиће се према одредбама које прописују				
2/1-1.6.1.1	Припрема градилишта.		пауш		1,000,000.00

УКУПНО ПРИПРЕМНИ РАДОВИ:					1,000,000.00
---------------------------------	--	--	--	--	---------------------

2/1-1.6.2	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА				
	Извођење НВ бушених шипова од бетона С 30/37, ХС2, V-II У цену радова је укључен сав рад на извођењу, а плаћа се готов шип по м'. Арматура се плаћа посебно.				
2/1-1.6.2.1	Ø90 cm	m'	670.32	30,000.00	20,109,600.00
	Ø120 cm	m'	450.12	40,000.00	18,004,800.00
2/1-1.6.2.2	Израда, уградња и монтажа арматуре НВ шипова. Плаћа се по kg уграђене арматуре. В 500В	kg	100,548.00	120.00	12,065,760.00
2/1-1.6.2.3	Пробно оптерећење шипова, испитивање носивости шипова. Плаћа се паушално.		паушално		965,260.80

УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА:					51,145,420.80
-----------------------------------	--	--	--	--	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.3 ЗЕМЉАНИ РАДОВИ					
2/1-1.6.3.1	Ископ темеља у материјалу I и II категорије, са свом потебном подградом и транспортом ископаног материјала до 5 km. Плаћа се по m ³ ископаног материјала - на дубини 0-2 m - на дубини 2-4 m	m ³ m ³	2,440.00 990.00	890.00 1,200.00	2,171,600.00 1,188,000.00
2/1-1.6.3.2	Додатак за копање темеља при црпљењу воде од 30 lit/min до 120 lit/min. Плаћа се по m ³ ископаног материјала	m ³	2,100.00	400.00	840,000.00
2/1-1.6.3.3	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 ² изведене подграде.		1,440.00	20,000.00	28,800,000.00
2/1-1.6.3.4	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 ³ набијеног материјала	m ³	6,900.00	1,800.00	12,420,000.00
2/1-1.6.3.5	Израда клина од крупнозрног тла иза стубова моста са набијањем у слојевима, дебљине d=30cm, до вредности збијања D _{pr} ≥0,98 и q _u ≥ 1MPa. Ово тло се побољшава материјалом за везивање (цементом). Плаћа се по m ³ наб	m ³	1,400.00	3,000.00	4,200,000.00
2/1-1.6.3.6	Израда испуне од крупнозрног материјала, са набијањем у слојевима, дебљине d=30cm, до вредности збијања D _{pr} ≥1. Плаћа се по m ³ набијеног материјала.	m ³	1,760.00	3,000.00	5,280,000.00
2/1-1.6.3.7	Израда кегли, према пројекту, материјалом добијеним из усека или позајмишта са механичким набијањем у слојевима од по 30cm.	m ³	1,360.00	2,900.00	3,944,000.00

УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:					58,843,600.00
-------------------------------	--	--	--	--	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.4	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ				
	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 SRPS EN 206. - Бетон ће бити справљен од агрегата и цемента атестираних по важећим српским стандардима. - 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 m ³ уграђеног бетона				
	Неармирани бетон				
2/1-1.6.4.1	Мршави бетон - изравњавајући слој, дебљине 15 см, С12/15, испод темеља стубова, крилних зидова, темељних плоча, наглавних греда, прелазних плоча од	m ³	8,220.00	12,000.00	98,640,000.00
2/1-1.6.4.2	Израда заштитног слоја хидроизолације коловозне конструкције/горње плоче пропуста од бетона МВ 20, дебљине 5 см са поцинкованом мрежом.	m ²	2,080.00	2,550.00	5,304,000.00
	Армирано бетонске темељне конструкције				
2/1-1.6.4.3	Армирани бетон темеља стубова и темеља потпорних зидова, тракастих темеља, контра-греда, плочастих темеља, јастука, наглавних С 25/30, XC2, V-II	m ³	1,100.00	21,600.00	23,760,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

	Стубови као ослонци распонских конструкција разних система и лежишне греде				
2/1-1.6.4.4	Тело крајњих стубова (зидова отворене) од бетона класе С 30/37, ХС4,ХФ1, V-II	m ³	350.00	27,600.00	9,660,000.00
2/1-1.6.4.5	Крила и крилни зидови крајњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4,ХФ1, V-II	m ³	60.00	27,600.00	1,656,000.00
2/1-1.6.4.6	Парапети, маске крајњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4,ХФ1, V-II	m ³	50.00	27,600.00	1,380,000.00
2/1-1.6.4.7	Тело средњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4,ХФ1, V-II	m ³	2,010.00	27,600.00	55,476,000.00
2/1-1.6.4.8	Квадери крајњих и средњих стубова од бетона класе С 45/55, ХС4,ХФ1, V-II	m ³	10.00	30,600.00	306,000.00
	Распонска конструкција моста од армираног бетона				
2/1-1.6.4.9	Коловозна плоча од армираног бетона преко монтажних носача Бетон класе С 35/45, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	720.00	30,600.00	22,032,000.00
2/1-1.6.4.10	Ивични венци пешачких стаза ливени на лицу места, (укључујући и ревизионе шахтове) од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ3, V-II, М-200	m ³	20.00	37,200.00	744,000.00
2/1-1.6.4.11	Прелазне плоче, од мршаваг бетона С12/15	m ³	110.00	12,000.00	1,320,000.00

УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:	220,278,000.00
--------------------------------	-----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.5	РАДОВИ ОД МЕТАЛА				
	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, као и остале трошкове и зараду предузећа. - Арматуру очистити од рђе и прљавштине, исправити, исећи, савити и уградити по детаљима (плановима арматуре) 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 арматура 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 кг без обзира на сложеност и пречнике шипки арматуре. - Обрачун количина извршити према табличним тежинама арматуре и ужади и дужинама из арматурних нацрта.				
2/1-1.6.5.1	Набавка, чишћење, сечење, машинско савијање и монтажа арматуре према пропису, пројекту и статичким детаљима. Плаћа се по кг уграђене арматуре. Ребраста арматура В 500В	kg	664,500.00	120.00	79,740,000.00

УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:	79,740,000.00
---------------------------------	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.6 КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК					
	Елементи имају своје појединачне описе као и следеће опште услове: - Израда конструкцијског челика мора бити обављена у складу са пројектом, статичким прорачуном и стандарду SRPS EN 1090, Класе извођења ЕХС3. Цене ће покрити све активности, утрошене материјале, алате и скеле, као и у општим трошковима и приходима компаније. - Са челичних профила и лимова се мора очистити рђа и прљавштина и морају бити исечени, савијени и позиционирани као што је предвиђено у цртежу израде челичних елемената и статичком прорачуну. - Извођач сноси одговорност за квалитет челичних профила и лимова. - Конструкцијски челик мора бити тестиран на узорцима који су наведени у одговарајућим техничким прописима за челичне профиле и лимове. - Цена по елементу ће такође покрити и додатне, помоћне елементе (укруте и шарке) који се користе при изградњи конструкције, конструкцијске спојеве (заварене и ушрафљене), клинове са главом и проверу заварених спојева. - Одступања изведених радова морају бити проверена у складу са кодексом норматива и стандарда у грађевинарству.				
2/1-1.6.6.1	Израда и монтажа челичне конструкције. Цена ће покрити набавку материјала, израду, транспорт, монтажу и антикорозивну заштиту у складу са EN ISO 12944-5, класа С5-1. Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конструкција. Челична конструкција моста, класе S355J2/K2+N Челична конструкција ревизионе стазе, класе S235JR	t	1112	360000	400,320,000.00
	Челична конструкција ревизионе стазе, класе S235JR	t	84	300000	25,200,000.00
2/1-1.6.6.2	Израда и постављање челичних решетки и газашта од лима, класа S235JR. Цена ће покрити набавку материјала, израду, транспорт, подизање и антикорозивну заштиту у складу са EN ISO 12944-5, класа С5-1. Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конструкција.	m ²	280	21000	5,880,000.00
УКУПНО КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК:					431,400,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.7 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 ² урађене изолације и/или заштите.				
2/1-1.6.7.1	Израда хидроизолације горње плоче у свему према Ril 804. У цену су у рачунати набавка материјала, транспорт и уградња.	m ²	2,310.00	3,000.00	6,930,000.00
2/1-1.6.7.2	Израда хидроизолације од једног хладног премаза битулитом и једног премаза врућим битуменом бетонских површина које су у контакту са земљом.	m ²	1,500.00	1,200.00	1,800,000.00
2/1-1.6.7.3	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 атмосфере	m ²	1,390.00	2,000.00	2,780,000.00
2/1-1.6.7.4	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 ²	130.00	2,500.00	325,000.00

УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:	11,835,000.00
-----------------------------------	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.8 ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ					
2/1-1.6.8.1	Израда и уградња потпорних лежајева.				
	Плаћа се по комаду кревета.				
	покретна у свим правцима	ком	3	250,000.00	750,000.00
	непокретна у свим правцима	ком	1	300,000.00	300,000.00
2/1-1.6.8.2	попречно покретна	ком	1	500,000.00	500,000.00
	попречно непокретна	ком	3	500,000.00	1,500,000.00
2/1-1.6.8.2	Набавка и уградња уређаја за пријем удара (STU-Shock Transmitting Units). Плаћање по сваком уређају на месту.	ком	6	650,000.00	3,900,000.00
2/1-1.6.8.3	Израда и постављање челичне плоче са анкерима у главне носаче на местима лежишта.				
	Плаћа се по kg челика.	kg	5,600.00	250.00	1,400,000.00
2/1-1.6.8.4	Набавка и уградња дилатација у свему према Ril 804.				
	Плаћа се по m' уграђене дилатационе спојнице.				
	средња померања	m'	27.00	100,000.00	2,700,000.00
УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:					11,050,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

2/1-1.6.9 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 Сливници од ливеног гвожђа, набавка и уградња према пројекту. Ливене цеви за одвод воде из сливника укључујући и сав причврсни прибор.				
2/1-1.6.9.1	Постављање еластичног тепиха (простирке) за заштиту туцаничке призме, између туцаника и бетонске конструкције. У цену урачуната набавка, транспорт и уградња. Плаћа се по m ² постављене ела	m ²	2079.627	1,800.00	3,743,328.60
2/1-1.6.9.2	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. -цевне или од профила	kg	14,000.00	250.00	3,500,000.00
2/1-1.6.9.3	Израда заштите хидроизолације, површина, стиродур плочама дебљине 5 см.	m ²	1,500.00	2,700.00	4,050,000.00
2/1-1.6.9.4	Испитивање готовог моста.		паушално		1,000,000.00
2/1-1.6.9.5	Фотографско снимање у току изградње моста.		паушално		100,000.00
2/1-1.6.9.6	Израда и уграђивање плоче са годином изградње моста.		паушално		10,000.00
УКУПНО ОСТАЛИ РАДОВИ:					8,660,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.6
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ЖЕЛЕЗНИЧКИ МОСТ на km 81+650,20

Бр. поз.	Опис радова	Јед. мере	Количина	Јед. цена (дин)	Цена (дин)
			А	В	АХВ

ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА

2/1-1.6.1	РУШЕЊЕ				1,000,000
2/1-1.6.2	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА				51,145,421
2/1-1.6.3	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ				58,843,600
2/1-1.6.4	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ				220,278,000
2/1-1.6.5	РАДОВИ ОД МЕТАЛА				79,740,000
2/1-1.6.6	КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК				431,400,000
2/1-1.6.7	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ				11,835,000
2/1-1.6.8	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ				11,050,000
2/1-1.6.9	ОСТАЛИ РАДОВИ				8,660,000

УКУПНО (дин): 872,952,021

Београд, јул 2020. год.



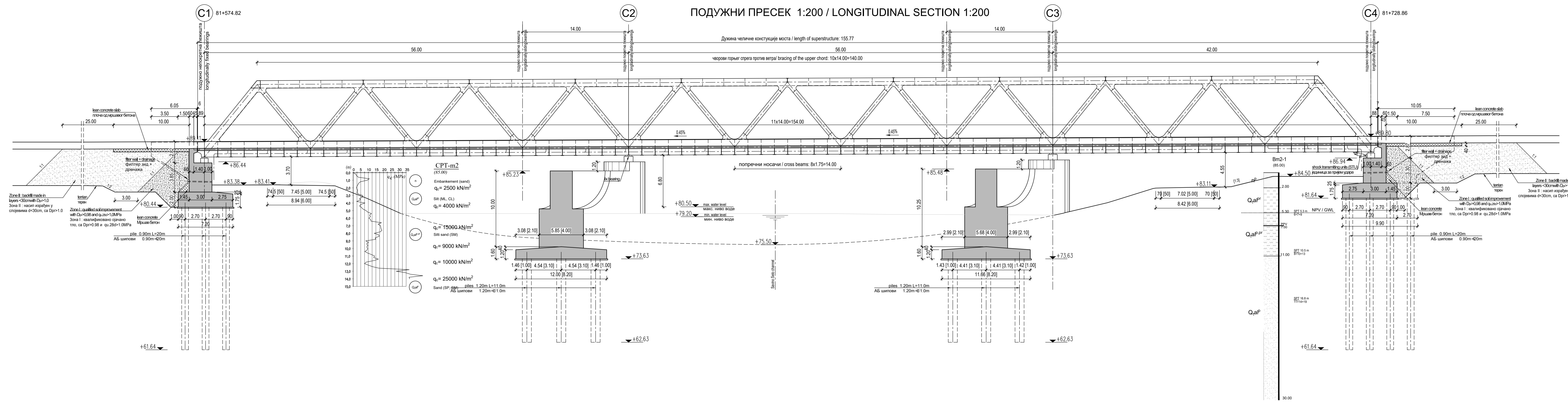
Сговорни пројектант:

Спобоса Јаповић, дипл. грађ. инж.

Лиценца бр.: 310 Ј408 10

2/1-1.6.7. ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

ПОДУЖНИ ПРЕСЕК 1:200 / LONGITUDINAL SECTION 1:200



КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

Елемент	Бетон	Арматура	Заштитни слој
Коловозна плоча	C 35/45, XC4, XF1, V-II	B500B	3,5 cm
Идлични венци и пешачне стазе	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5,0 cm
Ловички носачи	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	5,0 cm
АБ стубови и опшци	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5,0 cm
Шпљови и наглавне греде	C 30/37, XC2, V-II	B500B	5,0 cm
Мршав бетон	C 12/15 и C 16/20, X0		

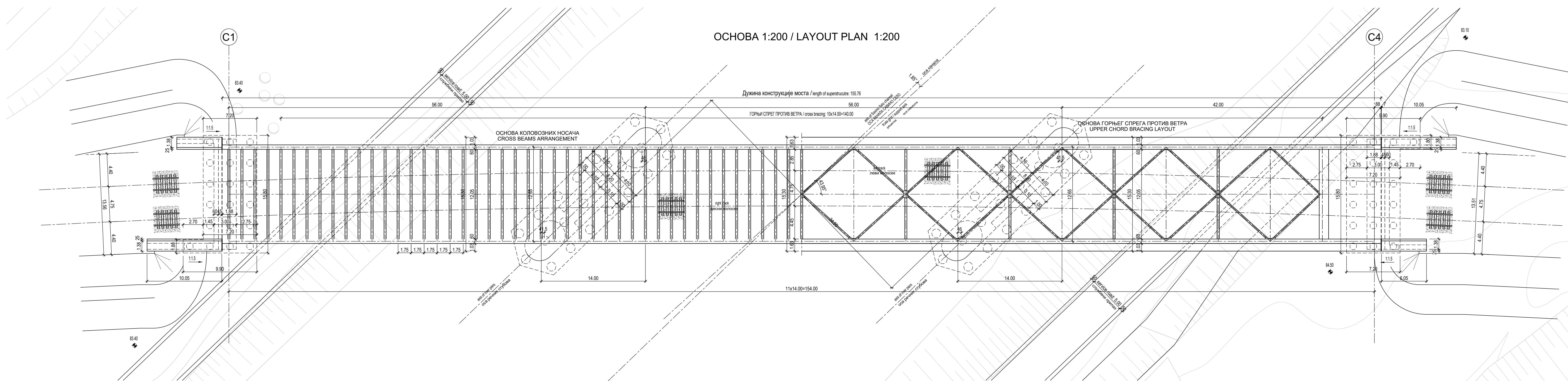
Конструкциони челик:
 Челична конструкција: S355J2
 Ревијоне стазе: S235JR

MATERIAL CHARACTERISTICS

Element	Concrete	Reinforcement	Concrete cover
Carriage slab	C 35/45, XC4, XF1, V-II	B500B	3,5 cm
Edge beam and footpath	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5,0 cm
Bearing blocks	C 40/50, XC4, XF1, V-II	B500B	5,5 cm
Rc, piers and abutments	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5,0 cm
Piles and pilecaps	C 30/37, XC2, V-II	B500B	5,0 cm
Lean concrete	C 12/15 or C 16/20, X0		

Structural steel:
 Steel superstructure: S355J2
 Steel structure of sidewalks: S235JR

ОСНОВА 1:200 / LAYOUT PLAN 1:200



03			
02			
01			

Број/Number: _____ Датум / Date: _____ Опис / Description: _____

Ревијони блок: / Revision block: _____

САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП, д.о.о.
INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIP Ltd
 Неманјина 6, 11000 Београд, Србија
 Контакт: 011/3818-134; Факс: 011/3818-324; веб сајт: www.scicp.co.rs

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

Одговорни пројекат: / Responsible designer: **Слободан Јаховић, дипл. грађ. инж.**
 Контакт: 011/3818-134; Контакт: 011/3818-324; Контакт: 011/3818-324

Пројекат: / Designer: **Јанос Szabó, Master of Science**

Унутрашња контрола: / Internal control: **Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.**

Главни пројекат: / Chief designer: **Милан Јелић, дипл. грађ. инж.**

Пројекат: / Designer: **Љилјана Мишковић, дипл. грађ. инж.**

Институт за пројектовање и изградњу железничке инфраструктуре "САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП" д.о.о.
 Институт за пројектовање и изградњу железничке инфраструктуре "INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIP Ltd"
 Контакт: 011/3818-134; Контакт: 011/3818-324; Контакт: 011/3818-324

Пројекат: / Project: **ПРОЈЕКАТ МОСТОВА**
 Мост на км 81+650,20
 Bridge at km 81+650,20

Цртеж: / Drawing: _____

Опис: / Description: _____

Шкала: / Scale: _____

Пројекат: / Project: _____

Масштаб: / Scale: _____

Пројекат: / Project: _____

Масштаб: / Scale: _____