
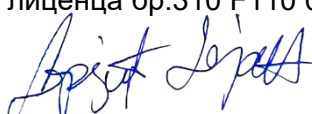
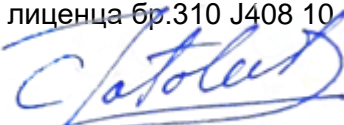


2/1-1.23.1 НАСЛОВНА СТРАНА

2/1-1.23 МОСТ на km 117+155,43

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/4, 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:	2/1-1.23 Мост на km 117+155,43
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:	Дејан Срејић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр.310 F110 07
Потпис:	
Одговорни пројектант:	Слободан Јаћовић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр.310 J408 10
Потпис:	
Број дела пројекта:	2017-728-КОН-2/1-1.23
Место и датум:	Београд, јул 2020.

2/1-1.23.2. САДРЖАЈ

2/1-1.23.1.	Насловна страна
2/1-1.23.2.	Садржај
2/1-1.23.3.	Решења о одређивању одговорних пројектаната
2/1-1.23.4.	Изјаве одговорних пројектаната
2/1-1.23.5.	Текстуална документација
2/1-1.23.5.1	Технички извештај
2/1-1.23.6.	Нумеричка документација
2/1-1.23.6.1	Статички прорачун
2/1-1.23.6.2	Предмер и предрачун
2/1-1.23.7.	Графичка документација
2/1-1.23.7.1	Ситуација
2/1-1.23.7.2	Диспозиција
2/1-1.23.7.3	Карактеристични попречни и подужни пресеци
2/1-1.23.7.4	Геотехнички профили
2/1-1. 23.7.5	Преднапрегнути бетонски носач

2/1-1.23.3. 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 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 **2/1-1.23 Мост на km 117+155,43**, 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:

Дејан Срејић, дипл. инж. грађ. _____ 310 F110 07

Пројектант: САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.,
Београд Немањина 6/IV
351-02-02009/2017-07

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

Потпис:



Број техничке документације: 2017 - 728

Место и датум: Београд, мај 2020.год.

2/1-1.23.3. 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 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 **2/1-1.23 Мост на km 117+155,43**, 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 Јаћовић, 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, мај 2020.год.

2/1-1.23.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.23 Мост на km 117+155,43**, 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

Дејан Срејић, дипл. инж. грађ.

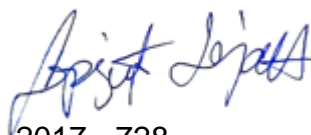
ИЗЈАВЉУЈЕМ

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: Дејан Срејић, дипл. инж. грађ.

Број лиценце: 310 F110 07

Потпис:



Број техничке документације: 2017 - 728

Место и датум: Београд, мај 2020.год.


2/1-1.23.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.23 Мост на km 117+155,43**, 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, мај 2020.год.

**2/1-1.23.5 ТЕКСТУАЛНА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/1-1.23.5.1 Технички опис

ТЕХНИЧКИ ОПИС

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

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

ПРОЈЕКАТ ВИАДУКТА на стационачи km 117+155,43

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 km 117+155.43.

Подлоге за пројектовање су:

- Пројектни задатак
- Подаци из железничког сектора
- Подаци из сектора за путеве
- Геотехничке подлоге
- Остали релевантни подаци

Пројектним задатком је предвиђено да се изгради нови железнички мост на стационачи km 117+155.43 двоколосечне пруге Нови Сад - Суботица (мађарска граница) који прелази преко железничке пруге Врбас - Сомбор, државног пута бр 15, великог Бачког канала и неколико земњаних путева и мањих канала.

На мосту се налазе два колосека пруге који су на међусобном растојању од 4,50 m. Нивелета пруге има подужну елевацију од 0.50% од почетка вијадукта и пад од 0.50% према крају вијадукта уз присуство конкавне вертикалне кривине радијуса $R_v=2000$ m. У хоризонталној равни, траса пруге налази се у десној кривини радијуса $R=5000$ m.

Угао укрштања осе колосека и осе бачког канала износи између 55.79° and 71.36°.

Кота нивелете на почетку вијадукта:	+90.52 m
Кота нивелете у средини вијадукта:	+94.05 m
Кота нивелете на крају вијадукта:	+91.06 m

2. ДИСПОЗИЦИЈА

Диспозиционо решење вијадукта представља низ од 52 просте греде, од чега је 44 распона премошћено претходно-напрегнутим монтажним бетонским носачима а 8 распона са челичним решеткастим носачима.

Расподела распона је следећа:

23.60 + 11 x 24.20 + 24.80 + 49.70 + 2 x 49.90 + 49.70 + 24.80 + 2 x 24.20 + 24.80 + 49.50 + 24.80 + 16 x 24.20 + 24.80 + 49.70 + 49.90 + 49.70 + 24.80 + 7 x 24.20 + 23.60 m

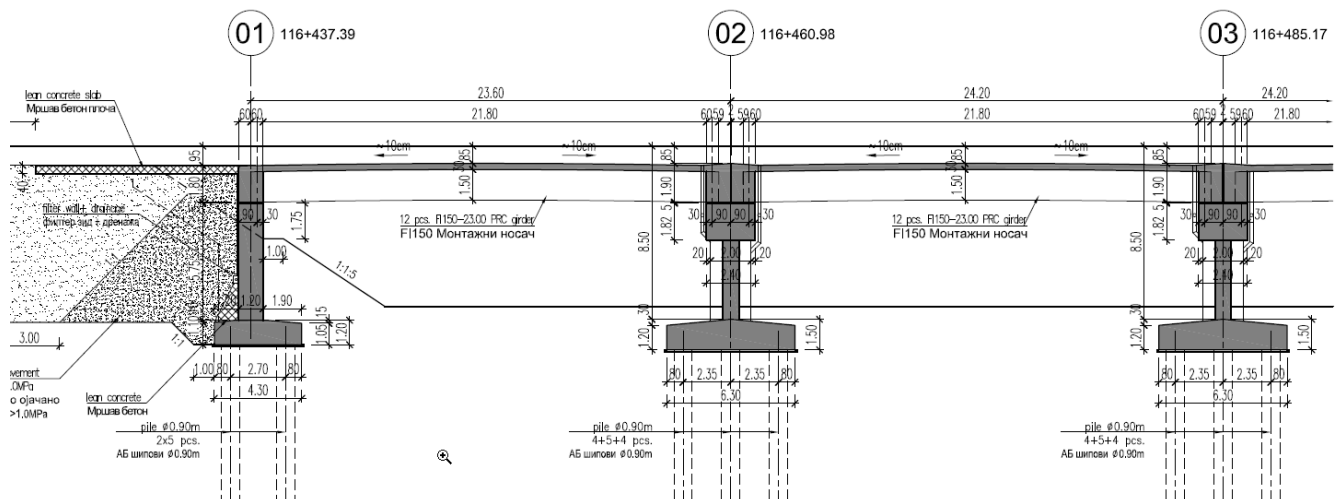
Укупна дужина вијадукта је 1466.40 m.

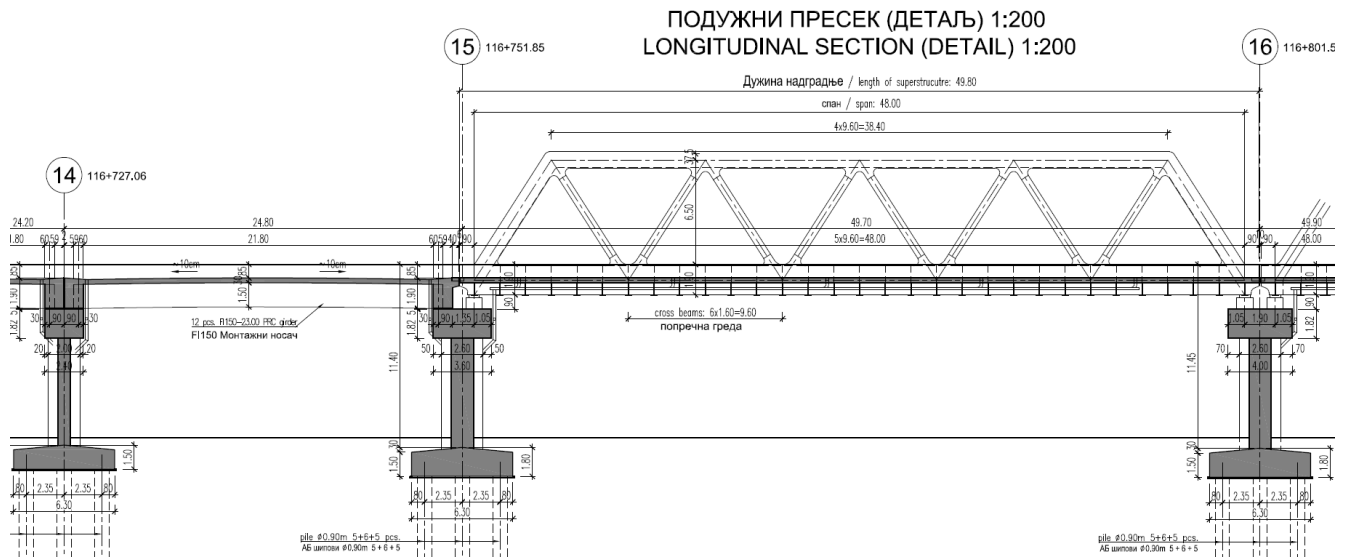
Распонске конструкције се ослањају на три типа стубова: стандардни стубови су испод претходно-напрегнутих бетонских носача, дупли стубови су испод челичних решеткастих носача и речни стубови су испод челичних решеткастих носача на месту укрштања вијадукта и Великог Бачког канала. Опорци су на почетку и крају вијадукта.

Колосеци који су у туцаничком застору постављени су преко армирано-бетонске коловозне плоче ширине 12.5 m, на делу вијадукта са претходнонапрегнутим носачима, односно 9.76 m на делу вијадукта са челичним решеткама, а што је довољно за несметано одвијање двоколосечног саобраћаја. Укупна ширина вијадукта, укључујући и сервисне стазе је $V=13,0$ m.

Кота нивелете десног колосека пруге на месту укрштања са осом Великог Бачког канала износи +92.25 m, док је максимални ниво воде у каналу, на истом месту 83,40 m.

ПОДУЖНИ ПРЕСЕК (ДЕТАЉ) 1:200 / LONGITUDINAL SECTION (DETAIL) 1:200

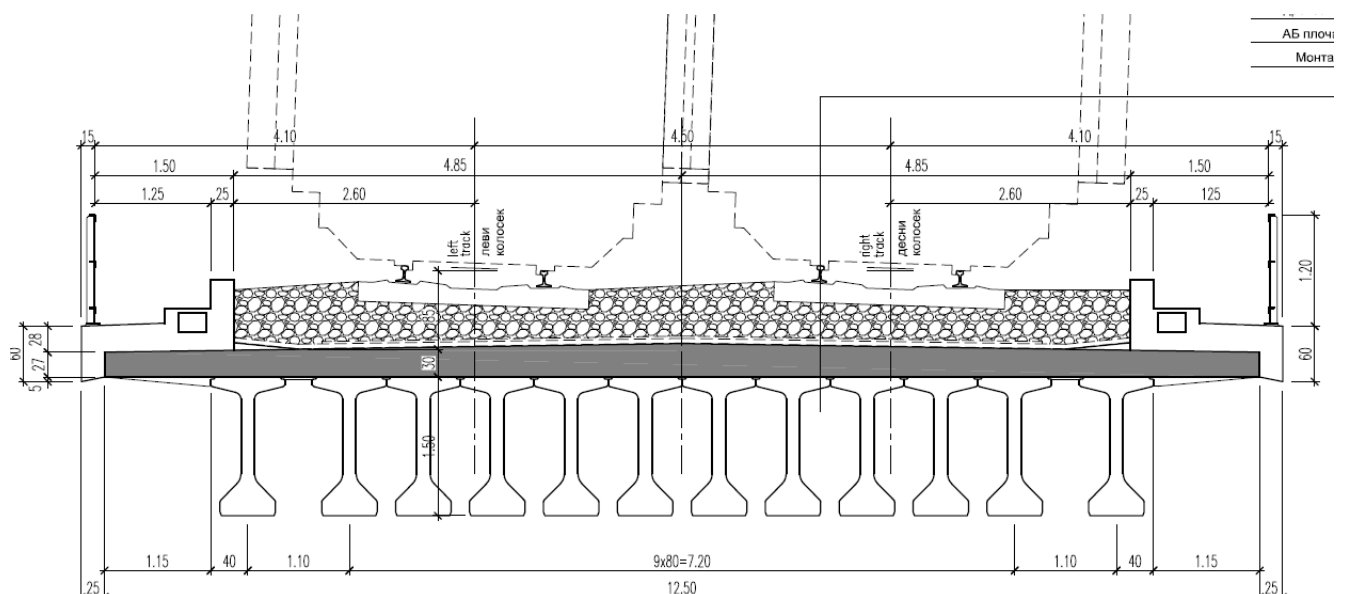




3. КОНСТРУКЦИЈА

На већем делу вијадукта, на 44 распона, односно на дужини од 1068.4 m главни конструктивни елементи су претходнонапрегнути монтажни бетонски носачи дужине $L=23.0$ m. Попречни пресек вијадукта формиран је од 12 носача, постављених један до другог, преко којих је изливена армирано-бетонска плоча. На почетку и на крају распона, носачи су повезани монолитним попречним носачима. Висина носача је $H=1.2$ m, израђују се од класе бетона C60/75, класе изложености XC4, XF1, V-II и преднапрегнути су са 53 жице номиналног пречника 12.5 mm. Предвиђени квалитет челика за преднапрезање је Y1860, док је челик за армирање B500B.

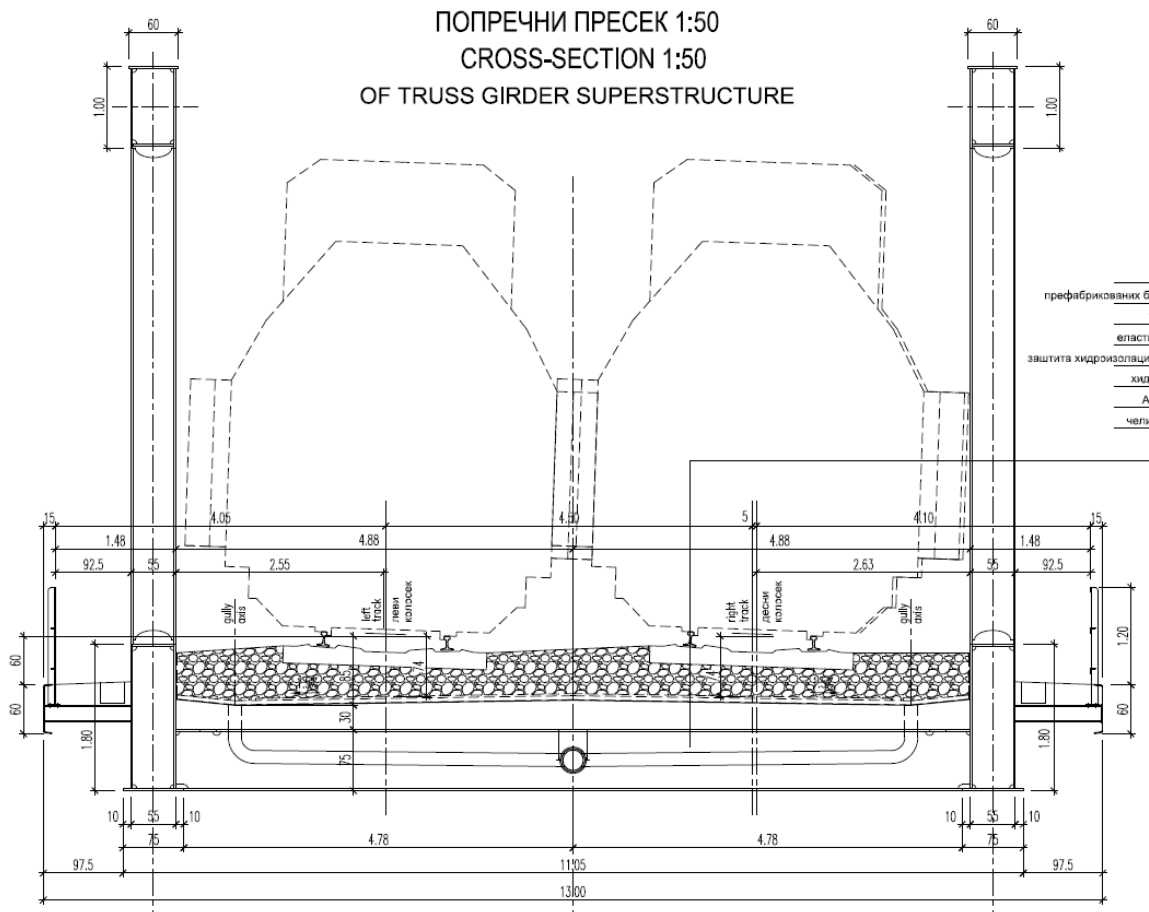
Преко монтажних носача излива се армирано-бетонска плоча дебљине $d_{pl}=30$ cm, чија је горња површина у двостраном попречном паду због одводњавања. Класе бетона АБ плоче је C35/45, класе изложености XC4, XF1, V-II и армирана је арматуром B500B



На осталих осам распона вијадукта, на дужини од 398 м, главни носачи моста су две паралелне челичне решетке распона 48 м, постављене на међусобном растојању од $V'=10,15$ м. Доњи и горњи појас решетке су паралелни, на осном растојању $H'=7,50$ м, док је укупна висина решетке $H=8,90$ м. Појасеви решетке су кутијастог попречног пресека. Доњи појас је висине 1,90 м док је горњи висине 1,00 м. Попречни пресеци дијагонала су заварени 'Н' профили висине 55 см. Мост је отворен, односно не постоји горњи спрег. АБ бетонска плоча је спрегнута са попречним носачима који су постављени на сваких 1,6 м. Висина челичног попречног носача је $h=75$ см. Предвиђено је да сви челични елементи буду израђен од класе челика S355J2/K2+N.

Спрегнута АБ плоча изведи се на лицу места. Дебљина плоче износи 30-36 см и има двоводни пад од 1,50% у односу на подужну осу моста, а такође и пад од 10% који се пружа од ивице плоче, односно од доњег појаса решетке ка сливницима, на дужини од од 70 см. АБ плоча се израђује у класи C35/45, класа изложености XC4, XF1, V-II, уз употребу арматуре B500-B.

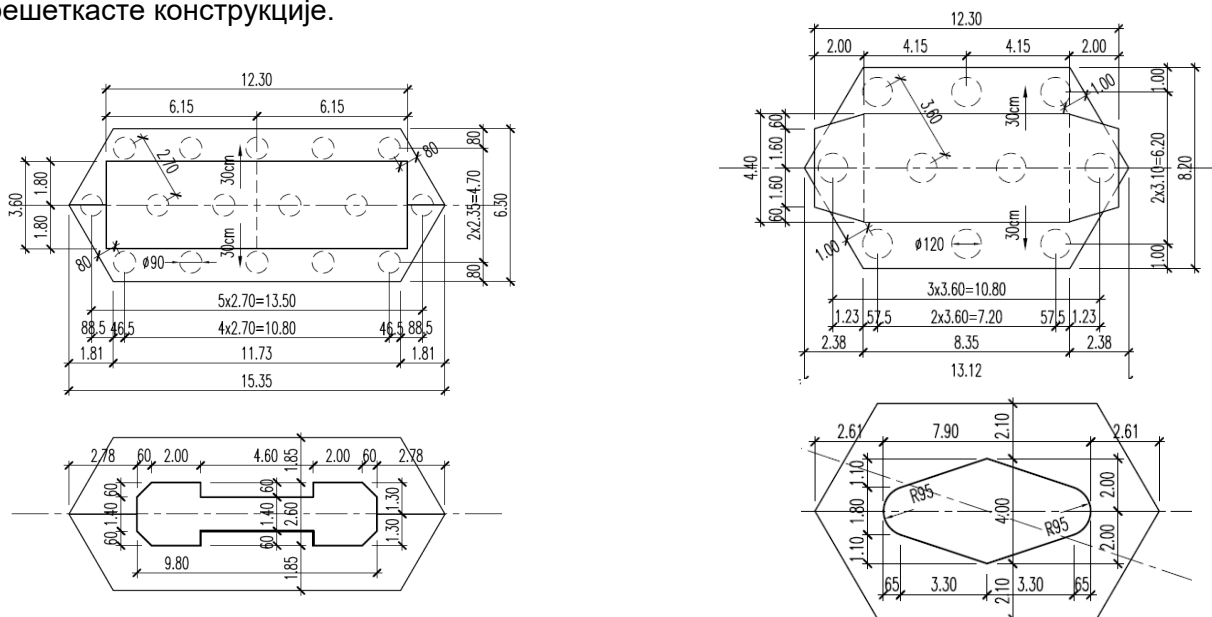
Са обе стране решетке се налазе конзолне стазе формиране од I носача и челичног лима. Помоћни конструктивни елементи, конзолне, степенице и ограде су од челика класе S235JR.



Димензије попречних пресека стубова су 7.80x2.00 m са обореним ивицама 60x60 cm и жлебовима 2.60x0.60 m у средини стуба. Наглавне греде дебљине 1,50 m преносе сва оптерећења на тринаест комада шипова пречника \varnothing 900 mm, распоређена у три реда, са међусобним размаком од 2,70 m. Преко стубова је поствљена лежишна греда дужине 10,30 m (или 16,30 m) на коју се преко одговарајућих лежишта ослоњени крајњи попречни носачи бетонских конструкција. Између суседних попречних носача, односно између суседних конструкција постављене су водонепропусне дилатације.

Димензије попречних пресека дуплих стубова су 9.80x2.60 m са обореним ивицама 60x60 cm и жлебовима 4.60x0.60 m у средини стуба. Наглавне греде дебљине 1,80 m преносе сва оптерећења на шестнаест комада шипова пречника \varnothing 900 mm, распоређена у три реда, са међусобним размаком од 2,70 m. Преко стубова је поствљена лежишна греда ширине 3,60(4,00) m и дужине 12,30 m на коју се преко одговарајућих лежишта ослањају бетонска и челична решеткаста конструкција, односно две решеткасте. Између суседних конструкција постављене су водонепропусне дилатације са капацитетом померања $u = \pm 40$ mm.

Попречни пресеци речних стубова су двоструко симетрични делтоиди са закривљеним ивицама, спољних димензија 7.90x4.00 m. Одабрани попречни пресек, као и различити углови које заклапа оса стуба и оса моста, изабрани су тако да омогуће што ефективнији хидраулични ток на местима укрштања вијадукта и проширења канала. Наглавне греде дебљине 2,30 m преносе сва оптерећења на десет комада шипова пречника \varnothing 1200 mm, распоређена у три реда, са међусобним размаком од 3,60 m. Преко стубова је поствљена лежишна греда ширине 4,00 m и дужине 12,30 m. на коју се преко одговарајућих лежишта ослањају челичне решеткасте конструкције.



Зидови опорца су дебљине 1,20 m и ширине 12,50 m. Наглавне греде дебљине 1,20 m преносе сва оптерећења на десет комада шипова пречника \varnothing 900 mm, распоређена у два реда, на међусобним размаком од 2,85 m. Крилни зидови дебљине 60 cm су конртуисани са обе стране стуба конзолном пешачке стазу. На опорац моста постављају се ослонци на које се конструкција горњег строја ослањана. Дебљина парапета је 40 cm.

Сви стубови су класе бетона С30/37, класе изложености ХС4, ХФ1, V-II, армирани арматуром В500-В.

4. ОСТАЛИ РАДОВИ

На чисту бетонску површину под падом ће се поставити одговарајућа хидроизолација на бази битуменских трака, а у складу са „Richtlinie 804“. Након изградње крајњих стубова, извести рубни елемент код конзола крилних зидова са обе стране траса, како би се формирала основа за застор. Ивице застора су на размаку од 2.50 m од паралелне осе железничког колосека. Између два колосека је испорјектована 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 хидрофобичним премазом ради заштите од корозије која настаје услед дејства воде.

Антикорозивна заштита челичног дела конструкције треба да буде урађена у свему према EN ISO 12944, С5, трајност 25 година "VН".

Везе између мостовне конструкције и насипа железничке пруге извршиће се преко прелазне зоне са карактеристикама датим у „Richtlinie 836“.

На нивоу Идејног пројекта није рађен детаљан прорачун интеракције колосека и моста „track bridge interaction“. На основу усвојене диспозиције, односно статичког система (низ простих греда), што је врло повољно са становишта стабилности колосека, као и на основу релативно кратких дилатационих дужина, не очекује се потреба за шинским дилатацијама. Међутим због велике дужине моста у следећој фази пројекта урадиће се детаљни прорачун интеракције колосека.

Атмосферска вода се преко хидроизолиране колосечне АБ плоче и сливника, одводи путем цеви у затворени систем одводњавања.

5. ТЕМЕЉИ

Ради испитивања карактеристика тла урађене су геотехничке бушотине и тестови статичке пенетрације (СРТ). Попречни пресеци бушотина, као и СРТ дијаграми преузети су из Геотехничког елабората и су унети у цртеж диспозиције.

С обзиром на срачунато оптерећење моста као и на резултате геотехничких испитивања, предвиђено је да темељи конструкције буду на бушеним шиповима. Предвиђени су шипови пречника Ø0.90 m и Ø1.20 m, а наглавне греде су армиране арматуром В500-В. Темељи су изграђени од бетона С30/37, класе изложености ХС2., V-II.

Максимална номинална сила у шипу пречника Ø1.20 m износи 6935 kN, што је мање од капацитета носивости шипова по стандарду „EN 1997-1“ и „EN 1997-2“.

Оснoвни подаци темеља приказани у табели:

Бр. Осло нца	Доња кота нагла внице	Пречн ик шипа	Кота основе шипа	Дижин а шипа	Бр. Шипо ва	Бр. Осло нца	Доња кота нагла внице	Пречн ик шипа	Кота основе шипа	Дижин а шипа	Бр. Шипо ва
01	80.77	0,9	64.8	15.97	10	25	79.31	0,9	57.8	21.51	13
02	80.65	0,9	64.8	15.85	13	26	79.9	0,9	58.8	21.1	13
03	80.77	0,9	64.8	15.97	13	27	80.57	0,9	59.8	20.77	13
04	80.89	0,9	64.8	16.09	13	28	80.95	0,9	60.8	20.15	13
05	80.61	0,9	64.8	15.81	13	29	80.76	0,9	61.8	18.96	13
06	80.53	0,9	64.8	15.73	13	30	81.04	0,9	62.8	18.24	13
07	80.55	0,9	64.8	15.75	13	31	80.68	0,9	63.8	16.88	13
08	80.32	0,9	64.8	15.52	13	32	80.52	0,9	64.8	15.72	13
09	80.09	0,9	64.8	15.29	13	33	80.65	0,9	65.8	14.85	13
10	79.86	0,9	64.8	15.06	13	34	80.68	0,9	66.8	13.88	13
11	79.73	0,9	64.8	14.93	13	35	81.1	0,9	66.8	14.3	13
12	79.46	0,9	64.8	14.66	13	36	81.08	0,9	66.8	14.28	13
13	79.23	0,9	64.8	14.43	13	37	80.66	0,9	66.8	13.86	13
14	78.9	0,9	54.8	24.1	16	38	80.4	0,9	66.8	13.6	13
15	79.1	0,9	54.8	24.3	16	39	79.97	0,9	66.8	13.17	13
16	78.75	0,9	54.8	23.95	16	40	79.55	0,9	66.8	12.75	13

17	78.5	0,9	54.8	23.7	16	41	79.38	0,9	57.8	21.58	16
18	78.75	0,9	54.8	23.95	16	42	77.37	1,2	54.8	22.57	10
19	79.12	0,9	57.8	21.32	13	43	77.37	1,2	54.8	22.57	10
20	79.08	0,9	57.8	21.28	13	44	78.63	0,9	57.8	20.83	16
21	79.01	0,9	57.8	21.21	13	45	78.56	0,9	66.8	11.76	13
22	78.49	0,9	54.8	23.69	16	46	78.43	0,9	66.8	11.63	13
23	77.88	0,9	54.8	23.08	16	47	78.26	0,9	66.8	11.46	13
24	79.03	0,9	57.8	21.23	13	48	78.04	0,9	66.8	11.24	13

Бр. Осло нца	Доња кота нагла внице	Пречн ик шипа	Кота основе шипа	Дижин а шипа	Бр. Шипо ва	Бр. Осло нца	Доња кота нагла внице	Пречн ик шипа	Кота основе шипа	Дижин а шипа	Бр. Шипо ва
49	78.32	0,9	66.8	11.52	13	52	80.92	0,9	59.8	21.12	13
50	77.83	0,9	66.8	11.03	13	53	81.96	0,9	59.8	22.16	10
51	80.01	0,9	59.8	20.21	13						

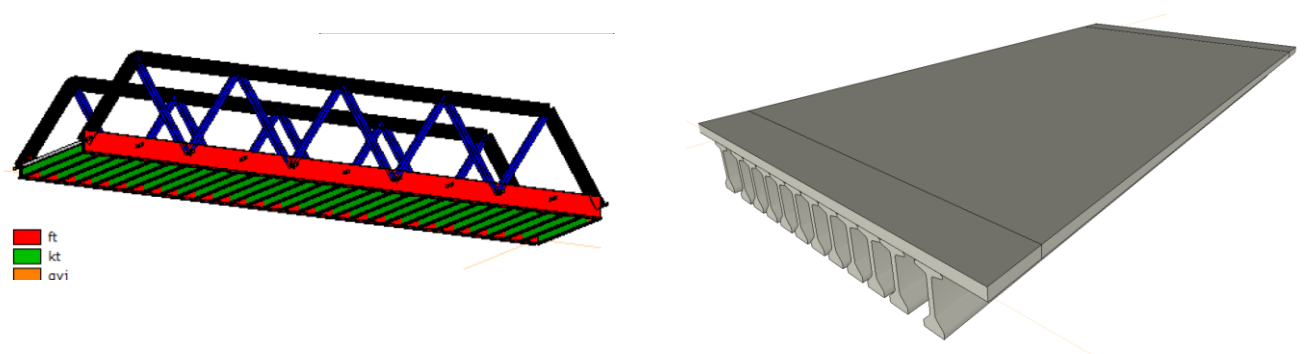
6. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Статички прорачун је спроведен коришћењем програмског пакета "Mathcad 15 - PTC Inc.", Бостон, САД, "Axis VM 13 - InterCAD Kft.", Будимпешта, Мађарска.

Направљен је тродимензионални модел састављен од просторне челичне решетке, преднапрегнутих носача (као што је приказано моделом у статичком прорачуну), стубова, наглавне греде и шипова. Веза између моста и обалних стубова изведена је као зглобна. Шипови су круто везани за наглавне греде. Њихово померање је спречено помоћу еластичних опруга у хоризонталној равни, са крутостима срачунатих према геотехничким испитивањима.

Сама конструкција челичног дела вијадукта представљена је као тродимензионални модел где су линијским елементима моделирани челични штапови а површинским елементима је представљена спрегнута бетонска плоча. Елементи плоче третирају се као мембрана са ортотропним параметрима, претпостављајући појаву подужних пукотина. Попречни носачи спрегнуте конструкције су такође линијски елементи.

На сличан начин направљен је и тродимензионални модел бетонског дела вијадука. Преднапрегнути бетонски носачи представљени су линијским елементима док је бетонска плоча моделирана уз помоћ површинских коначних елемената. У оба модела задате су реалне карактеристике употребљених материјала.



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

- Сопствена тежина;
- Додатно стално оптерећење (елементи пешачке стазе, заштитних ограда, ограда пешачких стаза, хидроизолација, туцанички застор,...);
- Скупљање и течење бетона;
Утицај скупљања бетонске конструкције одређен је према стандарду „SRPS EN 1992-1-1“. Узета у обзир само за спрегнуте елементе.
- Саобраћајно оптерећење је усвојено према „SRPS EN 1991-2 Traffic loads on bridges“, поглавље 6.

Вертикална оптерећења:

- шеме оптерећења LM1
- Корисно оптерећење на сервисним стазама, $q_{fk}=5.0 \text{ kN/m}^2$

Хоризонтална оптерећења:

- Силе покретања и кочења – силе делују у равни горње ивице шине, у подужном правцу моста;
- активни притисак тла на обалне стубове - опорац;
- корисно оптерећење на насипу;
- Температурни утицаји;
Прорачун оптерећења услед дејства температуре је спроведен у складу са стандардом „SRPS 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 дилатација. Компоненте температурне промене су такође узете у обзир током пројектовања конструкције вијадукта.
- Оптерећење ветром је срачунато у складу са стандардом „SRPS EN 1991-1-4 Wind Actions“.Разматрана су дејства ветра на мост у Х правцу на мост са и без саобраћајног оптерећења.

- Сеизмичке силе су у складу са стандардима “SRPS 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 са убрзањима 0,05 g .

Исклизуће воза није обухваћено идејним пројектом.

7. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Употребљени материјали:

Рачунске калсе бетона:

Преднапругнути носачи	C 60/75, XC4, XF1, V-II
Стазе	C 35/45, XC4, XF1, V-II
Ивичњак	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200
Квадери	C 30/37, XC4, XF1, V-II
АБ стубови и зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II
Наглавне греде 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 моста	S355J2/K2+N
Челична конструкција рев. стазе	S235JR

Мај 2020, Београд

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Dejan Sreijic
М. Срејић
дипл. грађ. инж.
310 F110 07
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.

Бр. лиценце: 310 F110 07

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Slobodan Jakovick
Слободан
Ж. Јаковић
дипл. грађ. инж.
310 J408 10
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Слободан Јаковић, дипл. грађ. инж.

Бр. лиценце: 310 J408 10

**2/1-1.23.6 НУМЕРИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/1-1.23.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

ПРОЈЕКТОВАЊЕ МОСТОВА

ВИЈАДУКТ на км 117+155,43

1. ПОЧЕТНИ ПОДАЦИ

- 1.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 1.2. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ
- 1.3. МАТЕРИЈАЛИ, ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕЦИ
- 1.4. ГЕОТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ
- 1.5. СОФТВЕР КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - AXIS VM

2. ОПТЕРЕЋЕЊА И ДЕЈСТВА

- 2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 2.1.1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА ДОЊЕГ СТРОЈА
 - 2.1.2. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА ГОРЊЕГ СТРОЈА
 - 2.1.3. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА КРИЛНИХ ЗИДОВА
 - 2.1.4. ОПТЕРЕЋЕЊА ОД НАСИПА, ПРИТИСАК ЗЕМЉИШТА
- 2.2. ПРОМЕНЉИВА ОПТЕРЕЋЕЊА
 - 2.2.1. САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
 - 2.2.2. ДЕЈСТВО ВЕТРА
 - 2.2.3. ДЕЈСТВО ТЕМПЕРАТУРЕ
 - 2.2.4. СКУПЉАЊЕ
 - 2.2.5. СЕИЗМИЧКО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
- 2.3. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

3. ПРОРАЧУН СТУБОВА

- 3.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 3.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА
- 3.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА

4. ПРОРАЧУН СТАНДАРДНИХ ШИПОВА

- 4.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 4.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА
- 4.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА

5. ПРОРАЧУН ДУПЛИХ СТУБОВА КОНСТРУКЦИЈА

- 5.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 5.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА
- 5.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА

5. ПРОРАЧУН РЕЧНИХ СТУБОВА

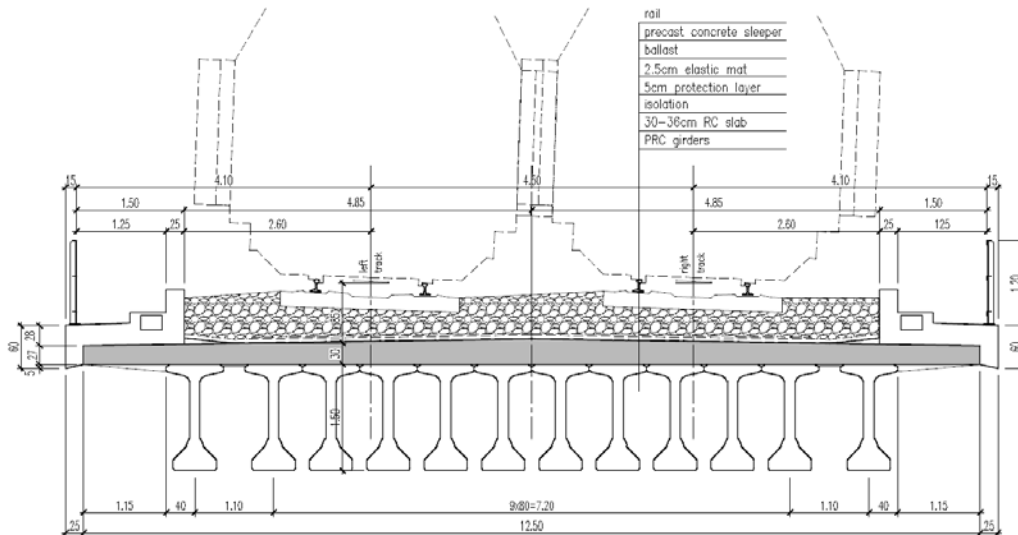
- 5.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ
- 5.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА
- 5.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА

7. ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ ШИПОВА

1. УНОСНИ ПОДАЦИ

1.1. ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Ослоначки углови (°)	90
Дужина конструкције (m)	1466.4
Распони (m)	12 x 22.4 + 4 x 48.0 + 4 x 22.4 + 48.0 + 18 x 22.4 + 3 x 48.0 + 9 x 22.4



Ширина засторског оквира (m)	9.7	$b_{ballast}$
Ширина пешачке стазе (лево) (m)	1.65	b_l
Ширина пешачке стазе (десно) (m)	1.65	b_r
Ширина ивице пешачке стазе (m)	0.25	$b_{s,e}$
Висина ивице пешачке стазе (m)	0.6	$h_{s,e}$
Засторски оквир - ширина зида (m)	0.25	$b_{s,i}$
Засторски оквир - висина зида (m)	0.75	$h_{s,i}$
Просечна дебљина АБ плоче (m)	0.33	$t_{d,avg}$
Број ослонаца	2	n_{sup}
Број ПВ греда	12	n_{prc}
Тежина по дужном метру ПБ греде (kN/m)	12.6	g_{prc}
Висина ПБ греде (m)	1.5	h_{prc}
Размак ПБ греде (m)	0.8	$t_{prc,m}$

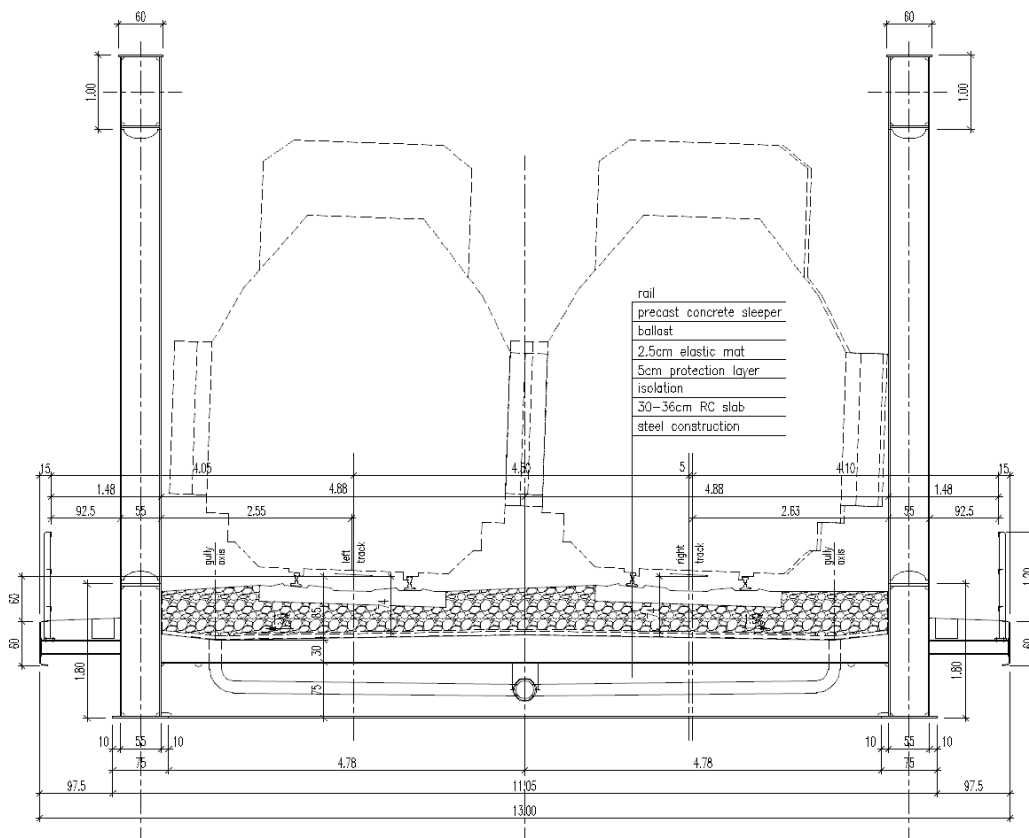
Корисна ширина пешачке стазе (десно): $b_{sw,r} := b_r - 15cm - b_{s,i} = 1.25 m$

Корисна ширина пешачке стазе (лево): $b_{sw,l} := b_l - 15cm - b_{s,i} = 1.25 m$

Ширина плоче: $b_d := b_l + b_{ballast} + b_r - 2 \cdot b_{s,e} = 12.50 m$

Укупна ширина горњег строја: $b_{tot} := b_d + 2 \cdot b_{s,e} = 13.00 m$

Ширина засторског оквира и укупна ширина оквира иста је на челичном горњем строју.



1.2. ПРИМЕЊЕНИ ПРОПИСИ

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

1.3. МАТЕРИЈАЛИ, ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕЦИ

Name	Type	Design code	Model	E_x [kN/cm ²]	E_z [kN/cm ²]	ν
RIGID	Concrete	-	Linear	1000000	1000000	0,20
R350HT	Steel	-	Linear	21000	21000	0,30
S355	Steel	Eurocode	Linear	21000	21000	0,30
C30/37	Concrete	Eurocode	Linear	3280	3280	0,20
C25/30	Concrete	Eurocode	Linear	3150	3150	0,20
Name	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	P_1	P_2	P_3	P_4
RIGID	1.00E-05	2500	-	\square	\square	\square
R350HT	1.20E-05	7850	-	\square	\square	\square
S355	1.20E-05	7850	f_y [kN/cm ²] = 35,5	$f_u = 51,0$	$f_u^* = 33,5$	$f_u^* = 47,0$
C30/37	1.00E-05	2500	f_{ctk} [kN/cm ²] = 3,00	$\alpha_c = 1,500$	$\alpha_{cc} = 0,85$	$\alpha_t = 2,13$
C25/30	1.00E-05	2500	f_{ctk} [kN/cm ²] = 2,50	$\alpha_c = 1,500$	$\alpha_{cc} = 0,85$	$\alpha_t = 2,35$

Крутог ПБ греде узета је из одговарајућег прорачуна

$$EI_{\text{PRC}} = 1.26 \cdot 10^8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

Крутог челичног решеткастог носача горњег строја процењена је из карактеристика попречних пресека елемената доњег и горњег појаса решетке.

Name	Shape	h	b	Ax	Ay	Az	Ix
		[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ⁴]
PRC	Custom	186.2	1250	91796.82	43200.57	31283.51	4.20E+07
STEEL	Custom	890	1105	3436	0	0	4803930
ABUTMENT	Rect.	1250	120	150000	125000	125000	6.80E+08
STANDARD PIER	Custom	200	780	117600	62762.98	89088.31	7.80E+08
DUPLEX PIER	Custom	260	980	192400	123789.8	143617.3	1.90E+09
RIVER PIER	Custom	400	789.2	208390.7	187206.8	160347.9	5.00E+09
DOUBLE TRACK	Custom	17.6	617.2	309.2	0	0	911.7
O90 PILE	Round	90	90	6360.43	5451.8	5451.8	6441246
O120 PILE	Round	120	120	11307.44	9692.09	9692.09	2.00E+07
Name	Iy	Iz	Iyz	I ₁	I ₂	□	I□
	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[°]	[cm ⁶]
PRC	3.60E+08	9.00E+09	0	9.00E+09	3.60E+08	90	3.20E+13
STEEL	4.70E+08	9.10E+08	0	9.10E+08	4.70E+08	90	3.20E+12
ABUTMENT	1.80E+08	2.00E+10	0	2.00E+10	1.80E+08	90	2.20E+13
STANDARD PIER	3.10E+08	6.70E+09	0	6.70E+09	3.10E+08	90	1.80E+13
DUPLEX PIER	7.80E+08	1.80E+10	0	1.80E+10	7.80E+08	90	8.00E+13
RIVER PIER	1.60E+09	7.80E+09	0	7.80E+09	1.60E+09	90	1.40E+13
DOUBLE TRACK	12204.2	1.70E+07	0	1.70E+07	12204.2	90	6.90E+08
O90 PILE	3219315	3219315	0	3219315	3219315	0	0
O120 PILE	1.00E+07	1.00E+07	0	1.00E+07	1.00E+07	0	0
Name	W _{1,el,t}	W _{1,el,b}	W _{2,el,t}	W _{2,el,b}	W _{1,pl}	W _{2,pl}	i _y
	[cm ³]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ³]	[cm]
PRC	1.40E+07	1.40E+07	4830913	3177476	2.50E+07	4664181	62.4
STEEL	1652933	1652939	931413.1	1246313	1769541	1074735	371.6
ABUTMENT	3.10E+07	3.10E+07	3000000	3000000	4.70E+07	4500000	34.6
STANDARD PIER	1.70E+07	1.70E+07	3102400	3102400	2.60E+07	5040000	51.4
DUPLEX PIER	3.60E+07	3.60E+07	5986564	5986564	5.30E+07	1.00E+07	63.6
RIVER PIER	2.00E+07	2.00E+07	7826645	7826645	3.40E+07	1.50E+07	86.7
DOUBLE TRACK	56474.2	56474.2	1333.7	1448.3	69570.4	1825.5	6.3
O90 PILE	71540.3	71540.3	71540.3	71540.3	121463	121463.8	22.5
O120 PILE	169577.1	169577.1	169577.1	169577.1	287912.3	287914.2	30
Name	i _z	Hy	H _z	y _G	z _G	y _s	z _s
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
PRC	312.9	1250	186.2	625	112.3	0	86.2
STEEL	515.5	1105	890	552.5	380.7	0	-22.5
ABUTMENT	360.8	1250	120	625	60	0	0
STANDARD PIER	239.5	780	200	390	100	0	0
DUPLEX PIER	304.4	980	260	490	130	0	0
RIVER PIER	193.4	789.2	400	394.6	200	0	0
DOUBLE TRACK	237.4	617.2	17.6	308.6	8.4	0	14.6
O90 PILE	22.5	90	90	45	45	0	0
O120 PILE	30	120	120	60	60	0	0

Арматура (EN 10080)

$\gamma_s := 1.15$

B500B(B60.50)

Карактеристична вредност чврстоћа при затезању арматуре:

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

Карактеристична вредност границе развлачења арматуре:

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

Прорачунска вредност границе развлачења:

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

Прорачунска вредност модула еластичности челика за арматуру:

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

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

$$\epsilon_{s.uk} = 18.0\%$$



Вредност напона за границу развлачења:

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

Коефицијент адхезије: $k_1 = 0.80$

Тежина по јединици запремине

АБ конструкције: Насип:

Хидроизолација:

Застор:

Хидроизолациона гума:

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

$$\gamma_t := 19 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_p := 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_b := 20 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_{mat} := 6.5 \frac{kN}{m^3}$$

1.4. ГЕТОЕХНИЧКИ ПОДАЦИ

Пречник шипа и модул еластичности:

$$E_p := 31500 MPa$$

$$D_p := \begin{pmatrix} 0.90 \\ 1.20 \end{pmatrix} m$$

Ознака слоја	USCS	Дебљина (m)	Дубина (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kPa)	qc (MPa)	Mv (MPa)
Q1p-pr	CL, ML	1.9	1.9	20	20	14	3	5.5
Q1p-pr	CL, ML	1.6	3.5	20	20	14	5	5.5
Q1p-pr	CL, ML	3.9	7.4	20	20	14	2.7	7
Q1al-p,pr	SM	1.6	9	19	35	0	11	16.5
Q1al-p	SM, SP	1.8	10.8	19	36	0	12.5	18.8
Q1al-p	SM, SP	2.2	13	19	35	0	10	15
Q1al-p	SM, SP	6	19	19	37	0	15.5	23.3
Q1al-p	SM, SP	11	30	19	36	0	12	18

Ознака слоја	USCS	Дебљина (m)	Дубина (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kPa)	qc (MPa)	Mv (MPa)
Q1p-pr	CL, ML	5.1	5.1	20	20	14	2.5	5.5
Q1p-pr	CL, ML	1.9	7	20	20	14	5	7
Q1al-p,pr	SM	2.3	9.3	19	34	0	8	12
Q1al-p	SM, SP	1.5	10.8	19	34	0	8	12
Q1al-p	SM, SP	6.5	17.3	19	37	0	16.5	24.8
Q1al-p	SM, SP	2	19.3	19	32	0	4	6
Q1al-p	SM, SP	2	21.3	19	37	0	17.5	26.3
Q1al-p	SM, SP	8.7	30	19	36	0	12	18

Ознака слоја	USCS	Дебљина (m)	Дубина (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kPa)	qc (MPa)	M_v (MPa)
Q1lp-pr	CL, ML	3.5	3.5	20	20	14	4.2	5.5
Q1lp-pr	CL, ML	2.6	6.1	20	20	14	1.7	5.5
Q1lp-pr	CL, ML	3.7	9.8	20	20	14	5	7
Q1al-p	SM, SP	5.3	15.1	19	36	0	13	19.5
Q1al-p	SM, SP	3.2	18.3	19	40	0	27	40.5
Q1al-p	SM, SP	1.2	19.5	19	38	0	20	30
Q1al-p	SM, SP	10.5	30	19	36	0	12	18

Ознака слоја	USCS	Дебљина (m)	Дубина (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kPa)	qc (MPa)	M_v (MPa)
Q1l*	CL, ML	7,8	7,8	20	20	14	3	5,5
Q1pz	CL	4,2	12	20	19	16	5	6
Q1al-p	SM, SP	5	17	19	31	0	15	3,8
Q1al-gl	CL	6,8	23,8	20	21	12	5	9,8
Q1al-pr,m	CL, ML	1,5	25,3	20,5	20	11	5	8,2
Q1al-p	SM, SP	4,7	30	19	34	0	12	11,3

Просечна вредност ограниченог модула еластичности тла изнад карактеристичних шипова:

$$M_{v,top} := 5.5 \cdot \text{MPa}$$

Претпостављен Поасонов коефицијент:

$$\nu_{est} := 0.35$$

Карактеристична дужина шипова

$$2 \cdot L_{kp,90} = 10\text{m} \quad 2 \cdot L_{kp,120} = 14\text{m}$$

Рандолф формула за бочно напрезање:

$$c_{top} = 4.20 \cdot G_{top} \cdot \left(1 + \frac{3}{4} \cdot \nu_{est}\right)^{\frac{8}{7}} \cdot \left(\frac{G_{top}}{E_p}\right)^{\frac{1}{7}}$$

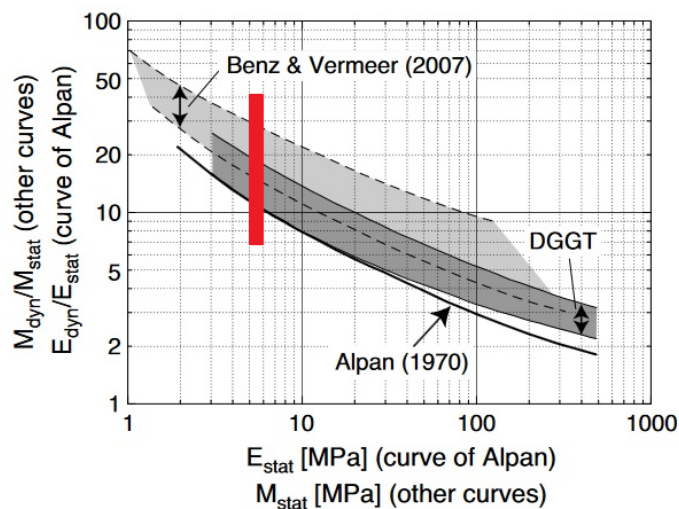
$$c_{top} = 1.5 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

За анализу железничких колосека динамичка крутост тла би се требала употребити у случају оптерећења услед кочења/убрзања. однос M_{dyn}/M_{stat} узет је у обзир у складу с ирзазом ипсод. Као закључак стварног опсега ограниченог модула еластичност употреби фактор сигурности од најмање 10.

$$c_{top,dyn} = 1.5 \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Формула за вертикално напрезање:
(На основу слегања 1% пречника шипа)

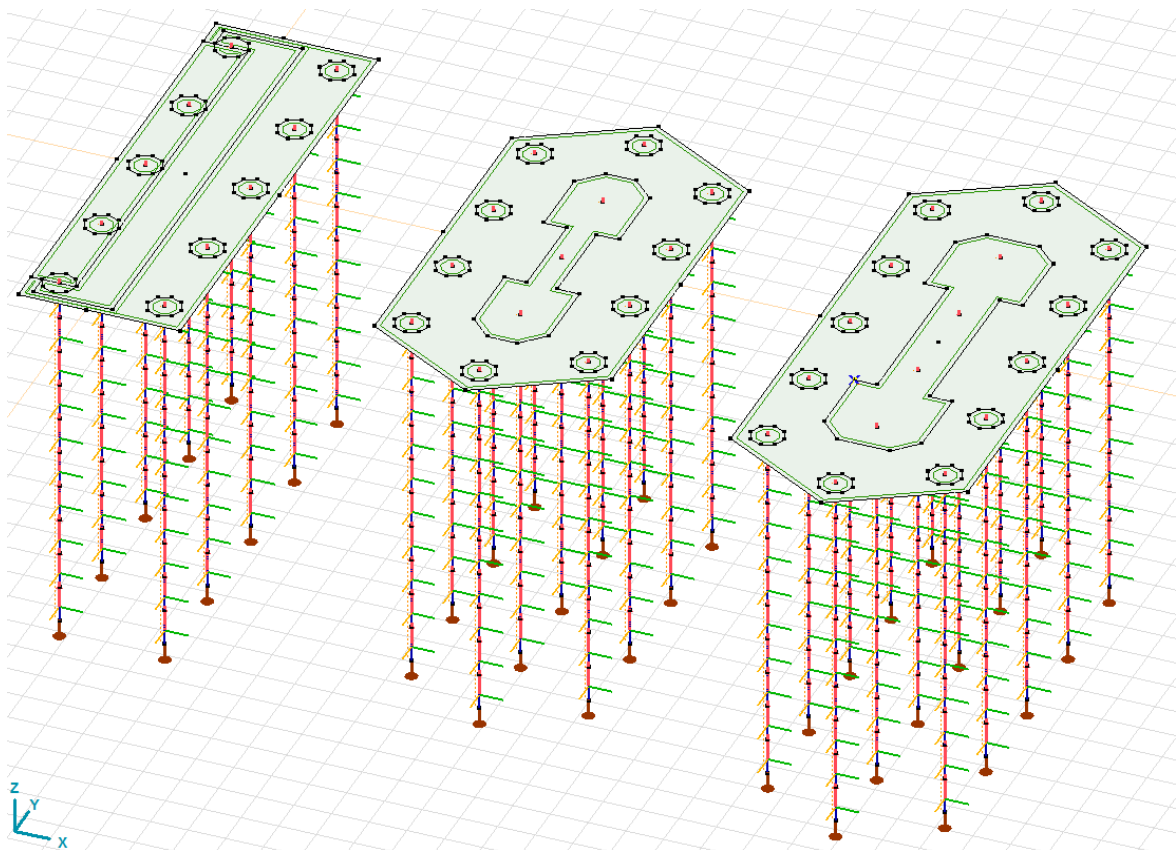
$$k_v = \frac{100 \cdot R_{c,d}}{D_p} \quad k_{v,90} = 3.5 \cdot 10^5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad k_{v,120} = 5.0 \cdot 10^5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

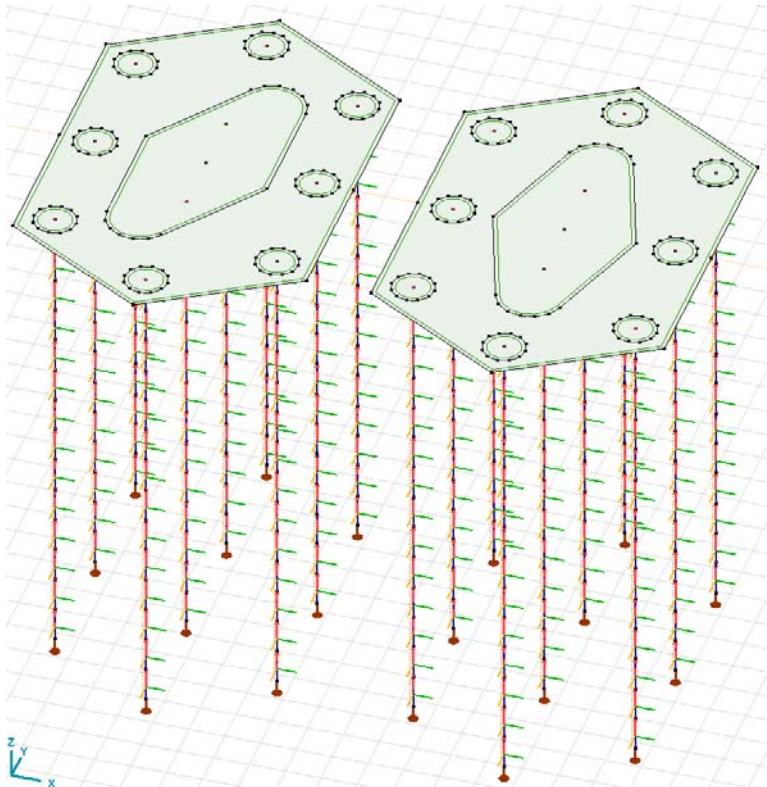


Модел коначних елемената састављен је од темеља (шипова+наглавне греде) различитих крутости.

	Стуб (статичко)		Обичан стуб (статичко)	
Rxx	1E+6kNm/(2x135mm/13m)	4,80E+07	1E+6kNm/(2x140mm/12,64m)	4,50E+07
Ryy	1E+6kNm/(2x325mm/4,3m)	6,60E+06	1E+6kNm/(2x225mm/6,3m)	1,40E+07
Rx	1E+6kN/12500mm	8,00E+04	1E+6kN/8900mm	1,10E+05
Ry	1E+6kN/10700mm	9,00E+04	1E+6kN/8200mm	1,20E+05
	Стуб. (динамичко)		Обичан стуб (динамичко)	
Rxx	1E+6kNm/(2x130mm/13m)	5,00E+07	1E+6kNm/(2x135mm/12,64m)	5,00E+07
Ryy	1E+6kNm/(2x260mm/4,3m)	8,30E+06	1E+6kNm/(2x195mm/6,3m)	1,60E+07
Rx	1E+6kN/2270mm	4,40E+05	1E+6kN/1600mm	6,25E+05
Ry	1E+6kN/1870mm	5,35E+05	1E+6kN/1440mm	6,95E+05
	Дупли стубови (статичко)		Речни стуб (статичко)	
Rxx	1E+6kNm/(2x90mm/15,34m)	8,50E+07	1E+6kNm/(2x130mm/13,12m)	5,00E+07
Ryy	1E+6kNm/(2x180mm/6,3m)	1,75E+07	1E+6kNm/(2x160mm/8,2m)	2,55E+07
Rx	1E+6kN/7200mm	1,40E+05	1E+6kN/8700mm	1,15E+05
Ry	1E+6kN/6600mm	1,50E+05	1E+6kN/8200mm	1,20E+05
	Дупли стубови (динамичко)		Речни стуб (динамичко)	
Rxx	1E+6kNm/(2x85mm/15,34m)	9,00E+07	1E+6kNm/(2x120mm/13,12m)	5,50E+07
Ryy	1E+6kNm/(2x155mm/6,3m)	2,00E+07	1E+6kNm/(2x140mm/8,2m)	2,90E+07
Rx	1E+6kN/1300mm	7,70E+05	1E+6kN/1540mm	6,50E+05
Ry	1E+6kN/1150mm	8,70E+05	1E+6kN/1440mm	6,95E+05

Дате вредности представљају граничне вредности потребне за анализу. У наредним фазама пројекта ове вредности тпровериће се након додатних геотехничких истраживања.





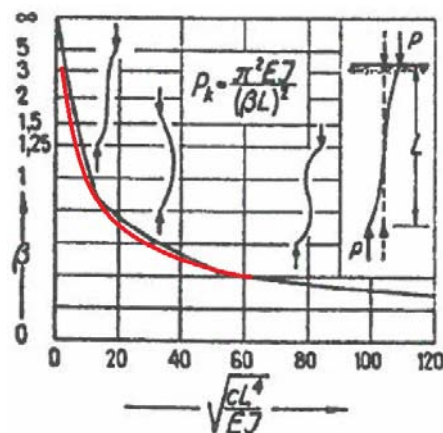
Критична дужина извијања шипова:(у сигурности) са

$$c_{\min} := 10000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

за

$$\beta = \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI}{c}}$$

$$\pi \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot \frac{D_p^4}{20.4}}{c_{\min}}} = (9.97) \cdot m$$



Процењени угао трења насипа и кегле:

$$\phi_t := 30^\circ$$

Коефицијенти пасивног притиска тла (кегле):

$$m_t = 0.00 \cdot ^\circ \quad m_w = 30.00 \cdot ^\circ \quad \nu = -60.00 \cdot ^\circ$$

$$K_{n,p} = 0.60 \quad K_{q,p} = 0.45 \quad K_{c,p} = -0.70 \quad K_{\gamma,p} = 0.45$$

Коефицијент активног притиска тла (испуне):

$$m_t = 60.00 \cdot ^\circ \quad m_w = 60.00 \cdot ^\circ \quad \nu = 0.00 \cdot ^\circ$$

$$K_{n,a} = 0.33 \quad K_{q,a} = 0.33 \quad K_{c,a} = 1.15 \quad K_{\gamma,a} = 0.33$$

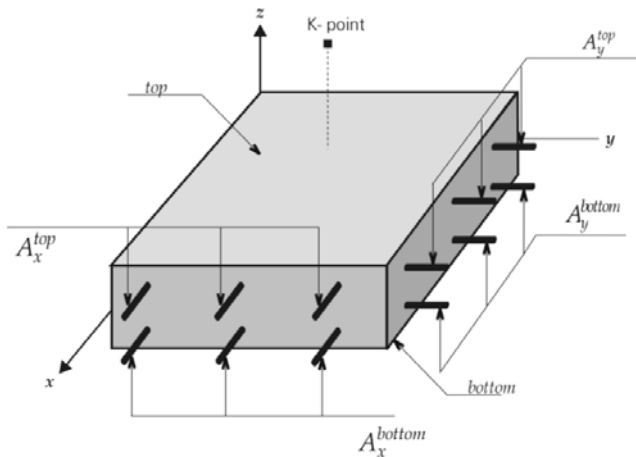
1.5. УПОТЕРБЉЕНА МЕТОДА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - AXIS VM

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

ИЗВОДИ ИЗ УПУТСТВА AXIS VM СОФТВЕРА

Површински параметри армирања и прорачун армирања - RC1 modul

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



Резултујући компоненти:

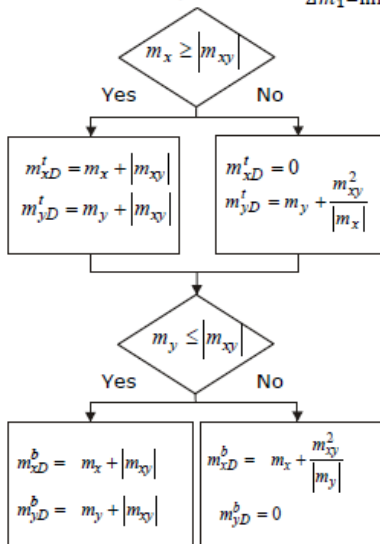
- a_{xb} : прорачуната површина армирања у доњем појасу у 'x' правцу
- a_{yb} : прорачуната површина армирања у доњем појасу у 'y' правцу
- a_{xt} : прорачуната површина армирања у горњем појасу у 'x' правцу
- a_{yt} : прорачуната површина армирања у горњем појасу у 'y' правцу

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

Прорачун попречне x/y арматуре у складу са Еврокодом 2

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

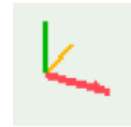
The moment optimum is: $\frac{\Delta m_2 = 0}{\Delta m_1 = \min!} \quad m_x \geq m_y$



Програм прорачунава потребну притиснуту и затегнуту арматуру. Следеће вредности су представљене као резултати: a_{xb} , a_{xt} , a_{yb} , a_{yt} . Ове вредности представљају прорачунату горњу и доњу арматуру у 'x' и 'y' правцу

Локални координатни системи коначних елемената у 3D моделу

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



Узети у обзир минималну површину армирања.

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

Армирање стубова - RC2 modul

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

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

Програм одређује две методе оптималности.

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

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

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

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

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

Провера армирања стубова у складу са Еврокодом 2.

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

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

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

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

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

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

e_2 : second order increment of the eccentricity.

$$e_2 = \frac{1}{r} \frac{i_0^2}{\pi^2}, \text{ where } \frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'} \text{ if } \lambda \geq \lambda_{lim} = 20 \frac{ABC}{\sqrt{n}} \text{ where } n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

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

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

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

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

At the middle of the column:

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

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

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{ez}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{0z}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M_{dy,1} = N_d^* e_{0z}$$

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

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

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

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

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

Axis VM proverava da li su izracunata konstrukcijska opterećenja (M_{dy} , M_{dz} , N_d) unutar diјаграма интеракције N-M. Ако није задовољан ни у једној од конструкцијских ситуација, колона са заданим пресеком и арматуром пропада.

2. ОПТЕРЕЋЕЊА И ДЕЈСТВА

2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

2.1.1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА ДОНЈЕГ СТРОЈА

Стално оптерећење за конструктивне елементе је прорачунато помоћу софтвера у складу са методом коначних елемената.

2.1.2. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА ГОРЊЕГ СТРОЈА

Тежина попречног носача на стубовима:

$$b_{\text{crossgirder}} := 1.20\text{m} \quad l_{\text{crossgirder}} := 10.30\text{m} \quad l_{\text{prc.e}} := 60\text{cm}$$

$$G_{\text{crossgirder}} := (h_{\text{prc}} + t_{\text{d.avg}}) \cdot b_{\text{crossgirder}} \cdot l_{\text{crossgirder}} \cdot \gamma_{\text{rc}} - n_{\text{prc}} \cdot l_{\text{prc.e}} \cdot g_{\text{prc}} = 475 \cdot \text{kN}$$

$$g_{\text{prc.superstr}} := n_{\text{prc}} \cdot g_{\text{prc}} + t_{\text{d.avg}} \cdot \gamma_{\text{rc}} \cdot b_{\text{d}}$$

$$g_{\text{prc.superstr}} = 254 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{steel.superstr}} := 60 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + t_{\text{d.avg}} \cdot \gamma_{\text{rc}} \cdot b_{\text{ballast}} = 140 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Тежина хидроизолације, заштитног слоја бетона, хидроизолационе гуме и застора, са праговима, затварачима и шинама:

$$g_{\text{ballasted.track}} := b_{\text{ballast}} \cdot (1\text{cm} \cdot \gamma_{\text{p}} + 5\text{cm} \cdot \gamma_{\text{rc}} + 2.5\text{cm} \cdot \gamma_{\text{mat}} + 60\text{cm} \cdot \gamma_{\text{b}}) + 2 \cdot 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 145 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Тежина пешачких стаза:

$$g_{\text{sidewalk.l}} := (b_{\text{l}} - b_{\text{s.e}} - b_{\text{s.i}}) \cdot 30\text{cm} \cdot \gamma_{\text{rc}} + (b_{\text{s.e}} \cdot h_{\text{s.e}} + b_{\text{s.i}} \cdot h_{\text{s.i}}) \cdot \gamma_{\text{rc}} = 17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{sidewalk.r}} := (b_{\text{r}} - b_{\text{s.e}} - b_{\text{s.i}}) \cdot 30\text{cm} \cdot \gamma_{\text{rc}} + (b_{\text{s.e}} \cdot h_{\text{s.e}} + b_{\text{s.i}} \cdot h_{\text{s.i}}) \cdot \gamma_{\text{rc}} = 17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Тежина пешачке ограде + инсталације:

$$g_{\text{other.l}} := 0.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 1.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 1.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{other.r}} := 0.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 1.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 1.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Тежина стазе и инсталација на челичној горњој структури:

$$g_{\text{sidewalk.steel}} := 2 \cdot \left(3.20 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \right)$$

$$g_{\text{prc.superstr}} + g_{\text{ballasted.track}} + g_{\text{sidewalk.l}} + g_{\text{sidewalk.r}} + g_{\text{other.l}} + g_{\text{other.r}} = 437 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{steel.superstr}} + g_{\text{ballasted.track}} + g_{\text{sidewalk.steel}} = 294 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.1.3. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА КРИЛНИХ ЗИДОВА

Стално оптерећење пешачке стазе на крилне зидове:

Дебљина крилних зидова: $t_w := 60 \text{ cm}$

Просечна дебљина конзолних пешачких стаза:

$$t_{\text{cant.l}} := 0.5 \cdot (50 + 25) \text{ cm}$$

$$t_{\text{cant.r}} := 0.5 \cdot (50 + 25) \text{ cm}$$

$$g_{\text{cant.l}} := g_{\text{sidewalk.l}} + g_{\text{other.l}} + (b_l - b_{s.e} - t_w) \cdot t_{\text{cant.l}} \cdot \gamma_{rc} = 26.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{cant.r}} := g_{\text{sidewalk.r}} + g_{\text{other.r}} + (b_r - b_{s.e} - t_w) \cdot t_{\text{cant.r}} \cdot \gamma_{rc} = 26.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.1.4. ОПТЕРЕЋЕЊА ОД НАСИПА, ПРИТИСАК ЗЕМЉЕ

Стално оптерећење изнад наглавка шипова:

Висина насипа и дебљина косине (потпор):

$$h_{\text{backfill}} := \begin{pmatrix} 9.75 \\ 9.10 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$t_{\text{cov.abut}} := \begin{pmatrix} 5.20 \\ 4.55 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Макс. дебљина наглавка (стубова):

$$t_{\text{cov.pier}} := 1.10 \text{ m}$$

$$g_{\text{cov.backfill}} := \gamma_t \cdot h_{\text{backfill}}$$

$$g_{\text{cov.abut}} := \gamma_t \cdot t_{\text{cov.abut}}$$

$$g_{\text{cov.pier}} := \gamma_t \cdot t_{\text{cov.pier}}$$

$$g_{\text{cov.backfill}} = \begin{pmatrix} 185.25 \\ 172.90 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{\text{cov.abut}} = \begin{pmatrix} 98.80 \\ 86.45 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{\text{cov.pier}} = 20.90 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

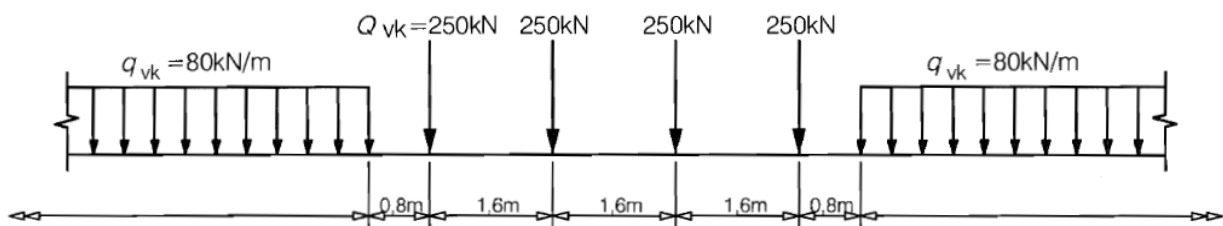
Притисак земљишта на потпорни зид:

$$p_a := h_{\text{backfill}} \cdot K_{\gamma,a} \cdot \gamma_t = \begin{pmatrix} 61.8 \\ 57.6 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_p := t_{\text{cov.abut}} \cdot K_{\gamma,p} \cdot \gamma_t = \begin{pmatrix} 44.2 \\ 38.7 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.2. НЕЖЕЉЕНА ДЕЈСТВА

2.2.1. ДЕЈСТВА ОД САОБРАЋАЈА

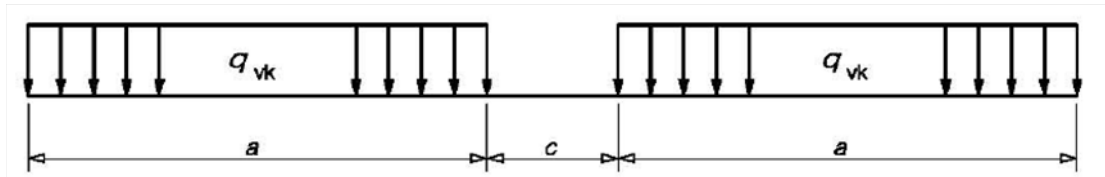
LM71 модел сабраћајних дејства



$\alpha := 1.00$ у складу са пројектним задатком

SW Саобраћајна оптерећења

(SW0 модел оптерећења је потребна само за континуалне мостове)



Load model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25,0	7,0

Динамички фактор

Употерба динамичког фактора није потребна за шипове, наглавке и потпорне конструкције

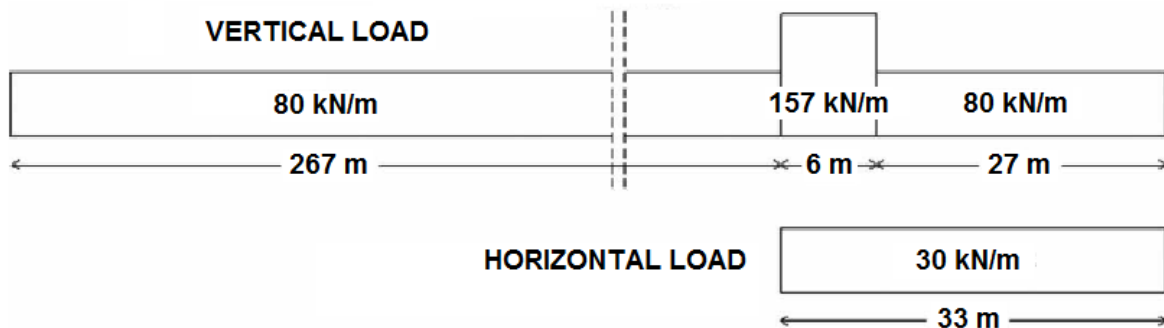
Кочење/убрзање

Traction force: $Q_{lak} = 33 \text{ [kN/m]} L_{a,b} \text{ [m]} \leq 1000 \text{ [kN]}$
for Load Models 71, SW/2

Braking force: $Q_{lbk} = 20 \text{ [kN/m]} L_{a,b} \text{ [m]} \leq 6000 \text{ [kN]}$
for Load Models 71

$Q_{lbk} = 35 \text{ [kN/m]} L_{a,b} \text{ [m]}$
for Load Model SW/2

LM71 Распоред оптерећења за анализу железничких колосека



Вертикално оптерећење на потпорима

Прорачун активног притиска

$$P_{a,q.71} := K_{\gamma,a} \cdot 80 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 26.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

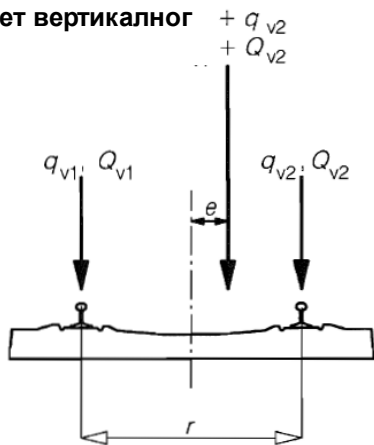
$$P_{a,Q.71} := K_{\gamma,a} \cdot 157 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 52.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{a,SW2} := K_{\gamma,a} \cdot 150 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 50.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Једнакорасподељено оптерећење на стазама

$$q_{sw} := 5.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (\text{занемарено у идејном пројекту})$$

Екцентрицитет вертикалног оптерећења



$$q_{v1}, q_{v2}, Q_{v1}, Q_{v2} = (1)$$

$$q_{v1} + q_{v2}, Q_{v1} + Q_{v2} = (2)$$

$$\frac{q_{v2}}{q_{v1}}, \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}} \leq 1,25$$

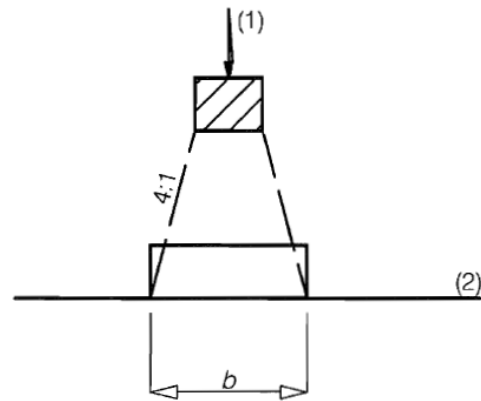
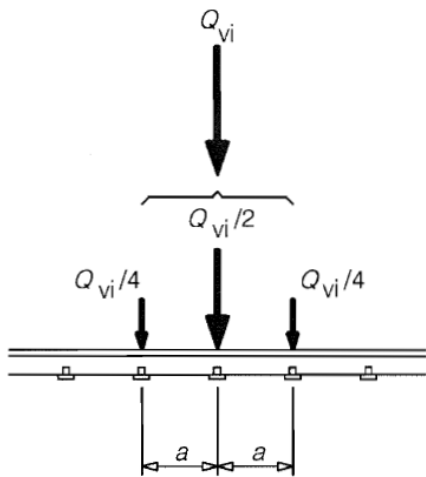
$$e \leq \frac{r}{18}$$

$$r = (3)$$

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

Подужна расподела концентрисаних оптерећења на шинама, праговима и застору



Key

- (1) Load on sleeper
- (2) Reference plane

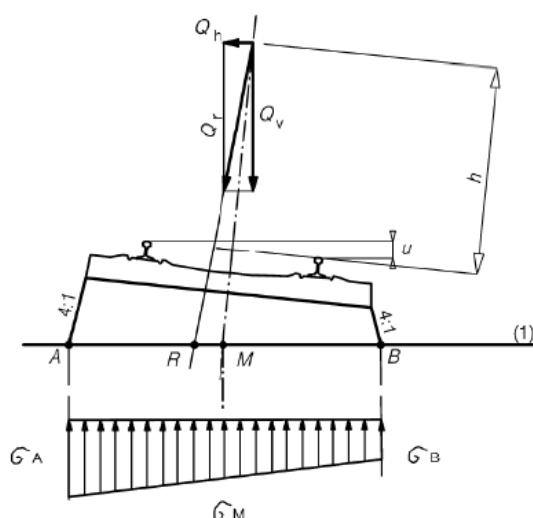
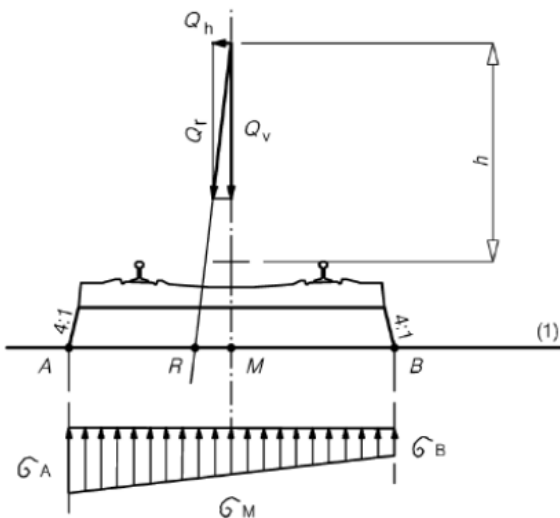
Key

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 расподела дејства по праговима и застору

Key

- (1) Reference plane



Центрифугално оптерећење колосека у хоризонталној кривини

$$V := 200 \frac{\text{km}}{\text{m}} \quad L_f := \begin{pmatrix} 22.40 \\ 48.00 \end{pmatrix} \text{ m} \quad R := 5000 \text{ m}$$

Фактор редукције: $f = 1$ за SW2 модел оптерећења

$$f := \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \cdot \left(\frac{814}{V} + 1.75 \right) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2.88}{L_f}} \right) \right] = \begin{pmatrix} 0.70 \\ 0.65 \end{pmatrix} \text{ за LM71 модел опт.} \quad f \cdot \frac{V^2}{127 \cdot R} = \begin{pmatrix} 0.044 \\ 0.041 \end{pmatrix}$$

Већа вредност узета у обзир за све распоне.

2.2.2. ДЕЈСТВА ВЕТРА

Вредност просечне брзине ветра:

$$v_{b0} := 28 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v''_{b0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Референтна висина (приближно):

$$h_{\text{ref}} := 10.0 \text{ m}$$

Смер и сезонски фактори:

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

Основна вредност брзине ветра 10 м изнад коте нивоа тла:

$$v_b := v_{b0} \cdot c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \quad v_b = 28.00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Категорија терена:

II. Category

Референтна висина у категорији тла 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 храпавости:

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

Уопштени фактор орографије:

$$c_0 := 1.0$$

Интензитет турбуленције:

$$k_i := 1.0$$

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

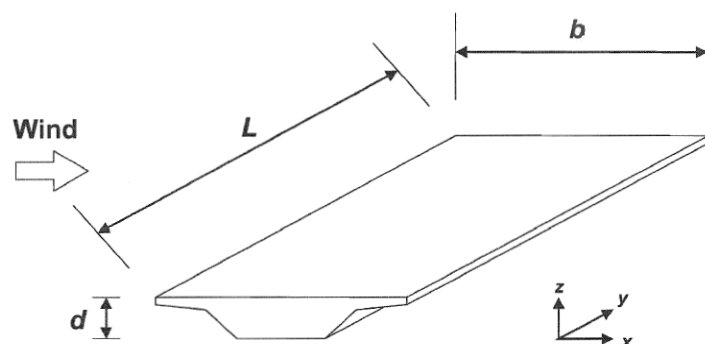
Густина ваздуха: $\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Дејство ветра у Y правцу је занемарена у прелиминарној фази пројектовања

Макс. брзина притиска:

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

$$q_p(h_{\text{ref}}) = 1.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

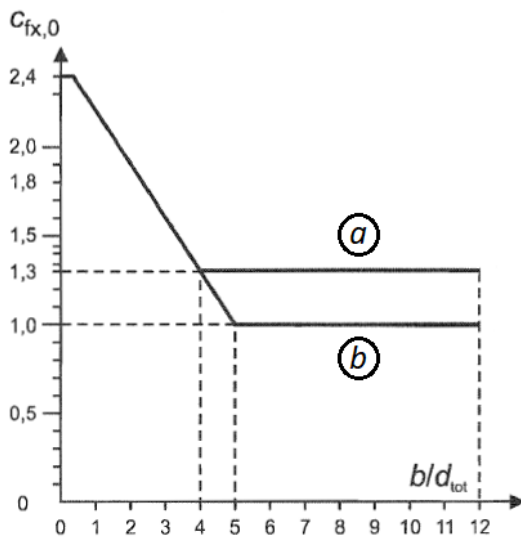


$$q'_p(z) := \left(1 + 7 \cdot I_V(z)\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (c_r(z) \cdot c_0 \cdot v''_b \cdot c_{dir} \cdot c_{season})^2$$

$$q'_p(h_{ref}) = 0.92 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Утицаји ветра на површини моста у Х правцу

Road restraint system	on one side	on both sides
Open parapet or open safety barrier	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
Solid parapet or solid safety barrier	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Open parapet and open safety barrier	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$



Еквивалентна дубина:

$$d_{tot.a} := 2.65\text{m} + 0.60\text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{fx.a}(b_{tot}, d_{tot.a}) = 1.30$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{tot.b} := 2.65\text{m} + 4.00\text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 1.91$$

Дејство ветра без саобраћаја:

$$F_{wk} := d_{tot.a} \cdot q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.a}(b_{tot}, d_{tot.a}) = 4.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{not considered to be critical})$$

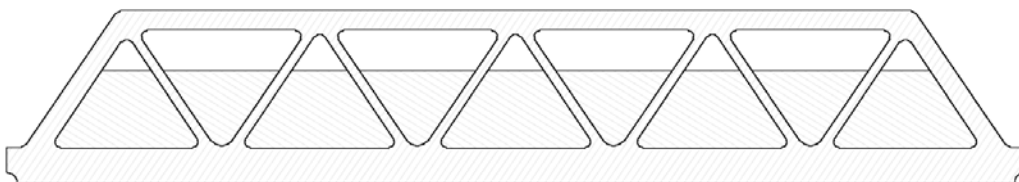
Дејство ветра са саобраћајем: $(\psi_{0.w} := 0.60)$

$$F''_w := \psi_{0.w} \cdot d_{tot.b} \cdot q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 8.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Треба да се ограничи на

$$d_{tot.b} \cdot q'_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 11.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Утицаји ветра на решеткасти горњи строј у х-правцу



$$A_{ref.x.a} := 175\text{m}^2 + 49.80\text{m} \cdot 0.60\text{m} = 205\text{m}^2$$

$$A_{ref.x.b} := 331\text{m}^2$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{\text{tot.a}} := A_{\text{ref.x.a}} \div 49.80\text{m} = 4.11\text{ m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{\text{fx.a}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.a}}) = 1.55$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{\text{tot.b}} := A_{\text{ref.x.b}} \div 49.80\text{m} = 6.65\text{ m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 1.91$$

Дејство ветра без саобраћаја:

$$F_{\text{wk}} := d_{\text{tot.a}} \cdot q_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.a}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.a}}) = 7.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{не сматра се критичним})$$

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

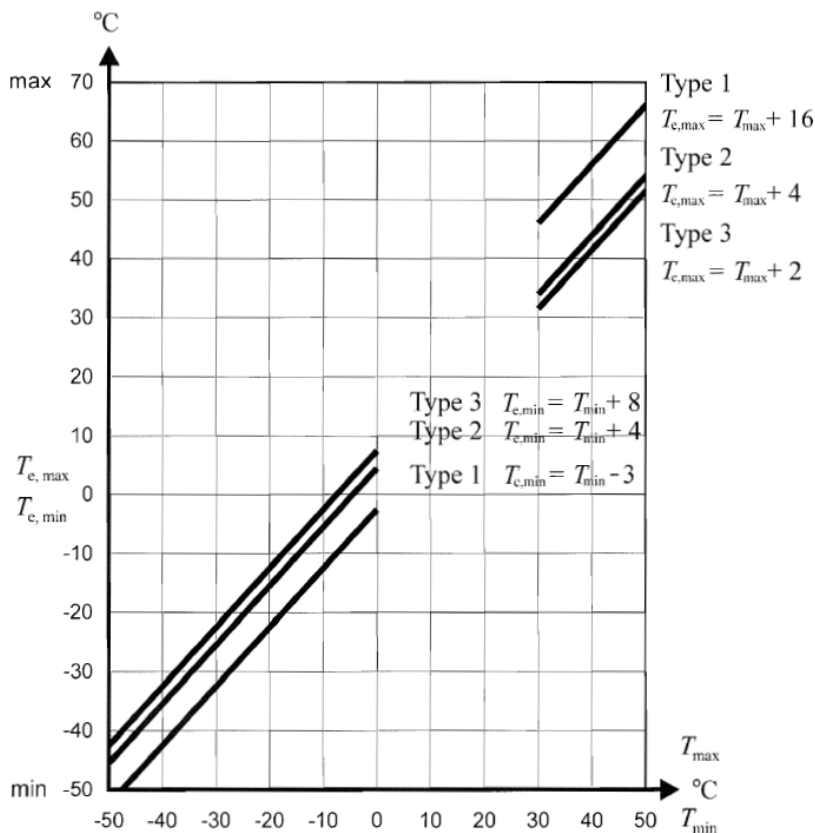
$$F''_{\text{w}} := \psi_{0.w} \cdot d_{\text{tot.b}} \cdot q_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 8.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Треба да се ограничи на

$$d_{\text{tot.b}} \cdot q'_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 11.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Утицај ветра на стубовима се занемарује у прелиминарној фази пројектовања.

2.2.3.ТОПЛОТНА ДЕЈСТВА



Минималне и максималне температуре ваздуха у хладовини:

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

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

Опсег униформности температуре на компонентима моста

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

Мин. и макс. униформна температура компонентата ПБ горњег строја:

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

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

Мин. и макс. униформна температура компонентата челичног горњег строја:

$$T_{e.min} := T_{min} - 3^{\circ}\text{C} = -28.00^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e.max} := T_{max} + 16^{\circ}\text{C} = 51.00^{\circ}\text{C}$$

Екстремне температуре компонентата шина, с обзиром на $\Delta T_R = 50^{\circ}\text{C}$ темп. разлику:

$$T_{e.min.rail} := -40^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e.max.rail} := 60^{\circ}\text{C}$$

Температурне разлике компонентата:

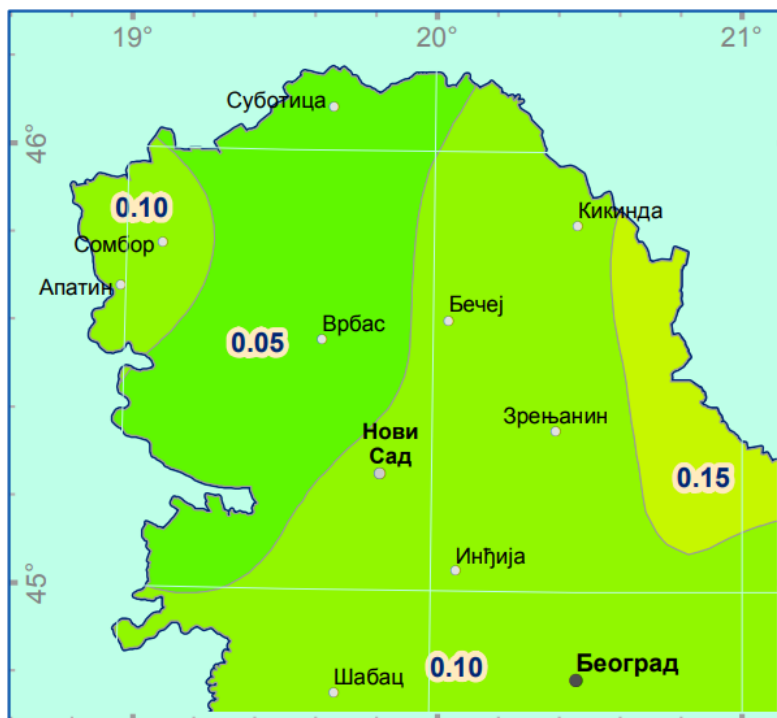
Температурне разлике компонентата су занемарене у овој фази пројектовања, јер се не сматрају критичним за анализу доњег строја.

2.2.4. СПРЕЧЕНО СКУПЉАЊЕ

Ефекти скупљања су занемарени у анализи доњег строја под претпоставком да ће се већина напона услед скупљања одиграти пре изградње.

2.2.5. СЕИЗМИЧКА ДЕЈТСВА

Мапа сеизмичке зоне:



Референтно убрзање примењене сеизмичке зоне:

$$a_{gR} := 0.05 \cdot g$$

Класа важности моста: II.
(Просечна класа важности)

$$\gamma_I := 1.00$$

Пројектовано убрзање на тлу:

$$a_g := \gamma_I \cdot a_{gR} = 0.49 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Наведена вредност убрзања не би требала бити критична у односу на хоризонтална дејства услед кочења и убрзања саобраћајних возила. Као резултат, сеизмичка анализа сматра се непотребним.

2.3. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

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

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

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

$$\gamma_{G,sup} = 1,35^1)$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

$\gamma_Q = 1,35$ when Q represents unfavourable actions due to road or pedestrian traffic (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,45$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 11 to 31 (except 16, 17, 26³⁾ and 27³⁾), load models LM71, SW/0 and HSLM and real trains, when considered as individual leading traffic actions (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,20$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 16 and 17 and SW/2 (0 when favourable)

$\gamma_Q = 1,50$ for other traffic actions and other variable actions²⁾

$$\xi = 0,85 \text{ (so that } \xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15)$$

$\gamma_{G,set} = 1,20$ in the case of a linear elastic analysis, and $\gamma_{G,set} = 1,35$ in the case of a non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects. For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account. See also EN 1991 to EN 1999 for γ values to be used for imposed deformations.

γ^P = recommended values defined in the relevant design Eurocode.

¹⁾This value covers: self-weight of structural and non structural elements, ballast, soil, ground water and free water, removable loads, etc.

²⁾This value covers: variable horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, traffic load surcharge earth pressure, traffic aerodynamic actions, wind and thermal actions, etc.

³⁾For rail traffic actions for groups of loads 26 and 27 $\gamma_Q = 1,20$ may be applied to individual components of traffic actions associated with SW/2 and $\gamma_Q = 1,45$ may be applied to individual components of traffic actions associated with load models LM71, SW/0 and HSLM, etc.

NOTE 3 The characteristic values of all permanent actions from one source are multiplied by $\gamma_{G,sup}$ if the total resulting action effect is unfavourable and $\gamma_{G,inf}$ if the total resulting action effect is favourable. For example, all actions originating from the self-weight of the structure may be considered as coming from one source; this also applies if different materials are involved. See however A.2.3.1(2).

NOTE 4 For particular verifications, the values for γ_Q and γ_Q may be subdivided into γ_{Qi} and γ_{Qj} and the model uncertainty factor $\gamma_{G,st}$. A value of $\gamma_{G,st}$ in the range 1,0–1,15 may be used in most common cases and may be modified in the National Annex.

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

Actions		ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{3)}$
Individual components of traffic actions ⁵⁾	LM 71	0,80	1)	0
	SW/0	0,80	1)	0
	SW/2	0	1,00	0
	Unloaded train	1,00	–	–
	HSLM	1,00	1,00	0
	Traction and braking Centrifugal forces Interaction forces due to deformation under vertical traffic loads	Individual components of traffic actions should use the same values of ψ factors as those adopted for the associated vertical loads		
	Nosing forces	1,00	0,80	0
	Non public footpaths loads	0,80	0,50	0
	Real trains	1,00	1,00	0
	Horizontal earth pressure due to traffic load surcharge Aerodynamic effects	0,80	0,50	0
Main traffic actions (groups of loads)	gr11 (LM71 + SW/0)	0,80	0,80	0
	gr12 (LM71 + SW/0)			
	gr13 (Braking/traction)			
	gr14 (Centrifugal/nosing)			
	gr15 (Unloaded train)			
	gr16 (SW/2)			
	gr17 (SW/2)	0,80	0,70	0
	gr21 (LM71 + SW/0)			
	gr22 (LM71 + SW/0)			
	gr23 (Braking/traction)			
	gr24 (Centrifugal/nosing)			
	gr26 (SW/2)			
	gr27 (SW2)			
	gr31 (LM71 + SW/0)	0,80	0,60	0
	Other operating actions	Aerodynamic effects	0,80	0,50
General maintenance loading for non public footpaths		0,80	0,50	0
Wind forces ²⁾	F_{Wk}	0,75	0,50	0
	F_{W}^{**}	1,00	0	0
Thermal actions ³⁾	T_k	0,60	0,60	0,50
Snow loads	$Q_{Sn,k}$ (during execution)	0,8	–	0
Construction loads	Q_c	1,0	–	1,0
1) 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. 2) When wind forces act simultaneously with traffic actions, the wind force $\psi_0 F_{Wk}$ should be taken as no greater than F_{W}^{**} (see EN 1991-1-4). 3) See EN 1991-1-5. 4) 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 A2.5. 5) Minimum coexistent favourable vertical load with individual components of rail traffic actions (e.g. centrifugal, traction or braking) is 0,5LM71, etc.				

Испод приказана критична комбинација оптерећења разматрана су за прорачун ослоначних реакција:

$$0,85*1,35*DEADLOADS + 1,50*TEMP + 1,50*WIND(Fw^{**}) + 1,45*0,5*NOSING + 1,45*LM71 (BRK/ACC)$$

LM71 (КОЧ/УБРЗ) састоји се од утицаја услед кочења/убрзања, вертикална и центрифугална утицаја са предпоставком оптерећивања оба колосека са двоструко већим утицајима кочења (ради сигурности). Појединачне реакције ослонаца су комбиноване методом суперпозиције.

$$0,85*1,35*DEADLOADS + 1,50*TEMP + 1,50*WIND(Fw^{**}) + 1,20*0,5*NOSING + 1,20*SW2 (BRK/ACC)$$

SW2 (КОЧ/УБРЗ) састоји се од утицаја услед кочења/убрзања, вертикална и центрифугална утицаја са предпоставком оптерећивања оба колосека. Појединачне реакције ослонаца су комбиноване методом суперпозиције.

СТУБОВИ

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,45*0,5*NOSING + 1,45*LM71 (BRK/ACC)	1723	-27	-17621	260	7707
	max		3500	-26	-14476	569	15679
Ry	min		2495	-172	-13602	1582	11461
	max		2300	198	-17443	-1833	11366
Rz	min		2271	26	-18786	25	9853
	max		3079	32	-13421	-321	15161
Rxx	min		2310	198	-17440	-1833	11426
	max		2260	-171	-14556	1986	10162
Ryy	min		2165	27	-13884	-260	6854
	max		3026	26	-18462	25	16755

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,20*0,5*NOSING + 1,20*SW2 (BRK/ACC)	1807	-27	-18177	260	8416
	max		3261	-26	-16724	569	15321
Ry	min		2471	-147	-13608	1356	11315
	max		2299	176	-18029	-1639	11533
Rz	min		2121	26	-19011	25	10518
	max		2982	27	-13448	-260	14545
Rxx	min		2299	176	-18029	-1639	11533
	max		2623	-146	-14470	1743	12709
Ryy	min		2087	27	-16075	-260	7537
	max		2947	26	-18818	25	16306

ОБИЧНИ ШИПОВИ

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,45*0,5*NOSING + 1,45*LM71 (BRK/ACC)	-1900	309	-23012	-3936	-14611
	max		1876	-312	-23843	4644	18351
Ry	min		-17	-478	-18503	5305	-127
	max		11	780	-25484	-8650	449
Rz	min		-338	312	-26725	-4644	-3052
	max		1400	283	-17874	-2815	9853
Rxx	min		-76	759	-26625	-11149	-1572
	max		229	-471	-19693	6921	2601
Ryy	min		-1331	458	-23848	-6802	-18681
	max		1470	-312	-23546	4644	20371

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,20*0,5*NOSING + 1,20*SW2 (BRK/ACC)	-1204	283	-22694	-2815	-4473
	max		1265	-283	-22734	2863	5305
Ry	min		-119	-454	-18498	5034	-940
	max		36	749	-25443	-8309	1792
Rz	min		-190	312	-26853	-4644	-2624
	max		1035	283	-18032	-2815	7201
Rxx	min		8	729	-26625	-10700	-1234
	max		206	-443	-19694	6512	2338
Ryy	min		-884	312	-19719	-4644	-10217
	max		658	-312	-24502	4644	11271

ДУПЛИ ШИПОВИ

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,45*0,5*NOSING + 1,45*LM71 (BRK/ACC)	-2973	967	-33103	-12810	-25148
	max		2812	664	-33197	-8791	23428
Ry	min		1986	-815	-26253	10791	21131
	max		-2150	1390	-39287	-18404	-22345
Rz	min		944	663	-39910	-9506	11320
	max		-2213	-510	-24327	6770	-26136
Rxx	min		1278	1389	-39888	-19920	15248
	max		-1256	-814	-26867	11677	-14672
Ryy	min		-2504	955	-35401	-14430	-36414
	max		1952	-504	-29105	7235	31741

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,20*0,5*NOSING + 1,20*SW2 (BRK/ACC)	-1966	507	-32989	-7660	-22557
	max		1750	-507	-30395	7660	10697
Ry	min		684	-789	-26272	10451	7278
	max		-813	1336	-38658	-17686	-8299
Rz	min		398	663	-39251	-9506	4690
	max		-1100	-513	-24400	6817	-15091
Rxx	min		577	1333	-39246	-19119	6811
	max		-637	-788	-26877	11302	-7462
Ryy	min		-1585	507	-35907	-7660	-25774
	max		1182	976	-35044	-12938	19049

РЕЧНИ СТУБОВИ

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,45*0,5*NOSING + 1,45*LM71 (BRK/ACC)	-2748	662	-34801	-9768	-27015
	max		2879	655	-34845	-9641	28800
Ry	min		-2256	-812	-28256	12177	-28068
	max		-2139	1381	-41043	-20358	-27115
Rz	min		-1001	1224	-41244	-18325	-11420
	max		-1635	661	-28066	-9742	-19959
Rxx	min		2235	1380	-41203	-20679	28792
	max		-2256	-812	-28256	12177	-28068
Ryy	min		-1963	-656	-35278	9654	-30535
	max		2073	656	-35129	-9654	32017

		Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Rx	min	1,15*DEADLOADS + 1,5*TEMP + 1,5*WIND + 1,20*0,5*NOSING + 1,20*SW2 (BRK/ACC)	-1462	1008	-35908	-14842	-10301
	max		1625	657	-35992	-9674	12391
Ry	min		699	-785	-28126	11573	8533
	max		-547	1320	-40437	-19438	-6583
Rz	min		-420	1193	-40629	-17850	-4118
	max		-1117	667	-28083	-9843	-13645
Rxx	min		1226	1318	-40623	-19734	14723
	max		-1146	-784	-28233	11753	-14301
Ryy	min		-1185	-660	-28256	9888	-14801
	max		756	657	-35953	-9685	16795

Квази-стална комбинација оптерећења

ПОТПОРНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Quasipermanent	2329	0	-12554	0	11385

ОБИЧНИ ШИПОВИ

Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Quasipermanent	0	0	-17162	0	0

ДУПЛИ СТУБОВИ

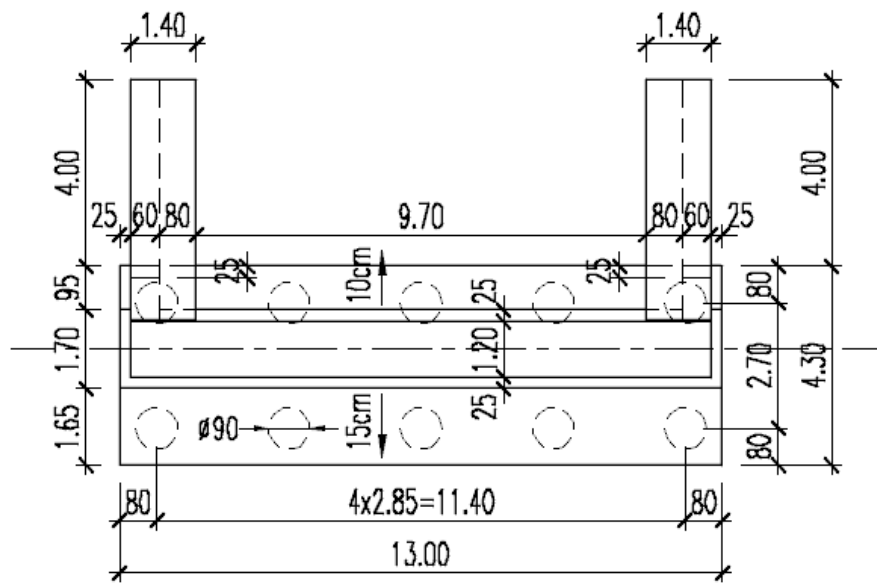
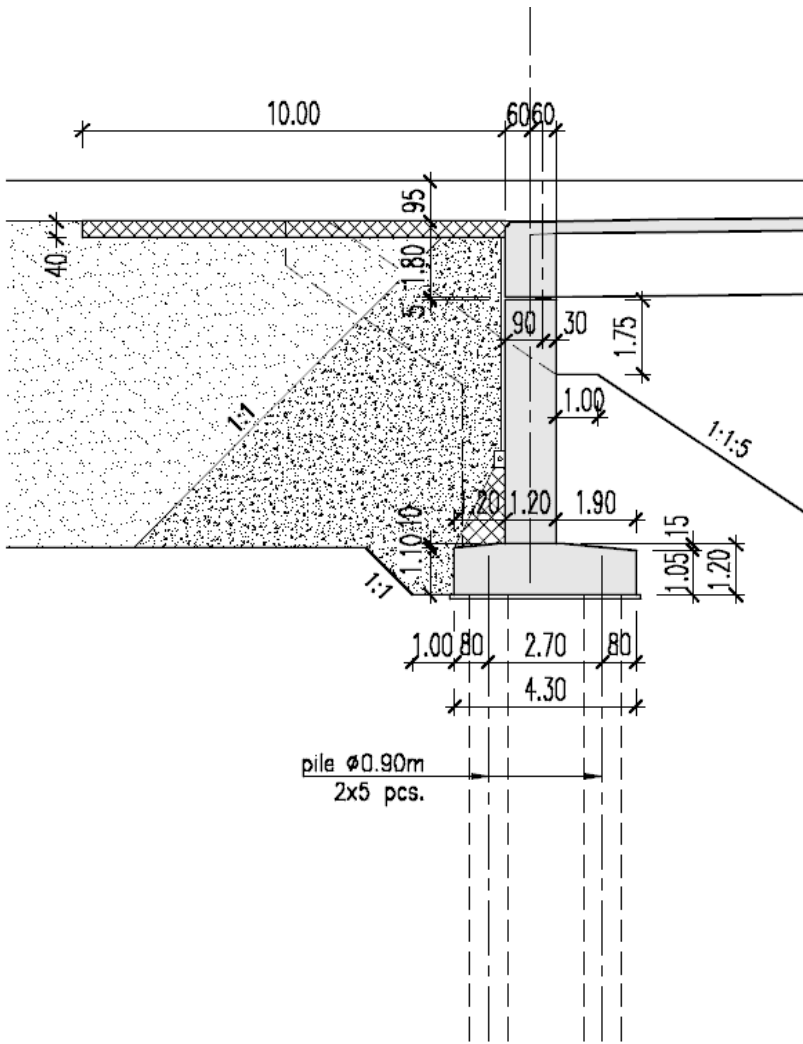
Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Quasipermanent	0	0	-22593	0	3601

РЕЧНИ СТУБОВИ

Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]
Quasipermanent	0	0	-24569	0	0

3. ПРОРАЧУН СТУБОВА – ОБАЛНИ СТУБ

3.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ



3.2. ДИЗАЈН ШИПОВА

Критично вертикално опт. на шипове - ГСН:

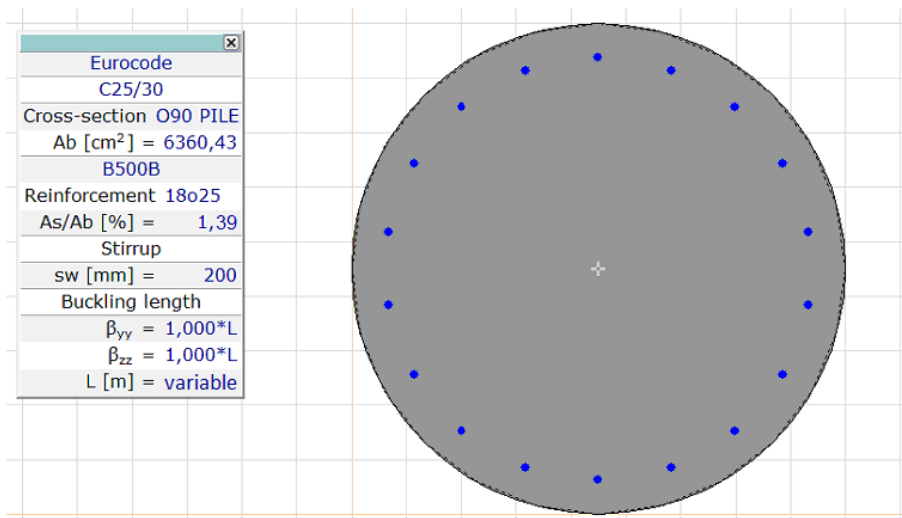
Rz min -3244,02 kN

Квази-стално вертикално опт. на шипове:

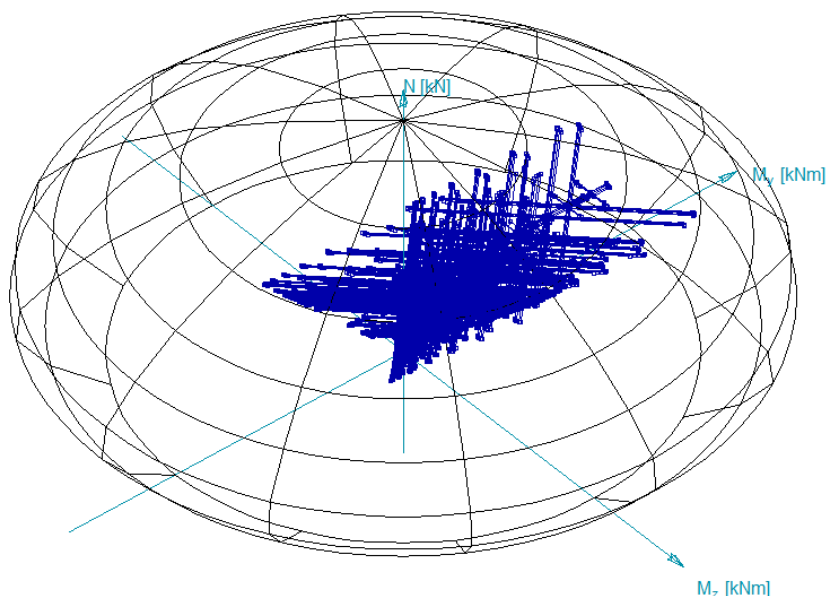
Rz min -2270,06 kN

Унутрашње критичне силе у шиповима:

Critical	min/ max.	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
My	min	-503,64	-8,71	0,15
	max	39,16	1052,13	-16,57
Mz	min	-415,6	766,26	-72,43
	max	-947,97	717,58	84,27

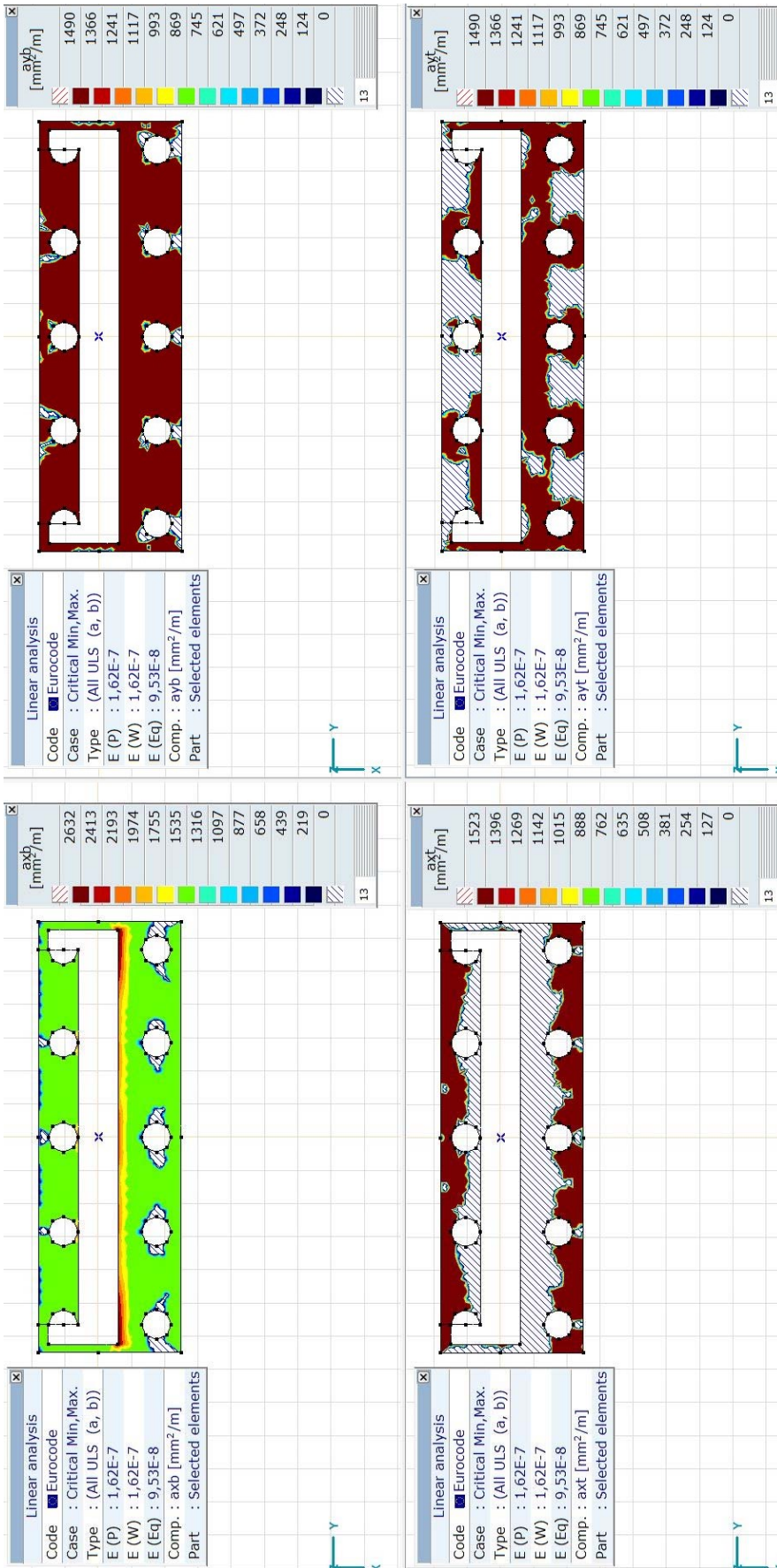


Eurocode			
Case : Linear, Critical			
f _{se} = 1,000			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-12530,65	0	0	
3843,54	0	0	
	min/max		
-3400,00	-1647,61	0	
-3400,00	1647,61	0	
		min/max	
-3800,00	0	-1650,27	
-3800,00	0	1650,27	
C25/30			
Cross-section O90 PILE			
Ab [cm²] = 6360,43			
B500B			
Reinforcement 18o25			
As/Ab [%] = 1,39			
Efficiency			
ε(e = const.) = 0,865			



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC2, са разматраном арматуром 18o25 **НОСИВОСТ ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!** Ово представља статичку потребну површину армирања, али је такође потребно узети у обзир минималну површину армирања према EN 1992.

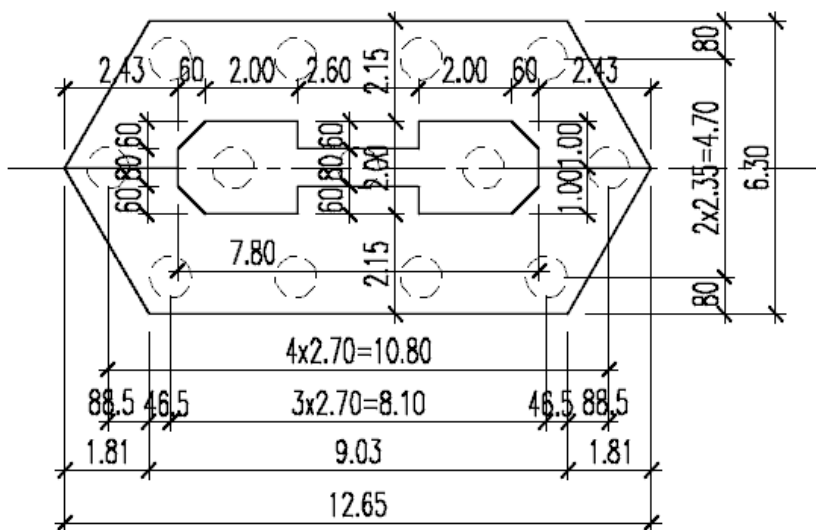
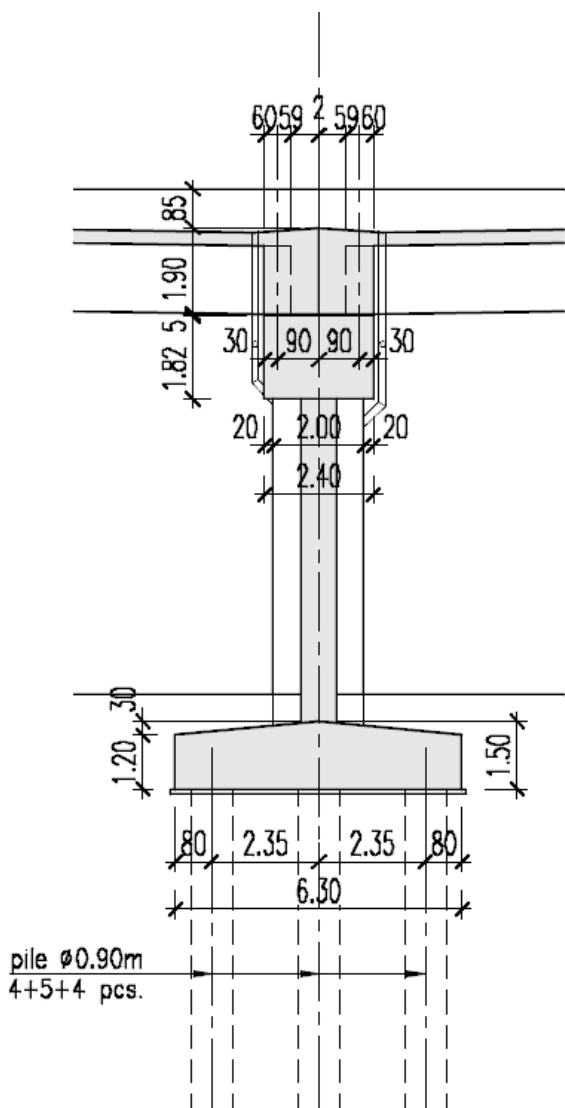
3.3. ДИЗАЈН НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC1, са прорачунатом минималном арматуром + додатном арматуром доњег појаса у 'x' правцу за ојачање погпорног зида **НОСИВОСТ НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА**

4. ПРОРАЧУН СТУБОВА – ДУПЛИ СТУБОВИ

4.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ



4.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА

Критично вертикално опт. на шипове - ГСН:

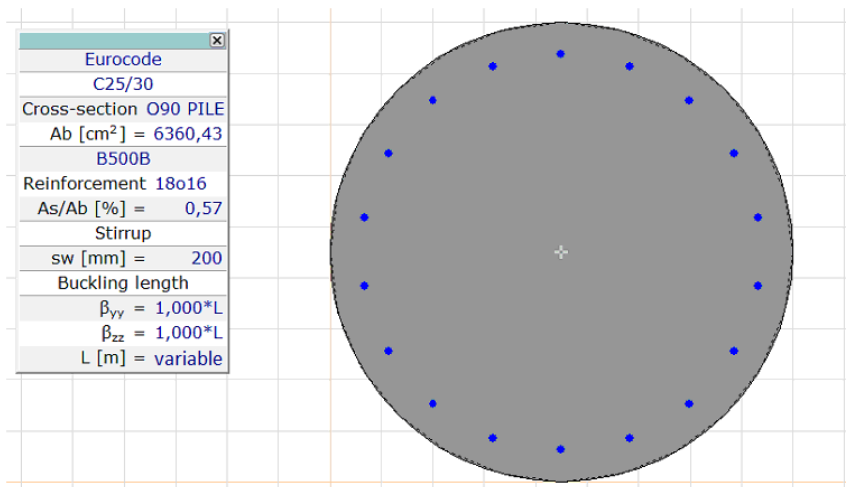
Rz min -3209,14 kN

Квази-стално вертикално опт. на шипове:

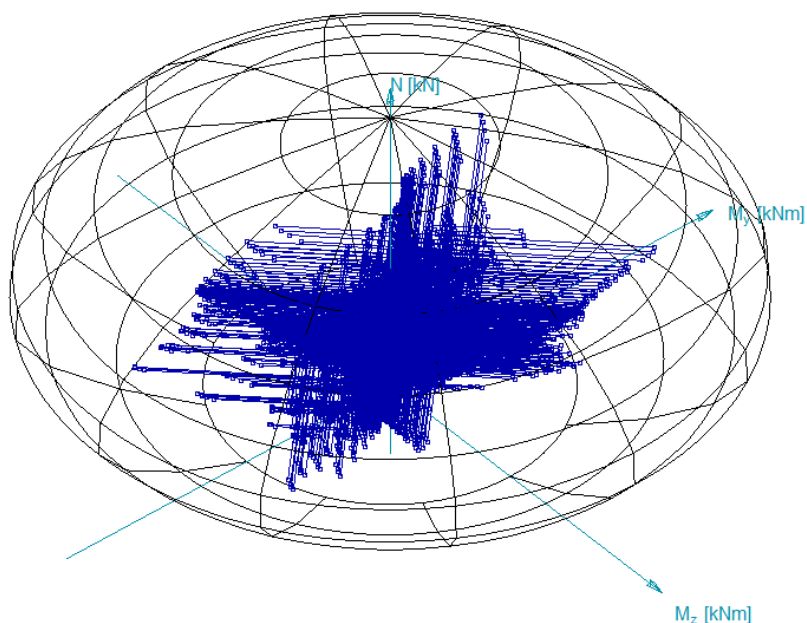
Rz min -1369,07 kN

Унутрашње критичне силе у шиповима:

Critical	min/ max.	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
My	min	-2949,28	-448,26	99,67
	min	-3209,14	421,06	-100,66
Mz	min	-1654,88	-3,83	-146,61
	max	-2344,63	0,28	234,33

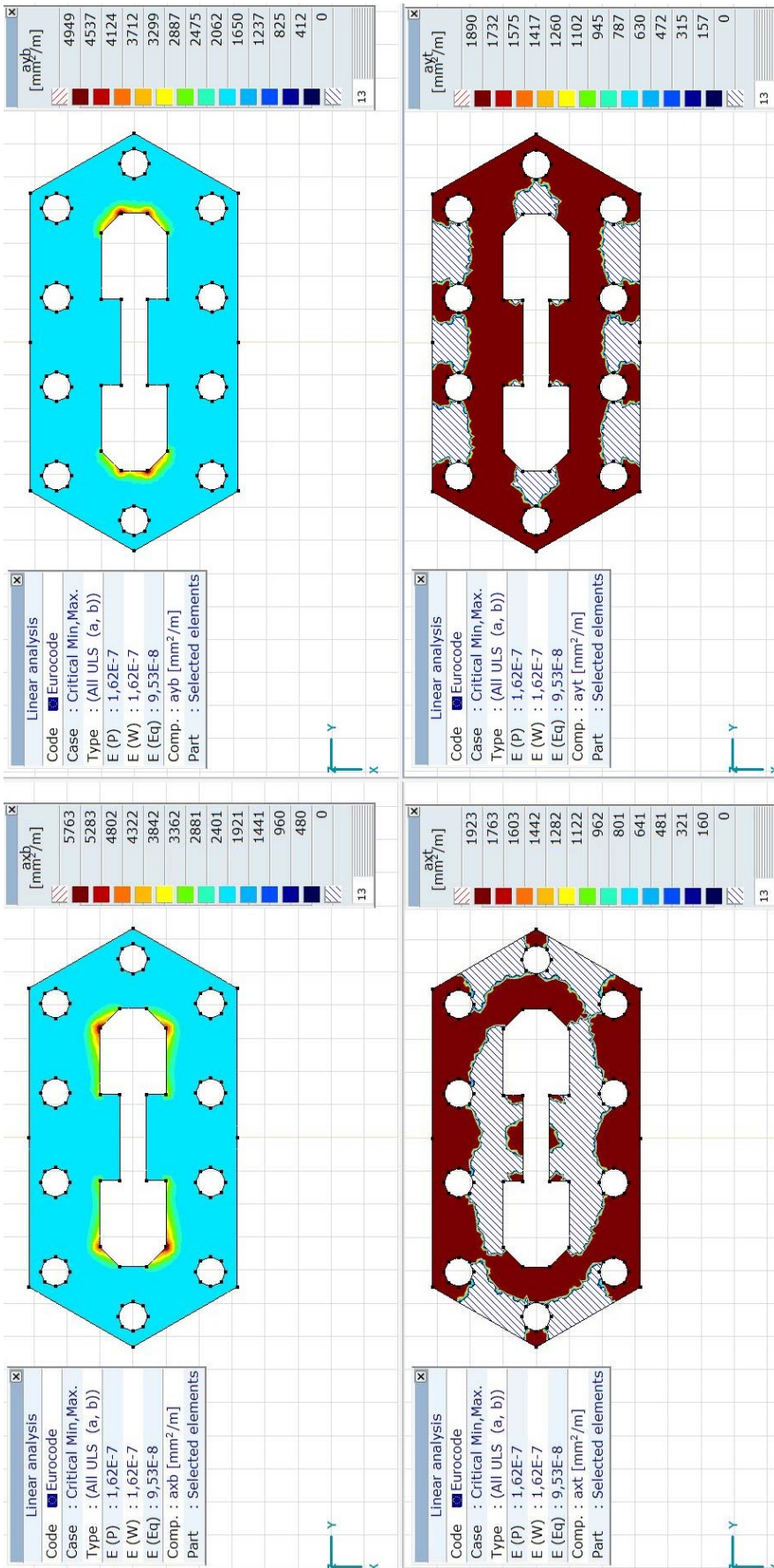


Eurocode			
Case : Linear, Critical			
$f_{se} = 1,000$			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-10444,00	0	0	
1574,31	0	0	
	min/max		
-3800,00	-1151,97	0	
-3800,00	1151,97	0	
		min/max	
-3800,00	0	-1153,86	
-3800,00	0	1153,86	
C25/30			
Cross-section O90 PILE			
Ab [cm²] = 6360,43			
B500B			
Reinforcement 18o16			
As/Ab [%] = 0,57			
Efficiency			
$\epsilon(N = \text{const.}) = 0,811$			



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC2, са разматраном арматуром 18o16 **НОСИВОСТ ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!** Ово представља статичку потребну површину армирања, али је такође потребно узети у обзир минималну површину армирања према EN 1992.

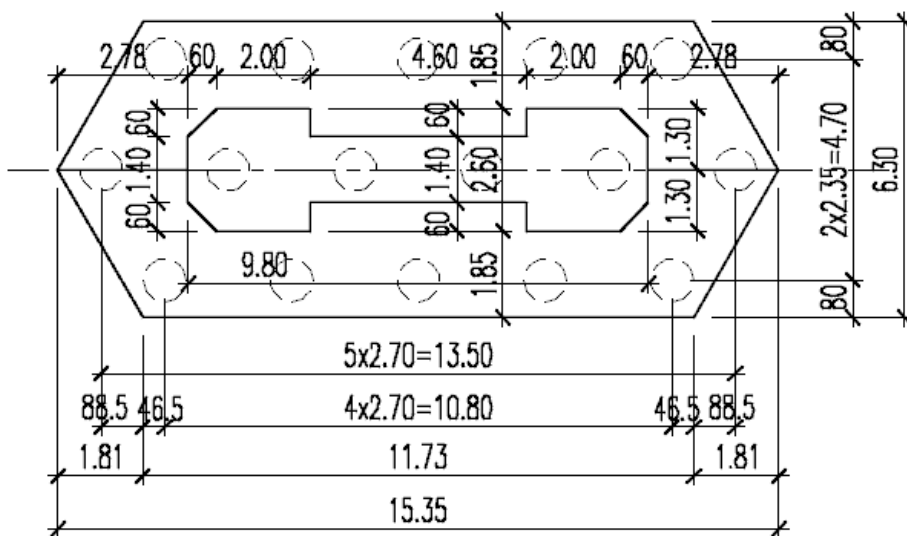
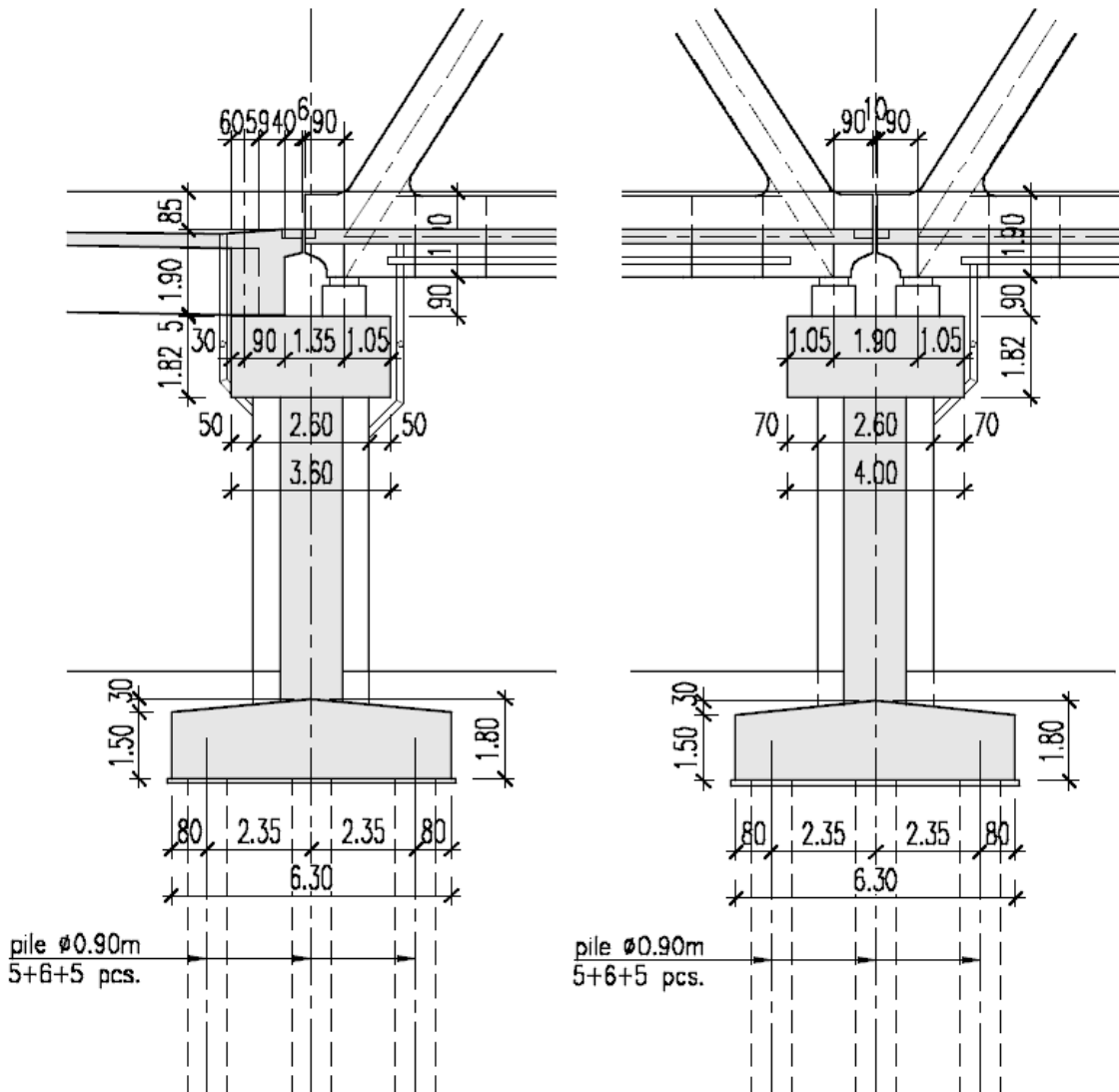
4.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC1, са прорачунатом минималном арматуром + додагном арматуром испод основе стуба **НОСИВОСТ НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!**

5. ПРОРАЧУН СТУБОВА – ДУПЛИ СТУБОВИ

5.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ



5.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА

Критично вертикално опт. на шипове - ГСН:

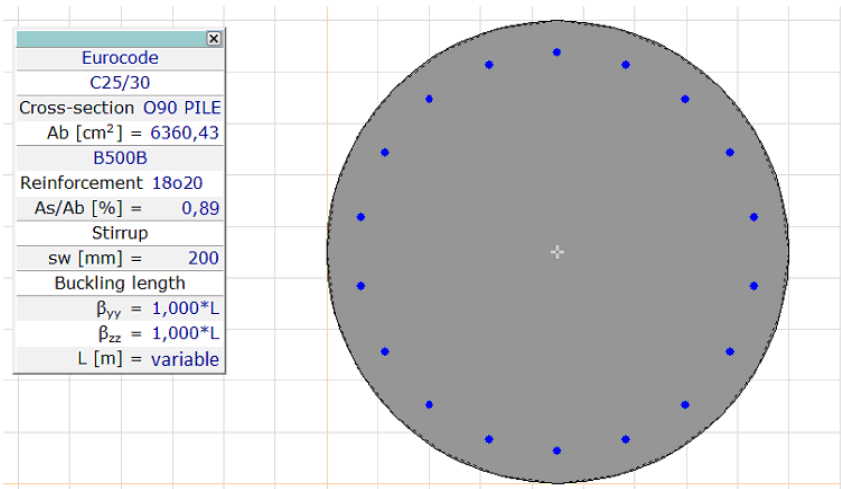
Rz min -4311,76 kN

Квази-стално вертикално опт. на шипове:

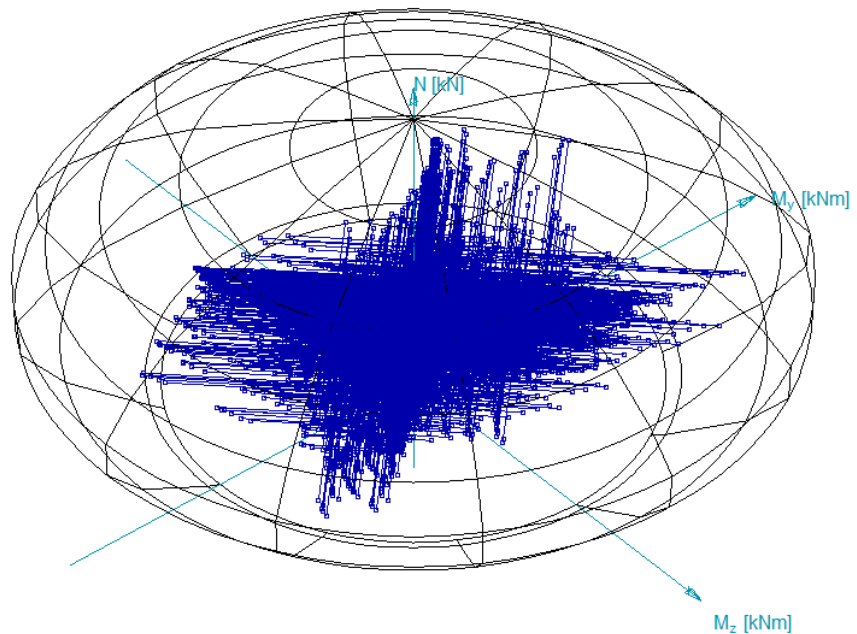
Rz min -1563,41 kN

Унутрашње критичне силе у шиповима:

Critical	min/ max.	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
My	min	-3773,59	-553,63	245,9
	max	-3587,82	525,8	178,38
Mz	min	-1916,73	336,46	-211,29
	max	-2938,55	-366,75	354,13

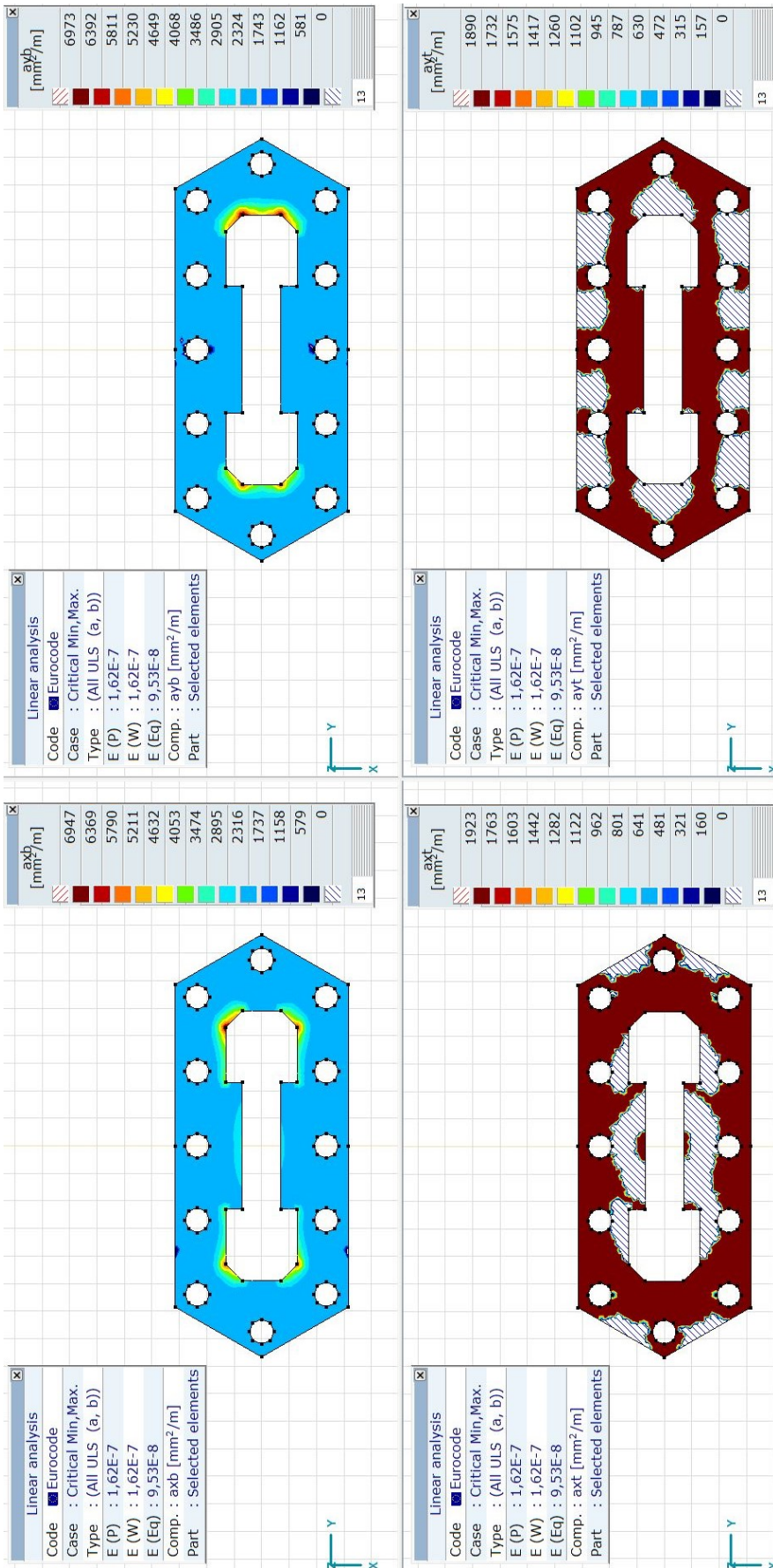


Eurocode			
Case : Linear, Critical			
f _{se} = 1,000			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-11258,30	0	0	
2459,87	0	0	
	min/max		
-3800,00	-1344,52	0	
-3800,00	1344,52	0	
		min/max	
-3800,00	0	-1346,91	
-3800,00	0	1346,91	
C25/30			
Cross-section O90 PILE			
Ab [cm²] = 6360,43			
B500B			
Reinforcement 18o20			
As/Ab [%] = 0,89			
Efficiency			
ε(e = const.) = 0,889			



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC2, са разматраном арматутом 18o20 **НОСИВОСТ ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉЕНА!** Ово представља статичку потребну површину армирања, али је такође потребно узети у обзир минималну површину армирања према EN 1992.

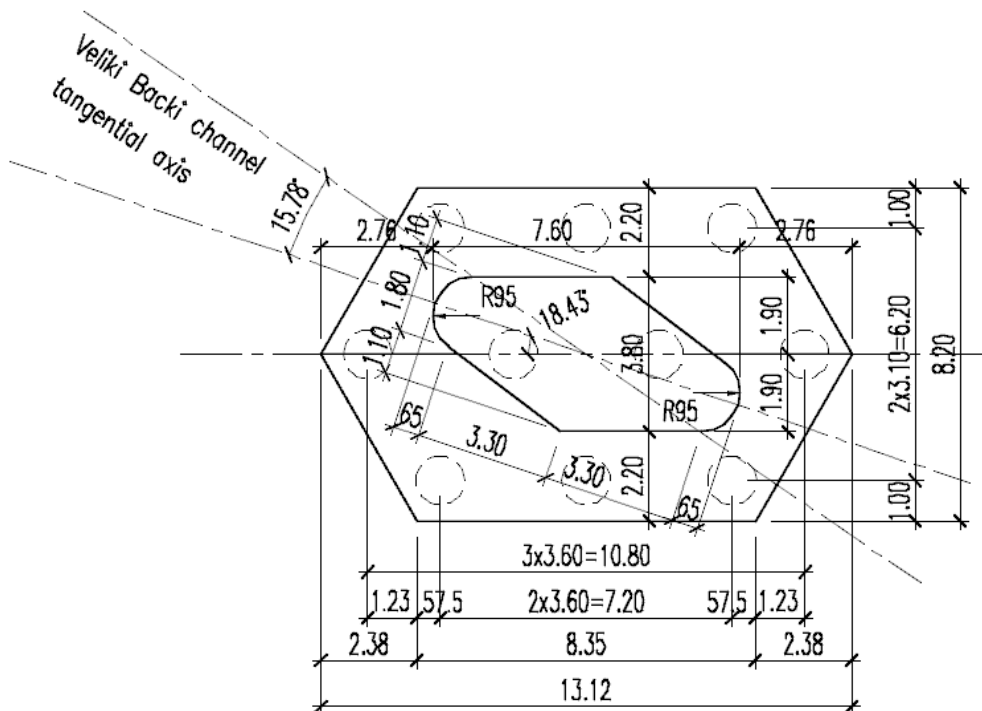
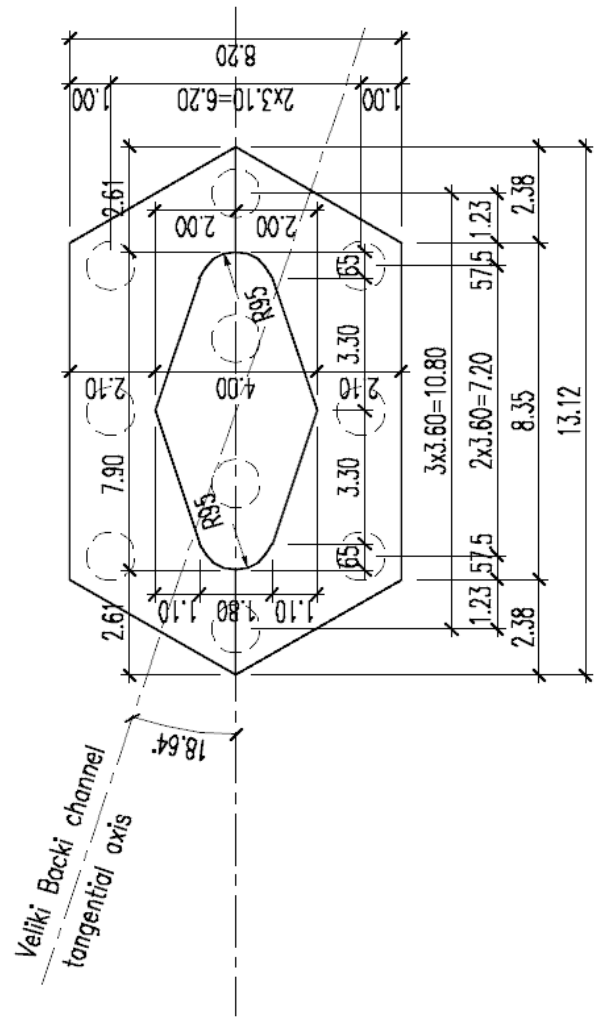
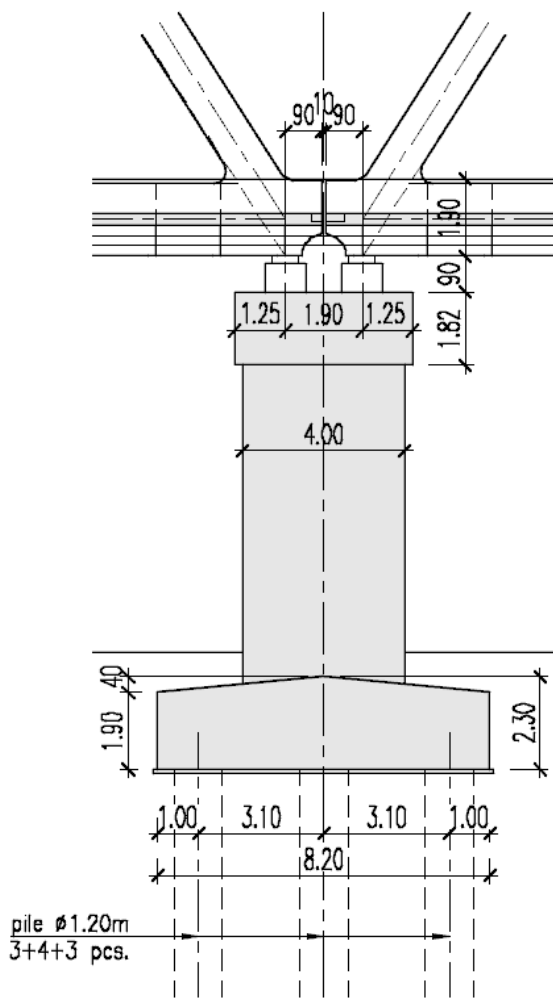
5.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC1, са прорачунатом минималном арматуром + додагном арматуром испод основе стуба **НОСИВОСТ НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!**

6. ПРОРАЧУН СТУБОВА – РЕЧНИ СТУБОВИ

6.1. GEOMETRIC DATA



6.2. ПРОРАЧУН ШИПОВА

Критично вертикално опт. на шипове - ГСН:

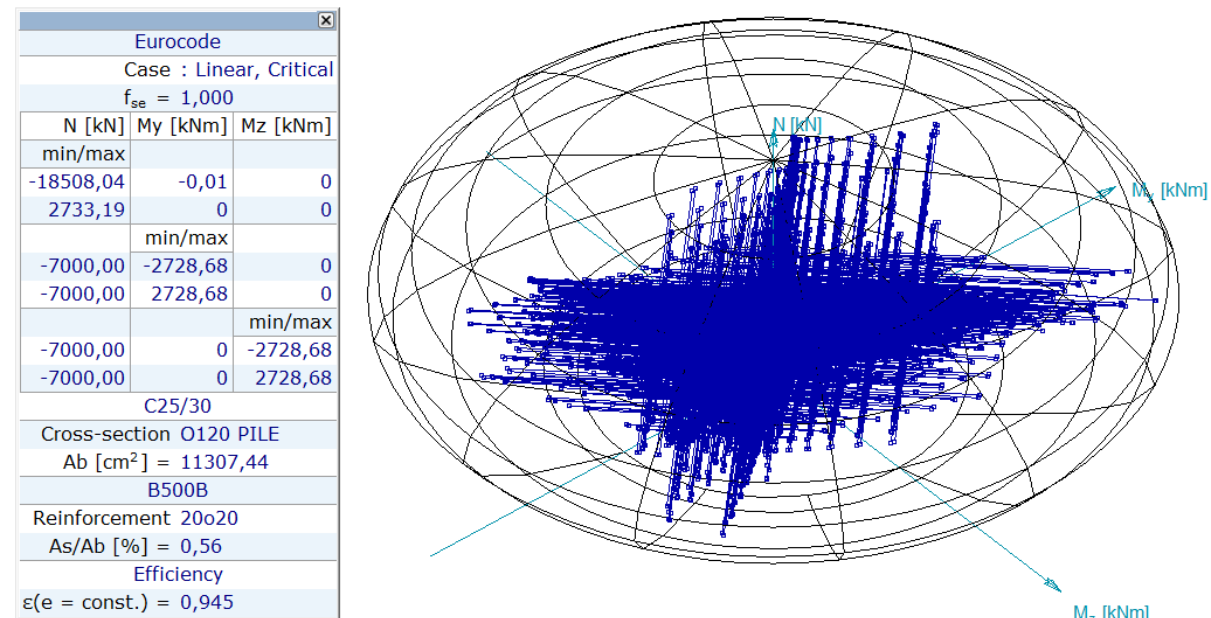
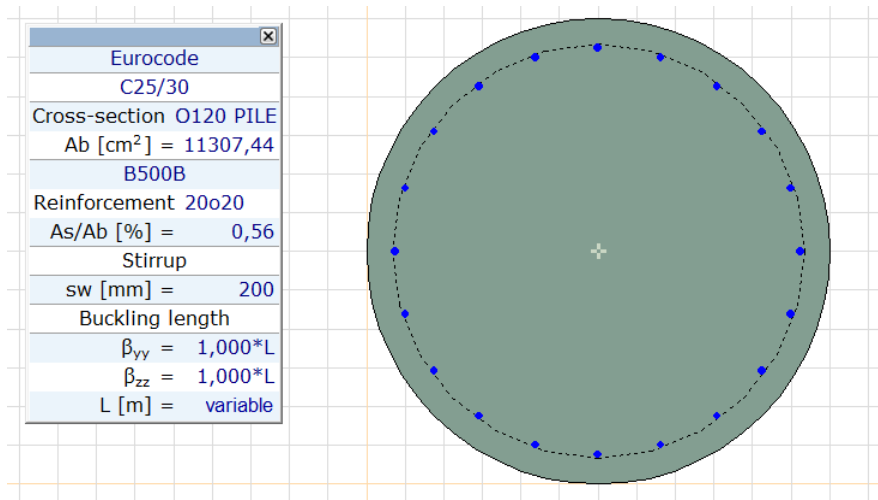
Rz min -6935,24 kN

Квази-стално вертикално опт. на шипове:

Rz min -2514,86 kN

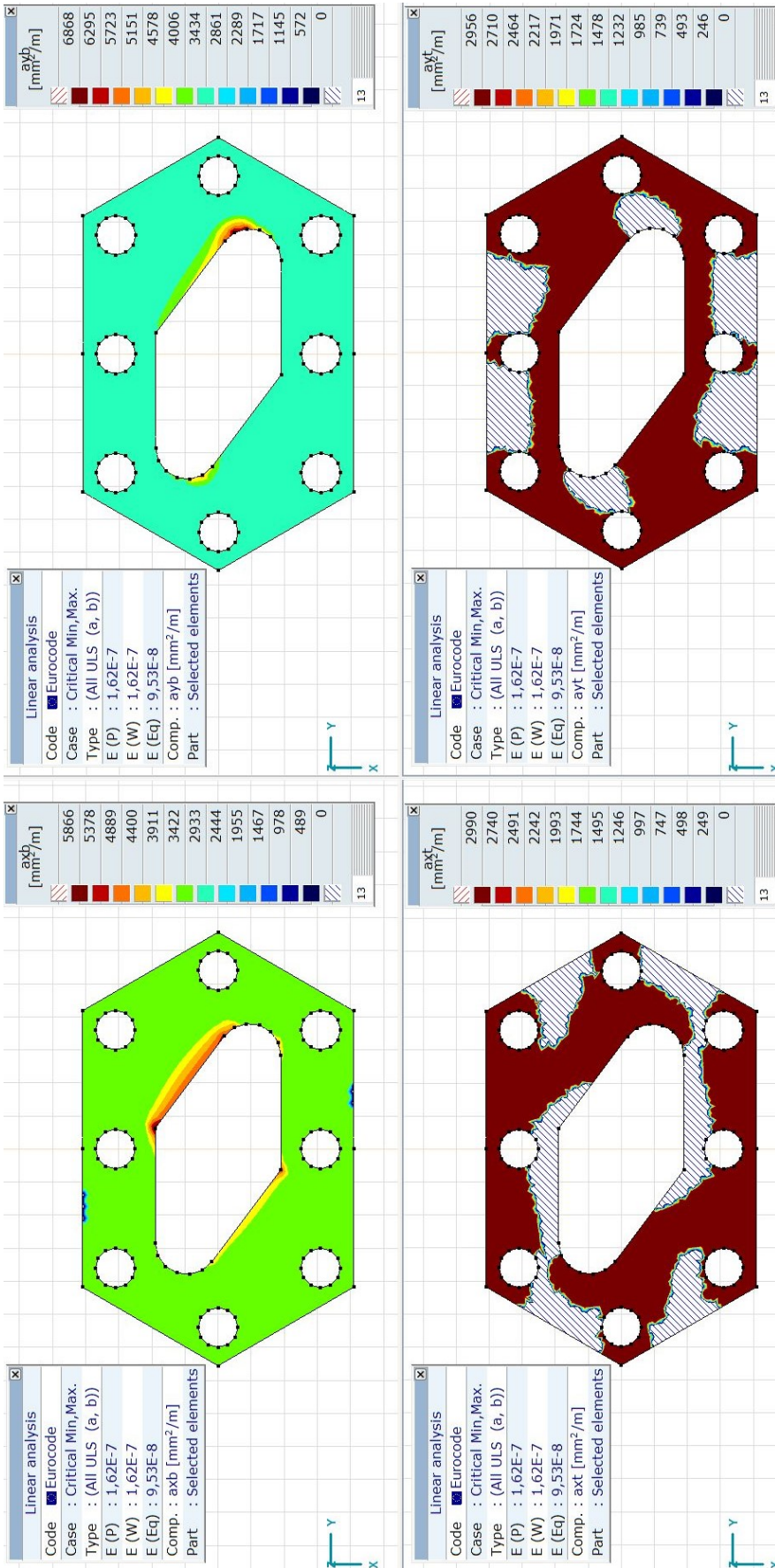
Унутрашње критичне силе у шиповима:

Critical	min/ max.	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
My	min	-5820,28	-1113,27	330,15
	max	-5174,86	1156,53	236,59
Mz	min	-3516,99	-812,33	-378,5
	max	-6702,28	-834,5	646,97

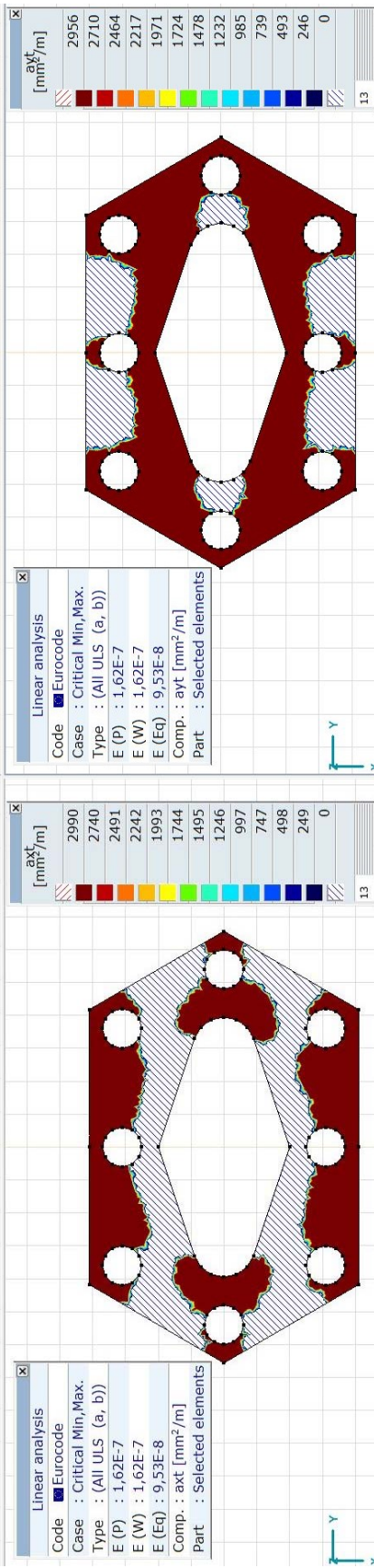
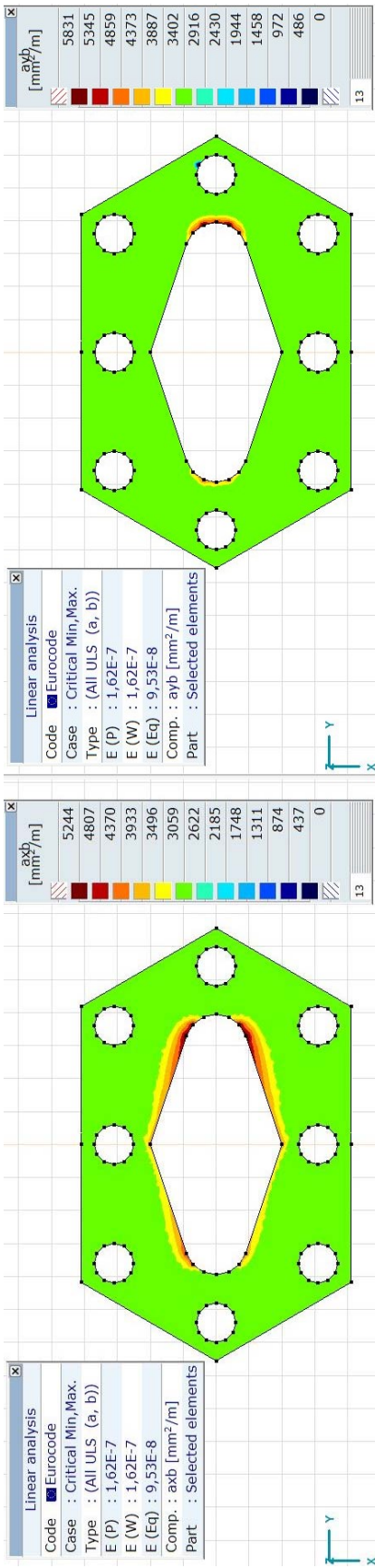


Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC2, са разматраном арматуром 20o20 **НОСИВОСТ ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!** Ово представља статичку потребну површину армирања, али је такође потребно узети у обзир минималну површину армирања према EN 1992.

6.3. ПРОРАЧУН НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул RC1, са прорачунатом минималном арматуром + додатном арматуром испод основе стуба **НОСИВОСТ НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!**



Према резултатима софтвера коначних елемената (Axis VM) модул РС1, са прорачунатом минималном арматуром + додатном арматуром испод основе стуба **НОСИВОСТ НАГЛАВНИХ ГРЕДА ШИПОВА ЈЕ ЗАДОВОЉАВАЈУЋА!**

7. ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ ШИПОВА

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

Отпорност шипова у ситнозрном тлу

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

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

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

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

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

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 - v1 за вијадукт В1170 - КРАЈ. СТУБ (1)		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

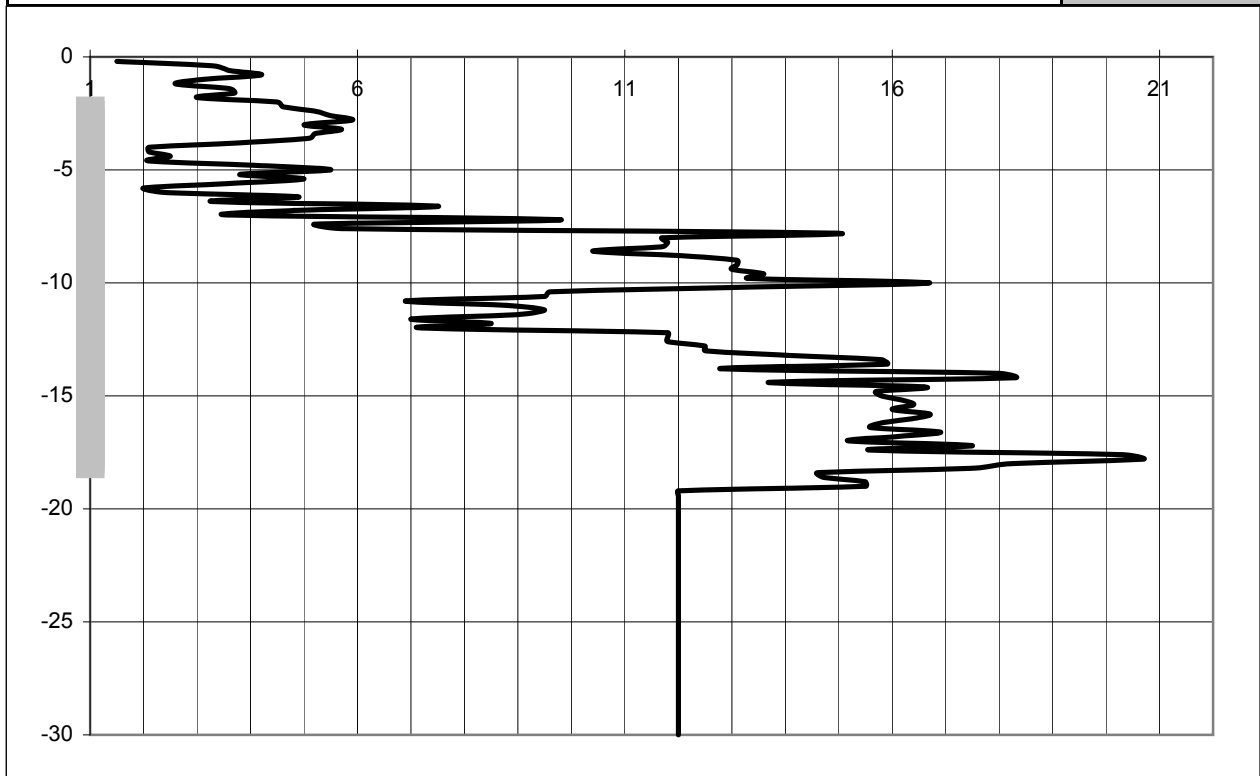
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	80.77
Кота основе шипа (m)	64.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	61.20
Дужина шипа (m)	15.97

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
2759	14.7	12.9	12.0	7.0	1857
	qb.cal [MPa]	7.04	Фино тло		
		2.92	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2508 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 1485 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 3994 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 - v1 за вијадукт В1170 - СТАНД. СТУБ		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

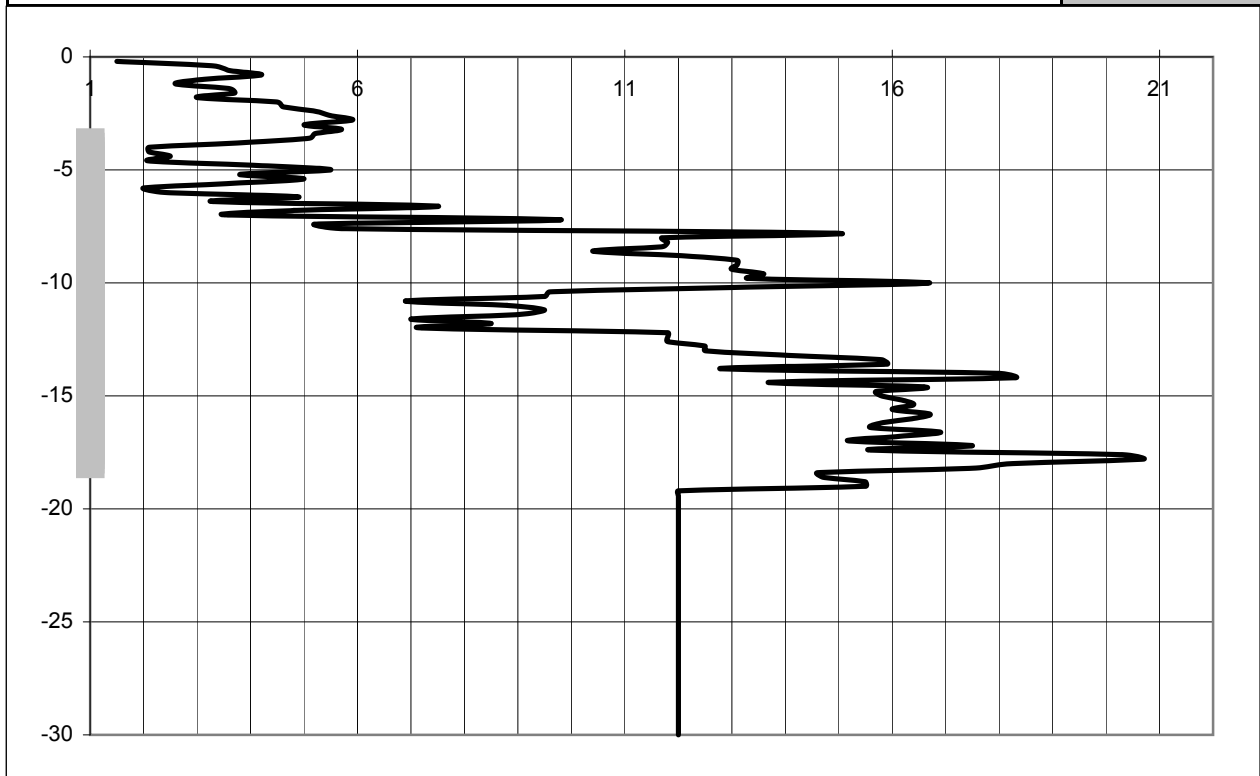
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	79.23
Кота основе шипа (m)	64.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	61.20
Дужина шипа (m)	14.43

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
2442	14.7	12.9	12.0	7.0	1857
	qb.cal [MPa]	7.04	Фино тло		
		2.92	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2220 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 1485 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 3706 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 - v1 за вијадукт В1170 - ДУП. СТУБ		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

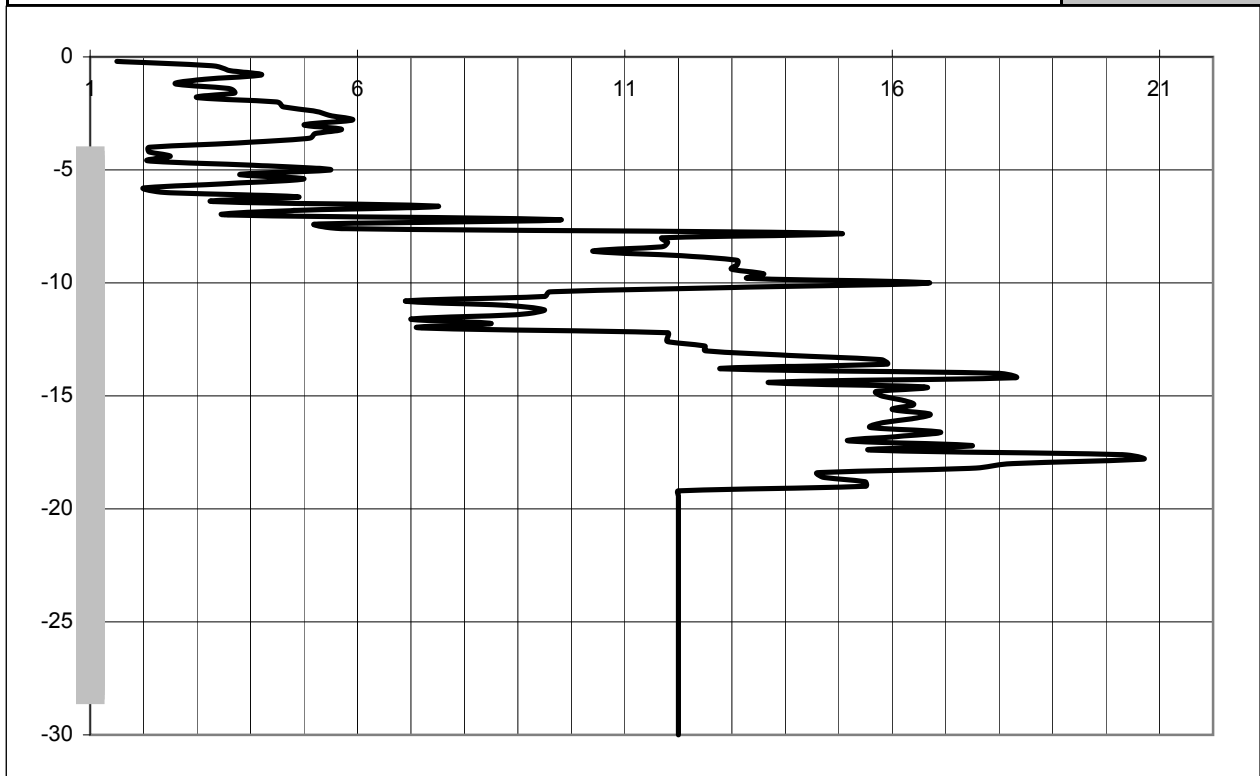
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	78.50
Кота основе шипа (m)	54.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	54.00
Дужина шипа (m)	23.70

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
3717	9.6	12.0	12.0	12.0	2289
	qb.cal [MPa]	4.61	Фино тло		
		3.60	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 3379 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 1831 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 5210 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 - v2 за вијадукт В1170 - СТАНД. СТУБ		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

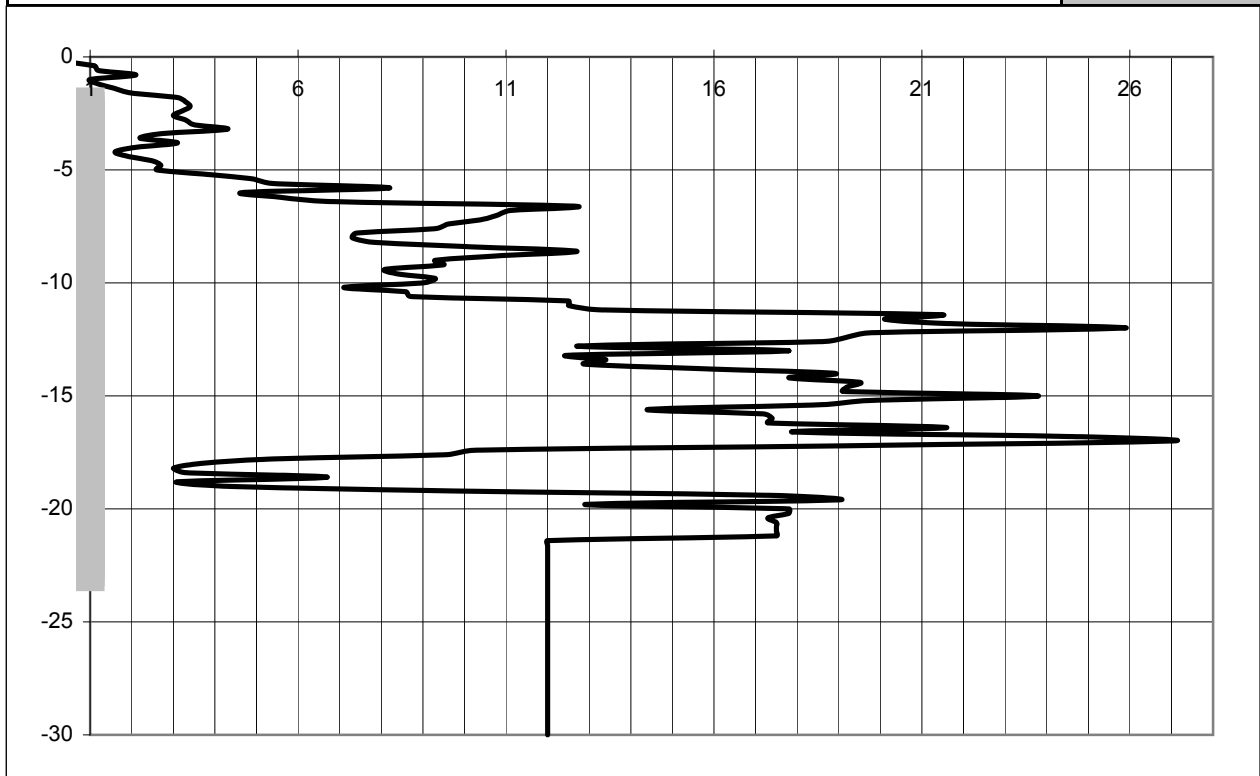
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	79.01
Кота основе шипа (m)	57.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	57.00
Дужина шипа (m)	21.21

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3586	12.0	12.0	12.0	3.0	1431
	$q_{b.cal}$ [MPa]	5.76	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					
					Г

$R_{s.k} =$	3260 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$	1145 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$	4404 kN	ξ_{min}	1.40	1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - v2 за вијадукт В1170 - ДУП. СТУБ		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

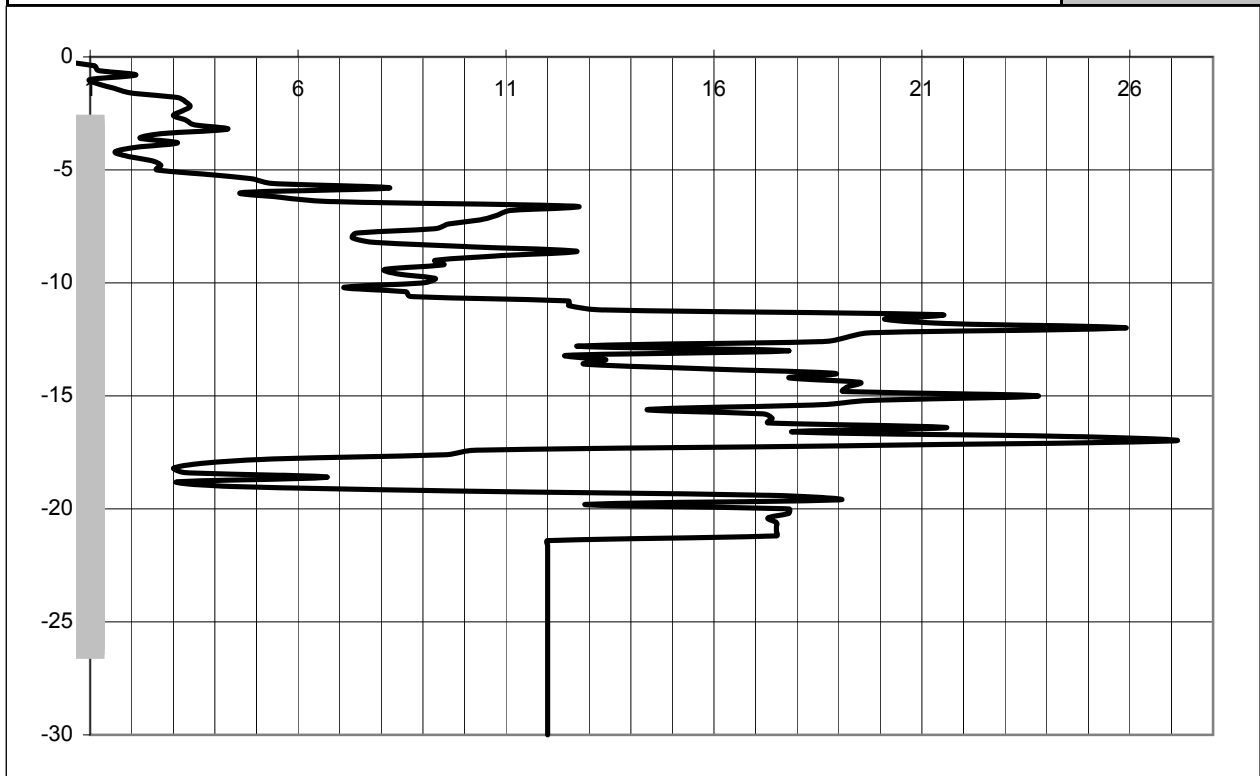
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	77.88
Кота основе шипа (m)	54.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	54.00
Дужина шипа (m)	23.08

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3771	12.0	12.0	12.0	9.5	2051
	$q_{b.cal}$ [MPa]	5.76		Фино тло	
		3.23	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

$R_{s.k} =$	3428 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$	1640 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$	5068 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 - v3 за вијадукт В1170 - СТАНД. СТУБ		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

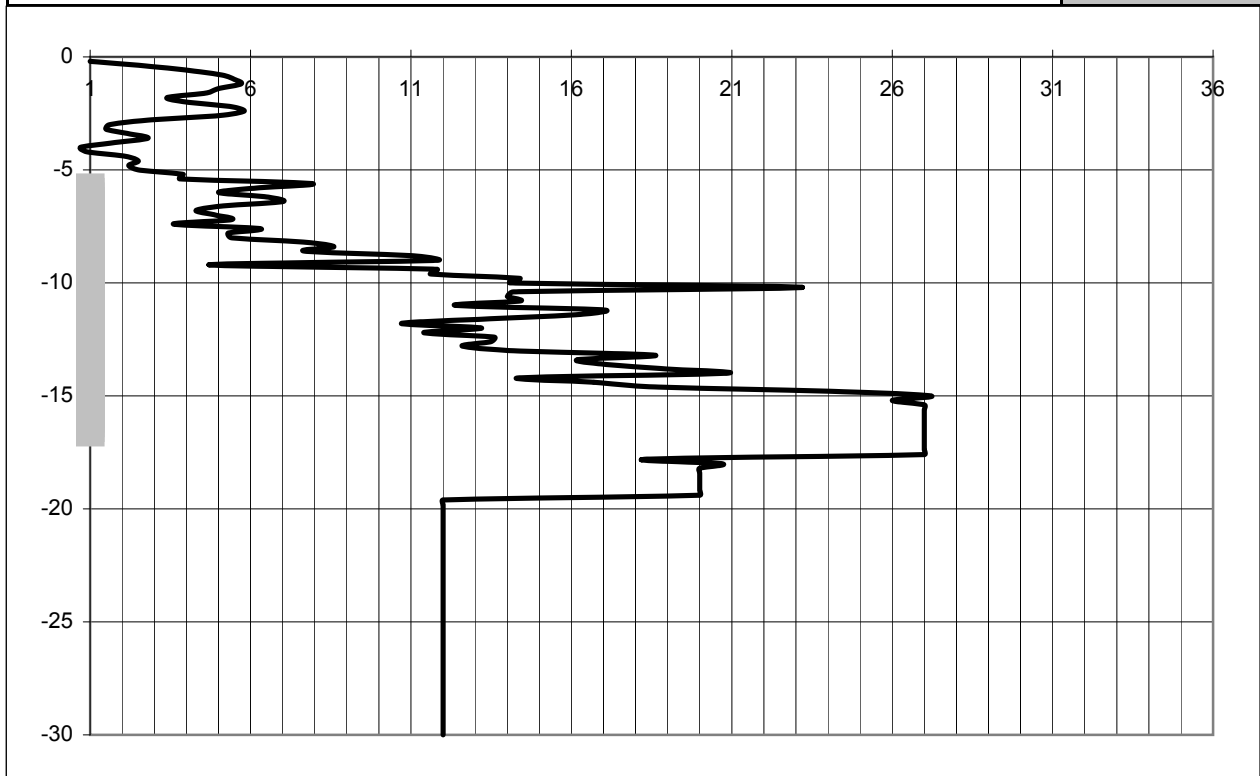
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	77.83
Кота основе шипа (m)	66.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	63.40
Дужина шипа (m)	11.03

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.i}$ [MPa]	$q_{c.ii}$ [MPa]	$q_{c.iii}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
2098	23.8	20.1	12.0	10.7	2552
	$q_{b.cal}$ [MPa]	8.00	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					
					Г

$R_{s.k} =$	1908 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$	2042 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$	3949 kN	ξ_{min}	1.40	1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - v3 за вијадукт В1170 - ДУП. СТУБ		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

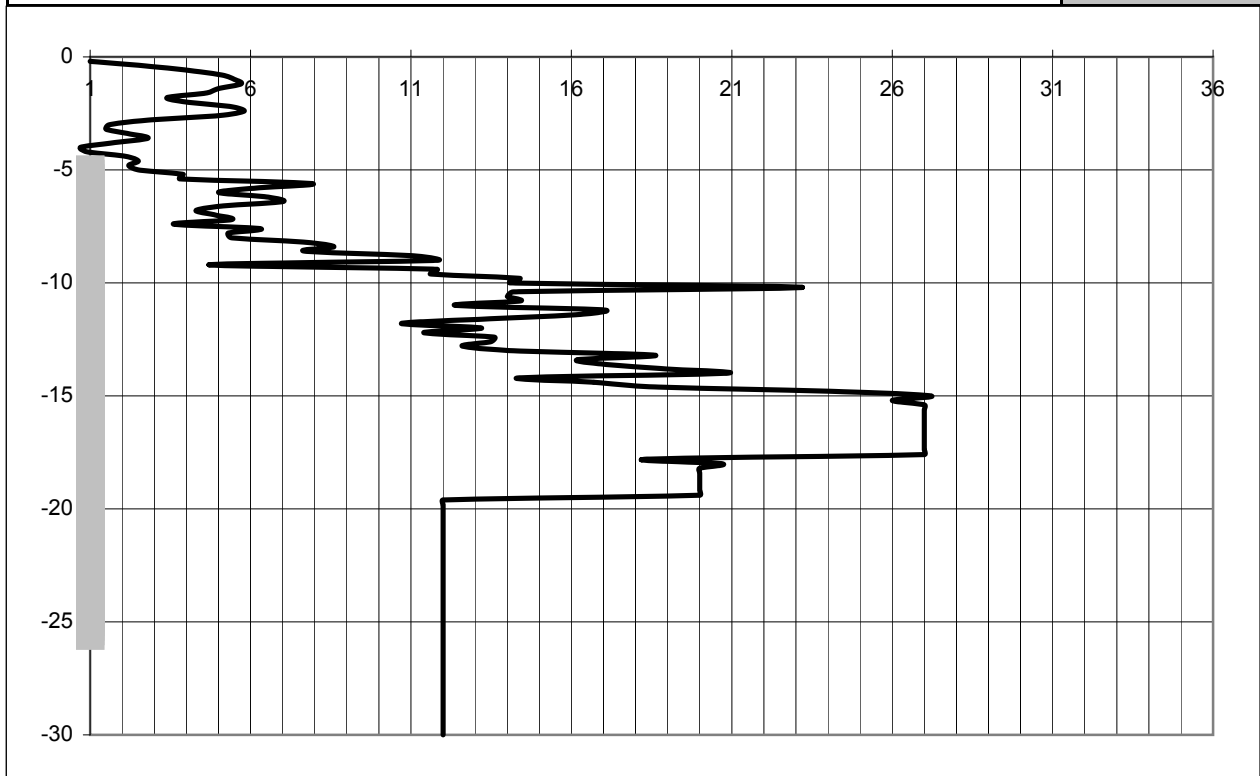
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	78.63
Кота основе шипа (m)	57.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	57.00
Дужина шипа (m)	20.83

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3657	12.0	12.0	12.0	12.0	2289
	$q_{b.cal}$ [MPa]	5.76	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					
					Г

$R_{s.k} =$ 3325 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$ 1831 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$ 5156 kN	ξ_{min}	1.40	1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - v3 за вијадукт В1170 - РЕЧНИ СТУБ		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

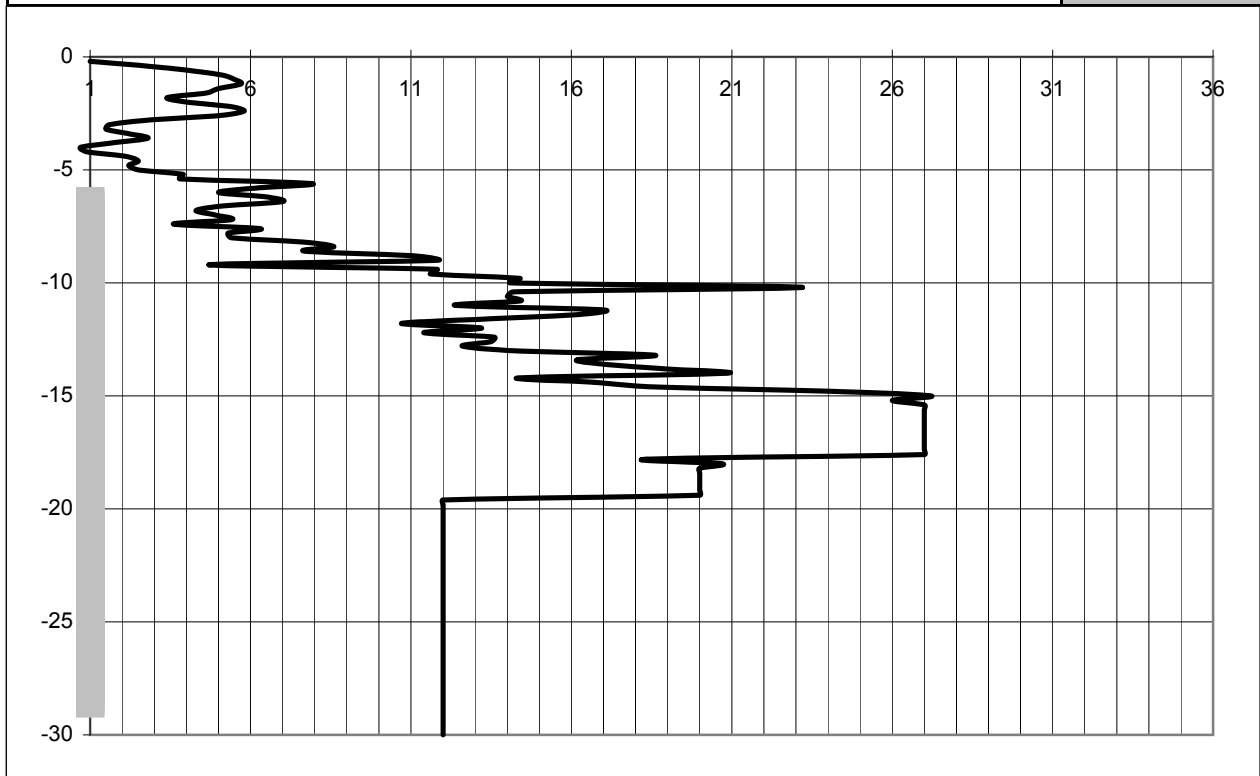
Пречник шипа (m)	1.20
Кота наглавка шипова (m)	77.37
Кота основе шипа (m)	54.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	53.80
Дужина шипа (m)	22.57

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
5035	6.7	12.0	12.0	12.0	4069
	$q_{b.cal}$ [MPa]	3.20	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

$R_{s.k} = 4577$ kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} = 3256$ kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} = 7833$ 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 Bv1 - 10 за вијадукт B1170 - КРАЈ. СТУБ (53)		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

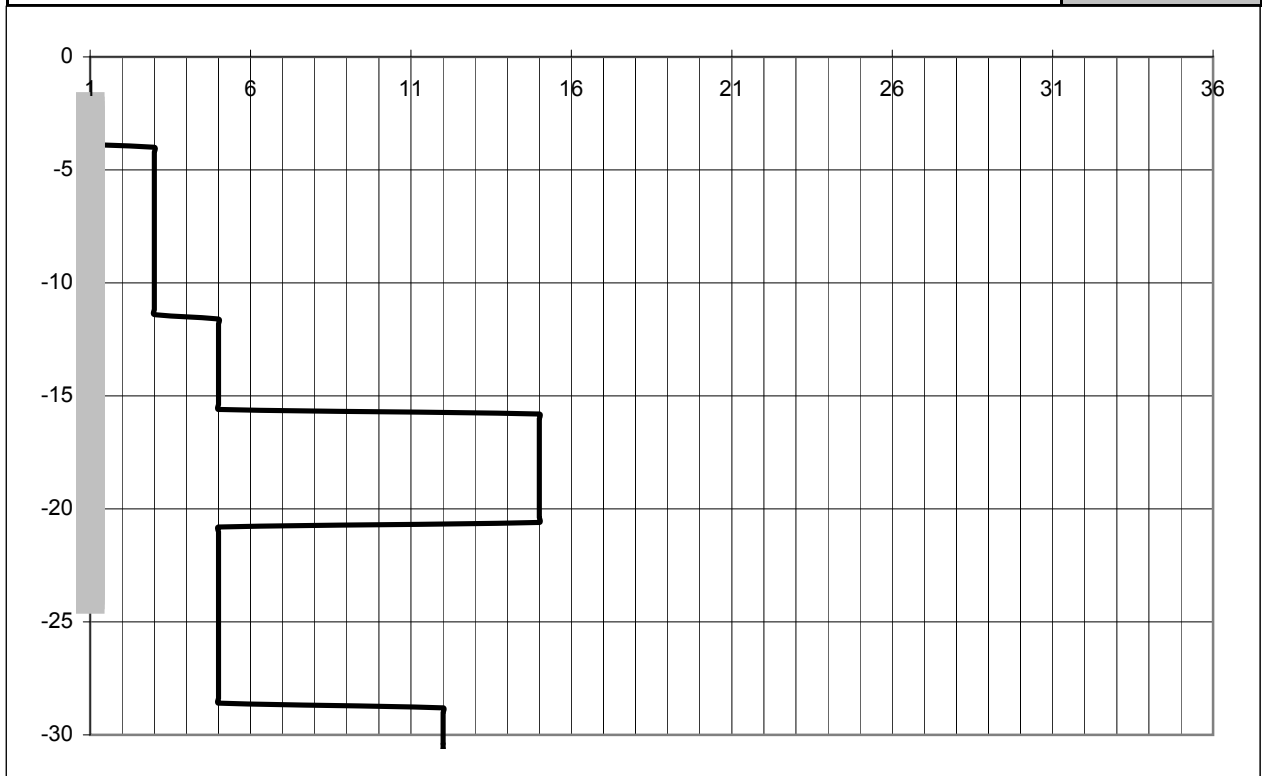
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	81.96
Кота основе шипа (m)	59.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	59.00
Дужина шипа (m)	22.16

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.i}$ [MPa]	$q_{c.ii}$ [MPa]	$q_{c.iii}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3909	5.0	5.0	5.0	5.0	954
	$q_{b.cal}$ [MPa]	2.40	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

$R_{s.k} =$ 3553 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$ 763 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$ 4316 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 смањењења корелационог коефицијента на $\xi=1,00$ (ДА / НЕ)

ДА



Прорачун у складу са Bv1 - 10 за вијадукт B1170 - СТАНД. СТУБ		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

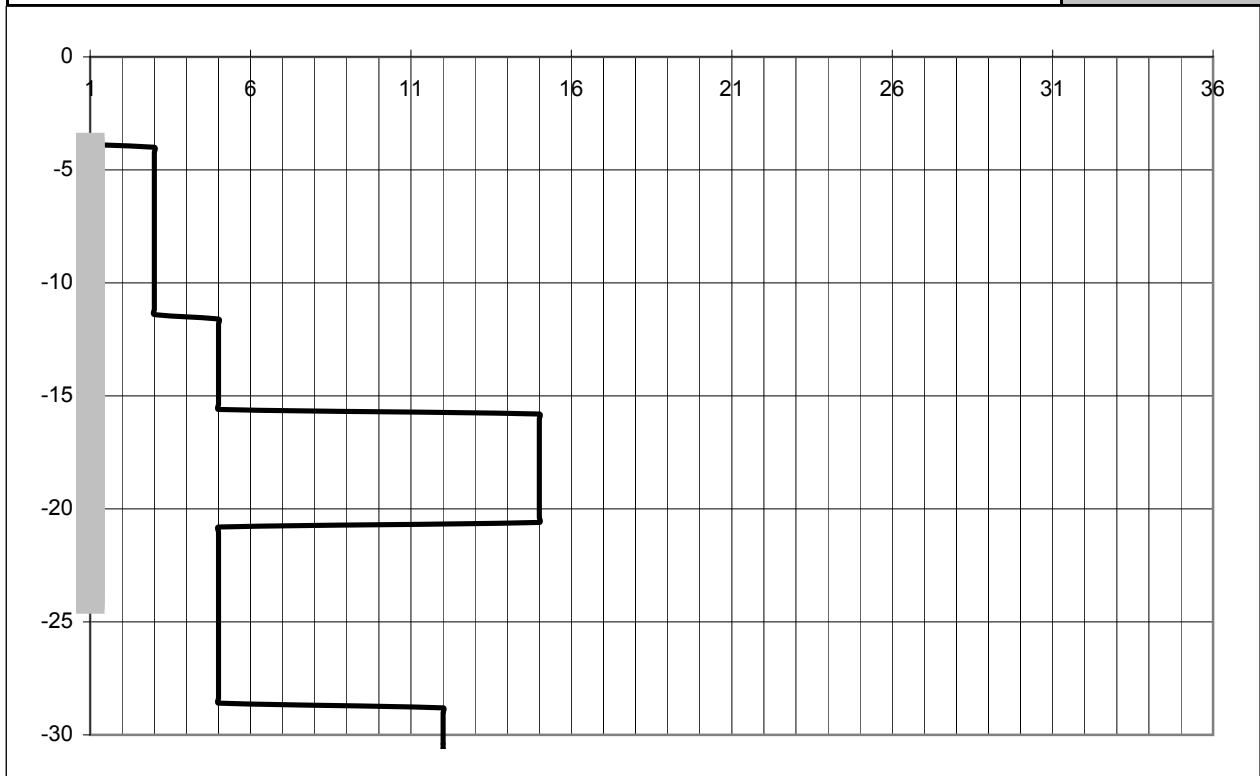
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	80.01
Кота основе шипа (m)	59.80
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	59.00
Дужина шипа (m)	20.21

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.i}$ [MPa]	$q_{c.ii}$ [MPa]	$q_{c.iii}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
3909	5.0	5.0	5.0	5.0	954
	$q_{b.cal}$ [MPa]	2.40	Фино тло Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

$R_{s.k} =$ 3553 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$ 763 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$ 4316 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 смањењења корелационог коефицијента на $\xi=1,00$ (ДА / НЕ)

ДА



**СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН
ПРЕДНАПРЕГНУТИХ АБ НОСАЧА**

СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН ПРЕДНАПРЕГНУТИХ АБ НОСАЧА

ПРОЈЕКТОВАЊЕ МОСТОВА

ВИЈАДУКТ на км 117+155.43

1. УНОСНИ ПОДАЦИ

- 1.1. ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
- 1.2. УПОТРЕБЉЕНИ СТАНДАРДИ
- 1.3. МАТЕРИЈАЛИ

2. ОПТРЕЂЕЊА И ДЕЈСТВА

- 2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЂЕЊЕ
- 2.2. ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЂЕЊЕ
- 2.3. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЂЕЊА

3. ПРОРАЧУН ПРЕДНАПРЕГНУТИХ АБ НОСАЧА

- 3.1. ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
- 3.2. ОСОБИНЕ БЕТОНА ЗА ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ
- 3.3. ПОЧЕТНА И ЕФЕКТИВНА ЗАТЕЗНА СИЛА
- 3.4. ГУБИТАК СИЛЕ ПРЕДНАПРЕЗАЊА ТОКОМ ВРЕМЕНА
- 3.5. ОДРЕЂИВАЊЕ КРАЈЊЕ ЗОНЕ И ДУЖИНЕ АНКЕРОВАЊА
- 3.6. КОНТРОЛА КРАЈА ГРЕДНОГ НОСАЧА УСЛЕД
ПРЕДНАПРЕЗАЊА КАБЛОВА И БЕТОНИРАЊА АБ ПЛОЧЕ
- 3.7. ПРОРАЧУН ГРЕДНОГ НОСАЧА ИЗНАД ОСЛОНЦА ЗА МАКС. ТРАНСВЕРЗАЛНУ СИЛУ
- 3.8. ПРОРАЧУН ГРЕДНОГ НОСАЧА У СРЕДЊЕМ ДЕЛУ ЗА МАКС. МОМЕНТ САВИЈАЊА
- 3.9. ВРЕДНОСТИ УГИБА И ДЕФОРМАЦИЈА (ПРОЦЕНА)

1. УНОСНИ ПОДАЦИ

1.1. ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Ослоначки углови (°)	90
Дужина конструкције (m)	24.2
Распони (m)	22.40
Дужина ПБ греда (m)	23.00

Ширина засторског оквира (m)	9.7	$b_{ballast}$
Ширина пешачке стазе (лево) (m)	1.65	b_l
Ширина пешачке стазе (десно) (m)	1.65	b_r
Ширина ивице пешачке стазе (m)	0.25	$b_{s,e}$
Висина ивице пешачке стазе (m)	0.6	$h_{s,e}$
Засторски оквир - ширина зида (m)	0.25	$b_{s,i}$
Засторски оквир - висина зида (m)	0.75	$h_{s,i}$
Просечна дебљина АБ плоче (m)	0.33	$t_{d,avg}$
Број ослонаца	2	n_{sup}
Број ПБ греда	12	n_{prc}
Тежина по дужном метру ПБ греде (kN/m)	12.6	g_{prc}
Висина ПБ греде (m)	1.5	h_{prc}
Размак ПБ греде (m)	0.8	$t_{prc,m}$

Корисна ширина пешачке стазе (десно): $b_{sw,r} := b_r - 15cm - b_{s,i} = 1.250 \text{ m}$

Корисна ширина пешачке стазе (лево): $b_{sw,l} := b_l - 15cm - b_{s,i} = 1.250 \text{ m}$

Ширина плоче: $b_d := b_l + b_{ballast} + b_r - 2 \cdot b_{s,e} = 12.500 \text{ m}$

Укупна ширина горњег строја: $b_{tot} := b_d + 2 \cdot b_{s,e} = 13.000 \text{ m}$

1.2. УПОТРЕБЉЕНИ СТАНДАРДИ

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

1.3. МАТЕРИЈАЛИ

Парцијални коефицијенти за бетон и челик: $\gamma_c := 1.50$ $\gamma_s := 1.15$

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

$\alpha_{cc} := 0.85$ $\alpha_{ct} := 1.00$

Бетон ПБ носачи (EN 1992 и EN 206)**C60/75**

Секантни модул еластичности бетона:

$$E_{cm} = 39.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Ефективни модул еластичности бетона:

$$E_{c,eff} = 19.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању:

$$f_{ctm} = 4.4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Design value of axial tensile strength of concrete

$$f_{ctd} = 2.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Средња вредност чврстоће бетона при притиску:

$$f_{cm} = 68.000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Карактеристична вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању:

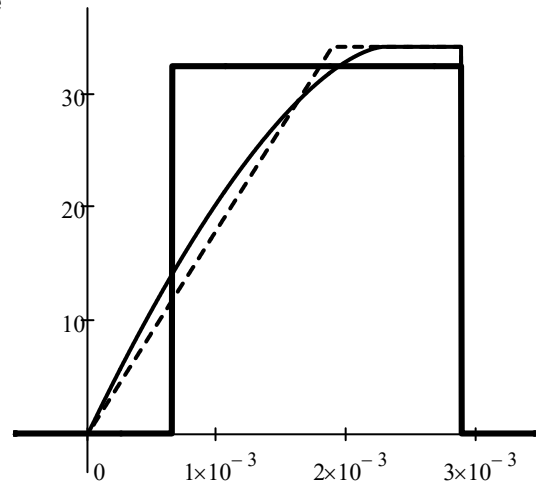
$$f_{ck} = 60.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прорачунска вредност чврстоће бетона при притиску:

$$f_{cd} = 34.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Фактор пропорционалности бетона за правоугаону дисперзију напона:

$$c = 0.78$$

**Бетон - АБ бетонска плоча (EN 1992 and EN 206)****C35/45**

Секантни модул еластичности бетона:

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

Ефективни модул еластичности бетона:

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

Средња вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању:

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

Прорачунска вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању:

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

Средња вредност чврстоће бетона при притиску:

$$f_{cm} = 43.000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Карактеристична вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању:

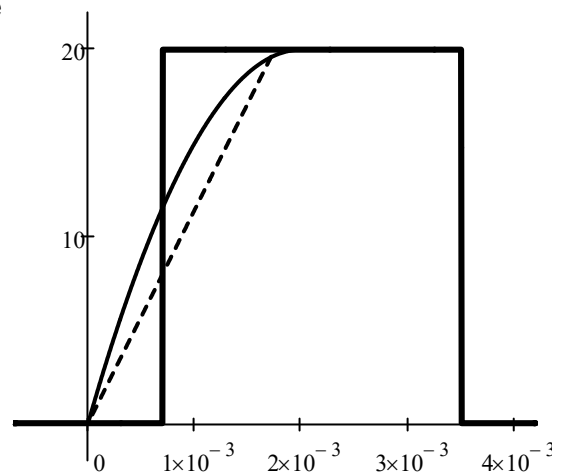
$$f_{ck} = 35.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прорачунска вредност чврстоће бетона при притиску:

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

Фактор пропорционалности бетона за правоугаону дисперзију напона:

$$c = 0.80$$



Спрегнут однос крутости:

$$\alpha_{e'} := \frac{E_{c,eff.prc}}{E_{c,eff.deck}} \quad \alpha_{e'} = 1.454 \quad ->$$

$$E_{c,eff} := E_{c,eff.prc} \quad \text{and} \quad E_{cm} := E_{cm.prc}$$

биће примењено за прорачуне спрегнутих попречних пресека

Арматура (EN 10080)

B500B(B60.50)

Карактеристична вредност чврстоћа при затезању арматуре:

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

Карактеристична вредност границе развлачења арматуре:

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

Прорачунска вредност границе развлачења:

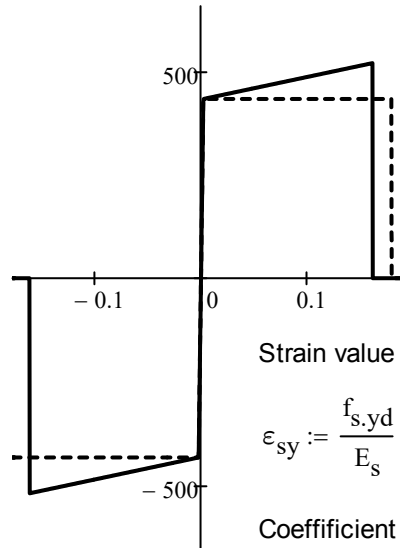
$$f_{s.yd} = 435 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Прорачунска вредност модула еластичности челика за арматуру:

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

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

$$\epsilon_{s.uk} = 18.0\%$$



Strain value for yield strength:

$$\epsilon_{sy} := \frac{f_{s.yd}}{E_s} \quad \epsilon_{sy} = 0.22\%$$

Coefficient of adhesion: $k_1 = 0.80$

Релативна компресивна висина бетона:

$$\xi_{c0} := \frac{c \cdot \epsilon_{cu3} \cdot E_s}{f_{s.yd} + \epsilon_{cu3} \cdot E_s} \quad \xi_{c0} = 0.493$$

$$\xi'_{c0} := \frac{c \cdot \epsilon_{cu3} \cdot E_s}{\epsilon_{cu3} \cdot E_s - f_{s.yd}} \quad \xi'_{c0} = 2.111$$

Челик за преднапрезање (EN 10138)

Y1860 S7-12.5

Прорачунска вредност модула еластичности челика за претходно напрезање:

$$E_p = 195 \cdot \frac{kN}{mm^2}$$

Номинални пречник: $\phi_p = 12.5 \text{ mm}$

Каракт. вредност челика за предходно напрезање при аксијалном затезању:

$$f_{pk} = 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Номинална површина попречног пресека (1 ком.): $A_p = 93 \cdot mm^2$

Каракт. вредност напона при којем је неповратна дилатација 0,1%):

$$f_{p0.1k} = 1580 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Гранично напрезање: $\epsilon_{pH} = 2.5\%$

Чврстоћа челика за предходно напрезање при затезању:

$$f_p = 1375 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Граница еластичног напрезања: $\epsilon_{lim} := \frac{f_p}{E_p} = 0.71\%$

Weight per unit volume

АБ конструкције: **Насип:**

Хидроизолација:

Туцанички застор:

Еластични тепих:

$$\gamma_{rc} := 25 \frac{kN}{m^3} \quad \gamma_t := 19 \frac{kN}{m^3}$$

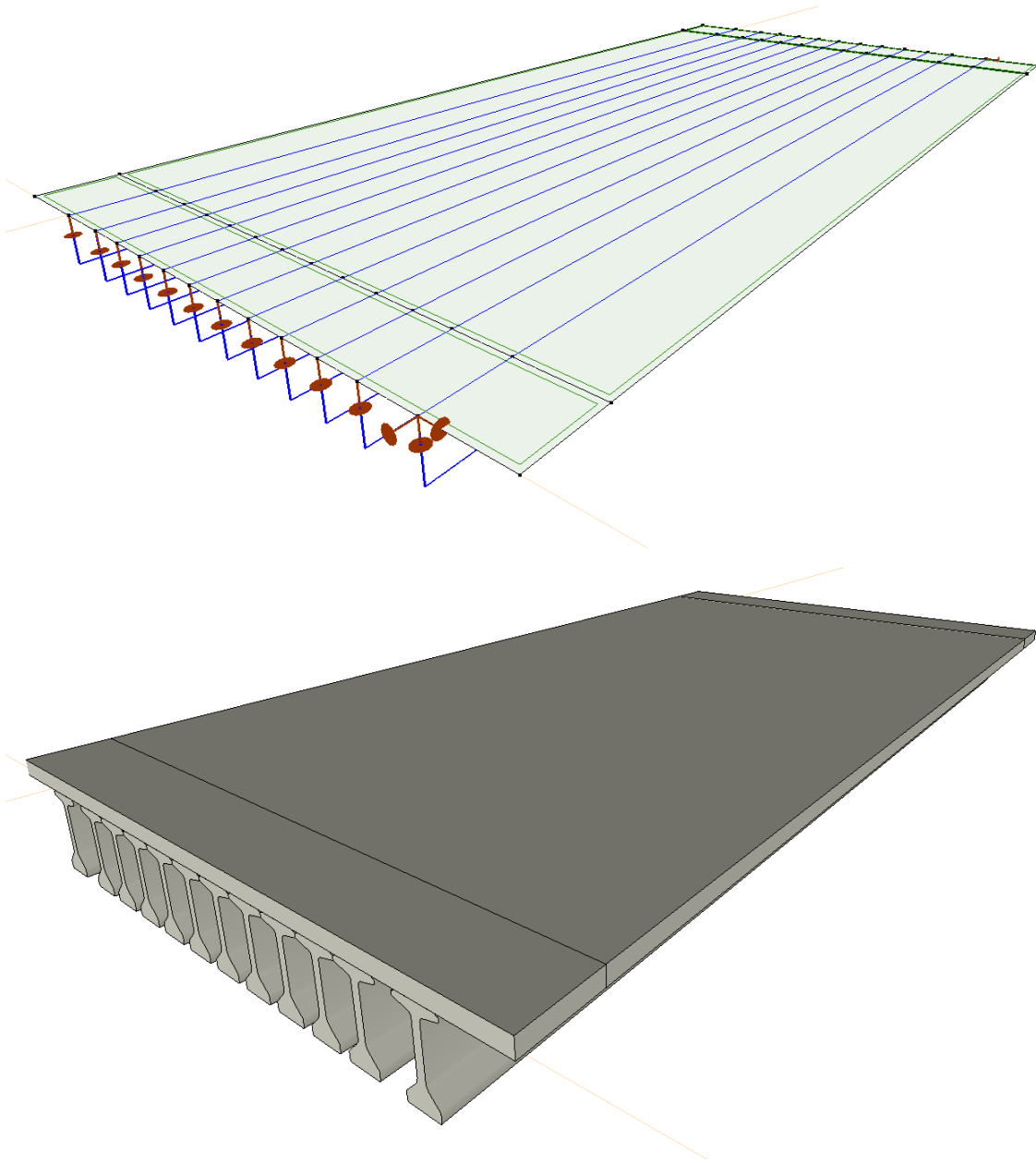
$$\gamma_p := 24 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_b := 20 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_{mat} := 6.5 \frac{kN}{m^3}$$

1.4. УПОТРЕБЉЕН СОФТВЕР КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - AXIS VM

Конструкција је моделирана употребом софтвера коначних елемената AXIS VM за прорачун расподеле оптерећења на ПБ греди за DL3 и саобраћајна дејства.



2. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

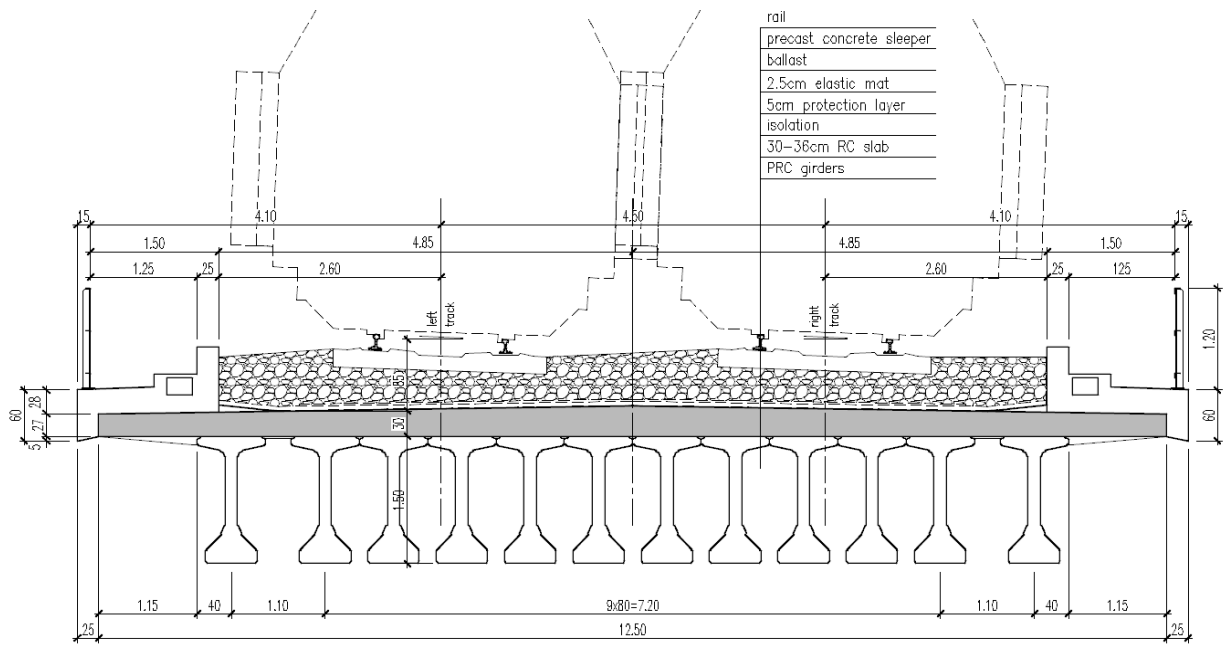
2.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Оптерећење са просте гредe модела горњег строја (DL1):

Сопствена тежина носача: $g_{DL1} := g_{prc} = 12.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Оптерећење са просте гредe модела горњег строја (DL2):

Сопствена тежина горње плоче: $g_{DL2} := t_{d.avg} \cdot \gamma_{rc} = 8.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$



Оптерећење са спрегнутог горњег слоја (DL3):

Тежина хидроизолације, заштитног слоја бетона, хидроизолациона гума и застор, са праговима, затварачима и шинама:

$$g_{\text{ballasted.track}} := 1\text{cm} \cdot \gamma_p + 5\text{cm} \cdot \gamma_{rc} + 2.5\text{cm} \cdot \gamma_{\text{mat}} + 60\text{cm} \cdot \gamma_b + \frac{2 \cdot 6.50}{b_{\text{ballast}}} \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 15.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Тежина стаза (са заштитном пешачком оградом + инсталацијама):

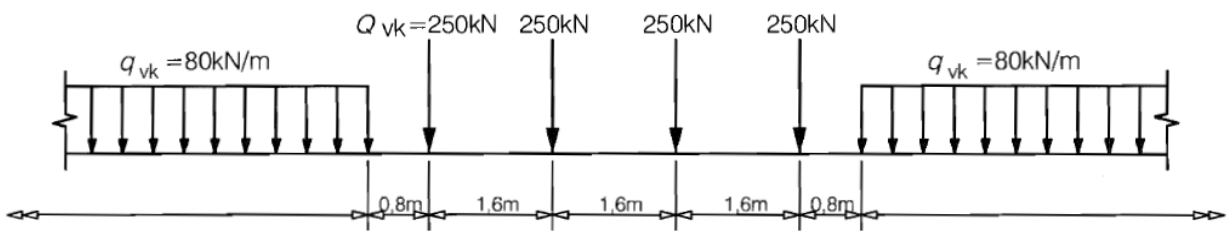
$$g_{\text{sidewalk.edge}} := b_{s,e} \cdot h_{s,e} \cdot \gamma_{rc} + 0.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 4.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{\text{sidewalk.wall}} := b_{s,i} \cdot h_{s,i} \cdot \gamma_{rc} + 1.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 5.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{sidewalk.slabs}} := 30\text{cm} \cdot \gamma_{rc} = 7.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

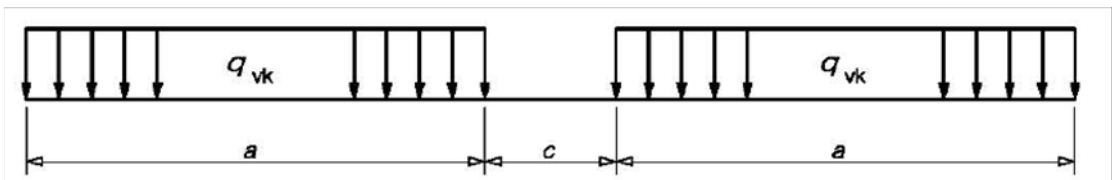
2.2. НЕЖЕЉЕНА ДЕЈСТВА

2.2.1. САОБРАЋАЈНА ОПТЕРЕЋЕЊА

LM71 Модел саобраћајног оптерећења

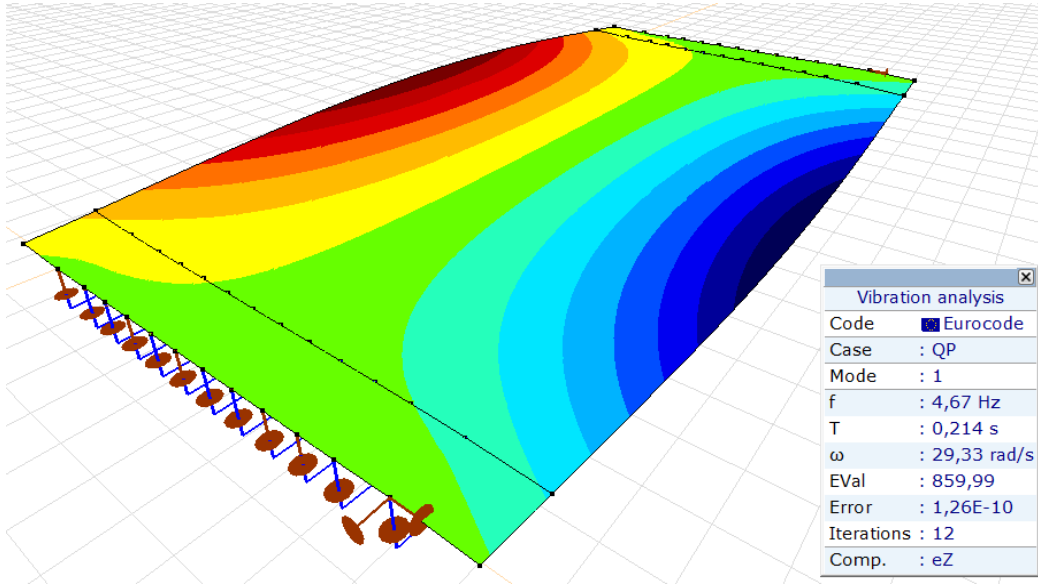


$\alpha := 1.00$ с обзиром на пројектни задатак



Load model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25,0	7,0

Динамички фактор: $L_{\phi} := L$ $\phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_{\phi} \div m - 0.2}} + 0.73$ $\phi_3 = 1.207$

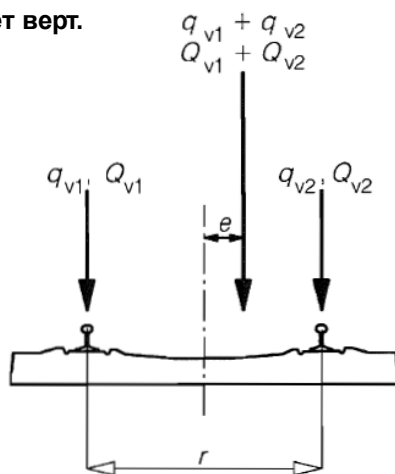


$$n_{\min} := \frac{23.58}{s} \cdot \left(\frac{L_{\phi}}{m}\right)^{-0.592} = 3.74 \cdot \text{Hz} < n_{m.1} := 4.67 \text{Hz} < n_{\max} := \frac{94.76}{s} \cdot \left(\frac{L_{\phi}}{m}\right)^{-0.748} = 9.26 \cdot \text{Hz}$$

Једнакорасподељено оптерење на стазама

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

Ексцентрицитет верт. оптерећења:



$$q_{v1}, q_{v2}, Q_{v1}, Q_{v2} = (1)$$

$$q_{v1} + q_{v2}, Q_{v1} + Q_{v2} = (2)$$

$$\frac{q_{v2}}{q_{v1}}, \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}} \leq 1,25$$

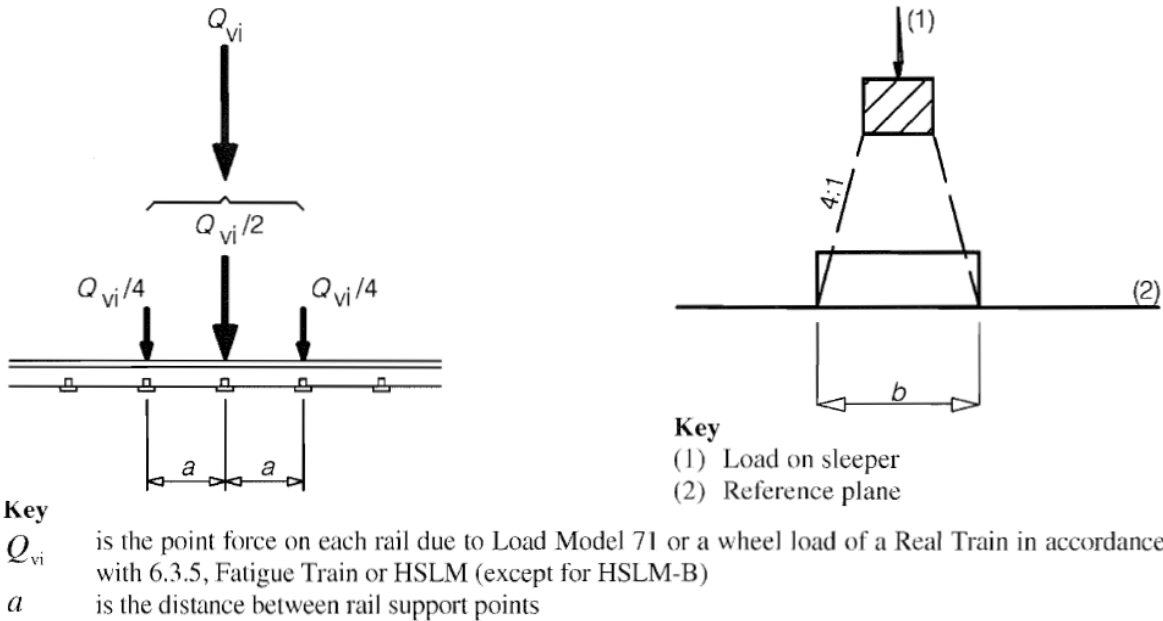
$$e \leq \frac{r}{18}$$

$$r = (3)$$

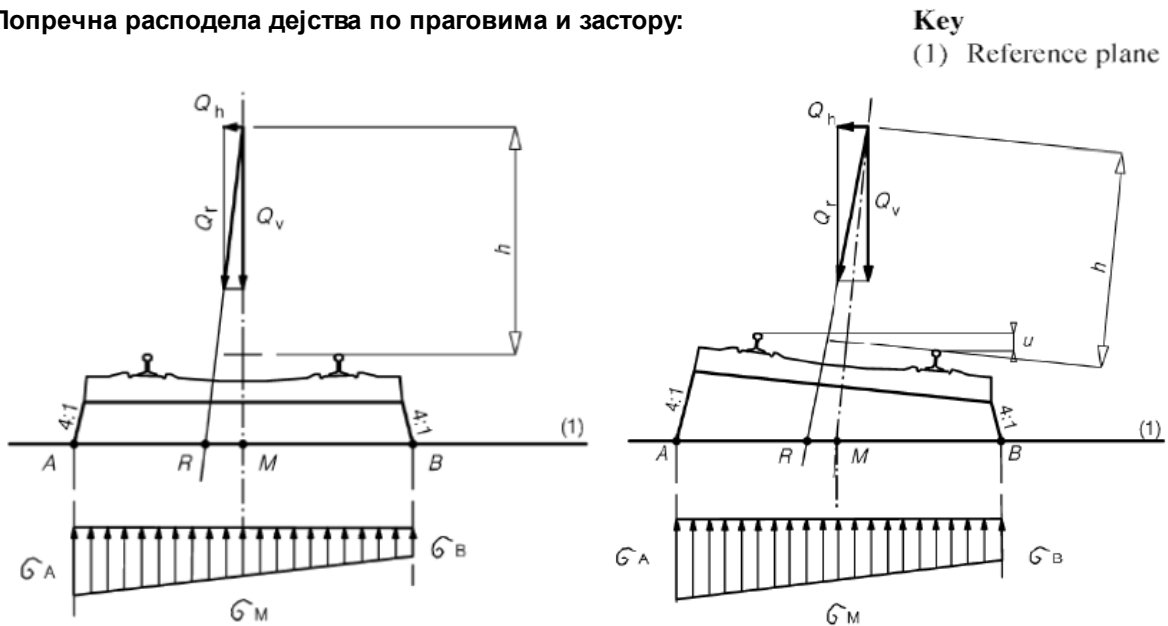
Key

- (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

Подужна расподела концентрисаних оптерећења по железници, праговима и застору:



Попречна расподела дејства по праговима и застору:



2.2.2. ДЕЈСТВО ВЕТРА Симултано дејство ветра је занемарено у идејном пројекту.

2.2.3. ТОПЛОТНА ДЕЈСТВА

У идејном пројекту занемарују се тополотна дејства, јер се њихова симултаност са саобраћајним оптерећењима изоставља у прорачунима ГСН, у складу са “EN 1990”

2.2.4. СКУПЉАЊЕ

Утицај скупљања између АБ плоче и ПБ греда - с обзиром на старост елемената - рачунавају се параметрима спрегнутпг попречног пресека.

2.2.5. СЕИЗМИЧКО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Не узима се у бобзир сеизмичког оптерећења у Z смеру, сеизмичко оптерећење није значајно.

2.3. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

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

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

NOTE 2 The γ and ξ values may be set by the National Annex. The following values for γ and ξ are recommended when using expressions 6.10, or 6.10a and 6.10b:
 $\gamma_{G,sup} = 1,35^1$
 $\gamma_{G,inf} = 1,00$
 $\gamma_0 = 1,35$ when Q represents unfavourable actions due to road or pedestrian traffic (0 when favourable)
 $\gamma_0 = 1,45$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 11 to 31 (except 16, 17, 26³⁾ and 27³⁾), load models LM71, SW/0 and HSLM and real trains, when considered as individual leading traffic actions (0 when favourable)
 $\gamma_0 = 1,20$ when Q represents unfavourable actions due to rail traffic, for groups of loads 16 and 17 and SW/2 (0 when favourable)
 $\gamma_0 = 1,50$ for other traffic actions and other variable actions²⁾
 $\xi = 0,85$ (so that $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15$).
 $\gamma_{G,set} = 1,20$ in the case of a linear elastic analysis, and $\gamma_{G,set} = 1,35$ in the case of a non linear analysis, for design situations where actions due to uneven settlements may have unfavourable effects.
 For design situations where actions due to uneven settlements may have favourable effects, these actions are not to be taken into account.
 See also EN 1991 to EN 1999 for γ values to be used for imposed deformations.
 γ^P = recommended values defined in the relevant design Eurocode.

¹⁾This value covers: self-weight of structural and non structural elements, ballast, soil, ground water and free water, removable loads, etc.
²⁾This value covers: variable horizontal earth pressure from soil, ground water, free water and ballast, traffic load surcharge earth pressure, traffic aerodynamic actions, wind and thermal actions, etc.
³⁾For rail traffic actions for groups of loads 26 and 27 $\gamma_0 = 1,20$ may be applied to individual components of traffic actions associated with SW/2 and $\gamma_0 = 1,45$ may be applied to individual components of traffic actions associated with load models LM71, SW/0 and HSLM, etc.

NOTE 3 The characteristic values of all permanent actions from one source are multiplied by $\gamma_{G,sup}$ if the total resulting action effect is unfavourable and $\gamma_{G,inf}$ if the total resulting action effect is favourable. For example, all actions originating from the self-weight of the structure may be considered as coming from one source; this also applies if different materials are involved. See however A.2.3.1(2).

NOTE 4 For particular verifications, the values for γ_0 and γ_0 may be subdivided into γ_{0i} and the model uncertainty factor ψ_{0i} . A value of γ_{0i} in the range 1,0–1,15 may be used in most common cases and may be modified in the National Annex.

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

Прорачунати су значајни моменти савијања носача услед наведених оптерећења, у сваком распону.

- сопствена тежина носача	g_1	статички модел просте греде
- сопствена тежина плоче	g_2	статички модел просте греде
- сопствена тежина застора и хидроизолације	g_3	статички модел просте греде
+ бетон, заштитни слој бетона		
+ хидроизолациона гума, прагови, затварачи, шина		
+ стаза са зидовима и попречним гредама		
- саобраћајно оптерећење (LM71)	Q_{LM71}, q_{LM71}	статички модел просте греде
- саобраћајно оптерећење (SW2)	q_{SW2}	статички модел просте греде
- једнакорасподењено оптерећење на стазама	q_{sw}	статички модел просте греде

ГСН (a,b)

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

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

Сеизмика:

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

Фактори сигурности

Стално оптерећење: $\gamma_G := 1.35$ $\xi := 0.85$

Карактеристичнон

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

Преднапрузање: $\gamma_P := 1.00$

Саобраћајна опт.: $\gamma_{LM71} := 1.45$ $\gamma_{SW2} := 1.20$

Често

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

Опт. пешачке стазе: $\gamma_{SW} := 1.35$

$\psi_{0,LM71} := 0.80$ $\psi_{1,LM71} := 0.70$ $\psi_{2,LM71} := 0$

Квази-стално

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

$\psi_{0,SW2} := 0$ $\psi_{1,SW2} := 1.00$ $\psi_{2,SW2} := 0$

$\psi_{0,SW} := 0.80$ $\psi_{1,SW} := 0.50$ $\psi_{2,SW} := 0$

3. ПРОРАЧУН ПБ НОСАЧА

3.1. ГЕОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ

Размак носача:

$$t_{prc.m} = 0.800 \text{ m} \quad t_{prc.s} := 2.100 \text{ m}$$

Предложена мин. и просечна
дебљина плоче:

$$t_{d.min} := 30 \text{ cm} \quad t_{d.avg} = 33 \text{ cm}$$

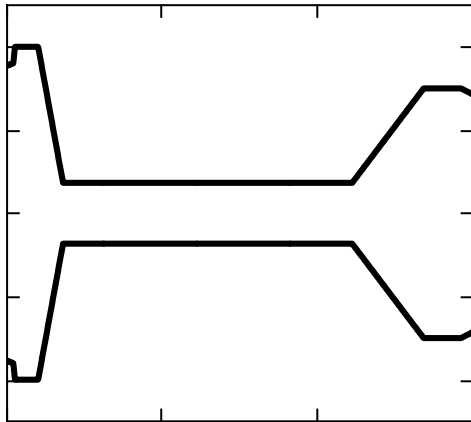
Еф. ширина попречног пресека спрегнуте конструкције: Дужина носача: $L_{at} = 23.00 \text{ m}$

$$t_{comp.s} := \min(80 \text{ cm} + \min(6 \cdot t_{d.min}, 0.15 \cdot L_t), t_{prc.s}) = 2.100 \text{ m} \quad \text{Распон: } L_a = 22.40 \text{ m}$$

$$t_{comp.m} := \min(\min(6 \cdot t_{d.min}, 0.15 \cdot L_t) + 80 \text{ cm} + \min(6 \cdot t_{d.min}, 0.15 \cdot L_t), t_{prc.m}) = 0.800 \text{ m}$$

Попречни пресек носача:

355	360	400	400	73	73	300	300	285
0	20	25	100	180	1110	1340	1460	1500



Површина поп. пресека:

$$A_1 = 4331.6 \cdot \text{cm}^2$$

Инерција носача:

$$I_1 = 12831213.6 \cdot \text{cm}^4$$

Статички мом. мерено од горње тачке:

$$S_1 = 339051.1 \cdot \text{cm}^3$$

Горњи и доњи модул поп. пресека:

Број носача:

$$n_{\text{prc}} = 12 \text{ pcs}$$

Тежиште носача мерено од горње тачке пресека:

$$y'_1 = 78.3 \cdot \text{cm}$$

Тежиште носача мерено од горње повр. плоче:

$$y_1 := y'_1 + t_{d,\text{min}}$$

$$y_1 = 108.3 \cdot \text{cm}$$

Каблови за преднапрезање у поп. пресеку:

$$W_{1f} = 163926.24 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{1a} = 178892.86 \cdot \text{cm}^3$$

п	2	0	2	4	0	2	4	2	5	10	0	7	14
γ	35	1165	1195	1205	1245	1275	1285	1325	1355	1365	1405	1435	1445

3.2. КАРАКТЕРИСТИКЕ БЕТОНА ЗА ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ

Релативна влажност ваздуха (споља): $RH := 80\%$

Прилагођена старост бетона као резултат технологије очвршћивања: $t_T := 5 \text{ days}$

Упоредна величина ПБ греде и плоче:

Класа цементног фактора:

$$A_{\text{prc}} := 0.435 \text{m}^2$$

$$u_{\text{prc}} := 4.98 \text{m}$$

(За даљи прорачун разматрана је класа цемента N)

$$h_{0,\text{prc}} := 2 \cdot A_{\text{prc}} \div u_{\text{prc}}$$

$$h_{0,\text{deck}} := t_{d,\text{avg}}$$

$$s_c := 0.20$$

Коефицијент за развој карактеристике бетона у зависности од старости бетона:

$$\beta_{\text{cc,p}} := e^{s_c \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t_T}}\right)} \quad \beta_{\text{cc,p}} = 0.76$$

Карактеристике бетона услед преднапрезања каблова:

$$E_{\text{cm,p}} = 36.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{cm,p}} = 51.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{ck,p}} = 43.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{ctm,p}} = 3.3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{ctk,p}} = 2.3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Граница чврстоће на притисак бетона за привремене услове (нпр. преднапрезање каблова) описано је као $f_{\text{ck}}(t) \times K_6$ у складу са EN 1992, где фактор K_6 може имати вредност до 0.70 према препоруци произвођача базирано на дугогодишњим искуством у производњи.

3.3. ПОЧЕТНА И ЕФЕКТИВНА СИЛА ПРЕДНАПРЕЗАЊА

Почетна сила преднапрезања:

$$\sigma_{ini} := 1240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

<

$$\sigma_{max} := \min(0.8 \cdot f_{pk}, 0.9 \cdot f_{p0.1k})$$

$$\sigma_{max} = 1422 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Губитак услед температурне разлике (очвршћавање бетона):

$$\Delta T := 40 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (претпоставка)} \quad \alpha_T := 10^{-5} \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\Delta \sigma_T := \Delta T \cdot \alpha_T \cdot E_p$$

$$\Delta \sigma_T = 78.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Губитак услед померања кабла:

$$\varepsilon_{slip} := 0.010\% \text{ (препорука произвођача)}$$

$$\Delta \sigma_{slip} := E_p \cdot \varepsilon_{slip}$$

$$\Delta \sigma_{slip} = 19.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Почетни губитак услед релаксације кабла:

$$\mu_{ini} := \sigma_{ini} \div f_{pk}$$

$$\rho_{1000} := 2.5 (\%)$$

$$t_0 := 1 \text{ days}$$

(prestressing stage)

Релаксација (Класа 2):

$$\Delta \sigma_{pr.t0} := \sigma_{ini} \cdot 0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1 \cdot \mu_{ini} \cdot (0.024 \cdot t_0)^{0.75} \cdot (1 - \mu_{ini})} \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta \sigma_{pr.t0} = 3.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Рачунски губитак услед еластичне деформације:

$$F_{0p} := \sigma_{ini} \cdot \sum n_p \cdot A_p$$

$$F_{0p} = 5997 \cdot \text{kN}$$

$$M_{0p} := F_{0p} \cdot (y_p - y_1)$$

$$M_{0p} = 3184.834 \cdot \text{kNm}$$

$$\Delta \sigma_{el} := \frac{0.5 \cdot E_p \cdot M_{0p}}{I_1 \cdot E_{cm,p}} \cdot (y_p - y_1)$$

$$\Delta \sigma_{el} = 35.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ефективна преднапрежућа сила:

$$\sigma_{eff} := \sigma_{ini} - \Delta \sigma_T - \Delta \sigma_{slip} - \Delta \sigma_{pr.t0} - \Delta \sigma_{el}$$

$$\sigma_{eff} = 1103 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

<

$$\sigma_{max} := \min(0.75 \cdot f_{pk}, 0.85 \cdot f_{p0.1k})$$

$$\sigma_{max} = 1343 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.4. ГУБИТАК СИЛЕ ПРЕДНАПРЕЗАЊА ТОКОМ ВРЕМЕНА

Временско-зависни губитци преднапрезања су прорачуната за појединачне попречне пресеке у складу са датим једначинама у EN 1992

$$\Delta \sigma_{p.csr}(t) = \frac{\sigma_{c.QP} \cdot \frac{E_p}{E_b} \cdot \phi(t, t_0) + E_p \cdot \varepsilon_{cs}(t)}{1 + \frac{E_p}{E_b} \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c}{I_c} \cdot z_{cp}^2\right) \cdot (1 + 0.8 \cdot \phi(t, t_0))}$$

Губитак од релаксације каблова:

$$\Delta\sigma_{pr}(t) := \sigma_{ini} \cdot 0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1 \cdot \mu_{ini}} \cdot (0.024 \cdot t)^{0.75} \cdot (1 - \mu_{ini}) \cdot 10^{-5}$$

$$t_1 := 100 \text{ days} \quad \Delta\sigma_{pr,t1} := \Delta\sigma_{pr}(t_1) - \Delta\sigma_{pr,t0} \quad t_2 := 10000 \text{ days} \quad \Delta\sigma_{pr,t2} := \Delta\sigma_{pr}(t_2) - \Delta\sigma_{pr,t0}$$

(бетонирање АБ плоче)

$$\Delta\sigma_{pr,t1} = 7.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

(завршна фаза)

$$\Delta\sigma_{pr,t2} = 31.3 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Вредности течења и скупљања бетона за бетонирање АБ плоче и завршне фазе:

$$\epsilon_{t1} = 0.019\% \quad \epsilon_{t2} = 0.029\% \quad \epsilon_{deck} = 0.025\% \quad \phi_{t1} = 0.81 \quad \phi_{t2} = 1.45$$

3.5. ОДРЕЂИВАЊЕ КРАЈЊИХ ЗОНА И ДУЖИНЕ АНКЕРОВАЊА

Утицајни фактори за дужину сидрења:

$$\eta_{p1} := 3.20 \quad \text{коэффициент за врсту челика (за кабал од 3 и 7-нити)}$$

$$\eta_1 := 1.00 \quad \text{коэффициент у зависности са квалитетом пријањања ("добро" стање)}$$

$$\alpha_1 := 1.25 \quad \text{за нагло пуштање}$$

$$\alpha_2 := 0.19 \quad \text{за кабал од 3 и 7-нити}$$

Јачина везе за анкеровање у стању ГСН:

$$f_{bpt} := \eta_{p1} \cdot \eta_1 \cdot f_{ctm,p} \quad f_{bpt} = 10.6 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$l_{pt} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \phi_p \cdot \frac{\sigma_{eff}}{f_{bpt}} \quad l_{pt} = 30.9 \cdot cm$$

Рачунска вредност дужине анкеровања требала би да се усвоји као мања од две, зависно од прорачуна.

$$l_{pt,inf} := 0.80 \cdot l_{pt} \quad l_{pt,sup} := 1.20 \cdot l_{pt}$$

Претпоставља се да бетонска напрезања имају линеарну дистрибуцију изван дужине дисперзје.

$$l_{disp,inf}(h_{prc}) := \sqrt{l_{pt,inf}^2 + (0.90 \cdot h_{prc})^2} \quad l_{disp,sup}(h_t) := \sqrt{l_{pt,sup}^2 + (0.90 \cdot h_{prc})^2}$$

$$l_{disp,inf}(h_{prc}) = 1.372 \text{ m} \quad l_{disp,sup}(h_{prc}) = 1.400 \text{ m}$$

За контролне прегледе на крају носача (нпр. отпорност на смицање) напрезања ће се рачунати по већој вредности за дужину линеарне дистрибуције:

$$l_{disp,sup}(h_{prc}) = 1.400 \text{ m} \quad \sim \quad 0.85 \cdot (h_{prc} + t_{d,min}) = 1.530 \text{ m}$$

Додатно армирање у крајњој зони дато је у пројекту!

3.6. КОНТРОЛА КРАЈА ГРЕДНОГ НОСАЧА УСЛЕД ПРЕДНАПРЕЗАЊА КАБЛОВА И БЕТОНИРАЊА АБ ПЛОЧЕ

Позиција/одсек: $x_1 := l_{\text{disp.sup}}(h_{\text{prc}})$

Ефективна висина армирања:

Арматура на крају носача: 8o16 + 2 кабла

$d_{\text{eff}} := h_{\text{prc}} - 40\text{mm} = 1.460\text{ m}$

$A_{\text{reinf}} := 8 \cdot 2\text{cm}^2 + 2 \cdot A_p = 17.86 \cdot \text{cm}^2$

3.6.1. УНУТРАШЊИ НАПОНИ

Од прве и друге половине сопствене тежине:

$g_1 = 12.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$M_{G1} = 190.5 \cdot \text{kNm}$

$g_2 = 17.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$M_{G2} = 261.9 \cdot \text{kNm}$

3.6.2. ПРОРАЧУН НАПОНА У БЕТОНУ

Карактеристична гранична стања употребљивости услед напрезања попречних пресека без пукотина (N/mm^2)

T0_STAGE =

"P"	$\sigma_{-3t0} =$	4.969	$\sigma_{-4t0} =$	-28.159
"G1"		-1.162		1.065
"SUM"		3.807		-27.094

Попречни пресек са прслинама

Спољни момент савијања:

$M_{\text{ext}} := -M_{G1} = -190.509 \cdot \text{kNm}$

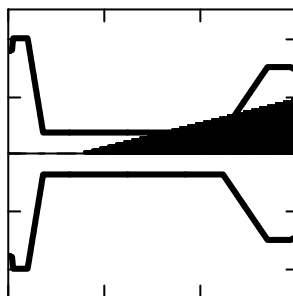
Положај неутралне осовине:

$x_{\text{neut}} = 112.3 \cdot \text{cm}$

Релативно обртање услед момента савијања:

$\kappa_{\text{neut}} = 0.00065 \frac{1}{\text{m}}$

Напони у бетону:



Без прслина:

$\sigma_{3t0} = 3.8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Са прслинама:

$\sigma_{3t0.II} = 0.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\sigma_{4t0} = -27.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\sigma_{4t0.II} = -28.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Напони у доњој половини попречног пресека:

$\sigma_{4t0.II} = -28.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

<

$0.7 \cdot f_{\text{ck.p}} = 30.6 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

ЗАДОВОЉАВА!

Карактеристична гранична стања употребљивости услед напрезања попречних пресека без пукотина (N/mm^2)

T1_STAGE =

"P"	$\sigma_{-3t1} =$	4.443	$\sigma_{-4t1} =$	-25.180
"G1"		-1.162		1.065
"G2"		-1.598		1.977
"SUM"		1.683		-22.138

Попречни пресек са прслинама

Положај неутралне осовине:

$$x_{\text{neut}} = 136.0 \cdot \text{cm}$$

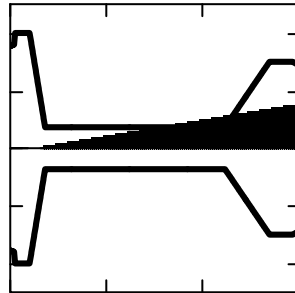
Релативно обртање услед момента савијања:

$$\kappa_{\text{neut}} = 0.00078 \frac{1}{\text{m}}$$

Спољни момент савијања:

$$M_{\text{ext}} := -(M_{G1} + M_{G2}) = -452.458 \cdot \text{kNm}$$

Напони у бетону:



Без прслина:

$$\sigma_{t1}^3 = 1.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{t1}^4 = -22.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Са прслинама:

$$\sigma_{t1.II}^3 = 0.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{t1.II}^4 = -22.8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Stress in the bottom of the cross-section:

$$\sigma_{t1.II}^4 = -22.8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

<

$$0.6 \cdot f_{\text{ck.prc}} = 36.0 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

ЗАДОВОЉАВА!

3.7. ПРОРАЧУН ГРЕДНОГ НОСАЧА ИЗНАД ОСЛОНЦА ЗА МАКС. ТРАНСВЕРЗАЛНУ СИЛУ

Средњи носач је прорачунат!

$$t_{\text{comp}} := t_{\text{comp.s}}$$

$$t_{\text{prc}} := t_{\text{prc.s}}$$

Позиција/одсек:

$$x_1 := l_{\text{disp.sup}}(h_{\text{prc}})$$

Особине српегнутог попречног пресека

Површина поп. пресека: Тежиште греде мерено од горње површине плоче:

$$A_5 = 8663 \cdot \text{cm}^2$$

Инерција греде:

$$y_5 = 61.6 \cdot \text{cm}$$

$$I_5 = 31998609 \cdot \text{cm}^4$$

Модул горњег и доњег попречног пресека на ивицама носача и плоче:

$$W_{5u} = 1011422 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{5l} = 270344 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{5u.d} = 755065 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{5l.d} = 1471054 \cdot \text{cm}^3$$

3.7.1. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ

Од прве и друге половине сопствене тежине:

$$g_1 = 12.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{G1} = 191 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{G1} = 127 \cdot \text{kN}$$

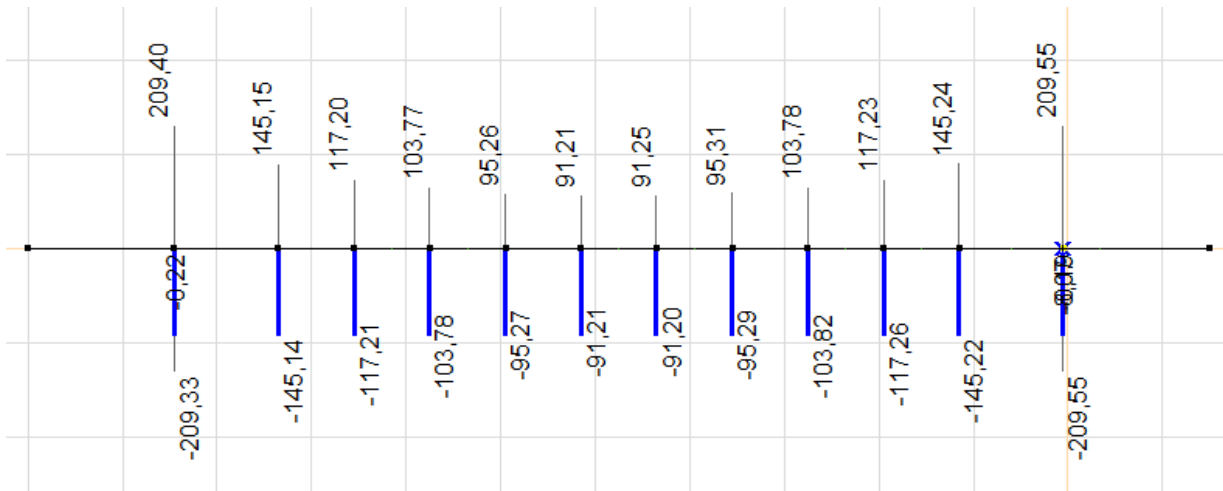
$$g_2 = 17.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{G2} = 262 \cdot \text{kNm}$$

$$V_{G2} = 175 \cdot \text{kN}$$

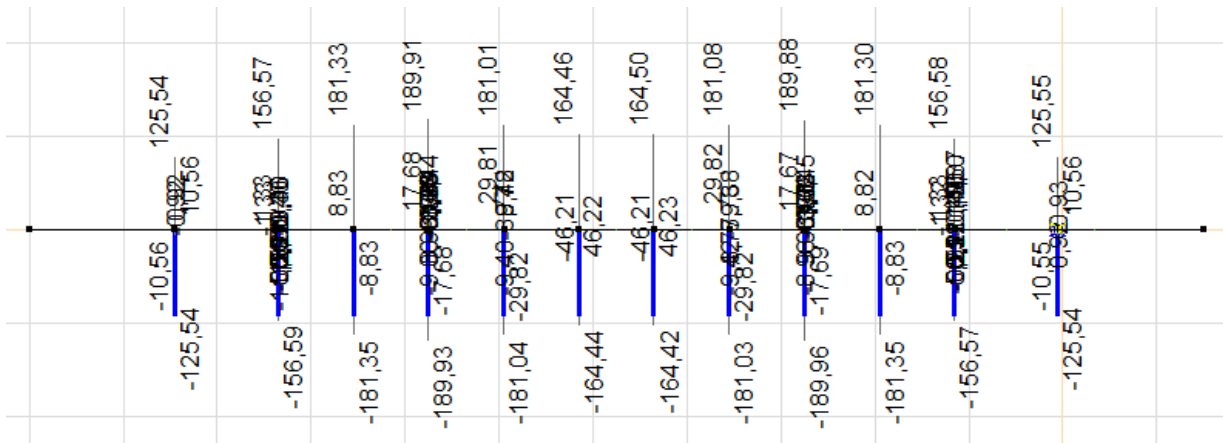
Прорачун софтвера коначних елемената - AXIS VM

Момент савијања услед трећег дела сталног оптерећења:

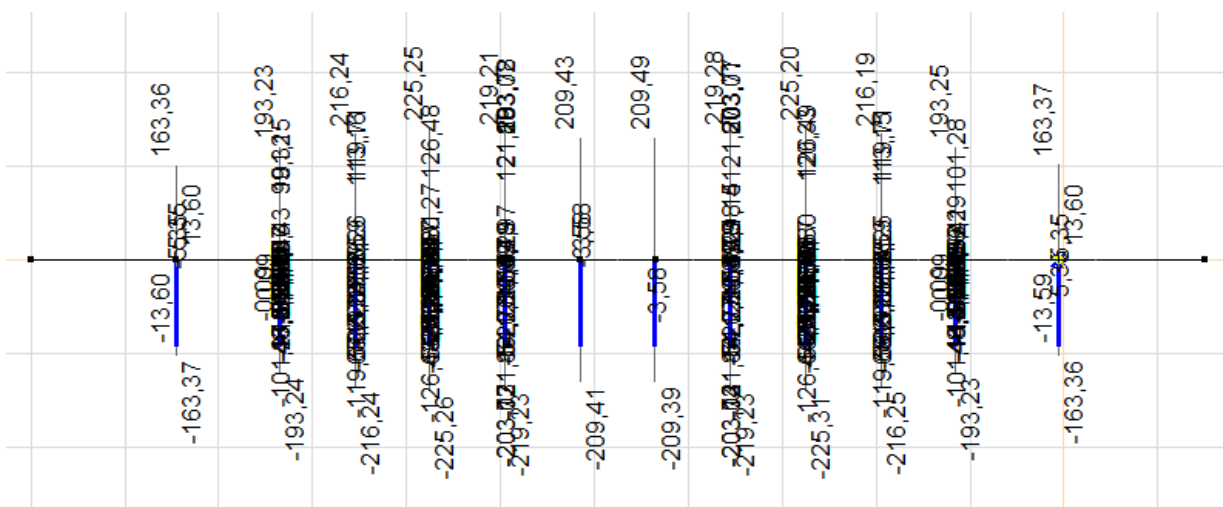


$$V_{G3} := 209 \text{ kN}$$

Момент савијања услед саобраћајног оптерећења:

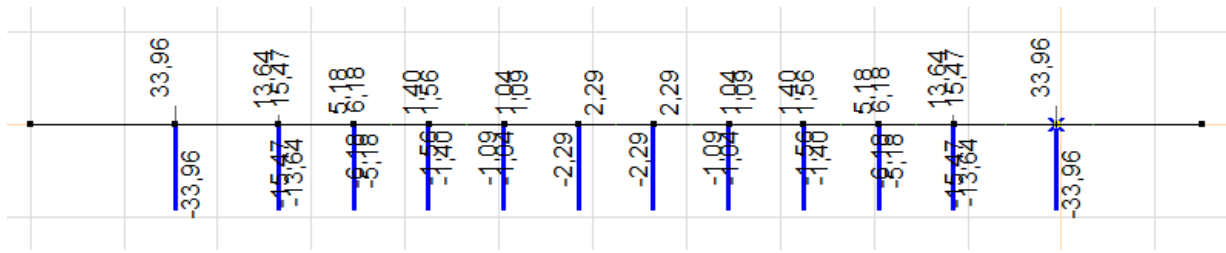


$$V_{LM71} := \phi_3 \cdot 125 \text{ kN} = 151 \cdot \text{kN}$$



$$V_{SW2} := \phi_3 \cdot 163 \text{ kN} = 197 \cdot \text{kN}$$

Момент савијања услед оптерећења пешачких стаза:



$$V_{SW} := 34 \text{ kN}$$

Критична макс. смичућа сила

$$V_{Ed} := \max \left[\begin{array}{l} \gamma_G \cdot \xi \cdot (V_{G1} + V_{G2} + V_{G3}) \dots \\ + \gamma_{LM71} \cdot V_{LM71} + \psi_{0.SW} \cdot \gamma_{SW} \cdot V_{SW} \\ \gamma_G \cdot \xi \cdot (V_{G1} + V_{G2} + V_{G3}) \dots \\ + \gamma_{SW} \cdot V_{SW2} + \psi_{0.SW} \cdot \gamma_{SW} \cdot V_{SW} \end{array} \right] = 889 \cdot \text{kN}$$

3.7.2. CALCULATION OF SHEAR RESISTANCE

Особине смичуће површине

$$b_w := 146 \text{ mm}$$

$$z_w := 0.85 \cdot (h_{prc} + t_{d.min})$$

Осовинска сила од
преднапрезања:

$$F_{3p} = 4335 \cdot \text{kN}$$

Просечан напон притиска у попречном пресеку:

$$\sigma_{cp} := \frac{F_{3p}}{A_5} \quad \sigma_{cp} = 5.00 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Смичућа отпорност бетонског попречног пресека без смичуће арматуре:

$$k := \max \left(2, 1 + \sqrt{\frac{200 \cdot \text{mm}}{z_w}} \right) \quad k = 2.000$$

$$k_1 := 0.15 \quad v_{min} := 0.035 \cdot k \cdot 1.5 \cdot \left(\frac{f_{ck.prc} \cdot \text{mm}^2}{N} \right)^{0.5} \quad v_{min} = 0.767$$

$$V_{Rd.c} := \left(v_{min} \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot z_w \quad V_{Rd.c} = 338.962 \cdot \text{kN}$$

Коефицијент за узимање у обзир стање напона у преднапрегнутом каблу:

$$\alpha_{cp} := \begin{cases} 1 & \text{if } \sigma_{cp} \leq 0 \\ \left(1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd.prc}} \right) & \text{if } 0 < \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd.prc} \\ 1.25 & \text{if } 0.25 \cdot f_{cd.prc} < \sigma_{cp} \leq 0.50 \cdot f_{cd.prc} \\ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd.prc}} \right) & \text{if } 0.50 \cdot f_{cd.prc} < \sigma_{cp} \leq f_{cd.prc} \end{cases} \quad \alpha_{cp} = 1.147$$

Угао између бетонске потпорне опруге и осе греде управне на силу смицања:

$$\theta := \operatorname{acot} \left(\max \left(1.0, \operatorname{if} \left(\frac{V_{Rd.c}}{V_{Ed}} < 0.52 + 0.56 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd,prc}}, \frac{1.2 - 1.4 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd,prc}}}{1 - \frac{V_{Rd.c}}{V_{Ed}}}, 2.5 \right) \right) \right) \cot(\theta) = 1.607 < 2.50$$

Фактор редуковања притиска:

(под претпоставком да је смичуће ојачање изнад 80% напона течења)

$$v := 0.60 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck,prc} \cdot \text{mm}^2}{250 \cdot N} \right) \quad v = 0.456$$

Смичућа арматура:

Армирана мрежа дуж греди: $n_w := 2 \cdot db$ $\phi_w := 10 \cdot \text{mm}$ $t_w := 125 \cdot \text{mm}$ $\alpha_w := 90^\circ$

Додатно армирање на крају носача: $n_a := 2 \cdot db$ $\phi_a := 10 \cdot \text{mm}$ $t_a := 250 \cdot \text{mm}$ $\alpha_a := 90^\circ$

Максималан ефекат смичућег ојачања:

$$A_{sw,eff} := 0.5 \cdot \alpha_{cp} \cdot v \cdot f_{cd,prc} \cdot \frac{b_w}{f_{s,yd}} = 29.9 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{ЗАДОВОЉАВА!} \quad A_{cw,eff} > A_{cw}$$

$$A_{sw} := \frac{n_w \cdot \phi_w^2 \cdot \sin(\alpha_w) \cdot \pi}{4 \cdot t_w} + \frac{n_a \cdot \phi_a^2 \cdot \sin(\alpha_a) \cdot \pi}{4 \cdot t_a} = 18.8 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Макс. доступан смичући оппор:

$$V_{Rd,max} := \alpha_{cp} \cdot b_w \cdot z_w \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)}$$

$$V_{Ed} = 889 \cdot \text{kN} < V_{Rd,max} = 1428 \cdot \text{kN} \quad \text{ЗАДОВОЉАВА!}$$

Стварни смичући оппор:

$$V_{Rd,s} := \frac{n_w \cdot \phi_w^2 \cdot \pi}{4 \cdot t_w} \cdot z_w \cdot f_{s,yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha_w)) \cdot \sin(\alpha_w) + \frac{n_a \cdot \phi_a^2 \cdot \pi}{4 \cdot t_a} \cdot z_w \cdot f_{s,yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha_a)) \cdot \sin(\alpha_a)$$

$$V_{Rd,s} = 2015 \cdot \text{kN} > V_{Ed} = 888.9 \cdot \text{kN} \quad \text{ЗАДОВОЉАВА!}$$

3.8. ПРОРАЧУН ГРЕДНОГ НОСАЧА У СРЕДЊЕМ ДЕЛУ ЗА МАКС. МОМЕНТ САВИЈАЊА

Ивична греда је прорачуната!

$$t_{comp} := t_{comp,s}$$

$$t_{prc} := t_{prc,s}$$

Позиција/одсек: $x_1 := 0.5 \cdot L_{at}$

Особине спрегнутог попречног пресека:

Површина поп. пресека: Тежиште греде мерено од горње површине плоче:

$$A_5 = 8663 \cdot \text{cm}^2$$

Inertia of the girder: $y_5 = 61.6 \cdot \text{cm}$

$$I_5 = 31998609 \cdot \text{cm}^4$$

Унутрашње силе од спреченог скупљања:

Модул горњег и доњег попречног пресека на ивицама носача и плоче:

$$W_{5u} = 1011422 \cdot \text{cm}^3 \quad W_{5l} = 270344 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{5u,d} = 755065 \cdot \text{cm}^3 \quad W_{5l,d} = 1471054 \cdot \text{cm}^3$$

$$N_\epsilon = -1255 \cdot \text{kN} \quad M_\epsilon = -585 \cdot \text{kNm}$$

3.8.1. УНУТРАШЊИ НАПОНИ

Од прве и друге половине сопствене тежине:

$$g_1 = 12.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

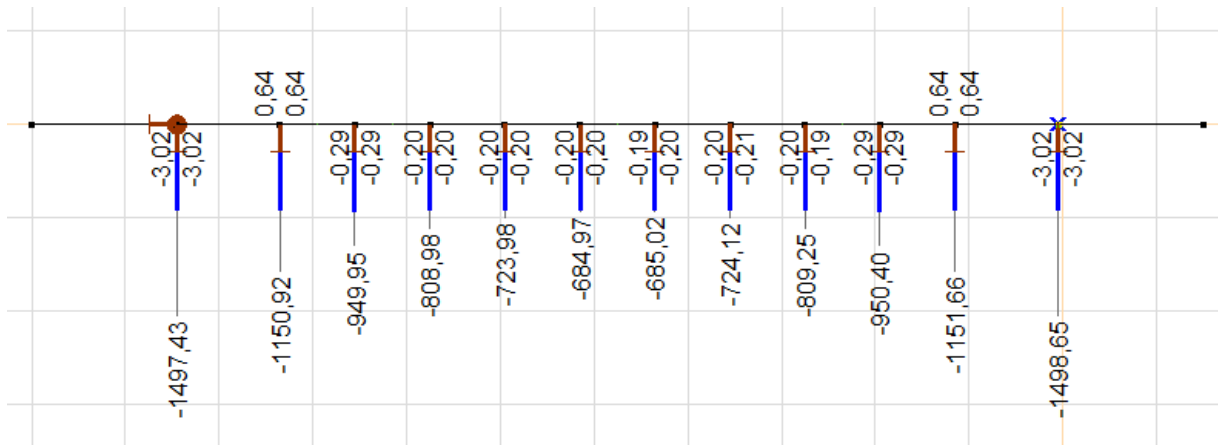
$$M_{G1} = 833 \cdot \text{kNm}$$

$$g_2 = 17.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{G2} = 1146 \cdot \text{kNm}$$

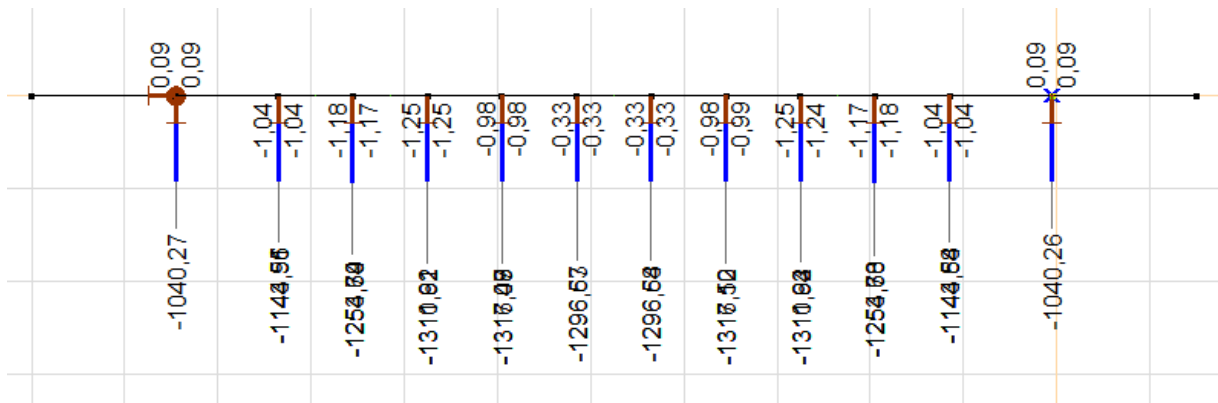
Прорачун софтвера коначних елемената - AXIS VM

Момент савијања услед трећег дела сталног оптерећења

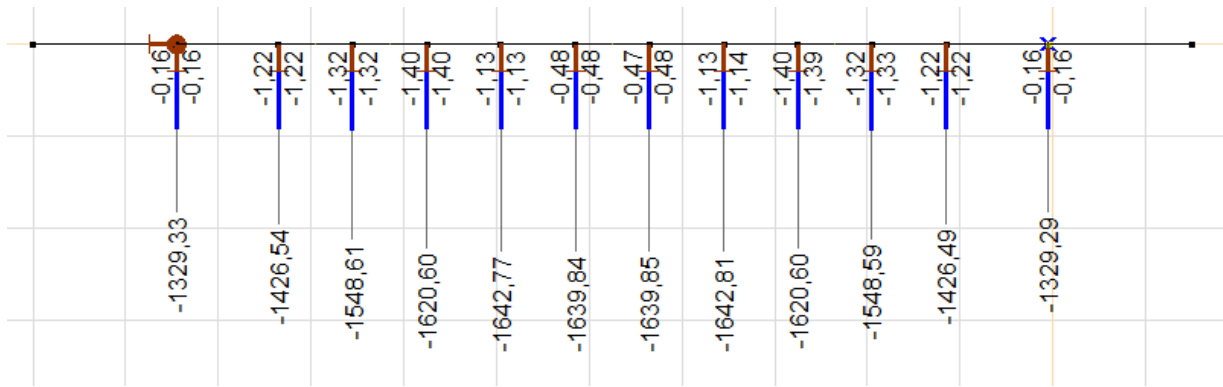


$$M_{G3} := 1497 \text{kNm}$$

Момент савијања услед саобраћајног оптерећења:

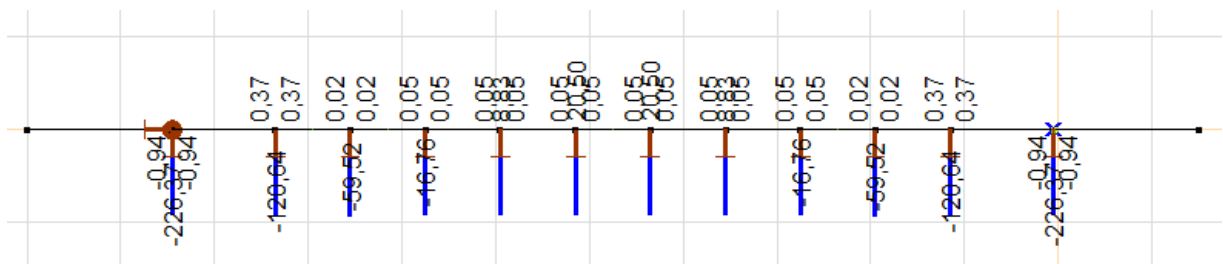


$$M_{LM71} := \phi_3 \cdot 1040 \text{kNm} = 1255 \cdot \text{kNm}$$



$$M_{SW2} := \phi_3 \cdot 1330 \text{ kNm} = 1605 \cdot \text{kNm}$$

Момент савијања услед оптерећења пешачких стаза:



$$M_{SW} := 226 \text{ kNm}$$

Критичну макс. момент савијања

$$M_{Ed} := \max \left[\begin{array}{l} \gamma_G \cdot \xi \cdot (M_{G1} + M_{G2} + M_{G3}) \dots \\ + \gamma_{LM71} \cdot M_{LM71} + \psi_{0.SW} \cdot \gamma_{SW} \cdot M_{SW} \end{array} \quad , \quad \begin{array}{l} \gamma_G \cdot \xi \cdot (M_{G1} + M_{G2} + M_{G3}) \dots \\ + \gamma_{SW} \cdot M_{SW2} + \psi_{0.SW} \cdot \gamma_{SW} \cdot M_{SW} \end{array} \right] = 6399 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{kar} := M_{G1} + M_{G2} + M_{G3} \dots = 5261 \cdot \text{kNm} \\ + M_{SW2} + \psi_{0.SW} \cdot M_{SW}$$

$$M_{freq} := M_{G1} + M_{G2} + M_{G3} \dots = 5080 \cdot \text{kNm} \\ + \psi_{1.SW2} \cdot M_{SW2} + \psi_{2.SW} \cdot M_{SW}$$

$$M_{qp} := M_{G1} + M_{G2} + M_{G3} \dots = 3476 \cdot \text{kNm} \\ + \psi_{2.SW2} \cdot M_{SW2} + \psi_{2.SW} \cdot M_{SW}$$

Модел оптерећења SW2 преовладајући за све случајеве!

3.8.2. ПРОРАЧУН НАПОНА У БЕТОНУ

Карактеристична гранична стања употребљивости услед напрезања попречних пресека без пукотина (N/mm²)

T1_STAGE =

"P"	4.484	-25.412
"G1"	-5.083	4.657
"G2"	-6.989	6.404
"SUM"	-7.587	-14.351

$\sigma_{-3_{t1}} =$ $\sigma_{-4_{t1}} =$

Карактеристична гранична стања употребљивости услед напрезања попречних пресека без пукотина (N/mm²)

T2_STAGE =

"P"	0.000	0.000	4.376	-24.800
"G1"	0.000	0.000	-5.083	4.657
"G2"	0.000	0.000	-6.989	6.404
"G3"	-1.983	-1.018	-1.480	5.537
"ε"	0.221	0.598	-2.028	0.717
"SW2"	-2.125	-1.091	-1.587	5.936
"SW"	-0.239	-0.123	-0.179	0.669
"SUM"	-4.126	-1.633	-12.968	-0.881

$\sigma_{-1_k} =$ $\sigma_{-2_k} =$ $\sigma_{-3_k} =$ $\sigma_{-4_k} =$

$$\sigma_{4_k} = -0.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

<

$$f_{ctm.prc} = 4.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Прорачун поп. пресека на пукотине није потребан!

$$\sigma_{3_k} = -13.0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

<

$$0.6 \cdot f_{ck.prc} = 36 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Подужне пукотине се не би појавиле!

Гранично стање употребљивости за квази-сталне напоне на попречним пресецима без пукотина (N/mm²)

T2_STAGE =

"P"	0.000	0.000	4.376	-24.800
"G1"	0.000	0.000	-5.083	4.657
"G2"	0.000	0.000	-6.989	6.404
"G3"	-1.983	-1.018	-1.480	5.537
"ε"	0.221	0.598	-2.028	0.717
"SW2"	0.000	0.000	0.000	0.000
"SW"	0.000	0.000	0.000	0.000
"SUM"	-1.762	-0.419	-11.203	-7.485

$\sigma_{-1_q} =$ $\sigma_{-2_q} =$ $\sigma_{-3_q} =$ $\sigma_{-4_q} =$

$$\sigma_{4_q} = -7.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

**ИСПУЊЕН УСЛОВ
ДЕКОМПРЕСИЈЕ!**

$$\sigma_{3_q} = -11.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

<

$$f_{ck.prc} \cdot 0.45 = 27.0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Претпостављено
линеарно течење!

3.8.3. ПРОРАЧУН ГРАНИЧНОГ МОМЕНТА САВИЈАЊА

Прорачун је заснован на теорији Е. Mörsch. Позиција неутралне осе израчуната је из претпоставке о равнотежи нормалних векторских сила.

Нормално ојачање ПБ. носача занемарена је ради сигурности.

- Позиција неутралне осе: - Напон у кабловима: - Напрезање у бетону:

$$x_{\text{neut}} = 20.0 \cdot \text{cm}$$

$$F_p = 6650 \cdot \text{kN}$$

$$F_c = 6650 \cdot \text{kN}$$

- Релативно обртање
услед ГСН:

- Позиција затезне силе
мерено од врха плоче:

- Позиција силе притиска
мерено од врха плоче:

$$\kappa = 0.01754 \frac{1}{\text{m}}$$

$$s_t = 161.4 \cdot \text{cm}$$

$$s_c = 8.0 \cdot \text{cm}$$

- Напони у кабловима дуж пресека:

$$\sigma_p^T = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 & 138 \\ \hline \end{array} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

- Гранични момент савијања: $M_{Rd} = 10200 \cdot \text{kNm}$

- Фактор сигурности за гранично стање носивости: $n_{\text{crit}} = 1.59 > 1.0$ **ЗАДОВОЉАВА!**

3.9. ПРОРАЧУН ГРЕДНОГ НОСАЧА ИЗНАД ОСЛОНЦА ЗА МИН. МОМЕНТ САВИЈАЊА

Средњи носач је прорачунат!

$$t_{\text{comp}} := t_{\text{comp.m}}$$

$$t_{\text{prc}} := t_{\text{prc.m}}$$

Унутрашње силе на средини распона

Од прве и друге половине сопствене тежине:

$$g_1 = 12.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{G1.\text{mid}} = 833 \cdot \text{kNm}$$

$$g_2 = 6.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{G2.\text{mid}} = 436 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{G3.\text{avg}} := 975 \text{kNm}$$

Просечна вредност дуж попречног пресека (за процену деформација)

Карактеристике спрегнутог поп. пресека

Површина поп. пресека: $A_5 = 5982 \cdot \text{cm}^2$ Тежиште греде мерено од горње површине плоче: $y_5 = 82.5 \cdot \text{cm}$ Модул горњег и доњег попречног пресека на ивицама носача и плоче:

Инерција греде: $I_5 = 23350841 \cdot \text{cm}^4$ $W_{5u} = 444409 \cdot \text{cm}^3$ $W_{5l} = 239603 \cdot \text{cm}^3$

$W_{5u.d} = 411449 \cdot \text{cm}^3$ $W_{5l.d} = 646368 \cdot \text{cm}^3$

Модул еластичности за

Преднапрезање: Додатна деформација (t1): Додатна деформација (t2):

$$E_{\text{cm.p}} = 36 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{\text{c.t1}} := \frac{E_{\text{cm}}}{\phi_{t1}} = 48 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{\text{c.t2}} := \frac{E_{\text{cm}}}{\phi_{t2} - \phi_{t1}} = 61 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Момент савијања услед преднапрезања

Напони услед преднапрезања:

$$\sigma_{\text{eff}} = 1103 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Delta\sigma_{\text{p.csr.t1.mid}} = 108 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \Delta\sigma_{\text{p.csr.t2.mid}} = 132 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

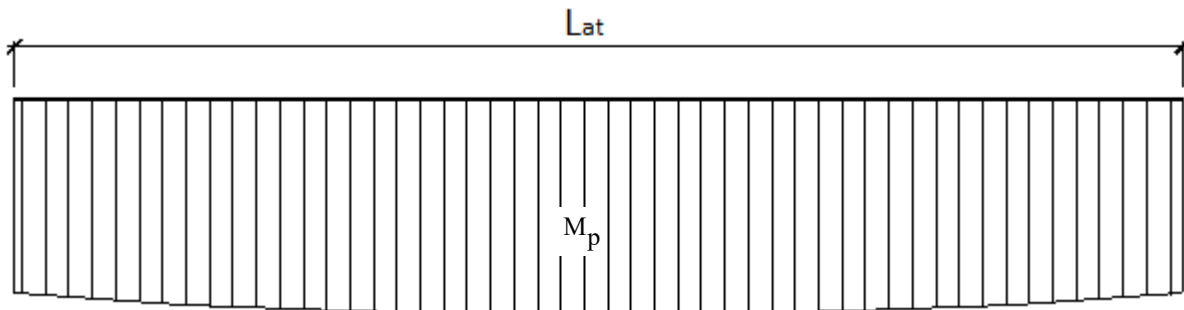
Силе преднапрезања:

$$F_{1\text{p.mid}} = 5336 \cdot \text{kN} \quad F_{2\text{p.mid}} = 4815 \cdot \text{kN} \quad F_{3\text{p.mid}} = 4699 \cdot \text{kN}$$

Моменти услед преднапрезања:

$$M_{1\text{p.mid}} = 2834 \cdot \text{kNm} \quad M_{2\text{p.mid}} = 2557 \cdot \text{kNm} \quad M_{3\text{p.mid}} = 2496 \cdot \text{kNm}$$

Момент савијања од преднапрезања се претпоставља да је линеарна по носачу за прорачун угиба.



Деформације услед преднапрезања

Угиб од ефективне силе напрезања (t_0)

Угиб од DL1 (t_0)

$$\Delta e_p := \frac{-M_{1\text{p.mid}} \cdot L_{at}^2}{8 \cdot E_{\text{cm.p}} \cdot I_1} \quad \Delta e_p = -40.5 \cdot \text{mm} \quad \Delta e_{g1} := \frac{M_{G1.\text{mid}} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{\text{cm.p}} \cdot I_1} \quad \Delta e_{g1} = 9.5 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta e_0 := \Delta e_p + \Delta e_{g1} \quad \boxed{\Delta e_0 = -31 \cdot \text{mm}}$$

Деформација у фази t_1 (пре бетонирања АБ плоче)

Додатан угиб од преднапрезања (t_1)

Додатан угиб од DL1 (t_1)

$$\Delta e_{p'} := \frac{-M_{2\text{p.mid}} \cdot L_{at}^2}{8 \cdot E_{\text{c.t1}} \cdot I_1} \quad \Delta e_{p'} = -27.2 \cdot \text{mm} \quad \Delta e_{g1'} := \frac{M_{G1.\text{mid}} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{\text{c.t1}} \cdot I_1} \quad \Delta e_{g1'} = 7.1 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta e_1 := \Delta e_p + \Delta e_{p'} + \Delta e_{g1} + \Delta e_{g1'} \quad \boxed{\Delta e_1 = -51.1 \cdot \text{mm}}$$

Деформација у фази t_1 (након бетонирања АБ плоче)

Деформација од DL2

$$\Delta e_{g2} := \frac{M_{G2.\text{mid}} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{\text{cm}} \cdot I_1} \quad \Delta e_{g2} = 4.6 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta e_2 := \Delta e_p + \Delta e_{p'} + \Delta e_{g1} + \Delta e_{g1'} + \Delta e_{g2} \quad \boxed{\Delta e_2 = -46.5 \cdot \text{mm}}$$

Деформација у фази t2

Вредности од свих напрезања су прорачуната на простој греди ради сигурности.

Додатни угиб од преднапрезања (t2)

Додатни угиб од DL1 (t2)

$$\Delta e_{p''} := \frac{-M_{3p.mid} \cdot L_{at}^2}{8 \cdot E_{c,t2} \cdot I_5} \quad \Delta e_{p''} = -11.6 \cdot \text{mm} \quad \Delta e_{g1''} := \frac{M_{G1.mid} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{c,t2} \cdot I_5} \quad \Delta e_{g1''} = 3.1 \cdot \text{mm}$$

Додатна деформација од DL2 (t2)

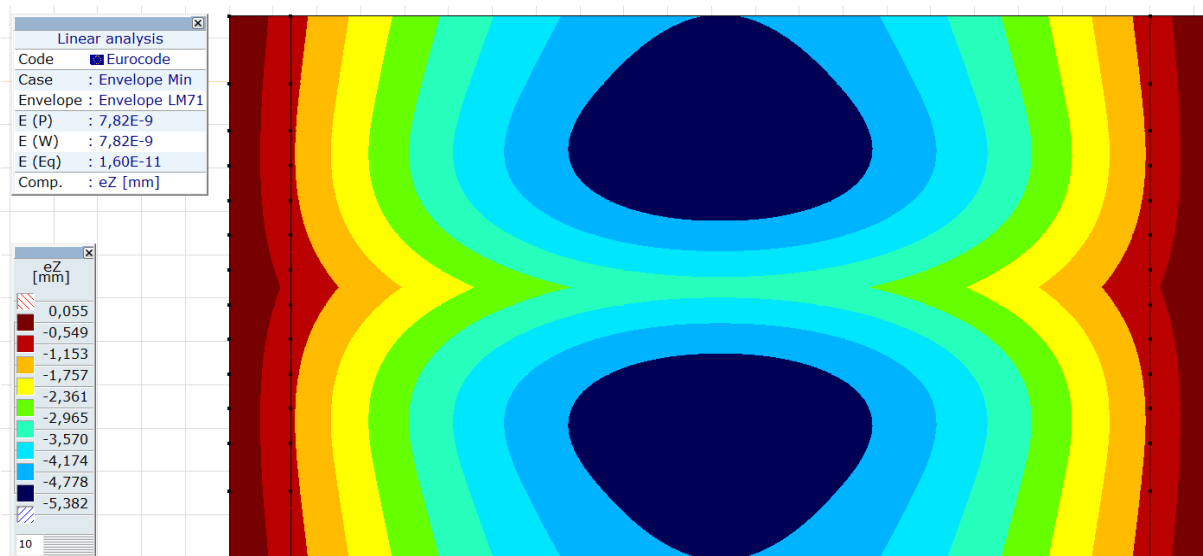
Деформација од DL3 (t2)

$$\Delta e_{g2'} := \frac{M_{G2.mid} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{c,t2} \cdot I_5} \quad \Delta e_{g2'} = 1.6 \cdot \text{mm} \quad \Delta e_{g3} := \frac{M_{G3.avg} \cdot L_{at}^2}{10 \cdot E_{c,eff,prc} \cdot I_5} \quad \Delta e_{g3} = 11.5 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta e_3 := \Delta e_p + \Delta e_{p'} + \Delta e_{p''} + \Delta e_{g1} + \Delta e_{g1'} + \Delta e_{g1''} + \Delta e_{g2} + \Delta e_{g2'} + \Delta e_{g3} \quad \boxed{\Delta e_3 = -42.0 \cdot \text{mm}}$$

Дерфомација од саобраћајних оптерећења

Са једном колосеком услед LM71 саобраћајног оптерећења:



$$\Delta e_{LM71} := \phi_3 \cdot 5.38 \text{mm} = 6.49 \cdot \text{mm} \quad < \quad \frac{L_a}{2600} = 8.62 \cdot \text{mm}$$

ЗАДОВОЉАВА!

**СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН ЧЕЛИЧНЕ
РЕШЕТКАСТЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

САДРЖАЈ

1. **Примењени стандарди**
2. **Дејства и оптерећења**
 - 2.1. Стално оптерећење
 - 2.1.1. Сопствена тежина (челик)
 - 2.1.2. Бетонска плоча
 - 2.1.3. Застор
 - 2.1.4. Шине
 - 2.2. Променљиво оптерећење
 - 2.2.1. Корисно оптерећење
 - 2.2.1.1. Саобраћајно оптерећење
 - 2.2.1.1.1. Динамички фактори
 - 2.2.1.1.2. LM71
 - 2.2.1.1.3. Оптерећење услед трења/кочења
 - 2.2.1.1.4. Дејство буке
 - 2.2.1.2. Стаза
 - 2.2.2. Атмосферска дејства
 - 2.2.2.1. Оптерећење ветром
3. **Комбинација оптерећења**
 - 3.1. Случајеви и групе оптерећења
 - 3.2. Комбинације оптерећења
4. **Примењен модел**
 - 4.1. Ослонац
 - 4.2. Материјали
 - 4.3. Попречни пресеци
5. **Анализа отпорности**
 - 5.1. Главни носач - доњи појас
 - 5.2. Главни носач - горњи појас
 - 5.3. Главни носач - решетке (T1)
Главни носач - решетке (T2)
 - 5.4. Главни носач - крајњи стуб
 - 5.5. Попречни носачи
 - 5.6. Конзолна стаза
 - 5.7. АБ плоча
6. **Анализа стабилности**
 - 6.1. Главни носач - доњи појас
 - 6.2. Главни носач - горњи појас
 - 6.2.1. Анализа локалног избочавања
 - 6.2.2. Анализа извијања - управно на раван носача
 - 6.2.3. Анализа извијања - у равни носача
 - 6.3. Главни носач - решетка (T1)
 - 6.3.1. Анализа локалног извијања
 - 6.3.2. Анализа извијања - у две равни
 - 6.3.3. Извијање зат. и притиснутих елемената
 - 6.4. Главни носач - крајњи стуб
 - 6.4.1. Анализа локалног избочавања
 - 6.4.2. Анализа извијања - у две равни
 - 6.4.3. Ефекат савијања и притиска
 - 6.5. Попречни носачи
 - 6.6. Замор доњег појаса
7. **Анализа употребљивости**
 - 7.1. Вертикално померање
8. **Анализа спрегнутог попречног носача**
 - 8.1. Уносни подаци
 - 8.1.1. Спрегнута конструкција, ефективна ширина
 - 8.1.2. Каракт. материјала, течење и скупљање
 - 8.1.2.1. Каракт. материјала, челик и бетон
 - 8.1.2.2. Каракт. материјала, ефекти течења
 - 8.1.2.3. Скупљање
 - 8.1.2.4. Каракт. материјала, ефекти скупљања
 - 8.1.3. Каракт. материјала
 - 8.1.3.1. Каракт. материјала - челични пресек
 - 8.1.3.2. Каракт. материјала - АБ
 - 8.1.3.3. Каракт. материјала - идеалан поп. пресек
 - 8.1.3.4. Каракт. материјала - резиме
 - 8.2. Моделирање
 - 8.3. Оптерећења
 - 8.3.1. Оптерећење челичног пресека (слободно) (модел: 'a')
 - 8.3.1.1. Сопствена тежина - челик
 - 8.3.1.2. Сопствена тежина - АБ плоча
 - 8.3.2. Челични поп. прес., унутрашње силе и напони (слободно) (модел: 'a')
 - 8.3.3. Стално опт. спрегнутог попречног пресека (модел: 'i.M')
 - 8.3.3.1. Застор
 - 8.3.3.2. Шине
 - 8.3.4. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (стално оптерећење) (модел: 'i.M')
 - 8.3.5. Краткотрајна опт. спрегнутог поп. пресека (модел: 'i')
 - 8.3.5.1. Корисно оптерећење- LM71
Корисно оптерећење - SW2
Корисно опт. - трење/кочење
 - 8.3.5.2. Корисно опт. - дејство буке
 - 8.3.5.3. Атмосферска дејства - ветар
 - 8.3.5.4. Атмосферска дејства - температура
 - 8.3.6. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (краткотрајно опт.) (model: 'i')
 - 8.3.6.1. Атмосферска дејства - температура
 - 8.3.6.2. Корисно оптерећење - SW2
Корисно опт. - трење/кочење
Корисно опт. - дејство буке
Атмосферска дејства - ветар
 - 8.3.7. Оптерећења услед скупљања спрегнуте конструкције (модел: 'i.sh')
 - 8.3.8. Спрегнута конст., унутрашње силе, напони (скупљање) (модел: 'i.sh')
 - 8.4. Провера чврстоће (t=бесконачно.)

1. Примењени стандарди

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

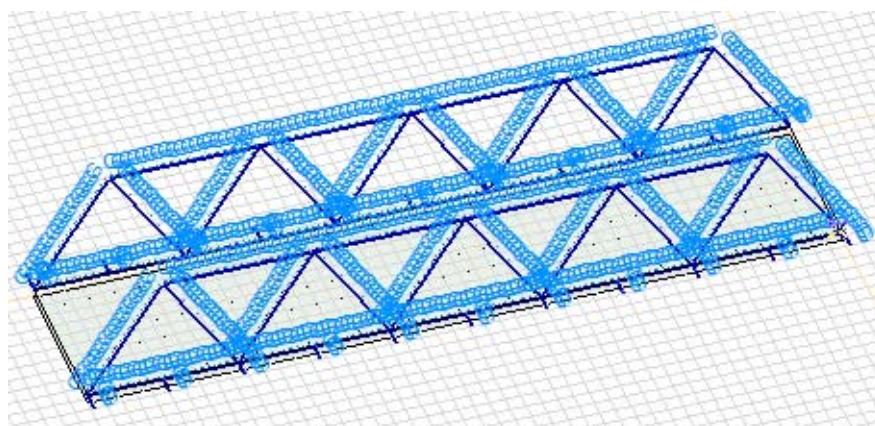
2. Дејства и оптерећења

2.1. Стално оптерећење

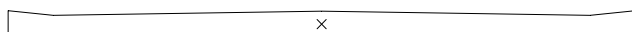
$\gamma_{G.sup} := 1.35$ парцијални фактор $\gamma_{G.inf} := 1.00$ парцијални фактор

2.1.1. Сопствена тежина (челик)

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



2.1.2. Бетонска плоча



$$b = 9.7 \text{ m}$$

$$l = 49.8 \text{ m}$$

$$A_{rc} := 3.22 \text{ m}^2$$

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

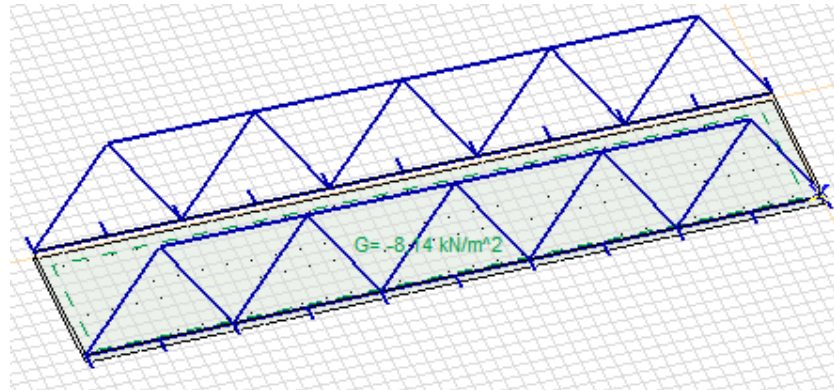
$$v_{rc} := \frac{A_{rc}}{b} = 332 \cdot \text{mm} \quad \text{просечна дебљина}$$

$$V_{rc} := b \cdot v_{rc} \cdot l = 160 \cdot \text{m}^3 \quad \text{запремина плоче}$$

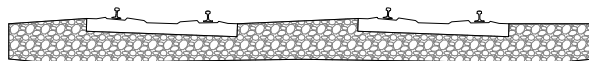
$$M_{rc} := V_{rc} \cdot \rho_c = 401 \cdot \text{t} \quad \text{маса плоче} \quad G_{rc} := M_{rc} \cdot g = 3931 \cdot \text{kN} \quad \text{тежина плоче}$$

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

$$g_{rc} = 8.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



2.1.3. Застор



$$b = 9.7 \text{ m} \quad l = 49.8 \text{ m}$$

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

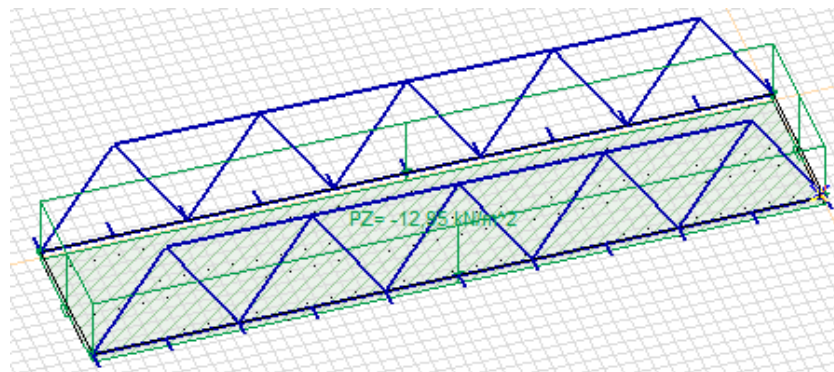
$$\gamma_{\text{ballast}} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{ballast}} := A_{\text{ballast}} \cdot l = 313 \cdot \text{m}^3 \quad \text{запремина}$$

$$G_{\text{ballast}} := V_{\text{ballast}} \cdot \gamma_{\text{ballast}} = 6255 \cdot \text{kN} \quad \text{тежина}$$

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

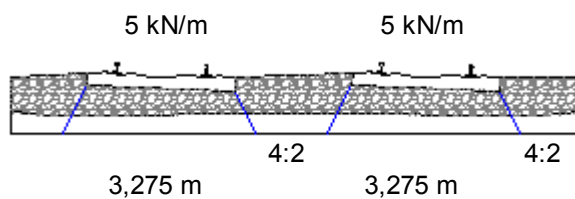
$$g_{\text{ballast}} = 12.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

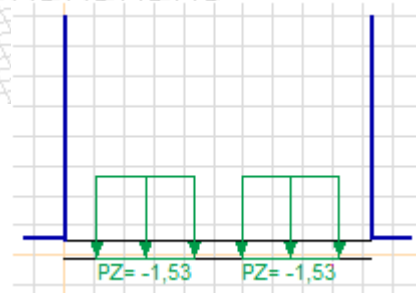
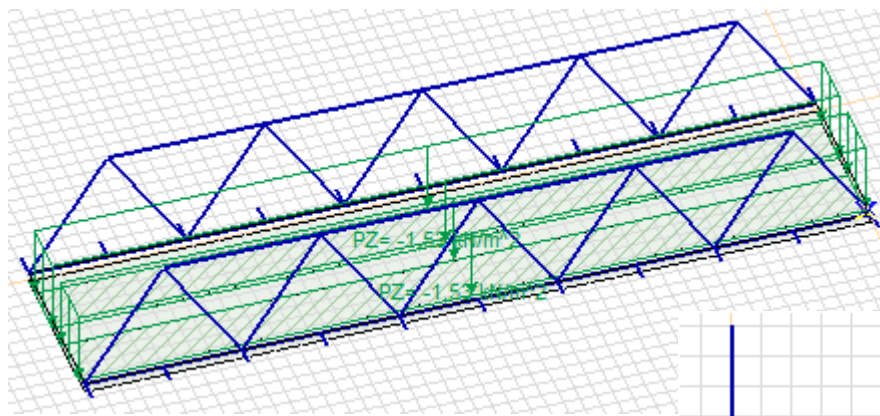


2.1.4. Шине

$$q_{\text{rail}} := \frac{5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{3.275 \text{ m}}$$

$$q_{\text{rail}} = 1.527 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$





2.2. Променљиво оптерећење

2.2.1. Корисно оптерећење

2.2.1.1. Саобраћајно оптерећење

2.2.1.1.1. Динамички фактори

дужина главног носача

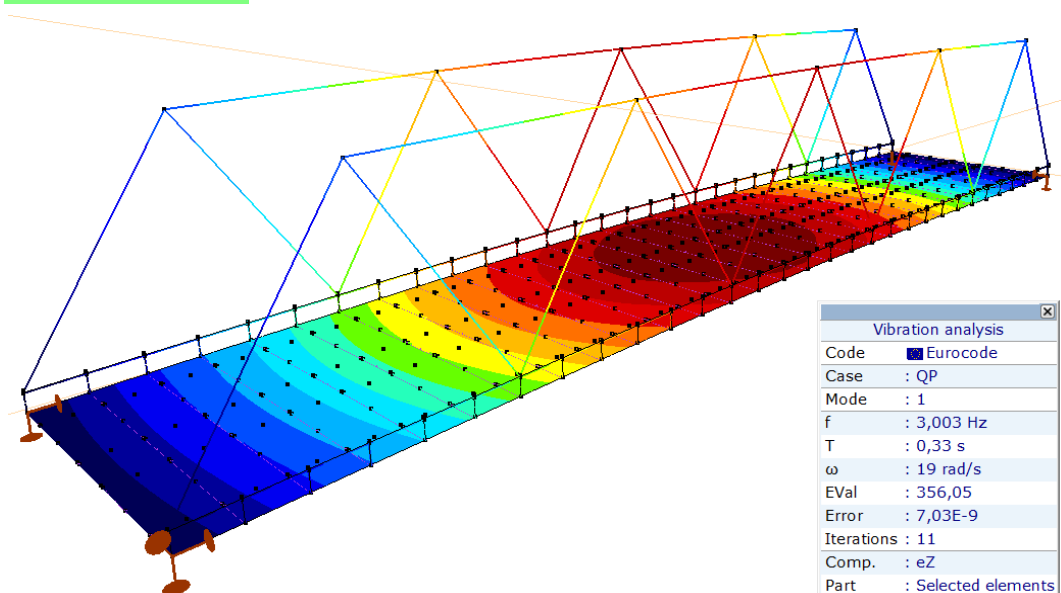
$l_{ft} := 49800\text{mm}$ дужина главног носача

$$L_{\Phi.ft} := \left(l_{ft} \cdot \frac{1}{\text{m}} \right) \quad L_{\Phi.ft} = 49.8$$

$$\Phi_{3.ft} := \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi.ft} - 0.2}} + 0.73$$

динамички примењен фактор у случају главних носача и плоча (стандардно одржавање)

$$\Phi_{ft} := \Phi_{3.ft} = 1.045$$



$$n_{\min} := \frac{23.58}{s} \cdot (L_{\Phi.ft})^{-0.592} = 2.3 \cdot \text{Hz} < n_{m.1} := 3.00 \text{Hz} < n_{\max} := \frac{94.76}{s} \cdot (L_{\Phi.ft})^{-0.748} = 5.1 \cdot \text{Hz}$$

бетонска плоча, дужина попречног носача

$$l_{kt} := 9750\text{mm} \text{ дужина поп. носача}$$

$$L_{\Phi.kt} := 2 \cdot \left(l_{kt} \cdot \frac{1}{m} \right) \quad L_{\Phi.kt} = 19.5$$

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

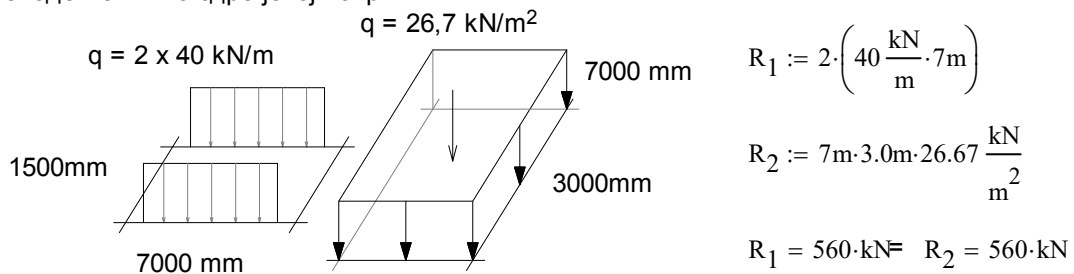
динамички примењен фактор у случају попречних носача и плоча (стандардно одржавање)

$$\Phi_{kt} := \Phi_{3.kt} = 1.232$$

2.2.1.1.2. LM71

(q) LM71 блок оптерећења (2x30 ком.)

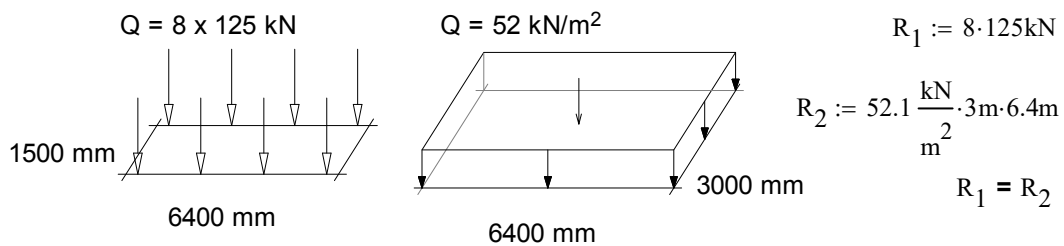
напомена: блок оптерећења (q) дата је као сума двеју линијских оптерећења, расподељених по одређеној површини



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

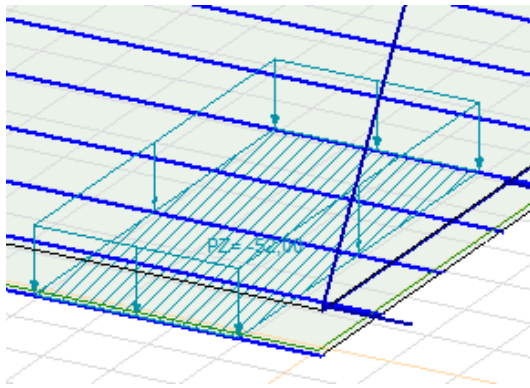
(Q) блок оптерећења LM71 (2x30 pcs.)

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

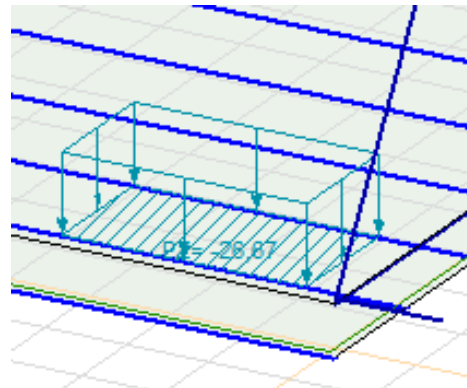


концентрисани део оптерећења LM71

примењено, стандардно оптерећење по одређеној површини



LM71 концентрисано опт., модел 'Q'



LM71 расподељено опт., модел 'q'

2.2.1.1.3. Оптерећење услед трења/кочења

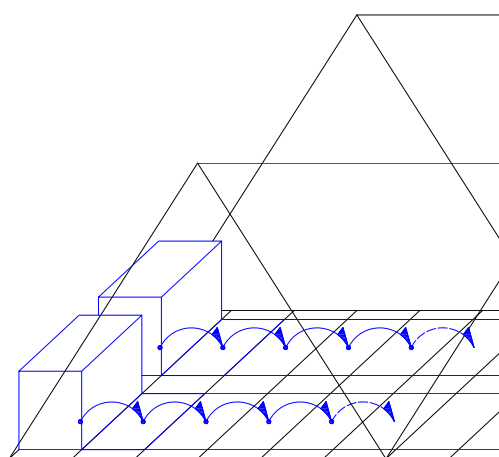
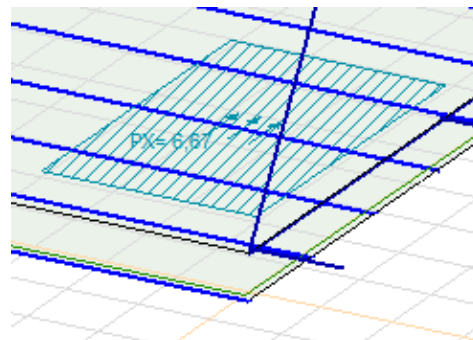
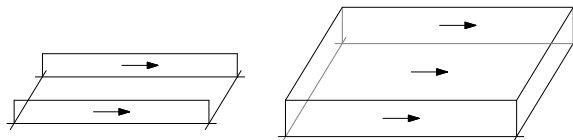
Оптерећење услед трења/кочења (2x11 ком.)

напомена:

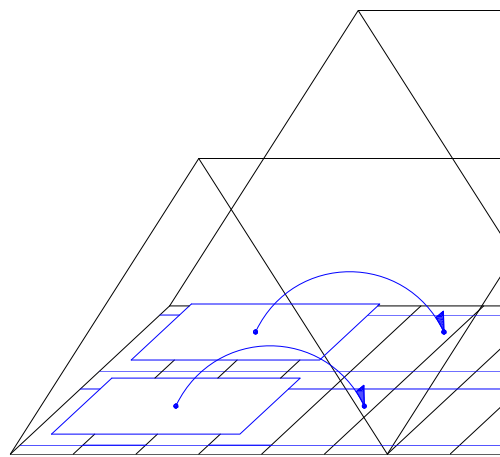
Пошто је оптерећење услед трења/кочења проматрано у комбинацији са саобраћајним оптерећењем, њена вредност је подељена са $\alpha \cdot \phi$, као резултат фактора класификације и динамичког фактора.

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

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



LM71 (q)



F/I

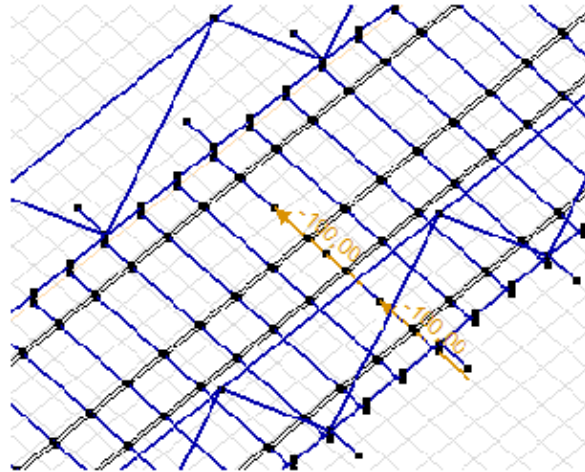
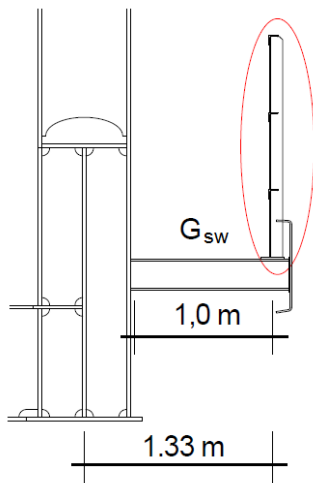
2.2.1.1.4. Дејство буке

напомена:

Пошто је дејство услед буке проматрано у комбинацији са саобраћајним оптерећењем, њена вредност је подељена са $\alpha^* \phi$, као резултат фактора класификације и динамичког фактора.

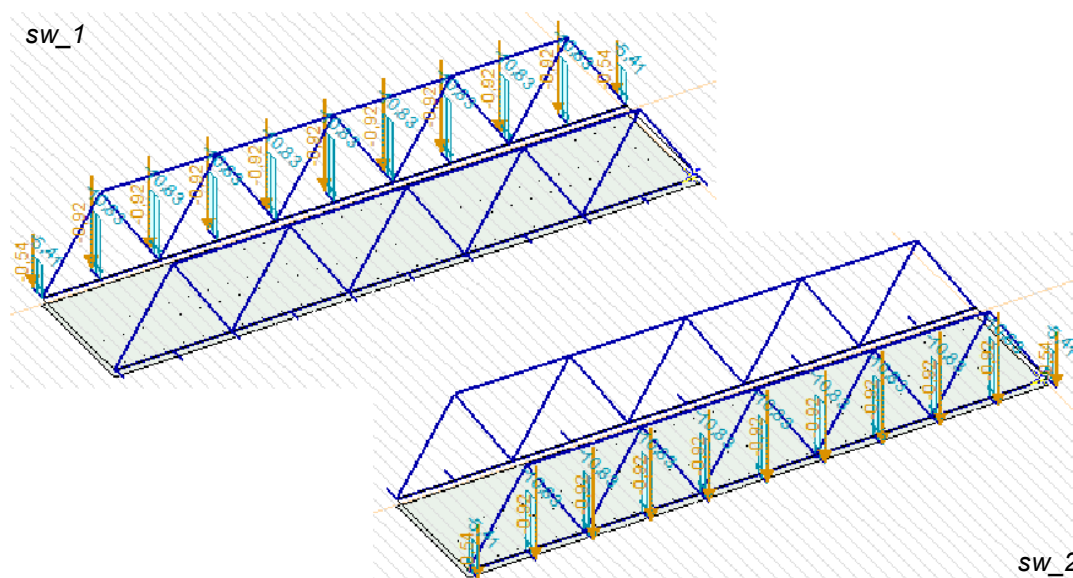
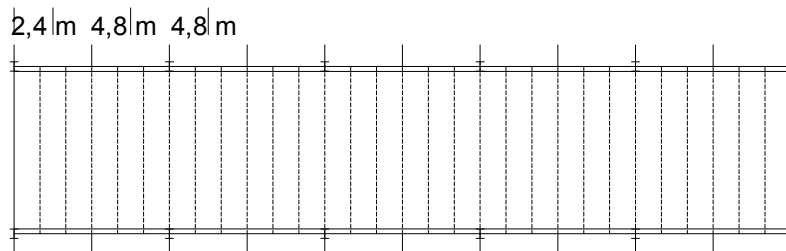
$$F_{\text{nosing}} := 100\text{kN}$$

2.2.1.2. Стаза



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

$$+ G_{sw} := 0.92\text{kN} / 4.8\text{m}$$



2.2.2. Атмосферска дејства

2.2.2.1. Оптерећење ветром

просечна брзина ветра:

$$v_{b0} := 28 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v''_{b0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

референтна висина (приближно):

$$h_{\text{ref}} := 21.0\text{m}$$

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:

$$v_b := v_{b0} \cdot c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \quad v_b = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Категорија терена:

II. Category

Референтна висина у категорији терена II:

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

Фактор терена:

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

Фактор храпавости:

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

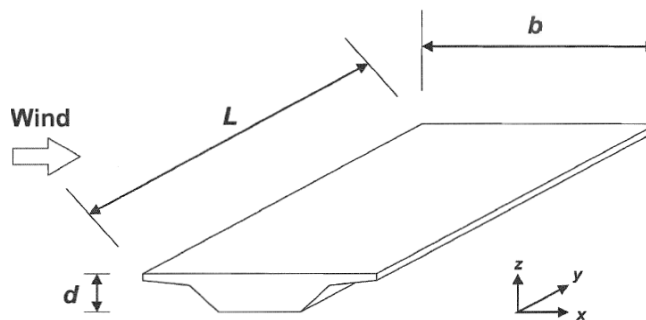
Фактор орографије:

$$c_0 := 1.0$$

Интензитет турбуленције:

$$k_i := 1.0$$

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



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:

$$q_p(z) := \left(1 + 7 \cdot I_V(z) \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(c_T(z) \cdot c_0 \cdot v_{b0} \cdot c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \right)^2$$

$$q_p(h_{\text{ref}}) = 1.393 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

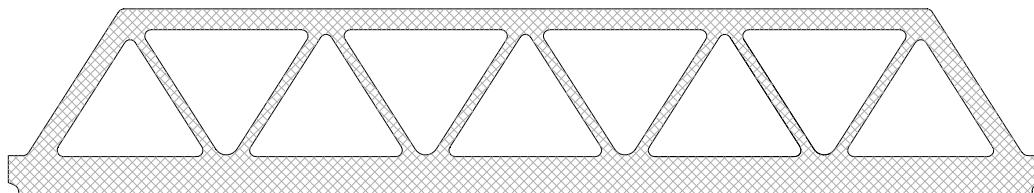
$$q'_p(z) := \left(1 + 7 \cdot I_V(z) \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(c_T(z) \cdot c_0 \cdot v''_{b0} \cdot c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \right)^2$$

$$q'_p(h_{\text{ref}}) = 1.111 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

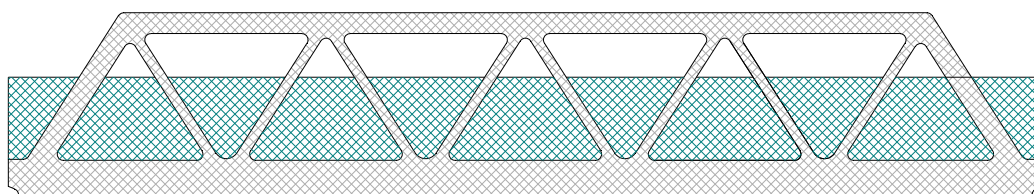
Утицаји ветра на површини моста у Х правцу

референтне површине у случају оптерећеног и неоптерећеног моста

$$A_{\text{ref.x.a}} := 174.85 \text{m}^2$$



$$A_{\text{ref.x.b}} := 343.98 \text{m}^2$$



укупна ширина горњег строја:

$$b_{\text{tot}} := 13.00 \text{m}$$

Еквивалентна дубина:

$$d_{\text{tot.a}} := A_{\text{ref.x.a}} \div 49.8 \text{m} = 3.511 \text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{\text{fx.a}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.a}}) = 1.389$$

equivalent depth:

$$d_{\text{tot.b}} := A_{\text{ref.x.b}} \div 49.8 \text{m} = 6.907 \text{m}$$

Коефицијент силе:

$$c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 1.935$$

Дејство ветра без саобраћаја:

$$F_{\text{wk}} := d_{\text{tot.a}} \cdot q_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.a}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.a}}) = 6.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{не сматра се критичним})$$

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

$$F''_{\text{w}} := \psi_{0.w} \cdot d_{\text{tot.b}} \cdot q_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 11.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ограничити на:

$$d_{\text{tot.b}} \cdot q'_{\text{p}}(h_{\text{ref}}) \cdot c_{\text{fx.b}}(b_{\text{tot}}, d_{\text{tot.b}}) = 14.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

утицај ветра у Z правцу и утицај ветра на стубове се занемарује у прелиминарној фази пројектовања

вредности оптерећења за примену на моделу софтвера AxisVM

$$q_a := q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.a}(b_{tot}, d_{tot.a}) = 1.936 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_b := \psi_{0.w} \cdot q_p(h_{ref}) \cdot c_{fx.b}(b_{tot}, d_{tot.b}) = 1.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_a \cdot 50\text{cm} = 0.968 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

вредност линијског оптерећења за решетке у случају неоптерећеног моста

$$q_a \cdot 100\text{cm} = 1.936 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

вредност линијског оптерећења за горњи појас решеткастог носача у случају неоптерећеног моста

$$q_a \cdot 180\text{cm} = 3.484 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

вредност линијског оптерећења главног носача у случају неоптерећеног моста

$$q_b \cdot 50\text{cm} = 0.809 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

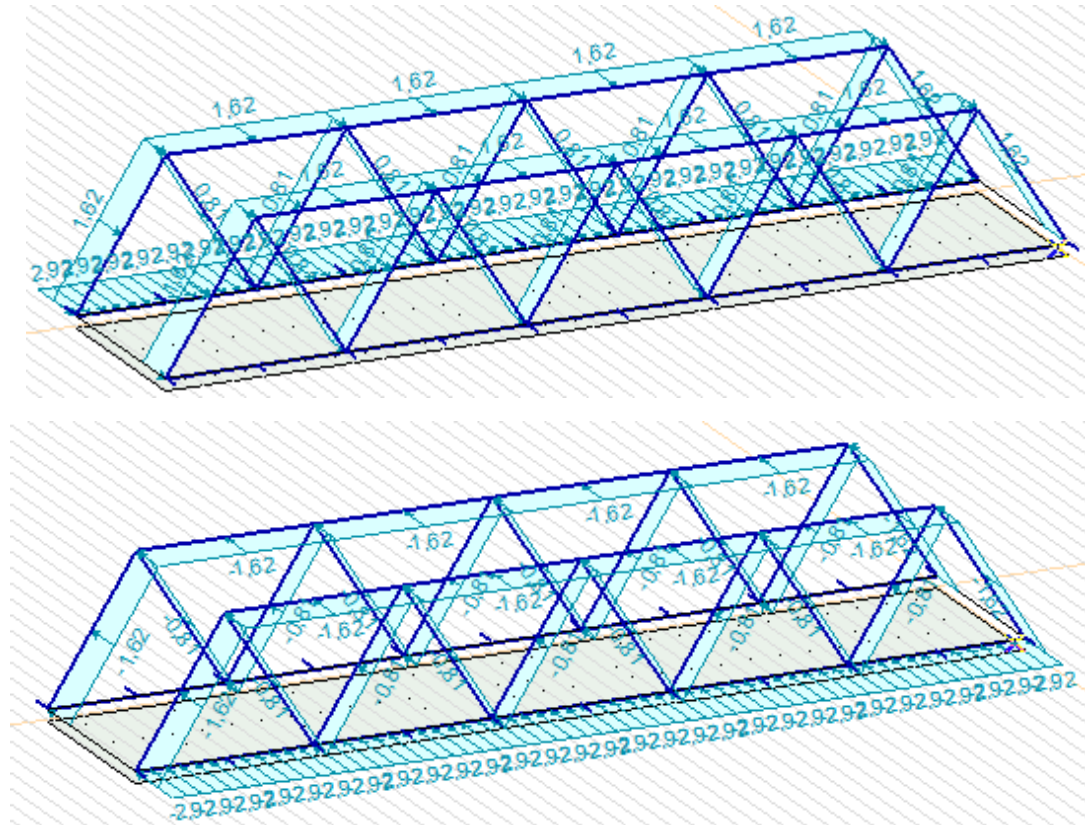
вредност линијског оптерећења за решетке у случају оптерећеног моста

$$q_b \cdot 100\text{cm} = 1.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

вредност линијског оптерећења за горњи појас решеткастог носача у случају оптерећеног моста

$$q_b \cdot 180\text{cm} = 2.912 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

вредност линијског оптерећења главног носача у случају оптерећеног моста



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

$\phi=1,045$

	Group	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Permanent	Permanent	1,35	1,35	0,85				
2	imposed_traffic	Variable				1,52	0,80	0,70	1,00
3	imposed_sidewalk	Variable				1,50	0,80	0,50	0
4	meteorological	Variable				1,50	1,00	0	0

$\gamma=1,45 / \alpha=1,00$

Случајеви оптерећења

Стално оптерећење

челик; армирани бетон; зстор; шине

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

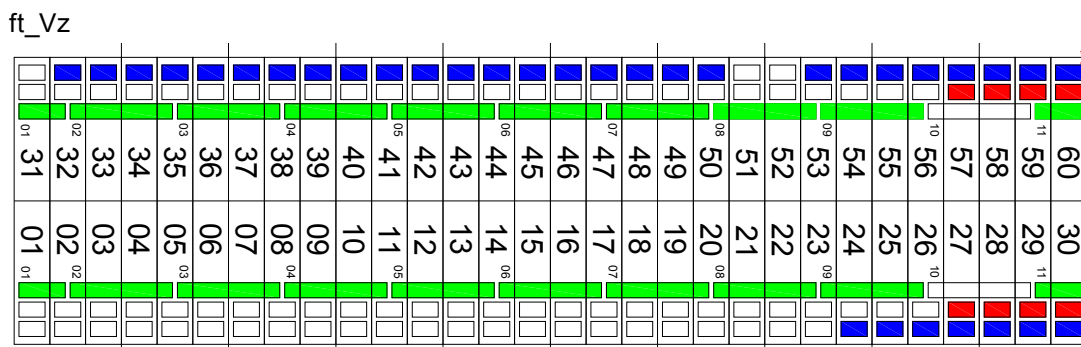
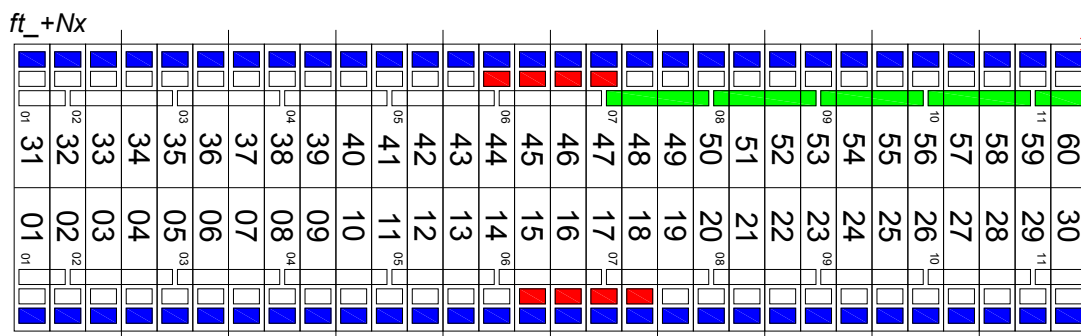
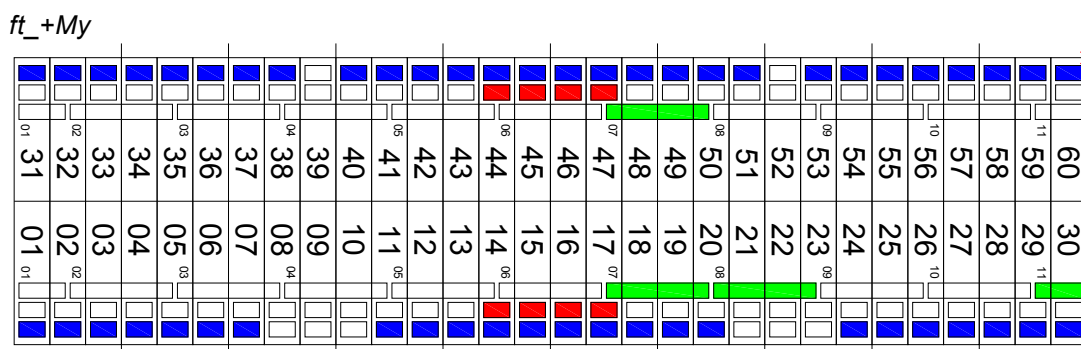
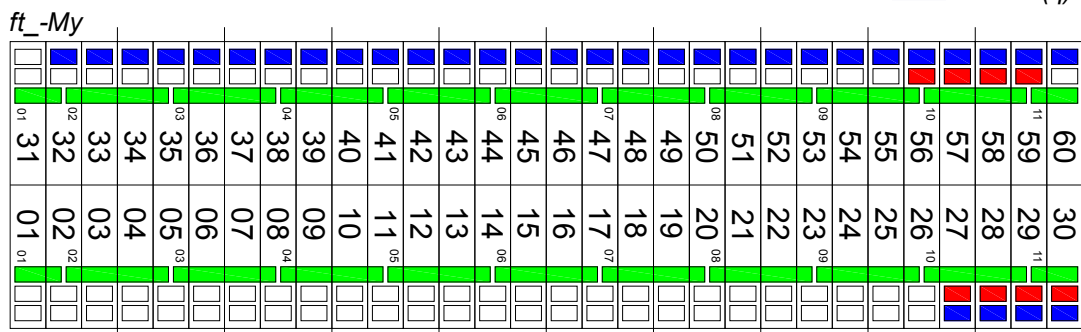
Саобраћај

LM71; F/I; Бука

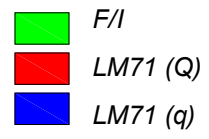
5	ft_-My	imposed_traffic	Variable
6	ft_+My	imposed_traffic	Variable
7	ft_+Nx	imposed_traffic	Variable
8	ft_Vz	imposed_traffic	Variable
9	FT_max	imposed_traffic	Variable
10	kt_+Nx	imposed_traffic	Variable
11	KT_max	imposed_traffic	Variable
12	ov_-Nx	imposed_traffic	Variable
13	OV_max	imposed_traffic	Variable
14	rr_-Nx	imposed_traffic	Variable
15	rr_+Nx	imposed_traffic	Variable
16	RR_max	imposed_traffic	Variable
17	srr_-Nx	imposed_traffic	Variable
18	SRR_max	imposed_traffic	Variable

Главни носач

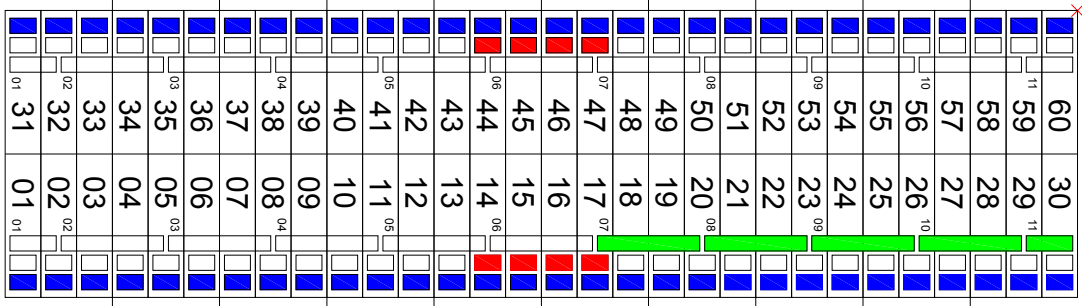
- F/I
- LM71 (Q)
- LM71 (q)



Главни носач, АБ плоча

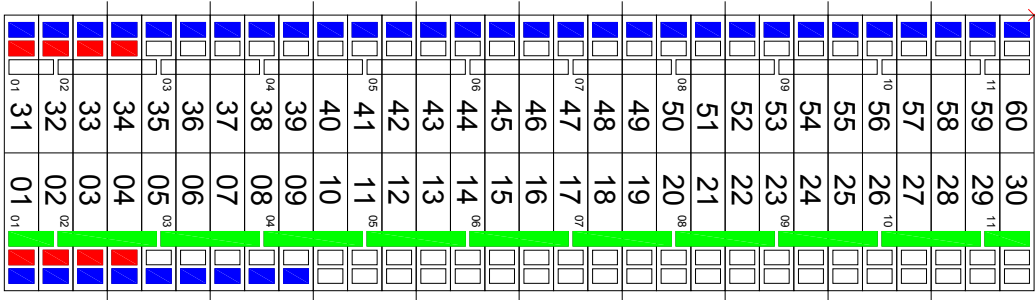


FT_max; Lem

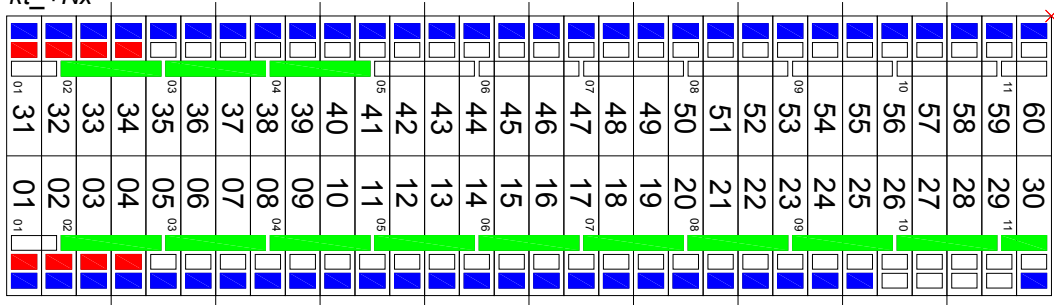


Попречни носач

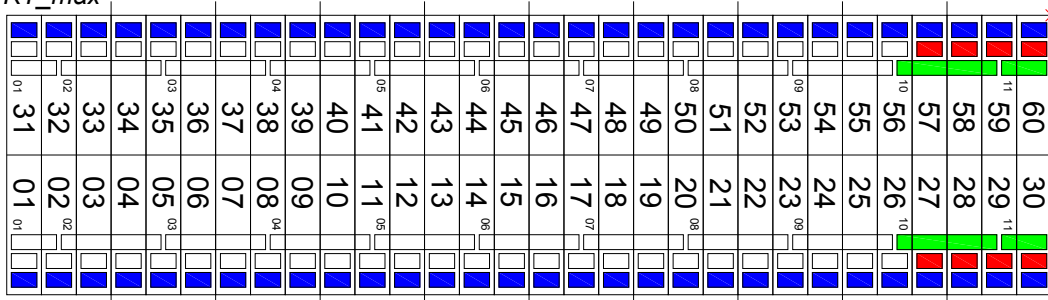
kt_My (анализа спрегнутог носача)



kt_Nx



KT_max



3.2. Комбинације оптерећења

Гранично стање носивости и гранично стање употребљивости

	Name	Type	steel	conc.s.	bed	rail		1,80	sw1	sw2	wind 1L	wind2L
1	ft_+My	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	ft-My	1,2	0	0	1,5
2	ft_-My	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	ft+My	0	1,2	1,5	0
3	ft_+Nx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	ft+Nx	0	1,2	1,5	0
4	ft_Vz	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	ftVz	0	1,2	1,5	0
5	FT_max	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	Ftmax	1,2	0	0	1,5
6	kt_+Nx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,80	kt+Nx	0	0	0	1,5
7	KT_max	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,80	Ktmax	0	0	0	1,5
8	öv_-Nx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	öv-Nx	1,2	0	0	1,5
9	ÖV_max	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	Övmax	1,2	0	0	1,5
10	rr_-Nx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	rr-Nx	1,2	0	0	1,5
11	rr_+Nx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	rr+Nx	1,2	0	0	1,5
12	RR_max	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	Rrmax	1,2	0	0	1,5
13	srr	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	srr-Nx	1,2	0	0	1,5
14	SRR_max	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,52	SRRmax	0	1,2	0	1,5
15	Lem	ULS	1,35	1,35	1,35	1,35	1,80	Ftmax	1,2	1,2	0	0
16	e_2600	SLS	0	0	0	0	1,05	e2600	0	0	0	0
17	QP	SLS	1	1	1	1	0		0	0	0	0

напомена:

$$1,52 = 1,45 * 1,00 * 1,045$$

$$1,80 = 1,45 * 1,00 * 1,242$$

4. Примењен модел

Статички прорачун је спроведен помоћу софтвера Axis VM.

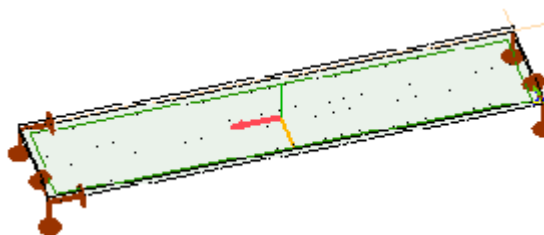
Конструкција је моделирана помоћу греда са 6 степена слободe док су АБ плоче моделиране као љускасти елементи.

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

4.1. Ослонац

Конструкција је просто ослоњена:
fix(ex,ey,ez); fix(ey,ez); fix(ex,ez);
fix(ez)

Ослонци се слободно могу окретати у било ком правцу.

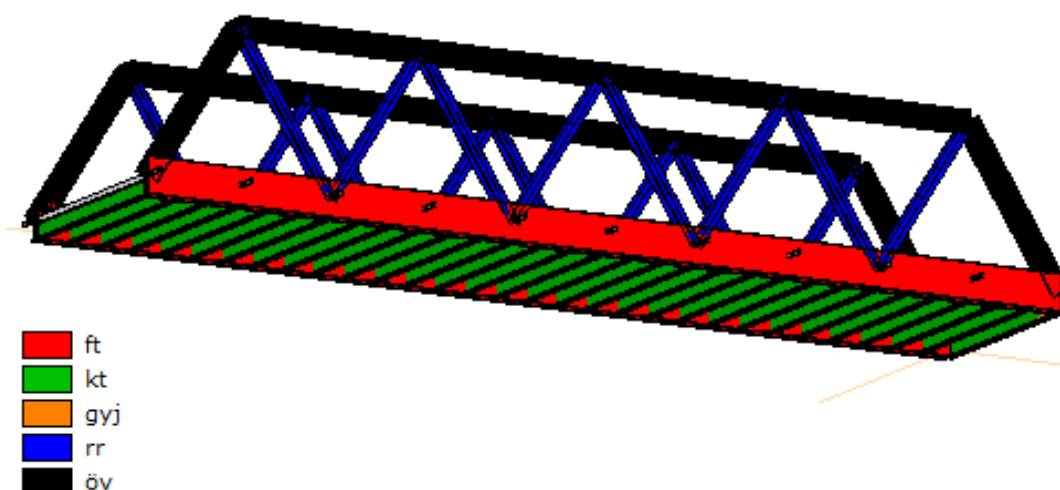


4.2. Материјали

	Name	Type	Material code	E _x [kN/cm ²]	E _y [kN/cm ²]	v	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

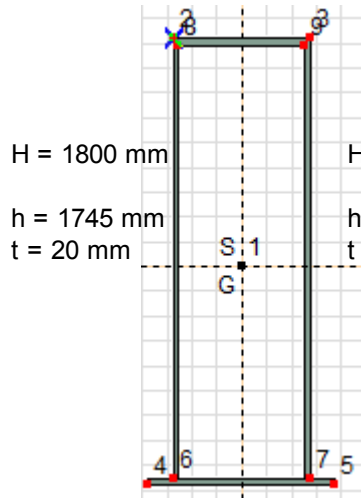
	P ₁	P ₂
f _α [kN/cm ²]	= 3,50	γ _c = 1,500
f _v [kN/cm ²]	= 23,50	f _v [kN/cm ²] = 36,00



■	ft
■	kt
■	gyj
■	rr
■	öv

доњи појас главног носача (ft)

b = 550 mm
t = 30 mm

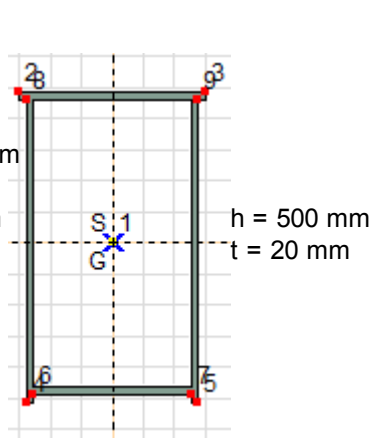


b = 750mm
t = 25mm

A.x = 15018,5 mm²
I.y = 4535973,0 cm⁴
I.z = 619887,9 cm⁴
i.y = 657,1 mm
i.z = 242,9 mm

горњи појас главног носача

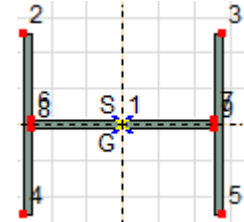
b = 600 mm
t = 25 mm



b = 510mm
t = 25mm

A.x = 66750,5 mm²
I.y = 937631,7 cm⁴
I.z = 346643,3 cm⁴
i.y = 374,8 mm
i.z = 227,9 mm

штап (rr)



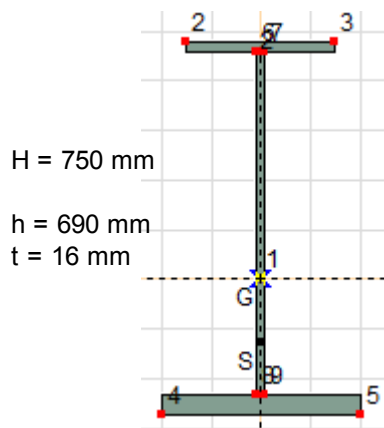
H = 550mm

h = 510mm
t = 20mm

A.x = 30200,0 mm²
I.y = 41700,7 cm⁴
I.z = 162625,2 cm⁴
i.y = 117,5 mm
i.z = 232,1 mm

попречни носач - челик (kt)

b = 300 mm
t = 20 mm



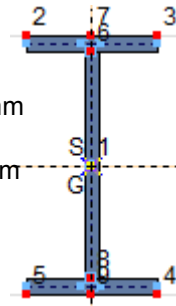
H = 750 mm

h = 690 mm
t = 16 mm

b = 400 mm
t = 40 mm

A.x = 33040,0 mm²
I.y = 291150,6 cm⁴
I.z = 25856,9 cm⁴
i.y = 296,9 mm
i.z = 88,5 mm

конзолна стаза (гуј)



H = 200 mm

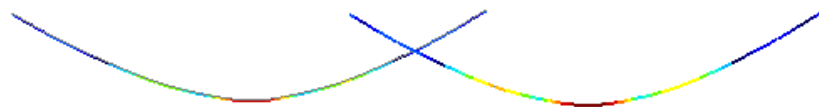
h = 176 mm
t = 10 mm

b = 100 mm
t = 12 mm

A.x = 33040,0 mm²
I.y = 291150,6 cm⁴
I.z = 25856,9 cm⁴
i.y = 296,9 mm
i.z = 88,5 mm

5. Анализа чврстоће

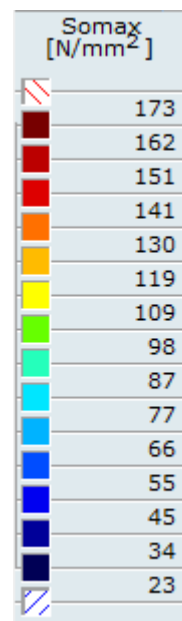
5.1. Главни носач - доњи појас



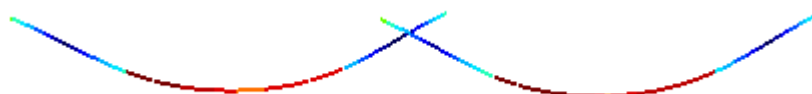
Главни носач -
доњи појас
FT_max
Somax

$Somax$ 173 N/mm² < $f.y$ S355 355 N/mm²

АДЕКВАТНО



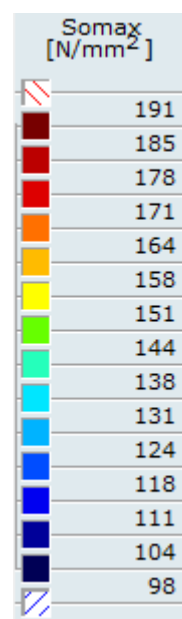
5.2. Главни носач - горњи појас



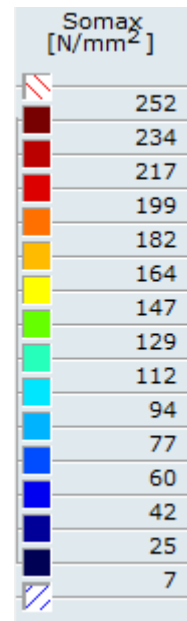
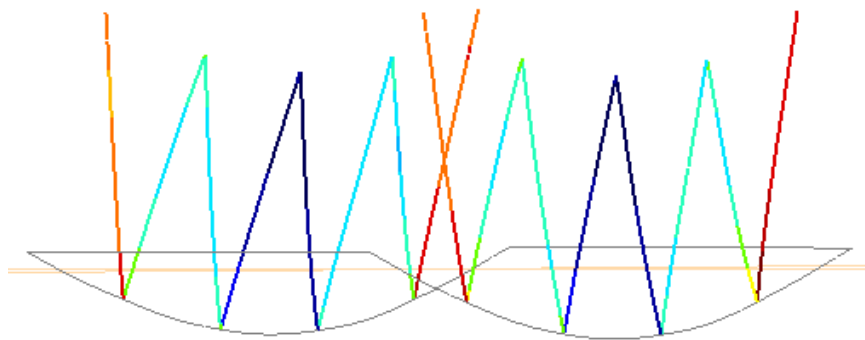
Главни носач -
горњи појас_max
Somax

$Somax$ 191 N/mm² < $f.y$ S355 355 N/mm²

АДЕКВАТНО



5.3. Главни носач - штапови

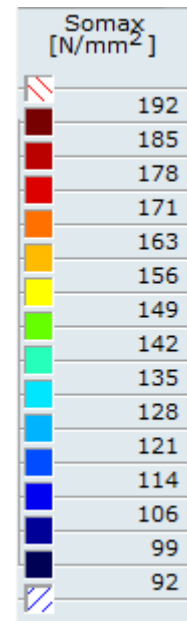
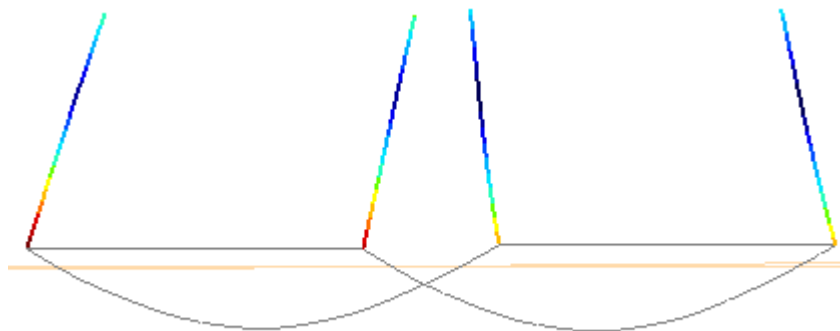


Главни носач -
Штапови
RR_{max}
S_{max}

S_{max} 252 N/mm² < f.y S355 355 N/mm²

ADEQUATE

5.4. Главни носач - крајњи стубови

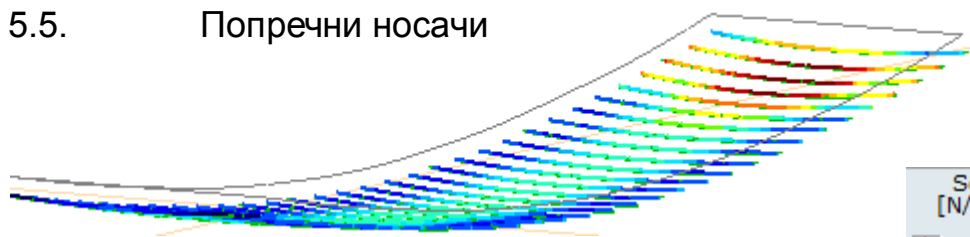


Main girder -
End post
SRR_{max}
S_{max}

S_{max} 192 N/mm² < f.y S355 355 N/mm²

ADEQUATE

5.5. Попречни носачи



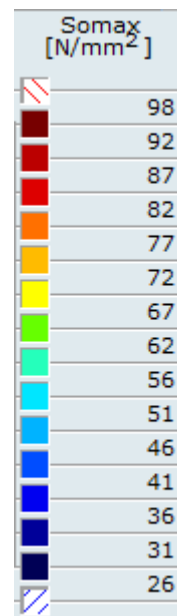
Попречни носачи

KT_max

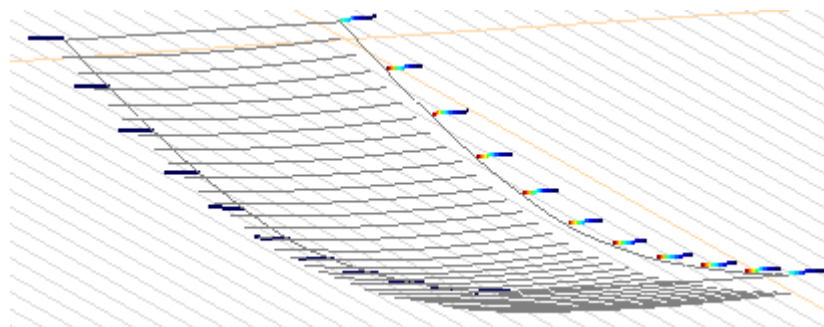
Somax

Somax < f.y S355
98 N/mm² < 355 N/mm²

АДЕКВАТНО



5.6. Конзолне стазе



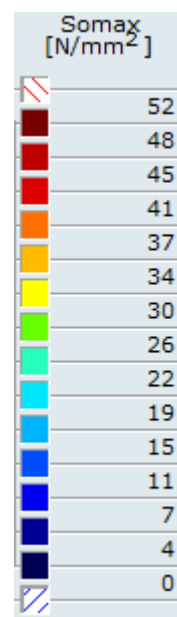
Конзолна стаза

FT_max

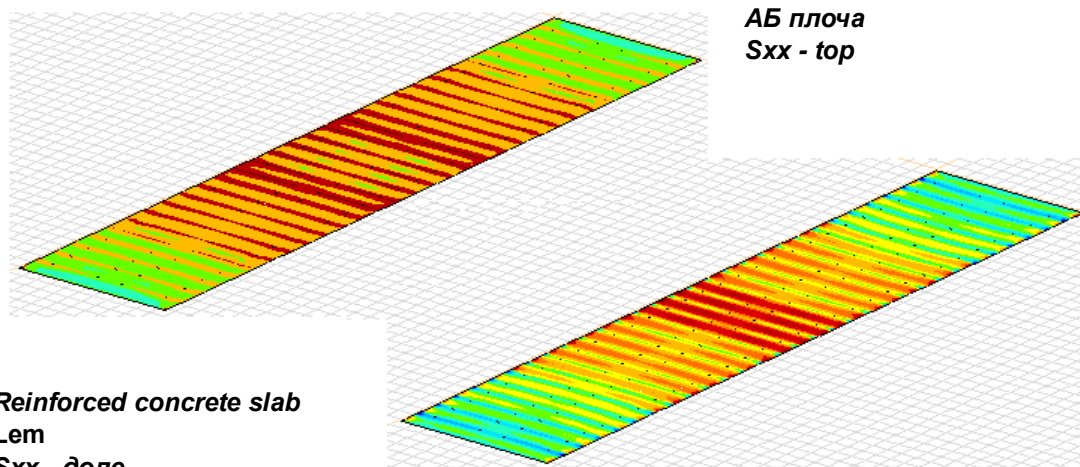
Somax

Somax < f.y S355
52 N/mm² < 355 N/mm²

АДЕКВАТНО



5.7. АБ плоча

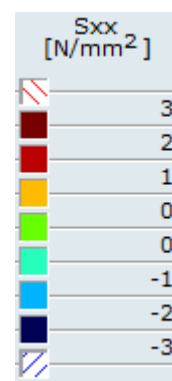


напомена:

АБ плоча је испитана сам на подужна напрезања. Попречна напрезања су у слоку спрегнуте конструкције, њено испитивање се налази у 8 поглављу.

напомена:

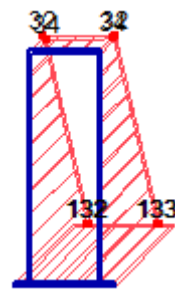
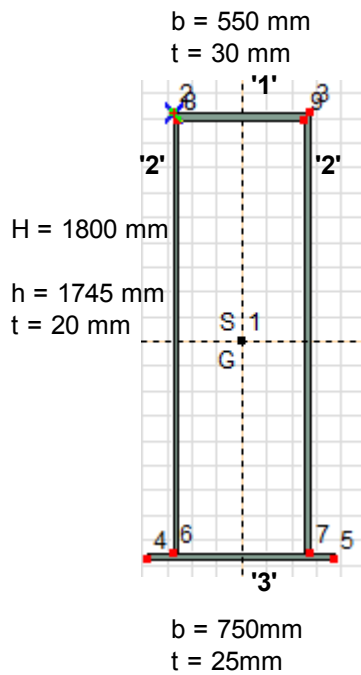
Плоча се мора армирати у подужном правцу ради ограничења ширене пукотина!



6. Анализа стабилности

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

6.1. Главни носач - доњи појас анализа локалног избочавања



Главни носач -
Доњи појас
 ft_{+Nx}
 σ_x (max)

$$c_{w.ft} := 1745 \text{ mm}$$

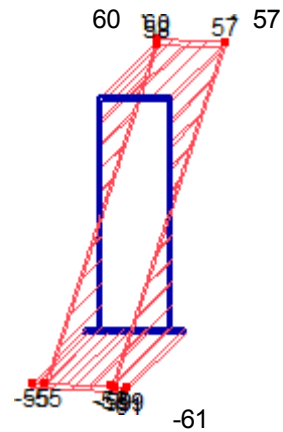
$$t_{w.ft} := 20 \text{ mm}$$

$$\frac{c_{w.ft}}{t_{w.ft}} = 87.25 < 124 \cdot \epsilon = 101$$

ребро, класа 3



Главни носач -
Доњи појас
 ft_{-My}
 σ_x (max)



Главни носач -
Доњи појас
 ft_{-My}
 σ_x (max)

случај унутрашњег притиска (момент савијања и сила притиска)

$c/t < 72\epsilon \rightarrow$ 1.класа.
 $c/t < 83\epsilon \rightarrow$ 2.класа.
 $c/t < 124\epsilon \rightarrow$ 3.класа.

$$c_{f.ft} := 550 \text{ mm} - 2 \cdot 20 \text{ mm} = 510 \text{ mm}$$

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

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

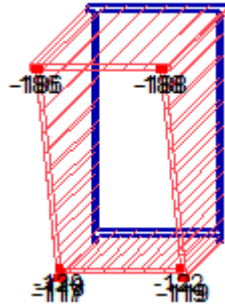
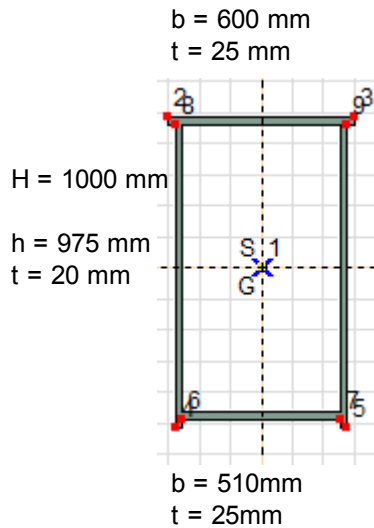
фланша, класа 1

случај унутрашњег притиска (момент савијања и сила притиска)

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

6.2. Главни носач - горњи појас

6.2.1. Анализа локалног избочавања



Главни носач - горњи појас
појас_-Nx
 σ_x (max)

$A_x = 66750,5 \text{ mm}^2$
 $I_y = 937631,7 \text{ cm}^4$
 $I_z = 346643,3 \text{ cm}^4$
 $i_y = 374,8 \text{ mm}$
 $i_z = 227,9 \text{ mm}$

$c_{w,\dot{o}v} := 975 \text{ mm}$

$t_{w,\dot{o}v} := 20 \text{ mm}$

$\frac{c_{w,\dot{o}v}}{t_{w,\dot{o}v}} = 48.75 < 42 \cdot \epsilon = 34$

Ребро, класа 4

случај унутрашњег притиска (случај притиска)

$c/t < 33\epsilon \rightarrow 1.\text{класа.}$

$c/t < 38\epsilon \rightarrow 2.\text{класа.}$

$c/t < 42\epsilon \rightarrow 3.\text{класа.}$

$c_{f,\dot{o}v} := 510 \text{ mm} - 2 \cdot 20 \text{ mm} = 470 \text{ mm}$

$t_{f,\dot{o}v} := 25 \text{ mm}$

$\frac{c_{f,\dot{o}v}}{t_{f,\dot{o}v}} = 18.8 < 33 \cdot \epsilon = 27$

Фланша, класа 1

случај унутрашњег притиска (случај притиска)

$c/t < 33\epsilon \rightarrow 1.\text{класа.}$

$c/t < 38\epsilon \rightarrow 2.\text{класа.}$

$c/t < 42\epsilon \rightarrow 3.\text{класа.}$

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

$$k_{\sigma} := 4 \quad \begin{array}{l} \text{- унутрашњи притисак} \\ \text{- случај притиска} \end{array}$$

$$\psi := 1 \quad \begin{array}{l} \text{- фактор за расподелу напона} \\ \text{- случај притиска} \end{array}$$

$$\sigma_1 := 190 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\sigma_E = 79.9 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

гранично избочавање плоче

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

$$\sigma_{cr.p} = 319.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

гранично извијање испитане плоче

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

$$\alpha_{cr.x} = 1.681$$

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

мин фактор оптерећења - капацитет стабилности

$$\alpha_{cr.tot} = 1.681$$

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

$$\alpha_{ult} = 1.868$$

мин фактор оптерећења - чврстоћа

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

$$\lambda_{rel.p} = 1.054$$

релативна виткост плоче

Фактор редукције

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

$$\rho_w = 0.751$$

унутрашњи притисак

Порвера:

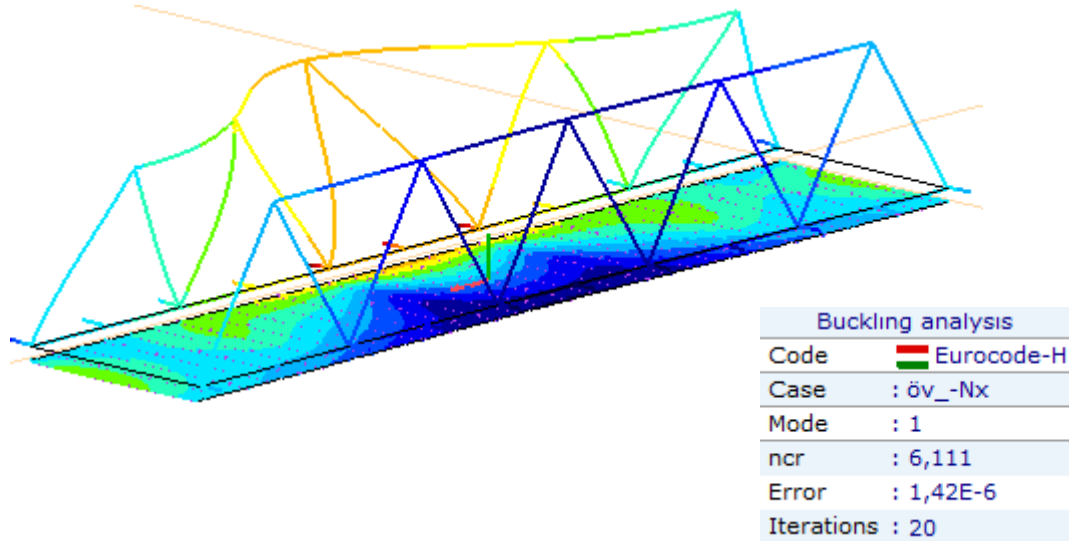
$$\frac{\sigma_1}{\frac{f_y \cdot \rho_w}{\gamma_{M1}}} = 0.713 < 1$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 71.3·%

6.2.2. Анализа извијања - управно на раван носача Напомена:

Анализа извијања се спроводи према криви извијања 'с'



фактор граничног несавршетност оптерећења - фактор макс затезна сила - горњи појас површина поп. пресека посаматраног штапа

$$\alpha_{cr} := 6.11 \quad \alpha := 0.49 \quad N_{x.Ed} := 10304 \text{ kN} \quad A_{km} := 66750.5 \text{ mm}^2$$

гранично опт.

релативна виткост

$$N_{cr} := \alpha_{cr} \cdot |N_{x.Ed}| \quad N_{cr} = 62957 \cdot \text{kN} \quad \lambda_f := \sqrt{\frac{A_{km} \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \lambda_f = 0.614$$

израз за фактор редукције

фактор редукције извијање

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_f - 0.2) + \lambda_f^2}{2} \quad \chi := \min\left(\frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_f^2}}, 1.0\right) \quad \phi = 0.79 \quad \chi = 0.777$$

оптор на извијање

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd} = 18420 \cdot \text{kN} > N_{x.Ed} = 10304 \cdot \text{kN}$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 55.9-%

6.2.3. Анализа извијања - у равни носача

Напомена: Анализа извијање се спроводи према криви извијања 'с'

$$\begin{aligned} l_{gr} &:= 9600\text{mm} && \text{дужина посматраног носача} \\ \text{Ојлерова виткост} & && \text{минимални полупречник инерције у} \\ & && \text{смеру носача} \\ i &:= 374.8\text{mm} \\ \lambda_1 &= 76.399 \\ A_{km} &:= 66750.5\text{mm}^2 && \text{површина попречног пресека} \\ \lambda &:= \frac{\nu l_{gr}}{i} && \nu =: 1.0 \text{ дужина извијања} \\ \lambda &= 25.6 && \alpha =: 0.49 \text{ фактор несавршености} \\ \text{релативно скупљање} & && N_{x.Ed} := 10304\text{kN} \quad \text{макс нормална сила} \\ \lambda_f &:= \frac{\lambda}{\lambda_1} && \lambda_f = 0.335 \end{aligned}$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_f - 0.2) + (\lambda_f)^2}{2} \quad \phi = 0.589 \quad \chi := \min \left[\frac{1}{\phi + \sqrt{(\phi)^2 - (\lambda_f)^2}}, 1 \right] \quad \chi = 0.931$$

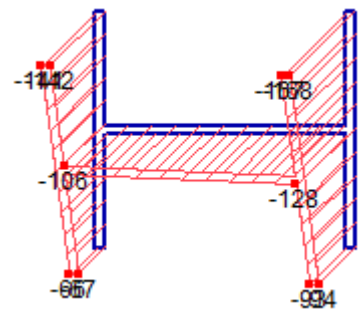
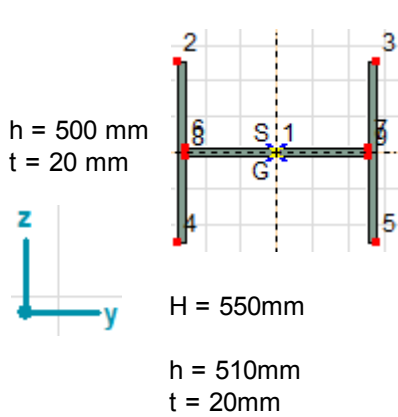
$$N_{b.Rd} := \frac{\chi \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd} = 22063.2 \cdot \text{kN} > N_{x.Ed} = 10304 \cdot \text{kN}$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 46.7%

6.3. Главни носач - решетка

6.3.1. Локална анализа избочавања



Главни носач - решетка
 rr_N_x
 σ_x (max)

$A_x = 30200,0 \text{ mm}^2$
 $I_y = 41700,7 \text{ cm}^4$
 $I_z = 162625,2 \text{ cm}^4$
 $i_y = 117,5 \text{ mm}$
 $i_z = 232,1 \text{ mm}$

$$c_{w,rr} := 510 \text{ mm}$$

$$t_{w,rr} := 20 \text{ mm}$$

$$\frac{c_{w,rr}}{t_{w,rr}} = 25.5 < 33 \cdot \epsilon = 27$$

Ребро, класа 1

класификација
 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

$$c_{f,rr} := \frac{500 \text{ mm}}{2} - \frac{20 \text{ mm}}{2} = 240 \text{ mm}$$

$$t_{f,rr} := 20 \text{ mm}$$

$$\frac{c_{f,rr}}{t_{f,rr}} = 12 < 14 \cdot \epsilon = 11$$

Фланша, класа 4

класификација фланше
 (случај притиска)

- $c/t < 9\epsilon \rightarrow$ 1. класа
- $c/t < 10\epsilon \rightarrow$ 2. класа
- $c/t < 14\epsilon \rightarrow$ 3. класа

напомена:

Анализа класе 4 по
 истом поступку
 описаним у предходним
 корацима

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

$k_\sigma := 0.43$ - фланше
 - случај притиска

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

$$\sigma_1 := 168 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Провера

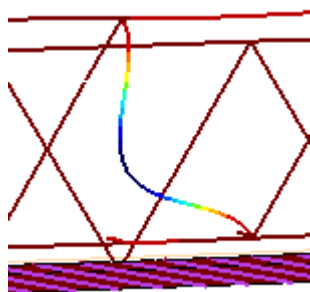
$$\frac{\sigma_1}{\frac{f_y \cdot \rho_f}{\gamma_{M1}}} = 0.519 < 1$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 51.9%

6.3.2. Анализа извијања - у две равни

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



Buckling analysis	
Code	Eurocode-H
Case	: rr_-Nx
Mode	: 12
ncr	: 12,084
Error	: 1,61E-6
Iterations	: 33

први облик избочавања решетке

Ојлерова виткост $\lambda_1 = 76.399$

гранична нормална сила

$$N_{x.Ed} := 3539 \text{ kN}$$

површина попречног пресека

$$A_{km} := 30200 \text{ mm}^2$$

дужина елемента

$$l_{rr} := 8920 \text{ mm}$$

минимални полупречник инерције

$$i_z := 232.1 \text{ mm}$$

Раван носача
(избочавање око 'y' осе)

$\alpha_{cr,y} := 12.084$ фактор граничног
оптерећења
 $\alpha_y := 0.49$ фактор
несавршености

гранично опт.

$$N_{cr,y} := \alpha_{cr,y} \cdot |N_{x.Ed}| \quad N_{cr,y} = 42765 \cdot \text{kN}$$

ВИТКОСТ

$$\lambda_{f,y} := \sqrt{\frac{A_{km} \cdot f_y}{N_{cr,y}}} \quad \lambda_{f,y} = 0.501$$

израз за одређивање редукованог

$$\phi_y := \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{f,y} - 0.2) + \lambda_{f,y}^2}{2} \quad \phi_y = 0.699$$

редуковани фактор извијања

$$\chi_y := \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_{f,y}^2}}, 1.0\right) \quad \chi_y = 0.843$$

$$N_{b.Rd,y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd,y} = 9034 \cdot \text{kN}$$

check_y = "ADEQUATE"

utilization_y = 39.2%

Управно на раван носача
(избочавање око 'z' осе)

$\nu_z := 1$ дужина избочавања
 $\alpha_z := 0.34$ фактор
несавршености

$$\lambda_z := \frac{\nu_z \cdot l_{rr}}{i_z} \quad \lambda_z = 38.432$$

ВИТКОСТ

$$\lambda_{f,z} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \quad \lambda_{f,z} = 0.503$$

израз за одређивање редукованог
фактора

$$\phi_z := \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{f,z} - 0.2) + (\lambda_{f,z})^2}{2} \quad \phi_z = 0.678$$

редуковани фактор извијања

$$\chi_z := \min\left[\frac{1}{\phi_z + \sqrt{(\phi_z)^2 - (\lambda_{f,z})^2}}, 1\right] \quad \chi_z = 0.883$$

$$N_{b.Rd,z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd,z} = 9465 \cdot \text{kN}$$

check_z = "ADEQUATE"

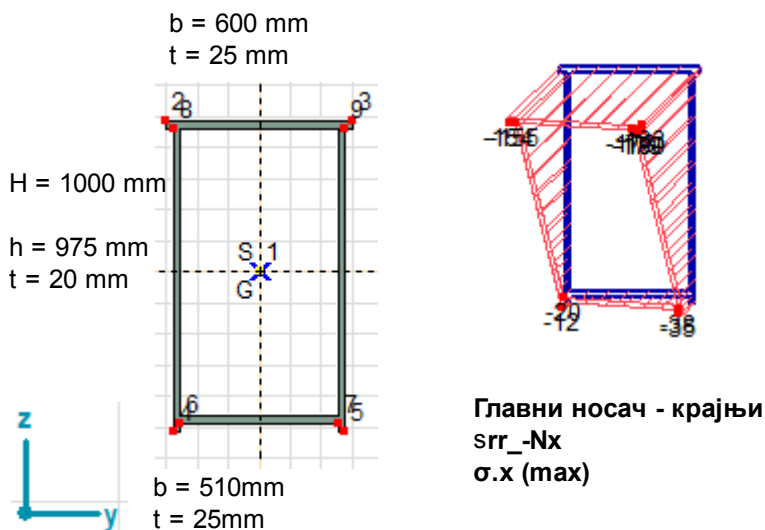
utilization_z = 37.4%

6.3.3. Извијањ.. затегнутих и притиснутих елемената

Потребна су и друга испитивања узимајући у обзир чињеницу да су моменти савијања у решеткастим елементима мања од нормалних сила као и чињеницу релативно ниске стабилности.

6.4. Главни носач - крајњи стубови

6.4.1. Анализа локалног извијања



A.x = 66750,5 mm²
 I.y = 937631,7 cm⁴
 I.z = 346643,3 cm⁴
 i.y = 374,8 mm
 i.z = 227,9 mm

напомена:

Метода класификације поп. пресека једнака је методи класификације горњег појаса

напомена: Анализа плоче класе 4 по истој методи описаним у предходним корацијма.

напомена: Фактор редукције 'ρ' дефинисана је под претпоставком притиснутог пресека.

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

$\psi := 1$ - фактор расподеле опт.
 - случај притиска

$$\sigma_1 := 183 \frac{N}{mm^2}$$

Провера

$$\frac{\sigma_1}{f_y \cdot \rho_w} = 0.687 < 1$$

$$\gamma_{M1}$$

check = "ADEQUATE"

utilization = 68.7%

6.4.2. Анализа извијања - у две равни

напомена: крива извијања "с" је узета у обзир.

дужина елемента

$$l_{rr} := 8920\text{mm}$$

минимални полупречник инерције

$$i_z := 227.7\text{mm} \quad i_y := 374.8\text{mm}$$

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

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

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

$$\lambda_y := \frac{\nu_y l_{rr}}{i_y} \quad \lambda_z = 38.432$$

релативна виткост

$$\lambda_{f,y} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \quad \lambda_{f,y} = 0.234$$

израз за одређивање χ фактора

$$\phi_y := \frac{1 + \alpha_y (\lambda_{f,y} - 0.2) + (\lambda_{f,y})^2}{2} \quad \phi_y = 0.536$$

фактор редукције

$$\chi_y := \min \left[\frac{1}{\phi_y + \sqrt{(\phi_y)^2 - (\lambda_{f,y})^2}}, 1 \right] \quad \chi_y = 0.983$$

$$N_{b,Rd,y} := \frac{\chi_y \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b,Rd,y} = 23291 \cdot \text{kN}$$

check_y = "ADEQUATE"

utilization_y = 73.2%

Ојлерова виткост

$$\lambda_1 = 76.399$$

гранична нормална сила

$$N_{x,Ed} := 6614\text{kN}$$

површина попречног пресека

$$A_{km} := 66750.5\text{mm}^2$$

**Управно на раван носача
(савијање око 'z' осе)**

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

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

$$\lambda_z := \frac{\nu_z l_{rr}}{i_z} \quad \lambda_z = 39.174$$

релативна виткост

$$\lambda_{f,z} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \quad \lambda_{f,z} = 0.513$$

израз за одређивање χ фактора

$$\phi_z := \frac{1 + \alpha_z (\lambda_{f,z} - 0.2) + (\lambda_{f,z})^2}{2} \quad \phi_z = 0.708$$

фактор редукције

$$\chi_z := \min \left[\frac{1}{\phi_z + \sqrt{(\phi_z)^2 - (\lambda_{f,z})^2}}, 1 \right] \quad \chi_z = 0.836$$

$$N_{b,Rd,z} := \frac{\chi_z \cdot A_{km} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad N_{b,Rd,z} = 19806 \cdot \text{kN}$$

check_z = "ADEQUATE"

utilization_z = 33.4%

6.4.3. Утицај савијања и притиска

Уносни подаци

површина поп. пресека

$$A_{km} = 66751 \cdot \text{mm}^2$$

дужина елемента

$$l_{rr} = 8920 \cdot \text{mm}$$

гранична нормалана сила у критичном елементу

$$N_{x.Ed} = 6614 \cdot \text{kN}$$

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
by 'y' strong és 'z' weak axis

$$\lambda_{f,y} = 0.234 \quad \lambda_{f,z} = 0.513$$

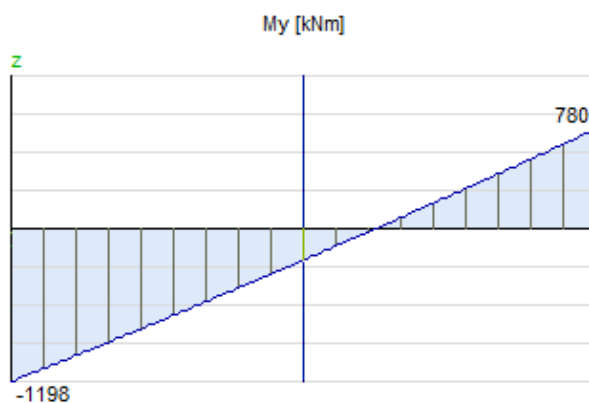
фактор редуковања избочавања око 'y' и 'z' осе

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

$$\chi_{Ny} = 0.983 \quad \chi_{Nz} = 0.836$$

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

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



bending moment in the plane of the trussed girder (from now on: y-direction)

Однос момената:

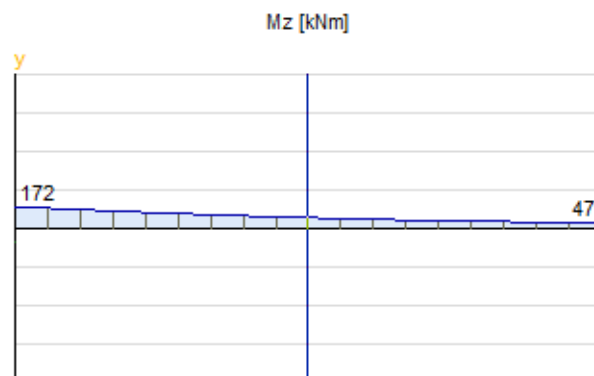
$$\psi_y := \frac{780}{-1198} \quad \psi_y = -0.651$$

Рачунски момент савијања око y-y осе:

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

Рачунски отпорни момент савијања око y-y осе:

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



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

Однос момената:

$$\psi_z := \frac{47}{172} \quad \psi_z = 0.273$$

Рачунски момент савијања око z-z осе:

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

Рачунски отпорни момент савијања око z-z осе:

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

Анализа стабилности

$$c_{my} := 0.6 + 0.4\psi_y \quad c_{my} = 0.34$$

$$c_{mz} := 0.6 + 0.4\psi_z \quad c_{mz} = 0.709$$

Фактори интеракције за елементе који нису подложни торзионим деформацијама

$$k_{yy} := c_{my} \cdot \left[1 + 0.6 \cdot \lambda_{f,y} \cdot \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Ny} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} \right] \quad k_{yy} = 0.353 \quad k_{zy} := 0.8 \cdot k_{yy} \quad k_{zy} = 0.282$$

$$k_{zz} := c_{mz} \cdot \left[1 + 0.6 \cdot \lambda_{f,z} \cdot \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Nz} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} \right] \quad k_{zz} = 0.782 \quad k_{yz} := k_{zz} \quad k_{yz} = 0.782$$

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:

$$a := \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Ny} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rd}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rd}}{\gamma_{M1}}} = 38. \% < 1$$

check = "ADEQUATE"

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

unity:

$$b := \frac{N_{x,Ed}}{\left(\frac{\chi_{Nz} \cdot N_{x,Rd}}{\gamma_{M1}} \right)} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rd}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rd}}{\gamma_{M1}}} = 41.8. \% < 1$$

check = "ADEQUATE"

6.5. Попречни носачи

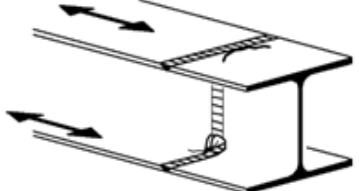
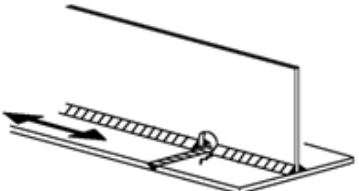
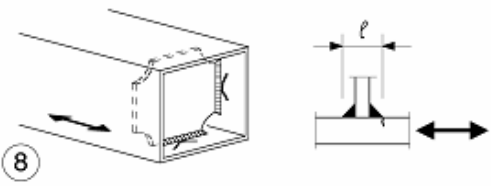
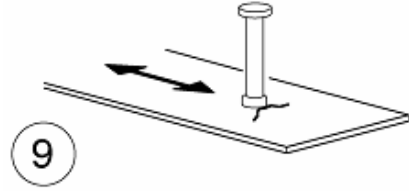
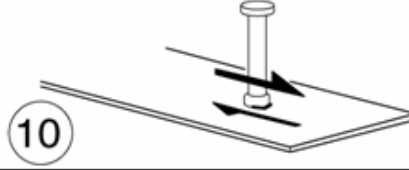
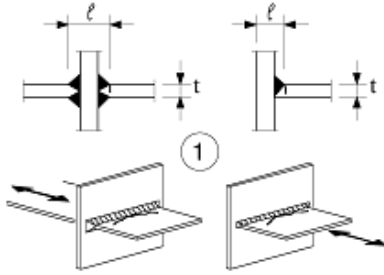
Анализа локалног избочавања

Анализа избочавања - у две равни

Бочно извијање, савијање + притисак

Попречни носачи су спрегнути АБ плочом. Анализа стабилности није потребна.

6.6 Замор доњег појаса (Модел оптерећења 71, помножен са $\Phi 3$)

Category	Constructional detail		Requirements		
	Representation	Description			
80			The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface.		
71			$\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.		
71	50. mm < l ≤ 80 mm		8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections. $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.		
80			The effect of welded shear studs on base material.		
see EN 1994-2 (90 m=8)			Welded stud shear connectors: (10) For composite application $\Delta\tau$ to be calculated from the nominal cross section of the stud.		
80	l < 50 mm	all t [mm]		Cruciform and Tee joints: 1) Toe failure in full penetration butt welds and all partial penetration joints.	1) Inspected and found free from discontinuities and misalignments outside the tolerances of EN 1090.
71	50. mm < l ≤ 80 mm				

Source: EN 1993-1-9: 2005 Table 8.1- Table 8.5

Фактор λ

L - распон попречног носача

Фактор λ_1 за железнички саобраћај

L [m]	λ_1	L [m]	λ_1	L [m]	λ_1	L [m]	λ_1
0,5	1,60	4,0	1,07	10,0	0,85	35,0	0,64
1,0	1,60	4,5	1,02	12,5	0,82	40,0	0,64
1,5	1,60	5,0	1,03	15,0	0,76	45,0	0,64
2,0	1,46	6,0	1,03	17,5	0,70	50,0	0,63
2,5	1,38	7,0	0,97	20,0	0,67	60,0	0,63
3,0	1,35	8,0	0,92	25,0	0,66	70,0	0,62
3,5	1,17	9,0	0,88	30,0	0,65	80,0	0,61

Фактор λ_2

Саобраћај/год. [10^6 t / кол.]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

Фактор λ_3

Design life [years]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,790	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

Factor λ_4

$\Delta \sigma_1 / \Delta \sigma_{1+2}$	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
λ_4	1,00	0,91	0,84	0,77	0,72	0,71

$\Delta \sigma_1$ је опсег напона у делу провере напона услед модела опт. 71 на колосеку;
 $\Delta \sigma_1 / \Delta \sigma_{1+2}$ је опсег напона на истом делу услед модела опт. 71 у складу са EN 1991-2 на једном од два колосека .

НАПОМЕНА табела је валидна ако је $\Delta \sigma_1$ и $\Delta \sigma_{1+2}$ истог предзнака.

Извор: EN 1993-2. Табела 9.3, Табела 9.5 и Табела 9.6.

$L_e = 48 \text{ m}$
 $\gamma_{Ff} := 1.00$
 $\gamma_{Mf} = 1.35$
 $\Delta \sigma_{c.1} := 71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\Phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73$
 $\Phi_3 = 1.05$
 $1.00 < \Phi_3 < 2.0$
ОК!

Φ_3 за стандардно одржане колосека. Извор: EN1991-2. 6.4.5.2

Заварени носачи - фалнша, ребро (детал 71)

$\Delta \sigma_{c.1} := 71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\Delta \sigma_{p.1} = 63.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\gamma_{Ff} := 1.00$

$\gamma_{Mf} = 1.35$
 $\Phi_3 = 1.05$

$$\lambda_1 = 0.633 \quad (\text{48 m распон})$$

$$\lambda_2 := 1.1 \quad (\text{Саобраћај/год. } 40 \cdot 10^6 \text{ t})$$

$$\lambda_3 := 1.0 \quad (\text{Пројектни век 100 год.})$$

$$\lambda_4 := 1 \quad (\text{Два колосека, 1 - приближна вредност})$$

$$\lambda_{\max.1} := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \lambda_{\max.1} = 0.7$$

$$\lambda = 0.7$$

$$\text{Effect} = \lambda \Phi_3 \gamma_{FF} \sigma_{\Delta} \cdot p.1 \quad \text{Effect} = 44.38 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Resistance} := \frac{\Delta \sigma_{c.1}}{\gamma_{Mf} = 1.35} \quad \text{Resistance} = 59.25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Искориштеност:

$$\frac{\text{Утицај}}{\text{Оптор}} = 75\%$$

Замор_носача = "Safe!"

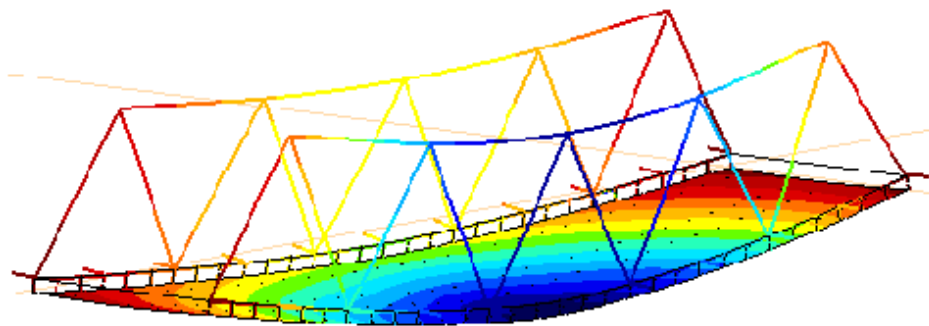
7. АНАЛИЗА УПОТРЕБЉИВОСТИ

7.1. Вертикално померање

напомена:

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

Анализа је спроведена са комбинацијом e_{2600} .

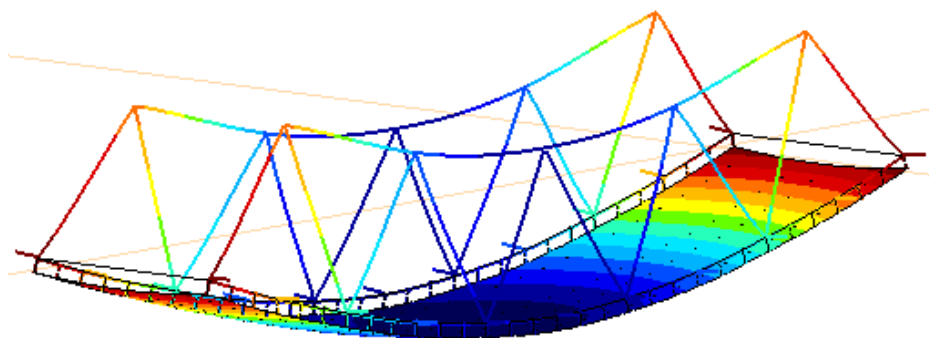


$e_{e_{2600}} := 20\text{mm}$ вредност вертикалног померања услед комбинације e_{2600}

$L := 49.8\text{m}$ укупна дужина моста

$$e_{e_{2600}} = 20 \cdot \text{mm} \sim \frac{L}{2600} = 19.2 \cdot \text{mm} \quad \text{ЗАДОВОЉАВА}$$

Вертикална померања услед сталног оптерећења



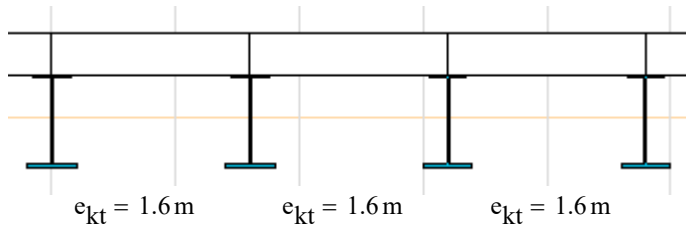
$e_z := 34\text{mm}$ укупан угиб

8. Анализа спрегнутог попречног пресека

8.1. Уносни подаци

8.1.1. Спрегнута конструкција, ефективна ширина

$$v := 332\text{mm}$$



ефективна ширина

$$L_e := l_{kt} \quad L_e = 9750 \cdot \text{mm} \quad \text{дужина}$$

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

$$b_{\text{eff}} = 1.6\text{m}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\gamma_c := 1.5$$

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

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

$$h_0 := \frac{2 \cdot A_c}{u} \quad h_0 = 332 \cdot \text{mm} \quad \begin{array}{l} \text{2x површина бетона /} \\ \text{изложена ваздуху} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{фактор оптерећења за случај} \\ \text{течења} \end{array}$$

$$RH := 70\% \quad \text{релативна влажност} \quad \psi_M := 1.1$$

$$t_0 := 21 \text{ (пар)} \quad \text{време наношења оптерећења}$$

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

$$\alpha_1 = 0.866$$

$$\alpha_2 = 0.96$$

$$\alpha_3 = 0.902$$

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

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

коэффициент течења

$$\Phi_0 := \Phi_{RH} \cdot \beta_{f,\text{cm}} \cdot \beta_{t0} \quad \Phi_0 = 1.744$$

коначна вредност коеф. за течење

$$\Phi_t := \Phi_0 \cdot \beta_c \quad \Phi_t = 1.744$$

модул еластичности улсед статичког опт. - течење

$$E_{c,M} := \frac{E_c}{1 + \psi_M \cdot \Phi_t} \quad E_{c,M} = 11684 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad n_M := \frac{E_s}{E_{c,M}} \quad n_M = 17.974$$

8.1.2.3. Скупљање

$$h_0 = 332 \cdot \text{mm} \quad \begin{array}{l} \text{2x површина бетона /} \\ \text{изложена ваздуху} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{фактор оптерећења за случај} \\ \text{течења} \end{array}$$

$$t_s := 1 \text{ (пар)} \quad \text{почетак скупљања} \quad \psi_{sh} := 0.55$$

$$RH = 70\% \quad \text{релативна влажност}$$

Аутогено скупљање

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

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

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

Скупљање исушавањем

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

коэффициент 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

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

коэффициент 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

$$\epsilon_{cs} := \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} \quad \epsilon_{cs} = 3.155 \times 10^{-4}$$

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

$$\beta_c = \frac{t - t_0}{t - t_0 + \beta_H} \quad t = \text{at an infinite time} \quad \beta_c := 1$$

почетна вредност коеф. за скупљање

$$\Phi_0 := \Phi_{RH} \cdot \beta_{f.cm} \cdot \beta_{t0} \quad \Phi_0 = 3.074$$

коэффициент скупљања

$$\Phi_t := \Phi_0 \cdot \beta_c \quad \Phi_t = 3.074$$

модул еластичности - скупљање

$$E_{c.sh} := \frac{E_c}{1 + \psi_{sh} \cdot \Phi_t} \quad E_{c.sh} = 12674 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad n_{sh} := \frac{E_s}{E_{c.sh}} \quad n_{sh} = 16.569$$

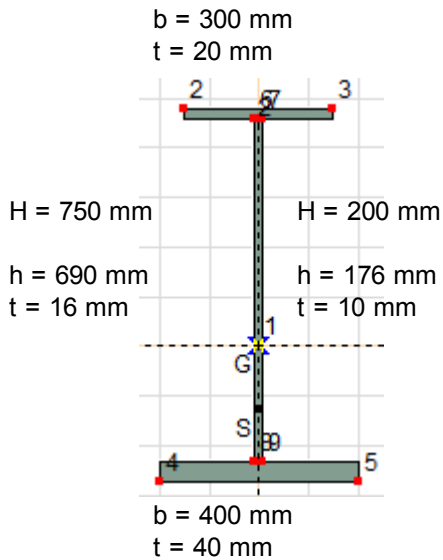
8.1.3. Карактеристике материјала

челик; АБ; спрегнута конст. - идеалан пресек;

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

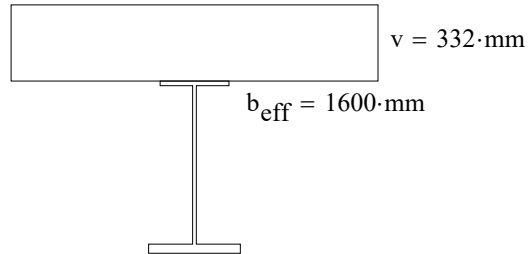
8.1.3.1.
Карактеристике челичног поп. пресека

Челични носач (kt)



$S_x = 15770 \cdot \text{cm}^3$ - статички момент инерције
 - растојање од тежишта до врха поп. пресека
 $y_s = 477.3 \cdot \text{mm}$
 $A_a = 33040 \cdot \text{mm}^2$ - површина поп. пресека
 $I_a = 291150.6 \cdot \text{cm}^4$ - момент инерције око 'y' осе

8.1.3.2.
Карактеристике АБ бетона



terület $A_c := (b_{\text{eff}} \cdot v)$ $A_c = 5312 \cdot \text{cm}^2$
 inercia $I_c := \frac{b_{\text{eff}} \cdot v^3}{12}$ $I_c = 487924.9 \cdot \text{cm}^4$

8.1.3.3.
Карактеристике материјала - идеалан поп. пресек

$S_{x,i} := A_c \cdot \frac{1}{n_0} \cdot \frac{v}{2} + A_a \cdot (y_s + v)$ $S_{x,i} = 41057.5 \cdot \text{cm}^3$ статички момент инерције
 $A_i := \frac{A_c}{n_0} + A_a$ $A_i = 119296.8 \cdot \text{mm}^2$ површина попречног пресека
 $y_{s,i} := \frac{S_{x,i}}{A_i}$ $y_{s,i} = 344.2 \cdot \text{mm}$ растојање од тежишта до замишљене x-осе
 $I_i := \left[\frac{I_c}{n_0} + \left(\frac{A_c}{n_0} \right) \cdot \left(y_{s,i} - \frac{v}{2} \right)^2 \right] \dots$ $I_i = 1358969 \cdot \text{cm}^4$ 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.

8.1.3.4. Карактеристике материјала - резиме

Челични пресек	спрегнути пресек $t=0$ краткотрајна оптерећења	спрегнути пресек $t=$ дуготрајна оптерећења	спрегнути пресек - скупљање
$I_a = 291151 \cdot \text{cm}^4$	$I_i = 1358969 \cdot \text{cm}^4$	$I_{i.M} = 963859 \cdot \text{cm}^4$	$I_{i.sh} = 993941 \cdot \text{cm}^4$
$A_a = 330.4 \cdot \text{cm}^2$	$A_i = 1193 \cdot \text{cm}^2$	$A_{i.M} = 625.9 \cdot \text{cm}^2$	$A_{i.sh} = 651 \cdot \text{cm}^2$
растојање од тежишта до врха челичног поп. пресека	растојање од тежишта спрегнуте конст.	растојање од тежишта спрегнуте конст.	растојање од тежишта спрегнуте конст.
$y_s = 477.3 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i} = 344.2 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i.M} = 505.6 \cdot \text{mm}$	$y_{s,i.sh} = 492.5 \cdot \text{mm}$

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 степена слободe, 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

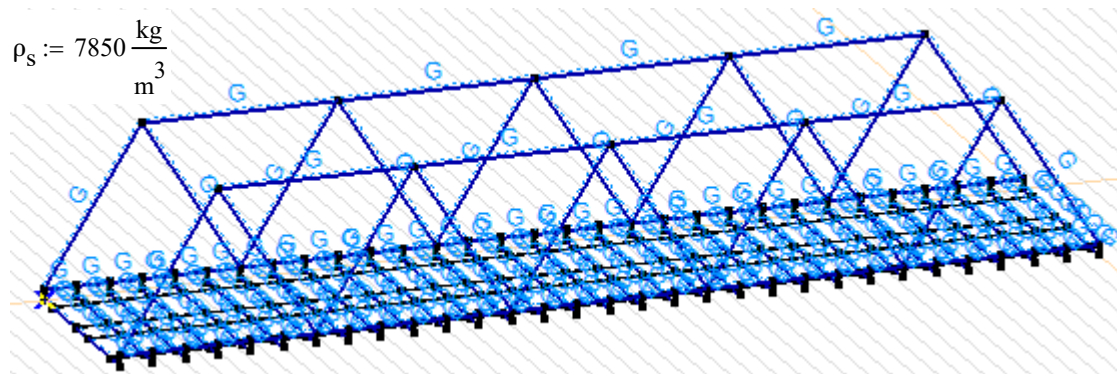
- 'a' - челични одсек за оптерећења која дејствују само на челичном носачу
- 'i' - идеалан одсек $t=0$ краткотрајно оптерећење
- 'i.M' - идеалан одсек $t=$ стално оптерећење
- 'i,sh' - идеалан пресек за скупљање

8.3. Оптерећења

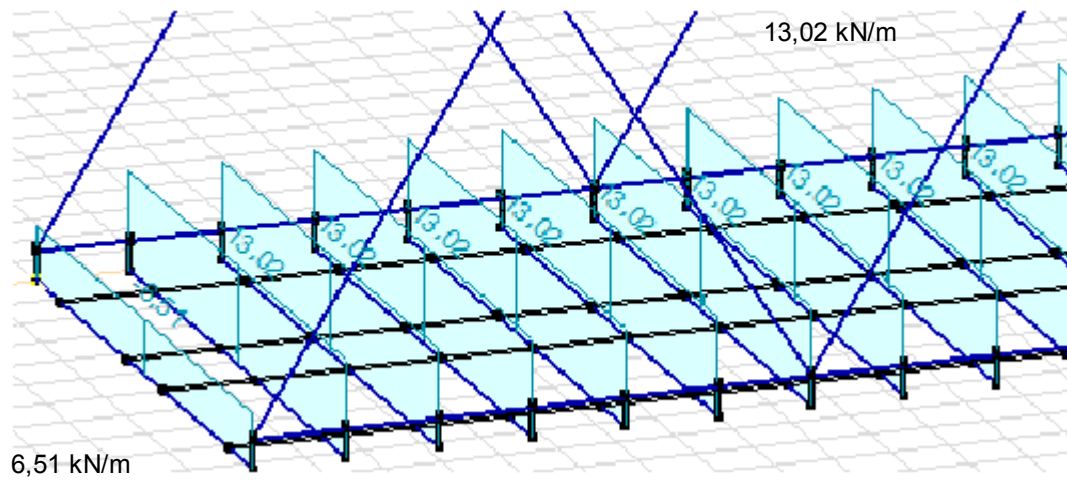
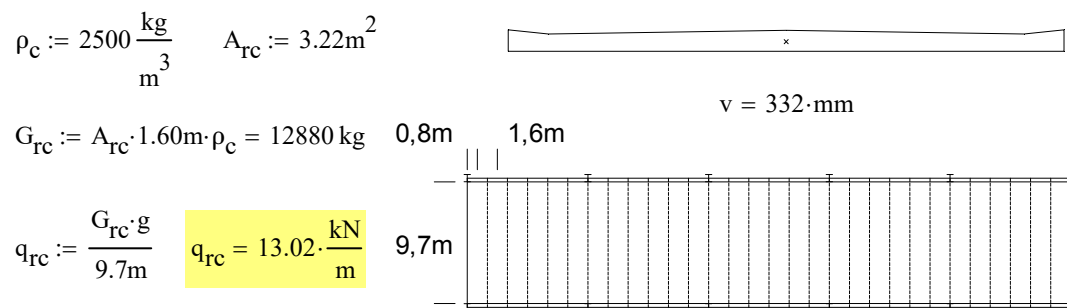
8.3.1 Оптерећење челичног пресека (слободно) (модел: 'a')

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

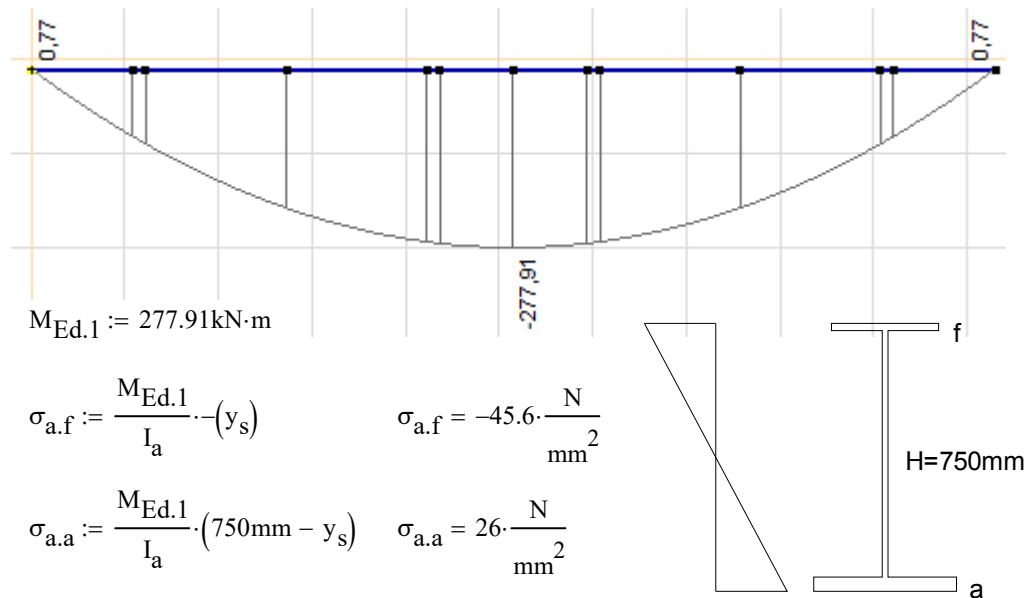
8.3.1.1. Сопствена тежина - челик



8.3.1.2. Сопствена тежина - АБ плоча



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

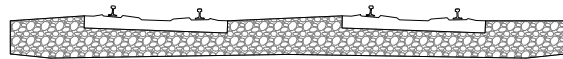


8.3.3. Стално опт. спрегнутог попречног пресека (model: 'i.M')

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

8.3.3.1. Застор

$$A_{bed} := 6.28 \text{ m}^2 \quad \gamma_{bed} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$



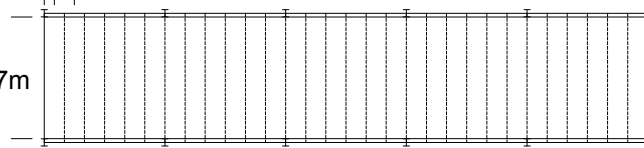
$$V := A_{bed} \cdot 1.60 \text{ m}$$

0,8m 1,6m

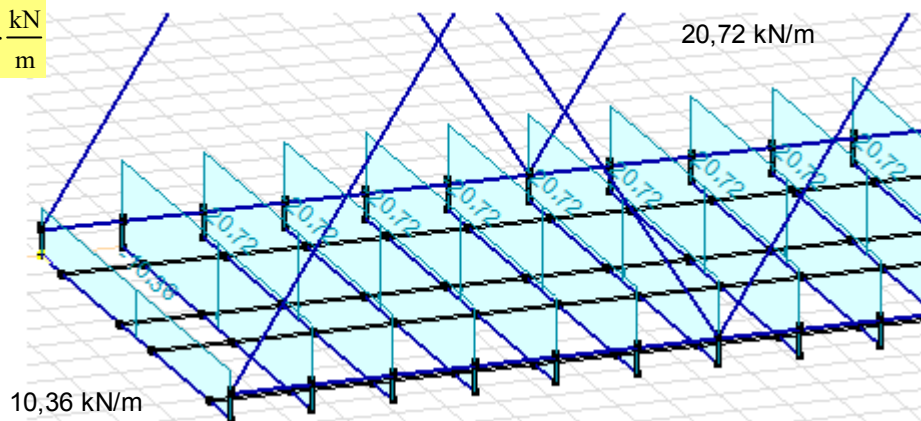
$$V = 10.05 \cdot \text{m}^3$$

$$q_{bed} := \frac{V \cdot \gamma_{bed}}{9.70 \text{ m}}$$

9,7m



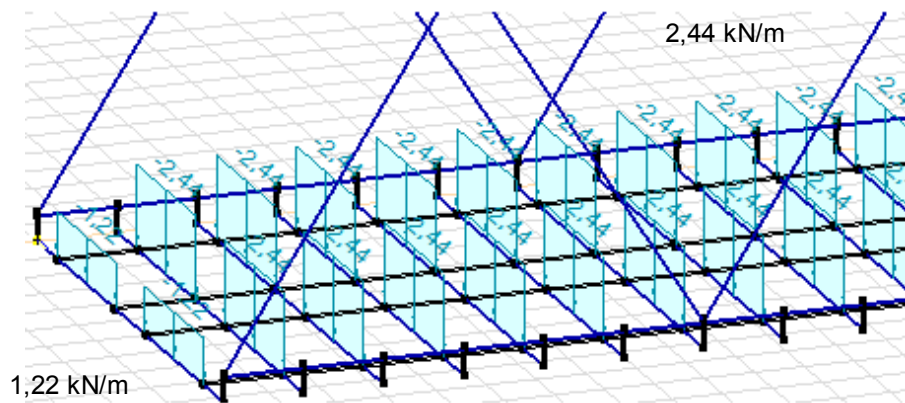
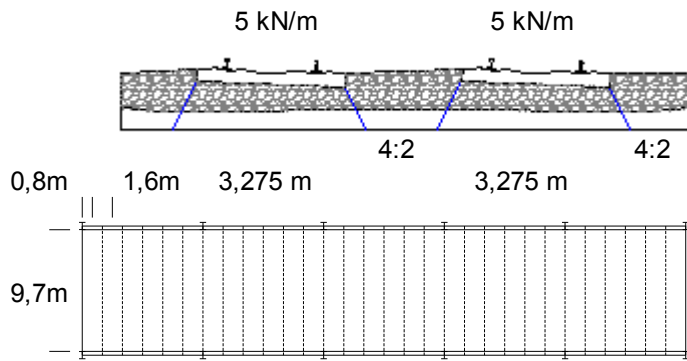
$$q_{bed} = 20.72 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



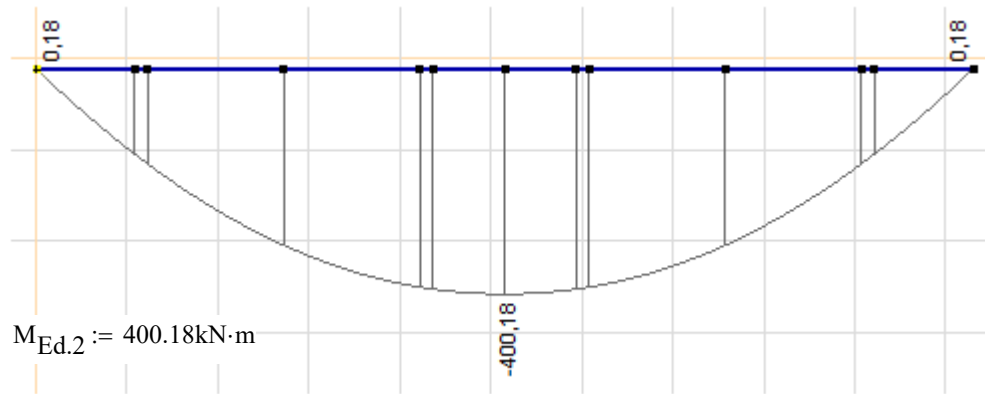
8.3.3.2. Шине

$$q_{\text{rail}} := \frac{5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.60\text{m}}{3.275\text{m}}$$

$$q_{\text{rail}} = 2.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



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



$$M_{\text{Ed.2}} := 400.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\sigma_{i.M.bf} = -1.168 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

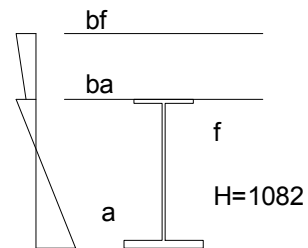
$$\sigma_{i.M.ba} = -0.4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\sigma_{i.M.f} = -7.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\sigma_{i.M.a} = 23.9 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



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

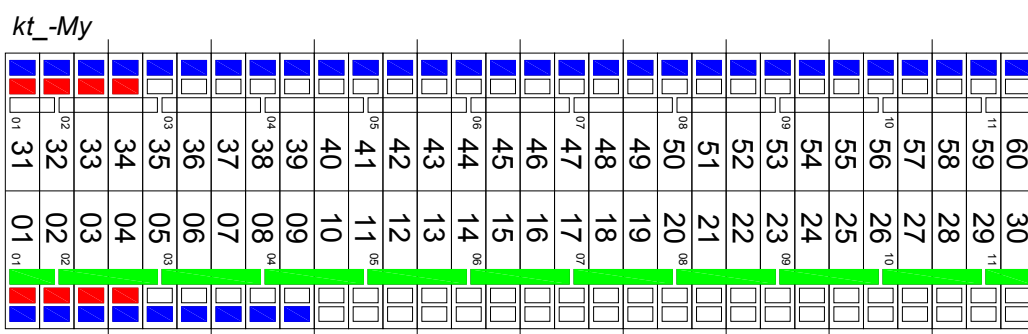
8.3.5.1. Корисно опт. - LM71 Корисно опт. - Трење/кочење

напомена:

Оптерећења услед LM71 и трења/кочења узимају се у обзир као и у предходним корацима.

напомена:

- У случају попречних носача, саобраћајно оптерећење је дефинисано следећом комбинацијом - гранични момент
- Комбинација kt_My , слична предходнима, дефинисана је помоћу блокова оптерећења на моделу једне греде, намењене за анализу спрегнуте конструкције.
- LM71 се примењује са парцијалним фактором $\gamma.Q=1,45*\alpha=1,00*\phi.3.kt=1,242 = 1,80$.
- Дејство трења/кочења и буке се примењује са парцијалним фактором $\gamma.Q=1,45$.

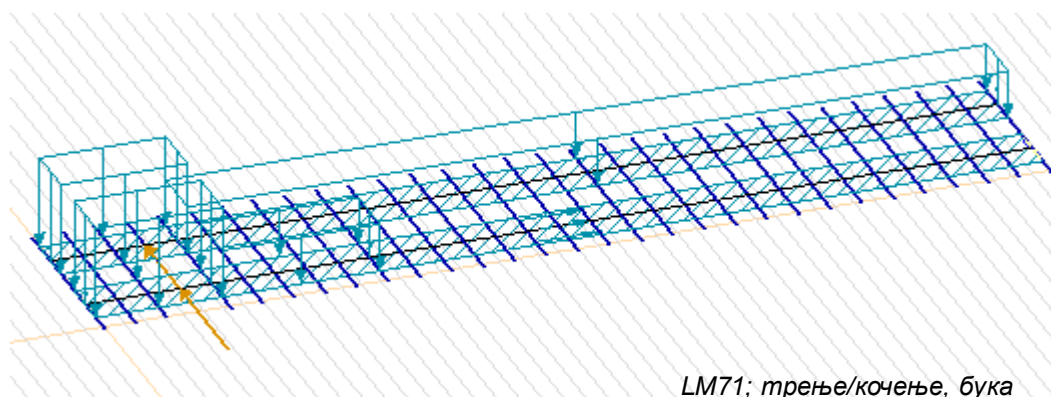


8.3.5.2. Корисно оптерећење - дејство буке

Напомена:

Дејство буке је проматрано као у претходним корацима.

Дејство буке се посматра на испитаном носачу.



8.3.5.3. Meteorological load - Wind

note.: The 'Wind' is used in the model with a $\gamma=1,5$ partial factor.

note.:

Wind load is defined the same way as shown previously.

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

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

температурна разлика
челичних и бетонских
елемената
 $\Delta T := 15 \text{ }^\circ\text{C}$

просечан коефицијент топлотног ширења за
челик и бетон

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

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

модул еластичности бетона

$$A_c = 5312 \cdot \text{cm}^2$$

ефективна површина поп.
пресека

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

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

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

$$N_{\text{temp}} = 2988.8 \cdot \text{kN}$$

Нормална сила услед
напрезања

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

$$M_{\text{temp}} = 532.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Момент услед ексцентрицитета
нормалне силе

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

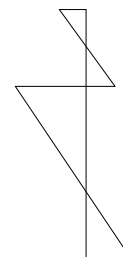
8.3.6.1. Атмосферска дејства - температура

Прорачун компонента напона:

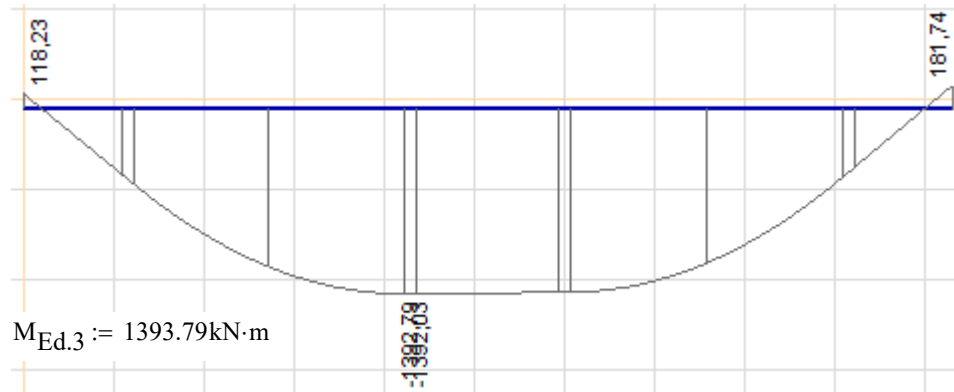
'1'	$\sigma_{c.1} := \frac{N_{temp}}{A_c}$	$\sigma_{c.1} = 5.627 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
'1'		$\sigma_{a.1} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
'2'	$\sigma_{c.2} := \frac{(-1)N_{temp}}{A_i} \cdot \frac{1}{n_0}$	$\sigma_{c.2} = -4.068 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
'2'	$\sigma_{a.2} := \frac{(-1)N_{temp}}{A_i}$	$\sigma_{a.2} = -25.053 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
'3'	$\sigma_{c.3.bf} := \left[\frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i}) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$		'3' $\sigma_{a.3.f} := \frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i} - v)$
'3'	$\sigma_{c.3.ba} := \left[\frac{M_{temp}}{I_i} \cdot -(y_{s.i} - v) \right] \cdot \frac{1}{n_0}$		'3' $\sigma_{a.3.a} := \frac{M_{temp}}{I_i} \cdot (1082mm - y_{s.i})$
	$\sigma_{c.3.bf} = -2.19 \cdot \frac{N}{mm^2}$		$\sigma_{a.3.f} = -0.477 \cdot \frac{N}{mm^2}$
	$\sigma_{c.3.ba} = -0.077 \cdot \frac{N}{mm^2}$		$\sigma_{a.3.a} = 28.911 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Сума компонента напона:

	'1'	'2'	'3'	(-) compression	(+) tension
$\sigma_{i2.bf} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.bf}$				$\sigma_{i2.bf} = -0.631 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
$\sigma_{i2.ba} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.ba}$					$\sigma_{i2.ba} = 1.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$
$\sigma_{i2.f} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.f}$				$\sigma_{i2.f} = -25.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$	
$\sigma_{i2.a} := 0 \cdot \frac{N}{mm^2} + \sigma_{a.2} + \sigma_{a.3.a}$					$\sigma_{i2.a} = 3.9 \cdot \frac{N}{mm^2}$



8.3.6.2. Корисно оптерећење - LM71
Корисно оптерећење - Трење/кочење
Корисно оптерећење - Центрифугална сила
Атмосферско оптерећење - Ветар



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

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

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

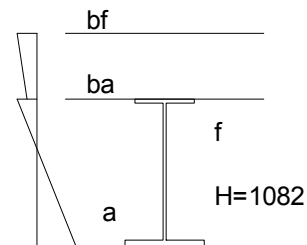
$$\sigma_{i.a} := \frac{M_{Ed.3}}{I_i} \cdot (1082\text{mm} - y_{s.i})$$

$$\sigma_{i.bf} = -5.732 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.ba} = -0.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.f} = -1.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{i.a} = 75.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



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

note.: 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 -> $I_{i.sh}$

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

модул еластичности (кратко трајна оптерећења)

$$A_c = 5312 \cdot \text{cm}^2$$

Ефективна површина поп. пресека

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

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

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

$$N_{cs} = 5715.4 \cdot \text{kN}$$

Нормална сила услед напрезања

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

$$M_{cs} = 1866 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Момент услед ексцентрицитета нормалне силе

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

Прорачун компонента напона:

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

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

$$'2' \quad \sigma_{c.2} := \frac{(-1)N_{cs}}{A_{i.sh}} \cdot \frac{1}{n_{sh}} \quad \sigma_{c.2} = -5.299 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$'2' \quad \sigma_{a.2} := \frac{(-1)N_{cs}}{A_{i.sh}} \quad \sigma_{a.2} = -87.794 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

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

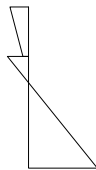
$$'3' \quad \sigma_{a.3.f} := \frac{M_{cs}}{I_{i.sh}} \cdot -(y_{s.i.sh} - v)$$

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

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

$$\sigma_{c.3.bf} = -5.58 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{c.3.ba} = -1.818 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$



$$\sigma_{a.3.f} = -30.129 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{a.3.a} = 110.674 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Сума компонента напона:

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

$$(-) \text{ притисак} \quad \sigma_{sh.bf} = -0.12 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$(+) \text{ затезање} \quad \sigma_{sh.ba} = 3.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

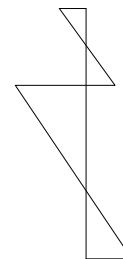
$$\sigma_{sh.ba} := \sigma_{c.1} + \sigma_{c.2} + \sigma_{c.3.ba}$$

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

$$(-) \text{ притисак} \quad \sigma_{sh.f} = -117.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$(+) \text{ затезање} \quad \sigma_{sh.a} = 22.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

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



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'	$\sigma_{a.a} = 26 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{a.f} = -45.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$		
стално опт. 'M'	$\sigma_{i.M.a} = 23.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.f} = -7.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.ba} = -0.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.M.bf} = -1.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
кратко- трајно опт. 'i'	$\sigma_{i.a} = 75.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.f} = -1.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.ba} = -0.2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i.bf} = -5.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
спрегнуто- темп. 'i'	$\sigma_{i2.a} = 3.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.f} = -25.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.ba} = 1.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{i2.bf} = -0.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
спрегнуто- скупљање 'sh'	$\sigma_{sh.a} = 22.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.f} = -117.9 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.ba} = 3.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{sh.bf} = -0.12 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	$\sigma_a := \sigma_{a.a} + \sigma_{i.M.a} \dots$ $+ \sigma_{i.a} + \sigma_{i2.a} \dots$ $+ \sigma_{sh.a}$	$\sigma_f := \sigma_{a.f} + \sigma_{i.M.f} \dots$ $+ \sigma_{i.f} + \sigma_{i2.f} \dots$ $+ \sigma_{sh.f}$	$\sigma_{ba} := \sigma_{i.M.ba} \dots$ $+ \sigma_{i2.ba} \dots$ $+ \sigma_{sh.ba}$	$\sigma_{bf} := \sigma_{i.M.bf} \dots$ $+ \sigma_{i.bf} \dots$ $+ \sigma_{i2.bf} \dots$ $+ \sigma_{sh.bf}$
	$ \sigma_a = 152.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_f = 197.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_{ba} = 4.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$ \sigma_{bf} = 7.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	$< f_y = 355 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$< f_y = 355 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$> f_{ctd} = 1.47 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$	$< f_{cd} = 23.33 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$
	АДЕКВАТНО	АДЕКВАТНО	појава прслина у доњем појасу бетонског пресека	АДЕКВАТНО

напомена:

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

срачунао:

János Szabó

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.

Бр. лиценце: 310 F110 07

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Слободан Јаховић, дипл. грађ. инж.

Бр. лиценце: 310 J408 10

2/1-1.23.6.2 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.1 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 за комплетан и квалитетан завршетак радова описане позиције. ОБРАЧУН ИЗВРШЕНИХ РАДОВА Обрачун количина стварно изведених радова извршиће се према одредбама које прописују нормативи и стандарди рада у грађевинарству.				
2/1-1.23.1.1	Припрема градилишта.		пауш		6,000,000.00

УКУПНО ПРИПРЕМНИ РАДОВИ:					6,000,000.00
---------------------------------	--	--	--	--	---------------------

2/1-1.23.2 ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА					
	Извођење НВ бушених шипова од бетона С 30/37, ХС2 У цену радова је укључен сав рад на извођењу, а плаћа се готов шип по м'. Арматура се плаћа посебно.				
2/1-1.23.2.1	Ø90 cm	м'	12,102.00	30,000.00	363,060,000.00
	Ø120 cm	м'	452.00	40,000.00	18,080,000.00
2/1-1.23.2.2	Израда, уградња и монтажа арматуре НВ шипова. Плаћа се по kg уграђене арматуре. В 500В	kg	1,231,145	120.00	147,737,376.00
2/1-1.23.2.3	Пробно оптерећење шипова, испитивање носивости шипова. Плаћа се паушално.		паушално		15,323,921.28

УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА:					544,201,297.28
-----------------------------------	--	--	--	--	-----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.3 ЗЕМЉАНИ РАДОВИ					
2/1-1.23.3.1	Ископ темеља у материјалу I и II категорије, са свом потребном 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	18,100.00 3,000.00	890.00 1,200.00	16,109,000.00 3,600,000.00
2/1-1.23.3.2	Додатак за копање темеља при црпљењу воде од 30 lit/min до 120 lit/min. Плаћа се по m ³ ископаног материјала	m ³	320.00	400.00	128,000.00
2/1-1.23.3.3	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 новопројектованог објекта при одвијању саобраћаја на истом. Обрачун укључује сав материјал, алат, механизацију, транспорт и рад. Плаћа се по m ² изведене подграде.	m ²	870.00	20,000.00	17,400,000.00
2/1-1.23.3.4	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	11,400.00	1,000.00	11,400,000.00
2/1-1.23.3.5	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	2,200.00	3,000.00	6,600,000.00
2/1-1.23.3.6	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	15,300.00	3,000.00	45,900,000.00
2/1-1.23.3.7	Израда кегли, према пројекту, материјалом добијеним из усека или позајмишта са механичким набијањем у слојевима од по 30cm.	m ³	4,300.00	2,900.00	12,470,000.00

УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:	113,607,000.00
-------------------------------	-----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.4	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. SRPS EN 206 Цене садрже све радне операције, утрошке материјала, помоћни алат, плате и скеле. Бетон ће бити справљен, транспортован, уграђен, негован и испитиван на пробним узорцима по одредбама које прописује важећи Правилник. - Бетон ће бити справљен од агрегата и цемента атестираних по важећим српским стандардима. -Мешање бетона мора се вршити машинским путем, а набијање вибрирањем -Арматура се плаћа посебно -Каблови се плаћају посебно -У цену бетона је урачуната плата и скела -Плаћа се за потпуно готов посао од m ³ уграђеног бетона				
	Неармирани бетон				
2/1-1.23.4.1	Мршави бетон - изравњавајући слој, дебљине 10 см, С12/16, испод темеља стубова, крилних зидова, темељних плоча, наглавних греда, прелазних плоча од бетона.	m ³	360.00	12,000.00	4,320,000.00
2/1-1-23-4.2	Израда заштитног слоја хидроизолације горње плоче моста, од бетона С25/30, дебљине 5 см са поцинкованом мрежом. У цену је урачуната утрошена арматура, а плаћа се по m ² заштићене површине.	m ²	14,220.00	1,800.00	25,596,000.00
	Армирано бетонске темељне конструкције				
2/1-1.23.4.3	Армирани бетон темеља стубова и темеља потпорних зидова, тракастих темеља, контра-града, плочастих темеља, јастука, наглавних греда и бунара. Бетон класе : С 30/37, ХС2, V-II	m ³	5,670.00	21,600.00	122,472,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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				
2/1-1.23.4.4	Тело крајњих стубова (зидова отворене) од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	180.00	27,600.00	4,968,000.00
2/1-1.23.4.5	Крила и крилни зидови крајњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	70.00	27,600.00	1,932,000.00
2/1-1.23.4.6	Тело средњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	4,740.00	27,600.00	130,824,000.00
2/1-1.23.4.7	Лежишне греде и маске средњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	2,610.00	30,600.00	79,866,000.00
2/1-1.23.4.8	Квадери крајњих и средњих стубова од бетона класе С 30/37, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	30.00	30,600.00	918,000.00
	Распонска конструкција моста од армираног бетона				
2/1-1.23.4.9	Коловозна плоча од армираног бетона преко монтажних носача Бетон класе С 35/45, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	7,360.00	36,000.00	264,960,000.00
2/1-1.23.4.10	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	1,940.00	37,200.00	72,168,000.00
	Распонска конструкција моста од преднапрегнутог бетона				
2/1-1.23.4.12	Префабриковани главни носачи од преднапрегнутог бетона постављен на гумену плочу, од бетона С 60/75, ХС4, ХФ1, V-II	m ³	5,630.00	45,000.00	253,350,000.00
УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:					961,374,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.5	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. - Арматуру очистити од рђе и прљавштине, исправити, исећи, савити и уградити по детаљима (арматурним нацртима) и статичком прорачуну. - За квалитет уграђене арматуре одговара извођач радова. - Јединична цена садржи и постављање подметача од челика, пластике или бетона за постизање предвиђених заштитних слојева и правилног положаја арматуре у конструкцији. Сва подеона гвожђа и узенгије ће бити чврсто везани за главну арматуру тако да не може доћи до промене положаја арматуре за време бетонирања конструкције. - У цену радова на преднапрезању урачуната је набавка свог потребног материјала (ужад, котве, пресе, заштитне цеви, подложне плочице, ињекциона маса), постављање ужади у пројектован положај, монтирање и сам процес утезања и инјектирања. - Стварно уграђена количина арматуре свих квалитета обрачунава се по kg без обзира на сложеност и пречнике шипки арматуре. - Обрачун количина извршити према табличним тежинама арматуре и ужади и дужинама из арматурних нацрта.				
2/1-1.23.5.1	Набавка, чишћење, сечење, машинско савијање и монтажа арматуре према пропису, пројекту и статичким детаљима. Плаћа се по kg уграђене арматуре. Ребраста арматура В 500В	kg	4,532,800	120.00	543,936,000.00
2/1-1.23.5.2	Набавка и уградња жица за преднапрезање Y1860 S7-12.5. Плаћа се по kg уграђене жица за преднапрезање. Жица за преднапрезање Y1860 S7-12.5	kg	563,000	1350.00	760,050,000.00
УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:					1,303,986,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.6		KONSTRUKCIJSKI ČELIK			
Елементи имају своје појединачне описе као и следеће опште услове: - Израда конструкцијског челика мора бити обављена у складу са пројектом, статичким прорачуном и релевантним прописима. SRPS EN 1090 - 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.					
2/1-1.23.6.1	Израда и подизање челичних структура. Цена ће покрити набавку материјала, израду, транспорт, подизање и антикорозивну заштиту у складу са EN ISO 12944-5, класа C5-I . Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конструкција.				
	Горњи строј од челика, класе S355J2/K2+N	t	2050.00	360000.00	738,000,000.00
	Челична конструкција тротоара, класе S235JR	t	215.00	300000.00	64,500,000.00
2/1-1.23.6.2	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 C5-I . Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конст				
		m ²	740.00	21000.00	15,540,000.00

TOTAL KONSTRUKCIJSKI ČELIK:	818,040,000.00
------------------------------------	-----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.7 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.				
2/1-1.23.7.1	Израда хидроизолације горње плоче. Радови по овој позицији се изводе у складу са техничким условима и нормативима за ову врсту послова као и по технологији произвођача. У цену су у рачунати набавка материјала, транспорт и уградња.	m ²	16,270.00	3,000.00	48,810,000.00
2/1-1.23.7.2	Израда хидроизолације од једног хладног премаза битулитом и једног премаза врућим битуменом бетонских површина које су у контакту са земљом.	m ²	7,350.00	1,200.00	8,820,000.00
2/1-1.23.7.3	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	12,410.00	2,000.00	24,820,000.00
2/1-1.23.7.4	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	4,270.00	2,500.00	10,675,000.00
УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:					93,125,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.8 ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ					
2/1-1.23.8.1	Израда и постављање армирано еластомерних лежишта. Плаћа се по комаду постављеног лежишта.				
	непокретна у свим правцима	ком	528.00	36,000.00	19,008,000.00
	попречно непокретна	ком	528.00	45,000.00	23,760,000.00
2/1-1.23.8.2	Израда и уградња потпорних лежајева. Плаћа се по комаду кревета.				
	покретна у свим правцима	ком	8	250,000.00	2,000,000.00
	непокретна у свим правцима	ком	8	300,000.00	2,400,000.00
	попречно покретна	ком	8	500,000.00	4,000,000.00
	попречно непокретна	ком	8	500,000.00	4,000,000.00
2/1-1.23.8.3	Израда и постављање челичне плоче са анкерима у главне носаче на местима налегања на лежишта. Плаћа се по kg челика.				
		kg	9,600.00	250.00	2,400,000.00
2/1-1.23.8.4	Армиране еластомерне дилатационе спојнице, набавка и уградња према пројекту. Плаћа се по m' уграђене дилатационе спојнице.				
	средња померања	m'	120.00	120,000.00	14,400,000.00
2/1-1.23.8.5	Гумена хидроизолациона трака између бетосних плоча горњег строја.				
		m'	460.00	15,000.00	6,900,000.00

УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:	78,868,000.00
-------------------------------------	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

2/1-1.23.9	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.					
2/1-1.23.9.1	Слој за пад од полимер-цементног малтера	m ³	64.00	50000.00	3200000.00	
2/1-1.23.9.2	Употреба ZLR (Zero longitudinal restraint) веза на железници дужином горњег строја. Цена по метру дужном.	m'	720.00	11500.00	8280000.00	
2/1-1.23.9.3	Постављање еластичног тепиха (простирке) за заштиту од буке и пригушење вибрација, између засторне призме и бетонске конструкције. У цену урачуната набавка, транспорт и уградња. Плаћа се по m ² постављене ела	m ²	11509.68	3,600.00	41,434,848.00	
2/1-1.23.9.6	Израда и постављање ограде од челика S 235 JRG1. У цену је урачуната набавка материјала, израда, транспорт, монтажа, антикорозиона заштита са два основна и два завршна премаза покривном бојом, а у свему према пројекту. Плаћа се по kg постављене ограде.	-цевне или од профила	kg	118,400.00	250.00	29,600,000.00
		- висока жичана заштитна ограда	kg	10,000.00	250.00	2,500,000.00
2/1-1.23.9.7	Израда заштите хидроизолације, површина, стиродур плочама дебљине 3 цм.	m ²	7,350.00	2,700.00	19,845,000.00	
2/1-1.23.9.8	Испитивање готовог моста.	lump sum			1,000,000.00	
2/1-1.23.9.9	Фотографско снимање у току изградње моста.	lump sum			100,000.00	
2/1-1.23.9.10	Израда и уграђивање плоче са годином изградње моста.	lump sum			10,000.00	
УКУПНО ОСТАЛИ РАДОВИ:					105,969,848.00	

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.23
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ВИЈАДУКТ на km 117+155,43 пруге

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

ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА


2/1-1.23.1	ПРИПРЕМНИ РАДОВИ	6,000,000.00
2/1-1.23.2	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА	544,201,297.28
2/1-1.23.3	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ	113,607,000.00
2/1-1.23.4	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ	961,374,000.00
2/1-1.23.5	РАДОВИ ОД МЕТАЛА	1,303,986,000.00
2/1-1.23.6	KONSTRUKCIJSKI ČELIK	818,040,000.00
2/1-1.23.7	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ	93,125,000.00
2/1-1.23.8	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ	78,868,000.00
2/1-1.23.9	ОСТАЛИ РАДОВИ	105,969,848.00

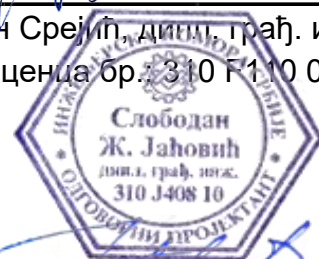
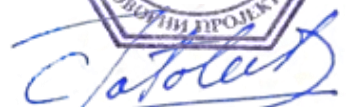
УКУПНО (дин): **4,025,171,145**

Београд, јул 2020. год.



Одговорни пројектант:

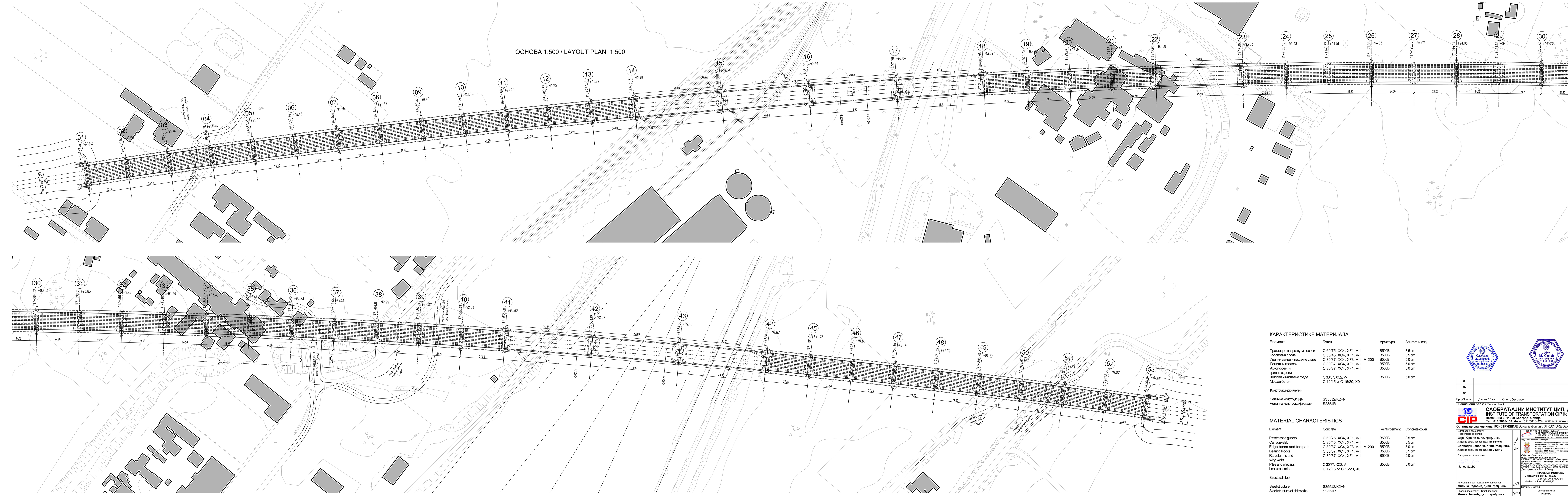


 Дејан Срејин, дипл. грађ. инж.
 лиценца бр. 310 F110 07



 Слободан Јаћовић, дипл. грађ. инж.
 лиценца бр.: 310 J408 10

**2/1-1.23.7. ГРАФИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

ОЧОВА 1:500 / LAYOUT PLAN 1:500

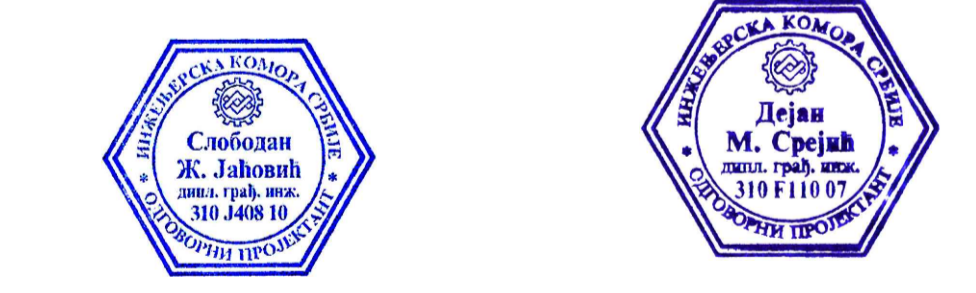


КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

Елемент	Бетон	Арматура	Заштитни слој
Претоварно напрегнути носачи	C 60/75, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5 cm
Коловозна плоча	C 35/45, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5 cm
Ивица венча и пешачке стазе	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5.0 cm
Лесени носачи	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5.0 cm
АБ стубови и крилни зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5.0 cm
Шплови и наплатне 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	S355J2K2+N		
Челична конструкција стазе	S235JR		

MATERIAL CHARACTERISTICS

Element	Concrete	Reinforcement	Concrete cover
Pre stressed girders	C 60/75, XC4, XF1, V-II	B500B	3.5 cm
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
Beaming blocks	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5.5 cm
Rc columns and wing walls	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 structure	S355J2K2+N		
Steel structure of sidewalks	S235JR		



03
02
01

Reviziona lista / Revision list

Reviziona broj / Revision broj

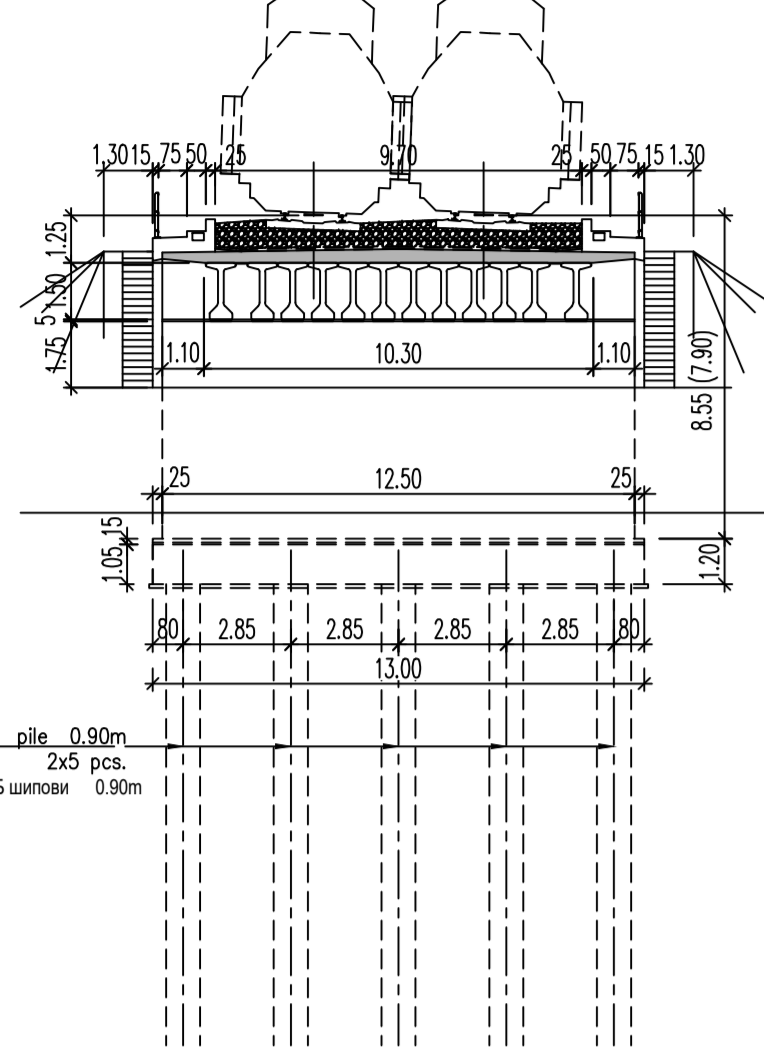
САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП, д.о.о.
INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIP Ltd
Немањина 6, 11000 Београд, Србија
Тел: 011 2618-134; Факс: 011 2618-324; web site: www.sicp.co.rs

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

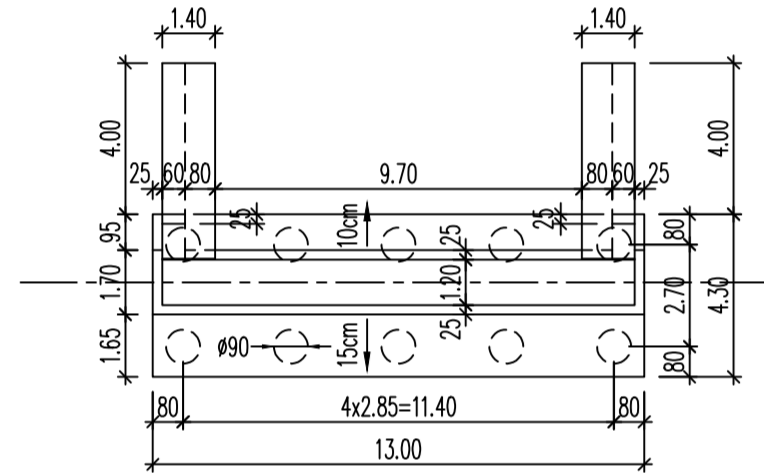
Одговорни пројекат / Responsible designer: Милан Радовић, дипл. грађ. инж.
Лична Коп / Personal copy: Милан Радовић, дипл. грађ. инж.
Слободан Јакошић, дипл. грађ. инж.
Сарадници / Associates: Јанос Сзабо

Издање / Issue: 12.2019. 2017-728-KOM-21-1.23.7.1

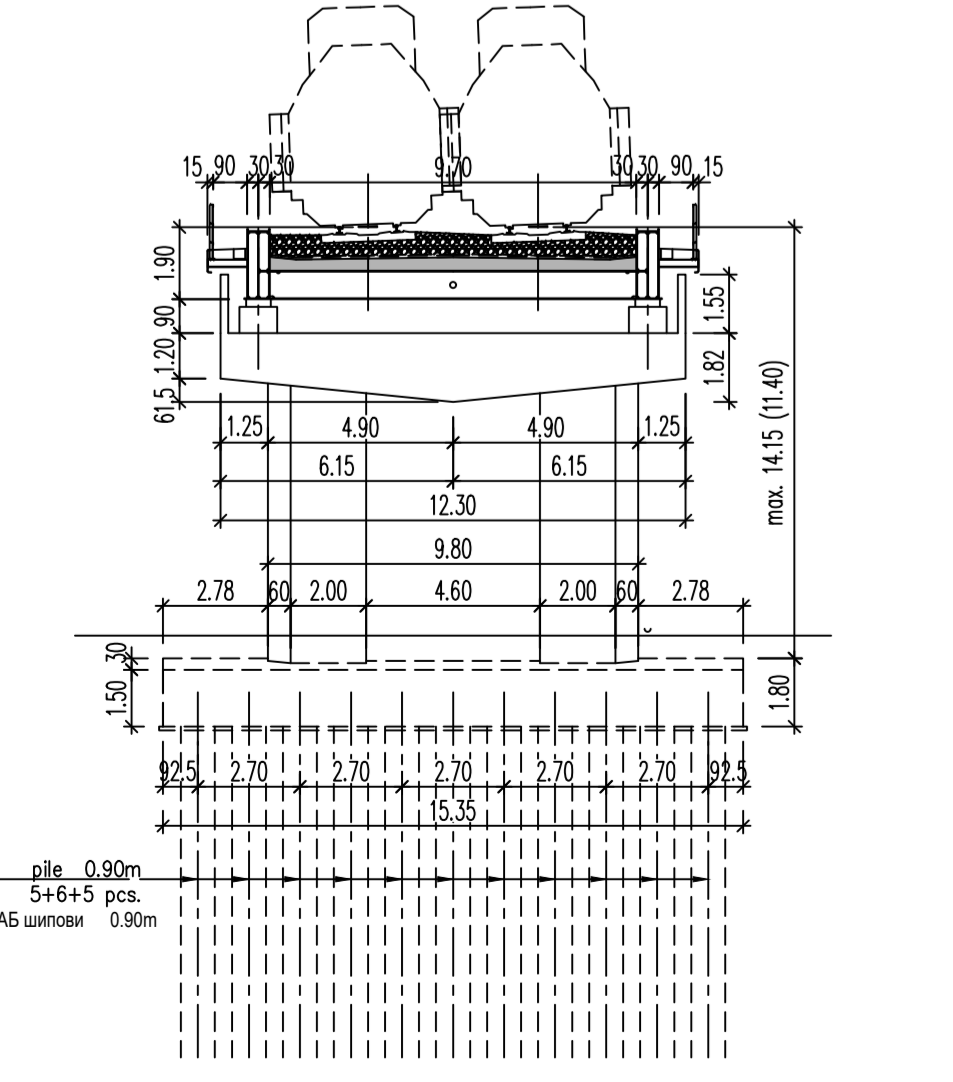
(01) И (53) ОПОРЦИ
ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
(01) AND (53) ABUTMENT
FRONT VIEW 1:200



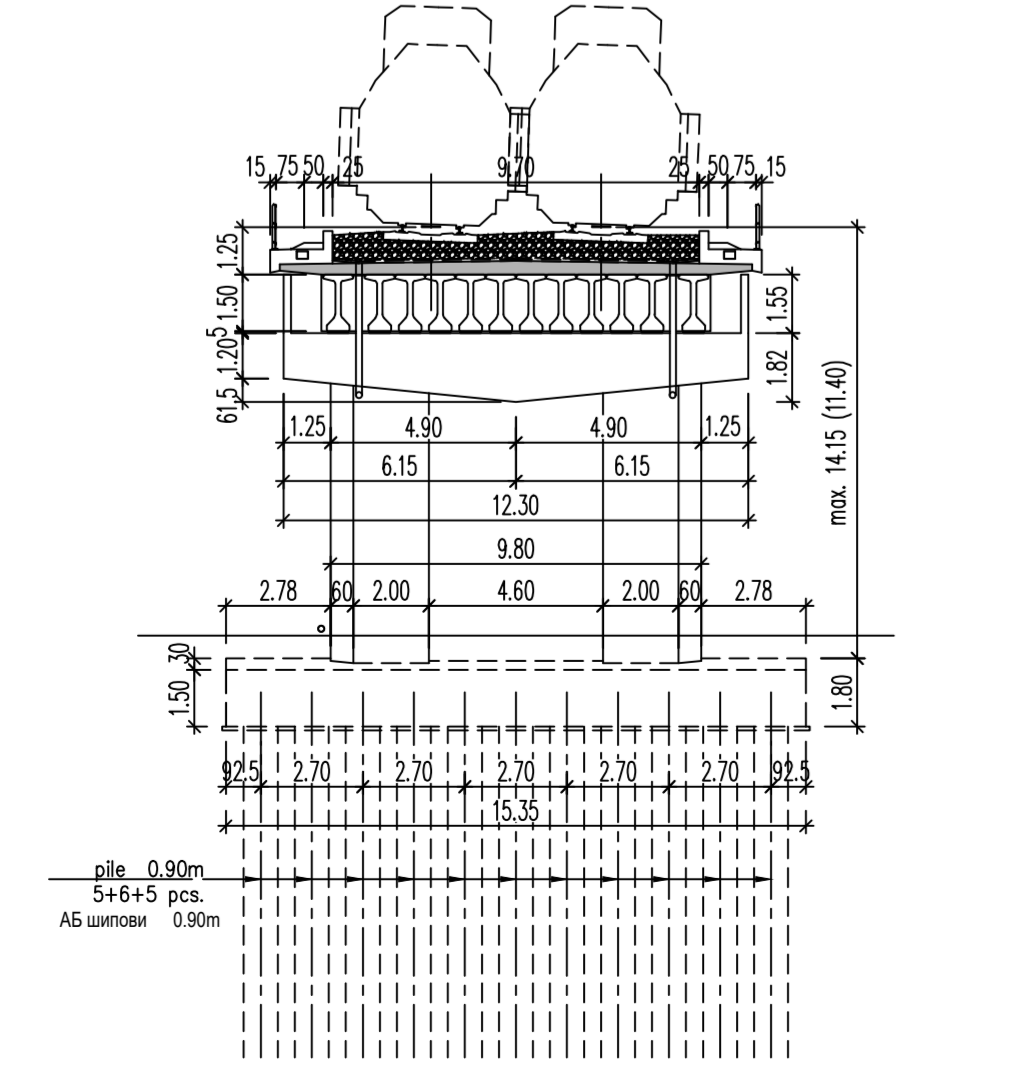
(01) И (53) ОПОРЦИ
ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:200
(01) AND (53) ABUTMENT
FOUNDATION LAYOUT 1:200



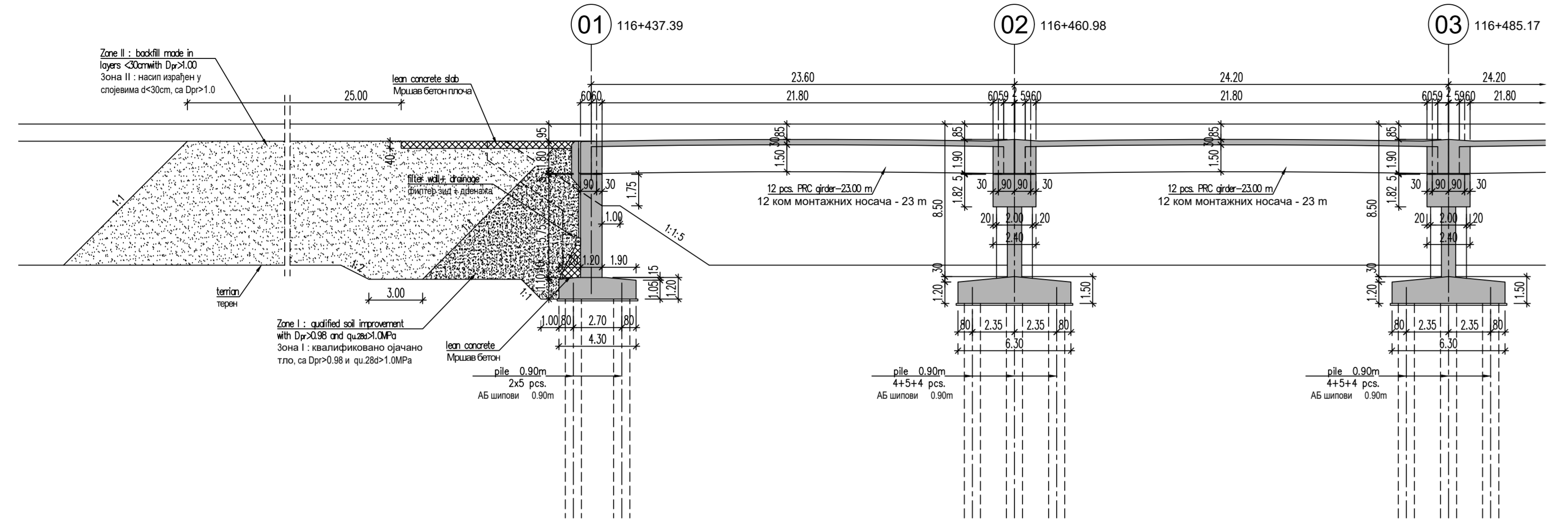
ДУПЛИ СТУБ - ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
DUPLEX PIER FRONT VIEW 1:200
FROM STEEL TRUSS GIRDER



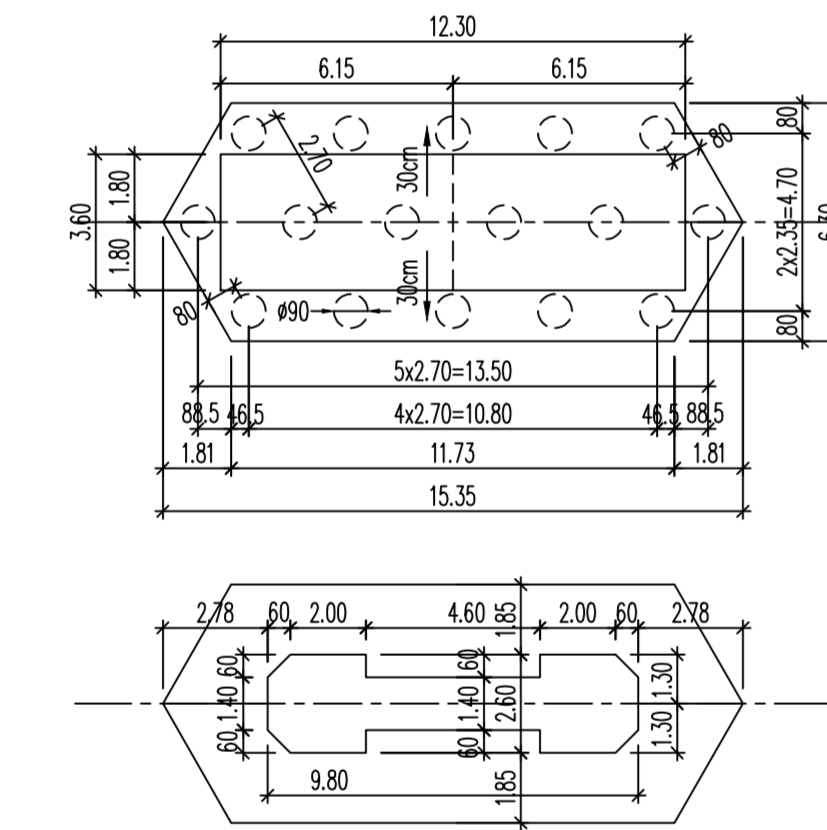
ДУПЛИ СТУБ - ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
DUPLEX PIER FRONT VIEW 1:200
FROM PRC GIRDER



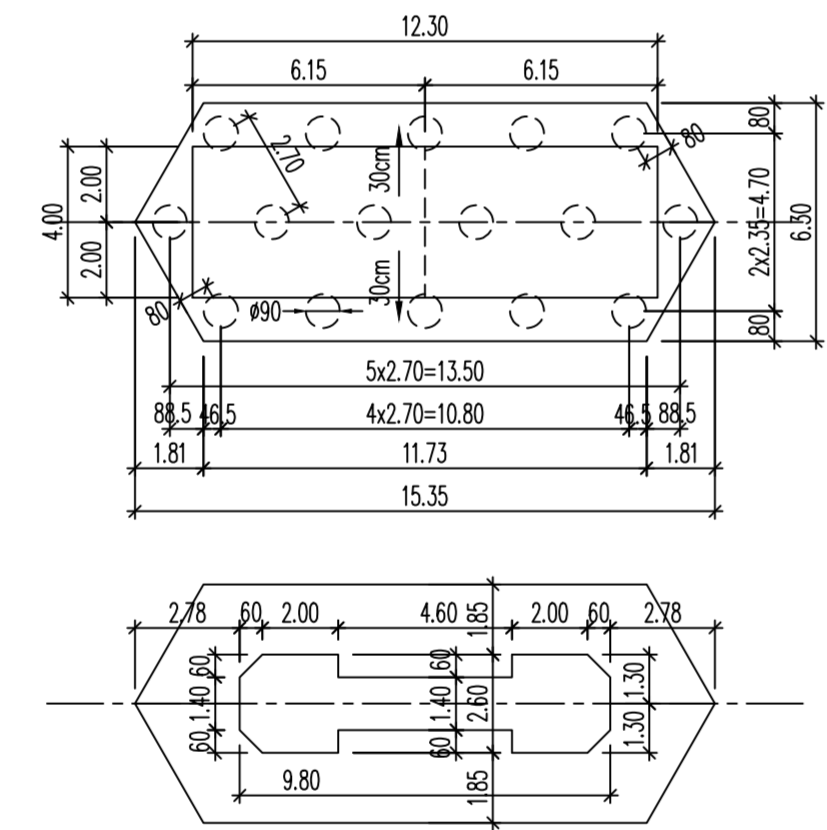
ПОДУЖНИ ПРЕСЕК (ДЕТАЉ) 1:200 / LONGITUDINAL SECTION (DETAIL) 1:200



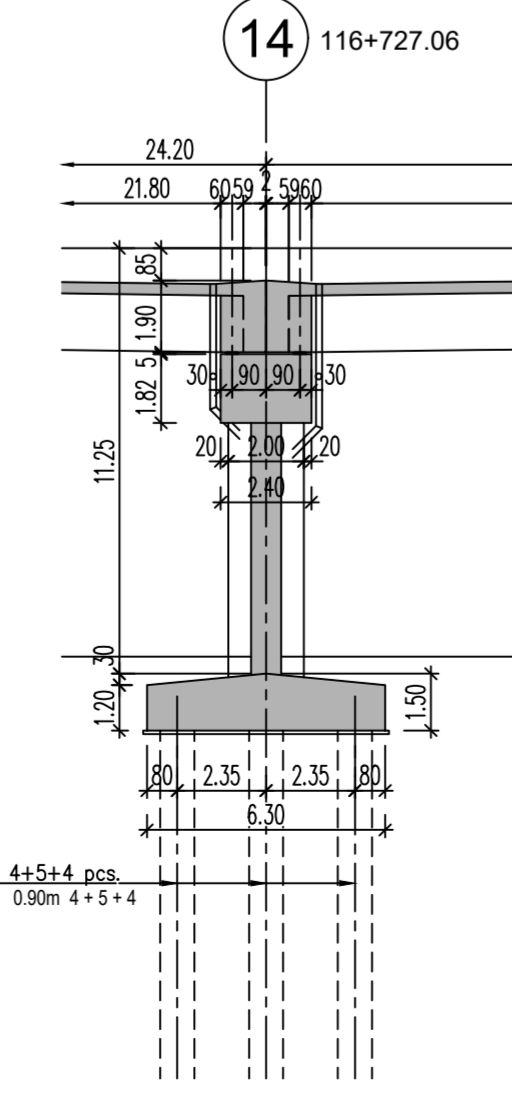
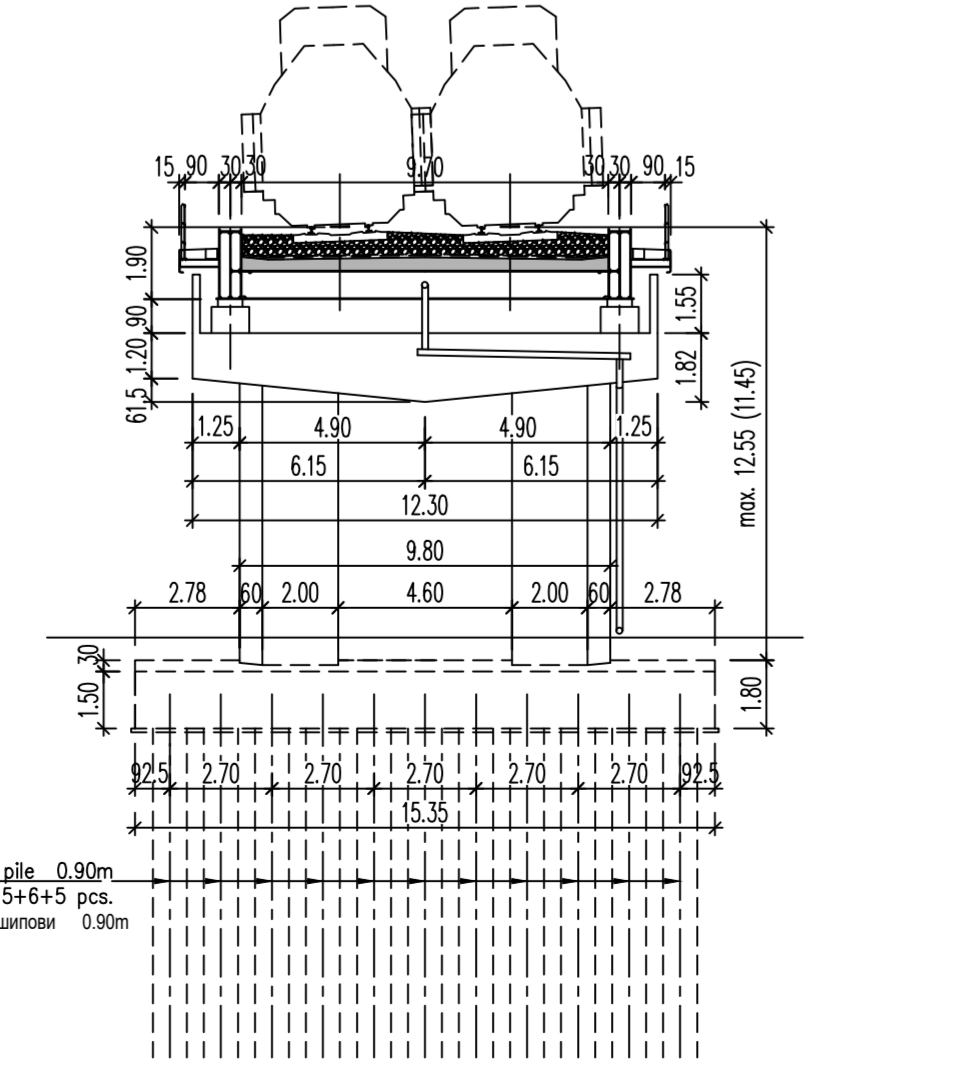
ДУПЛЕКС СТУБОВИ
ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:200
DUPLEX PIER
FOUNDATION LAYOUT 1:200



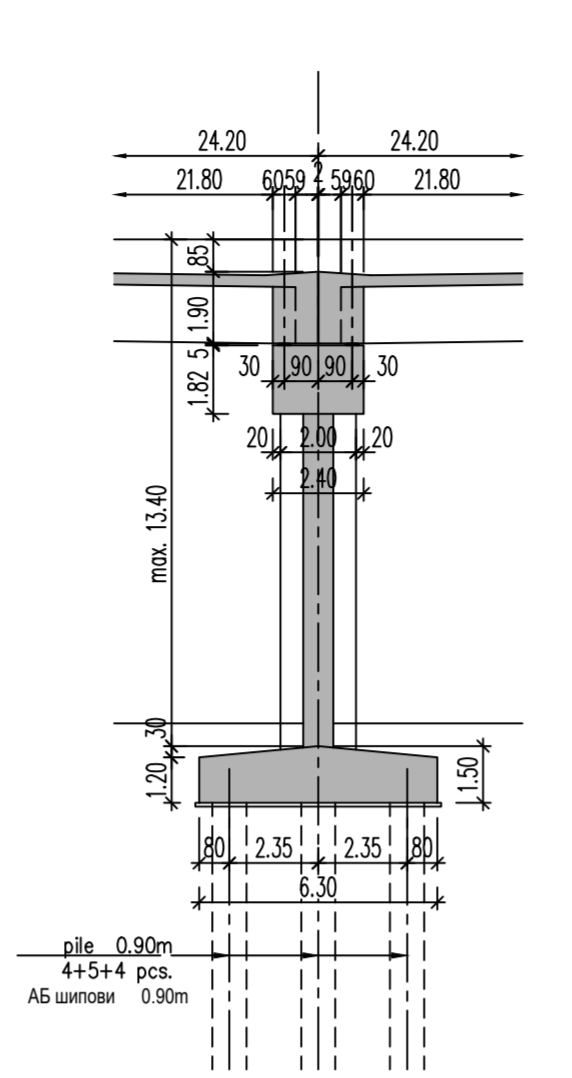
(15) (16) И (17) СТУБОВИ
ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:100
(15) (16) AND (17) PIER
FOUNDATION LAYOUT 1:200



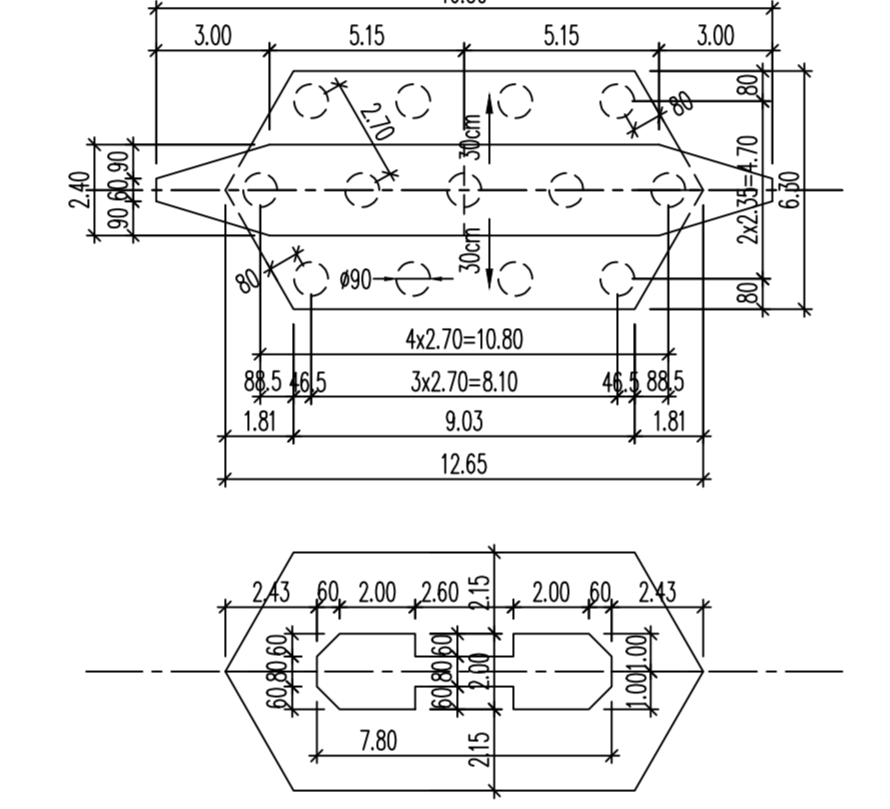
(15,16,17) СТУБ ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
(15) (16) AND (17) PIER
FRONT VIEW 1:200



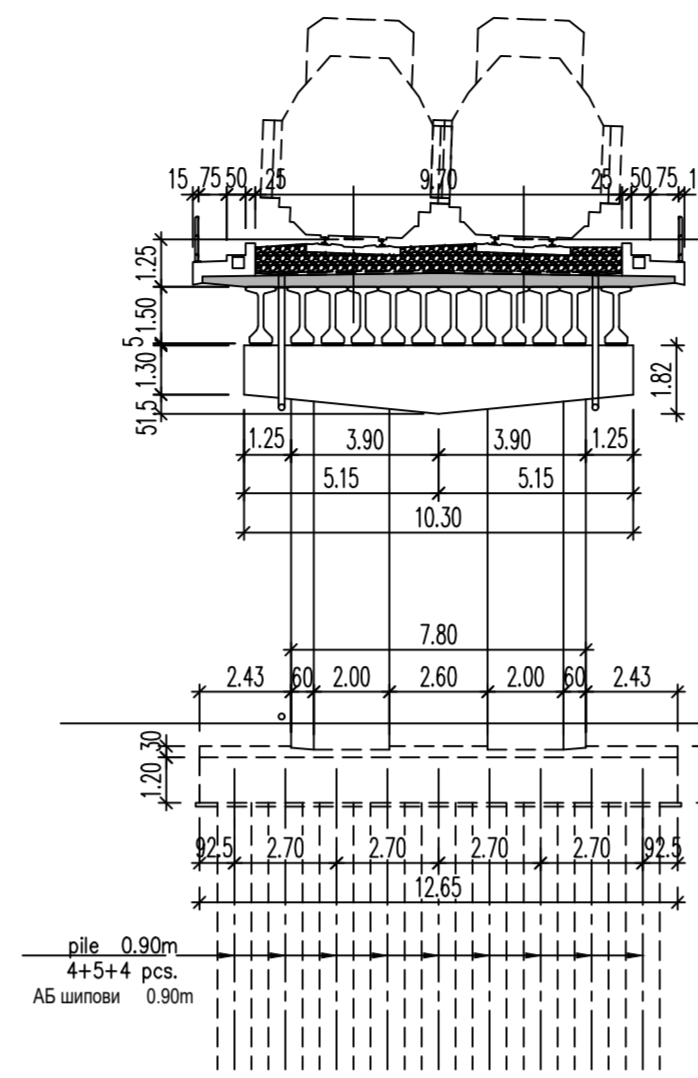
СТУБОВИ ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
PIER FRONT VIEW 1:200
WITH PIER CAP AND CANTILEVER
СА ЛЕЖИШНОМ ГРЕДОМ И КОНЗОЛОМ



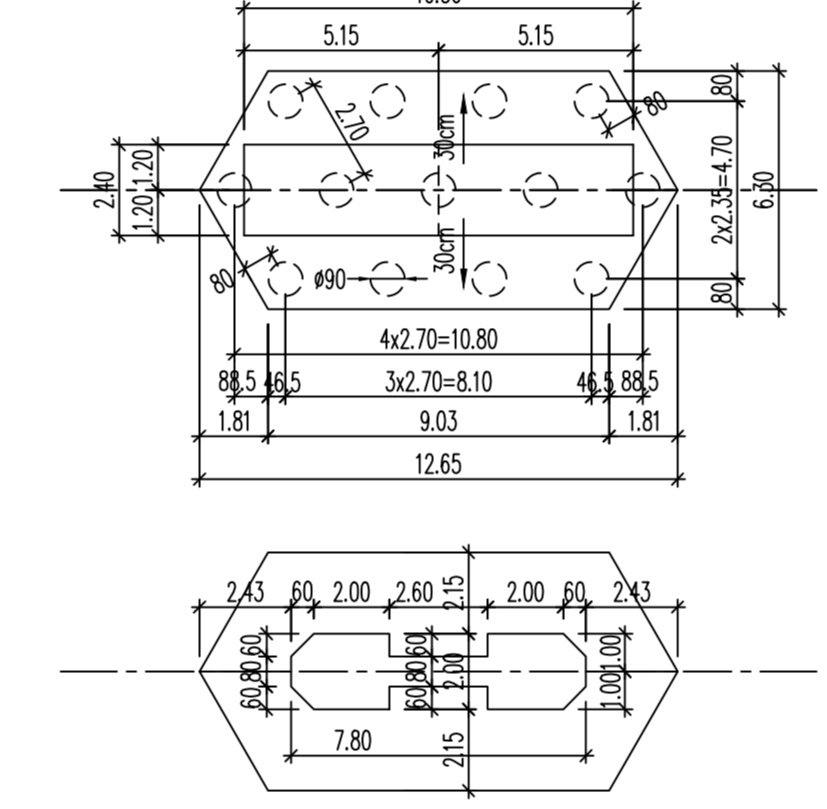
СТУБОВИ - ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:200
PIER FOUNDATION LAYOUT 1:200
WITH PIER CAP
СА ЛЕЖИШНОМ ГРЕДОМ И КОНЗОЛОМ



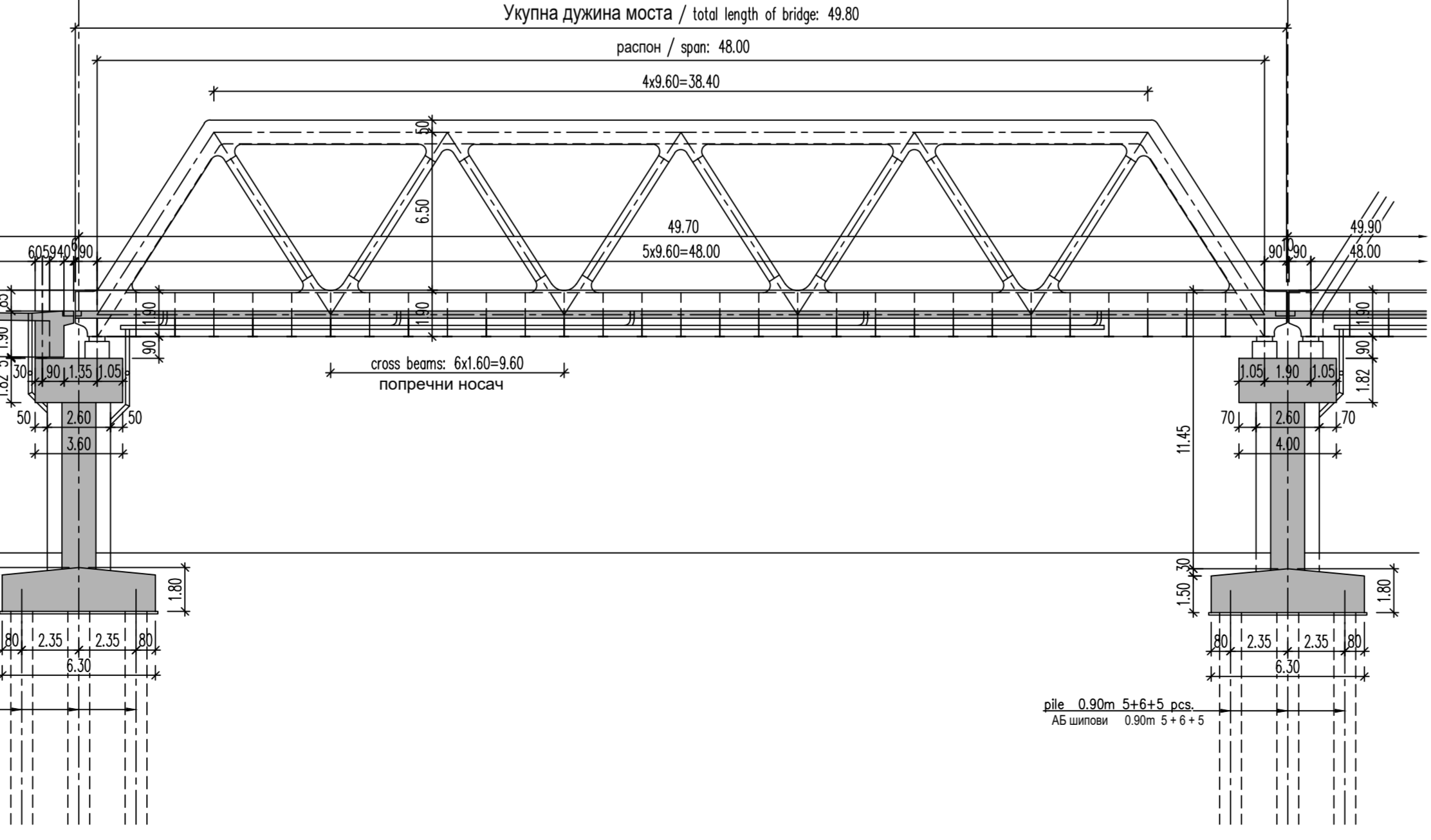
СТУБОВИ ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
PIER FRONT VIEW 1:200
WITH PIER CAP
СА ЛЕЖИШНОМ ГРЕДОМ



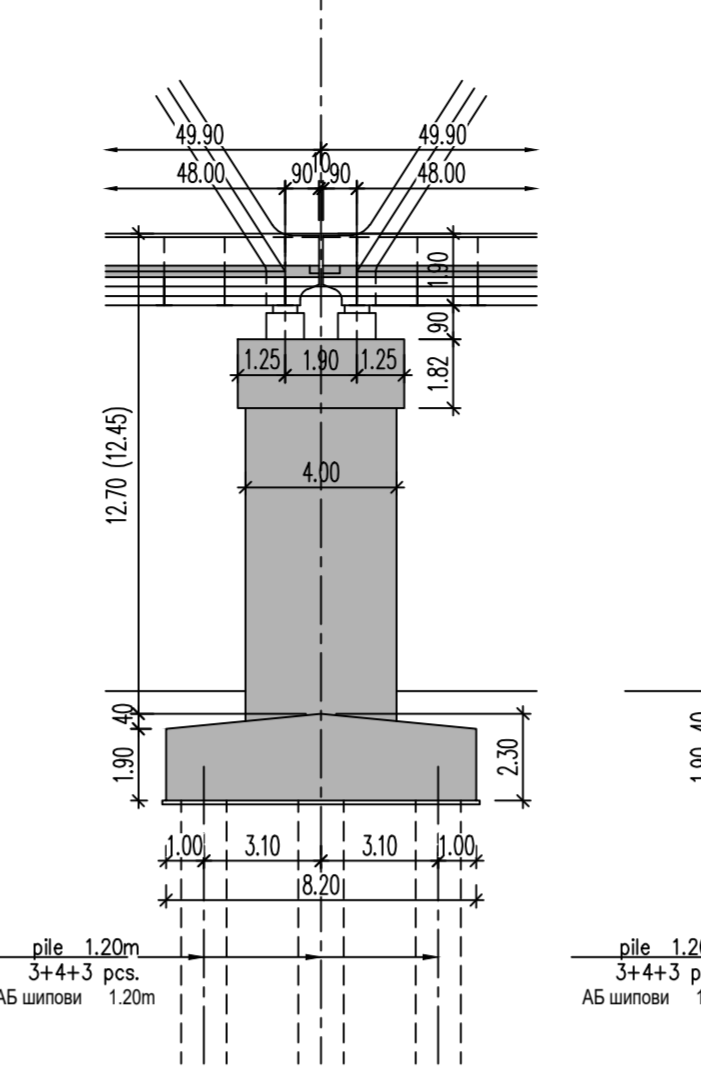
СТУБОВИ - ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:200
PIER FOUNDATION LAYOUT 1:200
WITHOUT PIER CAP
БЕЗ ЛЕЖИШНЕ ГРЕДЕ



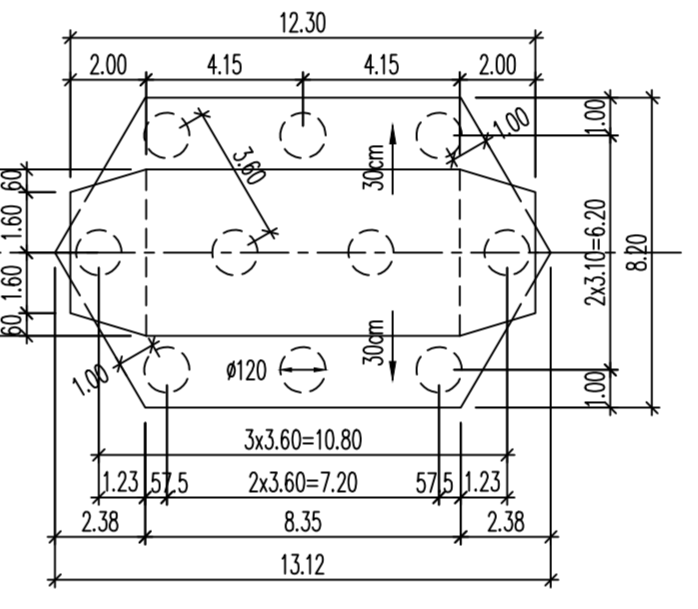
ПОДУЖНИ ПРЕСЕК (ДЕТАЉ) 1:200
LONGITUDINAL SECTION (DETAIL) 1:200



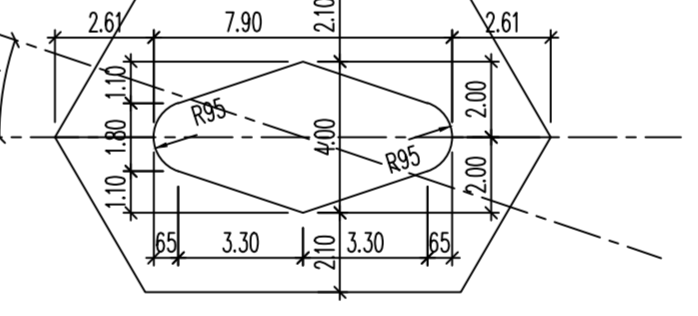
(42) И (43) СТУБОВИ - ПОГЛЕД СПРЕДА 1:200
(42) AND (43) PIER FRONT VIEW 1:200



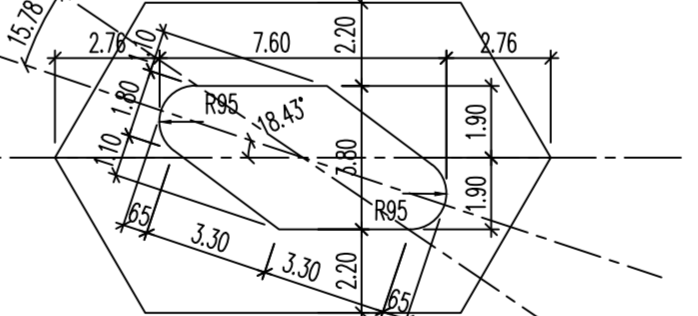
(42) И (43) СТУБОВИ -
ОСНОВА ТЕМЕЉА 1:200
(42) AND (43) PIER
FOUNDATION LAYOUT 1:200



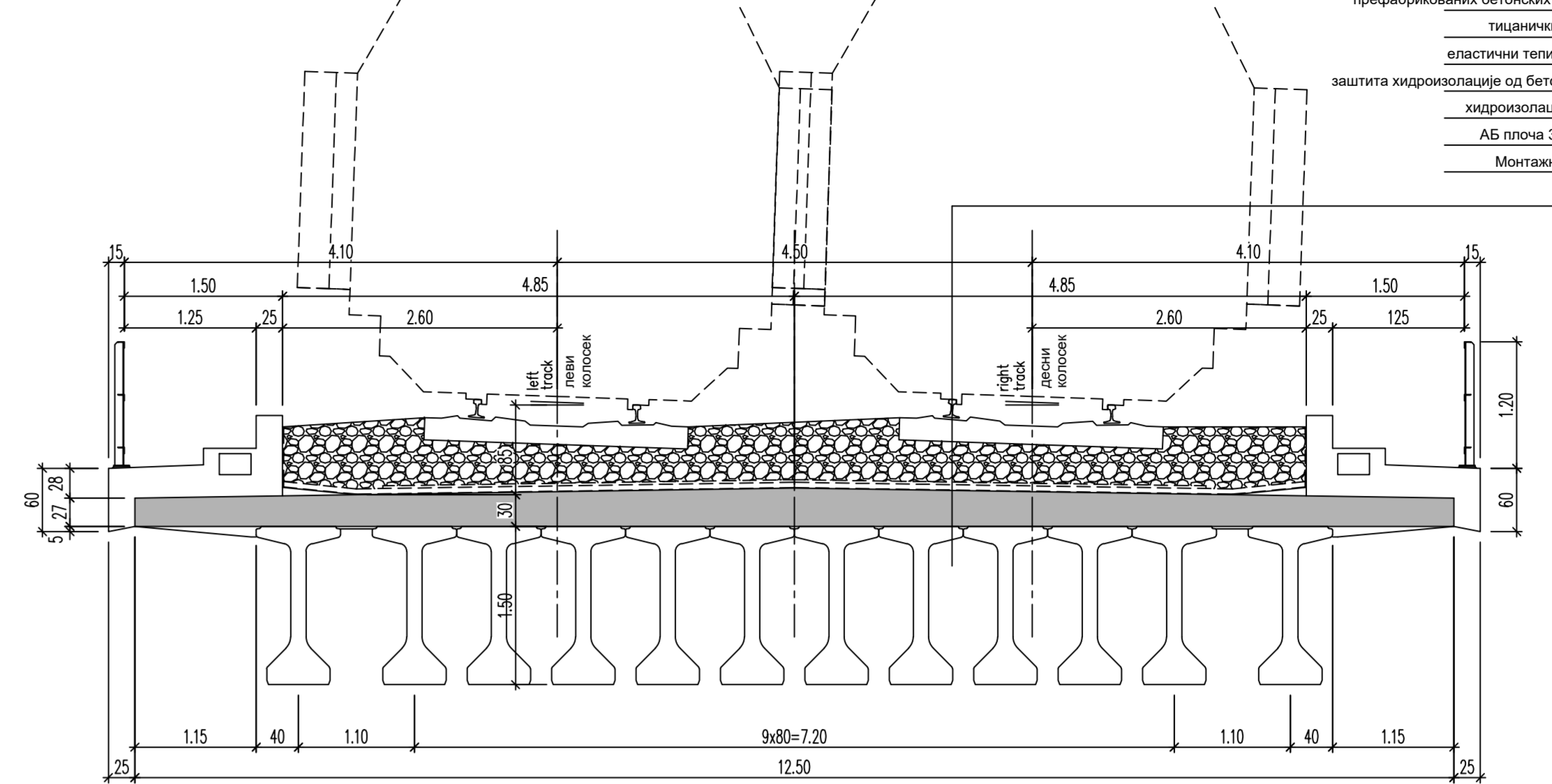
(43) ОСНОВА СТУБА
(43) PIER LAYOUT



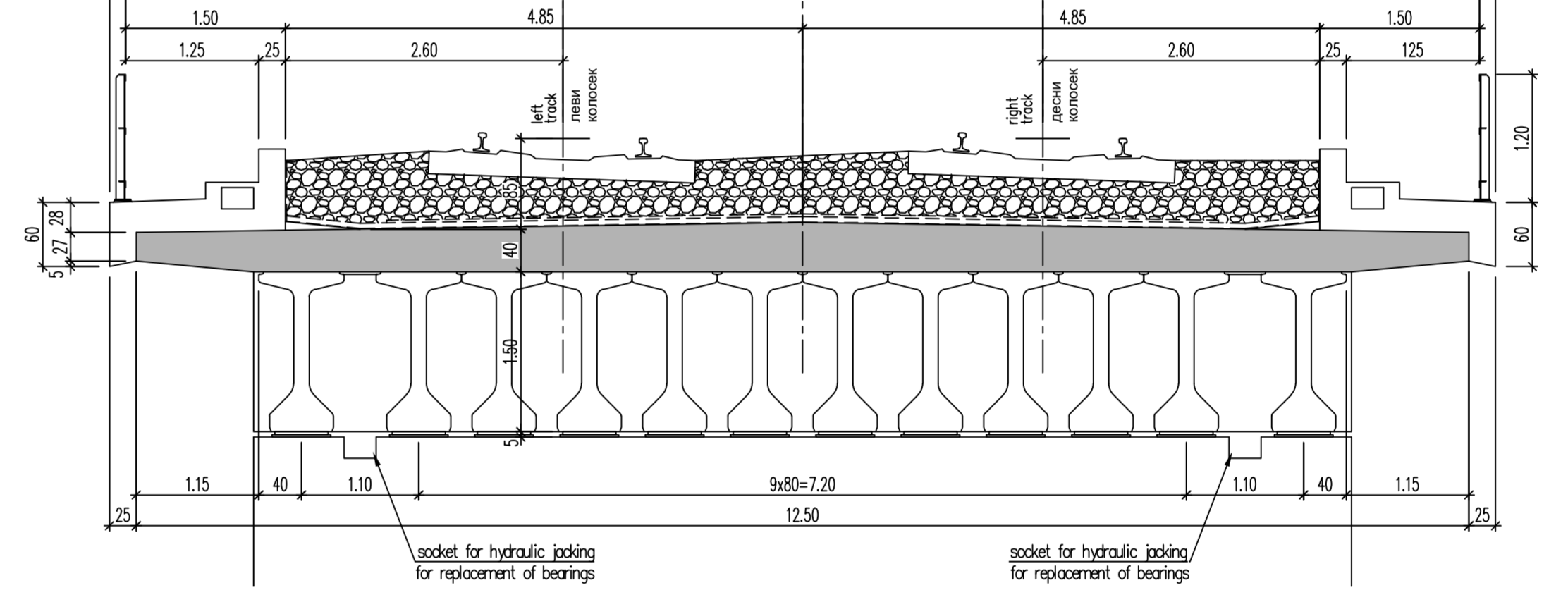
(43) ОСНОВА СТУБА
(43) PIER LAYOUT



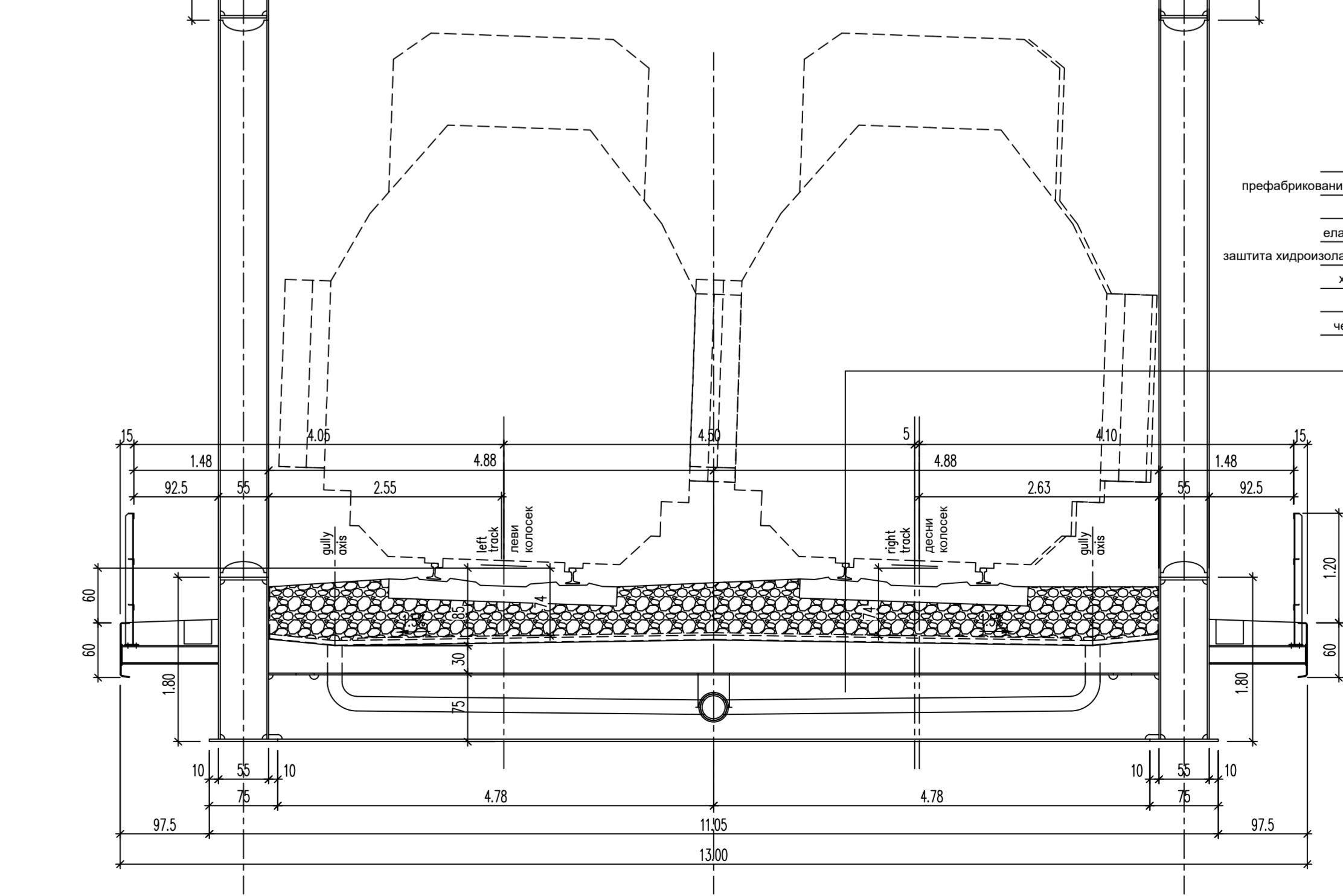
ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1:50
CROSS-SECTION 1:50
OF PRC GIRDER SUPERSTR. IN MIDDLE SPAN



ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1:50
CROSS-SECTION 1:50
OF PRC GIRDER SUPERSTR. OVER BEARING



ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК 1:50
CROSS-SECTION 1:50
OF TRUSS GIRDER SUPERSTRUCTURE



КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

Елемент	Бетон	Арматура	Заштитни слој
Претходно направљени носачи	C 60/75, XC4, XF1, V-II	B500B	3,5 cm
Копкована плоча	C 35/45, XC4, XF1, V-II	B500B	3,5 cm
Ивични венци и пешачне стазе	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	B500B	5,0 cm
Лежишни квадери	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5,0 cm
АБ стубови и крилни зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5,0 cm
Шилкови и наглавне греде	C 30/37, XC2, V-II	B500B	5,0 cm
Мршава бетон	C 12/15 и C 16/20, X0		
Конструкциони челик			
Челична конструкција	S355J2K2+N		
Челична конструкција стазе	S235JR		

MATERIAL CHARACTERISTICS

Element	Concrete	Reinforcement	Concrete cover
Prestressed girders	C 60/75, XC4, XF1, V-II	B500B	3,5 cm
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 30/37, XC4, XF1, V-II	B500B	5,5 cm
Rc. columns and wing walls	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 structure	S355J2K2+N		
Steel structure of sidewalks	S235JR		



03
02
01

Реизмени блок / Revision block:

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП, д.о.о.
INSTITUTE OF TRANSPORTATION CIIP Ltd
Немањина б: 11000 Београд, Србија
Тел: 011/3618-134; Факс: 011/3618-324; веб сајт: www.sciip.rs

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

Одговорни пројектант / Responsible designer: **Дејан Срећак, дипл. грађ. инж.**
Лиценца бр. 310 4468 10

Сарадници / Associates:

Јános Szabó

ПРОЈЕКАТ МОСТОВА
Viadukt at km 117+155,43
SECTION OF BRIDGES

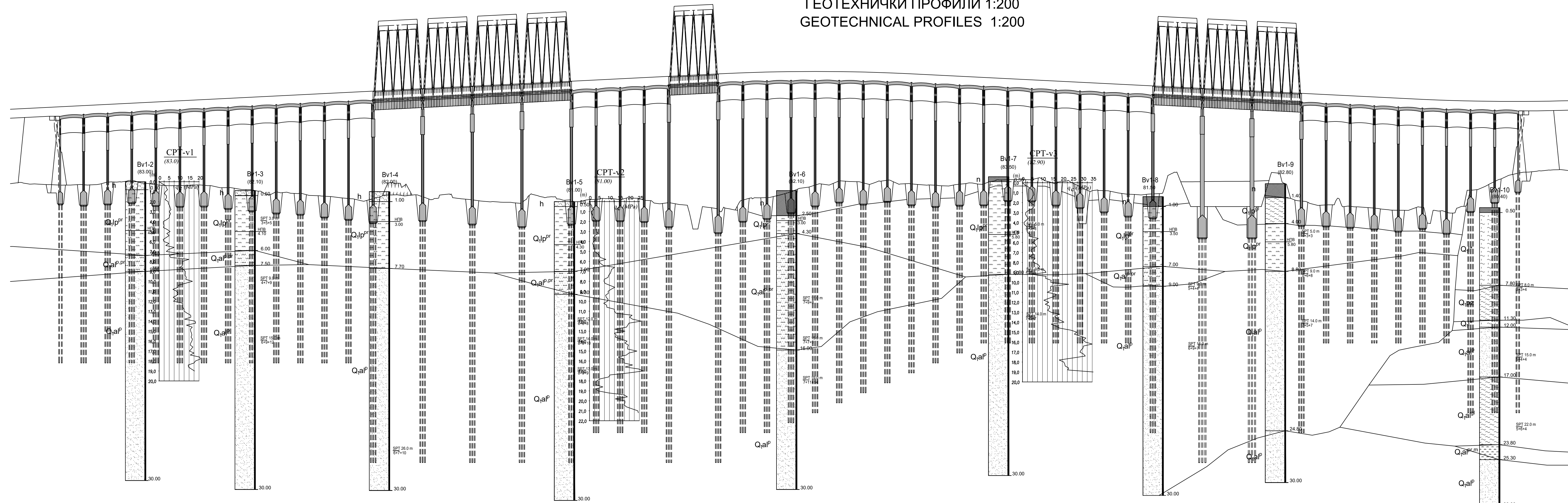
Упутства компанији / Notes to contractor:
Милица Радоњић, дипл. грађ. инж.

Главни пројектант / Chief designer:
Милан Јеленић, дипл. грађ. инж.

Технички одговорни пројектант / Technical responsible designer:
Љубиша Илићковић, дипл. грађ. инж.

ИЗДАЈА
12.2018. 2017-2018-КОМ-214-23.3.3

ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛИ 1:200
 GEOTECHNICAL PROFILES 1:200



03		
02		
01		

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
-------------	--------------	--------------------

Ревизиони блок: / Revision block:

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

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

Одговорни пројектанти / Responsible designers:
Дејан Срејић дипл. грађ. инж.
 лиценца број / license No.: 310 F110 07
Слобоđан Јашовић, дипл. грађ. инж.
 лиценца број / license No.: 310 J408 10

Наручилац пројекта / Employer:
 Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре
 Ministry of Construction, Transport and Infrastructure
 Немањина 22-26 Street; 11000 Belgrade, Serbia
 web site: www.mgst.gov.rs

Сарадници: / Associates:
Јанос Сзабо

Објекат: / Structure
 МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
 БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
 DEONИЈА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
 MODERNIZATION OF
 BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIJA) RAILWAY LINE
 SECTION - NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIJA)

Део пројекта: / Part of Design:
ПРОЈЕКАТ МОСТОВА
Вијадукт на км 117+155,43
DESIGN OF BRIDGES
Viaduct at km 117+155,43

Унутрашња контрола: / Internal control:
Милица Радовић, дипл. грађ. инж.

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

Руководилац организационе јединице:
 Manager of organization unit:
Љиљана Мишковић, дипл. грађ. инж.

Цртеж: / Drawing:
 Геотехнички профили
 Geotechnical profiles

Размера: / Scale:
 1:200

Фаза пројекта: / Design phase:
 ИДП / PD

датум / date:
 12.2018.

Цртеж бр. / Drawing No.:
 2017-728-КОН-2/1-1.23.7.4