ИДП – ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

Друмски мост Каракај преко реке Дрине

на државном путу IБ реда бр. 26
на граничном прелазу Мали Зворник на
К.О. Мали Зворник: 739/1, 766/1
К.О. Зворник: 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18

Свеска 2/1.
ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ МОСТА

Бр: 21-398-2/1-ИДП

2/1.1. НАСЛОВНА СТРАНА

„Мостпројект“ а.д. Београд
бр: 398
од: 06.06.2021.

2/1. ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ МОСТА

Инвеститор:	ЈП „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“ Булевар краља Александра 282, Београд
Објекат:	Друмски мост Каракај преко реке Дрине на државном пута IБ реда бр. 26 на граничном прелазу Мали Зворник на К.О. Мали Зворник: 739/1, 766/1 К.О. Зворник: 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18
Врста техничке документације:	ИДП Идејни пројекат
Назив и ознака дела пројекта:	2/1. Идејни пројекат моста
За грађење/извођење радова:	Радови на реконструкцији моста Каракај преко реке Дрине на државном путу IБ реда бр.26 на граничном прелазу Мали Зворник

Печат и потпис:

Пројектант:
МОСТПРОЈЕКТ АД, Београд
Омладинских бригада 102, Нови Београд
Радомир Радичевић, дипл. инж. грађ

Radomir Radičević 100077061-1206 956710155

Digitally signed by Radomir Radičević 100077061-1206956710155 Date: 2021.10.29 12:46:48 +02'00'

Печат и потпис:

Одговорни пројектант:
Ненад Јаковљевић, дипл. инж. грађ.
310 0205 03

НЕНАД ЈАКОВЉЕВИЋ 007604521 Sign

Digitally signed by НЕНАД ЈАКОВЉЕВИЋ 007604521 Sign Date: 2021.10.29 12:50:55 +02'00'

Број техничке документације:	21-398-2/1-ИДП
Место и датум:	Београд, јун 2021. год.

ДЕЛ ИНГ ДОО БЕОГРАД
Предузеће за пројектовање инжењеринг и консалтинг
Београд, Омладинских бригада 43, www.deling.rs

Носилац техничке контроле, **ДЕЛ ИНГ ДОО** из Београда, констатује да је:

ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈЕ – ИДП ЗА РЕКОНСТРУКЦИЈУ МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ ІБ РЕДА БР. 26 НА ГРАНИЧНОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК НА К.О. ЗВОРНИК: 739/1, 766/1; НА К.О. ЗВОРНИК: 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18

2/1 ПРОЈЕКАТ МОСТА

технички исправан и као такав се јуна 2021. год.

ПРИХВАТА

Novak Novaković 387844-27019837 61041
Digitally signed by Novak Novaković 387844-27019837 61041
Date: 2021.10.28 13:15:15 +02'00'

Одговорни вршилац техничке контроле:

Новак Новаковић, дипл. инж. грађ.
бр. лиценце ИКС: 310 К201 11

Dimitrije Aleksić 402409
Digitally signed by Dimitrije Aleksić 402409
Date: 2021.10.28 13:14:41 +02'00'

за ДЕЛ ИНГ ДОО БЕОГРАД
Директор

Димитрије Алексић, дипл. инж. грађ.

2/1.2. САДРЖАЈ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА

2/1.1.	Насловна страна	
2/1.2.	Садржај	
2/1.3.	Решење о одређивању одговорног пројектнта	
2/1.4.	Изјава одговорног пројектанта	
2/1.5.	Текстуална документација	
	2/1.5.1.	Извештај о прегледу моста са фотодокументацијом
	2/1.5.2.	Технички извештај
	2/1.5.3.	Прилог о мерама заштите на раду
	2/1.5.4.	Прилог заштите животне средине
2/1.6.	Нумеричка документација	
	2/1.6.1.	Статички прорачун
	2/1.6.2.	Процена вредности пројектованих радова
2/1.7.	Графичка документација	
	2/1.7.1.	Ситуациони план моста
	2/1.7.2.	Диспозиција – пресек, изглед и основа моста – постојеће стање
	2/1.7.3.	Попречни пресеци моста над стубовима – постојеће стање
	2/1.7.4.	Диспозиција – пресек, изглед и основа моста – новопројектовано стање
	2/1.7.5.	Попречни пресеци моста над стубовима – новопројектовано стање
	2/1.7.6.	Упоредни приказ: постојеће стање / новопројектовано стање (руши се - зида се)
	2/1.7.7.	Снимак оштећења

2/1.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

„Мостпројект“ а.д. Београд
бр: 398
од: 06.06.2021.

На основу члана 128 Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009 - исправка, 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2112, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018 и 31/2019, 37/2019 – др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (“Службени гласник РС”, бр. 73/2019) као:

О Д Г О В О Р Н И П Р О Ј Е К Т А Н Т

за израду **Идејног пројекта моста** који је део техничке документације за реконструкцију моста Каракај преко реке Дрине на државном путу ІБ реда бр.26 на граничном прелазу Мали Зворник на К.О. Мали Зворник: 739/1, 766/1, К.О. Зворник: 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18 одређује се:

Ненад Јаковљевић , дипл.инж.грађ. ..... број лиценце 310 0205 03

Пројектант: Мостпројект ад Београд
Омладинских бригада 102, Нови Београд

Одговорно лице/заступник: Радомир Радичевић, дипл.грађ.инж.

Печат: Потпис:

Број техничке документације: 21-398-2/1-ИДП
Место и датум: Београд, јун 2021. год.

2/1.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА МОСТА

„Мостпројект“ а.д. Београд
бр: 398
од: 06.06.2021.

Као **Одговорни пројектант Пројекта моста** који је део **Идејног пројекта** за реконструкцију моста Каракај преко реке Дрине на државном путу ИБ реда бр.26 на граничном прелазу Мали Зворник на К.О. Мали Зворник: 739/1, 766/1, К.О. Зворник: 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18.

Ненад Јаковљевић , дипл.инж.грађ.

ИЗЈАВЉУЈЕМ

1. да је пројекат у свему у складу са издатим Локацијским условима Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре бр. ROP-MSGI-23668-LOC-1/2018, 350-02-00344/2018-14 од 27.09.2018. године

2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;

3. да су при изради пројекта поштоване све прописане и утврђене мере и препоруке за испуњење основних захтева за објекат и да је пројекат израђен у складу са мерама и препорукама којима се доказује испуњеност основних захтева.

Одговорни пројектант ИДП: **Ненад Јаковљевић**, дипл. инж. грађ.

Број лиценце: 310 0205 03

Лични печат: Потпис:

Број техничке документације: 21-398-2/1-ИДП
Место и датум: Београд, јун 2021. год.

2/1.5. ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/1.5.1 ИЗВЕШТАЈ О ПРЕГЛЕДУ МОСТА СА ФОТОДОКУМЕНТАЦИЈОМ

ИЗВЕШТАЈ О ПРЕГЛЕДУ

ПОСТОЈЕЋЕГ ДРУМСКОГ МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ ІБ РЕДА БР. 26, НА ГРАНИЧНОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК

У периоду од 25.07.2018 до 26.07.2018 године обављен је визуелни преглед моста Каракај преко реке Дрине на државном путу ІБ реда бр.26 на граничном прелазу Мали Зворник.

Преглед су обавили Ненад Јаковљевић дипл.инж.грађ, Саша Марић дипл.инж.грађ., Никола Ђорђевић дипл.инж.грађ. и Срђан Илић грађ.техн. из фирме "Мостпројект а.д." и Андреја Лукић, дипл.инж.грађ. из фирме "VIA Projekt d.o.o." из Београда.

УВОД

Друмски мост Каракај преко реке Дрине налази се на граничном прелазу Мали Зворник, на државном путу ІБ реда бр. 26.

Постојећи мост изградило је грађевинско предузеће "Жељезничко грађевинско предузеће" из Сарајева 1972.године, према главном пројекту који је 1971. године израдило предузеће "Преднапрегнути бетон " из Београда.

Овај главни пројекат моста послужио је као основа за преглед и израду Идејног решења реконструкције моста.

ОПШТИ ПОДАЦИ О МОСТУ

Друмски мост Каракај преко реке Дрине састоји се од две независне мостовске конструкције К1 и К2.

Конструкција К1, од стуба С1 до стуба С4, на инундацији леве обале, је статичког система континуале греде на 3 поља распона 2x35.0+35.4m. Дужина конструкције К1 између осовина лежишта на стубовима С1 и С4 износи 105.4m. Стуб С4 је заједнички стуб за обе конструкције.

Конструкција К2, од стуба С4 до стуба С8, која премошћава реку, је статичког система континуале греде на 4 поља распона 47.0m+2x61.1m+47.0m. Дужина конструкције К2 између осовина лежишта на стубовима С4 и С8 је 216.2m. Укупна дужина мостовске конструкције између чеоних зидова обалних стубова износи 322.4m.

КОНСТРУКЦИЈА К1

Главни носач мостовске конструкције К1 је претходно напрегнути бетонски сандук константне висине - укупна висина пресека у оси коловоза износи 1.8 m. Доња плоча сандука је константне ширине од 6.0m, са променљивом дебљином од 15cm. у пољу и крајњим ослонцима до 40cm. над средњим ослонцима. Дебљина ребара сандука је променљива од 24cm. у пољу до 40cm. над ослонцима.

Укупна ширина горње плоче сандука са конзолама износи 10.6m - дебљина плоче унутар сандука је константна од 18cm. а на конзолним деловима променљива од 12cm. уз ивичне венце до 24cm. на споју са ребрима. Горња површина коловозне плоче између ивичњака пројектована је у двостраном попречном паду.

На спољу са ребрима сандука обе плоче су ојачане вутама и то 10/30cm. на доњој, односно 60/7.5cm.на горњој плочи.

У трећинама распона главног носача изведени су пуни попречни носачи у пуној висини пресека, дебљине 20cm., а над стубовима ослоначки попречни носачи- на обалном стубу С1 дебљине 60cm.а на средњим стубовима С2 и С3 100cm.

Облик и димензије попречног носача на стубу С4 прилагођени су конструктивном решењу ослањања обе конструкције у истој оси, при чему се К1 ослања директно на стуб, а К2 се преко кратког елемента ослања на попречни носач К1. Висине попречних носача К1 и К2 у оси стуба С4 су смањене на 85 cm.

Главни носач је проходан целом дужином од С1 до С4 јер су у свим средњим и ослоначким попречним носачима над стубовима С2 и С3 остављени отвори за пролазак. Ревизиони отвор за улаз у сандук је на доњој плочи у близини стуба С1.

КОНСТРУКЦИЈА К2

Главни носач мостовске конструкције К2 је претходно напрегнути бетонски сандук променљиве висине, од 1.8m. у пољима и над крајњим ослонцима до 2.4m. над средњим ослонцима. Ширина доње плоче сандука је константна и износи 6.0m. Дебљина плоче од 15cm. у пољима и над крајњим ослонцима се повећава се на 50cm. над средњим стубовима С5 до С7. Ребра сандука су као код К1 променљиве дебљине од 24cm. до 40cm.

Димензије горње плоче су задржане као на К1 - ширина 10.6m, дебљина унутар сандука 18cm. а на конзолама 12cm до 24cm. Спојеви плоча са ребрима сандука су ојачани вутама.

Средњи попречни носачи су изведени у четвртинама распона у крајњим пољима, односно у петинама распона у средњим пољима - они су у пуној висини пресека, дебљине 20cm. Ослоначки попречни носачи над средњим стубовима С5 до С7 су дебљине 100cm., а на обалном стубу С8 60cm.

Главни носач је проходан целом дужином од С8 до С4 јер су у свим средњим и ослоначким попречним носачима над стубовима С5 и С7 остављени отвори за пролазак. Ревизиони отвор за улаз у сандук је на доњој плочи у пољу С7- С8.

ОСЛОНЦИ и СТУБОВИ

Ослањање конструкција К1 и К2 на обалне стубове је преко пара покретних армирано бетонских лежишта - пендела димензија 40/100cm. дужине 80cm.

Средњи ослонци конструкције К1 у осама С2 и С3 су по два кружна стуба пречника 100cm. на осовинском растојању од 4.0m. у попречном правцу. Висина стубова је од 7.6 до 8.6m. На доњем крају стубови су у наставку аб шипова пречника 120cm., а на горњем крају су укљештени у главни носач.

Средњи ослонци конструкције К2 у осама С5 до С7 су по два кружна стуба пречника 120cm. на осовинском растојању од 3.8m. у попречном правцу. Ови стубови су на доњем крају укљештени у наглавне греде шипова, а на горњем крају зглобно везани са главним носачем. Зглобна веза преко аб линијских зглобова, типа "Freyssinet" остварена је сужавањем пресека стубова на пресек ширине 25cm и висине 6cm. Висина стубова од доње ивице главног носача до горње ивице наглавних греда је од 7.8 до 8.7m.

На стубу С4 конструкција К1 се ослања преко линијског зглоба, а конструкција К2 посредством неотопф лежишта носивости 2000 kN преко попречног носача К1 у оси С4 .

ФУНДИРАЊЕ

Обе конструкције су фундиране на стени, посредством бушених шипова система "Беното". Дубина укопавања у стену (кречњаци и шкриљци) је од 2.0-2.5 m. Дужине шипова су променљиве од 10.15-12.3m за К1 , односно 2.85-10.0m за К2. Пречник шипова је 100cm на обалним , односно 120cm на средњим стубовима.

Пројектом је предвиђена употреба бетона различитог квалитета за поједине делове конструкције и то:

.. МБ22 - бушени шипови система Беното;
.. МБ35 - сандучасти главни носачи конструкције К1;
.. МБ40 - сандучасти главни носач конструкције К2;
.. МБ45 - покретна аб лежишта – клатна на стубовима С1 и С8;
.. МБ30 – сви остали бетонски елементи - стубови обални и средњи, наглавне греде шипова, монтажне плоче пешачких стаза и ивичних венаца...

Цела конструкција је армирана са арматуром квалитета Č0200 (Č-37). За преднапрезање носеће конструкције примењени су каблови система ИМС у ребрастим цевима Č150/160 и то 6Ø7 за главне носаче, односно 6Ø5 за попречно преднапрезање коловозне плоче.

САОБРАЋАЈНИ ПРОФИЛ

Пројектована нивелета моста је једностраном подужном паду од око 0.67%, од стуба С1 ка стубу С8. Попречни пад коловоза је двостран од 1.5% - у средњем делу коловоза ширине 2.4m је заобљен вертикалном кривином R=80m.

Саобраћајни профил између стубова С1 и С8 је константан целом дужином обе мостовске конструкције; његова укупна ширина износи 10.7m, коловоз ширине 7.0m и обостране пешачке стазе са челичном оградом бруто ширине по 1.85m. Раздвајање коловоза и пешачких стаза је обезбеђено денивелацијом пешачке стазе и коловоза за 20cm.

Постојећи застор на коловозу је асфалт пројектоване дебљине 5cm, а на пешачким стазама тврдо ливени асфалт дебљине 2 cm.

Над стубовима С1, С4 и С8 изведене су челичне дилатационе спојнице - чешљеви, док су на пешачким стазама изведене челичне спојнице са клизним лимовима.

Ограда пешачке стазе је изведена од челичних цеви правоугаоног пресека (рукохват) са вертикалним лимовима као стубићима ограде (истовремено представљају и испуну ограде).

Постојећи систем одводњавања на мосту је отвореног типа и сва вода са моста иде у реку или на терен у зони испод моста. Одводњавање коловоза је решено попречним падом коловозне плоче са сливницима који су постављени на растеру од 20m.

ОШТЕЋЕЊА МОСТА

САОБРАЋАЈНИ ПРОФИЛ

Коловозни застор

Прегледом су уочена оштећења у виду прслина у асфалтном застору у зони дилатација, као и ударне рупе у асфалту. Такође, у зони ивичњака, уочене су деформације асфалтног застора.

Пешачке стазе

Асфалтни застор ревизионих стаза је дотрајао, са многобројним прслинама и прекидима. Уочене су поломљене монтажне плоче пешачких стаза. У фугама између пешачке стазе и ивичњака долази до задржавања воде и појаве вегетације.

Ивичњаци

Ивичњаци на мосту су оштећени, местимично испуцали и у зонама дилатације су дислоцирани или недостају.

Ограда пешачке стазе

На оградама пешачких стаза, уочена су оштећења од корозије. У оквиру ограде су постављени стубови јавне расвете и на тим местима су уочена оштећења од поодмакле корозије, како на огради, тако и на стубовима јавне расвете. На појединим местима ограда је деформисана.

Дилатације

На дилатацијама су уочена оштећења, корозија и прљавштина. Испод дилатације не постоји кецеља за одвод воде, услед чега долази до влажења бетона у зони дилатација. На делу дилатације на пешачкој стази уочено је да на једном месту фали прелазни лим дилатације.

Сливници и одводњавање

На мосту мосту постоје сливници, међутим, већина сливника је местимично или потпуно прекривена наносима земље. Тиме је одводњавање са моста отежано. На појединим местима су сливничке цеви кратке и долази до појаве калцификације и одламања заштитног слоја на конзолама коловозне плоче у зони сливника, као и на ребрима главног носача.

Парапети пешачке стазе

На парапетима су видљива оштећења заштитног слоја бетона, као и кородирана арматура. На споју пешачке стазе и парапета долази до процуривања услед чега су примећене зоне са калцификацијом на доњој страни конзола пешачких стаза.

КОНСТРУКЦИЈА МОСТА

Главни носач

Приликом прегледа унутрашњости главног носача уочени су трагови процуривања на коловозној плочи у виду локалних калцификованих зона, као и процуривања на местима прслина. На коловозној плочи постоје зоне са видљивом кородираном арматуром. У појединим коморама остала је оплата за затварање помоћних отвора у коловозној плочи. У зони појединих анкер-блокова каблова за преднапрезање постоје косе прслине.

На ребрима главног носача регистрована је калцификација. Посебно је упечатљиво да се калцификација јавља дуж трасе каблова за преднапрезање. Постоје помоћни арматурни анкери дуж ребара главног носача који нису исечени. Прслине на ребрима су уочене у пољу С2-С3, при чему прслина у комори уз стуб С3 иде читавом висином ребара. На том месту се у потпуности виде кородирали каблови за преднапрезање услед процуривања. Уз поједине анкер-блокове уочене су косе прслине на ребрима. У пољима С1-С2 и С7-С8 урађен је мали заштитни слој бетона на ребрима главног носача, услед чега се виде кородирале узенгије у висини од 10 – 50 cm.

У пољу С2-С3 регистроване су прслине и пукотине у доњој плочи које се шире и у ребра. У комори уз стуб С3 постоји пукотина целом висином плоче у којој се може видети кородирана арматура. Такође, у појединим коморама постоји шут и нечистоћа.

ОСЛОНЦИ

Приступ пенделима није био могућ, а заштитна АБ маска је онемогућила да се визуелно процени стање пендела. С обзиром на стање дилатација и на трагове процуривања на месту споја обалних стубова и заштитне АБ маске пендела, може се претпоставити да у зони пендела има нагомилане нечистоће и да се задржава вода која доспе са коловоза. Право стање пендела биће одређено током радова на рехабилитацији и након делимичног рушења заштитне АБ маске.

СТУБОВИ И ТЕМЕЉИ

Средњи стубови су у добром стању. Примећена су мања оштећења заштитног слоја. На обалним стубовима је присутна калцификација у зонама око дилатације услед процуривања дилатације. Кегла обалног стуба С8 је обрасла вегетацијом. Обални стуб С1 је у потпуности затрпан земљом и није могуће утврдити стање бетона.

ИНСТАЛАЦИЈЕ

На мосту се налазе каблови инсталација, који нису прописно вођени па местимично висе са спољне стране моста. Инсталације за јавну расвету пролазе кроз пешачку стазу.

ТЕРЕН У ЗОНИ МОСТА

Терен у зони моста је обрастао растињем. У зони око стуба С1 налазе се стара возила која се не користе већ дуже време.

Учесници у прегледу:

Н. Јаковљевић, дипл. инж. грађ.

С. Марић, дипл. инж. грађ.

Н. Ђорђевић, дипл. инж. грађ.

С. Илић, грађ. техн.

ФОТОДОКУМЕНТАЦИЈА УОЧЕНИХ ОШТЕЋЕЊА

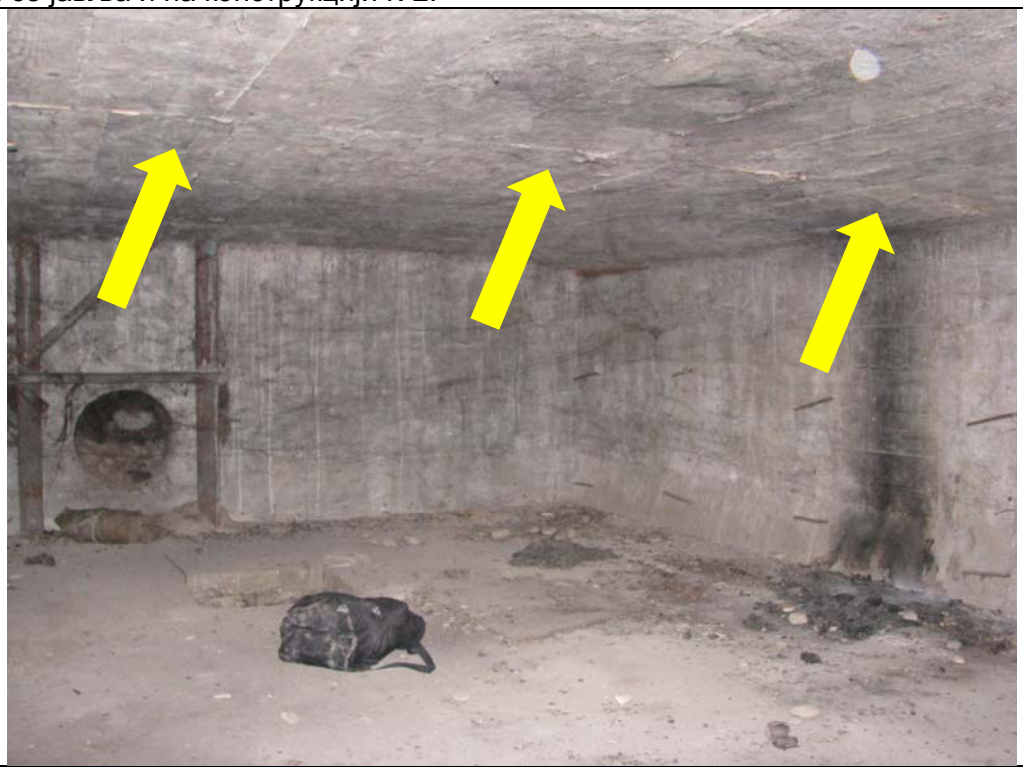
Слика 1.
Ударне рупе на коловозу

Слика 2.
Подужне и попречне прслине на асфалту пешачке стазе као и видне деформације на асфалту коловоза.

Слика 3.
Низводна ограда пешачка стаза моста, са видним деформацијама-смакнућима рукохвата ограде .

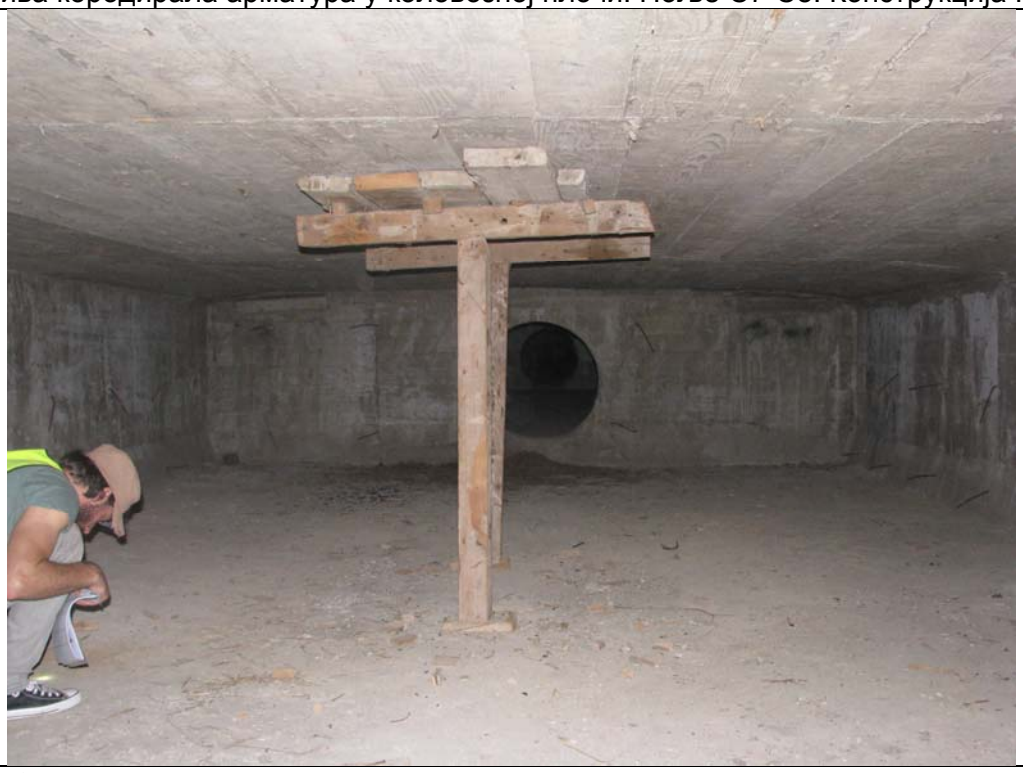
Слика 4.
Карактеристично стање стубова електро расвете. Корозија и значајно смањење носећег пресека стуба.

Слика 5.
Калцификација у коловозној плочи. Конструкција К-1. Калцификација у коловозној плочи се јавља и на конструкцији К-2.



Слика 6.
Прслина у коловозној плочи са појавом калцификације. Конструкција К-1. Исте прслине се јављају и на конструкцији К-2

Слика 7.
Видљива кородирала арматура у коловозној плочи. Поље С7-С8. Конструкција К-2

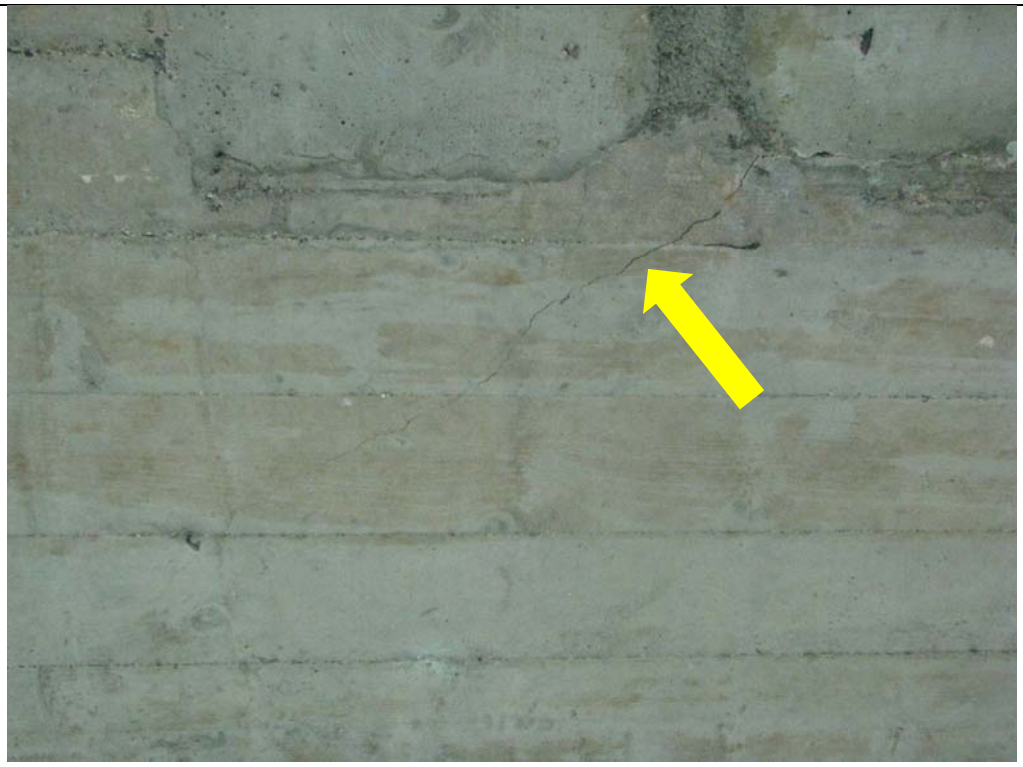


Слика 8.
Заостала оплата на коловозној плочи сандука. Конструкција К-1

Слика 9.
Чело анкер блока на коловозној плочи није адекватно обрађено. Видљива арматура и котва кабла за преднапрезање. Конструкција К-2.

Слика 10.
Пукотина у доњој плочи сандука по целој ширини и дебљини плоче.Конструкција К-1. Поље С2-С3

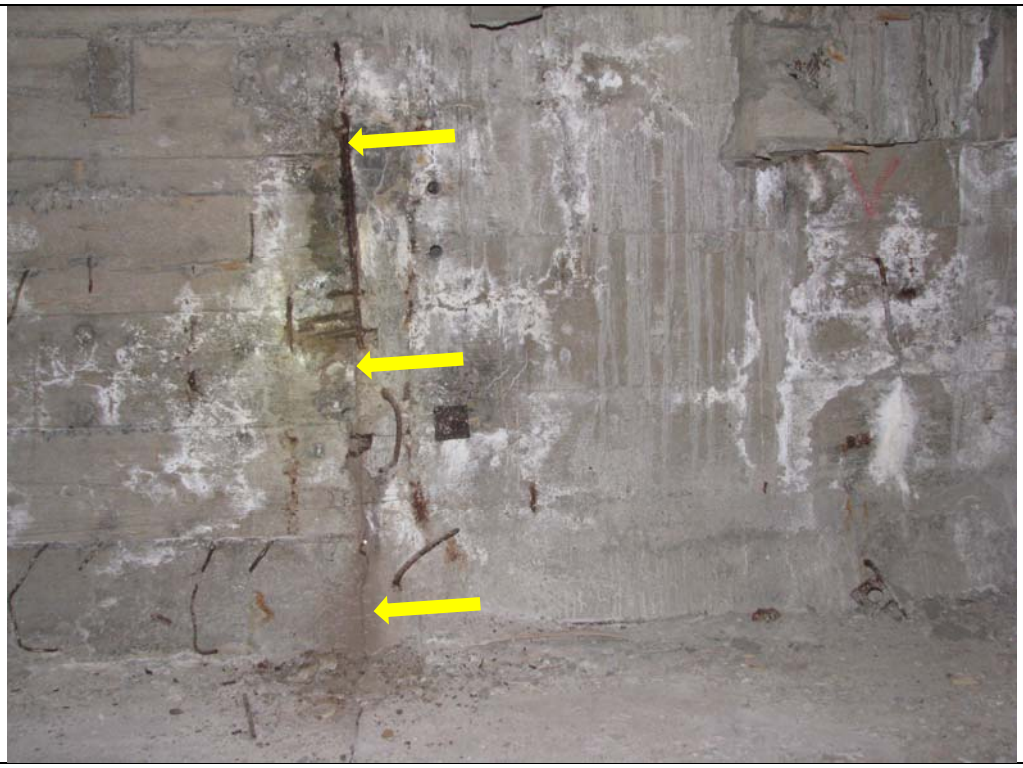
Слика 11.
Пукотина у доњој плочи сандука по целој ширини и дебљини плоче. Конструкција К-1. Поље С2-С3. Спољa



Слика 12.
Пукотина у доњој плочи сандука у зони анкер блока. Конструкција К-1, поглед са спољашње стране.

Слика 13.
Нечистоћа на доњој плочи главног носача. Поље С4-С5. Конструкција К-2.

Слика 14.
Калцификација у ребрима сандука у зони каблова за преднапрезање и заостали арматурни анкери у ребрима сандука.



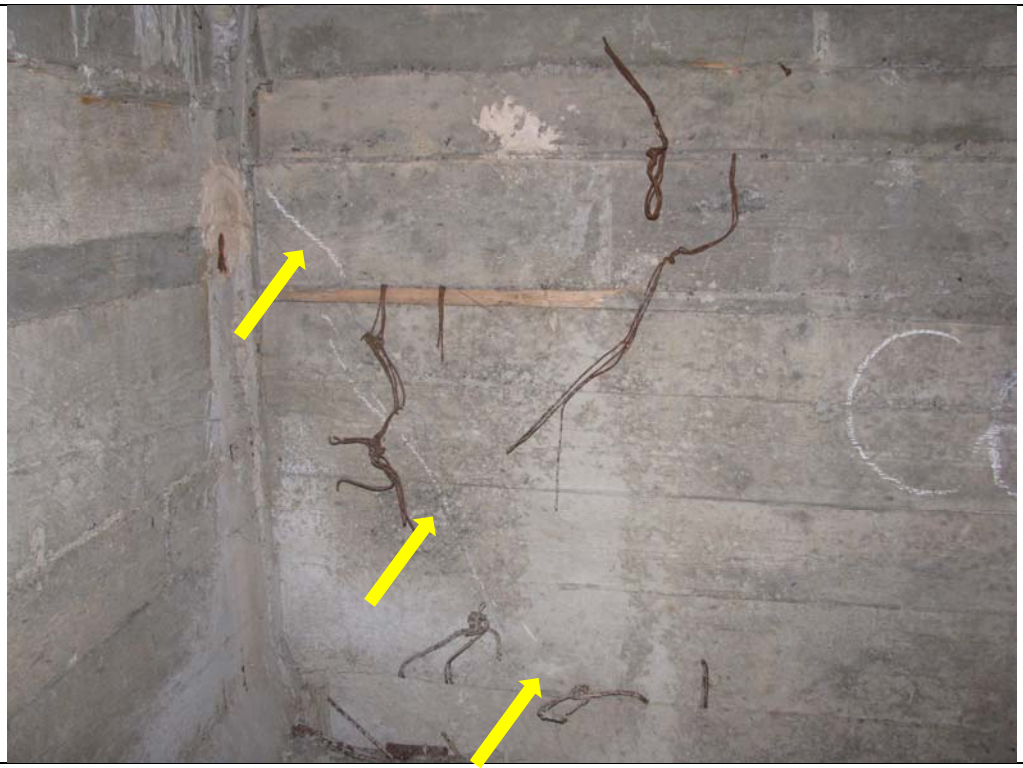
Слика 15.
Пукотина у ребру сандука целом висином ребра. Поље С2-С3. Конструкција К-1.

Слика 16.
Пукотина у ребру сандука целом висином ребра. Поље С2-С3. Конструкција К-1, поглед са спољашње стране.

Слика 17.
Прслина у ребру главног носача. Поље С4-С5. Низводно ребро. Конструкција К-2.

Слика 18.
Мали заштитни слој и видљива арматура у ребру главног носача. Конструкција К-2.

Слика 19.
Чело анкер блока на ребру главног носача није адекватно обрађено. Видљива арматура и котва кабла за преднапрезање. Конструкција К-2.



Слика 20.
Прслина на попречном носачу изнад стуба С6. Конструкција К-2.

Слика 21.
Прслина на попречном носачу изнад стуба С7. Конструкција К-2.

Слика 22.
Прслина на секундарном попречном носачу у пољу С6-С7. Конструкција К-2.

Слика 23.
Трагови процуривања и калцификације на конзолама коловозне плоче

Слика 24.
Поглед на обални стуб С1. Лежиште је неприступачно и затрпано. У простору испод моста је вегетација, аутомобили и отпад. Приземна грађевина је делом у габариту мостовске конструкције.

Слика 25.
Поглед на обални стуб С1. Кегла и терен у зони моста је у бујној вегетацији. Лежиште је неприступачно.

Слика 26.
Поглед на лежишну греду обалног стуба С8. Бетонска маска је пукла и изгубила вертикалност. Аб пендели су неприступачни. Инсталације неправилно вођене преко лежишне греде.

Слика 27.
Поглед на обални стуб С8. Инсталације неправилно вођене преко кегле. Кегла и терен у зони моста је у бујној вегетацији. Изграђене грађевине без тренутне функције уз конструкцију моста на обалном стубу.

Слика 28.
Поглед на средњи стуб С7. Зглоб на врху стуба је коректно изведен. Стање средњих стубова је глобално без видљивих оштећења.

Слика 29.
Поглед на лежиште на стубу С4. Видљива вертикална прслина на конструкцији К2 на месту лежишта.

Слика 30.
Одводњавање је решено двостраним падом коловозне плоче, тако да су сливници постављени на узводној и низводној страни. Дужина сливника није довољна.

Слика 31.
Сливничке решетке делимично затворене чиме је коректно одводњавање онемогућено.

Слика 32.
Инсталације некоректно вођене на месту обалног стуба С8.

Слика 33.
Терен у зони моста је у бујној вегетацији.

2/1.5.2 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ

Инвеститор:	ЈП „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“
Пут:	Државни пут IБ реда бр.26,гранични прелаз Мали Зворник
Објекат:	Мост Каракај преко реке Дрине

НОСЕЋА КОНСТРУКЦИЈА

Друмски мост Каракај преко реке Дрине састоји се од две независне мостовске конструкције К1 и К2, са заједничким ослонцем у оси стуба С4. Обе конструкције су армиранобетонски претходно напрегнути носачи статичког система континуалне греде - К1 преко три поља распона 2x35.0+35.4m, а К2 преко четири поља распона 47+2x61.1+47m. Дужина моста између ослонаца на крајњим стубовима С1 и С8 износи 321.6m.

Главни носачи обе конструкције су претходно напрегнути бетонски носачи сандучастог пресека. Висина главног носача конструкције К1 је константна и износи 1.8m у средини попречног пресека, док је висина главног носача конструкције К2 променљива од 1.8m у пољима и над крајњим ослонцима до 2.4m над средњим ослонцима. Сандуци су проходни целом дужином конструкције. Доња плоча оба сандука је константне ширине 6.0m, а дебљина се мења од 15-40cm код К1, односно од 15-50cm код К2. Дебљина ребара оба сандучаста главна носача је променљива и износи 24-40cm. Укупна ширина горње плоче са конзолама код обе конструкције износи 10.6m. Дебљина коловозне плоче унутар сандука је константна од 18cm, а на конзолним деловима променљива од 12cm уз ивичне венце до 24cm на споју са ребрима.

На обе конструкције су поред ослоначких попречних носача над стубовима изведени и секундарни попречни носачи у пољима на растеру од 11.67-12.2m. Дебљина попречних носача у пољу је 20cm, над крајњим ослонцима 60cm, а над средњим ослонцима 100cm. Облик и димензије попречног носача на заједничком стубу С4 прилагођени су конструктивном решењу ослањања обе конструкције у истој оси - конструкција К1 се ослања у оси стуба преко попречног носача дебљине 120 и висине 85cm. На овом попречном носачу су у оси С4 постављена лежишта на која је преко кратког елемента висине 81cm ослоњена конструкција К2.

САОБРАЋАЈНИ ПРОФИЛ

Саобраћајни профил на мосту је константан целом дужином обе мостовске конструкције. Укупна ширина саобраћајног профила са ивичним парапетним плочама износи 10.7m и чине га коловоз ширине 7.0m и обостране пешачке стазе са челичном оградом бруто ширине по 1.85m. Раздвајање коловоза и пешачких стаза је обезбеђено денивелацијом пешачке стазе и коловоза за 20cm. Пројектована нивелета моста је једностраном подужном паду од око 0.67%, од стуба С1 ка стубу С8. Попречни пад коловоза је двостран од 1.5%, а у средњем делу коловоза ширине 2.4m је заобљен вертикалном кривином R=80m.

Над стубовима С1, С4 и С8 изведене су челичне дилатационе спојнице - чешљеви на коловозу, док су на пешачким стазама изведене челичне спојнице са клизним лимовима.

Постојећи застор на коловозу је асфалт пројектоване дебљине 5cm а на пешачким стазама тврдо ливени асфалт дебљине 2cm.

СТУБОВИ И ФУНДИРАЊЕ

Ослањање мостовских конструкција на обалне стубове С1 и С8 је преко пара покретних армирано бетонских пендела димензија 40/100cm, дужине 80cm. Средњи ослонци обе конструкције су на по два кружна стуба пречника 100cm (К1), односно 120cm (К2), на међусобном осовинском размаку у попречном правцу од 4.0m (К1), односно 3.8m (К2). Веза средњих стубова и главног носача је код К1 укљештена, а код К2 зглобна.

Обе конструкције су фундиране на стени, помоћу бушених шипова система "Беното" који су укопани у носећи слој 2.0-2.5 m. Пречник шипова је 100cm на обалним, односно 120cm на средњим стубовима.

Стубови С2, С3 и С4 су кружни Ø100cm, настављају се директно без наглавне греде на појединачне шипове Ø120cm. Стубови С5, С6 и С7 су кружни Ø120cm, настављају се преко наглавне греде на групу од по 4 шипа Ø120cm у линији.

Материјали

Пројектом је предвиђена употреба бетона различитог квалитета за поједине делове конструкције и то:

.. МБ22 - бушени шипови система "Беното";
.. МБ35 - сандучасти главни носач конструкције К1;
.. МБ40 - сандучасти главни носач конструкције К2;
.. МБ45 - покретна аб лежишта – клатна на стубовима С1 и С8;
.. МБ30 - сви остали бетонски елементи - стубови обални и средњи, наглавне греде шипова, монтажне плоче пешачких стаза и ивичних венаца.

Сви конструктивни елементи обе конструкције су армирани арматуром квалитета Č0200(Č-37). За претходно напрезање обе носеће конструкције примењени су каблови система ИМС у ребрастим цевима Č150/160.За подужно преднапрезање главних носача примењени су каблови 6Ø7, а за попречно преднапрезање коловозне плоче каблови 6Ø5.

2. СТАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УОЧЕНО ПРЕГЛЕДОМ

Детаљним прегледом који је обављен у јулу 2018.године обухваћен је преглед саобраћајног профила и свих конструктивних елемената обе мостовске конструкције К1 и К2.

Прегледом саобраћајног профила констатована су оштећења на свим елементима:

... застор на коловозу и стазама испуцао, деформисан и са рупама,
... изведена дебљина асфалта је променљива, на деловима уз ивичњаке је повећана, па је пројектована денивелација пешачке стазе и коловоза 11-21cm
... ивичњаци оштећени или недостају,
... монтажне плоче пешачких стаза оштећене, а у фугама се задржава вода,
... челичне ограде пешачких стаза захваћене корозијом, местимично деформисане,
... дилатационе справе запрљане, оштећене, са недостајућим челичним елементима на пешачким стазама и без гумених олука за одвођење воде са коловоза па долази до квашења бетонских површина у зони дилатација,
... већина сливника са кратким сливничким вертикалама те долази до влажења конструкције у зонама сливника.

Постојеће стање саобраћајног профила веома неповољно утиче на безбедност учесника у саобраћају, па је неопходна његова реконструкција.

Прегледом унутрашњости главних носача, уочени су трагови процуривања воде са коловоза кроз плочу у виду калцификације, као и зоне са видљивом кородираном арматуром. У зони појединих постојећих анкер-блокова каблова за преднапрезање уочене су косе прслине. Калцификација је уочена на ребрима главног носача и дуж трасе каблова за претходно напрезање.

На главном носачу конструкције К1 уочене су прслине и пукотине у доњој плочи које се шире у ребра (поље С2-С3). У истом пољу уочена је пукотина по целој дебљини доње плоче

са видљивом коородираном арматуром, као и прслине у ребрима које се пружају по целој висини (зона уз С3) са видљивом корозијом каблова за претходно напрезање. У пољима С1-С2 и С7-С8 изведен је мали заштитни слој бетона на ребрима главног носача, услед чега се виде кородирале узенгије у висини од 10 до 50cm.

Стање армирано бетонских ослонаца-пендела на обалним стубовима С1 и С8 није могло бити утврђено због заштитне маске која онемогућава приступ и нагомиланог ђубрета у зони ослонаца. Лежишта конструкције К2 смештена на стубу С4 због свог положаја (између ослоначких попречних носача на К1 и К2) нису била доступна прегледу па њихово стање није могло бити утврђено.

Обални стуб С1 је затрпан земљом. На средњим стубовима осим местимичних површинских оштећења бетона нису регистрована већа оштећења.

Кегле и терен у зони моста су обрасли вегетацијом.

На мосту се налазе каблови инсталација, који нису прописно вођени, те местимично висе са спољне стране моста. Инсталације за јавну расвету пролазе кроз пешачку стазу.

3. ПОДЛОГЕ ЗА ИЗРАДУ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА

- Пројектни задатак Инвеститора
- Геодетска подлога
- Хидролошки и метеоролошки подаци РХМЗ, август 2018.
- Главни пројекат друмског моста преко реке Дрине код Зворника који је 1971.год израдило Предузеће за пројектовање "Преднапрегнути бетон" из Београда
- Елаборат о прегледу и стању моста Каракај са хидролошко - хидрауличком анализом реке Дрине у профилу моста који је 2017.године израдила Пројектна организација "ASMEC COSULTANTS" d.o.o., Београд.
- Идејно решење моста, август 2018.
- Важећи закони, прописи, правилници, стандарди и норме квалитета за ову врсту техничке документације.

4. КОНСТРУКТИВНО РЕШЕЊЕ

У складу са стањем мостовске конструкције констатованим прегледом, као и захтевима Пројектног задатка, Идејним пројектом реконструкције моста Каракај преко реке Дрине на граничном прелазу Мали Зворник предвиђена је реконструкција постојећег саобраћајног профила.

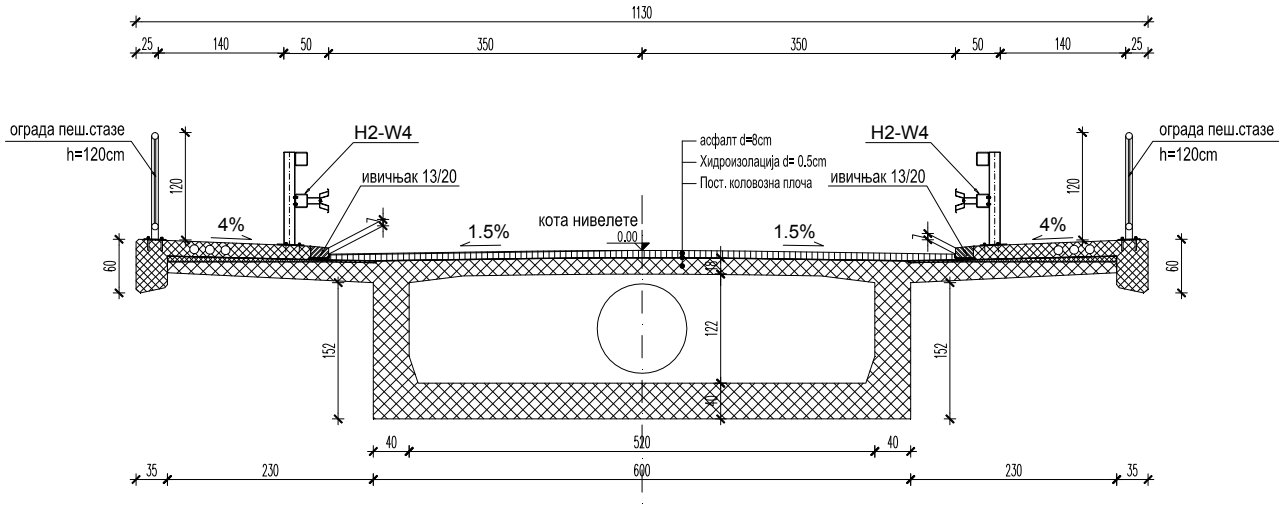
Задржана је ширина постојећег коловоза од 7.0m са две саобраћајне траке, а бруто ширина пешачких стаза повећана је за по 30cm. У складу са препорукама датим у Правилнику за пројектовање путева у Републици Србији, усвојена је варијанта са пешачким стазама издигнутим у односу на коловоз за 7cm. За раздвајање коловоза од површина за пешачки саобраћај предвиђени су камени ивичњаци 20/13 cm и заштитне челичне ограде степена задржавања H2-W4 са плаштом постављеним у линији коловоза.

На пешачким стазама су усвојени ивични парапети ширине 35cm што за последицу има повећање укупне ширине горњег строја са 10.7m на 11.3m. За осигурање спољних ивица пешачких стаза предвиђене су челичне ограде висине 120cm анкероване у ивичне парапете.

У циљу контролисаног одводњавања површинских вода са коловоза и пешачких стаза предвиђена је израда нивелационог слоја на конзолним деловима коловозне плоче у зони пешачких стаза са падом ка коловозу.

Новопројектовани застор на коловозу састоји се од нове хидроизолације у виду битуменских трака и асфалта у два слоја минималне укупне дебљине 8cm. Везни слој је предвиђен од асфалт бетона АВ11, а хабајући слој дебљине 4cm је АВ11s .
На пешачким стазама је предвиђен "anti-skid" премаз који има хидроизолациона својства.

Новопројектовано стање



5. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

ПРОРАЧУНСКИ МОДЕЛИ

Статички прорачун спроведен је коришћењем програмског пакета "Tower - 3D Model Builder 7.0 " фирме "Radimpex" из Београда.

Мост чине две конструкције К1 и К2, повезане Герберовим зглобом на заједничком стубу С4, са следећим распонима:

К1 - 3x35m, К2 - 47+2x61.1+47m.

Прелиминарним статичким прорачуном размотрена је могућност укидања Герберовог зглоба изнад заједничког стуба С4, које је у Пројектном задатку назначено као "Дозвољена и пожељна промена статичког система". С обзиром да би континуирање конструкције захтевало значајан обим интервенција (помоћне конструкције за прихватање К2 у фази континуирања, додатна ојачања конструкције у зони зглоба, знатна ојачања стубова због промене тежишта рамовске конструкције за пријем подужних сила, као и повећани капацитет дилатационих справа на обалним стубовима), ова интервенција није технички и економски оправдана и више није разматрана у даљем прорачуну.

За обе носеће конструкције је спроведен контролни статички прорачун, са срачунатим реалним губицима силе преднапрезања и оптерећењима усвојеним у складу са важећим прописима, захтевима Пројектног задатка и новопројектованим решењем саобраћајног профила.

ГЛАВНИ НОСАЧ

Носећа конструкција је третирана као линијски носач. Геометријске карактеристике главног носача су срачунате у десетинама распона, при чему су узимане у обзир:

К1	
висина носача	180cm
дебљина доње плоче	15-40cm
дебљина ребра	25-40cm
дебљина коловозне плоче	18cm
К2	
висина носача	180-240cm
дебљина доње плоче	15-50cm
дебљина ребра	25-40cm
дебљина коловозне плоче	18cm

Рачунски пресеци су као и у Основном пројекту усвојени у десетинама распона, па су тако и усвојене дужине штапова у систему: 3.50; 4.70 и 6.11 метара.

Карактеристике штапова главних носача које су улазни подаци за прорачунски модел срачунате су на основу подлога из Основног пројекта (статички прорачун, диспозиције и планови оплате) као средње вредности на крајевима штапова: површина попречног пресека (A_x, A_y, A_z), растојање горњег и доњег влакана до тежишта (e_o, e_u) и моменти инерције (I_x, I_y, I_z).

ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ

Утицаји у попречним носачима срачунати су у просторном моделу, са линијским ослонцима на месту стубова. За овај прорачун носећа конструкција је моделирана као роштиљ са две подужне греде на међусобном растојању које одговара растојању оса подужних ребара сандука носеће конструкције и попречним носачима - ослоначким и секундарним у пољима, као и фиктивним носачима у десетинама распона којима су моделиране плоче сандука. Површине и крутости подужних греда су усвојене са карактеристикама главног носача помноженим коефицијентом 0.5.
Карактеристике стварних попречних носача унетих у модел одговарају њиховим реалним карактеристикама, при чему су у пресек узети и делови горње и доње плоче сандука; карактеристике секундарних, замењујућих носача добијене из услова једнаких померања плоча сандучастог носача на месту споја са ребрима и у моделу.

КОЛОВОЗНА ПЛОЧА

Утицаји у коловозној плочи срачунати су у просторном моделу са плочастим елементима којима су моделирани коловозна плоча, главни и попречни носачи. Димензије плочастих елемената су усвојене према стварним димензијама из планова оплате носеће конструкције. Моделирано је једно поље, односно распон носеће конструкције, са тачкастим ослонцима на месту стубова.

СТУБОВИ И ФУНДИРАЊЕ

Стубови

Утицаји у средњим стубовима су срачунати у просторном моделу са две подужне греде и попречним рамовима на месту стубова. Растојање подужних греда одговара растојању оса подужних ребара сандука носеће конструкције, а размак стубова у попречним рамовима постојећем стању.

Стубови С2 - С7 су моделовани као линијски штапови константног попречног пресека са реалним карактеристикама према димензијама из Основног пројекта. С обзиром да током израде пројекта нису били доступни Геомеханички елаборат из Основног пројекта и геомеханичке карактеристике постојећег тла, за прорачун утицаја у средњим стубовима усвојене су замењујуће дубине укљештења према подацима из Основног пројекта.

Стубови С1 и С8 су у овом моделу унети као тачкасти ослонци.

За прорачун утицаја и носивости конструктивних елемената обалних стубова, направљен је посебан просторни модел.

Шипови

Прорачун утицаја од савијања шипова у тлу спроведен је на посебним моделима за свако стубно место с обзиром на различите дужине шипова и дубине слојева тла .

Шипови су у модел унети као линијски штапови константног попречног пресека са реалним карактеристикама и димензијама, а тло у зони шипова је моделирано са линијским еластичним ослонцима у хоризонталним равнима и тачкастим непокретним ослонцем у дну шипова. Крутости хоризонталних ослонаца су усвојене према препорученим вредностима из доступне литературе. Коришћени стандарди према којима су одређене крутости су: DIN 4094 и DIN1054.

У прорачуну су усвојене хоризонталне крутости еластичних ослонаца:

k_h=15000kN/m^2/m' песак

k_h=25000kN/m^2/m' шљунак

k_h=50000kN/m^2/m' стена

АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

Анализа оптерећења је приказана у поглављу **2.** Статичког прорачуна. Разматрана су следећа оптерећења:

Сопствена тежина

Сопствена тежина носеће конструкције (главни и ослоначки попречни носачи), као и стубова обухваћена је истоименом програмском наредбом (selfweight), јер су штапови задати са правим површинама попречних пресека и од материјала запреминске тежине 25kN/m^3. Секундарни носачи су унети као замењујуће оптерећење.

Стални терет – постојеће стање

Овим оптерећењем обухваћена је пројектована и изведена суперструктура на објекту према Основном пројекту и постојећем стању:

- асфалтни застор на коловозу дебљине 5cm;
- аб парапети и монтажне плоче на пешачкој стази;
- ливени асфалт на пешачкој стази дебљине 2cm;
- инсталације;
- ивичњаци;
- челична ограда;
- парапетне плоче.

Укупно вертикално оптерећење од постојећег сталног терета које је унето у прорачун износи Dg=24.0 kN/m, што одговара оптерећењу из Основног пројекта (Dg=23.83 kN/m).

Стални терет – новопројектовано стање

Овим оптерећењем обухваћена је тежина новопројектоване суперструктуре на објекту:

- асфалтни застор на коловозу дебљине 8cm;
- хидроизолација 0.5cm;
- слој за нивелацију на конзолама, којим се коригује пад на пешачким стазама ка сливницима;
- пешачка стаза;
- камени ивичњаци 13/20cm са подливкама дебљине ~2cm;
- челичне ограде пешачких стаза и заштитне ограде H2-W4;
- систем за одводњавање.

Укупно вертикално оптерећење од новопројектованог сталног терета које је унето у прорачун износи Dg=43.9 kN/m, што је за ≈84% веће у односу на оптерећење из Основног пројекта (Dg=23.83 kN/m). Разлика у оптерећењу од ≈20.0kN/m у највећој мери потиче од нове пешачке стазе са ивичним парапетима ширине 35cm и веће дебљине асфалта.

Претходно напрезање – постојећи каблови

Силе претходног напрезања које су примењене у Основном пројекту:

- подужни каблови у ребрима и плочама: 6∅7 - трајна сила 200kN, почетна сила на преси 240kN;
- попречни каблови у плочи : 6∅5 - трајна сила 100kN, почетна сила на преси 120 kN.

Утицаји од претходног напрезања срачунати су на основу диспозиције каблова реконструисане према документацији из Основног пројекта. Каблови за преднапрезање су за потребе прорачуна позиционирани као у Основном пројекту:

конструкција К1:

- у ребрима позиције 1-24;
- у горњој плочи позиције 51-53.

конструкција К2:

- у ребрима позиције 1-10, 30-35;
- у горњој плочи позиције 20-27, 50-53, а у доњој плочи позиције 41-45.

Прорачун почетних губитака укључивао је губитке услед трења, уклињавања и еластичног скраћења. Губици су урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији, у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања.

Трајне силе претходног напрезања које су коришћене за контролу напрезања главног носача у прорачуну, одређене су након прорачуна губитака од трења, уклињавања, еластичног скраћења носача, релаксације кабла, течења и скупљања бетона у пресецима у десетинама распона носача, тј. рачунским пресецима.

Губици силе преднапрезања од трења:

Усвојене вредности параметара трења су

μ= 0.25 x1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)

k=0.0015 x1/m (коефицијент трења услед колебања жице)

Губици силе преднапрезања од уклињавања:

Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС).

Величина увлачења клина 4mm.

N_k=сила на преси - 240 kN за 6Ø7, односно 120 kN за 6Ø5.

Са овако одређеним силама у кабловима умањеним за срачунате губитке од трења и уклињавања, формиран је резултујући кабл за цео пресек (од свих позиција каблова које припадају ребрима и припадајућих позиција каблова из горње и доње плоче) и то за све рачунске пресеке конструкције.

Добијене силе у резултујућем каблу и његов ексцентрицитет (на почетку и на крају штапа) у односу на тежиште јединственог пресека (сандука) унете су у статички модел у програму "TOWER" и од њих су добијени утицаји од претходног напрезања помоћу којих су срачунати губици од еластичног скраћења.

Губици од еластичног скраћења носача:

Силе преднапрезања умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе претходног напрезања за t=0, у рачунским пресецима.

Губици силе претходног напрезања од релаксације кабла:

$N_{k,t0}$ - сила претходног напрезања умањена за тренутне губитке

σ_{02}= 136 kN/cm^2 – конвенционална техничка граница развлачења

Губици силе претходног напрезања од течења и скупљања бетона :

Трајне силе претходног напрезања, унете су у статички модел и од њих срачунати утицаји од преднапрезања за t=∞ (Nx,Ty,Mz) у свим рачунским пресецима.

У односу на ове вредности, према извршеном прорачуну губитака, трајне силе су у кабловима у просеку ниже:

К1 - за **21.3-28.7%** у односу на величину силе на преси за диспозицију са укупним бројем каблова што је знатно већи губитак од 16.6% колико је усвојено у Основном пројекту.

К2 - за **24.3-30.9%** у односу на величину силе на преси за диспозицију са укупним бројем каблова што је знатно већи губитак од 16.6% колико је усвојено у Основном пројекту.

Корисно – саобраћајно оптерећење

У Основном пројекту саобраћајно оптерећење је усвајано према тада важећим прописима, односно правилнику ПТП-5 из 1949.године.

У складу са Пројектним задатком, за све постојеће носеће елементе за саобраћајно оптерећење усвојена је рачунска шема V440, према Правилнику о утврђивању носивости постојећих мостова на путевима, из 1994.године, а према препоруци Европске уније. Сви нови конструктивни елементи се димензионишу за шему возила V600.

За прорачун екстремних утицаја у главним носачима и лежиштима, као меродаван је изабран положај главне траке и возила уз ивичњак. Овај положај даје највеће торзионе моменте у главном носачу, а тиме и највеће утицаје у попречним носачима (трансверзалне силе и моменти савијања) и стубовима.

Возило "V440" је унето коришћењем програмске опције "Покретно оптерећење" где се задаје правац кретања возила за 2 шеме оптерећења, прописаним Правилником. Код шеме 1 оптерећење у главној траци се множи динамичким коефицијентом, док се код шеме 2 оба возила множе динамичким коефицијентом.

Расподељено оптерећење

Шема 1: У главној траци је 5kN/m^2, а на осталим површинама (остатак коловоза и пешачке стазе) 3kN/m^2 без динамичког коефицијента.

Шема 2: Нема расподељеног оптерећења ван возила.

Овом опцијом срачунавају се анвелопе екстремних вредности утицаја (Tγ, Mx i Mz) од саобраћајног оптерећења у рачунским пресецима конструкције.

Корисно оптерећење на пешачким стазама

У Основном пројекту и у овом пројекту корисно оптерећење је на пешачким стазама усвојено као расподељено површинско оптерећење од 5kN/m^2.

Притисак земље

Усвојени су следећи параметри тла:

γ =20,0kN/m^2; φ=32.5˚; c=0
активни притисак земље:

$$k_a = tg^2 \cdot (45^o - \frac{\varphi}{2}) = tg^2 \cdot (45^o - \frac{32.5^o}{2}) = 0.30\,,\ p_o = 5\frac{kN}{m^2} \cdot k_a \quad ,\ p_a = p_o + \gamma \cdot h \cdot k_a$$

Утицај температуре

Деловање температуре на мост узето је у прорачун са 3 случаја оптерећења:

- равномерна температурна промена тј. температура у оси штапа $T_0 = \pm 25^0$C....за контролу носивости стубова;
- неједнако загревање тј. температурна промена по висини ребра од +7°C (више загрејана горња страна) и
- неједнако загревање тј. температурна промена по висини ребра од -3,5°C ... за контролу напона у главном носачу. Модул еластичности бетона за МБ35 - E=3.3x10^{7}kN/m^2, МБ40 - E=3.4x10^{7}kN/m^2.

Прорачуном из Основног пројекта утицаји од температуре рачунати су за равномерну температурну промену $T_0 = \pm 20^0$C са модулом еластичности бетона E=3.0x10^7 kN/m^2 .

Сила кочења

На основу важећег Правилника о техничким нормативима за одређивање величине оптерећења друмских мостова разматрана је сила од заустављања возила једнака 1/20 равномерно расподељеног корисног оптерећења p_2=3.0kN/m^2 на целој површини коловоза моста, односно сила једнака трећини масе типског возила без динамичког коефицијента. Величина силе кочења унета у прорачун износи 264.0kN.

Оптерећење ветром

Величина оптерећења ветром одређена је према следећим стандардима SRPS U.C7.110: 1991, SRPS U.C7.111: 1991, SRPS U.C7.113: 1991.

У прорачуну су разматрана 2 случаја оптерећења:

- ветар на неоптерећену конструкцију -

К1 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=1.66kN/m
подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача m_t=0.23kNm/m

К2 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=1.90kN /m
подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача m_t=0.40kNm/m

- ветар на оптерећену конструкцију -

К1 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=3.80kN/m
подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача m_t=5.5kNm/m

К2 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=3.90kN/m
подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача m_t=5.8kNm/m

Сеизмика

Провера носивости на сеизмичке силе спроведена је према Нацрту правилника о техничким нормативима за пројектовање и прорачун инжењерских објеката у сеизмичким подручјима из 1986. године. Контрола носивости стубова спроведена је за земљотрес у подужном и попречном правцу.

Параметри за прорачун величине сеизмичке силе

За надземну аб конструкцију гредног и рамовског система (коефицијенти λ, Ψ, μ_p):

коефицијент пригушења ..... λ = 0.05
коефицијент редукције ..... ψ = 0.60
фактор дуктилности за (Z1) ..... μ_p = 4.0
фактор дуктилности за (Z2) ..... μ_p = 5.0

II Категорија тла a = 0.25, T_0(s) = 0.15, T_s(s) = 0.55
максимално убрзање тла

Z1 -> T_p=100 година, MCS VIII ..... $\ddot{X}_{max} = 0.20g$

Z2 -> T_p=1000 година, MCS IX ..... $\ddot{X}_{max} = 0.40g$

Подужни правац

конструкција К1
$S_{x,ik}=0.039\times G_k$ (Z1)
$S_{x,ik}=0.046\times G_k$ (Z2)

конструкција К2
$S_{x,ik}=0.028\times G_k$ (Z1)
$S_{x,ik}=0.033\times G_k$ (Z2)

Попречни правац

конструкција К1 и К2
$S_{x,ik}=0.046\times G_k$ (Z1)
$S_{x,ik}=0.053\times G_k$ (Z2)

РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА

Са добијеним утицајима спроведена је контрола носивости елемената носеће конструкције.

КОНЗОЛА ПЕШАЧКЕ СТАЗЕ И КОЛОВОЗНА ПЛОЧА

Контрола је извршена прорачуном коефицијента сигурности конзоле и коловозне плоче и приказана у поглављу **3.** Статичког прорачуна . Добијени коефицијенти сигурности за плочу приказани су за конструкцију К1 која је меродавна за прорачун.

- конзола пешачке стазе **γ=0.99~1.00**
- коловозна плоча у средини у попречном правцу **γ=1.04**
- коловозна плоча уз ослонац у попречном правцу **γ=1.03**
- коловозна плоча у средини у подужном правцу **γ=1.17**
- коловозна плоча уз ослонац у подужном правцу **γ=1.08**

Из приложених коефицијената сигурности види се да коловозна плоча и конзола пешачке стазе са пројектованом арматуром и кабловима имају довољну носивост за новопројектовано стање и да је не треба ојачавати.

ГЛАВНИ НОСАЧИ

У Статичком прорачуну (тачка **4.2**) приказани су утицаји од разматраних оптерећења (сопствена тежина, ново стално оптерећење, преднапрезање (постојећи и нови каблови), саобраћајно оптерећење (шема 440), и неравномерна температурна промена по висини пресека (+7 ºC и -3.5 ºC) и то графички и табеларно .

Контрола носивости главног носача је урађена прорачуном према допуштеним напонима и контролом коефицијента сигурности на лом, са утицајима од преднапрезања постојећим кабловима са усвојеном претпоставком да су сви у функцији.

У свим рачунским пресецима, у десетинама распона, контролисани су нормални напони у горњем и доњем влакну пресека за основно (стално+саобраћајно) и основно+допун.оптерећење (осн. оптерећење + неравн.температура по висини пресека) - контрола нормалних напона приказана је у тачки **4.3.2** Статичког прорачуна.

Главни напони затезања на доњој ивици коловозне плоче на месту споја са ребрима сандука контролисани су у карактеристичним пресецима (ослоначки пресеци са макс.трансверзалним силама) и приказани у табелама у тачки **4.3.3** статичког прорачуна.

За срачунавање екстремних вредности нормалних напона и главних напона затезања испитиване су следеће комбинације утицаја од саобраћајног оптерећења:

maxMz са одг.Ty и ***min Mz*** са одг.Ty,

max Ty са одг.Mz и одг.Mx и ***min Ty*** са одг.Mz и одг.Mx;

Контролом неколико пресека на комбинације са ***max/min Mx*** са одг.Ty и одг.Mz. констатовано је да су смичући напони за ову комбинацију знатно мањи, па су приказани само главни напони за комбинације са екстремним вредностима трансверзалних сила.

Према Правилнику о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон из 1971.године, допуштени ивични напони затезања и притиска, као и допуштени главни напони затезања у експлоатацији, за основно + допунско оптерећење се могу повећати за 10%:

Нормални напони:

За I случај оптерећења (Основна оптерећења) се јавља прекорачење напона затезања у пресецима:

конструкција К1 → 3-5, 14-16, 24-27;

конструкција К2 → 32-35, 39-40d, 44-46, 50l, 50d, 54-56, 60l, 60d, 65-68.

Напони притиска у бетону су границама дозвољених.

Максимални напон затезања је **σ_z=-4.35Mpa** – пресек 54, већи је од дозвољеног **$\sigma_{z,doz}$=-1.8Mpa**
Максимални напон притиска је **σ_p=12.72Mpa** – пресек 52 мањи је од дозвољеног **$\sigma_{p,doz}$= 16.0Mpa**

За II случај оптерећења (Основна+допунска оптерећења) се јавља прекорачење напона затезања у пресецима:

конструкција К1 → 3-7, 14-16, 24-27;

конструкција К2 → 32-36, 39-40d, 43-46, 50l, 50d, 53-57, 60l, 60d, 64-68.

Напони притиска у бетону су границама дозвољених.

Максимални напон затезања је **σ_z=-6.09Mpa** – пресек 54, већи је од дозвољеног **$\sigma_{z,doz}$=-1.98Mpa**
Максимални напон притиска је **σ_p=13.38Mpa** – пресек 52, мањи је од дозвољеног **$\sigma_{p,doz}$=17.6Mpa**

Резултати спроведеног прорачуна показали су да се у појединим пресецима конструкције јављају напрезања која премашују дозвољена. Разлог за прекорачење напона у главном носачу се може наћи у чињеници да је претходно напрезање у Основном пројекту урађено са већим трајним силама у односу на трајне силе срачунате према тренутно важећим прописима.

С обзиром на повишена напрезања и уочена оштећења главног носача са појавом корозије каблова за претходно напрезање неопходно је ојачање главног носача у циљу обезбеђења носивости и стабилности мостовске конструкције.

ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ

У Статичком прорачуну (поглавље **5.**) приказани су утицаји у поречним носачима, ослоначким и секундарним носачима у пољу за утицаје од сталних оптерећења (сопствена тежина, ново додатно стално оптерећење, преднапрезање (постојећи и нови каблови) и саобраћајног оптерећења (шема 440) и то графички и табеларно .

Провера постојеће арматуре за покривање момента савијања и трансверзалних сила урађена је прорачуном према граничним стањима. Добијени су прорачунски коефицијенти сигурности на лом:

- Попречни носач над стубом С1 **γ=2.9**
- Попречни носач над стубом С2, С3 **γ=1.56**
- Попречни носач над стубом С5- С7 **γ=1.29**
- секундарни попречни носачи констр. К1 **γ=1.94**
- секундарни попречни носачи констр. К2 **γ=1.95-3.6**

Из приложеног се види да попречни носачи са пројектованом арматуром имају довољну носивост за новопројектовано стање и да их не треба ојачавати.

ЛЕЖИШТА

Контролом носивости и померања лежишта конструкције К2 на стубу С4 која је приказана у поглављу **6.** статичког прорачуна добијени су следећи резултати:

.. постојећа лежишта имају довољну носивост за Основно и сеизмичко оптерећење, док је **за утицај од Основног и допунског оптерећења носивост за вертикално оптерећење прекорачена за 13.3%**;

... носивост за хоризонтално оптерећење је задовољена за све комбинације оптерећења:

... **рачунска померања на лежиштима већа су од дозвољених померања** за стандардна лежишта (са дозвољеним хор.померањем од +/- 50mm);

...обртања на месту лежишта су у границама дозвољених.

С обзиром на констатована прекорачења носивости и померања као и чињеницу да у протеклом експлоатационом периоду од преко 40 година није било интервенција на лежиштима овим пројектом је предвиђена ***замена лежишта*** .

Усвојена су неопренска лежишта у лонцу типа NGe250 , носивости 2500kN и капацитета померања +/- 75mm.

Замена лежишта условљава рушење ослоначког попречног носача К2 на стубу С4 и израду новог попречног носача, од бетона МБ 45.

СТУБОВИ И ФУНДИРАЊЕ

Обални стуб и шипови

Утицаји у стубовима / шиповима срачунати су за следеће комбинације оптерећења :

1) max N1 и odg M2, M3
2) min N1 и odg M2, M3

Носивост постојећих стубова је проверена са постојећом арматуром у стубовима С1 - 12Ø16 односно С8 - 24Ø22 - GA 240/360 која је константна по целој висини стуба.

Контрола је извршена према допуштеним напонима, а потребна арматура добијена прорачуном према граничним стањима:

С1: Коефицијент сигурности за постојећу арматуру у стуб-шипу је Gu=**3.23**>1

С8: Коефицијент сигурности за постојећу арматуру у стуб-шипу је Gu=**3.99**>1

Контрола лежишних греда је извршена прорачуном према граничним стањима:

С1: Постојећа арматура у лежишној греди $\pm 10\phi 20 / 15$ (**$31.4cm^2$**) >**$A_{potr.}=26.7cm^2$.**

С8: Постојећа арматура у лежишној греди $\pm 10\phi 20 / 15$ (**$31.4cm^2$**) >**$A_{potr.}=31.0cm^2$**.

Из приложеног се види да обални стубови и лежишне греде са пројектованом арматуром имају довољну носивост за новопројектовано стање и да их не треба ојачавати.

Средњи стубови

У тачки **8.3.4** Статичког прорачуна приказани су утицаји од разматраних оптерећења - стално, саобраћајно (шема 440), температура у оси (+/- 25ºС), неравномерна температурна промена по висини пресека (+7 ºС и -3.5 ºС), кочења, ветра и сеизмичких сила у оба правца и то графички и табеларно.

Утицаји за Основно и Основно+допунско оптерећење срачунати су за 3 комбинације оптерећења: maxN, minN, maxM3/minM3, а утицаји од сеизмичког оптерећења срачунати за 2 комбинације оптерећења - maxSx и maxSy за земљотрес Z2.

С обзиром да је виткост стубова већа од 25 срачунавање утицаја и димензионисање стубова је спроведено методом допунске ексцентричности, а за сваку од разматраних комбинација оптерећења срачунати су укупни ексцентрицитети као и утицаји у пресецима на врху и на дну стуба.

Контрола носивости спроведена је за свако стубно место за утицаје основних, допунских и изузетних оптерећења према граничним стањима и приказана у тачки **8.3.5.**

Стубови C2, C3 и C4 су пречника 100cm, а C5, C6 и C7 пречника 120cm. Арматура је иста за све стубове 24Ø 22 (91.2cm2) и константна је дуж висине стуба.

Потребна рачунска арматура добијена прорачуном приказана је у табелама:

Основно+допунско оптерећење

стубови конструкције К1

пресек горе	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
maxN	O+D-C3	5838.4	1757.3	1.0	0.363	0.109	0.05	33.53	91.20
minN	O+D-C3	3023.9	2171.1	1.0	0.188	0.135	0.21	140.81	91.20
minN	O+D-C2	3131.1	1061.5	1.0	0.195	0.066	0.00	0.00	91.20
maxM	O+D-C3	3452.9	2579.3	1.0	0.215	0.160	0.27	181.04	91.20
maxM	O+D-C2	4837.5	2612.2	1.0	0.301	0.162	0.25	167.63	91.20

стубови конструкције К2

пресек доле	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
maxN	O- C3	6951.2	1431.0	1.0	0.432	0.089	0.00	0.00	91.20
maxN	O+D-C3	6057.9	1293.0	1.0	0.376	0.080	0.00	0.00	91.20
minN	O+D-C4	2561.2	1111.6	1.0	0.159	0.069	0.04	26.82	91.20
maxM	O+D-C4	4756.4	1769.4	1.0	0.296	0.110	0.08	53.64	91.20

Стално +сеизмичко оптерећење

стубови конструкције К1

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C2g	стално+Sx	3670.1	2451.1	1.0	0.228	0.152	0.25	167.63	91.2
	стално+Sy	3410.6	1426.3	1.0	0.212	0.089	0.06	40.23	91.2
C2d	стално+Sx	3865.6	1263.7	1.0	0.240	0.079	0.01	6.71	91.2
	стално+Sy	3606.1	892.3	1.0	0.224	0.055	0.00	0.00	91.2
C3g	стално+Sx	3699.9	2385.3	1.0	0.230	0.148	0.24	160.93	91.2
	стално+Sy	3219.4	1774.7	1.0	0.200	0.110	0.13	87.17	91.2
C3d	стално+Sx	3919.4	1527.3	1.0	0.244	0.095	0.08	53.64	91.2
	стално+Sy	3438.9	1139.2	1.0	0.214	0.071	0.01	6.71	91.2
C4d	стално+Sx	3385.7	1396.2	1.0	0.210	0.087	0.06	40.23	91.2

стубови конструкције К2

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C5d	стално+Sx	6241.8	2683.9	1.2	0.269	0.097	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5309.5	2385.1	1.2	0.229	0.086	0.04	38.62	91.2
C6d	стално+Sx	6413.5	2778.6	1.2	0.277	0.100	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5499.6	1897.8	1.2	0.237	0.068	0	0.00	91.2
C7d	стално+Sx	6209.7	4309.9	1.2	0.268	0.155	0.24	231.73	91.2
	стално+Sy	5531.4	1551.5	1.2	0.239	0.056	0	0.00	91.2

Из приложених табела се види да горњи пресеци стубова С2 и С3, као и доњи пресек стуба С7 немају довољну носивост за основно+допунско оптерећење као ни за сеизмичке утицаје па их је потребно ојачати.

Шипови средњих стубова

Прорачун савијања шипова конструкције К1 (шипови/ стубови) у тлу спроведен је у линијском моделу шипа одговарајуће дужине - тло је у моделу замењено еластичним линијским ослонцима са константама еластичности.

Шипови ових стубова су у врху оптерећени хоризонталном силом и моментом. За одређивање меродавних пресека по висини шипа са највећим моментима савијања срачуната је прерасподела момената од јединичних сила у врху шипа:

опт1 - H=100kN

опт2 - M=100kNm

Са добијеним утицајима од ових јединичних оптерећења у пресецима шипа у десетинама висине срачунати су укупни моменти савијања шипа за одабране комбинације оптерећења.

Контрола носивости меродавних пресека (шип С3,пресек 0.3l, оптерећење основно+ допунско и сеизмичко оптерећење и шип С4 - пресек 0.2l - оптерећење основно+допунско, односно пресек 0.3l - сеизмичко оптерећење) спроведена је према напонској теорији.

Прорачун савијања шипова стубова С5 - С7 спроведен је у раванском моделу са наглавном гредом и шиповима, при чему су у врху шипова испод стубова задате срачунате

силе из меродавних комбинација оптерећења N1, M3, T2 и T3, а утицаји од момента M2 се додају као нормалне силе у врху шипова према прерасподели за ивичне и средње шипове.

Шипови су моделирани као линијски штапови одговарајуће дужине, а тло на исти начин као код шипова конструкције К1 с тим, што су усвојене различите константе еластичности за подужни и попречни правац – за подужни правац су усвојене еластичне константе на исти начин као за шипове стубова С2-С4, док су за попречни правац редуковане.

Контрола носивости меродавних пресека са постојећим димензијама шипова Ø120cm-МВ22 и арматуром 24Ø22-GA 240/360, (шип С5, пресек у врху шипа за сеизмичко оптерећење у попречном правцу и шип С7 - пресек у врху шипа за сеизмичко оптерећење у подужном правцу) спроведена је према напонској теорији.

Утицаји и контрола носивости шипова приказани су у тачки **8.3.8.3** Статичког прорачуна.

Спроведеном контролом показано је да шипови стубова С2 - С7 имају довољну носивост са уграђеним бетоном и арматуром .

КОНТРОЛА ОЈАЧАНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Како је спроведеним статичким прорачуном са оптерећењима за Новопројектовано стање, а пресецима и уграђеном арматуром и кабловима за постојеће стање констатована недовољна носивост за следеће конструктивне елементе мостовске конструкције:

- **главни носач обе конструкције,**
- **стубови С2 и С3 конструкције К1**
- **стуб С7 конструкције К2**

са усвојеним принципима и начином ојачања спроведен је прорачун ојачане конструкције.

За ојачање главних носача предвиђено је претходно напрезање додатним - екстерним кабловима, а за ојачање стубова израда аб плашта по обиму стубова.

Из тих разлога елементи носеће конструкције и стубови проверени су за утицаје нових оптерећења која проистичу из усвојеног начина санације.

ПРЕТХОДНО НАПРЕЗАЊЕ - НОВОПРОЈЕКТОВАНИ КАБЛОВИ

Ојачање конструкције предвиђено је на целој дужини моста, на обе конструкције. Пресеци се утежу кабловима 7Ø16mm у глаткој пластичној заштитној цеви Ø75mm. Предвиђени су каблови SPB SUPER Y1860S7 класе B или слично. Диспозиција нових каблова приказана је у Графичкој документацији. Пренос силе претходног напрезања из анкерних блокова у постојећи бетонски пресек остварује се утезањем бетонског пресека попречним, крутим анкерима ∅36mm, типа DYWIDAG или сличним.

Подаци о кабловима из проспекта:

Површина попречног пресека 1Ø16mm $f_k = 150 mm^2$

Карактеристична чврстоћа $\sigma_k = 1860 MPa$

Пошто се највећи део скупљања и течења већ обавио трајна сила за нове каблове срачуната је узимајући у обзир губитке услед уклињавања, трења и релаксације. Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања.

Губици силе претходног напрезања од трења :

N_k=1367 kN (сила на преси за 7Ø16, класе B), - за конструкцију К1
N_k=1562 kN (сила на преси за 7Ø16, класе B), - за конструкцију К2

m= 0.06 1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0 (коефицијент трења услед колебања жице)

Губици силе преднапрезања од уклињавања :

Срачунати су посебно за сваку позицију кабла. Са силама у кабловима умањеним за срачунате губитке од трења и уклињавања, формиран је резултујући кабл за цео пресек (од свих позиција каблова које припадају ребрима и припадајућих позиција каблова из горње и доње плоче) за све рачунске пресеке конструкције.

Добијене силе у резултујућем каблу и његов ексцентрицитет (на почетку и на крају штапа) у односу на тежиште јединственог пресека, унете су у статички модел у програму "TOWER" и срачунати утицаји од преднапрезања потребни за срачунавање губитака од еластичног скраћења.

Губици од еластичног скраћења носача :

Силе претходног напрезања умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе преднапрезања за t=0 у рачунским пресецима.

Губици силе претхоног напрезања од релаксације кабла :

Величина релаксације кабловског челика усвојена је према техничким подацима IMS-овог система за претходног напрезање SPB SUPER. Са одређеним укупним губицима формиран је резултујући кабл (који обухвата све позиције) и у модел за прорачун главног носача унете су трајне силе $N_{i,sr}$ са ексцентрицитетима (за сваки штап осредњене су силе из крајњих пресека штапа). На овај начин су срачунати утицаји од претходног напрезања новим кабловима.

Срачунати укупни губици у кабловима су:

К1 : 8.8 - 10.2% у односу на величину силе на преси

К2 : 14.1 - 14.6% у односу на силу на преси

СЕИЗМИЧКО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

С обзиром да се ојачавањем стубова променила крутост конструкције у овом прорачуну су срачунати нови периоди осциловања и величине сеизмичких оптерећења.

Подужни правац

конструкција К1

$S_{x,ik}=0.046\times G_k$ (Z1)

$S_{x,ik}=0.053\times G_k$ (Z2)

конструкција К2

$S_{x,ik}=0.030\times G_k$ (Z1)

$S_{x,ik}=0.035\times G_k$ (Z2)

Попречни правац

конструкција К1 и К2

$S_{x,ik}=0.051\times G_k$ (Z1)

$S_{x,ik}=0.060\times G_k$ (Z2)

РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА ОЈАЧАНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Са добијеним утицајима од новонасталих и постојећих оптерећења спроведена је контрола носивости елемената ојачане носеће конструкције. Контрола напона у главним носачима, контрола сигурности на лом и појаву прслина и прорачун анкерних блокова приказани су у тачкама **4.4 - 4.6** Статичког прорачуна.

ГЛАВНИ НОСАЧИ

За I случај оптерећења (Основна оптерећења) се јавља напон затезања у пресецима:

конструкција К1 → 29d;
конструкција К2 → нема затезања.

Напони притиска у бетону су границама дозвољених.

Максимални напон затезања је σ_z**= - 0.18Mpa** – пресек 29d < $\sigma_{z,doz}$**= -1.65MPa**
Максимални напон притиска је σ_p**=15.82Mpa** – пресек 52 < $\sigma_{p,doz}$ **= 16.0 MPa**

За II случај оптерећења (Основна+допунска оптерећења) се јавља напон затезања у пресецима:

конструкција К1 → 29d;
конструкција К2 →44, 45, 54, 55, 69.

Напони притиска у бетону су границама дозвољених.

Максимални напон затезања је σ_z **= -1.29MPa** – пресек 54 < $\sigma_{z,doz}$**= -1.98 MPa**
Максимални напон притиска је σ_p**=16.48MPa** – пресек 52 < $\sigma_{p,doz}$ **= 17.6MPa**

Постојећа арматура у доњој плочи и носивост резерве каблова након губитака је довољна за прихватање постојећих напона затезања.

Главни напони затезања (за основно + допунско оптерећење):

К1 - Максимални главни напон затезања је σ_2**=-1.40MPa** – пресек 0*
К2 - Максимални главни напон затезања је σ_2**=-1.35MPa** – пресек 40d

Постојећа арматура у ребрима сандука је довољна за осигурање пресека за главне напоне затезања.

Коефицијент сигурности на лом:

Глобални коефицијент сигурности за ојачану конструкцију, у пресеку са максималним напоном затезања (пресек 54) износи **2.09** што је веће од 1.8, колико износи прописани коефицијент сигурности на лом, према домаћем "Правилнику о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон", 1971.

Сигурност против појаве прслина:

Коефицијент сигурности против појаве прслина у пресецима са максималним напонима затезања (пресек 29d и 54) је већи од **1.15.**

ДИЛАТАЦИОНЕ СПОЈНИЦЕ

При одређивању капацитета новоуграђених дилатационих спојница, контролом померања конструкције од хоризонталних утицаја у подужном правцу (сила кочења, температурне промене и сеизмика) добијени су следећи резултати:

код стуба С1 за конструкцију К1 - Ux = 26.9 /-26 mm,

код стуба С8 за конструкцију К2 - Ux = 48.9 /-48 mm

код стуба С4 за обе конструкције - Ux = 73.1/ -53.9 mm.

па су потребни капацитети дилатација:

код стуба С1 $\Delta = 1.2 \cdot 26.9 = 32.28 mm \rightarrow usv. \pm 35\ mm$

код стуба С8 $\Delta = 1.2 \cdot 48.9 = 58.7 mm \rightarrow usv. \pm 60\ mm$.

код стуба С4 $\Delta = 1.2 \cdot (73.1 + 53.9)/2 = 76.2\ mm \rightarrow usv. \pm 80 mm$.

СРЕДЊИ СТУБОВИ С2, С3 И С7

За меродавне утицаје и разматране комбинације оптерећења као за неојачане стубове срачуната је потребна укупна арматура за ојачани пресек према граничним утицајима. Како је потребна арматура срачуната са занемаривањем постојеће усвојена је нешто мања додатна арматура а пресеци стубова су проверени по напонској теорији узимајући у обзир и постојећу арматуру у стубовима.

Усвојена је додатна арматуром у дограђеном бетонском делу пресека стубова С2 и С3 24 Ø25, B500B (Fa=117.84cm^2) у врх стубова, односно 12Ø22, B500B (Fa=45.6cm^2) на споју са шиповима

Контрола носивости је спроведена по фазама:
... фаза 1 - постојећи пресек са уграђеном арматуром прихвата утицаје од тежине неојачане конструкције, утицаје постојећих каблова за претходно напрезање;
... фаза 2 - ојачани пресек са укупном арматуром прихвата све остале утицаје.

Са усвојеном додатном арматуром у дограђеном бетонском делу пресека стубова С2 и С3, 24 Ø25, B500B (Fa=117.84cm^2) у врх стубова, односно 12Ø22, B500B (Fa=45.6cm^2) на споју са шиповима проверени су напони у бетону и арматури:

Максимални напон притиска у бетону за основно+допунско оптерећење јавља се у врху стуба С3 и износи σ_b **=12.7MPa** и мањи је од дозвољеног за ово оптерећење σ_{bdoz}**= 13.8 MPa**.

Максимално затезање у постојећој арматури за основно+допунско оптерећење јавља се у пресеку у врху стуба С3 и износи σ_a**=- 162.8MPa** што је мање од дозвољеног за ово оптерећење σ_{adoz}**= -168MPa**.

Максимални напон притиска у бетону за сеизмичко оптерећење **Z2** јавља се у врху стуба С2 и износи σ_b**=14.9 MPa** што је мање од дозвољеног напона за ово оптерећење σ_{bdoz}**=βк=30MPa.**

Максимално затезање у постојећој арматури за сеизмичко оптерећење **Z2** јавља се у пресеку у врху стуба С2 и износи σ_a**= -198.7MPa** што је мање од дозвољеног за ово оптерећење σ_{adoz}**= 0.9x**σ_v **= -216MPa**.

Са усвојеном додатном арматуром 24Ø28, B500B (Fa=147.84cm^2) у дограђеном бетонском делу пресека стуба С7 проверени су напони у бетону и арматури:

Максимални напон притиска у бетону јавља се за сеизмичко оптерећење (подужне сеизмичке силе) и износи σ_b **= 16.1MPa** и мањи је од дозвољеног за ово оптерећење σ_{bdoz}**=βк=30MPa** .

Максимално затезање у постојећој арматури јавља се за сеизмичко оптерећење (подужне сеизмичке силе **Z2**) и износи σ_a**=- 222.2MPa ≈ 0.9x**σ_v **= -216MPa**.

Утицаји и контрола носивости ојачаних стубова приказани су у тачкама **8.3.6** и **8.3.7** прорачуна.

6. РАДОВИ НА РЕКОНСТРУКЦИЈИ

Радови на реконструкцији мостовских конструкција обухватају следеће активности:

Ојачање стубова

Ојачање стубова С2 и С3 предвиђено је израдом армирано бетонског плашта дебљине 15cm по обиму и у пуној висини стубова, почевши од ~1m испод контакта стуб-шип до контакта са носећом конструкцијом.

Ојачање стуба С7 обухвата ојачање наглавне греде по целом обиму и у пуној висини греде израдом новог бетона дебљине 20cm и израду армирано бетонског плашта дебљине 15cm по обиму стубова од горње ивице наглавне греде до коте терена.

Ови радови се изводе у свему према технологији Извођача (у складу са његовом расположивом опремом), одобреној од стране Надзорног органа.

Радови на ојачању стубова обухватају следеће активности:

- *машински или ручни ископ од постојеће коте терена до потребног нивоа за предвиђено ојачање;*
- *уклањање оштећених и невезаних делова бетонских површина стубова и наглавне греде;*
- *бушење отвора у доњем појасу главног носача К1 за монтажу анкерне арматуре у врху стубова С2 и С3;*
- *обележавање распореда рупа на попречним носачима над С2 и С3 за постављање анкерне арматуре за везу старог и новог бетона за ојачање ПН;*
- *обележавање распореда рупа на спољним површинама стубова С2,С3 и С7 за постављање анкерне арматуре за везу старог и новог бетона за ојачање стуба;*
- *бушење рупа у ослоначким попречним носачима над стубовима С2 и С3 и на спољним површинама С2,С3 и С7 под углом од 15° у односу на вертикалу / хоризонталу за постављање анкерне арматуре;*
- *чишћење и одмашћивање припремљених површина;*
- *израда СН премаза за везу старог и новог бетона;*
- *уградњу анкера В500В у избушене рупе и заливање експанзионим малтером;*
- *монтажу хоризонталне и вертикалне арматуре за ојачање ПН и стубова уз заваривање за постојећу арматуру, где је то потребно;*
- *уградњу бетона за ојачање МБ30 (С2,С3 и С7) односно МБ35 (ПН на С2 и С3);*
- *израда заштитног премаза на бази битумена на спољашњим бетонским површинама испод коте терена;*
- *затрпавање ојачаних делова стубова земљом из ископа.*

Ојачање главних носача

За анкеровање нових каблова предвиђени су анкер блокови у пољима између пресека 1-2, 28-29, 30-32, 42-43, 48-49, 51-52, 57-58 и 68-70. За осигурање преноса силе у главне носаче предвиђени су крути преднапрегнути анкери типа "Dywidag" 36WR. С обзиром да за радове на реконструкцији моста не постоји могућност потпуне обуставе саобраћаја неопходно је предвидети да се радови на бетонирању изводе у периодима са најмањим интензитетом саобраћаја и ограничењем брзине возила.

Радовима на ојачању главних носача обухваћене су следеће активности:

- *преглед стања постојећих каблова и израда записника о броју и положају каблова из Основног пројекта;*
- *храпављење контактних површина на месту везе са новим бетоном и наношење премазних средстава ради ефикаснијег остваривања везе;*

- *бушење рупа на ребрима главног носача за попречне круте преднапрегнуте анкере водећи рачуна да се не оштете постојећи каблови;*
- *бушење рупа и уградња анкера B500B на ребрима главног носача водећи рачуна да се не оштете постојећи каблови;*
- *бушење рупа на ослоначким и секундарним попречним носачима за пролазак подужних каблова у свему према распореду новопројектованих каблова;*
- *бушење отвора у коловозној плочи на местима анкер блокова за бетонирање анкер блокова;*
- *монтажа заштитних пластичних цеви за подужне каблове;*
- *израда анкер блокова од бетона МВ 45, и арматуре B500B;*
- *уградња и утезање нових попречних крутих анкера* типа "Dywidag" 36WR*;*
- *уградња, утезање (са обе стране) и инјектирање нових подужних каблова – k7Ø16*, *Y1860S7 - пре утезања ових каблова морају бити утегнути попречни анкери.*

Замена лежишта К2 на стубу С4

Радови на замени лежишта на стубу С4 обухватају следеће активности:

- *израду и монтажу помоћне конструкције за прихватање и ослањање конструкције К2 у фази замене лежишта - конструкцијом јарма обезбедити прихватање реакција ослонаца од min 2000kN по лежишту ;*
- *рушење ослоначког попречног носача К2 у оси стуба С4 водећи рачуна да се сачува постојећа арматура за анкеровање новог попречног носача;*
- *демонтажа и уклањање постојећих лежишта;*
- *преглед и чишћење горње површине ослоначког попречног носача К1 у оси стуба С4;*
- *обележавање и бушење рупа за анкерну арматуру нових лежишта водећи рачуна о постојећим кабловима у ослоначком попречном носачу К1 у оси стуба С4;*
- *уградњу анкера за нова лежишта у избушене рупе и заливање експанзионим малтером;*
- *обрада горње површине осл.ПН конструкције К1 санационим малтерима и израда заштитних премаза на свим доступним бетонским површинама;*
- *набавка и уградња нових лежишта на припремљеним површинама - NGe 250, носивости 2500 kN и капацитета померања +/-75mm са преддеформацијом горње лежишне плоче ;*
- *преддеформација горње плоче лежишта за пројектовану меру водећи рачуна о температурним условима;*
- *постављање ребрастих пластичних цеви Ø70mm за нове каблове;*
- *израда и монтажа нове арматуре за доградњу ПН конструкције К2 у оси С4 уз заваривање за постојећу арматуру у зонама изнад лежишта где је прекинута постојећа арматура;*
- *бетонирање новог ПН бетоном МБ45;*
- *уградња, утезање (са обе стране) и инјектирање нових каблова - k7Ø16*, *Y1860S7.*

Санација аб лежишта на стубовима С1 и С8:

- *рушење заштитних маски на обалним стубовима, чишћење зоне око лежишта и обезбеђења приступа пендел-лежиштима;*
- *утврђивање стања пендел лежишта и по потреби санација бетонских површина санационим малтерима.*

Санација површинских оштећења на бетонским површинама носеће конструкције

- *санација оштећених бетонских површина без видљиве арматуре и жица за претходно напрезање, применом санационих малтера/ бетона;*

- *санација оштећених бетонских површина са видљивом арматуром и жицама за претходно напрезање - заштита арматуре и жица, израда заштитног слоја применом санационих малтера или бетона;*
- *санација евентуалних оштећења горње површине коловозне плоче након уклањања коловозног застора.*

Инјектирање прслина

Површинска заштита свих спољашњих бетонских површина конструкције

- *израда заштитних премаза на свим видљивим површинама носеће конструкције и стубова након санације.*

Реконструкција саобраћајног профила:

- *уклањање и одвожење на депонију свих елемената саобраћајног профила - асфалта, хидроизолације, ивичњака, сливника, ограде и стубова расвете;*
- *уклањање и одвожење на депонију монтажних плоча и бетонских греда на пешачким стазама и парапетних плоча;*
- *санација евентуалних оштећења горње површине коловозне плоче;*
- *израда нивелационог слоја на конзолама;*
- *монтажа сливника са затвореним системом одводњавања како би се обезбедило контролисано одвођење воде са коловоза (према новом решењу одводњавања на мосту);*
- *штемовање ивичних зона коловозне плоче и уградња арматуре за анкеровање ивичних венаца пешачких стаза водећи рачуна да се не оштете котве постојећих попречних каблова у коловозној плочи;*
- *израда нове хидроизолације у виду битуменских трака на горњој површини коловозне плоче , на делу коловоза и испод пешачких стаза;*
- *израда / монтажа арматуре, набавка и уградња цеви за инсталације и уградња бетона МВ40 пешачких стаза;*
- *израда и уградња нових челичних ограда на пешачким стазама ;*
- *набавка и уградња заштитних челичних ограда степена задржавања H2-W4;*
- *набавка и уградња каменех ивичњака13/20cm;*
- *израда асфалтног застора на коловозу у два слоја укупне дебљине 8cm ;*
- *израда хабајућег и против клизног слоја (anti-skid) на пешачким стазама;*
- *уклањање постојећих челичних дилатационих справа и уградња нових "Transfleks" водонепропусних дилатационих спојница у пуном профилу коловоза и пешачких стаза;*
- *уградња нових стубова расвете - радови се изводе према посебном пројекту;*
- *заптивање спојева асфалта са ивичњацима, дилатацијама и сливницима;*

Сви радови на реконструкцији саобраћајног профила се изводе у складу са Пројектом саобраћајне сигнализације за време извођења радова, свеска 8.2.

Уколико не постоји могућност потпуног затвора саобраћаја и радови на рушењу постојећег попречног носача К2 у оси С4 и изради новог ПН (који се изводе ради замене лежишта на С4), као и радови на замени дилатационих справа морају се обављати у 2 фазе.

Неоходно је привремено затварање саобраћаја за време бетонирања новог попречног носача као и делова аб дилатационих греда.

За остале радове није потребна обустава саобраћаја.

Радови на уређењу терена

- *предвиђено је уклањање растиња, чишћење, поправка и облагање кегли бетонским плочама*
- *уклањање привремених објеката код обалног стуба С8*

Редослед радова на реконструкцији моста:

- *ојачање средњих стубова*
- *ојачање носеће конструкције*
- *замена лежишта на стубу С4*
- *реконструкција саобраћајног профила.*

Преостали радови се могу изводити независно од горе наведеног редоследа.

Сви радови на реконструкцији моста изводе се према технологији Извођача радова која мора водити рачуна о свим постојећим ограничењима и бити усклађена са пројектом предвиђеним редоследом радова. За технологију је неопходно одобрење Надзорног органа.

Сви радови се изводе у складу са Општим техничким условима ЈП Путеви Србије.

Београд, децембар 2018.

Саставили:

И. Јонић, дипл. инж. грађ.

Н. Ђорђевић, дипл. инж. грађ.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ
Ненад Д. Јаковљевић
дипл. грађ. инж.
310 0205 03
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Одговорни пројектант:

Н. Јаковљевић, дипл. инж. грађ.

2/1.5.3 ПРИЛОГ О МЕРАМА ЗАШТИТЕ НА РАДУ

ПРИЛОГ О МЕРАМА ЗАШТИТЕ НА РАДУ

1. УВОД

Циљ израде овог Прилога је да се предвиде и примене мере заштите на раду у циљу спречавања опасности које се могу јавити у току изградње и експлоатације објекта.

Извођач је дужан да у складу са чл. 18, Закона о безбедности и здрављу на раду (Сл.Гласник РС 101/2005), пре почетка радова уради Елаборат о уређе-њу градилишта и да на градилишту обезбеђује, одржава и спроводи мере за безбедност и здравље на раду, ангажованих радника и трећих лица, у складу са Елаборатом о уређењу градилишта.
Наведени Елаборат Извођач мора да уради у складу са важећим Правилником о садржају Елабората о уређењу градилишта (Сл.Гласник РС 31/92) и тако примени посебне мере и нормативе заштите на раду, које су прописане Уредбом о безбедности и здрављу на раду, на привременим или покретним градилиштима (Сл.Гласник РС 14/2009 и бр.95/2010) и Правилником о заштити на раду при извођењу грађевинских радова (Сл.Гласник РС 53/97) у делу који се примењује истовре-мено са наведеном Уредбом.

Елаборатом о уређењу градилишта, ће се омогућити и регулисати правилан и безбедан рад и то на основу брижљиве студије свих фаза радова на градилишту. Елаборатом ће бити постављени захтеви и начин организовања и спровођења заштитних мера, односно одређени су критеријуми којих се градилиште мора придржавати. За све радове који се обављају на градилишту и код којих се појављују извори опасности, морају се предвидети мере заштите на раду. Елаборат о уређењу градилишта урађен је у складу са важећим прописима из обасти заштите на раду.
Ако током рада на монтажи дође до битних измена у технологији монтаже, измена у пројекту или уговору или се уговоре допунски радови, руководилац или руководиоци градилишта су дужни да захтевају допуне или измене у Елаборату.
Мере и нормативи заштите на раду прописани овим елаборатом се односе на сва лица која се по било ком основу налазе на раду на градилишту. Дужност је и обавеза свих запослених на градилишту, а посебно радника са посебним овлашћењима и одговорностима, да примењују и спроводе, елаборатом и другим прописима о заштити на раду, утврђене мере и нормативе заштите на раду. Такође су обавезни да спроводе и друге мере којима се обезбеђује сигуран и безбедан рад радника на демонтажи и монтажи.
Елаборат мора бити доступан целокупном техничком особљу на градилишту, а на захтев органа надзора и инспекције рада мора се дати на увид. Са мерама заштите на раду које су утврђене елаборатом морају бити упознати сви запослени на градилишту и о томе саставити записник који ће потписати сви упознати радници. Записник о упознавању радника са елаборатом је у прилогу елабората који је градилишни примерак.
Уколико се приликом извођења радова радници нађу у таквим условима рада да се њихова безбедност и сигурност не могу остварити мерама заштите које су утврђене елаборатом нити другим познатим мерама, руководилац градилишта је дужан да од пројектанта монтаже и Службе заштите на раду затражи допуну Елабората и одговарајућа решења за заштиту радника.
Радник који се не придржава прописаних мера заштите на раду, не користи се личним заштитним средствима и опремом и ради противно упутствима за сигуран и безбедан рад, чини тежу повреду радне дужности. Таквог радника руководилац градилишта је дужан да удаљи са рада и против њега покрене поступак због кршења радних обавеза.
Елаборат се на градилишту чува као акт трајне вредности. Након предаје објекта инвеститору, Елаборат се заједно са осталом документацијом мора чувати у архиви.
Радови се морају пријавити надлежној Инспекцији рада и Грађевинској инспекцији 8 дана пре почетка извођења радова. Пријава радова надлежној Инспекцији рада обавеза је Инвеститора, а Грађевинској инспекцији обавеза је Извођача.

Пре почетка радова на градилишту, неопходно је од стране непосредног руководиоца радова да се предузму следеће мере безбедности:
1) да се уреди радна околина на којој ће се изводити радови,
2) да се запослени обуче за безбедан и здрав рад на радним местима на којима раде,
3) ради остваривања радова на висини да се користи монтажно-демонтажна скела и лествe,
4) да се запосленима обезбеди одговарајућа средства и опрема за личну заштиту на раду,
5) на радним местима на висини, рад да се дозволи искључиво радницима који имају важећи лекарски преглед у чијем извештају стоји да је наведени радник способан за рад на висини,
6) да се помоћни алат који би се употребљавао при раду монтира правилно и да истим рукује искључиво оспособљено лице,
7) да се обезбеди пружање прве помоћи, као и да оспособи одговарајући број запослених за пружање прве помоћи, спасавање и евакуацију у случају опасности.

Елаборат о уређењу градилишта и мерама заштите на раду сачињен је у складу са одредбама чл.5 Правилника о садржају елабората о уређењу градилишта и других прописа о заштити на раду. Овим Елаборатом утврђене су мере и нормативи заштите на раду који ће се спроводити у току извођења радова на рехабилитацији моста преко реке Дрине, код Љубовије на државном путу I-Б реда бр.28.

Елаборат мора да садржи:
1) шему градилишта,
2) текстуални део.

Шема градилишта треба да садржи:

1) приказ објекта на коме се изводе радови,
2) радни положај оруђа и уређаја за извођење радова,
3) локације привремених објеката са мерама за безбедан прилаз при коришћењу и одржавању,
4) трасе безбедних саобраћајница за кретање средстава механизације и приказ стаза за кретање радника у кругу градилишта и приступних путева градилишту,
5) приказ плацева за паркирање и плацева за оправку и одржавање возила и средстава механизације и градилишне опреме са припадајућим радионицама, магацинима и уређајима и мерама за безбедно коришћење,
6) приказ плацева са депонијама материјала,
7) приказ складишта монтажних готових елемената, простора за смештај грађевинског материјала, простора за смештај рушеног материјала и елемената са оруђима и уређајима за манипулацију (допрема, складиштење, утовар, отпрема и сл.), као и мера за безбедност околине и мера за безбедно коришћење и одржавање градилишних стаза и пролаза,
8) приказ складишта течних горива, техничких гасова и запаљивих материјала са мерама за безбедно коришћење и одржавање,
9) приказ објеката, инсталација и водова електричне енергије високог и ниског напона и расвете на местима рада и кретања радника и дуж трасе градилишног саобраћаја, а у случају ноћног рада и приказ мера заштите за безбедно коришћење и одржавање и заштиту радника и средстава механизације од опасног дејства електричне струје,
10) мрежу питке, техничке и отпадних вода са објектима и уређајима за коришћење и одржавање и мере за спречавање приступа непожељних лица,
11) приказ санитарних објеката постављених на локацијама које обезбеђују безбедан приступ, коришћење и одржавање и мере за спречавање загађења околине.
12) приказ објекта и инсталација за грејање са уређајима за коришћење и одржавање,
13) приказ објекта за смештај, исхрану, пресвлачење, загревање, и сл.,
14) ситуацију затечених, објеката унутар круга градилишта са приказом мера обезбеђења

радника, возила и средстава механизације од утицаја или дејства опасног објекта (електрични далеководи, цевоводи под притиском, грађевински и други објекти подложни паду и сл.), као и мере обезбеђења ових објеката од радова и градилишног саобраћаја,
15) границе градилишног подручја, односно круга градилишта са мерама за спречавање приступа беспосленим лицима, животињама, возилима, која не припадају градилишту.

Текстуални део Елабората треба да садржи:
1) организовање градилишта и обезбеђење граница према околини,
2) уређење и одржавање саобраћајница,
3) одређивање места, простора, начин размештања и ускладиштења разних врста грађевинског материјала,
4) изградња и уређење простора за чување опасног материјала,
5) начин транспортовања, утовара, истовара и депоновања разних врста грађевинског материјала,
6) начин обележавања и обезбеђивања опасних места и угрожених простора на градилишту (опасне зоне),
7) заштита оруђа за рад и уређаја,
8) послове и радне задатке са посебним условима рада,
9) средства личне заштите на раду и личну заштитну опрему,
10) уређење електричних инсталација за погон и расвету градилишта,
11) одређивање врсте и смештај грађевинских машина и постројења и одговарајуће обезбеђење,
12) одређивање врсте и начин извођења грађевинских скела,
13) начин заштите од пада са висине или у дубину,
14) начин заштите од пада предмета са висине на раднике,
15) изградња, уређење и одржавање санитарних чворова на градилишту,
16) против пожарну заштиту и
17) организовање прве помоћи на градилишту.

Приликом израде Елабората, Извођач треба да поштује и одредбе овог Прилога и то:

2. ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ГРАНИЦЕ ГРАДИЛИШТА ПРЕМА ОКОЛИНИ

За све време извођења радова саобраћај се неће одвијати на мосту тако да постоји могућност ограђивања целог градилишта.
Градилиште треба обезбедити према околини и исто обележити таблама упозорења о извођењу радова, забрани уласка на градилиште неовлашћеним лицима и регулацији саобраћаја, као и таблама са упозорењем запосленима о обавезној употреби личних заштитних средстава. На градилишту ће се налазити управа градилишта и надзор, магацински простор, простор за складиштење грађевинског материјала, просторије за пресвлачење. Око градилишта постави-ти жичану или пуну ограду висине H=1.80m са капијом ширине 4,00m за кретање моторних возила и посебна улазна врата за раднике, ширине 1,00m. Физичко обезбеђење имовине спровести позорничким типом преко службе безбедности.

3. УРЕЂЕЊЕ И ОДРЖАВАЊЕ САОБРАЋАЈНИЦА

За време извођења радова саобраћај се неће одвијати преко конструкције већ ће пре почетка радова бити направљена обилазница на коју ће упућивати постављена сигнализација. Прилаз градилишту ће бити омогућен само градилишним возилима која ће се ван радног времена паркирати на градилишту.
Одговорна лица на градилишту (шеф градилишта и пословођа) организоваће ток кретања возила и грађевинских машина за време док иста обављају задатке на извођењу радова. Регулација саобраћаја ће се уредити посебним пројектом који мора бити одобрен од стране надлежне саобраћајне полиције.
За безбедно одвијање јавног саобраћаја у току извођења радова на путу шеф градилишта

се има придржавати прописа о безбедности јавног саобраћаја, тј. поставиће одговарајуће саобраћајне знаке у сарадњи и по одобрењу надлежног Комитета за саобраћај.

4. ОДРЕЂИВАЊЕ МЕСТА, ПРОСТОРА И НАЧИНА РАЗМЕШТАЊА И УСКЛАДИШТЕЊА ГРАЂЕВИНСКОГ МАТЕРИЈАЛА

Од грађевинског материјала на градилишту ће бити складиштена:
- дрвена грађа,
- арматура,
- цеваста скела,
- цемент,
- агрегат за малтер и бетон,
- асфалт,

Радни простор на градилишту не дозвољава већа складиштења грађевинског материјала, већ ће се исти допремати на градилиште непосредно пред уградњу или у мањим количинама потребним за два до три дана.
Материјал ће бити депонован на производном плацу који на одређеном равном простору, према плану и програму. Сав материјал мора бити обезбеђен од прету-рања и постављен на подлогу, тако да се може на најбезбеднији начин прићи сваком материјалу за прихватање и преношење до места уградње.
Бетон ће се већ припремљен довозити на градилиште у аутомешалицама, а само за поједине мање потребе ће се малтер и бетон справљати на градилишту.
Сав потребни грађевински материјал који се складишти на градилишту, мора бити складиштен по врстама, ван пролаза и саобраћајница по којима се одвија саобраћај. Материјал тако сложити да не може доћи до обрушавања, чиме би се угрозио сигуран рад радника.
Дрвена грађа се слаже одвојено по врсти, дужини и димензијама. Висина сложене грађе не сме прећи висину рукохвата браника, а са бочних страна се мора оси-гурати од обрушавања.
Арматура се слаже на тврду површину на дрвене подметаче, осигурана од рушења и превртања, сложена по дужини и врсти, односно позицијама. Арматуру тако складиштити да не може да дође до њеног прљања, односно до спуштања на земљу.
Цевасту скелу сложити по дужини, на дрвене подметаче уз осигурање бочних страна од обрушавања. Спојнице за цевасту скелу сложити на тврду подлогу или у сандуке. Рамовску скелу сложити одвојено по позицијама-врстама како би била приступачна за манипулацију.
Асфалт са асфалтне базе биће директно вожен на место уграђивања.

5. ИЗГРАДЊА И УРЕЂЕЊЕ ПРОСТОРА ЗА ЧУВАЊЕ ОПАСНИХ МАТЕРИЈАЛА

Од опасних и лакозапаљивих материјала на градилишту ће се користити технички гасови (ацетилен и кисеоник), гориво и мазиво за стабилне машине.
Кисеоник (оксиген) и ацетилен (дисугас) се неће посебно складиштити, јер ће се исти допремати на градилиште у дневно потребним количинама и држати се на наменским колицима.
Ускладиштење боца за оксиген и дисугас врши се на посебним складиштима на локацији коју одреди Инвеститор. Челичне боце кисеоника и ацетилена заштитити од механичког оштећења, сунчевих зрака и масноће. Маст у атмосфери кисеоника сагорева уз експлозију. Забрањено је настављање црева за оксиген и дисугас. Изузетно настављање црева може се вршити помоћу озубљених металних наста-вака осигураним обујмицама.
На местима где постоји опасност од механичких оштећења црева се морају заштитити. Гориво и мазиво ће се доносити у дневно потребним количинама, тако да неће бити складиштени на градилишту.

6. НАЧИН ТРАНСПОРТОВАЊА, УТОВАРАЊА И ДЕПОНОВАЊА РАЗНИХ ВРСТА ГРАЂЕВИНСКОГ МАТЕРИЈАЛА И ТЕШКИХ ПРЕДМЕТА

Транспорт грађевинског материјал до и по потреби унутар градилишта обавиће се камионима. Возила се оптерећују теретом у границама дозвољене носивости упи-сане у саобраћајну књижицу.
Утовар и истовар терета изводи се ручно или дизалицом у зависности од тежине терета под надзором возача. Код утовара растреситих материјала треба обратити пажњу на правилан распоред терета по каросерији камиона о чему се стара возач камиона. Утовар и истовар материјала обављаће се на слободном простору, а депоновање материјала организоваће се тако да се материјал слаже одвојено по врстама, тако да је приступачан, а по потреби оставити простор за приступ дизалице. Странице сандука на теретном возилу истовремено отварају и затварају два радника. У јавном саобраћају, возила се крећу према важећим прописима о безбедности саобраћаја.
Транспорт боца за кисеоник и ацетилен, на градилишту, врши се одговарајућим колицима, а у случају транспорта моторним возилом, врши се на следећи начин:

- вентили боца морају бити заштићени металном капом,
- боце се морају слагати у хоризонталном положају са мало уздигнутим грлом,
- међусобно додиривање, трење боца и ударање у капу вентила мора бити онемогућено,
- у сандуку у коме се превозе боце забрањује се превоз радника,
- при утовару и истовару боце се не смеју котрљати и морају бити обезбеђене од потреса и удара.

7. НАЧИН РАДА НА МЕСТИМА ГДЕ СЕ ПОЈАВЉУЈУ ШТЕТНИ ГАСОВИ, ПРАШИНА, ОДНОСНО ГДЕ МОЖЕ НАСТАТИ ВАТРА И ДРУГЕ ОПАСНЕ ЗОНЕ

На радним местима где се појављују велика запрашеност поливаће се вода, а при раду са цементом користиће се аспиратори. На местима где може доћи до пожара биће постављени протипожарни апарати и опрема.
Опасна места на градилишту су она места где постоји повремена или стална опасност од повреда или здравствених оштећења радника. Ова места морају се на јасан и разумљив начин обележити натписима или симболима упозорења.
Планираном организацијом и усвојеном технологијом извођења радова, утврђена су радна места и радни простори са повећаном опасношћу односно са посебним условима рада.
Радни простор и радна места са посебним условима рада:

1) радни простор грађевинских машина,
2) радна места руководилаца грађевинских машина,
3) радни простор и послови електро и гасног заваривања,
4) радно место електричара градилишта,
5) радно место на висини преко 3 м,
6) радна места и послови са пнеуматским алатом

Обележавање опасних зона и радних места са посебним условима рада извршиће се постављањем упозоравајућих натписа и ознака према врсти опасности.
Обезбеђење радних простора и места са посебним условима рада, мора се извршити израдом заштитних ограда, постављањем штитника на ротирајуће делове, израдом радних скела за радове на висини, постављањем заштитних на-дстрешница изнад пролаза где постоји могућност пада предмета са висине и свуда где се испод места рада одвија друмски, железнички или пешачки саобраћај.
Поред примене техничких мера, обавеза је сваког лица које непосредно ради, руководи послом, врши надзор и слично, да поштује упозорења и правилно употребљава средства личне заштите.
У циљу потпуније заштите од механичких повреда и оболења на радним местима,
морају се предузимати следеће мере:

- Дизалице које раде на градилишту морају бити технички исправне. За сваку дизалицу градилиште мора имати комплетну техничку документацију која је прописана Правилником о раду са дизалицама.

- Радни простор дизалице обележити упозоравајућим натписима: ЗАБРАЊЕН ПРИСТУП НЕОВЛАШЋЕНИМ ЛИЦИМА и ЗАБРАЊЕНО СТАЈАЊЕ ИСПОД ВИСЕЋЕГ ТЕРЕТА.

- Рад са дизалицом може бити поверен само раднику који има положен стручни испит за руковање дизалицом и позитивну оцену здравствене способности издату од овлашћене установе медицине рада

- Дизаличар мора добро познавати техничке карактеристике и прописане радне и манипулативне способности дизалице. Сви сигурносни уређаји на дизалици морају бити исправни, а њихову исправност дизаличар је дужан свакодневно контролисати.

- На пословима електро и гасног заваривања, ако се радови обављају у затвореном простору, мора се обезбедити вентилација.

- Код електрозаваривања каблови морају имати исправну изолацију како би се избегло варничење

- Код гасног заваривања посебно обратити пажња на исправност гумених црева и њиховом причвршћивању на манометре и горионик. Гумена црева морају бити учвршћена стандардним обујмицама, а не жицом. Арматура манометара, редукциони вентили и рукохват горионика морају бити исправни. Испред рукохвата горионика поставити неповратне вентиле који спречавају увлачење пламена у гумена црева.

- На пословима заваривања радници ће користити одговарајућа средства личне заштите: тамне наочаре, маску за лице-очи, кожно заваривачко одело или кожну кецељу, дуге кожне рукавице, дубоке ципеле, шлем за главу и беле наочаре када раде са брусилицом или обијају шљаку.

- Радно место електричара градилишта је посебно важно са гледишта постављања и одржавања електроинсталација на градилишту. Његова је обавеза да сви електроуређаји, машине и инсталације буду технички исправни и пове-зани на систем заштитног уземљења.

- Електроинсталацију градилишта поставити ван дохвата руку и ван зоне рада дизалица или других средстава механизације који при раду могу доћи у ко-нтакт са проводницима под напоном

- Разводни ормани и други електроуређаји морају бити закључани, а на њима истаћи натписе упозорења и забрана.

- Радна места на висини обезбедиће се израдом прописаних заштитних и радних скела, степеништа, настрешица над пролазима и сл.

- На пословима монтаже и демонтаже цевастих и других скела на висини, обавезно је поред средстава личне заштите примењивати и заштитне платформе које спречавају пад радника са висине

- Све грађевинске машине морају имати механичке штитнике ротирајућих делова, лоциране тако да не угрожавају друга радна места и да сама машина није у некој опасној зони.

- Стабилне машине поставити испод настрешица, осим ако нису тако конструисане да то није потребно.

- У објектима и просторијама у којима се користе и држе запаљиве течности,

запаљиви гасови, експлозивни и други лако запаљиви материјали или се стварају експлозивне смеше, није дозвољено:

- пушење, употреба отворене ватре, светиљки са пламеном и средства за паљење;
- коришћење уређаја и инсталација које могу изазвати пожар и експлози-ју;
- употребљавати алат који варничи;
- коришћење грејних уређаја са отвореном ватром, ужареним и прекомерно загрејаним површинама;
- држање и смештај материјала који је склон самозапаљењу

На прилазу складишту поставити натпис 'ЗАБРАЊЕНО ПУШЕЊЕ И ПРИСТУП ОТВОРЕНИМ ПЛАМЕНОМ" односно симболе који упозоравају на ову забрану, као и "ОПАСНОСТ - БОЦЕ ПОД ПРИТИСКОМ".
На улазу у градилиште поставити натписе упозорења "ПАЖЊА - ГРАДИЛИШТЕ", "ЗАБРАЊЕН УЛАЗ НЕОВЛАШЋЕНИХ ЛИЦА" и "ЗАБРАЊЕН ПРОЛАЗ ЗА ПЕШАКЕ"

8. ЗАШТИТА ОРУЂА ЗА РАД И УРЕЂАЈА

На радовима на монтажи пешаких стаза на мосту користиће се следећа средства и опрема:
1) агрегат за електролучно заваривање,
2) агрегат за струју,
3) гарнитура за аутогено заваривање и сечење,
4) апарати за заваривање,
5) брусилице,
6) бушилице и
7) остала средства и монтажерски алат.

Алати за електролучно заваривање
Забрањено је неисправно прикључивање проводника или одлагање држача електроде на електричне уређаје, јер напон празног хода апарата за заваривање може угрозити чак и оне раднике који немају никакве везе са заваривањем. Да би се спречиле опасности од удара електричне струје при заваривању морају бити спроведене следеће мере безбедности:
- проводник за заваривање прикључити непосредно на предмет заваривања,
- држач електроде одлагати само на изоловану подлогу,
- приликом напуштања места рада искључити извор напона апарата за зава-ривање,
- забрањена је употреба оштећених и неисправних настављених каблова,
- каблове заштитити од механичких оштећења,
- настављање каблова вршити изузетно једнополном виљушком за изолацију,
- при заваривању заваривач и његов помочник морају користити прописана средства личне заштите на раду.

Брусилица и бушилица (електрична)
Пре почетка рада извршити преглед исправности брусилица, бушилица, бургија и брусних плоча (замена). При раду са брусилицом и бушилицом обавезна је упо-треба заштитних наочара са провидним стаклом. Забрањено је брусну плочу и бу-ргију заустављати руком већ се мора дозволити да се сама заустави. Све не-исправности на електричној инсталацији обавезно се морају пријавити непосредно
м руководиоцу који ће предузети мере за њихово отклањање. Прикључне про-воднике за довод електричне енергије треба заштитити од механичких оштећења.
Забрањена је употреба оштећених и неисправних проводника и прикључака.

Горионик за резање

Забрањена је примена горионика за резање за друге гасове осим за ацетилен. За-брањено је да горионик за резање у експлоатацији буде изложен атмосферским падавинама и механичким ударима. Све неисправности на електричној инстала-цији обавезно се морају пријавити непосредном руководиоцу који ће предузети мере за њихово отклањање и треба истог тренутка прекинути са радом.

Агрегат за заваривање

У близини акумулатора је забрањено варничење, употреба отвореног пламена и тињајућих предмета због присуства експлозивног гаса. Електролит у акумулатору је разређена сумпорна киселина. Ако случајно дође у контакт са очима, морате их неколико минута испирати лаганим млазом воде и након тога одмах посетити лекара. У случају додира са кожом испирати 15 минута.

9. ПОСЛОВИ И РАДНИ ЗАДАЦИ СА ПОСЕБНИМ УСЛОВИМА РАДА

Радници који обављају послове и радне задатке са посебним условима рада морају испуњавати посебне услове у погледу стручне спреме, здравствене и пси-хофизичке способности у складу са важећим прописима о заштити на раду. Ра-дници који раде на пословима и радним задацима са посебним условима рада по-двргавају се периодичним лекарским прегледима у роковима утврђеним важећим прописима о заштити на раду. Радници који не испуњавају прописане здравствене и психофизичке услове не могу се распоредити на послове и радне задатке са посебним условима рада. Руководилац градилишта је обавезан да радника код кога лекарски преглед није извршен или је истекао упути служби заштите на раду ради обављања истог. Руководилац градилишта је обавезан да раднику који је од стране службе заштите на раду позван на лекарски преглед омогући да се на преглед јави утврђеног дана.

10. СРЕДСТВА ЛИЧНЕ ЗАШТИТЕ НА РАДУ И ЛИЧНА ЗАШТИТНА ОПРЕМА

Уколико се опасности и штетности при обављању послова и радних задатака не могу отклонити другим мерама заштите на раду у циљу заштите здравственог и физичког интегритета, предузеће запосленим радницима ставља на располагање и употребу средства личне заштите на раду и личну заштитну опрему. Радник који за време рада не користи средства личне заштите на раду или их користи ненаменски, чини тежу повреду радне дужности и може бити уклоњен са рада.

Непосредни руководилац је дужан да радницима којима руководи обезбеди средства личне заштите на раду и да контролише њихово коришћење. Средство личне заштите на раду које је у току рада оштећено и тиме изгубило своју заштитну функцију мора се заменити исправним. Ради брзе и ефикасне замене на градилишту се мора налазити довољна количина заштитних средстава у резерви.

У случају намерног оштећења средстава личне заштите на раду и личне заштитне опреме од стране корисника или другог радника, руководилац градилишта покре-нуће поступак за накнаду штете против починиоца. Престанком радног односа радник је дужан да врати сва средства личне заштите на раду и личну заштитну опрему. Зависно од радне функције и опасности и штетности које се јављају при извршењу послова и задатака, радницима се даје на располагање и коришћење следећа средства личне заштите на раду и лична заштитна опрема:

1) заштитни шлем,
2) заштитни атестирани опасач за привезивање радника за рад на висини,

3) заштитне ципеле са гуменим ребрастим ђоном (са капном),
4) заштитно радно одело,
5) заштитне рукавице,
6) заштитне наочаре за брусаче,
7) штитник са засенченим стаклом за заваривaче и
8) кишна кабаница.

11. УРЕЂЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ПОГОН И ОСВЕТЉЕЊЕ НА ПОЈЕДИНИМ МЕСТИМА НА ГРАДИЛИШТУ

Пројекат електроинсталација градилишта урадиће овлашћено предузеће које се бави овом делатношћу. Пуштањем електроинсталација у рад, утврђује се обавеза градилишта да изврши контролни преглед и мерење вредности отпора уземљења на свим електричним машинама и уређајима. Уколико не буде постојала могу-ћност за добијање потребне инсталационе снаге која је вршно потребна градили-шту, користиће се у таквим случајевима агрегат како би се надокнадила потребна инсталисана снага. Системи снабдевања електричном енергијом из мреже и са агрегата морају бити раздвојени. Радници који раде на одржавању електричних инсталација употребљаваће у току рада одговарајуће заштитне рукавице, ципеле са изолационим ђоном и наменски електроизолациони алат. На делу градилишта где се крећу возила и у зони рада дизалице, све електричне инсталације морају бити укопане или измештене ван саобраћајница и радне зоне дизалица. Каблови за расвету, када се ради ноћу, морају бити подигнути ван дохвата руку радника. Сви разводни ормани на градилишту морају бити закључани.

12. ОДРЕЂИВАЊЕ ВРСТЕ И СМЕШТАЈ ГРАЂЕВИНСКИХ МАШИНА И ПОСТРОЈЕЊА И ОДГОВАРАЈУЋЕ ОБЕЗБЕЂЕЊЕ

Број потребних машина за рад на градилишту, утврђен је према пројектованој технологији и динамици радова. Основна грађевинска механизација градилишта састоји се од следећих машина:
1) компресори,
2) пнеуматски алати,
3) камиони,
4) аутодизалица,
5) моторне тестере,
6) електеричне бушилице.
7) машине за скидање асфалта,
8) машине за набијање земље, тампона и асфалта,
9) финишери.

Распоред и смештај машина на градилишту одређен је према врсти, односно стабилне машине су лоциране према утврђеној шеми организације градили-шта. Покретне машине се распоређују у зависности од напредовања радова.

За исправност машина и њихово правилно постављање, са гледишта заштите на раду, стараће се руководилац механизације или неко друго стручно лице које одреди руководилац радова.

13. ОДРЕЂИВАЊЕ РАДНИХ МЕСТА НА КОЈИМА ПОСТОЈИ ПОВЕЋАНА ОПАСНОСТ ПО ЖИВОТ И ЗДРАВЉЕ РАДНИКА, КАО И ВРСТЕ И КОЛИЧИНЕ ПОТРЕБНИХ ЛИЧНИХ СРЕДСТАВА, ОДНОСНО ЗАШТИТНЕ ОПРЕМЕ

Извођач је дужан да Актом о процени утицаја услова рада на здравље и безбедност запослених утврди радна места са повећаним ризиком и мере, односно опрему неопходну

за отклањање уочених опасности.

14. ОДРЕЂИВАЊЕ ВРСТЕ И НАЧИНА ИЗВОЂЕЊА ГРАЂЕВИНСКИХ СКЕЛА

Избор врсте скела на градилишту биће условљен усвојеном технологијом извође-ња радова. Скеле ће се монтирати од стандардних цевастих елемената ра-мовске скеле и челичних елемената других профила и које одреди пројектант ске-ле. На градилишту ће се употребљавати радне скеле са платформама за пролаз и рад. Технологијом извођења радова нису предвиђене носеће скеле. Свака монти-рана скела се пре употребе мора комисијски прегледати и о извршеном прегледу сачинити записник. Конструкција цевасте скеле мора бити уземљена у циљу за-штите од атмосферског пражњења. На монтажи челичних скела могу радити ра-дници грађевинске струке који имају позитивну оцену здравствене способности за рад на висини издату од овлашћене установе медицине рада. Поред тога радници морају бити обучени за рад на монтажи скела. На радним скелама се не сме депо-но-вати никакав материјал јер се угрожава њена стабилност и закрчује радни про-стор или пролаз.

15. НАЧИН ЗАШТИТЕ ОД ПАДА СА ВИСИНЕ ИЛИ У ДУБИНУ

Радом на висини, сматра се рад који радник обавља користећи ослонце на висини 3,0m и више од чврсте подлоге при чему радни простор није заштићен од пада са висине. Рад на висини радник обавља уз примену средстава заштите на раду. Рад на висини могу обављати само искусни радници који су у свом претходном раду, постепено од малих ка већим висинама, стекли знање и проверили личне спосо-бности за обављање ових послова. Радови на висини изводе се на основу доку-ментације о организацији и технологији извођења са мерама заштите на раду, коју обезбеђује извођач радова. Рад на висини може се обављати само уз непосредан и стални надзор стручног радника одређеног решењем директора предузећа или приватног послодавца за послове вршења надзора над радом радника. Радник не сме да отпочне рад, нити да ради на висини ако је уморан, неиспаван, психички растројен, под дејством лекова, седативних средстава, алкохола или других опојних средстава. Заштита од пада са висине обезбеђује се израдом прописаних радних и прилазних платформи и трепни, скела са заштитном оградом и леставама за прилаз-силаз.

Да би се спречио пад у дубину, сваки ископ се мора оградити за-штитном оградом са обе стране ископа. Висина ограде мора бити минимум 100cm са прописном испуном. Ноћу ископ мора бити осветљен. Унутрашње стране ископа се морају подградити, а за силазак у дубину морају се обезбедити лестве које надвишују терен за 75cm. Горња страна-ивица ископа обезбедиће се ивичном даском висине 20cm која ће спречавати повратак ископаног материјала у ископ.

16. НАЧИН ЗАШТИТЕ ОД ПАДА ПРЕДМЕТА СА ВИСИНЕ НА РАДНИКЕ

Обезбеђење радне околине у којој може доћи до пада предмета или елемента не сме започети док:

1) није проверено да ли су сви прилази зони извођења радова затворени за раднике и остала лица која не учествују у овим радовима и да ли у угроженој зони има присутних лица која морају да напусте угрожену зону;

2) да се радници који не учествују у раду удаље на безбедно растојање;

3) на местима где може доћи до пада предмета или елемента треба поставити натпис "ОПАСНОСТ ОД ПАДА ПРЕДМЕТА С ВИСИНЕ".

17. МЕРЕ И СРЕДСТВА ПРОТИВПОЖАРНЕ ЗАШТИТЕ НА ГРАДИЛИШТУ

Обзиром да се радови одвијају на отвореном простору и да нема складиштења лакозапаљивог материјала, пожарна опасност је минимална.
По један апарат за иницијално гашење пожара типа С-6 или С-9 поставиће се на контејнере и магацин.
Средства за гашење пожара морају се одржавати у испра-вном стању, наменски користити, бити посебно означени и увек доступни за употребу.
Места на којима се она постављају, одређују се сагласно упутству про-извођача, а у зависности од површине простора, врсте процеса производње, те-хнологије и слично, као и са тим у вези могућих узрока и врсте пожара.
Грађевинске машине и возила за превоз материјала, по прописима морају имати ПП апарате.

Пре почетка радова на рехабилитацији моста, а у току припремних радова, очистиће се сво растиње испод моста као и нанети материјал у кориту реке који би се могао запалити при извођењу радова.

18. ИЗГРАДЊА, УРЕЂЕЊЕ И ОДРЖАВАЊЕ САНИТАРНИХ ЧВОРОВА НА ГРАДИЛИШТУ

На градлишту ће бити постављене наменске покретне кабине уколико постоји могу-ћност за њихово изнајмљивање. Уколико не буде постојала могућност за изнајмљи-вање поменутих кабина, на градилишту ће бити ископана рупа и постављена нужник кабина. По завршетку радова кабина ће се демонтирати, а рупа затрпати. На 30 радника потребно је обезбедити једну кабину. Кабине не смеју бити међусобно удаљене више од 100m.

19. ОРГАНИЗОВАЊЕ ПРВЕ ПОМОЋИ НА ГРАДИЛИШТУ

Прву помоћ радницима на градилишту, у случају повреде или обољења пружају:
1) непосредни руководиоци,
2) радници оспособљени за пружање прве помоћи,
3) станица за хитну помоћ и
4) најближа здравствена станица.

Сви радници на градилишту су дужни да у случају несреће учествују у пружању прве помоћи.
На градилишту се неће посебно организовати здравствена амбуланта, већ ће бити обезбеђена дежурна кола која ће евентуално повређеног превести до здравствене установе у граду.
Прва помоћ коју пружају радници и непосредни руководиоци, састоји се у следећем:
1) ослобађање дисајних путева вештачким дисањем, мобилизација прелома,
2) преноса и превоза повређеног до најближе здравствене станице,
3) пружања прве помоћи код удара електричне енергије,
4) заустављање крварења и
5) чишћење предела ране и њено превијање

На сваком градилишту морају постојати ормарићи за пружање прве помоћи у којима се налази следећи санитетски материјал:
1) два комада фластера завоја,
2) три већа или пет мањих стерилних завоја,
3) комад јекодерма,
4) комад троугласте мараме
5) комад алкохола 70%, 100ml
6) три пакетића вате од по 10g или један пакет вате од 50g

20. ДРУГЕ НЕОПХОДНЕ МЕРЕ ЗА ЗАШТИТУ ЛИЦА НА РАДУ

Пре почетка радова морају се утврдити положаји свих подземних инсталација и предузети одговарајуће мере како не би дошло до њиховог оштећења. Ако се при извођењу радова

наиђе на подземне инсталације које нису раније обезбеђене, рад се мора обуставити и тек када се обезбедити надзор стручног лица из орга-низације којој припадају ове инсталације, радови се могу наставити.

Радници који раде на радним местима са повећаним ризиком морају се пре упућивања на радно место подвргнути специјалном лекарском прегледу, ради утврђивања радне способности.

Лекарски прегледи морају се изводити у овлашћеној установи медицине рада. Упут радника на преглед и лекарски извештај о стању здравља морају бити на прописа-ним обрасцима и јасно написаним подацима.

О извршеним прегледима обавезно је водити уредну евиденцију и редовно изве-штавати шефа градилишта о стању здравља и способности сваког радника распо-ређеног на послове са повећаним ризиком.

Сваки ново примљен и премештен радник на градилиште, мора се пре распореда на радно место упознати и обучити са утврђеним мерама безбедности и здравља на раду и технологијом рада градилишта.

Након извршене обуке обавезно је извршити проверу стеченог знања радника (пи-сани тест) о безбедности на раду. О извршеном обучавању радника обавезно је водити прописану уредну евиденцију.

Свим радницима пре упућивања на место рада, морају се дати на употребу средства и опрема личне заштите према врсти опасности и штетности на месту рада.

Врста и намена средстава и опреме за заштиту радника прописана је у Правилнику о безбедности и здрављу на раду Предузећа.

Одговорна и овлашћена лица за руковођење радовима на градилишту, непосредно су одговорна за уређење градилишта и радних места према важећим одре-дбама Закона о безбедности и здрављу на раду, других техничких норматива из области безбедности на раду и овог елабората. Промене утврђених мера безбедности на раду предвиђених овим елаборатом могу се извршити само у сагласности са одговорним руководиоцем радова.

Пријављивање почетка радова извршиће се 8 дана пре почетка радова. У прилогу пријаве о почетку радова, доставиће се и један примерак овог елабората.

Пре почетка радова на на рехабилитацији моста, руководилац градилишта је дужан да све раднике упозна са начином рада, опасностима и мерама заштите као и да саопшти радницима распоред и начин њиховог уклањања и уклањања средстава за рад ван моста.

На градилишту постоји евиденција, односно доказ да су са начином извођења ра-дова или радне операције и мерама заштите на раду упознати радници који ће непосредно учествовати у извршењу.

Руководилац радова на градилишту непосредно су одговорни за уређење гради-лишта и радних места према важећим прописима описаних овим елаборатом.

21. СКЕЛЕ

Радне скеле се постављају, одржавају, користе и уклањају према техничкој доку-ментацији, која мора да садржи:

- анализу оптерећења,
- прорачун и приказ ослањања,
- цртеже елемената скеле са димензијама и детаљима веза,
- цртеже положаја и детаља везе скеле са објектом, детаља укрућења,
- цртеж радног пода и заштитне ограде,
- цртеж прилаза радним етажама скеле,
- редослед и начин монтаже и демонтаже са мерама безбедног рада и
- атест о исправности употребљених материјала.

Документација скеле мора бити оверена потписом пројектанта скеле, односно одговорног лица на градилишту и мора се чувати до демонтаже скеле.

Скеле могу постављати, преправљати, допуњавати и демонтирати само стручно обучени радници, здравствено способни за рад на висини и то под надзором одре-ђеног стручног лица на градилишту.

Радници који буду радили на овим пословима морају користити одговарајућа лична заштитна средства и то: шлем за главу, опасач за рад на висини, заштитне рукавице и

дубоке ципеле са гуменим ђоном.
Цеваста скела се монтира ручно, а елементи носећих скела од челичних профила веће тежине се монтирају аутодизалицом.
За време наношења предвиђеног оптерећења и извођења радова скела се мора прегледати, а нарочита пажња се мора обратити на елементе веза и ослонаца.

За израду скеле смеју се употебљавати само равне и неоштећене челичне цеви. Сви вертикални штапови скеле морају бити у уздужном и попречном правцу учвршћени хоризонталним и дијагоналним цевима (под углом од 45^{o}).
Сва радна места на висини већој од 100cm од тла, морају бити ограђена чврстом заштитном оградом . Ограда мора бити изграђена од здравог дрвета, без чворова. Размак и димензије стубића и осталих елемената ограде мора одговарати хоризонталном оптерећењу на рукохват ограде најмање 30kN/кп. Размак елемената попуне заштитне ограде не сме бити већи од 30cm код дрвене ограде и 35cm код ограде од цевасте скеле. Уз под радне платформе мора се поставити но-гобран – даска висине 20cm која спречава пад материјала или алата са пода ске-ле, платформе и сл.
На радној скели се мора истаћи натпис о дозвољеном оптерећењу исте. На радној скели се не сме депоновати материјал. Излаз на висини мора се обезбедити изра-дом одговарајућих вертикалних лествi са леђобраном или израдом степеница у конструкцији од цевасте скеле. Ако се скела ради од рамовских типских елемената цевасте скеле, иста је тако конструисана да поседује све елементе за излазак на висину и безбедан рад на истој. Конструкција цевасте скеле мора бити уземљена.

22. ЛИЧНА ЗАШТИТНА СРЕДСТВА

За обављање делатности, зависно од врсте и природе посла, опасности, штетно-сти радних услова и других релевантних елемената, треба да се обезбеде следе-ћа средства личне заштитне опреме:

- за заштиту главе,
  - шлем (рударски, односно грађевински)
- за заштиту очију и лица,
  - штитник за очи и рорачун и приказ ослањања,
  - наочаре са провидним стаклом и бочном заштитом,
  - наочаре са провидним триплекс-стаклом и непропусним оквиром,
- за заштиту слуха,
  - ушни чеп за заштиту слуха од буке јачине до 85dB,
  - ушни штитник за заштиту слуха од буке јачине до 105dB,
- за заштиту органа за дисање,
  - респиратор за заштиту органа за дисање од грубе, неагрес. и неотровне прашине,
  - респиратор за заштиту органа за дисање од штетних пара,
  - у мањим количи-нама цевна маска цевна маска са капуљачом или шлемом,
  - апарати са кисеоником или компримованим ваздухом (изолациони апарати)
- за заштиту руку,
  - кожне рукавице (обичне)
  - кожне рукавице са челичним закивцима или лочицама
  - постављене кожне рукавице, за рад при тем. до + 5°C
  - рукавице од природне или синтетичке гуме, разних дужина
- за заштиту ногу,
  - кожна коленица
  - потколеница од коже или чврстог платна, постављена филцом са унутрашње стране
- за заштиту ручног зглоба и рамена,
  - кожне штитник за ручни зглоб
  - кожне штитник за раме
- за заштиту од влаге и хладноће,
  - простирка од каже или другог изолационог материјала
- за заштиту од пада,
  - опасач (са или без упртача), са најмање једном „Д" кариком

- ужад од јуте или маниле, са карабињерима на крајевима (дужине према потреби)

• за заштиту од удара електричне струје,
  - електроизолациона обућа (каљаче и сл.)
  - рукавице од електроизолационог материјала (рукавице за електричаре:
    1 класе - за рад у постројењима или са уређајима напона до 650W;
    2 класе - за рад у постројењима или са уређајима напона преко 650W)
  - електроизолациона простирка
  - електроизолациона постаље
  - електроизолациона ручица за ножасте ("Н') осигураче
  - електроизолациона клешта
  - електроизолациона мотка
  - уљад за уземљење и кратко спајање
  - друга потребна опрема

Саставила

Снежана Радуловић Јевремовић, дипл. инж. грађ.

2/1.5.4 ПРИЛОГ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

1. УВОД

Пројекат се односи на реконструкцију друмског моста Каракај преко реке Дрине на државном путу IБ реда бр.26 који се налази на граничном прелазу „Мали Зворник“.

Састоји се од две независне мостовске конструкције К1 и К2, са заједничким ослонцем у оси стуба С4. Обе конструкције су бетонски претходно напрегнути носачи статичког система континуалне греде - К1 преко три поља распона 2x35.0+35.4m, а К2 преко четири поља распона 47+2x61.1+47m. Дужина моста између ослонаца на крајњим стубовима С1 и С8 износи 321.6m.

Саобраћајни профил на мосту је константан целом дужином обе мостовске конструкције; укупна ширина са ивичним парапетним плочама износи 10.7m коловоз ширине 7.0m и обостране пешачке стазе са челичном оградом бруто ширине по 1.85m. Раздвајање коловоза и пешачких стаза је обезбеђено денивелацијом пешачке стазе и коловоза за 20cm.

Визуелним прегледом је утврђено је постојеће стање конструкције моста и оштећења на свим елементима.

У складу са стањем мостовске конструкције које је уочено прегледом, као и захтевима Пројектног задатка, пројектом реконструкције моста Каракај преко реке Дрине који се налази на граничном прелазу „Мали Зворник“ предвиђени су радови на:

- реконструкцији саобраћајног профила,
- ојачању главног носача,
- ојачању стубова,
- санацији површинских оштећења носеће конструкције,
- ињектирању прслина,
- замени лежишта,
- систему одводњавања,
- уређењу терена,
- уклапању пута пре и после моста.

С обзиром на положај моста у мрежи путева, циљ овог дела пројектне документације је сагледавање свих релевантних утицаја и потребних мера заштите у фази изградње, како радови не би угрозили животну средину.

2. ОСНОВЕ ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Просторне границе истраживања

Посматрани мост премошћава реку Дрину и налази на граничном прелазу „Мали Зворник“ између Републике Србије и Босне и Херцеговине. Преметни објекат налази се на територијама општина Мали Зворник (Република Србија) и Зворник (Босна и Херцеговина). Општина Мали Зворник припада Мачванском округу и представља његову најмању и најмлађу општину. Рељеф на територији општине Мали Зворник је брдско-планински, надморске висине од 200 до 856 метара. Сама микролокација је на обали реке Дрине. С обзиром да се предметни мост налази у урбаном делу, земљиште није од пољопривредног значаја и обрасло је ниским и средњим растињем. На територији општине Мали Зворник живи око 12 500 становника.

Слика 1: Шира зона положаја моста

Слика 2: Положај моста

2.2 Законске одредбе

Коришћена је следећа правна регулатива:

1. Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/04, 36/09, 36/09-др.закон и 72/09-др.закон)
2. Закон о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 36/09 и 88/10)
3. Закон о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/09 и 88/10)
4. Закон о транспорту опасног терета („Сл. гласник РС“, бр. 88/10)
5. Закон о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, бр. 135/04 и 36/09)
6. Закон о хемикалијама („Сл. гласник РС“, бр. 36/09 и 88/10)
7. Закон о заштити ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 36/09 и 10/13)
8. Закон о водама („Сл. гласник РС“, бр. 30/10 и 93/12)
9. Закон о заштити природе („Сл. гласник РС“, бр. 36/09 и 88/10)
10. Закон о шумама („Сл. гласник РС“, бр. 30/10 и 93/12)
11. Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 37/11)
12. Правилник о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута („Сл. гласник РС“, бр. 50/11)
13. Правилник о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке („Сл. гласник РС“, бр. 72/10)
14. Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. гласник РС“, бр. 56/10)

15. Правилник о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“, бр. 74/11)
16. Уредба о одлагању отпада на депоније („Сл. гласник РС“, бр. 92/10)
17. Уредба о управљању отпадним уљима („Сл. гласник РС“, бр. 60/08)
18. Уредба о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха („Сл. гласник РС“, бр. 11/10 и 75/10)
19. Уредба о граничним вредностима емисија загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 67/11 и 48/12)
20. Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средину („Сл. гласник РС“, бр. 75/10)

2.3 Методологија истраживања

Методолошке основе које су законски прокламоване у склопу опште законске регулативе која покрива ову проблематику и методолошки кораци који произлазе из специфичности анализираног објекта и пројектне документације морају бити усклађени.

Анализирају се они утицаји који у конкретним просторним утицајима одређују међусобни однос објекта и животне средине. На основу верификованих показатеља појединих критеријума истраживане су могућности заштите и унапређења животне средине и предложене одговарајуће мере за које постоји оправданост у смислу рационалног смањења негативних утицаја.

3. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ

Анализа постојећег стања показује да су, у оквиру посматраног простора, изражени потенцијали (вода, тло, ваздух, објекти), који би били угрожени изградњом предметног моста: река Дрина и земљиште ангажовано приликом извођења радова.

Река Дрина представља природну границу између Србије и Босне и Херцеговине. Натаје спајањем Река Таре и Пиве. После 345 km тока улива се у реку Саву.

У зависности од квалитета воде, пре свега количини кисеоника и количини потребне хране, различите врсте насељавају различите делове реке Дрине. Можемо разликовати три дела тока који нису оштро подељена и у зависности од грађе корита међусобно се преплићу омогућавајући неким рибљим врстама да се појављују дуж целог тока реке. На основу теренских истраживања утврђено је да се на подручју реке Дрине налази тридесетосам рибљих врста сврстаних у десет фамилија. Свака од фамилија насељава њој својствен део тока.

Посматрани мост налази се на трећем сектору тока реке који се може описати као део где река Дрина поприма особине равничарске реке, али са већом ширином и брзим током воде чија се количина мења у зависности од ритма рада хидроелектране. Овде је каратеристично рибље насеље којима одговарају ритмички токови. То су фамилије:

- Cyprinidae (скобаљ, клен, мрена, плотица, деверика, саран, лињак, кркуша, мрена, укњија, караш, бели амур, буцов, јеж, црвенперка, крупатица, мосара)
- Esocidae (штука)
- Percidae (гргеч, балавац, шранц, врешенар, смуђ)
- Centrarchiade (сунчица)
- Siluridae (сом)
- Gadidae (манић)

Слика 3: Рибе Дрине

4. АНАЛИЗА УТИЦАЈА

Дефинисање појединих утицаја и њихових показатеља представља почетни корак у процесу анализе утицаја објекта на животну средину. Глобално посматрано, сви утицаји се могу сврстати у три основна вида:

• утицаји као последица изградње објекта,
• утицаји због саме егзистенције објекта,
• утицаји од експлоатације,
• утицаји као последица одржавања конструкције.

Посматрани мост неопходан је за функционисање међудржавног саобраћаја. Положај моста у мрежи путева, његова улога и обим саобраћајаног оптерећења указују да се одређени утицаји на животну средину могу очекивати у току изградње објекта.

Приликом извођења радова на реконструкцији моста јављају се негативни утицаји као резултат формирања градилишта, депоновања грађевинског материјала и кретања и рада грађевинских машина. Они су углавном привременог карактера - бука, аерозагађење, загађење воде и тла, а за оне трајне, као што су збијање тла и уклањање вегетације, потребно је извршити мере рекултивације по завршетку грађевинских радова.

Утицај који је најизраженији је могућност загађења воде и тла у фази изградње с обзиром на природу објекта тј. положај градилишта. Загађења у фази изградње су привременог карактера, по обиму и интензитету ограничена, мада у случајевима појединих хаварија могу донети драстичне последице.

У овој фази, потребан је додатни простор за имплементацију грађевинских радова као и за истовар грађевинских материјала. На месту где градилиште буде смештено, а сасвим је сигурно да ће то бити у непосредној близини водотока, воде могу бити угрожене потенцијалним истицањем опасних супстанци, као што су моторна уља или средства за подмазивање. Отицање тих материја са градилишта, такође може бити озбиљан проблем у колико се не предузму мере да се то ограничи.

Конфликти могу настати са воденом флором и фауном, а организација градилишта може изазвати уништавање обала и обалне вегетације.

Тло као основни природни елемент представља врло сложен систем који је јако осетљив на различите утицаје. Потребно је истаћи да тло као еколошки систем реагује на врло мале промене концентрације полутаната у ком смислу долази и до деградације његових основних карактеристика.

Код радова на реконструкцији моста, евентуална загађења су везана за потребу транспорта и одлагања грађевинског материјала и на локацији где ће се организовати градилиште услед радњи везаних за саму изградњу.

До загађења земљишта може доћи услед неправилне манипулације нафтом и њеним дериватима која се користи за грађевинску механизацију и друга постројења у току радова, прања возила и механизације изван за то предвиђених и уређених места, неадекватно уређеног градилишта и другим активностима које се не спроводе по препорукама техничких мера заштите.

Загађење земљишта у току радова може се свести на минимум или у потпуности елиминисати уз поштовање техничких мера заштите наведене у поглављу описа мера за ублажавање утицаја пројекта.

Деградација тла у смислу утицаја на животну средину подразумева више различитих процеса од којих посебну тежину имају појаве клижења и одрона, ерозија, промена пермеабилитета тла, могућа погоршања карактеристика тла у широј зони, деградација тла због отварања позајмишта грађевинског материјала, деградација тла због формирања депонија као и други утицаји који у конкретним просторним условима могу имати мањи или већи значај.

У конкретном случају деградација тла може настати у фази извођења радова на приступном пута у зони моста. Коришћени простор се по завршетку радова мора рекултивисати и вратити претходној намени.

Проблематика енергије и ресурса као показатеља утицаја на животну средину квантификује се преко обима радова и количине уграђеног материјала. Преглед потребних количина за материјала за извођење кључних позиција дат је у табели која следи.

Табела Т1: Потребне количине материјала за кључне позиције при извођењу радова

ред. бр.	Позиција	јед. мере	Количина
1	радови од бетона	m^3	600
2	радови од метала	kg	65000
3	бет. ивичњаци	m	700
4	асфалт	m^3	300

5. МЕРЕ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

На основу спроведене анализе може се закључити да ће негативни утицаји бити најизраженији у току извођења радова на реконструкцији моста. Ово се у првом реду односи на простор који ће бити ангажован за организацију градилишта. У току извођења радова неопходно је предузети низ мера којима се минимизирају могући негативни утицаји:

- Израда посебних анализа заштите животне средине у оквиру пројекта организације грађења;
- Стриктна заштиту свих делова терена ван непосредне зоне радова, што значи да се ван површине ангажоване за формирање градилишта не могу вршити стална или привремена одлагања материјала, паркирање и поправка машина;
- Све манипулације са нафтом и њеним дериватима у току процеса грађења, снабдевање машина, неопходно је обављати на посебно дефинисаном месту и уз максималне мере заштите како не би дошло до просипања. Сва амбалажа за уље и друге деривате нафте, мора се сакупљати и односити на контролисане депоније;
- Забрану отварања неконтролисаних приступних путева појединим деловима градилишта;
- Паркирање машина само на уређеним местима. На месту паркирања машина, предузети посебне мере заштите од загађења тла уљем, нафтом и нафтним дериватима. Уколико дође до загађења тла исцурелим уљем или на неки други начин, тражење уклањање тог слоја земље и његово одношење на депонију;
- Систематско прикупљање чврстог отпада који се јавља у току извођења радова и боравка радника у зони градилишта (амбалажа од хране, други чврсти отпаци) и његово депоновање на уређеним депонијама. Забранити одлагање/депоновање у приобаљу реке Дрине;
- Забрана прања машина и возила у зони радова као и прање миксера за бетон и некотролисано одстрањивање преосталих делова бетонске масе на било које површине ван места предвиђеног за ту намену;
- За случај када се на градилишту појави вишак бетона, извођач би требало да има припремљену оплату за израду тзв. мртвица – темеља за скеле, контратегова за кранове, плоча за облагање кегли и слично. Вишак бетона може се искористити и за бетонирање тротоара или стаза на самом градилишту. Уколико се бетон не угради на било који начин, миксер се враћа у бетонску базу где испоручилац испира миксер јаким млазовима воде и на тај начин издваја агрегат који може вратити у производњу или примењује неки други поступак. Уколико се не може избећи испирање миксера за бетон на локацији, обавеза је Извођача да припреми посебну јаму, обложену фолијом или заштићеном на други начин, у коју ће се просути вишак бетона;
- Општа мера ублажавања утицаја буке у току извођења радова је захтев да извођач радова користи модерну опрему са пригушивачима буке и да се придржавају уобичајених радних сати у току дана;
- У циљу спречавања неконтролисаног разношења грађевинског материјала транспортним средствима потребно је спроводити чишћење возила пре изласка на јавне површине као и обавезно прекривање или влажење материјала који се транспортује како не би дошло до његовог развејавања;
- Обезбедити техничку исправност механизације, редовним (по потреби и ванредним) техничким контролама норми емисије штетних гасова;
- Складиштење, превоз и коришћење уља и горива, пуњење постројења и машина, обавити тако да се смањи ризик од загађења вода и земљишта. Возила која служе за досипање горива морају имати одговарајућу опрему помоћу које је могуће одмах покупити просуто гориво. Извођач радова мора да има обучено особље, које је компетентно да рукује горивом и уклони последице случајног просипања. Простор за складиштење горива треба да буде бар на 50 m удаљености од водотока;

- Приликом затварања градилишта, сво контаминирано земљиште треба ископати и заменити новим слојем земљишта;
- Употребљену воду са градилишта сакупити и третирати на одговарајући начин. Отпадне воде не смеју се испуштати без претходног третмана;
- Отпадно гвожђе и други метал треба сакупити и предати заинтересованој и овлашћеној организацији на даљи третман;
- Забранити извођење радова који изазивају замућеност водотока дуже од 5(пет) дана у континутету;
- По завршетку радова површине градилишта, приступне путеве и привремено заузете површине потребно је санирати, односно довести у потребно стање према намени простора;

По окончању радова и затварању градилишта потребно је вратити локацију у првобитно стање. Ово ће се реализовати:

- Уклањањем свих делова опреме, и свог отпада насталог током извођења радова;
- Уклањањем и/или депоновањем свих вишкова земље и шута под условима надлежне комуналне службе;
- Враћањем у првобитни ниво растреситости делова тла збијеног изградњом привремених саобраћајница и објеката;
- Рекултивацијом земљишта засејавањем аутохтоне вегетације и супституцијом, евентуално, уклоњених или оштећених примерака високе вегетације.

С обзиром на карактер пута, може се очекивати транспорт хемиски отровних, запаљивих, експлозивних и других отровних и штетних материја потребно је дефинисати одговарајуће поступке и мере за заштиту људи и животне средине. У случају хаварије возила са опасним теретом (у прашкастом, грануларном или течном стању), саобраћај обавезно зауставити, пребацити на другу траку саобраћајнице и послати захтев специјализованој служби у најближем месту или бази за одржавање која треба да обави операцију уклањања опасног терета као и асанацију коловоза. У питању су следеће мере заштите:

- ограничити истицање опасне материје;
- ограничити изливену течност на простор на који се излила;
- захватити течност која истиче у интервенцијске посуде или цистерне;
- спречити истицање загађујућих материја;
- употребити специјалне сорбенсе и друга средства за деконтаминацију терена и санирање последица на месту изливања опасних материја.

Мост представљају значајан ризик по питању загађења. Ту је, када се хаварија већ деси, могућност санације врло мала, па је неопходно анализу усмерити на предвиђање мера заштите, које би онемогућиле доспевање загађења у површински ток. Предвиђене мере превенције су ограничење брзине, издигнути ивичњаци и сливници којима ће се прихватити све оборинске воде са коловозне површине моста и преко еластичних прикључака, уводити у одговарајућу каналску цев. Вода би се даље евакуисала системом колекторске канализације ка сепаратору.

6. ЗАКЉУЧАК

Проблематика заштите животне средине за реконструкцију моста Каракај преко реке Дрине на државном путу IБ реда бр.26 који се налази на граничном прелазу „Мали Зворник“, анализирана је у оквиру неколико посебних целина кроз које су обухваћене основе за истраживање, описивање постојећег стања, анализа утицаја и мере заштите.

Спроведени поступак показује да се уз предузимање специфицираних мера заштите, може прихватити реконструкција моста Каракај преко реке Дрине, као објекта који неће испољити негативне последице у домену животне средине.

Саставила

Снежана Радуловић Јевремовић, дипл. инж. грађ.

2/1.6. НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/1.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Садржај:

1 УЛАЗНИ ПОДАЦИ 3
1.1 Општи подаци о конструкцији 3
1.2 Увод у статички прорачун 3
1.3 Карактеристике усвојених материјала 7
2 АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА 10
2.1 Основна оптерећења 10
2.1.1 Сопствена тежина конструкције 10
2.1.2 Додатно стално оптерећење 10
2.1.3 Преднапрезање 11
2.1.4 Табеларни преглед динамичких коефицијената 23
2.1.5 Корисно - саобраћајно оптерећење 23
2.1.6 Корисно оптерећење на пешачким стазама 29
2.1.7 Притисак земље 29
2.2 Допунска оптерећења 30
2.2.1 Заустављање и покретање возила - допунско оптерећење 30
2.2.2 Утицаји од промене температуре 30
2.2.3 Оптерећење ветром 30
2.3 Изузетна оптерећења 34
2.3.1 Сеизмички прорачун 34
3 КОЛОВОЗНА ПЛОЧА 38
3.1 Ограда пешачке стазе 38
3.2 Конзола пешачке стазе 39
3.2.1 Попречни пресек 39
3.2.2 Анализа оптерећења 39
3.2.3 Статички утицаји за контролу пресека у укљештењу конзоле: 41
3.2.4 Контрола носивости конзоле коловозне плоче 41
3.3 Коловозна плоча 44
3.3.1 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0 44
3.3.2 Анализа оптерећења 46
3.3.3 Статички утицаји 47
3.3.4 Контрола носивости коловозне плоче 55
4 ГЛАВНИ НОСАЧ 61
4.1 Улазни подаци 61
4.1.1 Геометријске карактеристике попречних пресека 61
4.1.2 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0 67
4.2 Статички утицаји 73
4.2.1 Сопствена тежина конструкције 74
4.2.2 Додатно стално – постојеће 76
4.2.3 Додатно стално – новопројектовано 78
4.2.4 Преднапрезање – постојећи каблови из Основног пројекта 80
4.2.5 Саобраћајно оптерећење - шема V440 83
4.2.6 Утицај температуре 86
4.3 Контрола напона 92
4.3.1 Табеларни приказ утицаја 93
4.3.2 Контрола нормалних напона 95
4.3.3 Контрола главних напона затезања 98
4.4 Ојачање главних носача 100
4.4.1 Нови каблови за преднапрезање 100
4.4.2 Статички утицаји од нових каблова 113
4.4.3 Контрола напона у ојачаној конструкцији 116
4.4.4 Прорачун анкерних блокова 122
4.4.5 Прорачун девијатора 136
4.5 Прорачун носивости на лом 138
4.6 Сигурност против појаве прслина 140

4.7 Контрола функционалности моста 141
4.7.1 Контрола угиба 141
5 ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ 142
5.1 Улазни подаци 142
5.1.1 Геометријске карактеристике попречних пресека 142
5.1.2 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0 145
5.2 Статички утицаји у попречним носачима 151
5.2.1 Конструкција К1 151
5.2.2 Ослоначки носач у оси С4 155
5.2.3 Конструкција К2 164
5.3 Контрола носивости 171
5.3.1 Конструкција К1 172
5.3.2 Ослоначки носач у оси С4 175
5.3.3 Конструкција К2 178
6 ОСЛОНЦИ И ЛЕЖИШТА 184
6.1 Ослонци на крајњим стубовима 184
6.2 Лежишта на средњем стубу с4 188
6.3 Контрола АБ зглоба 190
6.3.1 Стуб С4 190
6.3.2 Стубови С5 - С7 192
7 ДИЛАТАЦИЈЕ 195
8 СТУБОВИ и ШИПОВИ 196
8.1 Обални стубови 196
8.1.1 Обални стуб С1 196
8.1.2 Обални стуб С8 207
8.2 Средњи стубови 219
8.2.1 Улазни подаци 219
8.2.2 Анализа оптерећења 222
8.2.3 Прорачун виткости 222
8.2.4 Статички утицаји – неојачани стубови 224
8.2.5 Контрола носивости стубова 255
8.2.6 Прорачун ојачања стубова 259
8.2.7 Контрола носивости стубова 276
8.2.8 Контрола носивости шипова средњих стубова 288

1 УЛАЗНИ ПОДАЦИ

1.1 ОПШТИ ПОДАЦИ О КОНСТРУКЦИЈИ

Друмски мост Каракај преко реке Дрине састоји се од две независне мостовске конструкције К1 (од стуба С1 до стуба С4) и К, од С4 до С8. Конструкција К1 је статичког система континуалног рама преко 3 поља распона 2x35.0+35.4m. Конструкција К2, је континуални рам преко 4 поља распона 47m+2x61.1m+47m. Стуб С4 је заједнички стуб за обе конструкције.

Главни носач К1 је претходно напрегнути бетонски сандук константне висине од 1.8 m. Доња плоча сандука је константне ширине од 6.0m, променљиве дебљине од 15cm. у пољу и крај. ослонцима до 40cm. над средњим ослонцима. Дебљина ребара сандука је променљива од 24cm. у пољу до 40cm. над ослонцима. У трећинама распона главног носача изведени су пуни попречни носачи у пуној висини пресека дебљине 20cm., а над стубовима ослоначки попречни носачи дебљине 60cm. на обалном стубу С1 односно 100cm. на средњим стубовима С2 и С3.

Главни носач К2 је претходно напрегнути бетонски сандук променљиве висине, од 1.8m. у пољима и над крајњим ослонцима до 2.4m. над средњим ослонцима. Ширина доње плоче сандука је константна и износи 6.0m. Дебљина плоче од 15cm. у пољима и над крајњим ослонцима се повећава се на 50cm. над средњим стубовима С5 до С8. Ребра сандука су променљиве дебљине од 24cm. до 40cm. Средњи попречни носачи дебљине 20cm су изведени у четвртинама распона у пуној висини пресека. Ослоначки попречни носачи над средњим стубовима С5 до С7 су дебљине 100cm, а на обалном стубу С8 60cm.

Укупна ширина горње плоче сандука обе конструкције са конзолама износи 10.6m: дебљина плоче унутар сандука је константна од 18cm. а на конзолним деловима променљива од 12cm. уз ивичне венце до 24cm. на споју са ребрима.

Ослањање конструкција К1 и К2 на обалне стубове је преко пара покретних армирано бетонских лежишта - пендела димензија 40/100cm. дужине 80cm.

Средњи ослонци конструкције К1 у осама С2 и С3 су по два кружна стуба пречника 100cm. на осовинском растојању од 4.0m. у попречном правцу. Висина стубова је од 7.6 до 8.6m. На доњем крају стубови су у наставку аб шипова пречника 120cm., а на горњем крају су укљештени у главни носач.

Средњи ослонци конструкције К2 у осама С5 до С7 су по два кружна стуба пречника 120cm. на осовинском растојању од 3.8m. у попречном правцу. Ови стубови су на доњем крају укљештени у наглавне греде шипова, а на горњем крају зглобно везани са главним носачем. Зглобна веза преко аб линијских зглобова, типа "Freyssinet" остварена је сужавањем пресека стубова на пресек ширине 25cm и висине 6cm. Висина стубова од доње ивице главног носача до горње ивице наглавних греда је од 7.8 до 8.7m.

На стубу С4 конструкција К1 се ослања преко линијског зглоба, а конструкција К2 посредством неотопф лежишта носивости 2000 kN преко попречног носача К1 у оси С4 .

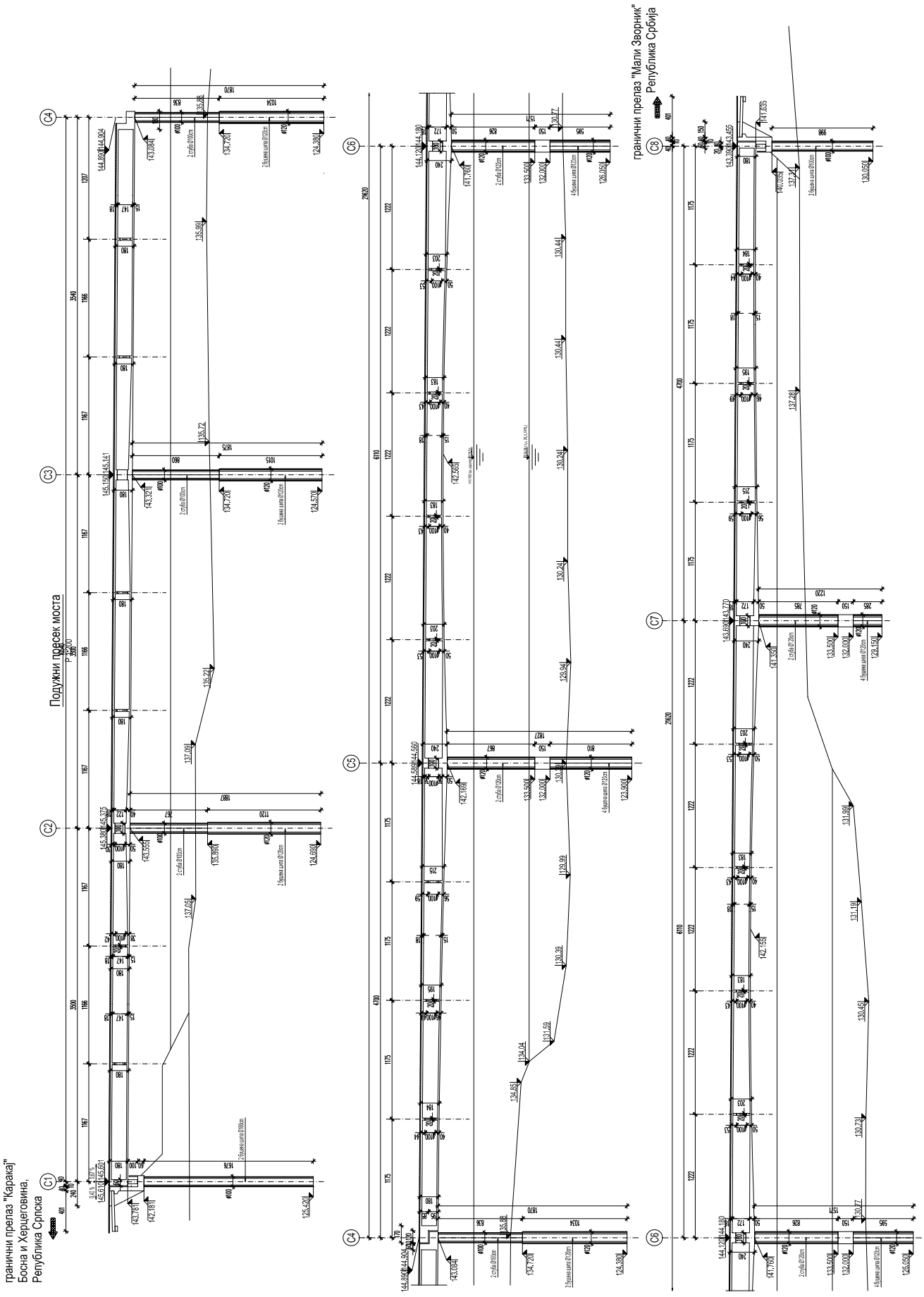
1.2 УВОД У СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Срачунавање статичких утицаја и контрола носивости главних носача обе конструкције спроведена је у линијским статичким системима .

Срачунавање статичких утицаја и контрола носивости стубова обе конструкције спроведена је у статичким системима континуалних рамовских носача . Веза стубова С2 и С3 и главног носача конструкције К1 је крута, а свих осталих средњих стубова зглобна у равни рама - у попречним равнима стубови су еластично укљештени у главне носаче.

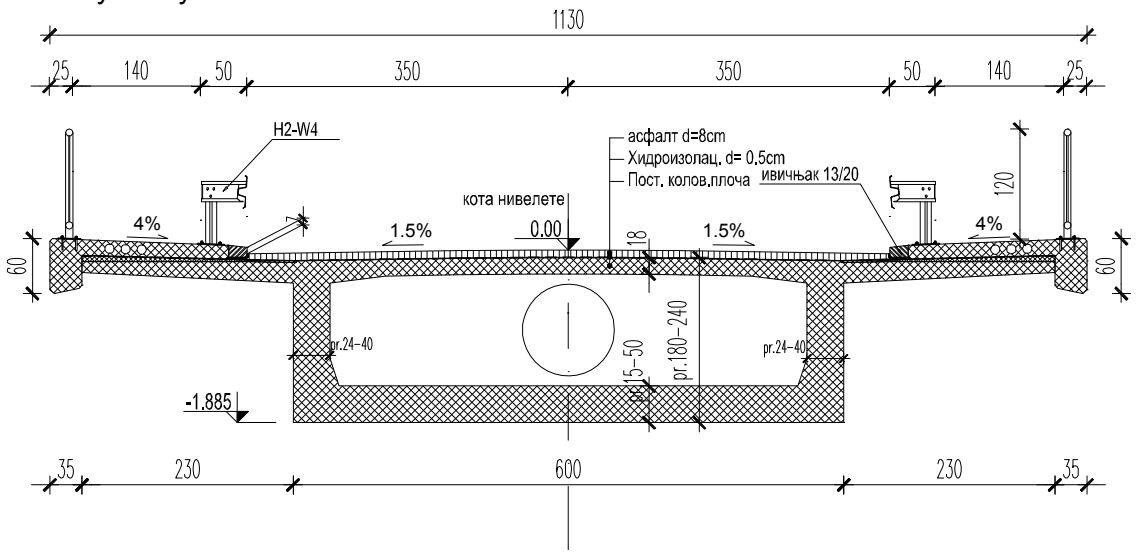
Статички прорачун конструкција К1 (К2) спроведен је коришћењем програмског пакета "Tower 3D Model Builder 7.0 ".

ПОДУЖНИ ПРЕСЕК

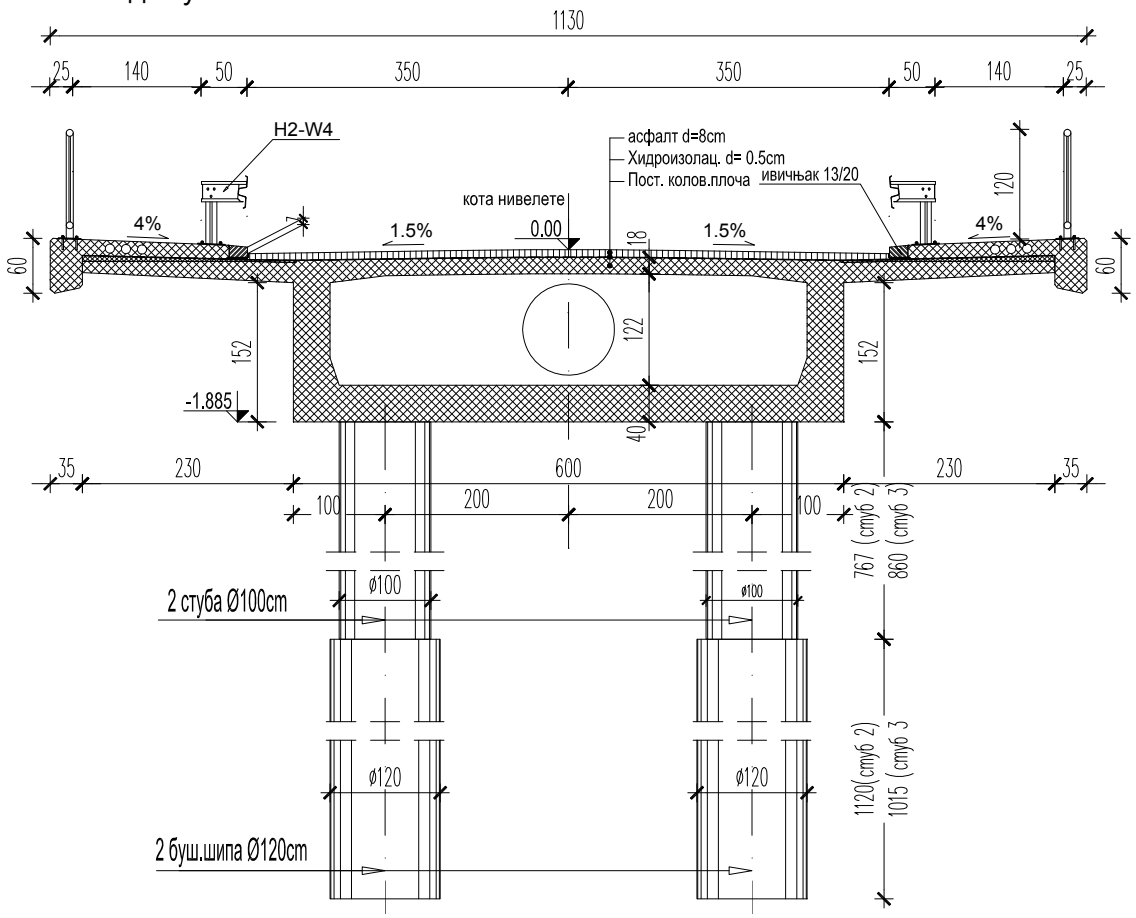


Попречни пресеци конструкција

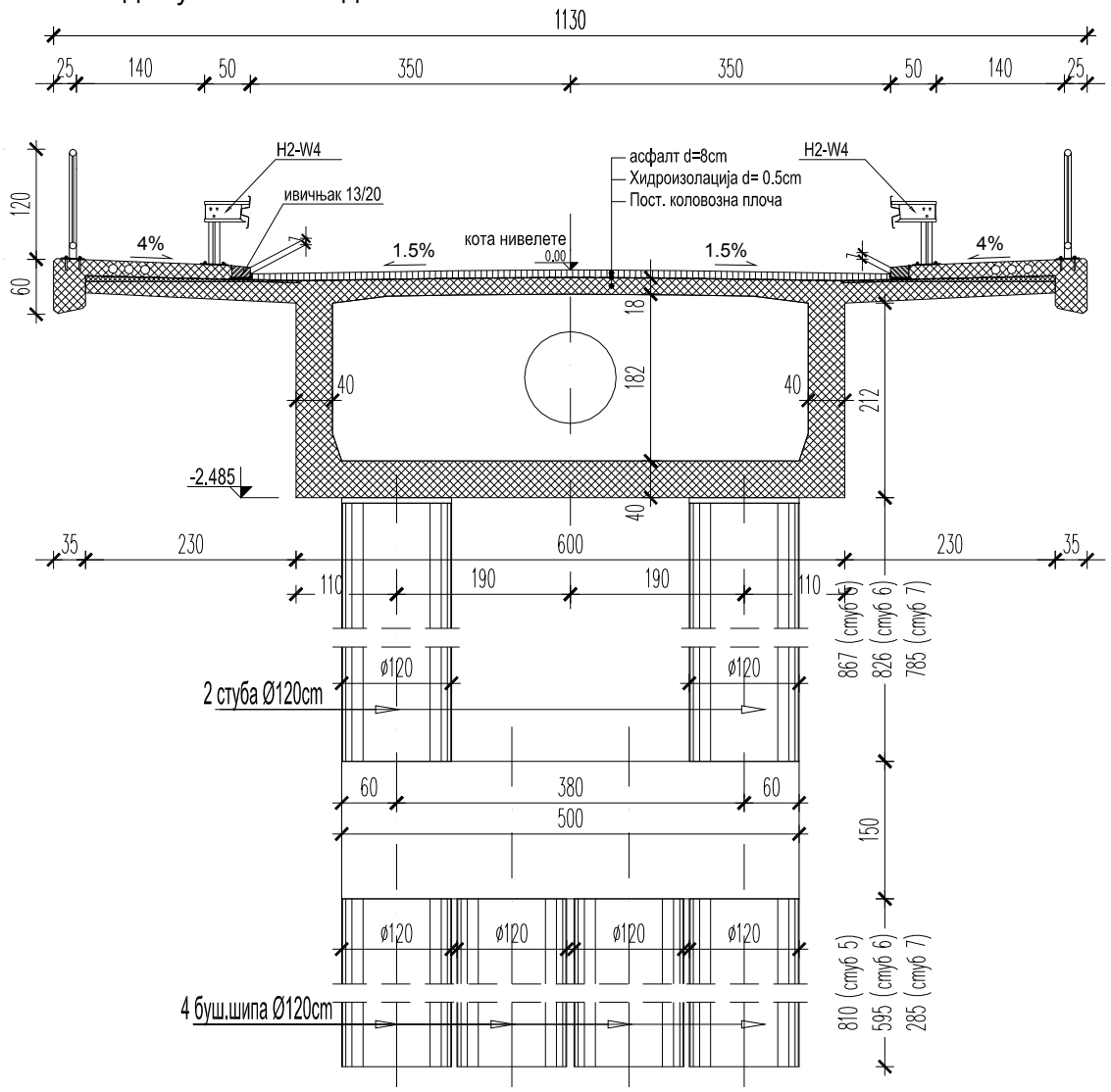
- у пољу



- над стубовима С2 и С3



- над стубовима С5 до С7



1.3 КАРАКТЕРИСТИКЕ УСВОЈЕНИХ МАТЕРИЈАЛА

(из документације Основног пројекта)

Бетон:
Горњи строј – конструкција К1: *МБ35*
Горњи строј – конструкција К2: *МБ40*
Доњи строј - : *МБ30*
шипови - : *МБ22*
Пендели - : *МБ45*

Марка бетона	МБ	15	20	25	30	35
Чврстоћа при притиску (Mpa)	f_b	10.5	14	17.25	20.5	23
Чврстоћа при аксијалном затезању (Mpa)	f_{bzm}	1.5	1.8	2.1	2.4	2.65
Модул еластичности (GPa)	E_b	27	28.5	30	31.5	33
Модул смицања (GPa)	G_b	11.3	11.9	12.5	13.1	13.8
Чврстоћа при смицању (Mpa)	τ_r	0.6	0.8	0.95	1.1	1.2
Коеф. температурног издужења	α_t	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
Запреминска тежина (kN/m^3)	γ	25	25	25	25	25
Поасонов коефицијент	ν	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Арматура:
Горњи строј - конструкције К1, К2: *ГА 240/360*
Доњи строј - *ГА 240/360*

Каблови за преднапрезање: постојећи
Каблови за подужно преднапрезање главног носача К1, К2: *к6Ф7mm*
Каблови за попречно преднапрезање коловозне плоче К1, К2: *к6Ф5mm*
Каблови за попречно преднапрезање попречних носача К2: *к6Ф7mm*

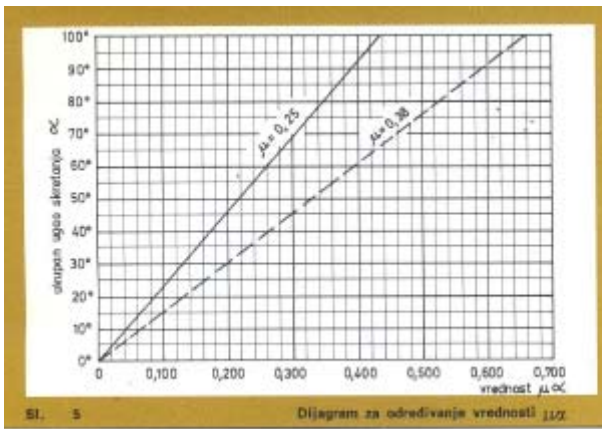
Osnovni podaci za IMS kablove Tabl. 3

Tip kotve	Nominalna sila u kN	Broj i prečnik žica u mm	Površina žica u mm²	Masa kabla kg/m	Zaštitna cev g/g' Ø mm	Karakteristična čvrstoća f_k u MPa	Početna sila prednapre-zanja u kN za odgovara-jući napon u čeliku			
							$\sigma=0,60f_k$	$\sigma=0,65f_k$	$\sigma=0,70f_k$	$\sigma=0,75f_k$
A	150	6 Ø 5	117,8	0,925	19/21		118	128	138	148
B, BU	300	12 Ø 5	235,6	1,850	26/28		236	256	275	295
C4	200	4 Ø 7	153,9	1,208	22/24		154	167	180	193
C, CU	300	6 Ø 7	230,9	1,813	26/28		231	251	270	289
CU8	400	8 Ø 7	307,9	2,417	28/30	1670	309	334	360	386
D, DU	600	12 Ø 7	461,8	3,625	38/40		463	501	540	578
E, EU	800	16 Ø 7	615,7	4,833	44/46		617	668	720	771
GU	1200	24 Ø 7	923,6	7,250	52/54		925	1003	1080	1157
HU	1800	36 Ø 7	1385,4	10,875	60/62		1388	1504	1620	1735
IU	2200	24 Ø 10	1885,0	14,808	70/72	1570	1776	1924	2072	2220
JU	3200	24 Ø 12	2714,3	21,307	85/87		2557	2770	2983	3196

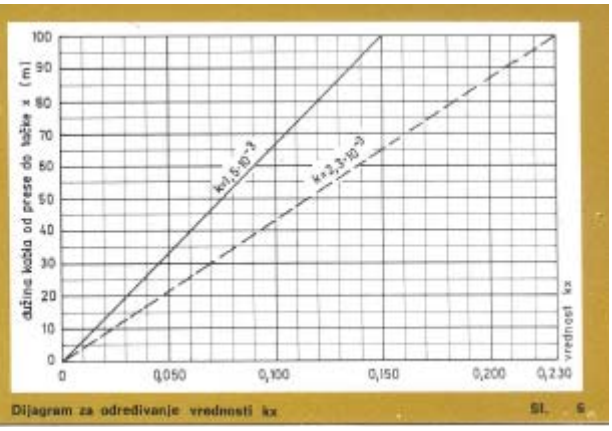
Tip kotve	Broj i prečnik žica	Nominalna sila u kN	a	b	c	d	e	f	g/g'	h	l	n
			mm									
A	6 Ø 5	150	50	40	90	100	40	6	19/21	70	7	4
B	12 Ø 5	300	60	62	110	120	40	8	26/28	100	8	4
C4	4 Ø 7	200	50	50	100	110	40	6	22/24	80	8	4
C	6 Ø 7	300	60	62	110	120	40	8	26/28	100	8	4
D	12 Ø 7	600	80	80	130	160	50	10	38/40	140	10	4
E	16 Ø 7	800	100	100	150	180	50	12	44/46	160	15	4

Geom. mere za kotve na Sl. 8 i 9 **Tabl. 4**

Tip kotve	Broj i prečnik žice	Nominalna sila u kN	a	b	c	d	e	f	g/g'	j	n
			mm								
BU	12 Ø 5	300	70	120	40	120	40	8	26/28	0	4
CU	6 Ø 7	300	70	120	50	120	40	8	26/28	0	4
CU8	8 Ø 7	400	70	123	50	130	40	8	30/32	0	4
DU	12 Ø 7	600	87	140	60	160	50	10	38/40	0	4
EU	16 Ø 7	800	100	180	60	180	50	12	44/46	500	4
GU	24 Ø 7	1200	125	210	80	240	60	14	52/54	500	4
HU	36 Ø 7	1800	130	250	90	300	70	16	60/62	500	5
IU	24 Ø 10	2200	190	280	110	340	70	16	70/72	1000	6
JU	24 Ø 12	3200	180	330	120	370	70	18	85/87	1000	7



Sl. 5 Dijagram za određivanje vrednosti $\mu\alpha$



Dijagram za određivanje vrednosti kx Sl. 6

2. GUBICI POČETNE SILE

2.1. Trenje kabla

Početna sila se menja duž kabla u zavisnosti od sila trenja. Ove sile se aktiviraju za vreme prednaprezanja. Nastaju na mestima promene pravca kablova i po celoj dužini kabla (ukoliko nije potpuno slobodan) usled nepredviđenih lokalnih odstupanja od teorijskog pravca.

Smanjenje sile prednaprezanja usled trenja koje nastaje promenom pravca dato je obrascem:

$$F_x = F_o e^{-\mu\alpha},$$

a usled odstupanja od pravca (»kolebanja« žica) sledećim obrascem:

$$F_x = F_o e^{-kx},$$

ili, ukoliko se pojavljuju oba uticaja:

$$F_x = F_o e^{-(\mu\alpha + kx)}$$

gde je:

- F_x — sila prednaprezanja na mestu x od mesta prednaprezanja,
- F_o — sila prednaprezanja na mestu prednaprezanja,
- μ — koeficijent trenja za krivi deo kabla,
- k — koeficijent trenja usled »kolebanja« žica,
- α — suma promene uglova od mesta prednaprezanja do tačke x u radijanima.

U praksi se pokazalo da koeficijent trenja μ zavisi od stanja žice i cevi u pogledu površinske korozije ili, ako se radi o kanalu u betonu, onda pored stanja žice utiče i vlažnost betona. Kod pojava korozije i suvog betona treba uzimati veće vrednosti koeficijenata datih u tablici.

Koeficijent k, pored stanja materijala, vrlo mnogo zavisi od kvaliteta izvođenja otvora kroz koji prolazi kabl. Ukoliko ima mnogo sekundarnih talasanja, »kolebanja kabla«, treba uzeti maksimalne vrednosti za k. U principu kod manjih prečnika otvora vrednosti k su veće i obrnuto.

$$\Delta l = \frac{F_{pr}}{E.F.} l$$

Prosečna sila određuje se integracijom sile duž kabla i iznosi:

$$F_{pr} = F_o \frac{1 - e^{-(\mu\alpha + kx)}}{\mu\alpha + kx}.$$

Gubitak sile prednaprezanja usled trenja može biti vrlo veliki kod dugačkih kablova koji idu preko više oslonaca, kod kablova rezervoara, silosa i dr. Ovaj uticaj može smanjiti iskusan projektant u toku izrade projekta. Ne treba ići sa previše dugačkim kablovima koji pored toga menjaju i smer kretanja. Takođe su nepoželjna i nagla skretanja kablova u ankernom bloku. Treba, kad god je to moguće, predvideti istovremeno prednaprezanje sa oba kraja. Nepravilnim postupkom kod izvođenja, gubici od trenja mogu se višestruko povećati. Po pravilu čelične žice i cevi ne smeju imati ni površinsku koroziju. Kablovi koji su dugo stajali u cevima i u tom periodu korodirali, utežu se sa teškoćama i znatnim gubicima usled povećanog trenja. Takođe i lokalna odstupanja od projektovanog pravca usled lošeg postavljanja ili popuštanja veza i držača kablova u toku betoniranja, mogu znatno da smanje početnu silu prednaprezanja u kritičnom preseku.

Каблови за преднапрезање: додатни
каблови за подужно преднапрезање главног носача К1, К2: *к7Ф16mm*

Skraćeni naziv užadi	Klasa	Nazivne vrednosti			Garantovane vrednosti			Max.relaksacija pri sili 0,70 Fpk posle 1000h
		Prečnik	Zatezna čvrstoća	Modul Elastičnosti	Površina preseka	Karakteristična prekidna sila	Karakteristična sila pri izduženju	
		Ø	fpk	E	Apk	Fpk	0,1% Fp0,1k	
		mm	N/mm²	kN/mm²	mm²	kN	kN	%
Y1770S7	A	15,2	1770	195	140	248	213	2,5
Y1860S7	B	15,2	1860		140	260	224	
Y1770S7	A	16,0	1770		150	265	228	
Y1860S7	B	16,0	1860		150	279	240	

	Karakteristike \ Tip kabla		1 Ø16,0	2 Ø16,0	3 Ø16,0	4 Ø16,0	7 Ø16,0	12 Ø16,0
	Površina preseka A_{pk} (mm²)		150	300	450	600	1050	1800
Klasa A,Y1770S7	Prekidna sila F_{pk} (kN)		265	531	797	1062	1859	3186
	Početna sila F_p (kN)	0,80 F_{pk}	212	425	637	850	1487	2549
		0,75 F_{pk}	199	398	597	797	1394	2390
		0,70 F_{pk}	186	372	558	743	1301	2230
Klasa B,Y1860S7	Prekidna sila F_{pk} (kN)		279	558	837	1116	1953	3348
	Početna sila F_p (kN)	0,80 F_{pk}	223	446	670	893	1562	2678
		0,75 F_{pk}	209	419	628	837	1465	2511
		0,70 F_{pk}	195	391	586	781	1367	2345

2 АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

2.1 ОСНОВНА ОПТЕРЕЋЕЊА

2.1.1 Сопствена тежина конструкције

Сопствена тежина је програмски обухваћена задавањем површине попречног пресека греде и запреминске тежине материјала греде.
За елементе усвојена је запреминска тежина армираног бетона γ=25kN/m^3

2.1.2 Додатно стално оптерећење

2.1.2.1 Постојеће стање

-асфалт + хидроизолација	0.05×24.0×7.0	g_1=8.40kN/m
-пешачка стаза - аб парапети	2×3×0.15×0.19×25.0	g_2 =4.28kN/m
-пешачка стаза - монтажне плоче	2×1.62×0.05×25.0	g_3 =4.05kN/m
-пешачка стаза - ливени асфалт	2×1.62×0.02×24.0	g_4 =1.56kN/m
-инсталације		g_5 =1.00kN/m
-ивичњаци	2×0.18×0.24×28.0	g_6 =2.42kN/m
-ограда	2×0.5	g_7 =1.00kN/m
-парапетне плоче	2×0.50×0.05×25.0	g_8 =1.25kN/m
		Σg = 23.96kN/m
		≈24.0kN/m

2.1.2.2 Новопројектовано стање са заштитном оградом

-асфалт	0.08×24.0×7.0	g_1 =13.44kN/m
- хидроизолација	0.005×18.0×10.6	g_2 =0.95kN/m
-слој за нивелацију	2×2.3×0.02×24.0	g_3 = 2.20kN/m
-пешачка стаза	2×0.453×25.0	g_4 = 22.65kN/m
-ивичњаци+подливка	2×0.12×0.20×28.0 +2×0.20×0.02×24.0	g_5 = 1.54kN/m
-ограда+заштитна ограда	2×(0.25+0.75)	g_6 =2.00kN/m
-одводњавање		g_6 =1.50kN/m
		Σg = 44.0kN/m

Из приложених табела констатује се да је додатно стално оптерећење повећано за (44.0-24)/24x100=82.9%

2.1.3 Преднапрезање

Силе претходног напрезања које су примењене у Основном пројекту:

- подужни каблови у ребрима и плочама: 6∅7 - трајна сила 200kN, почетна сила на преси 240kN ;
- попречни каблови у плочи: 6∅5 - трајна сила 100kN, почетна сила на преси 120 kN.

Утицаји од претходног напрезања срачунати су на основу диспозиције каблова реконструисане према документацији из Основног пројекта. Каблови за преднапрезање су за потребе прорачуна позиционирани као у Основном пројекту:

К1

- у ребрима позиције 1-24;
- у горњој плочи позиције 51-53.

К2

- у ребрима позиције 1-10, 30-35;
- у горњој плочи позиције 20-27, 50-53, а у доњој плочи позиције 41-45.

Трајне силе преднапрезања коришћене за контролу напрезања у главним носачима одређене су након прорачуна губитака од трења, уклињавања, еластичног скраћења носача, релаксације кабла, течења и скупљања бетона у рачунским пресецима односно десетинама распона носача .

Прорачун почетних губитака укључивао је губитке услед трења, уклињавања и еластичног скраћења.

Прорачун губитака:

Губици силе преднапрезања од трења :

Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији, у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања према формули :

$$\Delta N_{k,tr} = N_k(1-e^{-(\mu\alpha+kx)})$$

Усвојене вредности параметара трења су
μ=0.25 x1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0.0015 x1/m (коефицијент трења услед колебања жице)

Губици силе преднапрезања од уклињавања :

Ови губици су срачунати посебно за сваку позицију кабла према формулама :

$$\Delta N_{k,ukl} = 2N_k x_k(\mu\frac{\alpha}{l}+k)$$

$$x_k = \sqrt{\frac{\Delta_k E_k F_k}{N_k(\mu\alpha/l+k)}}$$

Величина увлачења клина 4 mm.
N_k=сила на преси - 240 kN за 6Ø7, односно 120 kN за 6Ø5

Са овако одређеним силама у кабловима умањеним за срачунате губитке од трења и уклињавања, формиран је резултујући кабл за цео пресек (од свих позиција каблова које припадају ребрима и припадајућих позиција каблова из горње и доње плоче) и то за све рачунске пресеке конструкције.

Добијене силе у резултујућем каблу, и његов ексцентрицитет (на почетку и на крају штапа) у односу на тежиште јединственог пресека (сандука) унете су у статички модел у програму “TOWER” и од њих су добијени утицаји од преднапрезања помоћу којих су срачунати губици од еластичног скраћења.

Губици од еластичног скраћења носача :

Губици од еластичног скраћења срачунати су за укупни пресек помоћу формуле:

$$\Delta N_{k,el} = \frac{1}{2}\frac{r-1}{r} E_k F_k \Delta\varepsilon_{bk}$$

r – број каблова у пресеку

E_k – модуо еластичности каблова

F_k – укупна површина каблова у пресеку

$\triangle\varepsilon_{bk}$ – дилатација бетона на месту каблова од утицаја сопствене тежине сандука и утицаја од силе преднапрезања умањеног за губитке од трења и уклињавања. Ови утицаји су добијени из линијског система.

На овај начин су добијени губици за укупни пресек.

Силе преднапрезања овако умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе преднапрезања за t=0, у рачунским пресецима.

конструкција К1

Каблови	**6 ø 7**		
fk	**167**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**2.31**	cm^2	површина кабла
Nk	**240**	KN	сила на преси
k	**0.0015**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.25**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		

Тренутни губици
Силе преднапрезања у рачунским пресецима након тренутних губитака

Presek	N_k	N_{ko}	N_{sr}	M_{pn}	M_{pn}	M_g	$\sum M$	r	F_k
	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]
0	13440	12099	13466	-4083	-4738	0	-4738	56	129.36
1l	16320	14834	-	-6440	-5867	4045	-1822	68	157.08
1d	17280	15676	15797	-5915	-5049	4045	-1004	72	166.32
2	17280	15919	16028	-9825	-9547	6885	-2662	72	166.32
3	17280	16138	16288	-12542	-12048	8567	-3481	72	166.32
4	17280	16438	16371	-13638	-13024	9049	-3975	72	166.32
5	17280	16303	16137	-12798	-12238	8372	-3866	72	166.32
6	17280	15970	15931	-9765	-9155	6601	-2554	72	166.32
7	17280	15893	17891	-3606	-2938	3673	735	72	166.32
8	22560	19889	22011	281	1183	-522	661	94	217.14
9l	27840	24132	-	8814	9764	-6044	3720	116	267.96
9d	26880	23289	22204	8148	8830	-6044	2786	112	258.72
10l / 10d	24000	21118	22323	13060	14846	-13077	1769	100	231.00
11	26880	23527	20423	10024	9872	-7319	2553	112	258.72
12l	20160	17318	-	2930	6662	-3071	3591	84	194.04
12d	18240	15592	12550	1981	2829	-3071	-242	76	175.56
13	11040	9508	8257	-510	865	-150	715	46	106.26
14	7680	7007	7072	-5126	-4196	1503	-2693	32	73.92
15	7680	7138	7072	-6160	-4177	2000	-2177	32	73.92
16	7680	7007	8257	-5126	-1671	1396	-275	32	73.92
17	11040	9508	12549	-510	-437	-365	-802	46	106.26
18l	18240	15590	-	1979	1248	-3336	-2088	76	175.56
18d	20160	17314	19990	2928	10227	-3336	6891	84	194.04
19	25920	22665	21890	9344	11530	-7577	3953	108	249.48
20l / 20d	24000	21116	22205	13059	10622	-13328	-2706	100	231.00
21l	26880	23294	-	8151	15741	-6207	9534	112	258.72
21d	27840	24153	22025	8830	2251	-6207	-3956	116	267.96
22	22560	19896	17898	178	4155	-596	3559	94	217.14
23	17280	15900	15911	-3674	-3191	3688	497	72	166.32
24	17280	15922	16100	-9758	-6749	6705	-44	72	166.32
25	17280	16278	16348	-12802	-10558	8565	-1993	72	166.32
26	17280	16418	16270	-13646	-11873	9324	-2549	72	166.32
27	17280	16123	16011	-12554	-11023	8937	-2086	72	166.32
28	17280	15900	15774	-9834	-8360	7344	-1016	72	166.32
29l	17280	15649	-	-5982	-9520	4593	-4927	72	166.32
29d	16320	14807	11544	-6508	-9184	4593	-4591	68	157.08
30a	14400	12935	-	-4797	-5839	1651	-4188	60	138.60
30	7680	6890	-	-1257	-5095	0	-5095	32	73.92

Presek	F_b	I_b	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\Delta N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\Delta N_{k,to}$
	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)
0	40556	190180000	-33.7	0.30	0.09	111	11987	10.8
1l	39260	187330000	-43.4	0.38	0.11	173	14661	10.2
1d	39260	187330000	-37.7	0.40	0.12	194	15482	10.4
2	37821	184110000	-61.7	0.42	0.13	204	15715	9.1
3	36383	180840000	-77.7	0.44	0.13	215	15923	7.9
4	35952	179840000	-83.0	0.46	0.14	221	16217	6.2
5	35952	179840000	-78.5	0.45	0.14	219	16084	6.9
6	35952	179840000	-61.1	0.44	0.13	215	15755	8.8
7	37646	191670000	-22.7	0.42	0.13	205	15687	9.2
8	43373	222760000	1.4	0.46	0.14	292	19597	13.1
9l	48888	242800000	36.5	0.50	0.15	390	23742	14.7
9d	48888	242800000	35.0	0.48	0.15	363	22926	14.7
10l / 10d	53556	254490000	61.8	0.40	0.12	268	20850	13.1
11	48888	242800000	42.6	0.48	0.15	366	23161	13.8
12l	43373	222760000	16.9	0.40	0.12	228	17090	15.2
12d	43373	222760000	12.7	0.36	0.11	185	15408	15.5
13	37646	191670000	-5.4	0.25	0.08	78	9430	14.6
14	35952	179840000	-73.2	0.19	0.06	41	6966	9.3
15	35952	179840000	-86.3	0.20	0.06	42	7096	7.6
16	35952	179840000	-73.2	0.19	0.06	41	6965	9.3
17	37646	191670000	-5.4	0.25	0.08	78	9430	14.6
18l	43373	222760000	12.7	0.36	0.11	184	15406	15.5
18d	43373	222760000	16.9	0.40	0.12	229	17086	15.2
19	48888	242800000	41.2	0.47	0.14	341	22324	13.9
20l / 20d	53556	254490000	61.8	0.39	0.12	266	20850	13.1
21l	48888	242800000	35.0	0.48	0.15	365	22929	14.7
21d	48888	242800000	36.6	0.49	0.15	388	23765	14.6
22	43373	222760000	0.9	0.46	0.14	293	19603	13.1
23	37646	191670000	-23.1	0.42	0.13	205	15695	9.2
24	35952	179840000	-61.3	0.44	0.13	215	15707	9.1
25	35952	179840000	-78.6	0.45	0.14	220	16058	7.1
26	35952	179840000	-83.1	0.46	0.14	221	16196	6.3
27	36383	180840000	-77.9	0.44	0.13	215	15908	7.9
28	37821	184110000	-61.9	0.42	0.13	204	15696	9.2
29l	39260	187330000	-38.2	0.40	0.12	192	15457	10.6
29d	39260	187330000	-43.9	0.37	0.11	172	14635	10.3
30a	40556	190180000	-37.1	0.32	0.10	128	12807	11.1
30	58670	36070000	-18.2	0.10	0.03	22	6868	10.6

Временски губици
Губици силе преднапрезања од релаксације кабла:

Прорачун губитака је извршен за цео пресек према приложеној формули:

$$\Delta N_{k,rel} = N_{k,t0}\frac{1}{10}\log 1000\left(\frac{\sigma_{k,t0}}{\sigma_{02}} - 0.55\right)$$ - губитак силе преднапрезања од релаксације

$N_{k,t0}$ - сила преднапрезања умањена за тренутне губитке
$\sigma_{k,t0}$ - напон у кабловима услед $N_{k,t0}$
σ_{02}= 136 kN/cm^2 – конвенционална техничка граница развлачења

Presek	$N_{k,to}$	F_k	$\sigma_{k,to}$	$\Delta N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$
	[KN]	[cm^2]	[kN/cm^2]	[KN]	[KN]
0	11987	129.36	92.7	472	11515
1l	14661	157.08	93.3	599	14062
1d	15482	166.32	93.1	625	14858
2	15715	166.32	94.5	682	15032
3	15923	166.32	95.7	735	15188
4	16217	166.32	97.5	812	15405
5	16084	166.32	96.7	777	15307
6	15755	166.32	94.7	692	15062
7	15687	166.32	94.3	675	15012
8	19597	217.14	90.2	668	18929
9l	23742	267.96	88.6	723	23019
9d	22926	258.72	88.6	699	22228
10l / 10d	20850	231	90.3	711	20139
11	23161	258.72	89.5	752	22409
12l	17090	194.04	88.1	500	16590
12d	15408	175.56	87.8	441	14967
13	9430	106.26	88.7	290	9140
14	6966	73.92	94.2	299	6667
15	7096	73.92	96.0	332	6764
16	6965	73.92	94.2	299	6667
17	9430	106.26	88.7	290	9140
18l	15406	175.56	87.8	440	14966
18d	17086	194.04	88.1	500	16586
19	22324	249.48	89.5	723	21601
20l / 20d	20850	231	90.3	711	20139
21l	22929	258.72	88.6	699	22229
21d	23765	267.96	88.7	728	23037
22	19603	217.14	90.3	669	18934
23	15695	166.32	94.4	677	15017
24	15707	166.32	94.4	680	15026
25	16058	166.32	96.5	770	15288
26	16196	166.32	97.4	807	15390
27	15908	166.32	95.6	732	15177
28	15696	166.32	94.4	678	15018
29l	15457	166.32	92.9	618	14838
29d	14635	157.08	93.2	593	14042
30a	12807	138.6	92.4	497	12309
30	6868	73.92	92.9	274	6594

Губици силе преднапрезања од течења и скупљања бетона:

Прорачун ових губитака урађен је за цео пресек према приложеним формулама

$$\Delta N_{k,t} = F_k \frac{n_k \sigma_{b0} \varphi_t + \varepsilon_{s\infty} E_k}{1 + n_k \mu_k \rho_{bk} (1 + \chi_t \varphi_t)} \quad ; \quad \rho_{bk} = 1 + \frac{e_{bk}^2}{i_b^2} \quad ; \quad \mu_k = \frac{F_k}{F_b}$$

σ_{bo}- početni napon u betonu

E_k= **19500** KN/cm^2 moduo elastičnosti kablova

$n_k=E_k/E_{bo}$= **5.91**

$\varepsilon_{s\infty}$= **0.3** ‰ skupljanje betona

φ_∞= **2.6** konačna vrednost tečenja betona

χ_t= **0.8** koeficijent starenja

E_{bo}= **3300** KN/cm^2 moduo elastičnosti betona

Тако добијене трајне силе преднапрезања, унете су у статички модел и од њих срачунати утицаји од преднапрезања за t=∞ (Nx,Ty,Mz) у свим рачунским пресецима.

Presek	$N_{k,to}$	M_{g+dg}	e_T	F_b	I_b	i_b	F_k
	[KN]	[KNm]	[cm]	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[cm^2]
0	11987	0	-33.7	40556	190180000	68.48	129.36
1l	14661	5727	-43.4	39260	187330000	69.08	157.08
1d	15482	5727	-37.7	39260	187330000	69.08	166.32
2	15715	9759	-61.7	37821	184110000	69.77	166.32
3	15923	12142	-77.7	36383	180840000	70.50	166.32
4	16217	12830	-83.0	35952	179840000	70.73	166.32
5	16084	11881	-78.5	35952	179840000	70.73	166.32
6	15755	9341	-61.1	35952	179840000	70.73	166.32
7	15687	5156	-22.7	37646	191670000	71.35	166.32
8	19597	-788	1.4	43373	222760000	71.67	217.14
9l	23742	-8548	36.5	48888	242800000	70.47	267.96
9d	22926	-8548	35.0	48888	242800000	70.47	258.72
10l / 10d	20850	-18309	61.8	53556	254490000	68.93	231.00
11	23161	-10356	42.6	48888	242800000	70.47	258.72
12l	17090	-4404	16.9	43373	222760000	71.67	194.04
12d	15408	-4404	12.7	43373	222760000	71.67	175.56
13	9430	-268	-5.4	37646	191670000	71.35	106.26
14	6966	2109	-73.2	35952	179840000	70.73	73.92
15	7096	2841	-86.3	35952	179840000	70.73	73.92
16	6965	1982	-73.2	35952	179840000	70.73	73.92
17	9430	-523	-5.4	37646	191670000	71.35	106.26
18l	15406	-4730	12.7	43373	222760000	71.67	175.56
18d	17086	-4730	16.9	43373	222760000	71.67	194.04
19	22324	-10696	41.2	48888	242800000	70.47	249.48
20l / 20d	20850	-18663	61.8	53556	254490000	68.93	231.00
21l	22929	-8781	35.0	48888	242800000	70.47	258.72
21d	23765	-8781	36.6	48888	242800000	70.47	267.96
22	19603	-899	0.9	43373	222760000	71.67	217.14
23	15695	5165	-23.1	37646	191670000	71.35	166.32
24	15707	9472	-61.3	35952	179840000	70.73	166.32
25	16058	12133	-78.6	35952	179840000	70.73	166.32
26	16196	13202	-83.1	35952	179840000	70.73	166.32
27	15908	12636	-77.9	36383	180840000	70.50	166.32
28	15696	10373	-61.9	37821	184110000	69.77	166.32
29l	15457	6462	-38.2	39260	187330000	69.08	166.32
29d	14635	6462	-43.9	39260	187330000	69.08	157.08
30a	12807	2291	-37.1	40556	190180000	68.48	138.60
30	6868	0	-18.2	58670	36070000	24.80	73.92

Presek	σ_{b0}	ρ_{bk}	μ_k	$\triangle N_{kt}$	$N_{k,t,\infty}$	$\triangle N_{k,t,\infty}$	Nsr
	[KN/cm^2]			[KN]	[KN]	(%)	[KN]
0	0.37	1.243	0.0032	1387	10128	24.64	11253
1l	0.39	1.395	0.0040	1685	12377	24.16	-
1d	0.40	1.298	0.0042	1806	13052	24.47	13154
2	0.41	1.783	0.0044	1776	13256	23.29	13328
3	0.45	2.215	0.0046	1787	13400	22.45	13486
4	0.48	2.376	0.0046	1833	13572	21.46	13514
5	0.48	2.232	0.0046	1851	13455	22.13	13336
6	0.45	1.747	0.0046	1846	13216	23.52	13200
7	0.40	1.101	0.0044	1828	13184	23.70	14784
8	0.45	1.000	0.0050	2545	16384	27.37	18115
9l	0.49	1.269	0.0055	3173	19846	28.71	-
9d	0.46	1.246	0.0053	2989	19239	28.43	18697
10l / 10d	0.26	1.805	0.0043	1985	18154	24.36	18796
11	0.47	1.366	0.0053	2972	19437	27.69	16966
12l	0.38	1.056	0.0045	2095	14494	28.10	-
12d	0.34	1.031	0.0040	1810	13157	27.87	10657
13	0.25	1.006	0.0028	983	8157	26.12	7045
14	0.32	2.070	0.0021	734	5933	22.74	5967
15	0.35	2.489	0.0021	764	6000	21.87	5964
16	0.32	2.070	0.0021	739	5928	22.81	7042
17	0.25	1.006	0.0028	984	8156	26.13	10658
18l	0.34	1.031	0.0040	1805	13161	27.85	-
18d	0.38	1.056	0.0045	2088	14498	28.09	16666
19	0.43	1.342	0.0051	2768	18833	27.34	18507
20l / 20d	0.25	1.805	0.0043	1958	18181	24.25	18717
21l	0.46	1.247	0.0053	2977	19253	28.38	-
21d	0.48	1.269	0.0055	3163	19875	28.61	18132
22	0.45	1.000	0.0050	2545	16389	27.35	14789
23	0.40	1.105	0.0044	1828	13189	23.68	13191
24	0.44	1.751	0.0046	1833	13194	23.65	13328
25	0.47	2.237	0.0046	1826	13462	22.10	13528
26	0.46	2.381	0.0046	1795	13595	21.33	13515
27	0.43	2.220	0.0046	1741	13435	22.25	13362
28	0.39	1.786	0.0044	1729	13289	23.10	13178
29l	0.38	1.306	0.0042	1772	13067	24.38	-
29d	0.37	1.405	0.0040	1648	12394	24.06	11618
30a	0.36	1.293	0.0034	1467	10842	24.71	8410
30	0.18	1.541	0.0013	616	5978	22.16	-

конструкција К2

Каблови	**6 ø 7**		
fk	**167**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**2.31**	cm^2	површина кабла
Nk	**240**	KN	сила на преси
k	**0.0015**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.25**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		

Тренутни губици
Силе преднапрезања у рачунским пресецима након тренутних губитака

Presek	N_k	N_{ko}	N_{sr}	M_{pn}	M_{pn}	M_g	$\sum M$	r	F_k
	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]
30b	23040	20987	22612	-3097	-3079	1913	-1166	96	221.76
31	26880	24238	24495	-6597	-5108	6352	1244	112	258.72
32	26880	24753	24851	-14662	-12389	10445	-1944	112	258.72
33	26880	24950	25033	-20559	-17335	12389	-4946	112	258.72
34	26880	25115	25196	-23249	-19019	12233	-6786	112	258.72
35	26880	25277	24323	-20700	-15435	10067	-5368	112	258.72
36	24960	23370	23077	-14183	-8515	5685	-2830	104	240.24
37	24960	22784	21193	-9836	-2689	-741	-3430	104	240.24
38	22080	19602	22910	5317	13993	-9405	4588	92	212.52
39	29760	26218	30985	18615	25547	-20606	4941	124	286.44
40l / 40d	40320	35752	30362	34795	40492	-33093	7399	168	388.08
41	27840	24972	24871	14295	27648	-17437	10211	116	267.96
42	26880	24769	23950	-3962	6295	-4792	1503	112	258.72
43	24960	23130	25722	-12993	-3258	3857	599	104	240.24
44	30720	28314	28415	-22635	-10436	9099	-1337	128	295.68
45	30720	28516	28410	-25188	-15060	10745	-4315	128	295.68
46	30720	28304	25685	-22640	-12770	9030	-3740	128	295.68
47	24960	23067	23900	-14241	-5957	3720	-2237	104	240.24
48	26880	24733	26254	-5926	4086	-4997	-911	112	258.72
49	30720	27776	32862	14981	23776	-17712	6064	128	295.68
50l / 50d	42240	37949	-	37170	41755	-33473	8282	176	406.56
51	30720	27776	32862	14981	23776	-17712	6064	128	295.68
52	26880	24733	26254	-5926	4086	-4997	-911	112	258.72
53	24960	23067	23900	-14241	-5957	3720	-2237	104	240.24
54	30720	28304	25685	-22640	-12770	9030	-3740	128	295.68
55	30720	28516	28410	-25188	-15060	10745	-4315	128	295.68
56	30720	28314	28415	-22635	-10436	9099	-1337	128	295.68
57	24960	23130	25722	-12993	-3258	3857	599	104	240.24
58	26880	24769	23950	-3962	6295	-4792	1503	112	258.72
59	27840	24972	24871	14295	27648	-17437	10211	116	267.96
60l / 60d	40320	35752	30362	34795	40492	-33093	7399	168	388.08
61	29760	26218	30985	18615	25547	-20606	4941	124	286.44
62	22080	19602	22910	5317	13993	-9405	4588	92	212.52
63	24960	22784	21193	-9836	-2689	-741	-3430	104	240.24
64	24960	23370	23077	-14183	-8515	5685	-2830	104	240.24
65	26880	25277	24323	-20700	-15435	10067	-5368	112	258.72
66	26880	25115	25196	-23249	-19019	12233	-6786	112	258.72
67	26880	24950	25033	-20559	-17335	12389	-4946	112	258.72
68	26880	24753	24851	-14662	-12389	10445	-1944	112	258.72
69	26880	24238	24495	-6597	-5108	6352	1244	112	258.72
70a	23040	20987	22612	-3097	-3079	1913	-1166	96	221.76

Presek	F_b	I_b	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\Delta N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\Delta N_{k,to}$
	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)
30b	40556	190180000	-14.8	0.52	0.16	336	20651	10.4
31	39001	187940000	-27.2	0.62	0.19	473	23765	11.6
32	37085	187730000	-59.2	0.67	0.20	506	24246	9.8
33	36153	189910000	-82.4	0.69	0.21	522	24427	9.1
34	36413	203290000	-92.6	0.69	0.21	522	24594	8.5
35	36681	217710000	-81.9	0.69	0.21	522	24755	7.9
36	37000	236570000	-60.7	0.63	0.19	445	22925	8.2
37	37392	258460000	-43.2	0.61	0.18	429	22355	10.4
38	42546	334280000	27.1	0.46	0.14	288	19314	12.5
39	53563	448580000	71.0	0.49	0.15	413	25805	13.3
40l / 40d	63556	540020000	97.3	0.56	0.17	645	35107	12.9
41	49737	387170000	57.2	0.50	0.15	397	24575	11.7
42	37041	237870000	-16.0	0.67	0.20	509	24260	9.7
43	36437	204560000	-56.2	0.64	0.19	448	22682	9.1
44	36072	185800000	-79.9	0.78	0.24	682	27632	10.1
45	35952	179840000	-88.3	0.79	0.24	687	27829	9.4
46	36072	185800000	-80.0	0.78	0.24	680	27624	10.1
47	36437	204560000	-61.7	0.63	0.19	446	22621	9.4
48	37041	237870000	-24.0	0.67	0.20	507	24225	9.9
49	49737	387170000	53.9	0.56	0.17	487	27289	11.2
50l / 50d	63556	540020000	97.9	0.60	0.18	717	37231	11.9
51	49737	387170000	53.9	0.56	0.17	487	27289	11.2
52	37041	237870000	-24.0	0.67	0.20	507	24225	9.9
53	36437	204560000	-61.7	0.63	0.19	446	22621	9.4
54	36072	185800000	-80.0	0.78	0.24	680	27624	10.1
55	35952	179840000	-88.3	0.79	0.24	687	27829	9.4
56	36072	185800000	-79.9	0.78	0.24	682	27632	10.1
57	36437	204560000	-56.2	0.64	0.19	448	22682	9.1
58	37041	237870000	-16.0	0.67	0.20	509	24260	9.7
59	49737	387170000	57.2	0.50	0.15	397	24575	11.7
60l / 60d	63556	540020000	97.3	0.56	0.17	645	35107	12.9
61	53563	448580000	71.0	0.49	0.15	413	25805	13.3
62	42546	334280000	27.1	0.46	0.14	288	19314	12.5
63	37392	258460000	-43.2	0.61	0.18	429	22355	10.4
64	37000	236570000	-60.7	0.63	0.19	445	22925	8.2
65	36681	217710000	-81.9	0.69	0.21	522	24755	7.9
66	36413	203290000	-92.6	0.69	0.21	522	24594	8.5
67	36153	189910000	-82.4	0.69	0.21	522	24427	9.1
68	37085	187730000	-59.2	0.67	0.20	506	24246	9.8
69	39001	187940000	-27.2	0.62	0.19	473	23765	11.6
70a	40556	190180000	-14.8	0.52	0.16	336	20651	10.4

Временски губици
Губици силе преднапрезања од релаксације кабла:

Прорачун губитака је извршен за цео пресек према приложеној формули:

$$\Delta N_{k,rel} = N_{k,t0}\,\frac{1}{10}\log 1000\left(\frac{\sigma_{k,t0}}{\sigma_{02}} - 0.55\right)$$ - губитак силе преднапрезања од релаксације

$N_{k,t0}$ - сила преднапрезања умањена за тренутне губитке
$\sigma_{k,t0}$ - напон у кабловима услед $N_{k,t0}$
σ_{02}= 136 kN/cm^2 – конвенционална техничка граница развлачења

Presek	$N_{k,to}$	F_k	$\sigma_{k,to}$	$\Delta N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$
	[KN]	[cm^2]	[kN/cm^2]	[KN]	[KN]
30b	20651	221.76	93.1	835	19816
31	23765	258.72	91.9	894	22871
32	24246	258.72	93.7	1012	23235
33	24427	258.72	94.4	1057	23370
34	24594	258.72	95.1	1099	23495
35	24755	258.72	95.7	1140	23615
36	22925	240.24	95.4	1043	21882
37	22355	240.24	93.1	900	21455
38	19314	212.52	90.9	685	18629
39	25805	286.44	90.1	870	24934
40l / 40d	35107	388.08	90.5	1213	33894
41	24575	267.96	91.7	917	23658
42	24260	258.72	93.8	1015	23245
43	22682	240.24	94.4	981	21701
44	27632	295.68	93.5	1137	26495
45	27829	295.68	94.1	1186	26643
46	27624	295.68	93.4	1135	26489
47	22621	240.24	94.2	966	21655
48	24225	258.72	93.6	1007	23219
49	27289	295.68	92.3	1053	26236
50l / 50d	37231	406.56	91.6	1378	35854
51	27289	295.68	92.3	1053	26236
52	24225	258.72	93.6	1007	23219
53	22621	240.24	94.2	966	21655
54	27624	295.68	93.4	1135	26489
55	27829	295.68	94.1	1186	26643
56	27632	295.68	93.5	1137	26495
57	22682	240.24	94.4	981	21701
58	24260	258.72	93.8	1015	23245
59	24575	267.96	91.7	917	23658
60l / 60d	35107	388.08	90.5	1213	33894
61	25805	286.44	90.1	870	24934
62	19314	212.52	90.9	685	18629
63	22355	240.24	93.1	900	21455
64	22925	240.24	95.4	1043	21882
65	24755	258.72	95.7	1140	23615
66	24594	258.72	95.1	1099	23495
67	24427	258.72	94.4	1057	23370
68	24246	258.72	93.7	1012	23235
69	23765	258.72	91.9	894	22871
70a	20651	221.76	93.1	835	19816

Губици силе преднапрезања од течења и скупљања бетона:

Прорачун ових губитака урађен је за цео пресек према приложеним формулама

$$\Delta N_{k,t} = F_k \frac{n_k \sigma_{b0} \varphi_t + \varepsilon_{s\infty} E_k}{1 + n_k \mu_k \rho_{bk} (1 + \chi_t \varphi_t)} \quad ; \quad \rho_{bk} = 1 + \frac{e_{bk}^2}{i_b^2} \quad ; \quad \mu_k = \frac{F_k}{F_b}$$

σ_{bo}- početni napon u betonu

E_k= **19500** KN/cm^2 moduo elastičnosti kablova

$n_k=E_k/E_{bo}$= **5.91**

$\varepsilon_{s\infty}$= **0.3** ‰ skupljanje betona

φ_∞= **2.6** konačna vrednost tečenja betona

χ_t= **0.8** koeficijent starenja

E_{bo}= **3400** KN/cm^2 moduo elastičnosti betona

Тако добијене трајне силе преднапрезања, унете су у статички модел и од њих срачунати утицаји од преднапрезања за t=∞ (Nx,Ty,Mz) у свим рачунским пресецима.

Presek	$N_{k,to}$	M_{g+dg}	e_T	F_b	I_b	i_b	F_k
	[KN]	[KNm]	[cm]	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[cm^2]
30b	20651	2657	-14.8	40556	190180000	68.48	221.76
31	23765	8936	-27.2	39001	187940000	69.42	258.72
32	24246	14728	-59.2	37085	187730000	71.15	258.72
33	24427	17489	-82.4	36153	189910000	72.48	258.72
34	24594	17265	-92.6	36413	203290000	74.72	258.72
35	24755	14148	-81.9	36681	217710000	77.04	258.72
36	22925	7931	-60.7	37000	236570000	79.96	240.24
37	22355	-1213	-43.2	37392	258460000	83.14	240.24
38	19314	-13479	27.1	42546	334280000	88.64	212.52
39	25805	-29165	71.0	53563	448580000	91.51	286.44
40l / 40d	35107	-46408	97.3	63556	540020000	92.18	388.08
41	24575	-24677	57.2	49737	387170000	88.23	267.96
42	24260	-6838	-16.0	37041	237870000	80.14	258.72
43	22682	5512	-56.2	36437	204560000	74.93	240.24
44	27632	12962	-79.9	36072	185800000	71.77	295.68
45	27829	15323	-88.3	35952	179840000	70.73	295.68
46	27624	12829	-80.0	36072	185800000	71.77	295.68
47	22621	5247	-61.7	36437	204560000	74.93	240.24
48	24225	-7236	-24.0	37041	237870000	80.14	258.72
49	27289	-25208	53.9	49737	387170000	88.23	295.68
50l / 50d	37231	-47113	97.9	63556	540020000	92.18	406.56
51	27289	-25208	53.9	49737	387170000	88.23	295.68
52	24225	-7236	-24.0	37041	237870000	80.14	258.72
53	22621	5247	-61.7	36437	204560000	74.93	240.24
54	27624	12829	-80.0	36072	185800000	71.77	295.68
55	27829	15323	-88.3	35952	179840000	70.73	295.68
56	27632	12962	-79.9	36072	185800000	71.77	295.68
57	22682	5512	-56.2	36437	204560000	74.93	240.24
58	24260	-6838	-16.0	37041	237870000	80.14	258.72
59	24575	-24677	57.2	49737	387170000	88.23	267.96
60l / 60d	35107	-46408	97.3	63556	540020000	92.18	388.08
61	25805	-29165	71.0	53563	448580000	91.51	286.44
62	19314	-13479	27.1	42546	334280000	88.64	212.52
63	22355	-1213	-43.2	37392	258460000	83.14	240.24
64	22925	7931	-60.7	37000	236570000	79.96	240.24
65	24755	14148	-81.9	36681	217710000	77.04	258.72
66	24594	17265	-92.6	36413	203290000	74.72	258.72
67	24427	17489	-82.4	36153	189910000	72.48	258.72
68	24246	14728	-59.2	37085	187730000	71.15	258.72
69	23765	8936	-27.2	39001	187940000	69.42	258.72
70a	20651	2657	-14.8	40556	190180000	68.48	221.76

Presek	σ_{b0}	ρ_{bk}	μ_k	$\triangle N_{kt}$	$N_{k,t,\infty}$	$\triangle N_{k,t,\infty}$	Nsr
	[KN/cm^2]			[KN]	[KN]	(%)	[KN]
30b	0.51	1.046	0.0055	2755	17061	25.95	18301
31	0.57	1.154	0.0066	3330	19541	27.30	19714
32	0.64	1.693	0.0070	3347	19888	26.01	19837
33	0.79	2.293	0.0072	3584	19786	26.39	19685
34	0.93	2.535	0.0071	3912	19583	27.15	19592
35	0.91	2.130	0.0071	4014	19601	27.08	18946
36	0.77	1.576	0.0065	3590	18292	26.71	18009
37	0.78	1.270	0.0064	3728	17727	28.98	17038
38	0.39	1.094	0.0050	2280	16349	25.96	19326
39	0.31	1.602	0.0053	2630	22304	25.05	26379
40l / 40d	0.33	2.115	0.0061	3440	30454	24.47	25759
41	0.34	1.421	0.0054	2594	21064	24.34	20210
42	0.73	1.040	0.0070	3889	19356	27.99	18661
43	0.82	1.562	0.0066	3736	17965	28.02	19609
44	1.16	2.241	0.0082	5242	21253	30.82	21305
45	1.23	2.560	0.0082	5286	21357	30.48	21292
46	1.16	2.242	0.0082	5261	21228	30.90	19499
47	0.88	1.679	0.0066	3885	17770	28.81	18458
48	0.79	1.089	0.0070	4071	19147	28.77	21143
49	0.40	1.374	0.0059	3098	23138	24.68	27560
50l / 50d	0.39	2.129	0.0064	3872	31982	24.29	-
51	0.40	1.374	0.0059	3098	23138	24.68	27559.9
52	0.79	1.089	0.0070	4071	19147	28.77	21142.7
53	0.88	1.679	0.0066	3885	17770	28.81	18458.5
54	1.16	2.242	0.0082	5261	21228	30.90	19498.7
55	1.23	2.560	0.0082	5286	21357	30.48	21292.3
56	1.16	2.241	0.0082	5242	21253	30.82	21305.1
57	0.82	1.562	0.0066	3736	17965	28.02	19609.4
58	0.73	1.040	0.0070	3889	19356	27.99	18660.6
59	0.34	1.421	0.0054	2594	21064	24.34	20209.9
60l / 60d	0.33	2.115	0.0061	3440	30454	24.47	25759
61	0.31	1.602	0.0053	2630	22304	25.05	26379.2
62	0.39	1.094	0.0050	2280	16349	25.96	19326.4
63	0.78	1.270	0.0064	3728	17727	28.98	17037.8
64	0.77	1.576	0.0065	3590	18292	26.71	18009.4
65	0.91	2.130	0.0071	4014	19601	27.08	18946.3
66	0.93	2.535	0.0071	3912	19583	27.15	19591.9
67	0.79	2.293	0.0072	3584	19786	26.39	19684.6
68	0.64	1.693	0.0070	3347	19888	26.01	19837
69	0.57	1.154	0.0066	3330	19541	27.30	19714.5
70a	0.51	1.046	0.0055	2755	17061	25.95	18300.9

2.1.4 Табеларни преглед динамичких коефицијената

Елемент	Распон	Динамички коефицијент
Коловозна плоча – поље	L=5.76 m	Kd= 1.4-0.008x5.76=1.354
Главни носач - К1	L=(35.0+35.0+35.4)/3=35.13m	Kd= 1.4-0.008x35.13 =1.12
Главни носач – К2	L=(47.0+2x61.1+47.0)/4=54.05m	Kd= 1.4-0.008x54.05 =1.0
Попречни носач - ослоначки	L= 3.8m (L= 4.0m)	Kd= 1.4-0.008x3.8 =1.367
Секундарни попречни носачи - у пољу	L= 5.76 m - К1,К2	Kd= 1.35
Конзола пешачке стазе	L=1.1×2.30=2.53m	Kd= 1.4-0.008x2.53 =1.380

2.1.5 Корисно - саобраћајно оптерећење

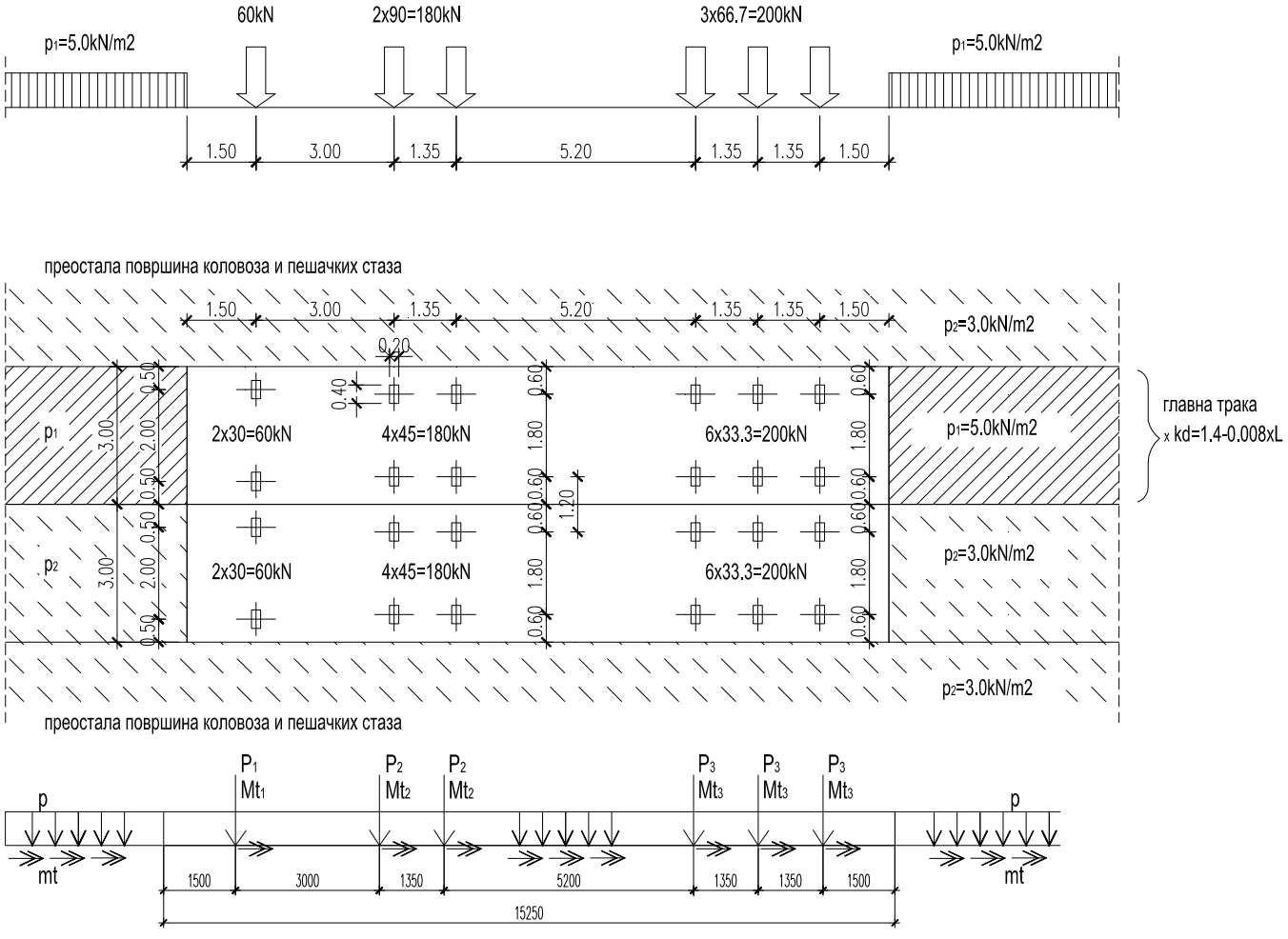
У складу са условима Пројектног задатка у прорачуну се користи:

- за **постојеће елементе мостовске конструкције** рачунска шема V440 сагласно Правилнику о утврђивању носивости постојећих мостова на путевима из 1994г, Према препоруци Европске уније
- **за нове елементе мостовске конструкције** рачунска шема V600 – сагласно Правилнику о техничким нормативима за одређивање величина оптерећења мостова (Сл.лист СФРЈ 1/91)

2.1.5.1 Главни носач и стубови

Рачунска шема V440

за ширину коловоза ≥ 6м



- <u>за линијски систем целе конструкције К1:</u>

P_1=60x(1.12+1)=127.2kN, M_{t1}=60x1.12x2-60x1x1=74.4kNm,
P_2=90(1.12+1)=190.8kN, M_{t2}=90x1.12x2-90x1x1=111.6kNm,
P_3=66.7(1.12+1)=141.4kN, M_{t3}=66.7x1.12x2-66.7x1x1=82.7kNm.

p=5.00x3.0x1.12+3.00×(1.25x2+4.0)=16.8+19.8=36.3kN/m'
m_t=16.8x2-4x3x1.5=15.6kNm/m'

- На месту возила (у дужини 15.25m):

p_1=-(5x3x1.12+3x3)=-25.8kN/m'
m_{t1}=-(5x3x1.12x2-3x3x1)=-24.6kNm/m'

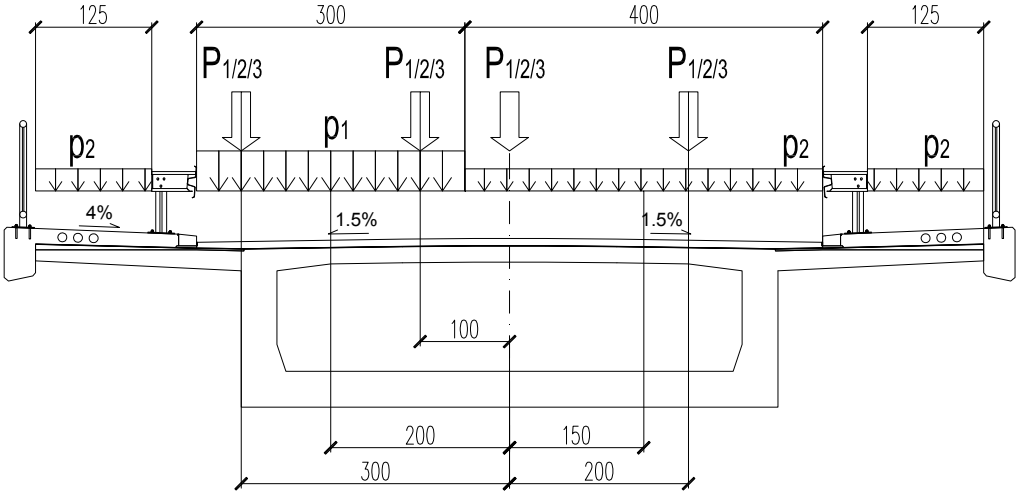
- <u>за линијски систем целе конструкције К2:</u>

P_1=60x(1+1)=120.0kN, M_{t1}=60x1 x2-60x1x1=60.0kNm,
P_2=90(1+1)=180.0kN, M_{t2}=90x1x2-90x1x1=90.0kNm,
P_3=66.7(1+1)=133.4kN, M_{t3}=66.7x1x2-66.7x1x1=66.7kNm.

p=5.00x3.0x1+3.00×(1.25x2+4.0)=15.0+19.8=34.5kN/m'
m_t=15.0x2-4x3x1.5=12.0kNm/m'

- На месту возила (у дужини 15.25m):

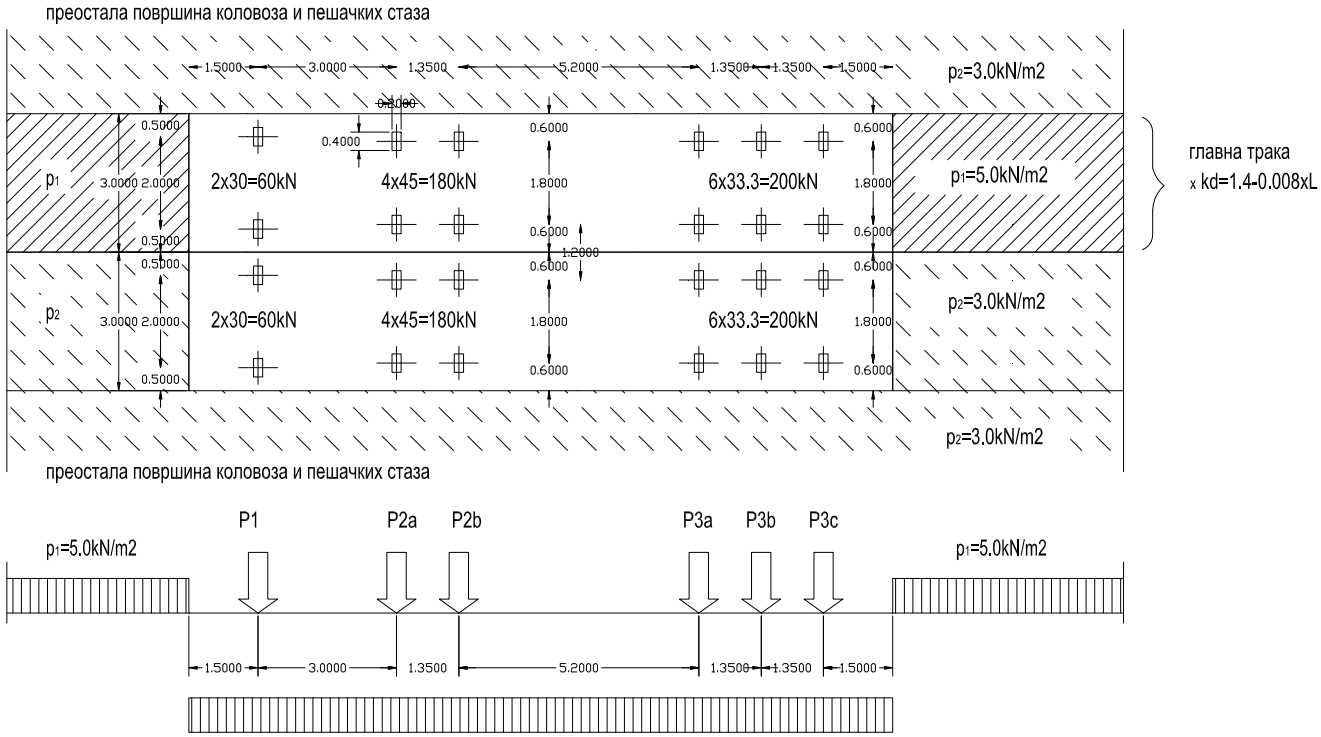
p_1=-(5x3+3x3)=-24.0kN/m'
m_{t1}=-(5x3x2-3x3x1)=-21.0kNm/m'



2.1.5.2 Коловозна плоча

V440 – шема оптерећења 1

- главна трака p_1=5.00×1.354=6.77kN/m^2
- остатак коловоза и пешачке стазе p_2 =3.00kN/m^2



P_1=$30-3.0\cdot1.5\cdot5=7.5kN$

P_{2a}=$45-2.175\cdot1.5\cdot5=28.7kN$

P_{2b}=$45-3.275\cdot1.5\cdot5=20.4kN$

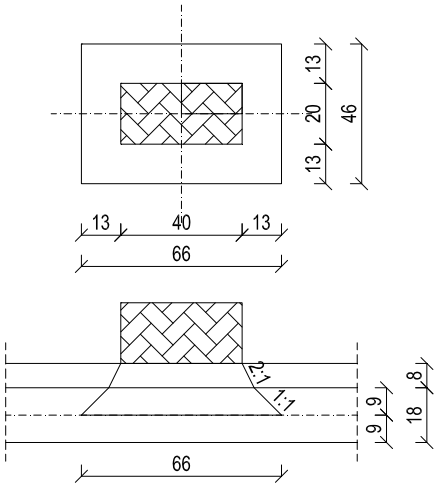
P_{3a}=$33.3-3.275\cdot1.5\cdot5=8.7kN$

P_{3b}=$33.3-1.35\cdot1.5\cdot5=23.2kN$

P_{3c}=$33.3-2.175\cdot1.5\cdot5=17.0kN$

$b_1^{'}=b_1+26cm=20+26=46cm$

$b_2^{'}=b_2+26cm=40+26=66cm$



Kd=1.0

$p_1^*=\frac{7.5}{0.46\cdot0.66}=24.7kN$

$p_{2a}^*=\frac{28.7}{0.46\cdot0.66}=94.5kN$

$p_{2b}^*=\frac{20.4}{0.46\cdot0.66}=67.2kN$

$p_{3a}^*=\frac{8.7}{0.46\cdot0.66}=28.7kN$

$p_{3b}^*=\frac{23.2}{0.46\cdot0.66}=76.4kN$

$p_{3c}^*=\frac{17.0}{0.46\cdot0.66}=56.0kN$

Kd=1.354

$p_1^*=\frac{7.5}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=33.45kN/m^2$

$p_{2a}^*=\frac{28.7}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=128.0kN/m^2$

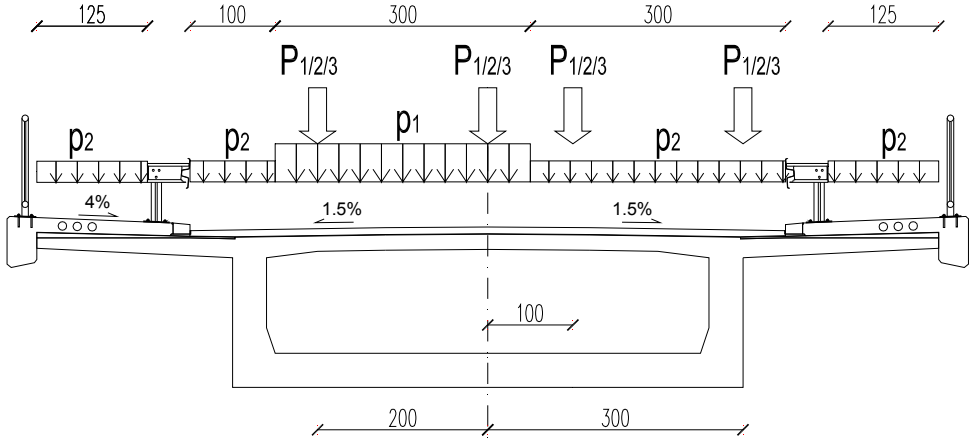
$p_{2b}^*=\frac{20.4}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=91.0kN/m^2$

$p_{3a}^*=\frac{8.7}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=38.8kN/m^2$

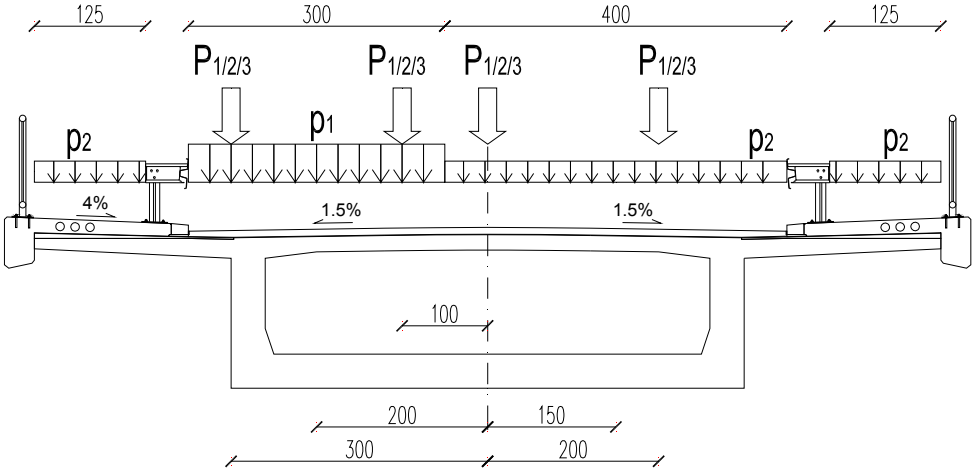
$p_{3b}^*=\frac{23.2}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=103.5kN/m^2$

$p_{3c}^*=\frac{17.0}{0.46\cdot0.66}\cdot1.354=75.8kN/m^2$

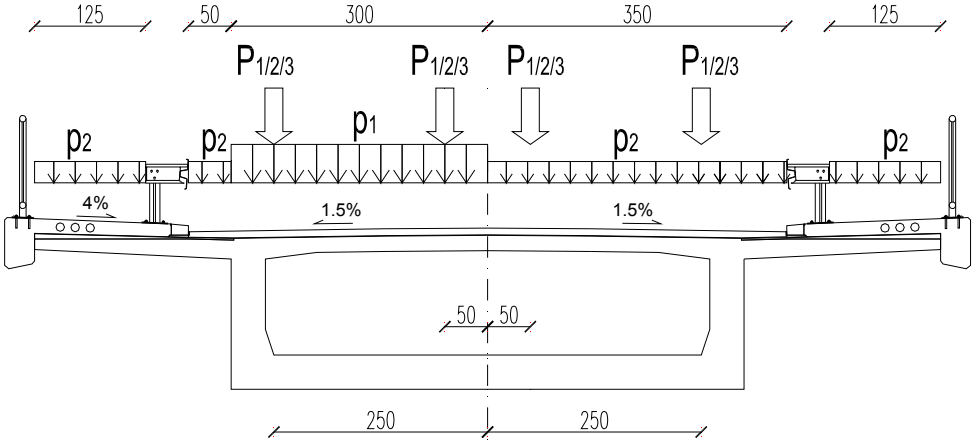
Положај 1



Положај 2

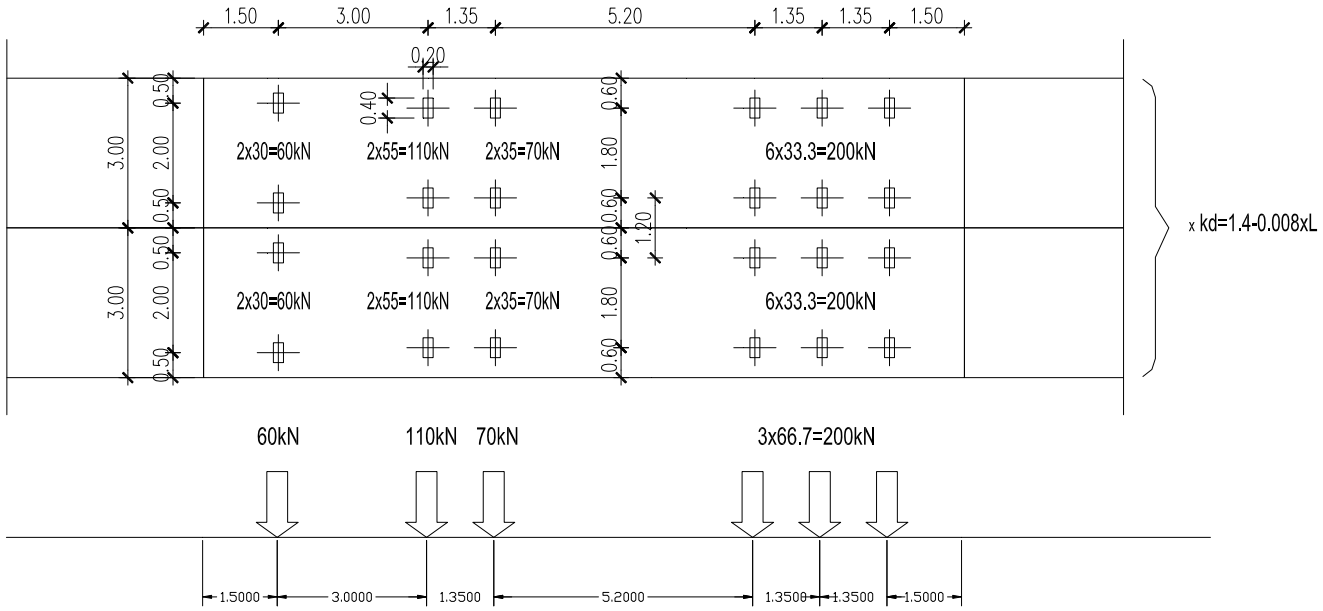


Положај 3



V440 – шема оптерећења 2

- главна трака $p_1=0$
- остатак коловоза и пешачке стазе $p_2=0$



$P_1=30kN$

$P_{2a}=55kN$

$P_{2b}=35kN$

$P_{3a}=P_{3b}=P_{3c}=33.3kN$

$$b_1^{'}=b_1+26cm=20+26=46cm$$

$$b_2^{'}=b_2+26cm=40+26=66cm$$

Kd=1.354

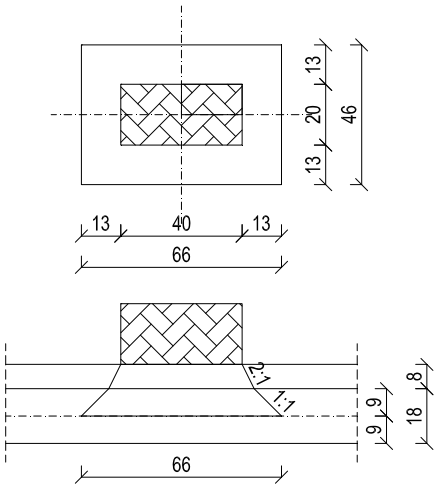
$$p_1^{*}=\frac{30}{0.46\cdot 0.66}\cdot 1.354=133.79kN$$

$$p_{2a}^{*}=\frac{55}{0.46\cdot 0.66}\cdot 1.354=245.29kN$$

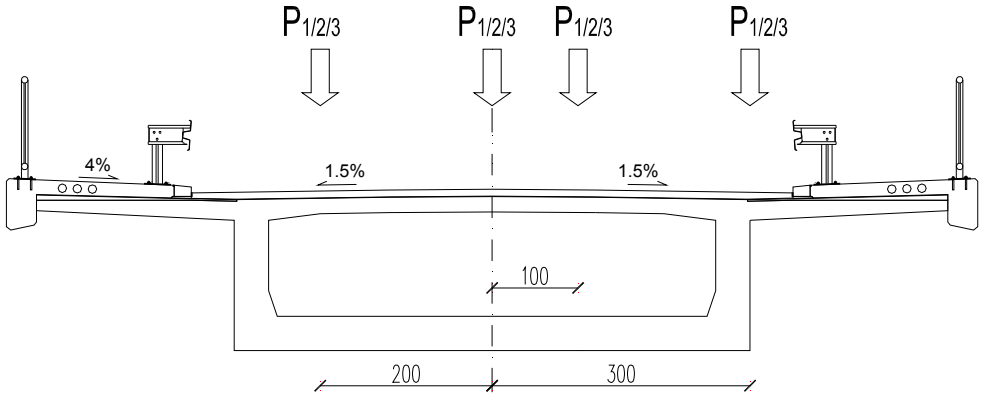
$$p_{2b}^{*}=\frac{35}{0.46\cdot 0.66}\cdot 1.354=156.09kN$$

$$p_{3a}^{*}=p_{3b}^{*}=p_{3c}^{*}=\frac{33.3}{0.46\cdot 0.66}\cdot 1.354$$

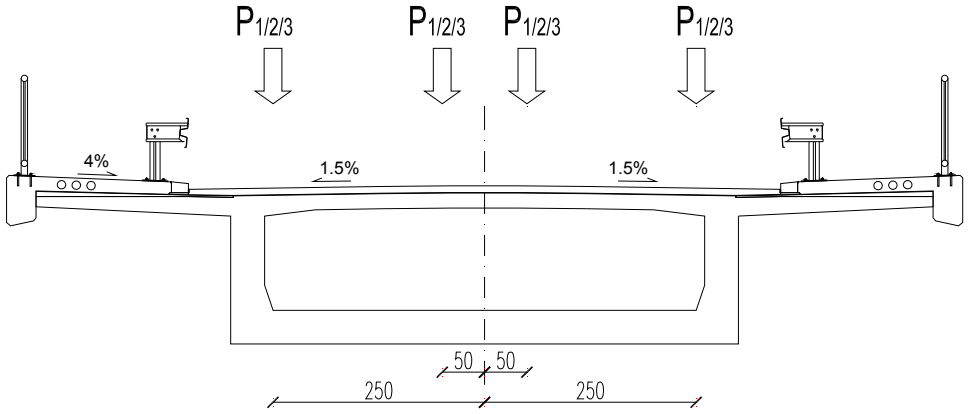
$$p_{3a}^{*}=p_{3b}^{*}=p_{3c}^{*}=148.51kN$$



Положај 1



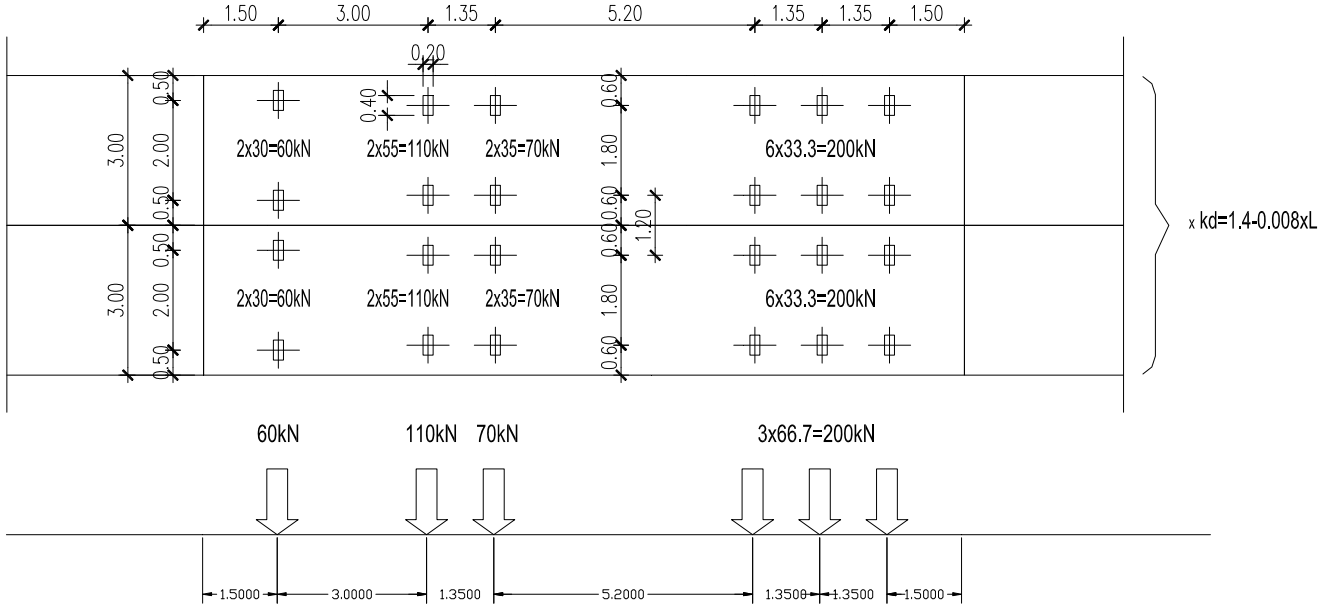
Положај 2



2.1.5.3 Попречни носачи

V440 – шема оптерећења 2

- главна трака $p_1=0$
- остатак коловоза и пешачке стазе $p_2=0$



$P_1=30kN$
$P_{2a}=55kN$
$P_{2b}=35kN$
$P_{3a}=P_{3b}=P_{3c}=33.3kN$

Kd=1.367

$P_1^*=30\cdot 1.367=41kN$
$P_{2a}^*=55\cdot 1.367=75.2kN$
$P_{2b}^*=35\cdot 1.367=47.8kN$
$P_{3a}^*=P_{3b}^*=P_{3c}^*=33.3\cdot 1.367=45.5kN$

2.1.6 Корисно оптерећење на пешачким стазама

-људска навала.....p=5.00kN/m^2

2.1.7 Притисак земље

γ =20,0kN/m^2; φ=32.5˚; c=0

Активни притисак земље:

$$k_a = tg^2\cdot(45^o-\frac{\varphi}{2}) = tg^2\cdot(45^o-\frac{32.5^o}{2}) = 0.30$$

$$p_o = 5\frac{kN}{m^2}\cdot k_a$$

$$p_a = p_o+\gamma\cdot h\cdot k_a$$

2.2 ДОПУНСКА ОПТЕРЕЋЕЊА

2.2.1 Заустављање и покретање возила - допунско оптерећење

Према Правилнику о техничким нормативима за одређивање величине оптерећења мостова, деловање заустављања возила сматра се мирним оптерећењем, а величина прорачунске силе једнака је већој вредности од следећих:

a) $1/20$ равномерно расподељеног оптерећења $p = 3.0\,kN/m^2$ на целој површини коловоза моста између ивичњака

b) 30% масе типског возила без динамичког коефицијента

- *конструкција К1*
- за саобраћајну шему V440

$$H_k = \max \begin{vmatrix} \frac{1}{20} \cdot 3.0 \cdot 7.0 \cdot 105.4 = 110.7\,kN \\ 0.3 \cdot 440 \cdot 2 = 264.0 kN \end{vmatrix} \qquad \Rightarrow H_k = 264.0\,kN$$

- *конструкција К2*
- за саобраћајну шему V440

$$H_k = \max \begin{vmatrix} \frac{1}{20} \cdot 3.0 \cdot 7.0 \cdot 216.2 = 110.7\,kN \\ 0.3 \cdot 440 \cdot 2 = 264.0 kN \end{vmatrix} \qquad \Rightarrow H_k = 264.0\,kN$$

2.2.2 Утицаји од промене температуре

Коефицијент температурног издужења $\alpha_t = 1x10^{-5}$

2.2.2.1 Промена температуре у оси штапова

Температурна промена $\Delta t = \pm 25^0 C$

2.2.2.2 Температурна промена по висини пресека

Температурна разлика ($\Delta t = +7^0 C$ / $-3.5^0 C$)

2.2.3 Оптерећење ветром

Дејство ветра на конструкцију срачунато је према важећим правилницима за оптерећење ветром:

SRPS U.C7.110: 1991. Основе прорачуна грађевинских конструкција. Оптерећење ветром. Основни принципи и осредњени аеродинамички притисак ветра

SRPS U.C7.111: 1991. Основе прорачуна грађевинских конструкција. Оптерећење ветром. Динамички коефицијент и аеродинамички притисак ветра.

SRPS U.C7.113: 1991. Основе прорачуна грађевинских конструкција. Оптерећење ветром. Оптерећење ветром осталих грађевинских конструкција осим зграда.

основна брзина ветра ..... $v_{m,50,10}$ = 23 m/s
густина ваздуха ..... ρ = 1.225 kg/m^3

2.2.3.1 Расподељено оптерећење ветром на главни носач

повратни период ветра T и коефицијент повратног периода k_T

	T [god]	k_T
за неоптерећен мост	50	1.000
за оптерећен мост	10	0.858

фактор временског интервала осредњавања.....k_t = 1.0
фактор топографије .....S_z = 1.0
отворени равни терени: "B" a=0.03, b=1.00 α=0.14

- усвојено max z = 10m

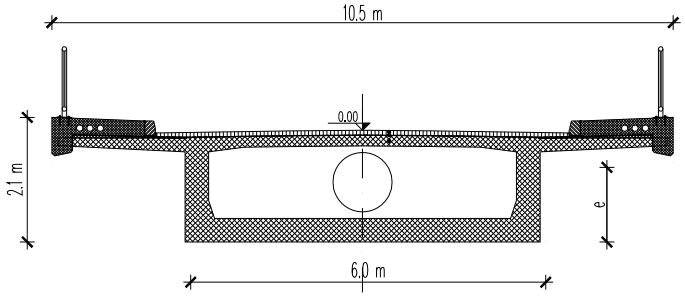
фактор експозиције терена K_z = 1.0
динамички коефицијент……G_z=2,0

основни притисак ветра је $q_{m,T,10}=1/2\times\rho\times(w_{m,50,10}\times k_t\times k_T)^2\times10^{-3}$ (KN/m^2)

- *<u>за неоптерећен мост:</u>*

основни притисак ветра:
$q_{m,T,10}$ = 1/2 x 1.225 x (23 x 1.0 x 1.0)^2 x10^{-3} = 0.324 kN/m^2

осредњени аеродинамички притисак ветра:
$q_{m,T,z} = q_{m,T,10}$ x S_z^2 x K_z^2 = 0.324 x 1.0^2 x1.0^2 = 0.324 kN/m^2



ветар на конструкцију:

$W_n=q_{m,T,z}\times G_z\times C_f\times A_s$

- ***<u>конструкција К1</u>***

ефективна површина……..A_s=2.0x1.0 = 2.0 m^2
коефицијент силе.....C_{fkn} = 1.6x2.0/11.3 + 1.0 = 1.28

W_n = 0.324×2.0×1.28×2.0= **<u>1.66 kN/m'</u>**
e = 0.6x2.0-1.06 = 0.14 m
M_n = 0.14x1.66 = **<u>0.23 kNm/m'</u>**

- *<u>за оптерећен мост:</u>*

основни притисак ветра:
$q_{m,T,10}$ = 1/2 x 1.225 x (23x 1.0 x 0.858)^2 x10^{-3} = 0.239kN/m^2

осредњени аеродинамички притисак ветра:
$q_{m,T,z} = q_{m,T,10}$ x S_z^2 x K_z^2 = 0.239 x 1.0^2 x1.0^2 = 0.239 kN/m^2

<u>ветар на конструкцију:</u>

$W_{k,o}=q_{m,T,z}\times G_z\times C_f\times A_s$

ефективна површина……..A_s=2.0x1.0 = 2.0 m^2
коефицијент силе.....C_{fko} = 1.35

$W_{k,o}$ =0.239×2.0×1.35×2.0= 1.30 kN/m
e = 0.6x2.0-1.06 = 0.14 m
$M_{k,o}$ = 0.14x1.30 = 0.18 kNm/m'

ветар на саобраћајну траку:
$W_{s,o}=q_{m,T,z}×G_z×C_f×A_s$
ефективна површина……..A_s=(3.5-0.2)x1.0 = 3.3 m^2
коефицијент силе.....C_{fko} = 1.6
$W_{s,o}$ =0.239×2.0×1.6×3.3 = 2.5 kN/m
e = 0.6x(2.0+3.3) -1.06 = 2.12 m
$M_{s,o}$ = 2.12x2.50 = 5.30 kNm/m'

укупно оптерећење ветром:

$W_o = W_{k,o} + W_{s,o}$ = 1.30 + 2.5 = **3.8kN/m**
$M_o = M_{k,o} + M_{s,o}$ = 0.18 + 5.3 = **5.5kNm/m**

- ***конструкција К2***

дужина бетонске конструкције – L =2 x(47.0+61.1) = 216.2 m
површина бетонске конструкције изложена ветру F_b =434.4 m2

$h_{b,sr}$ = 434.4/216.2+ 0.2 =2.2m
ефективна површина……..A_s=2.2x1.0 = 2.2 m^2
коефицијент силе.....C_{fkn} = 1.6x2.2/11.3 + 1.0 = 1.31

W_n = 0.324×2.0×1.31×2.2= **1.9 kN/m'**
e = 0.6x2.2-1.10 = 0.22 m
M_n = 0.22x1.87 = **0.4 kNm/m'**

- *за оптерећен мост:*

ветар на конструкцију:

$W_{k,o}=q_{m,T,z}×G_z×C_f×A_s$
ефективна површина……..A_s=2.2m^2
коефицијент силе.....C_{fko} = 1.35
$W_{k,o}$ =0.239×2.0×1.35×2.2= 1.4 kN/m
e = 0.6x2.2-1.10 = 0.22 m
$M_{k,o}$ = 0.22x1.42= 0.3 kNm/m'

ветар на саобраћајну траку:
$W_{s,o}=q_{m,T,z}×G_z×C_f×A_s$
$W_{s,o}$ =0.239×2.0×1.6×3.3 = 2.5 kN/m
e = 0.6x(2.2+3.3) -1.10 = 2.20 m
$M_{s,o}$ = 2.20x2.5 = 5.5 kNm/m'

укупно оптерећење ветром:

$W_o = W_{k,o} + W_{s,o}$ = 1.4 + 2.5 = **3.9 kN/m**
$M_o = M_{k,o} + M_{s,o}$ = 0.3 + 5.5 = **5.8 kNm/m**

2.2.3.2 Расподељено оптерећење ветром на стубове

ветар на стубове: JUS U.C7.113

$W_{st} = q_{m,T,z} \times G_z \times C_w \times A_s$ (kN)

	T [god]	k_T
за неоптерећен мост	50	1.000
за оптерећен мост	10	0.858

фактор временског интервала осредњавања.....k_t = 1.0

фактор топографије .....S_z = 1.0

- отворени равни терени: "B" a=0.03, b=1.00 α=0.14
- за усвојено max z = 10m
  фактор експозиције терена K_z = 1.0
  динамички коефицијент…… G_z=2,0

стуб C2, C3 и C4 : b= 1.0m
A_s =1.0 xh (m^2) - површина стуба
Cw=1.2

стуб C5, C6 и C7: b = 1.2m
A_s =1.2 x h (m^2) - површина стуба
Cw=1.2

за неоптерећен мост:

$q_{m,T,10}$ = 1/2 x 1.225 x (23x 1.0 x 1.0)^2 x10^{-3} = 0.324kN/m^2
$q_{m,T,z} = q_{m,T,10}$ x S_z x K_z = 0.324 x 1.0 x1.0 = 0.324 kN/m^2

$W_{st,r,n}$ = 0.324×2.0×1.2×1.0= 0.8 kN/m (C2 - C4)
$W_{st,r,n}$ = 0.324×2.0×1.2×1.2= 0.93 kN/m (C5 - C7)

за оптерећен мост:

$q_{m,T,10}$ = 1/2 x 1.225 x (23x 1.0 x 0.858)^2 x10^{-3} = 0.239kN/m^2
$q_{m,T,z} = q_{m,T,10}$ x S_z^2 x K_z^2 = 0.239 x 1.0^2 x1.0^2 = 0.239 kN/m^2

$W_{st,r,o}$ = 0.239×2.0×1.2×1.0= 0.57 kN/m (C2 - C4)
$W_{st,r,o}$ = 0.239×2.0×1.2×1.2= 0.68 kN/m (C5 - C7)

2.3 ИЗУЗЕТНА ОПТЕРЕЋЕЊА

2.3.1 Сеизмички прорачун

Сеизмички прорачун за објекат ван категорије (K2) и за потребе Идејног пројекта се ради према методи Спектралне анализе (мултимодална анализа).
Улазни подаци:

За надземну аб конструкцију гредног и рамовског система (коефицијенти λ, Ψ, μ_p):
коефицијент пригушења ..... $\lambda = 0.05$
коефицијент редукције ..... $\psi = 0.60$
фактор дуктилности за (Z1) ..... $\mu_p = 4.0$
фактор дуктилности за (Z2) ..... $\mu_p = 5.0$

II Категорија тла $a = 0.25$, $T_0(s) = 0.15$, $T_s(s) = 0.55$

Категорија тла	a	To(S)	Ts(S)
I	0.20	0.10	0.35
II	0.25	0.15	0.55
III	0.30	0.20	0.85

максимално убрзање тла

Z1 -> T_p=100 година, MCS VIII ..... $\ddot{X}_{max} = 0.20g$

Z2 -> T_p=1000 година, MCS IX ..... $\ddot{X}_{max} = 0.40g$

фактор дуктилности за (Z1) ..... $\mu_p = 4.0$
фактор дуктилности за (Z2) ..... $\mu_p = 5.0$
коефицијент сеизмичког интезитета

$$K_s = \frac{\ddot{X}_{max}}{\mu_p}$$

$$Z1 \Rightarrow K_s = \frac{0.20}{4.0} = 0.05$$

$$Z2 \Rightarrow K_s = \frac{0.40}{5.0} = 0.08$$

2.3.1.1 Подужни правац

Napredne opcije seizmičkog proračuna:
Sprečeno oscilovanje u Y pravcu
Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	sopstvena tezina (g)	1.00	
2	dodatno stalno-novoprojektovano	1.00	

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	2.8029	0.3568
2	1.6545	0.6044
3	0.1672	5.9816
4	0.1456	6.8702
5	0.1234	8.1064

конструкција К1

период осциловања конструкције ..... $T_i = 1.6545s$

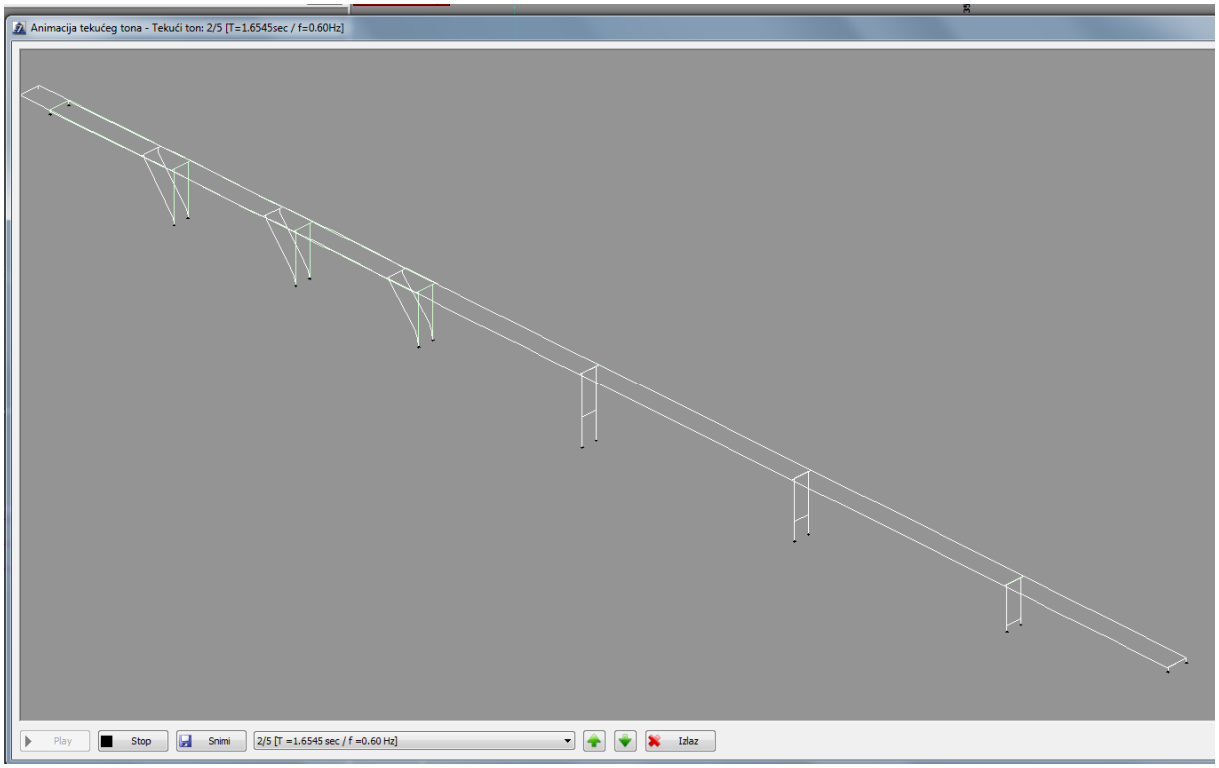
$$\text{за } 0 < T_i < T_0; \quad \beta_i = 1 + \left[a(\lambda \cdot T_s)^{-\frac{2}{3}} - 1\right] \cdot \frac{T_i}{T_0}$$
$$\text{за } T_0 \le T_i \le T_s; \quad \beta_i = a(\lambda \cdot T_s)^{-\frac{2}{3}}$$
$$\text{за } T_i > T_s; \quad \beta_i = a(\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$$

за $(T_i > T_s)$, $\beta_i = a \cdot (\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$ $\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 1.6545)^{-\frac{2}{3}} = 1.316$ (Z1)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 1.316 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.039 \times G_k}$ **(Z1)**

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 1.6545)^{-\frac{2}{3}} = 0.963$ (Z2)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 0.963 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.046 \times G_k}$ **(Z2)**



конструкција К2

Napredne opcije seizmičkog proračuna:
Sprečeno oscilovanje u Y pravcu
Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

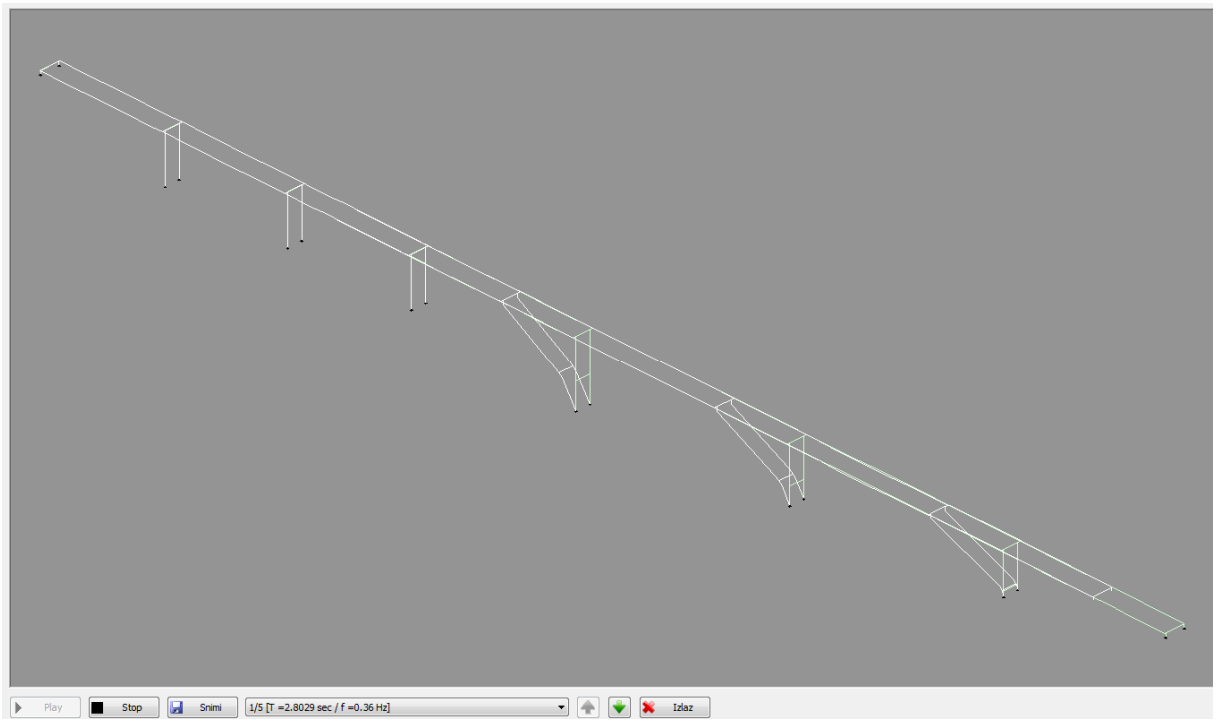
период осциловања конструкције ..... $T_i = 2.8029s$

за $(T_i > T_s)$, $\beta_i = a \cdot (\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$ $\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 2.8029)^{-\frac{2}{3}} = 0.926$ (Z1)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 0.926 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.028 \times G_k}$ **(Z1)**

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 2.8029)^{-\frac{2}{3}} = 0.677$ (Z2)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 0.677 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.033 \times G_k}$ **(Z2)**



2.3.1.2 Попречни правац

Napredne opcije seizmičkog proračuna:
Sprečeno oscilovanje u X pravcu
Sprečeno oscilovanje u Z pravcu

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.3130	0.7616
2	0.9471	1.0559
3	0.6555	1.5256
4	0.5145	1.9437
5	0.3572	2.7993

конструкција K1,K2
период осциловања конструкције ..... $T_i = 1.313s$

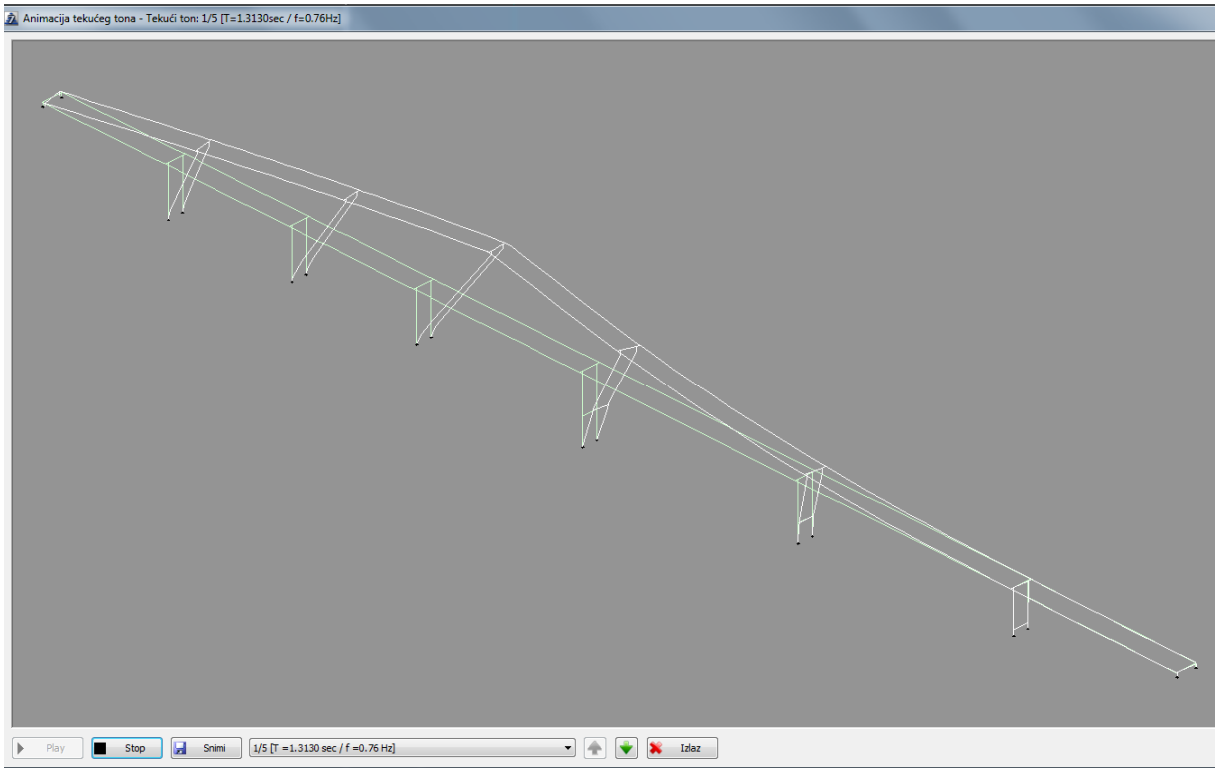
за $(T_i > T_s)$, $\beta_i = a \cdot (\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 1.5065)^{-\frac{2}{3}} = 1.536$ (Z1)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 1.536 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.046 \times G_k}$ **(Z1)**

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 1.313)^{-\frac{2}{3}} = 1.123$ (Z2)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 1.123 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.053 \times G_k}$ **(Z2)**



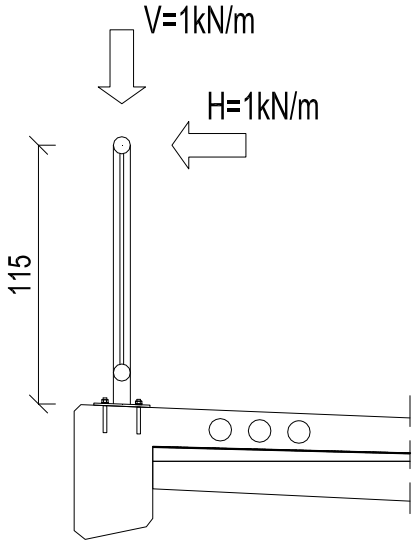
Тежина моста (сопствена тежина конструкције+стални терет) са 1/3 тежине стубова

	оптерећење	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	Ng+dg+pnp (kN)	1035.9	2825.2	2856.7	2421.1	4495.4	4642.1	4494.5	1272.4
	Gst/3 (kN)		50.1	56.3	54.7	81.8	77.9	74.0	
Z1	Sx,kon (kN)	40.4	110.2	111.4	94.4	125.9	130.0	125.8	35.6
	Sx,st (kN)		2.0	2.2	2.1	2.3	2.2	2.1	
	Sy,kon (kN)	47.7	130.0	131.4	111.4	206.8	213.5	206.7	58.5
	Sy,st (kN)		2.3	2.6	2.5	3.8	3.6	3.4	
Z2	Sx,kon (kN)	46.6	127.1	128.6	108.9	148.3	153.2	148.3	42.0
	Sx,st (kN)		2.3	2.6	2.5	2.7	2.6	2.4	
	Sy,kon (kN)	54.9	149.7	151.4	128.3	238.3	246.0	238.2	67.4
	Sy,st (kN)		2.7	3.0	2.9	4.3	4.1	3.9	

3 КОЛОВОЗНА ПЛОЧА

3.1 ОГРАДА ПЕШАЧКЕ СТАЗЕ

На ограду делује једнакоподељено оптерећење од 1 kN/m у хоризонталном или вертикалном правцу.



Рукохват - цев округлог пресека 76.1×4 mm
A= 9.06cm^2, Ix=59.1cm^4, Wx=15.34cm^3. ix=2.0cm

Вертикално оптерећење
Стубови ограде су постављени на 1.7m
Mx,g=0.071x1.7^2/8 = 0.026kNm
Mx,p=1.0x1.7^2/8 = 0.36kNm

Хоризонтално оптерећење на ограду
My,p =1.0x1.7^2/8 = 0.36kNm

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{(0.36+0.026)\cdot 100}{15.34}\right)^2 + \left(\frac{0.36\cdot 100}{15.34}\right)^2}$$

$$\sigma = 3.44 kN/cm^2 < {}_{doz}\sigma = 16 kN/cm^2$$

Стубић ограде - цев округлог пресека 76.1×4 mm
A= 9.06cm^2, Ix=59.1cm^4, Wx=15.34cm^3. ix=2.0cm

Хоризонтално оптерећење
Стубови ограде су постављени на 1.7m

$$\max Rp_{,h} = 1.1\cdot\frac{2}{2}\cdot 1.7 = 1.87 kN$$

$$\max Mp_{,y} = 1.87\cdot 1.15 = 2.15 kNm$$

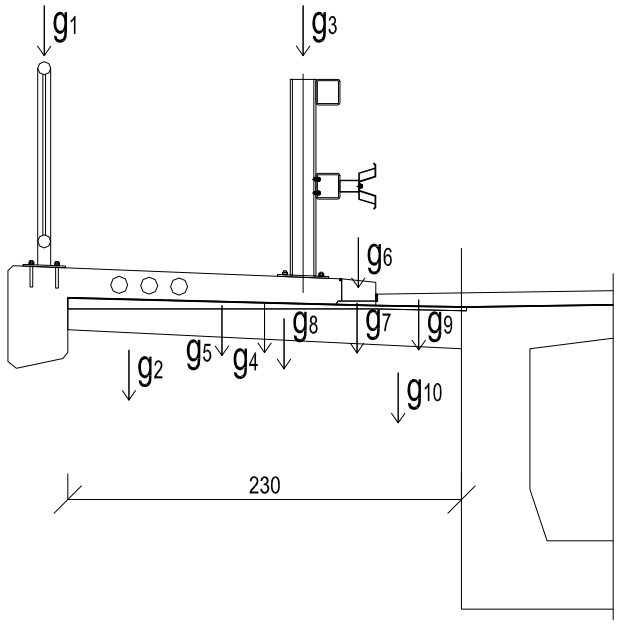
од вертикалног оптерећења (тежина ограде)

$$\max Rp_{,v} = 0.071\cdot 1.15\cdot 1.7 = 0.14 kN = N$$

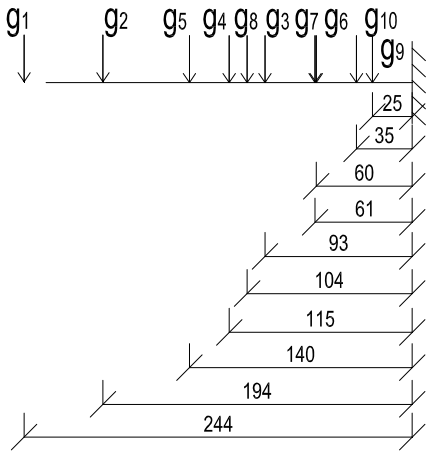
$$\max\sigma = \frac{0.14}{9.06} + \frac{2.15\cdot 10^2}{15.34} = 14.03 kN/cm^2 < {}_{doz}\sigma = 16 kN/cm^2$$

3.2 КОНЗОЛА ПЕШАЧКЕ СТАЗЕ

3.2.1 Попречни пресек



статичка шема



дужина конзоле: L=2.30m
Lo=1.05×L=2.415m
Δl=Lo-L=0.115m
e'=e+Δl
M=G×e'

3.2.2 Анализа оптерећења

- *<u>стално оптерећење:</u>*

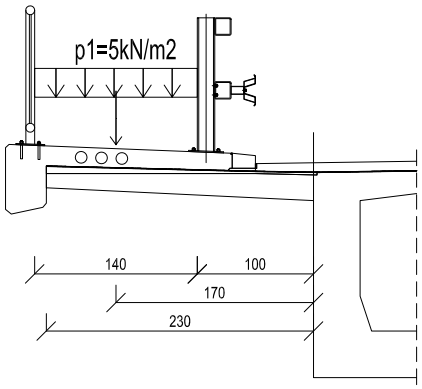
дужина конзоле L(m)= 2.30
Lo(m)= 2.42
ΔL(m)= 0.12

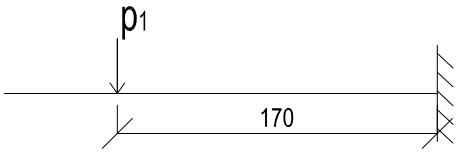
	ТЕРЕТ:	G (kN)	e (m)	e' (m)	M(kNm/m')
G1	ограда ревизионе стазе	0.25	2.44	2.56	0.64
G2	пешачка стаза	10.74	1.94	2.06	22.08
G3	одбојна ограда	0.75	0.93	1.05	0.78
G4	хидроизолација	0.21	1.15	1.27	0.26
G5	слој за нивелацију	2.07	1.40	1.52	3.14
G6	ивичњак	0.67	0.60	0.72	0.48
G7	подливка	0.11	0.61	0.73	0.08
G8	аб плоча d=12-22cm	10.17	1.04	1.16	11.75
G9	асфалт	1.92	0.25	0.37	0.70
G9	одводњавање	0.75	0.35	0.47	0.35
	ΣG =	27.64		ΣMg=	40.25

- *<u>корисно оптерећење:</u>*

С обзиром да на мосту постоји еласто одбојна ограда, усвајају се следећа оптерећења
-људска навала.....p1=5.00kN/m^2
-оптерећење на пешачкој стази и точак возила V440 – шема 1 (точак до еластичне ограде)....
.....p1=3.00kN/m^{2,} P2=45kN
- точак возила V440 – шема 2 (точак до еластичне ограде)..... P2=55kN
распон конзолне плоче Lo=2.3×1.05=2.415m

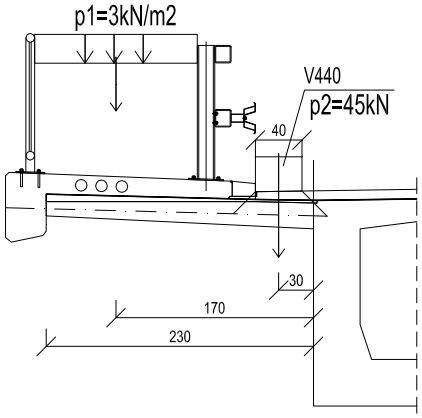
динамички коефицијент k_d=1.4-0.008×Lo=1.4-0.008×2.53=1.380

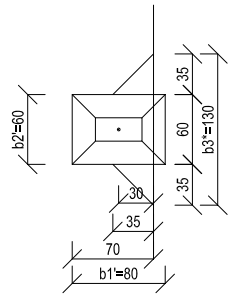


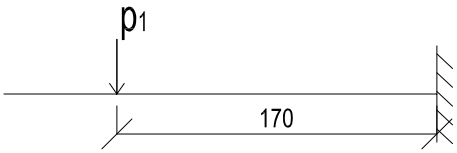


P_1=5.00kN/m^2

a=1.70m







<u>p1:</u>

P_1=3.00kN/m^2

a=1.70m

<u>P2 – шема 1:</u>

Прорачун активне ширине b_3

(точак 45kN)

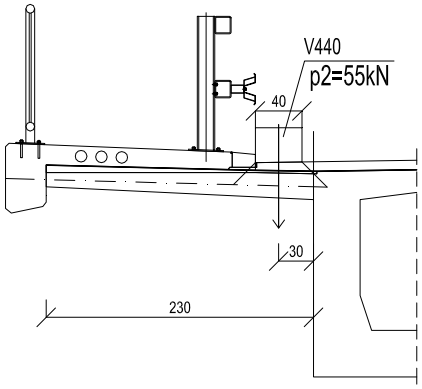
Димензије точка
b_1=0.4 m; b_2=0.2 m

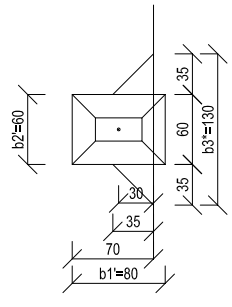
$d_{as}+d_{pl}/2\approx$20cm

$b_1'= b_1+2x(d_{as}+d_{pl}/2)$=0.80m

$b_2'= b_2+2x(d_{as}+d_{pl}/2)$=0.60m

$b_3= b_2'+2xa$; a=0.35m;
b^*_3=0.60+2×0.35=1.30m<1.35m
(осовинско растојање точкова возила V-440)





<u>P2 – шема 2:</u>

Прорачун активне ширине b_3

(точак 55kN)

Димензије точка
b_1=0.4 m; b_2=0.2 m

$d_{as}+d_{pl}/2\approx$20cm

$b_1'= b_1+2x(d_{as}+d_{pl}/2)$=0.80m

$b_2'= b_2+2x(d_{as}+d_{pl}/2)$=0.60m

$b_3= b_2'+2xa$; a=0.35m;
b^*_3=0.60+2×0.35=1.30m<1.35m

3.2.3 Статички утицаји за контролу пресека у укљештењу конзоле:

1. Сопствена тежина конзоле и стални терет

$$M_g = -40.25 kNm/m$$

2. Корисно оптерећење - V440 – шема 1

2.1. људска навала

$$P = 5 kN/m'$$

$$M_P = -5 \cdot 1.4 \cdot 1.7 = -11.9 kNm/m'$$

2.2. корисно оптерећење на пешачкој стази p1=3.00kN/m^2, V440 – шема 1

$$P_1 = 3 kN/m'$$

$$M_{P1} = -3 \cdot 1.4 \cdot 1.7 = -7.1 kNm/m'$$

$$P_2 = \frac{45}{0.80 \cdot 0.60} = 93.75 kN/m^2$$

$$M_{P2} = -93.75 \cdot \frac{0.7^2}{2} \cdot \frac{0.6}{1.3} \cdot 1.380 = -14.63 kNm/m'$$

3. Корисно оптерећење V440 – шема 2

3.1. људска навала

$$P = 5 kN/m'$$

$$M_P = -5 \cdot 1.4 \cdot 1.7 = -11.9 kNm/m'$$

3.2. V440– шема 2

$$P_2 = \frac{55}{0.80 \cdot 0.60} = 114.58 kN/m^2$$

$$M_{P2} = -114.58 \cdot \frac{0.7^2}{2} \cdot \frac{0.6}{1.3} \cdot 1.380 = -17.88 kNm/m'$$

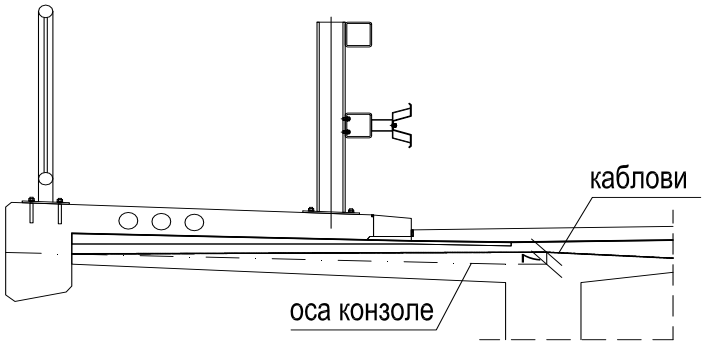
4. Преднапрезање (попречни каблови у коловозној плочи су постављени на 75cm)

$$N_k = 100 \cdot \frac{100}{75} = 133.33 kN$$

$$e = 7 cm$$

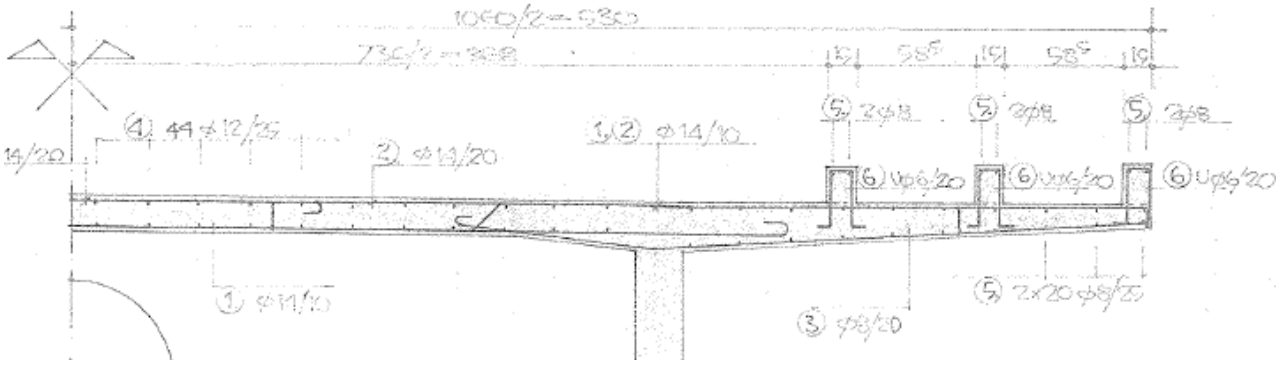
$$M_k = 133.33 \cdot 0.07 = 9.33 kNm$$

$$N_u = 1.0 \cdot 133.33 = 133.33 kN$$

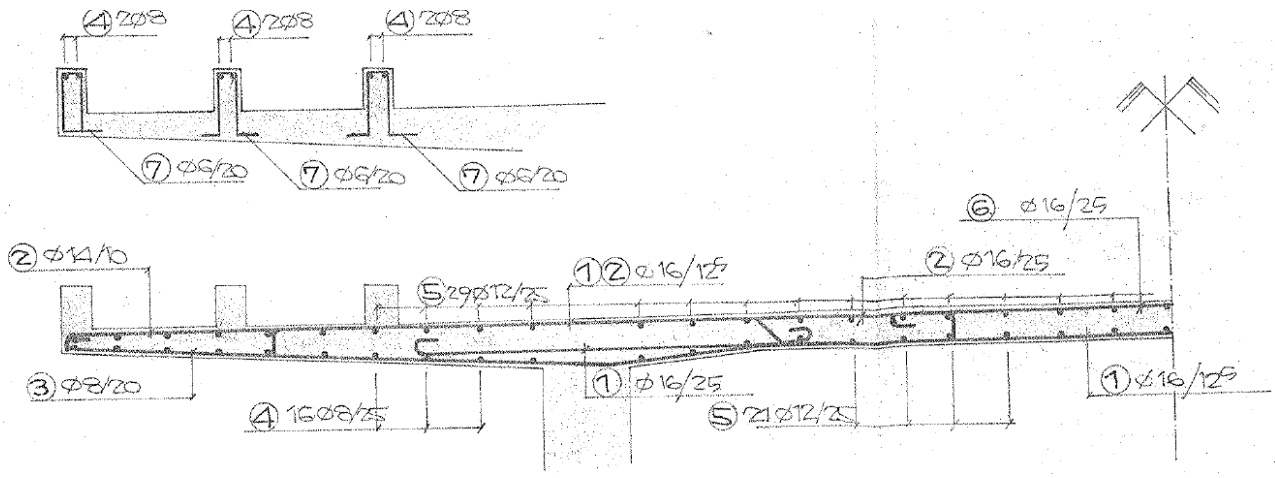


3.2.4 Контрола носивости конзоле коловозне плоче

уграђена арматура на К1:



уграђена арматура на К2:



Контрола пресека се врши са усвојеном арматуром за К1

горња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 14 / 10 = 15.4\, cm^2$

доња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 8 / 20 + \varnothing 14 / 20 = 10.215\, cm^2$

MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	2.5			
Aa1(povrs arm)	15.4			
a2(prit arm)	2.5			
Aa2(povrs arm)	10.215			
dp (deb ploce)	25			
d(uk. visina)	25			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	22.5			
alfa2	0.111			
delta	1.111			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	1.630		Sb (kN/cm2)	5.38
ea(dil arm)	10			
s	0.140		x (cm)	3.2
ea2(dil prit arm)	0.338			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-11.292			
koef punoce alfab1	0.594			
koef punoce alfab2	-16.272			
UNUTR SILE				
Dbu1	430.5			
Dbu2	0.0			
Dau	72.4			
Zau	369.6			
Nu	133.33			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile $\eta 1$	0.364			
koef polozaja sile $\eta 2$	0.279			
zb1 krak pritiska za Dbu1	21.35			
zb2 krak pritiska za Dbu2	3.59			
moment loma Mu (kN/m)	**93.1**			

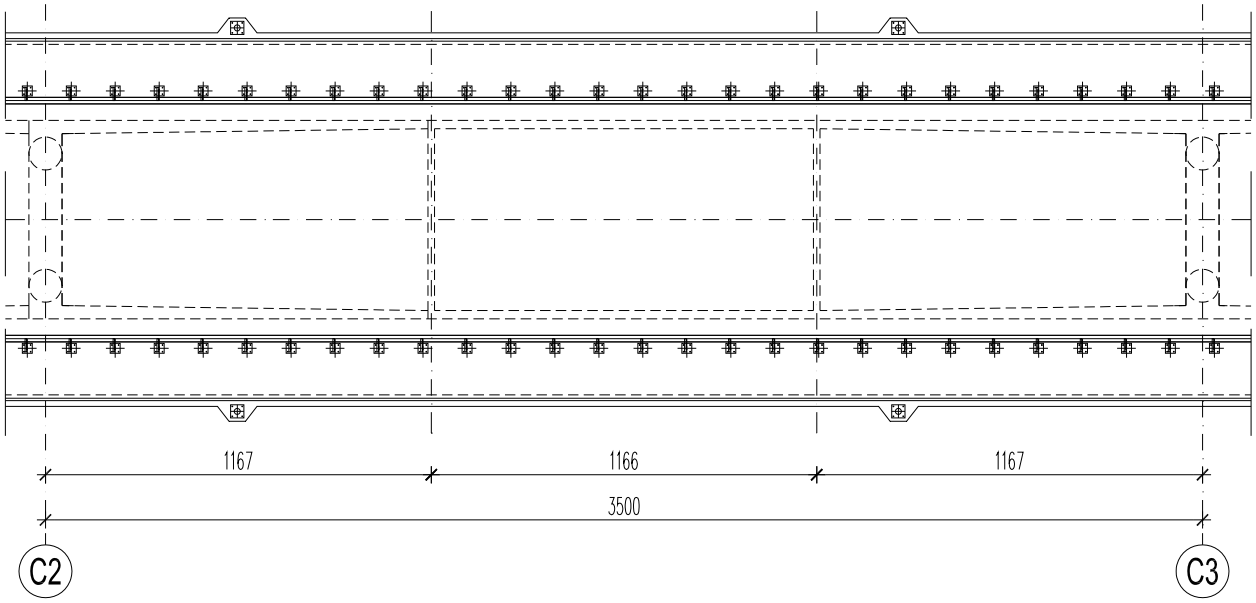
Глобални коефицијент сигурности износи

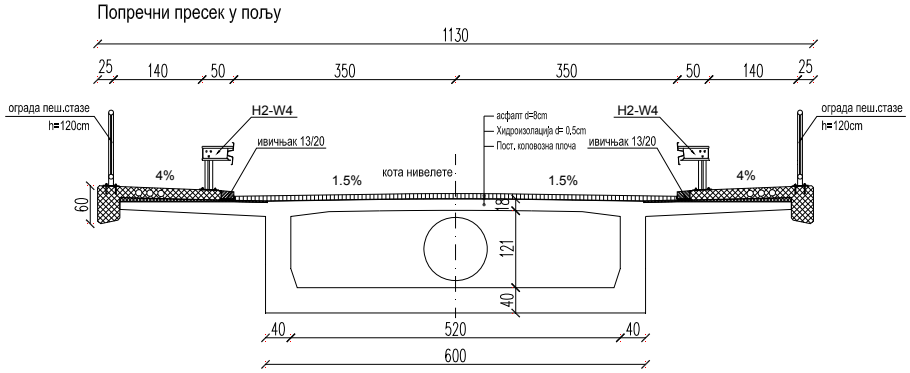
1. $$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8 - M_{pn} \cdot 1.0} = \frac{93.1}{(1.6 \cdot 40.25 + 1.8 \cdot 11.9 - 9.33)} = 1.22$$

2. $$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8 - M_{pn} \cdot 1.0} = \frac{93.1}{(1.6 \cdot 40.25 + 1.8 \cdot (7.1 + 14.63) - 9.33)} = 0.99 \approx 1.00$$

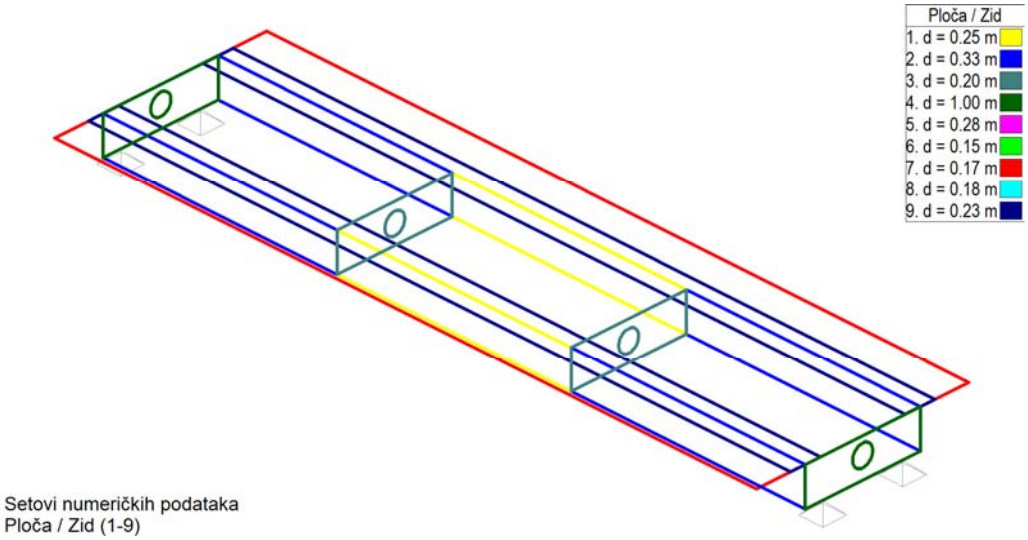
3. $$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8 - M_{pn} \cdot 1.0} = \frac{93.1}{(1.6 \cdot 40.25 + 1.8 \cdot 17.88 - 9.33)} = 1.07$$

3.3 КОЛОВОЗНА ПЛОЧА

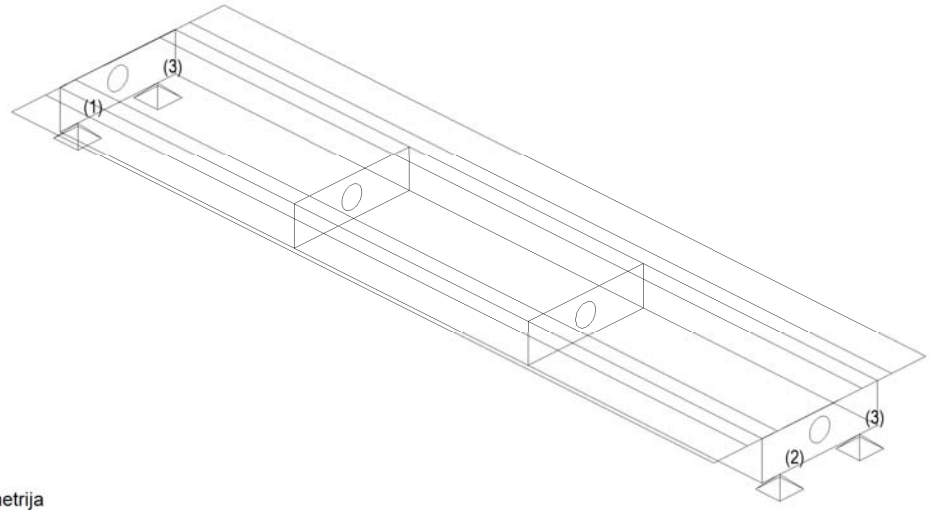




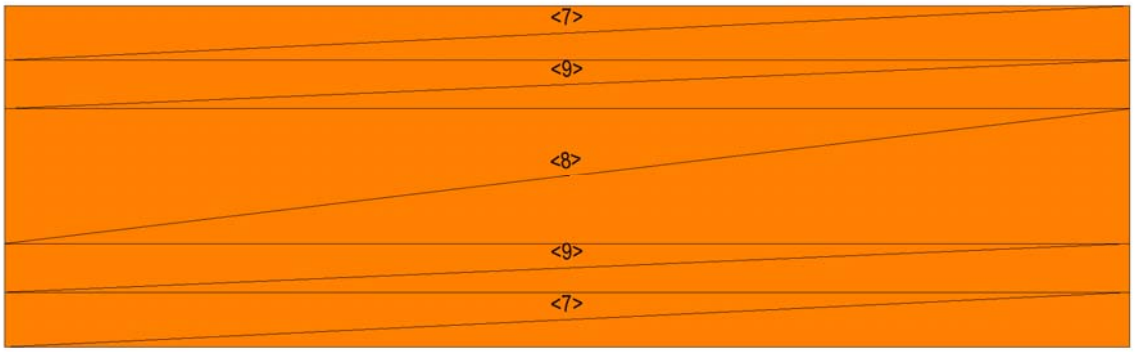
3.3.1 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0



Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-9)



Izometrija



Табела материјала

No	Назив материјала	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Бетон МВ 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Сетови плоча

No	d[m]	e[m]	Материјал	Тип прорачуна	Ортотрпија	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.250	0.125	1	Танка плоча	Изотропна			
<2>	0.330	0.165	1	Танка плоча	Изотропна			
<3>	0.200	0.100	1	Танка плоча	Изотропна			
<4>	1.000	0.500	1	Танка плоча	Изотропна			
<5>	0.275	0.138	1	Танка плоча	Изотропна			
<6>	0.150	0.075	1	Танка плоча	Изотропна			
<7>	0.170	0.085	1	Танка плоча	Изотропна			
<8>	0.180	0.090	1	Танка плоча	Изотропна			
<9>	0.225	0.113	1	Танка плоча	Изотропна			

Сетови тачкастих ослонаца

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1		1.000e+10	1.000e+10			
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
3			1.000e+10			

3.3.2 Анализа оптерећења

3.3.2.1 Стално оптерећење

Постојеће стање

-асфалт + хидроизолација	0.05×24.0	g_1=1.20kN/m²
-пешачка стаза - аб парапети (3 комада)	0.15×0.19×25.0	g_2 =0.71kN/m
-парапетне плоче	0.05×25.0×05	g_3 =0.625kN/m
-пешачка стаза - монтажне плоче	0.05×25	g_4 =1.25kN/m²
-пешачка стаза - ливени асфалт	0.02×24.0	g_5 =0.48kN/m²
-инсталације		g_6 =1.00kN/m
-ивичњаци	0.24×28.0	g_7 =6.72kN/m²
-ограда		g_8 =0.50kN/m

Новопројектовано стање са заштитном оградом

-асфалт	0.08×24.0	g_1 =1.92kN/m²
- хидроизолација	0.005×18.0	g_2 =0.09kN/m²
-слој за нивелацију	0.02×24.0	g_3 = 0.48kN/m²
-пешачка стаза	0.16×25.0	g_4 = 4kN/m²
-ивичњаци+подливка	0.12×28.0 0.02×24.0	g_5 = 3.84kN/m²
-заштитна ограда		g_6 =0.5kN/m
-одводњавање		g_7 =0.75kN/m
-ограда		g_8 =0.5kN/m
	0.5×0.16	M_8=0.08kNm/m'
-венац	0.197×25	g_9 =4.925kN/m
	4.925×0.16	M_9=0.79kNm/m'

3.3.2.2 Корисно оптерећење

Користе се оптерећења и силе из поглавља 2.1.

V440 – шема оптерећења 1

- главна трака p_1=5.00×1.354=6.77kN/m^2
- остатак коловоза и пешачке стазе p_2 =3.00kN/m^2

Kd=1.0	Kd=1.354
p^*_1=24.7*kN*	p^*_1=33.45*kN* /m²
p^*_{2a}=94.5*kN*	p^*_{2a}=128.0*kN* /m²
p^*_{2b}=67.2*kN*	p^*_{2b}=91.0*kN* /m²
p^*_{3a}=28.7*kN*	p^*_{3a}=38.8*kN* /m²
p^*_{3b}=76.4*kN*	p^*_{3b}=103.5*kN* /m²
p^*_{3c}=56.0*kN*	p^*_{3c}=75.8*kN* / m²

V440 – шема оптерећења 2

- главна трака $p_1=0$
- остатак коловоза и пешачке стазе $p_2=0$

Kd=1.354

$p_1^*=133.79 kN/m^2$

$p_{2a}^*=245.29 kN/m^2$

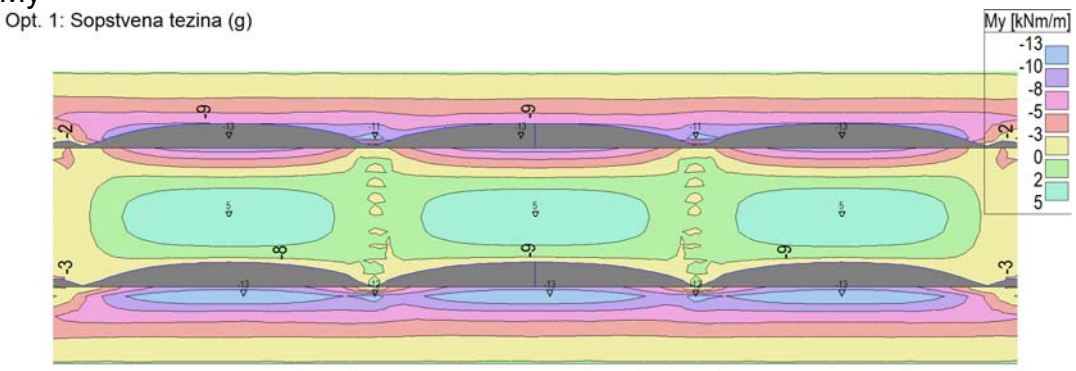
$p_{2b}^*=156.09 kN/m^2$

$p_{3a}^*=p_{3b}^*=p_{3c}^*=148.51 kN/m^2$

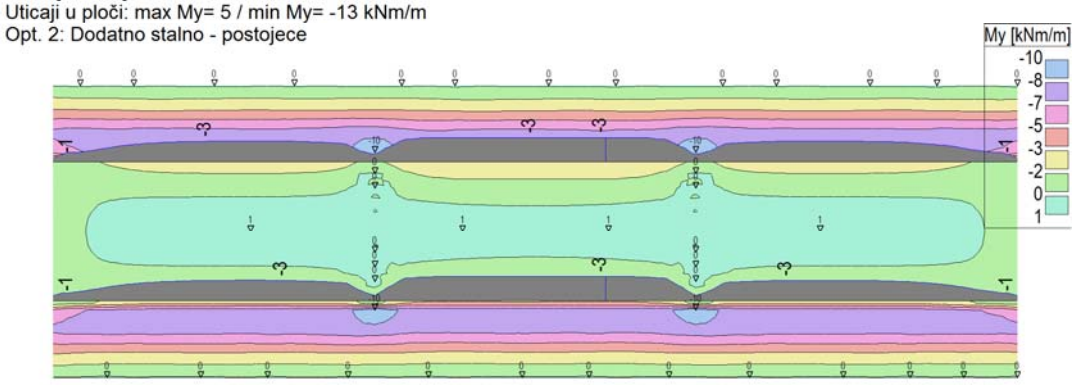
3.3.3 Статички утицаји

Конструкција К1

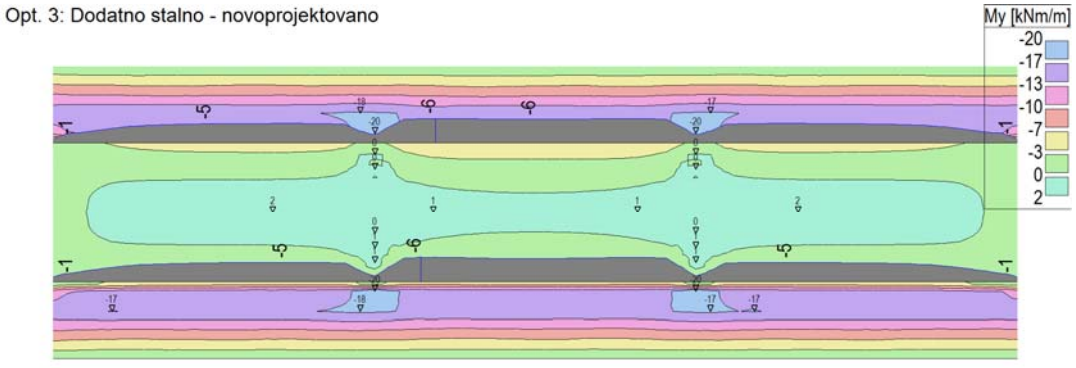
My



Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 5 / min My= -13 kNm/m

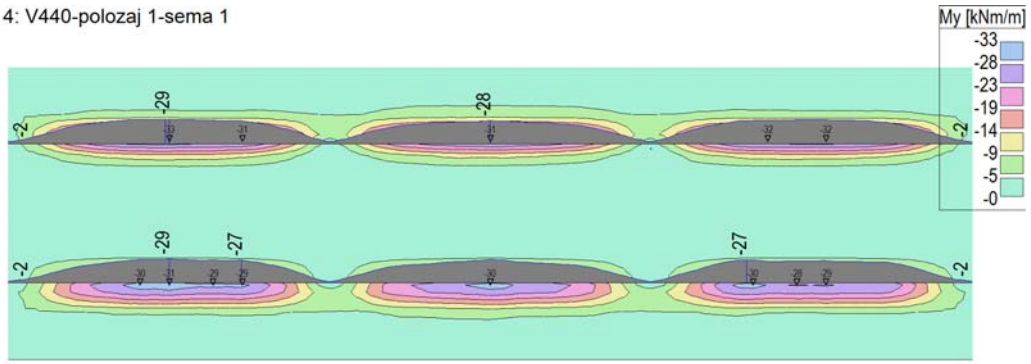


Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 1 / min My= -10 kNm/m



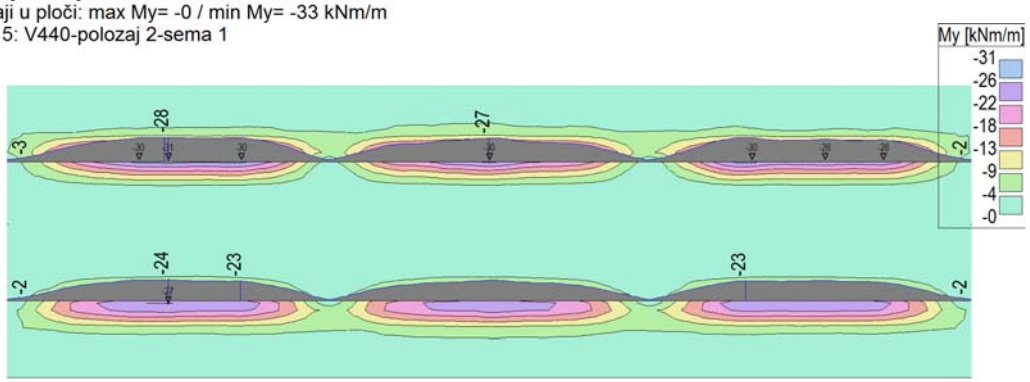
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 2 / min My= -20 kNm/m

Opt. 4: V440-polozaj 1-sema 1



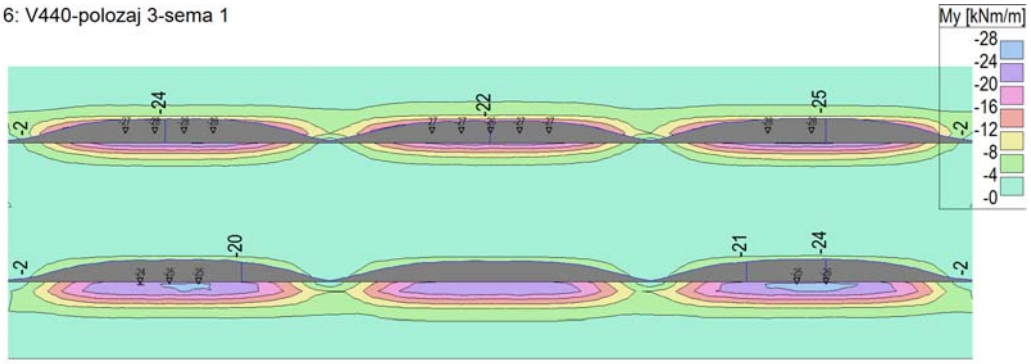
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= -0 / min My= -33 kNm/m

Opt. 5: V440-polozaj 2-sema 1



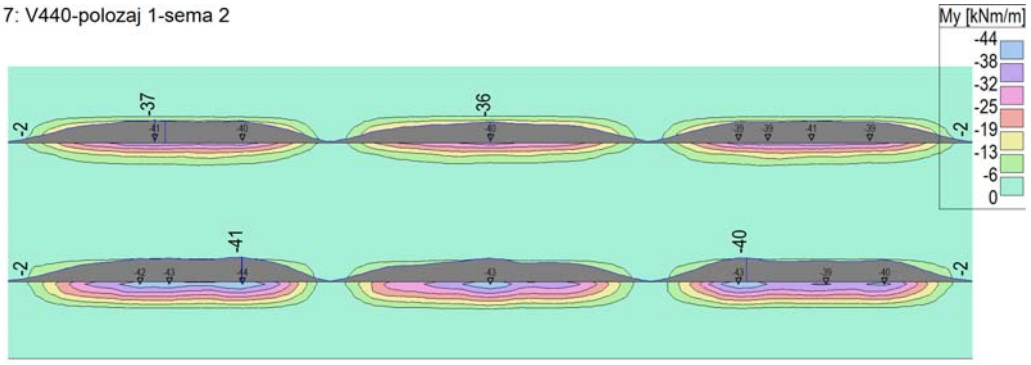
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= -0 / min My= -31 kNm/m

Opt. 6: V440-polozaj 3-sema 1



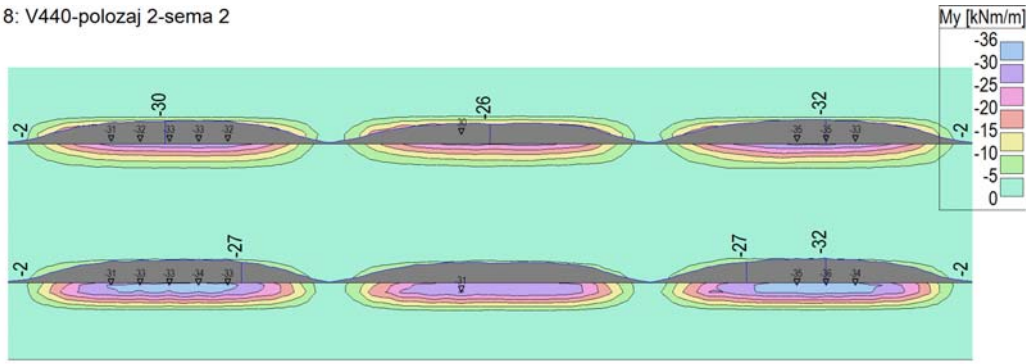
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= -0 / min My= -28 kNm/m

Opt. 7: V440-polozaj 1-sema 2



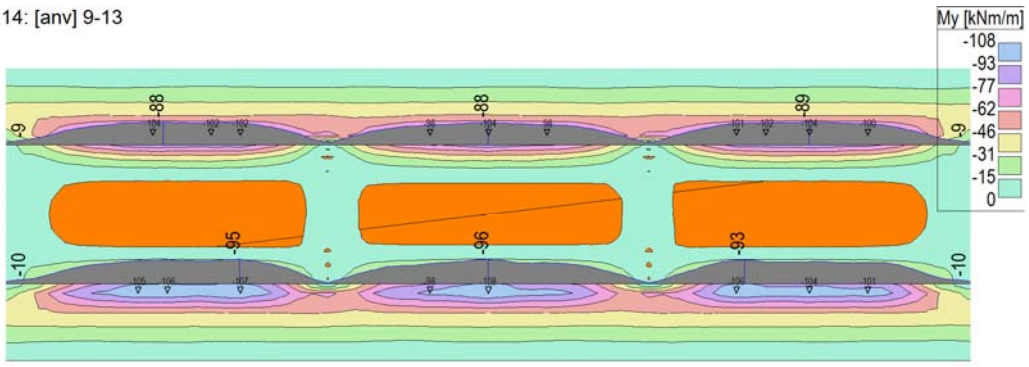
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 0 / min My= -44 kNm/m

Opt. 8: V440-polozaj 2-sema 2

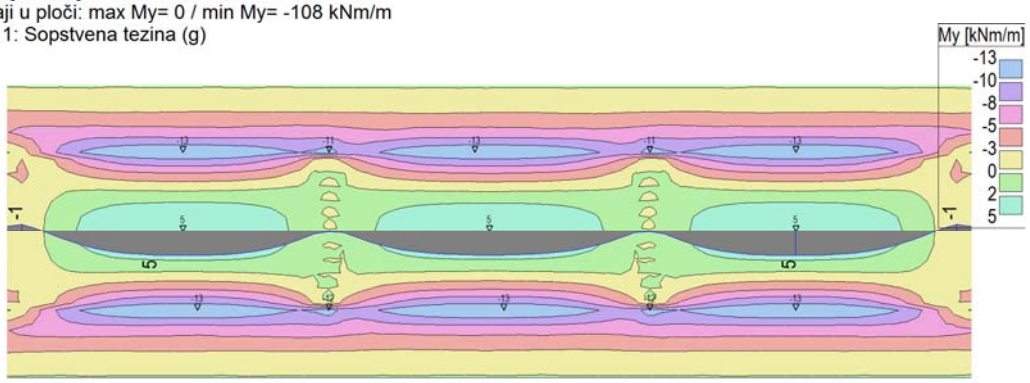


Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 0 / min My= -36 kNm/m

Opt. 14: [anv] 9-13

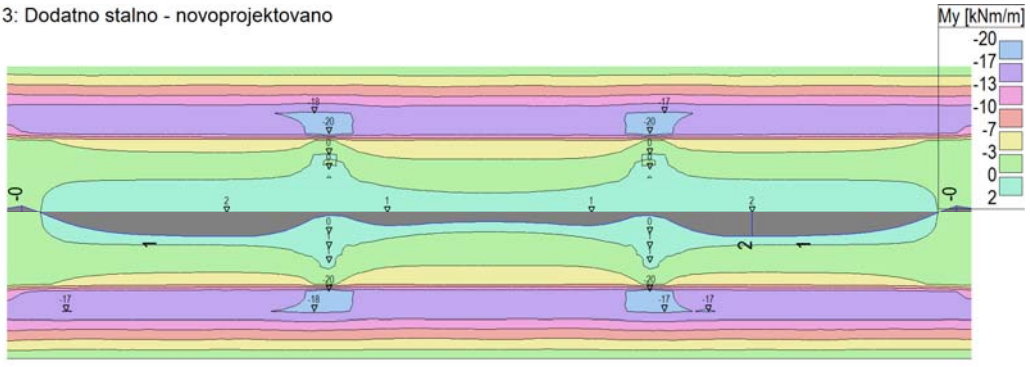


Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 0 / min My= -108 kNm/m
Opt. 1: Sopstvena tezina (g)



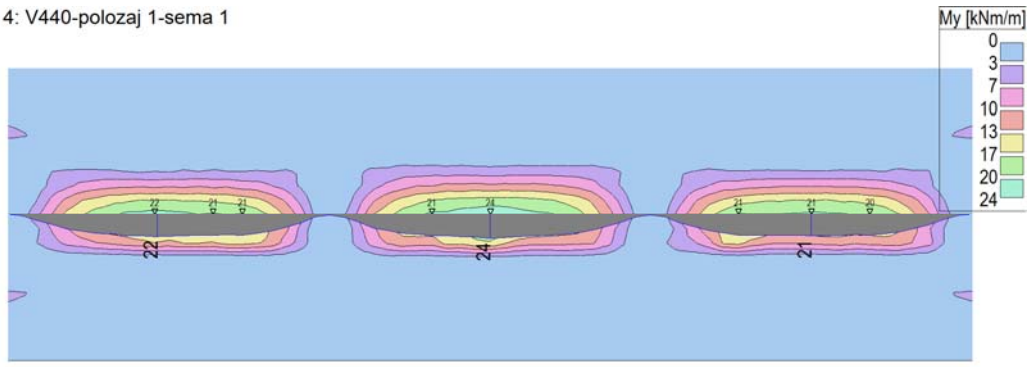
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 5 / min My= -13 kNm/m

Opt. 3: Dodatno stalno - novoprojektovano



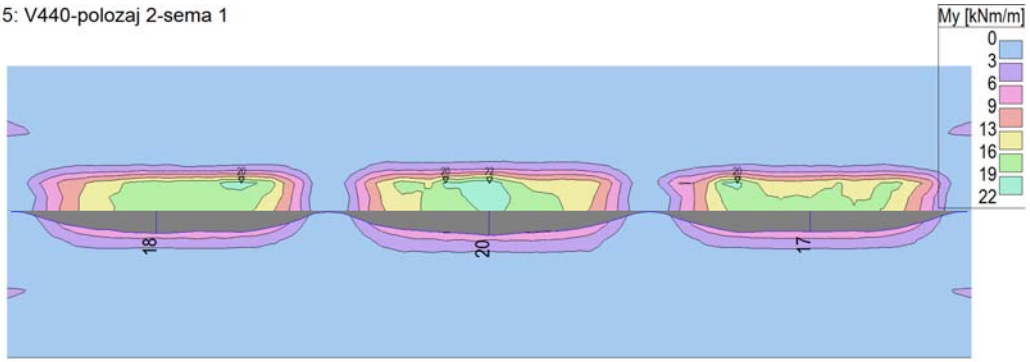
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 2 / min My= -20 kNm/m

Opt. 4: V440-polozaj 1-sema 1



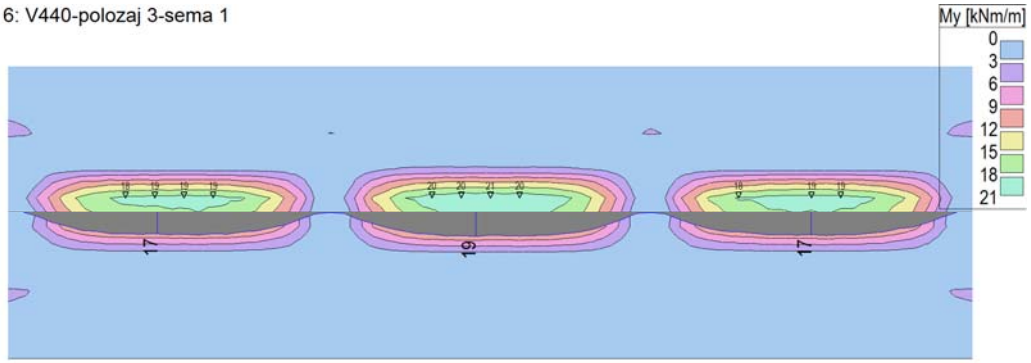
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 24 / min My= 0 kNm/m

Opt. 5: V440-polozaj 2-sema 1



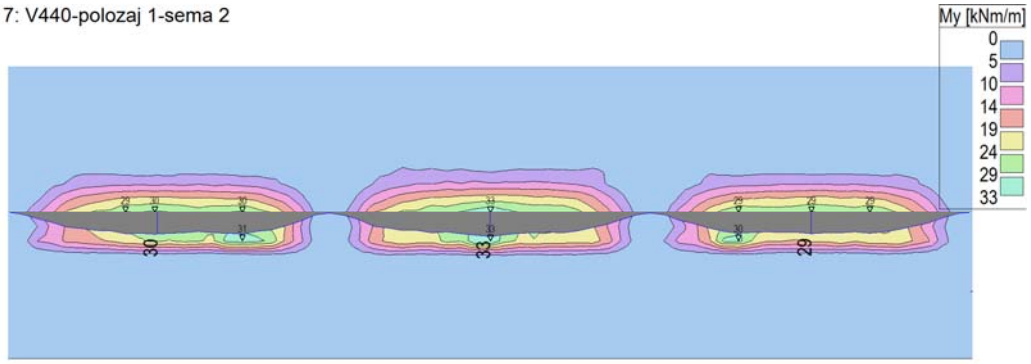
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 22 / min My= 0 kNm/m

Opt. 6: V440-polozaj 3-sema 1



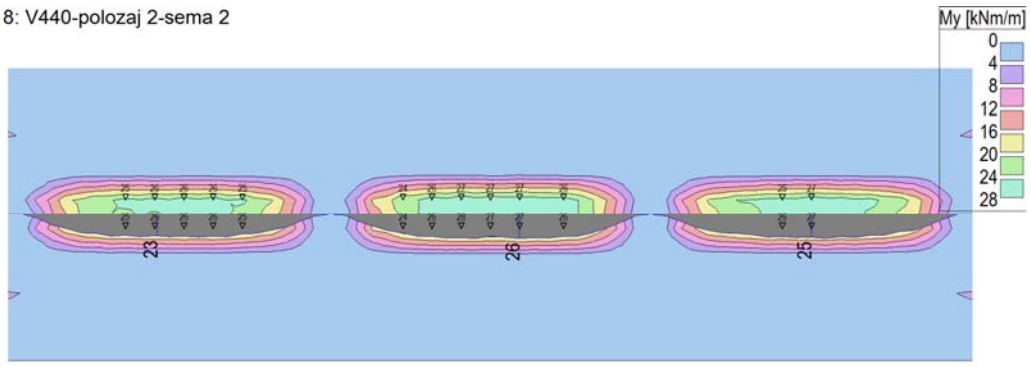
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 21 / min My= 0 kNm/m

Opt. 7: V440-polozaj 1-sema 2



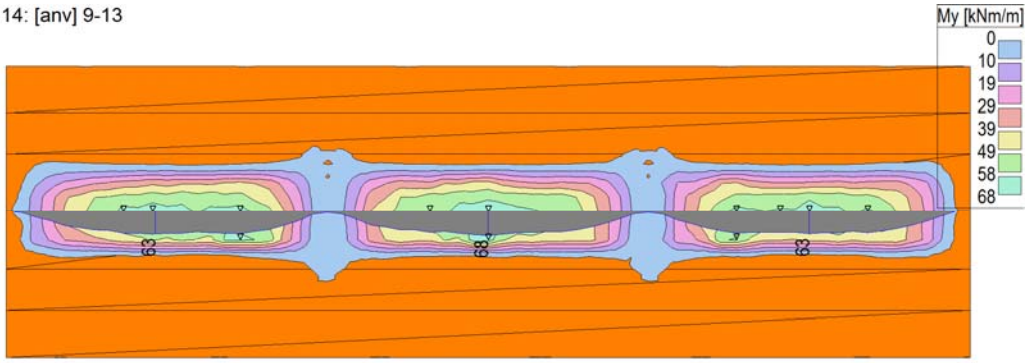
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 33 / min My= 0 kNm/m

Opt. 8: V440-polozaj 2-sema 2



Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 28 / min My= 0 kNm/m

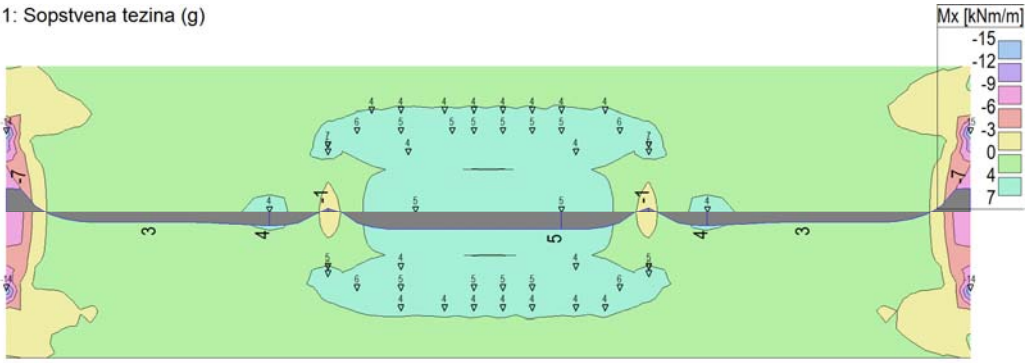
Opt. 14: [anv] 9-13



Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max My= 68 / min My= 0 kNm/m

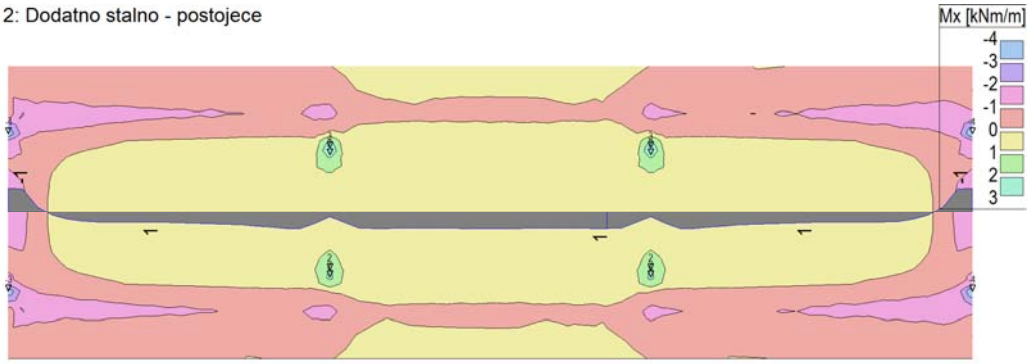
Mx

Opt. 1: Sopstvena tezina (g)



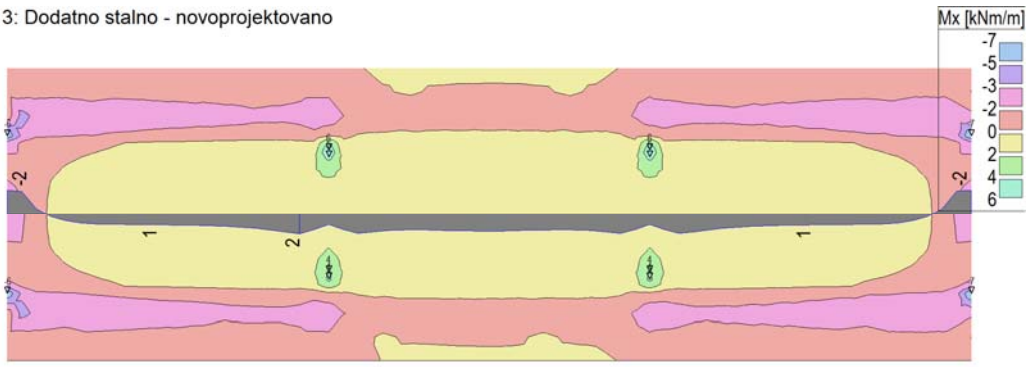
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 7 / min Mx= -15 kNm/m

Opt. 2: Dodatno stalno - postojece



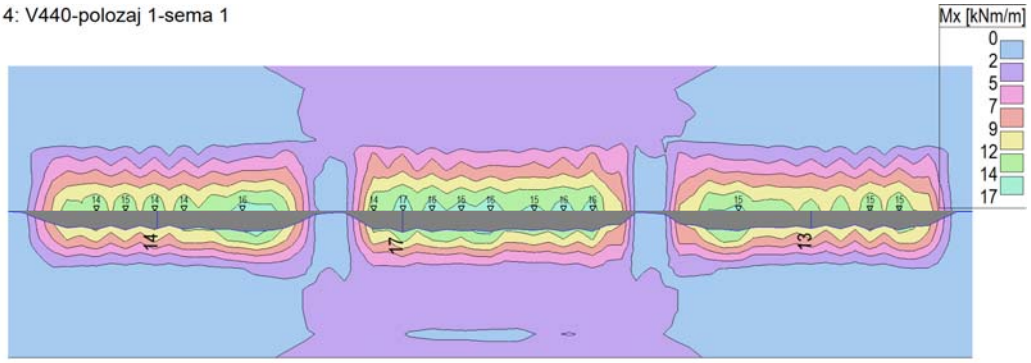
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 3 / min Mx= -4 kNm/m

Opt. 3: Dodatno stalno - novoprojektovano



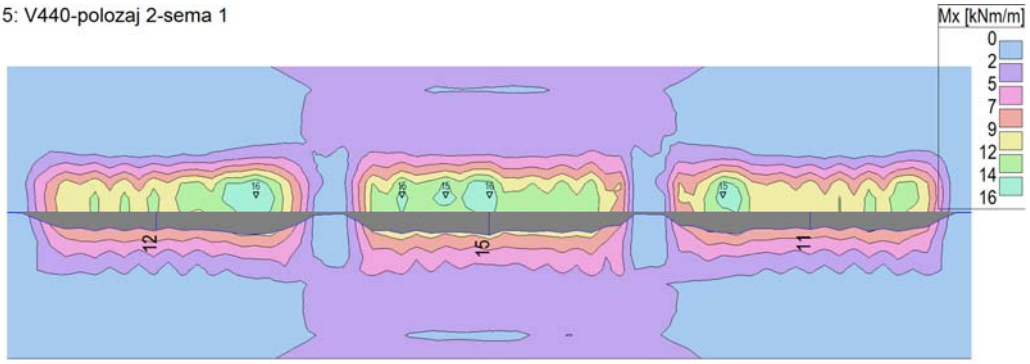
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 6 / min Mx= -7 kNm/m

Opt. 4: V440-polozaj 1-sema 1



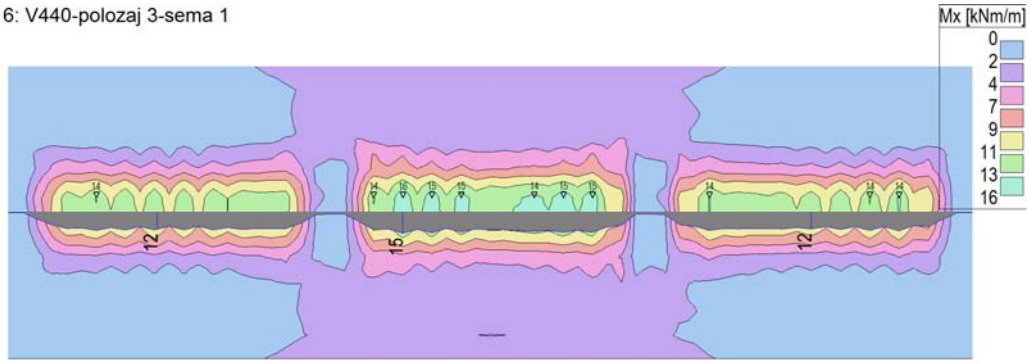
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 17 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 5: V440-polozaj 2-sema 1



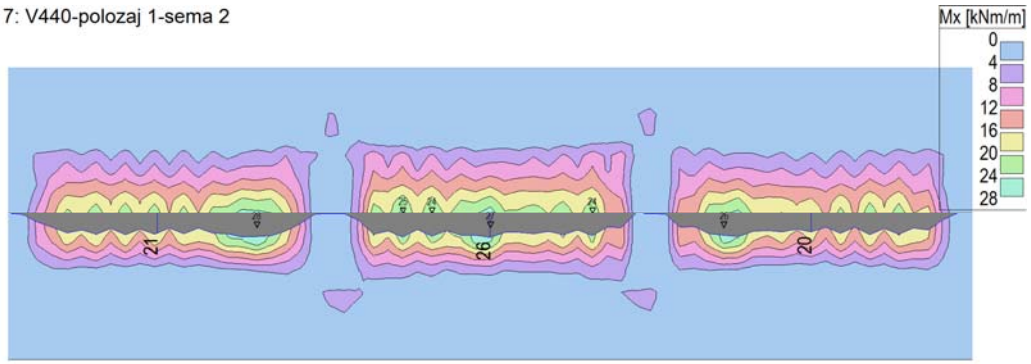
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 16 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 6: V440-polozaj 3-sema 1



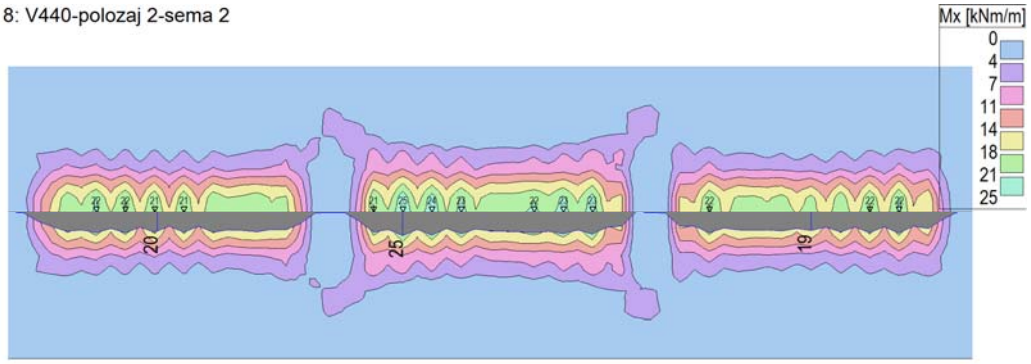
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 16 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 7: V440-polozaj 1-sema 2



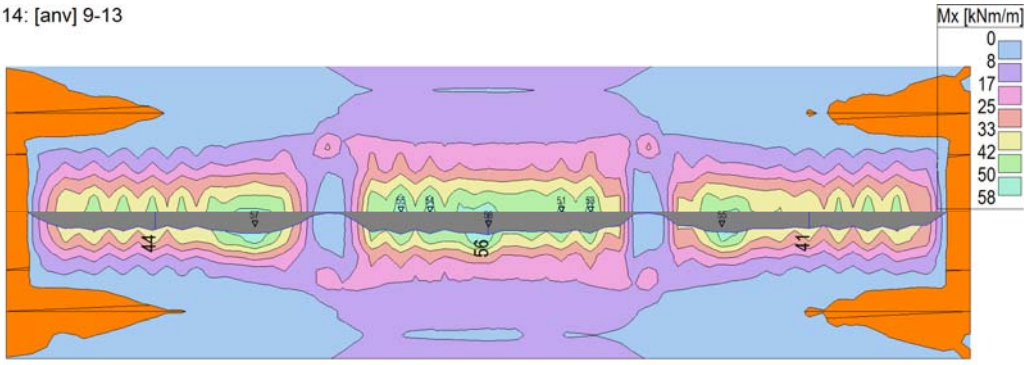
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 28 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 8: V440-polozaj 2-sema 2



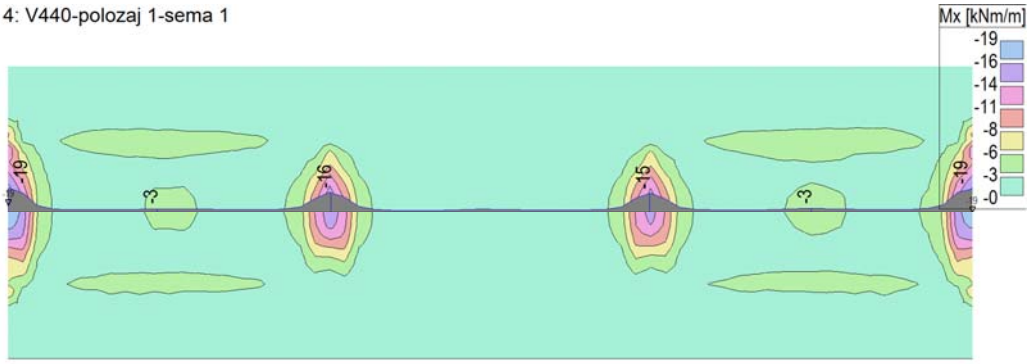
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 25 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 14: [anv] 9-13



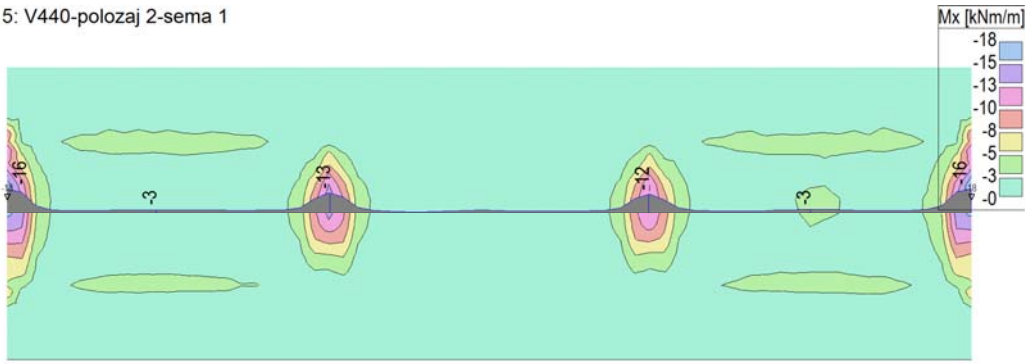
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 58 / min Mx= 0 kNm/m

Opt. 4: V440-polozaj 1-sema 1



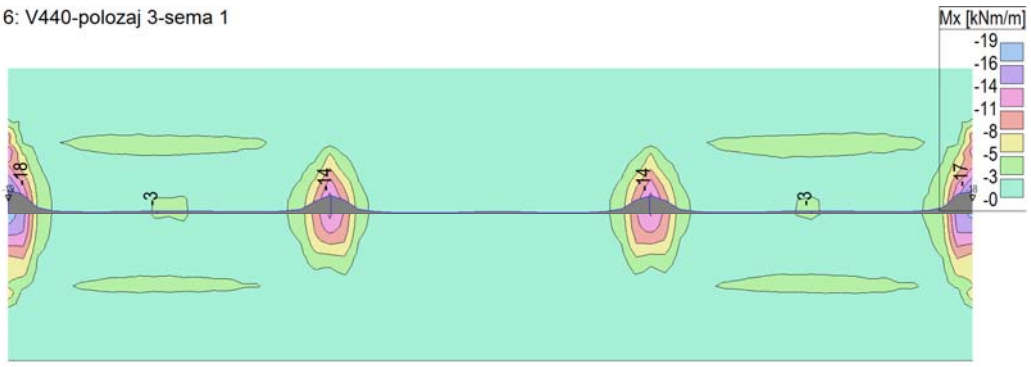
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -19 kNm/m

Opt. 5: V440-polozaj 2-sema 1



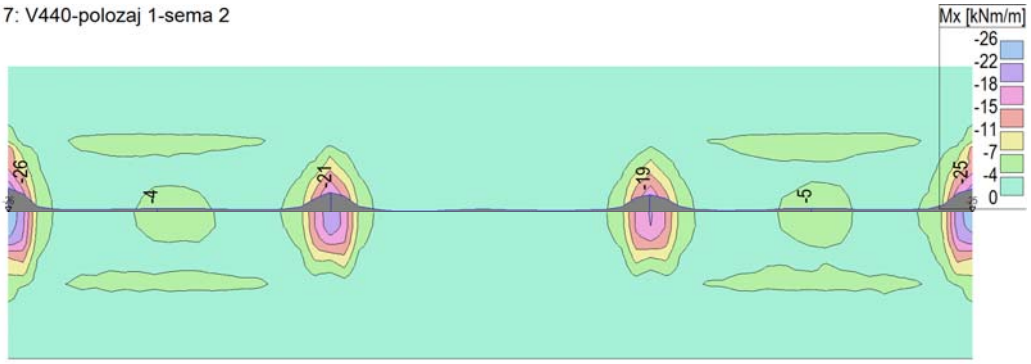
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -18 kNm/m

Opt. 6: V440-polozaj 3-sema 1



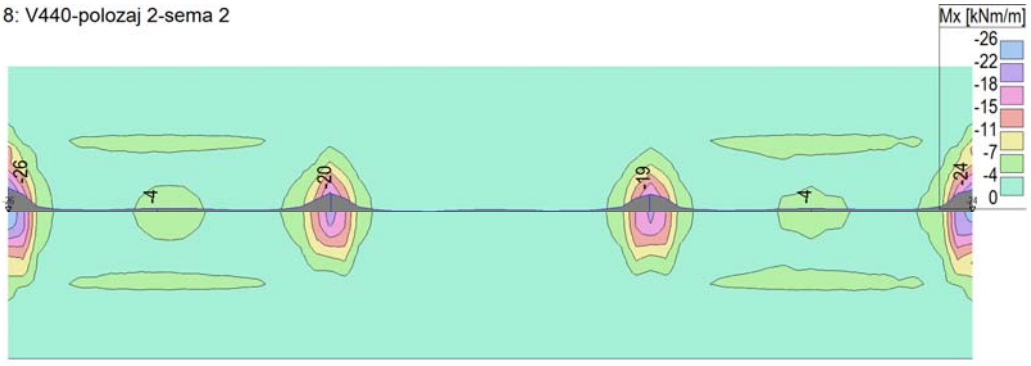
Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -19 kNm/m

Opt. 7: V440-polozaj 1-sema 2

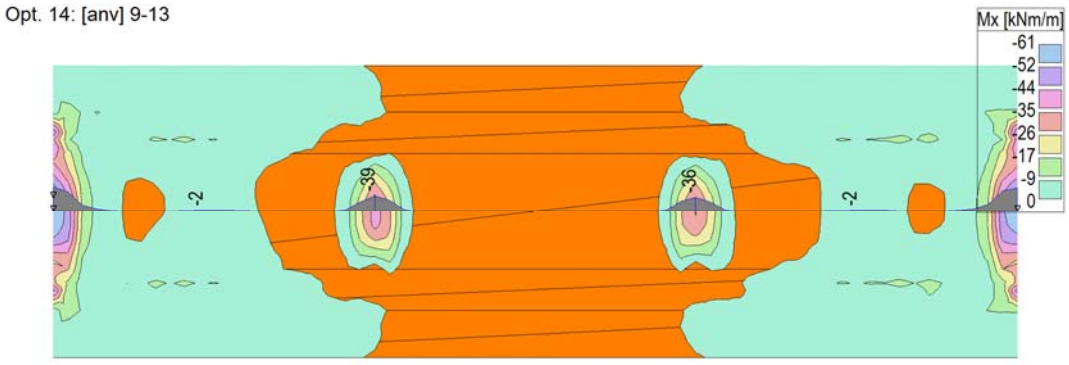


Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -26 kNm/m

Opt. 8: V440-polozaj 2-sema 2

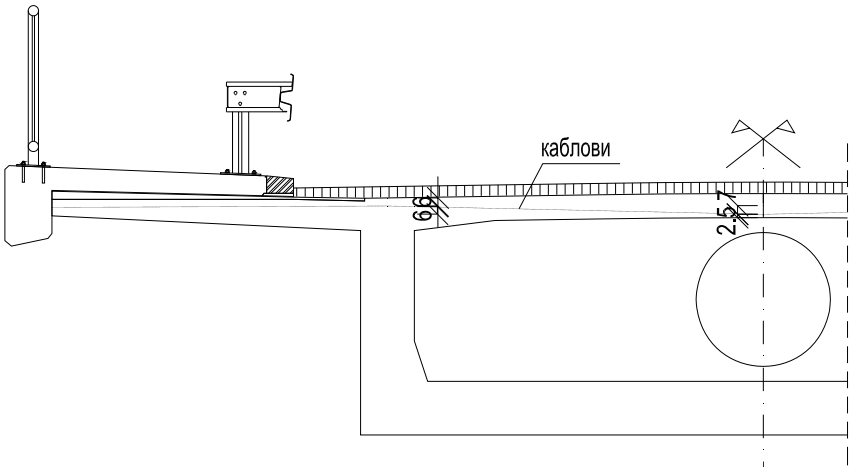


Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= -0 / min Mx= -26 kNm/m



Nivo: [0.00 m]
Uticaji u ploči: max Mx= 0 / min Mx= -61 kNm/m

Преднапрезање (попречни каблови у коловозној плочи су постављени на 75cm)



$N_k = 100 \cdot \frac{100}{75} = 133.33\,kN$

$e = 7cm$

$M_k = 133.33 \cdot 0.07 = 9.33\,kNm$

$N_u = 1.0 \cdot 133.33 = 133.33\,kN$

$N_k = 100 \cdot \frac{100}{75} = 133.33\,kN$

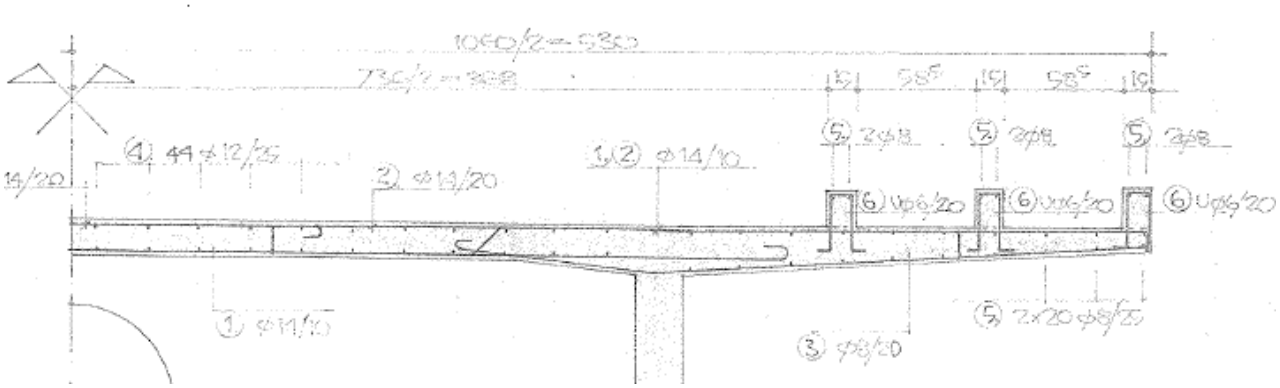
$e = 6cm$

$M_k = 133.33 \cdot 0.06 = 8\,kNm$

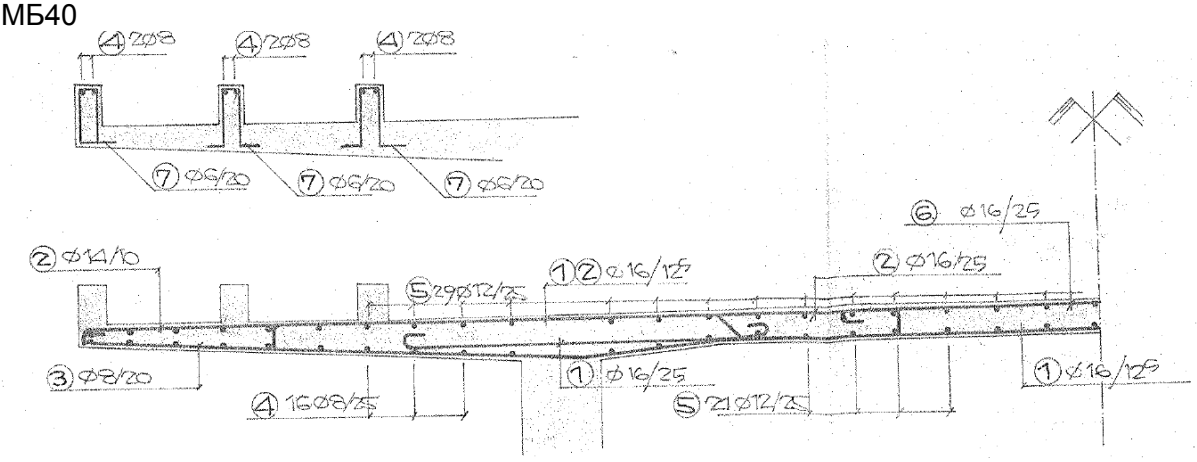
$N_u = 1.0 \cdot 133.33 = 133.33\,kN$

3.3.4 Контрола носивости коловозне плоче

уграђена арматура на К1:
МБ35



уграђена арматура на К2:
МБ40



Контрола пресека се врши са уграђеном арматуром за К1

у-правац
Контрола пресека код ослонца

горња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 14/10 = 15.4\,cm^2$

доња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 14/20 = 7.7\,cm^2$

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	3			
Aa1(povrs arm)	15.3			
a2(prit arm)	3			
Aa2(povrs arm)	7.7			
dp (deb ploce)	25			
d(uk. visina)	25			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	22			
alfa2	0.136			
delta	1.136			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	1.768		Sb (kN/cm2)	5.84
ea(dil arm)	10			
s	0.150		x (cm)	3.3
ea2(dil prit arm)	0.163			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-11.605			
koef punoce alfab1	0.624			
koef punoce alfab2	-17.025			
UNUTR SILE				
Dbu1	474.1			
Dbu2	0.0			
Dau	26.4			
Zau	367.2			
Nu	133.33			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.368			
koef polozaja sile η2	0.278			
zb1 krak pritiska za Dbu1	20.78			
zb2 krak pritiska za Dbu2	3.04			
moment loma Mu (kN/m)	**91**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8 - M_{pn} \cdot 1.0} = \frac{91}{(96 - 8)} = 1.03$$

Пресек има довољну носивост на савијање.

Контрола пресека у пољу

горња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 14 / 20 = 7.7\,cm^2$

доња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 14 / 10 = 15.4\,cm^2$

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	3			
Aa1(povrs arm)	15.3			
a2(prit arm)	3			
Aa2(povrs arm)	7.7			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	18			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	15			
alfa2	0.200			
delta	1.200			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	2.485		Sb (kN/cm2)	8.20
ea(dil arm)	10			
s	0.199		x (cm)	3.0
ea2(dil prit arm)	-0.012			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-12.497			
koef punoce alfab1	0.732			
koef punoce alfab2	-19.263			
UNUTR SILE				
Dbu1	502.5			
Dbu2	0.0			
Dau	-1.9			
Zau	367.2			
Nu	133.33			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.390			
koef polozaja sile η2	0.277			
zb1 krak pritiska za Dbu1	13.83			
zb2 krak pritiska za Dbu2	1.16			
moment loma Mu (kN/m)	**61**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8 - M_{pn} \cdot 1.0} = \frac{61}{(68 - 9.33)} = 1.04$$

Пресек има довољну носивост на савијање.

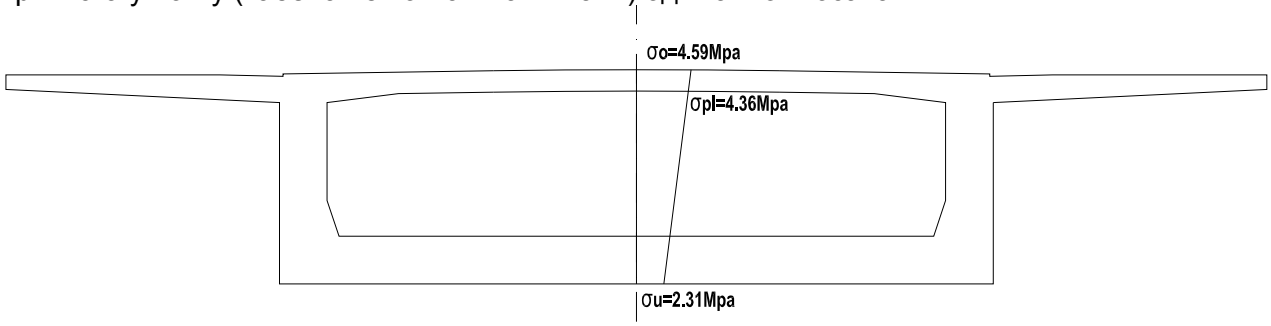
x-правац

Контрола пресека у пољу

горња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 12 / 25 = 4.52\,cm^2$

доња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 12 / 25 = 4.52\,cm^2$

Напон притиска из главног носача утиче на повећање момента лома за подужни (x-правац) плоче. Провера је урађена за пресек 15, на месту највећег момента, а најмањи напон притиска у пољу (табела из поглавља 4.4.3.2.) од главног носача.



N= 4.36 Mpa x 0.18m x 1m= **785 kN**

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	4.52			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	4.52			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	18			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	14			
alfa2	0.286			
delta	1.286			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	4.536		Sb (kN/cm2)	14.97
ea(dil arm)	10			
s	0.312		x (cm)	4.4
ea2(dil prit arm)	0.383			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-14.153			
koef punoce alfab1	0.853			
koef punoce alfab2	-23.769			
UNUTR SILE				
Dbu1	857.1			
Dbu2	0.0			
Dau	36.3			
Zau	108.48			
Nu	785			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.433			
koef polozaja sile η2	0.275			
zb1 krak pritiska za Dbu1	12.11			
zb2 krak pritiska za Dbu2	-0.25			
moment loma Mu (kN/m)	**68**			

Глобални коефицијент сигурности износи

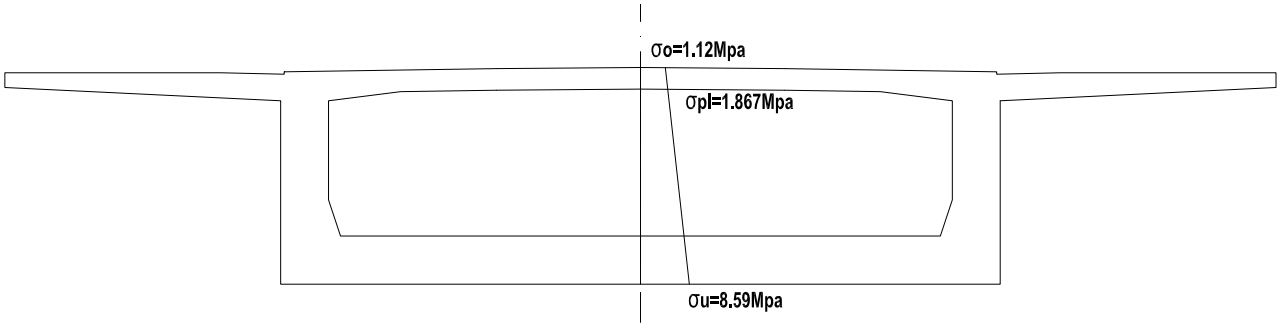
$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8} = \frac{68}{58} = 1.17$$

Пресек има довољну носивост на савијање.

Контрола пресека изнад ослонца

горња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 12 / 25 = 4.52\,cm^2$

доња зона $A_{a,ugr} = \varnothing 12 / 25 = 4.52\,cm^2$



N= 1.876 Mpa x 0.18m x 1m= **334 kN**

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	4.52			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	4.52			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	18			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	14			
alfa2	0.286			
delta	1.286			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	2.754		Sb (kN/cm2)	9.09
ea(dil arm)	10			
s	0.216		x (cm)	3.0
ea2(dil prit arm)	-0.890			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-13.644			
koef punoce alfab1	0.758			
koef punoce alfab2	-22.335			
UNUTR SILE				
Dbu1	527.0			
Dbu2	0.0			
Dau	-84.5			
Zau	108.48			
Nu	334			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.398			
koef polozaja sile η2	0.275			
zb1 krak pritiska za Dbu1	12.80			
zb2 krak pritiska za Dbu2	0.13			
moment loma Mu (kN/m)	**42**			

За најмањи напон притиска од главног носача (табела из поглавља 4.4.3.2.) добијамо да је носивост пресека 42 KNm/m. С обзиром да је највећи момент изнад секундарног попречног носача 39 KNm/m, није потребно ојачање коловозне плоче.

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_g \cdot 1.6 + M_p \cdot 1.8} = \frac{42}{39} = 1.08$$

Пресек има довољну носивост на савијање

Контрола постојеће арматуре за у-правац ради се само за конструкцију К1, јер контсрукција К2 има јачу арматуру $A_{a,ugr} = \varnothing 16 / 25 = 8\,cm^2$ и $A_{a,ugr} = \varnothing 16 / 12.5 = 16.10\,cm^2$ и већу марку бетона МБ 40, а утицаји су незнатно већи.

4 ГЛАВНИ НОСАЧ

Утицаји у главним носачима за обе конструкције срачунати су у статичким системима линијских гредних носача.

Конструкција К1 је континуални носач преко 3 поља распона 35.0+35.0+35.4m.

Конструкција К2 је континуални носач преко 4 поља распона 47.0+61.1+61.1+47.0m.

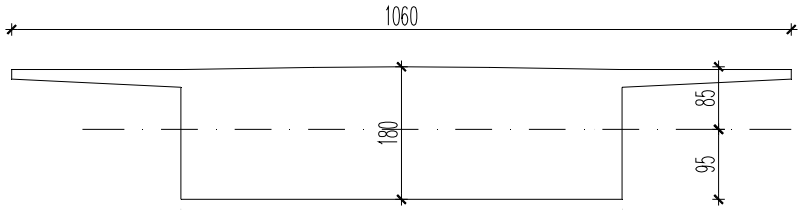
Геометријске карактеристике штапова главног носача обе конструкције срачунати су на основу података из постојеће Графичке документације Основног пројекта.

4.1 УЛАЗНИ ПОДАЦИ

4.1.1 Геометријске карактеристике попречних пресека

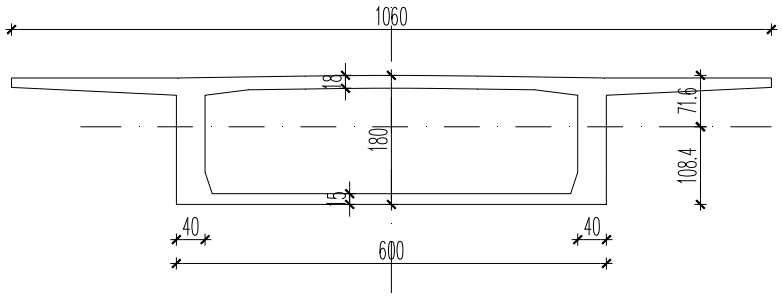
4.1.1.1 Конструкција К1 – од С1 до С4

ПРЕСЕК 0,10,20,30, 70



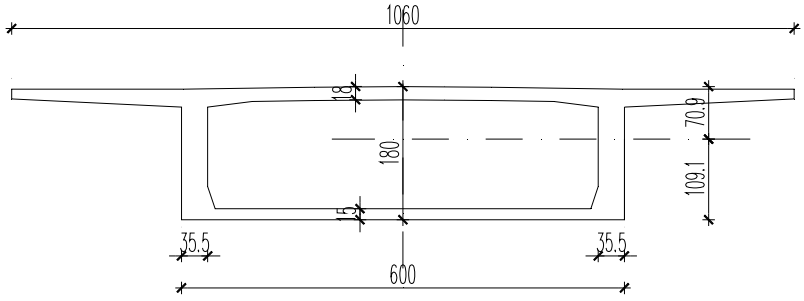
Area: 115675.9cm2 = 11.5676m2
Perimeter: 2451.31
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -95.01 -- 84.99
Moments of inertia: X: 332593260.6cm4 =3.3259m4
Y: 4625875283.1cm4 = 46.2588m4

ПРЕСЕК 0*, 30a



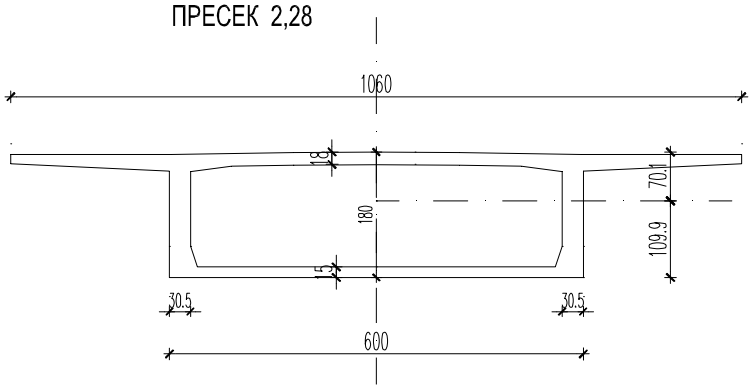
Area: 40555.96cm2=4.0556m2
Perimeter: 3750.14
Bounding box: X: -530.00 – 530.00
Y: -108.38 -- 71.62
Moments of inertia: X: 190180774.7cm4 = 1.9018m4
Y: 2970259547.4cm4 = 29.7026m4

ПРЕСЕК 1,29



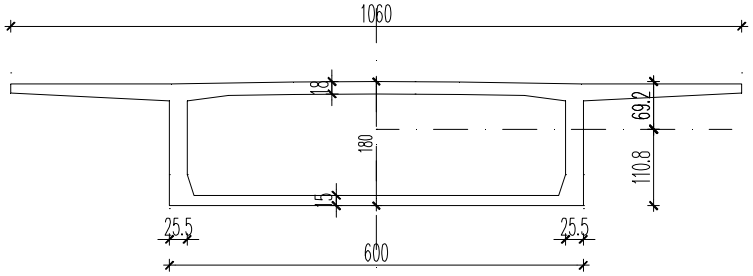
Area: 39260.26cm2 = 3.9260m2
Perimeter: 3768.01
Bounding box: X: -530.00 – 530.00
Y: -109.09 – 70.91
Moments of inertia: X: 187327364.7cm4= 1.8733m4
Y: 2882721450.1cm4=28.8272m4

ПРЕСЕК 2,28



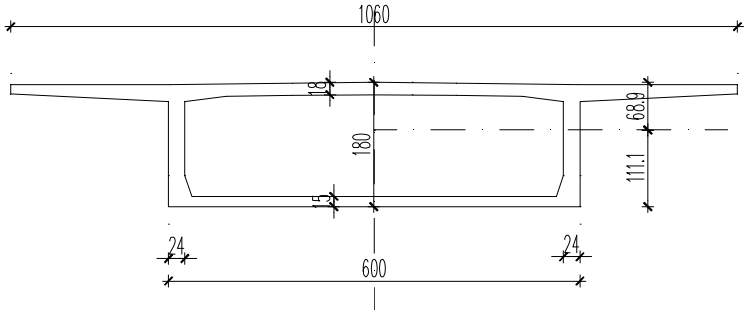
Area: 37821.32cm2 = 3.7821m2
Perimeter: 3787.86
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -109.9291 -- 70.0709
Moments of inertia: X: 184109467.8cm4 = 1.8411m4
Y: 2781921281.2cm4 = 27.8192m4

ПРЕСЕК 3,27



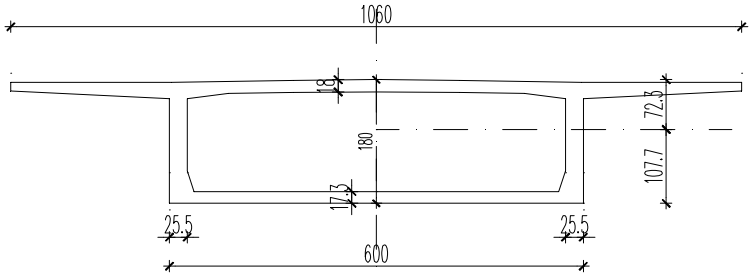
Area: 36383.12cm2 = 3.6383m2
Perimeter: 3807.71
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -110.84 -- 69.16
Moments of inertia: X: 180835497.7cm4 = 1.8084m4
Y: 2677333735.9cm4 = 26.7733m4

ПРЕСЕК 4,5,6,14,15,16,24,25,26,45,55



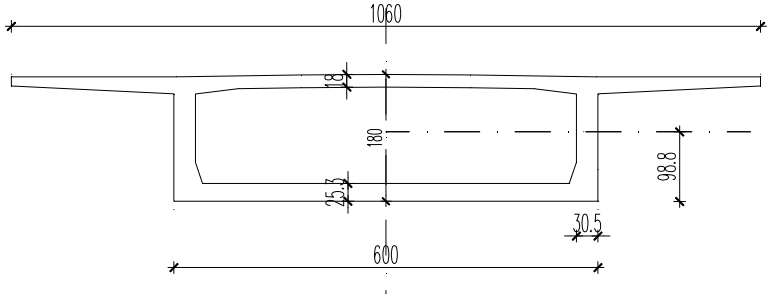
Area: 35951.80cm2 = 3.5952m2
Perimeter: 3813.67
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -111.13 -- 68.87
Moments of inertia: X: 179841303.0cm4 = 1.7984m4
Y: 2645208790.4cm4 = 26.4521m4

ПРЕСЕК 7,13,17,23



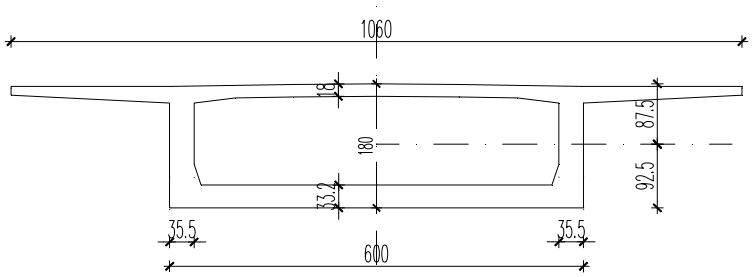
Area: 37645.8cm2= 3.7646m2
Perimeter: 3803.11
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -107.6805 -- 72.3195
Moments of inertia: X: 191665002.4 cm4 =1.9167m4
Y: 2709048656.2cm4 = 27.0905m4

ПРЕСЕК 8,12,18,22



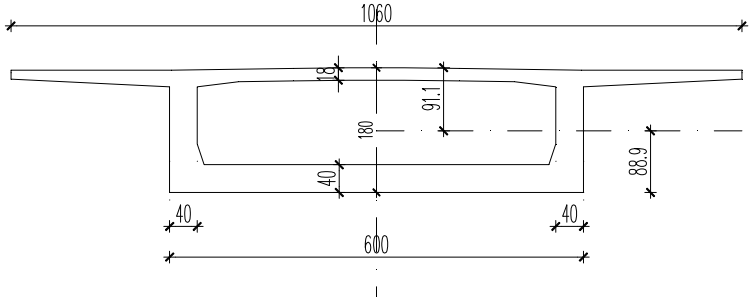
Area: 43373.0cm2 = 4.3373m2
Perimeter: 3767.26
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -98.51 -- 81.49
Moments of inertia: X: 222756844.9cm4 = 2.2276m4
Y: 2916328400.8cm4 = 29.1633m4

ПРЕСЕК 9,11,19,21



Area: 48888.1cm2 = 4.8888m2
Perimeter: 3731.61
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -92.46 -- 87.54
Moments of inertia: X: 242801870.0cm4 = 2.4280m4
Y: 3107242548.4cm4 = 31.0724m4

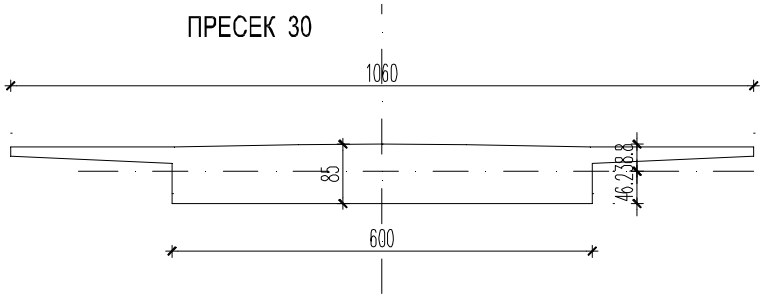
ПРЕСЕК 10l,10d,20l,20d



Area: 53556.0cm2 = 5.3556m2
Perimeter: 3700.14
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -88.89 -- 91.11
Moments of inertia: X: 254489269.2cm4 = 2.5449m4
Y: 3263192880.8cm4 = 32.6319m4

4.1.1.2 Конструкција К2 – од С4 до С8

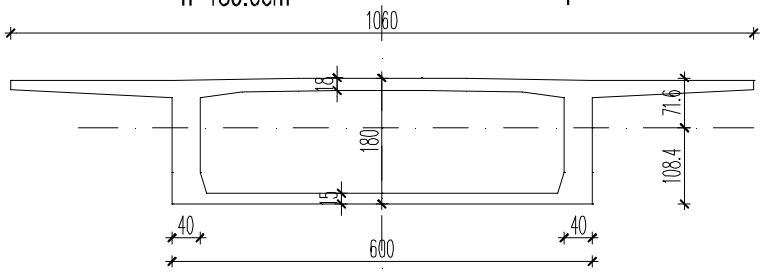
ПРЕСЕК 30



Area: 58670.2cm2 = 5.8670m2
Perimeter: 2261.3
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -46.16 -- 38.84
Moments of inertia: X: 36071092.4cm4 = 0.3607m4
Y: 2915702912.9cm4 =29.1570m4

ПРЕСЕК 30b
h=180.0cm

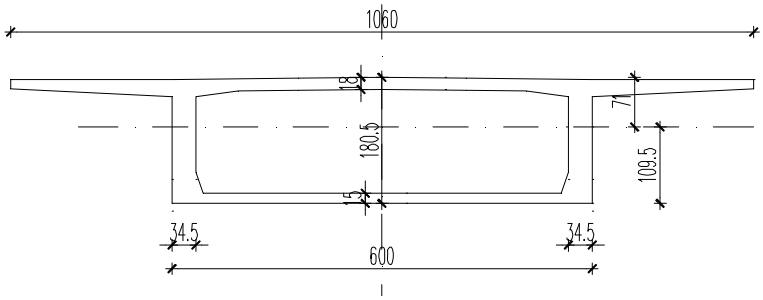
dr=40.0cm
dpl=15.0cm



Area: 40555.96cm2=4.0556m2
Perimeter: 3750.14
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -108.38 -- 71.62
Moments of inertia: X: 190180774.7cm4 = 1.9018m4
Y: 2970259547.4cm4 = 29.7026m4

ПРЕСЕК 31, 69
h=180.5cm

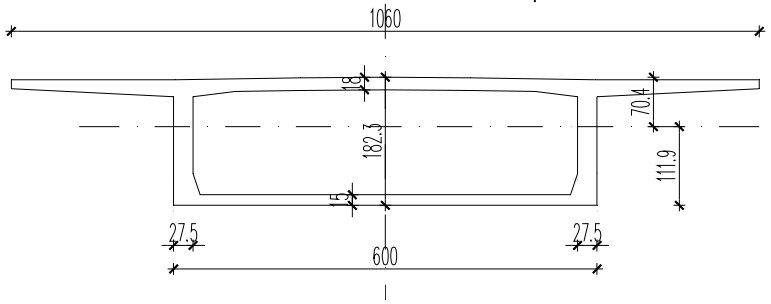
dr=34.5cm
dpl=15.0cm



Area: 39006.9cm2 = 3.9001m2
Perimeter: 3773.98
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -109.546-- 70.954
Moments of inertia: X: 187937902.3cm4 = 1.8794m4
Y: 2865622727.7cm4 = 28.6562m4

ПРЕСЕК 32,68
h=182.3cm

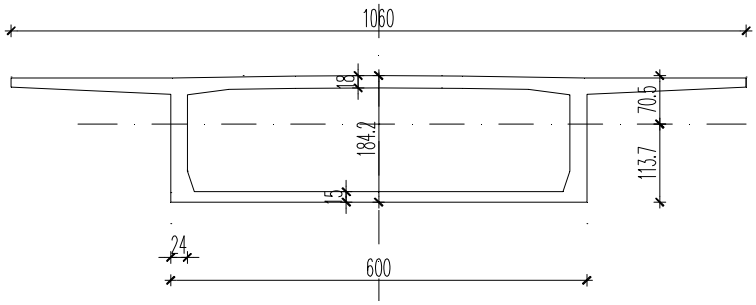
dr=27.5cm
dpl=15.0cm



Area: 37084.8cm2 = 3.7085m2
Perimeter: 3808.97
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -111.86 -- 70.44
Moments of inertia: X: 187732660.5cm4 = 1.8773m4
Y: 2730000889.3cm4 = 27.300m4

ПРЕСЕК 33,67
h=184.2cm

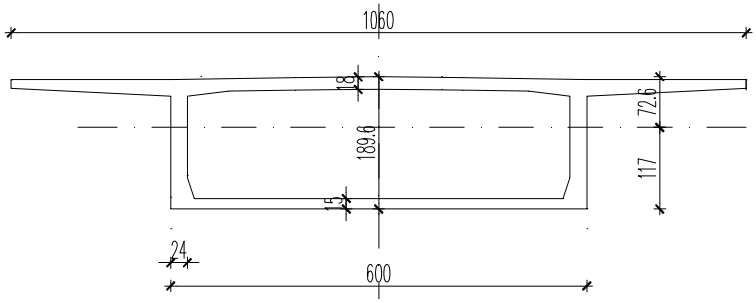
dr=24.0cm
dpl=15.0cm



Area: 36153.4cm2 = 3.6153m2
Perimeter: 3830.47
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -113.70 – 70.50
Moments of inertia: X: 189906075.0cm4 = 1.8991m4
Y: 2661939917.1cm4 = 26.6194m4

ПРЕСЕК 34,66
h=189.6cm

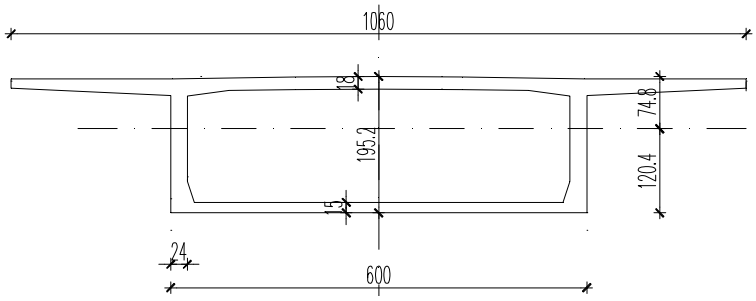
dr=24.0cm
dpl=15.0cm



Area: 36412.6cm2 = 3.6413m2
Perimeter: 3852.07
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -117.00 -- 72.60
Moments of inertia: X: 203291843.5cm4 = 2.0329m4
Y: 2683451435.0cm4 =26.8345m4

ПРЕСЕК 35,65
h=195.2cm

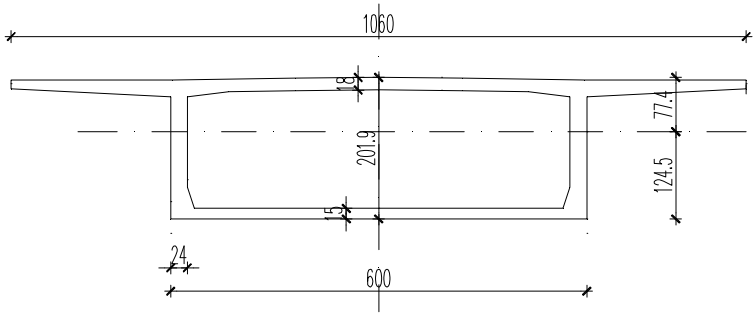
dr=24.0cm
dpl=15.0cm



Area: 36681.4cm2 = 3.6681m2
Perimeter: 3874.47
Bounding box: X: -530.00 – 530.00
Y: -120.41 -- 74.79
Moments of inertia: X: 217706980.8cm4 = 2.1771m4
Y: 2705759676.0cm4 = 27.0576m4

ПРЕСЕК 36,64
h=201.9cm

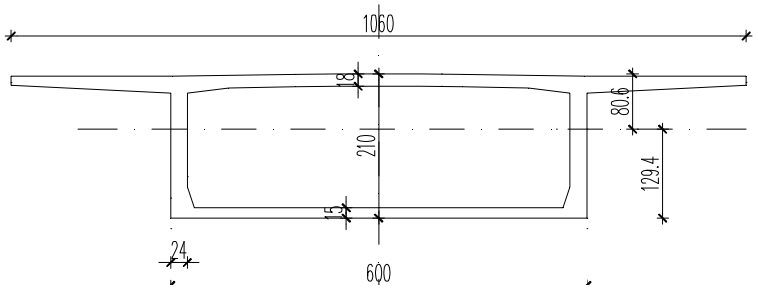
dr=24.0cm
dpl=15.0cm



Area: 37003.0cm2 = 3.7000m2
Perimeter: 3901.27
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -124.48 – 77.42
Moments of inertia: X: 235674195.7cm4 = 2.3567m4
Y: 2732449893.2cm4 = 27.3245m4

ПРЕСЕК 37,63
h=210.0cm

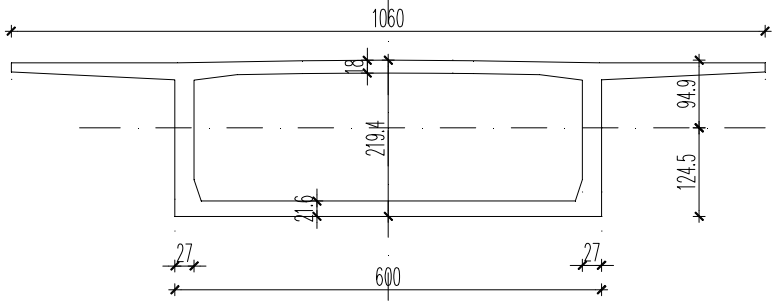
dr=24.0cm
dpl=15.0cm



Area: 37391.8cm2 = 3.7392m2
Perimeter: 3933.67
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -129.38 – 80.62
Moments of inertia: X: 258455034.1cm4 = 2.5846m4
Y: 2764717171.3cm4 = 27.6472m4

ПРЕСЕК 38,62
h=219.4cm

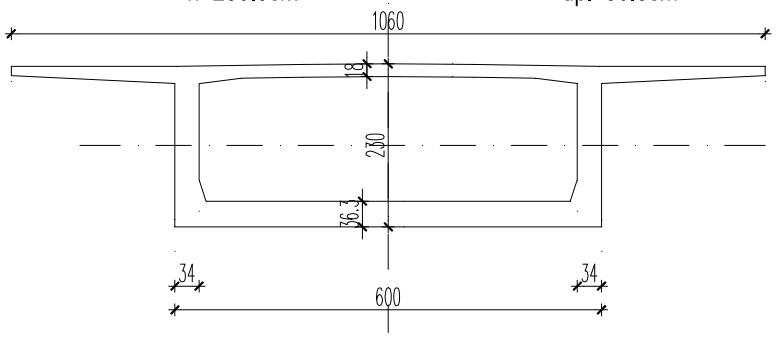
dr=27.0cm
dpl=21.6cm



Area: 42545.7cm2 = 4.2546m2
Perimeter: 3946.15
Bounding box: X: -530.00 – 530.00
Y: -124.48 – 94.928
Moments of inertia: X: 334282746.9cm4 = 3.3428m4
Y: 2973404273.3cm4 = 29.7340m4

ПРЕСЕК 39,61
h=230.0cm

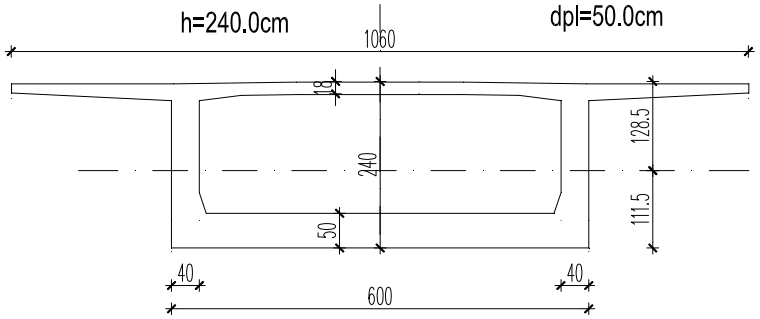
dr=34.0cm
dpl=36.3cm



Area: 53562.7cm2 =5.3563m2
Perimeter: 3931.34
Bounding box: X: -530.00 – 530.00
Y: -114.91-- 115.09
Moments of inertia: X: 448583593.1cm4 =4.4858m4
Y: 3392989047.9cm4 = 33.9299m4

ПРЕСЕК 40a,40b,50a,50b,60a,60b
h=240.0cm

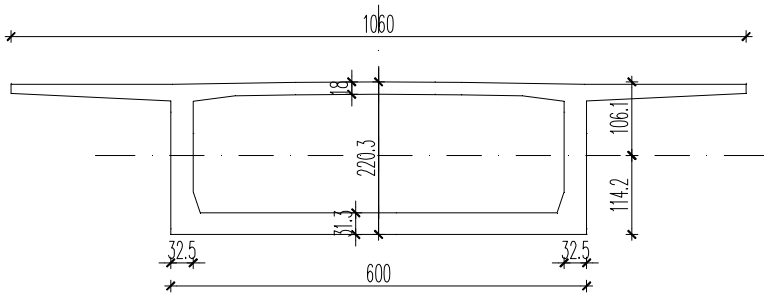
dr=40.0cm
dpl=50.0cm



Area: 63556.0cm2 = 6.3556 m2
Perimeter: 3920.14
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -111.54 -- 128.46
Moments of inertia: X: 540017895.2cm4 =5.4002m4
Y: 3757326214.1cm4 = 37.5733m4

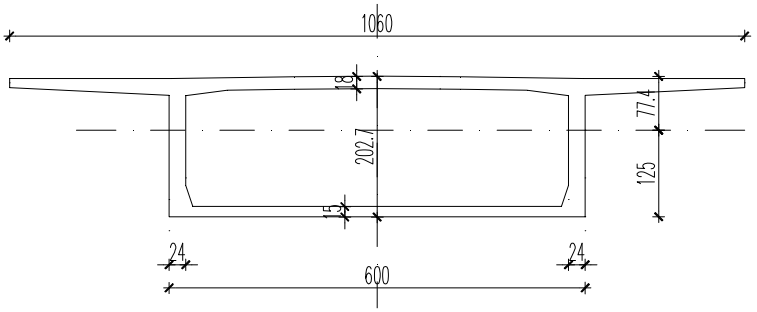
ПРЕСЕК 41,49,51,59
h=220.3cm

dr=32.5cm
dpl=31.3cm



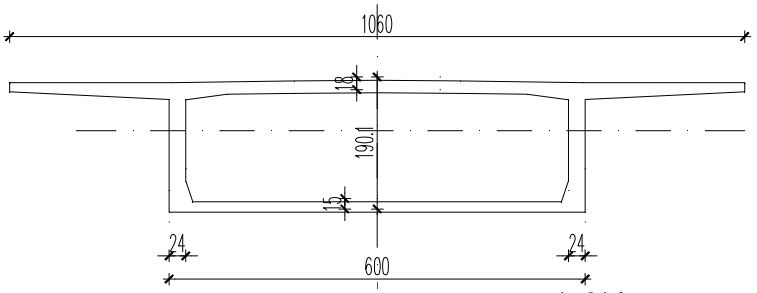
Area: 49736.8cm2 = 4.9737m2
Perimeter: 3908.52
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -114.18 -- 106.12
Moments of inertia: X: 387168329.6cm4 = 3.8717m4
Y: 3241831281.6cm4 = 32.4183m4

ПРЕСЕК 42,48,52,58 dr=24.0cm
h=202.7cm dpl=15.0cm



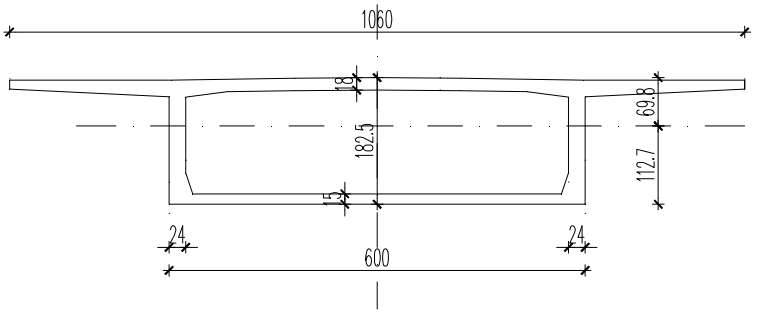
Area: 37041.4cm2 = 3.7041m2
Perimeter: 3904.47
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -124.96 -- 77.74
Moments of inertia: X: 237872352.8cm4 = 2.3787m4
Y: 2735636784.9cm4 = 27.3564m4

ПРЕСЕК 43,47,53,57 dr=24.0cm
h=190.1cm dpl=15.0cm



Area: 36436.6cm2 = 3.6437m2
Perimeter: 3854.07
Bounding box: X: -530.00 -- 530.00
Y: -117.30 -- 72.80
Moments of inertia: X: 204556751.6cm4 = 2.0456m4
Y: 2685443248.4cm4 =26.8544m4

ПРЕСЕК 44,46,54,56 dr=24.0cm
h=182.5cm dpl=15.0cm



Area: 36071.8069
Perimeter: 3823.6654
Bounding box: X: -530.00 -- 530.000
Y: -112.66 -- 69.840
Moments of inertia: X: 185795887.9cm4 = 1.8580m4
Y: 2655167772.7cm4 = 26.5517m4

4.1.2 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0

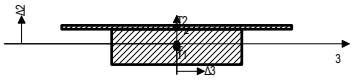
Табела материјала

No	Назив материјала	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Beton MB 40	3.400e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.400e+7	0.20

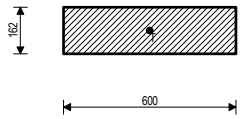
Сетови греда

Сет: 1 Пресек: Višedelni, Фиктивна ексцентричност

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	1.157e+1	9.690e+0	9.690e+0	7.078e+0	4.626e+1	3.326e+0

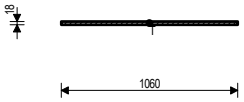


No	Пресек	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Мат.
1	b/d=600/162	0.00	-14.00	0.00	1
2	b/d=1060/18	0.00	76.00	0.00	1



[cm]

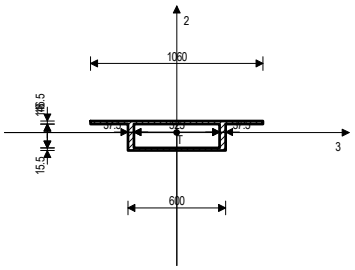
b/d=600/162



b/d=1060/18

Сет: 2 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност

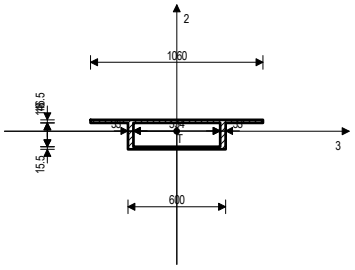
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.991e+0	1.330e+0	2.571e+0	4.442e+0	2.925e+1	1.888e+0



[cm]

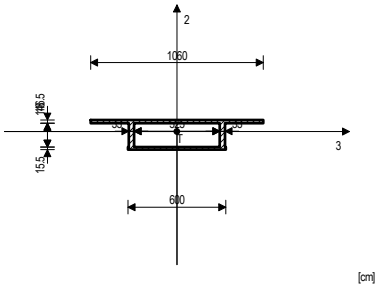
Сет: 3 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.854e+0	1.175e+0	2.573e+0	4.413e+0	2.832e+1	1.857e+0



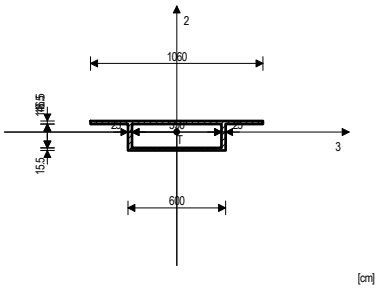
[cm]

Сет: 4 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



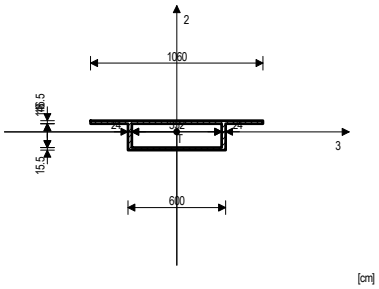
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.710e+0	1.175e+0	2.570e+0	4.335e+0	2.730e+1	1.825e+0

Сет: 5 Пресек: |=| 1060/180.5, Фиктивна ексцентричност



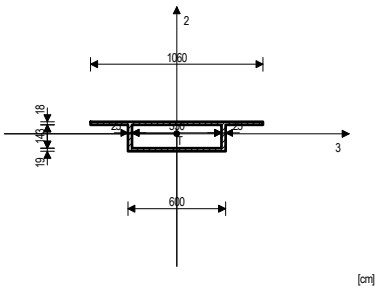
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.617e+0	8.994e-1	2.623e+0	4.370e+0	2.661e+1	1.803e+0

Сет: 6 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



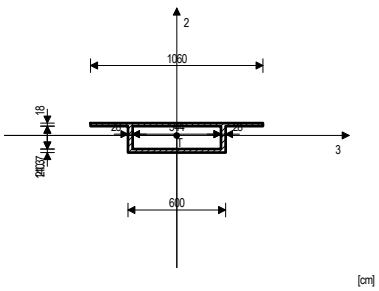
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.595e+0	8.612e-1	2.578e+0	4.291e+0	2.645e+1	1.798e+0

Сет: 7 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



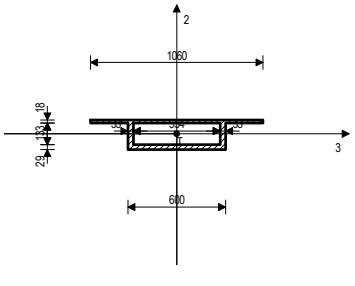
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	3.680e+0	8.992e-1	2.799e+0	4.609e+0	2.677e+1	1.858e+0

Сет: 8 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



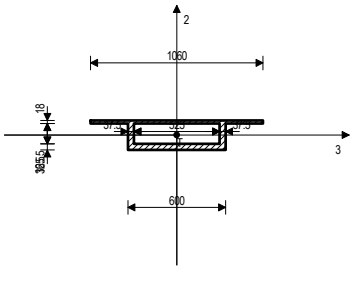
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	4.051e+0	1.007e+0	2.942e+0	4.819e+0	2.813e+1	2.072e+0

Сет: 9 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	4.613e+0	1.196e+0	3.414e+0	5.221e+0	3.012e+1	2.328e+0

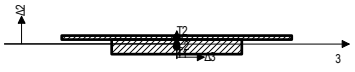
Сет: 10 Пресек: |=| 1060/180, Фиктивна ексцентричност



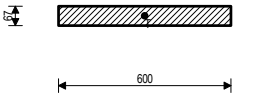
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	5.122e+0	1.378e+0	3.863e+0	5.406e+0	3.185e+1	2.486e+0

Сет: 11 Пресек: Višedelni, Фиктивна ексцентричност

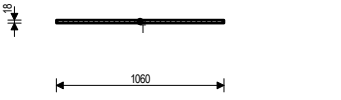
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 – Beton MB 35	5.867e+0	4.940e+0	4.940e+0	5.796e-1	2.916e+1	3.607e-1



No	Пресек	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Мат.
1	b/d=600/67	0.00	-12.40	0.00	1
2	b/d=1060/18	0.00	29.80	0.00	1

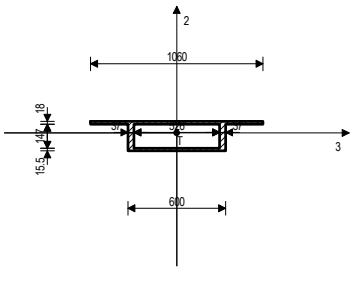


b/d=600/67



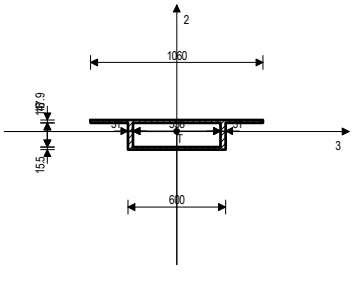
b/d=1060/18

Сет: 12 Пресек: |=| 1060/180.5, Фиктивна ексцентричност



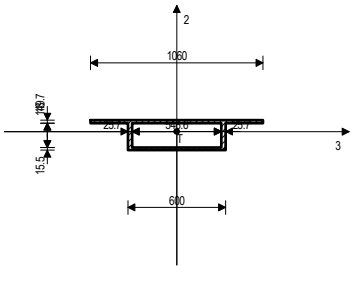
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.978e+0	1.316e+0	2.571e+0	4.465e+0	2.918e+1	1.891e+0

Сет: 13 Пресек: |=| 1060/181.4, Фиктивна ексцентричност



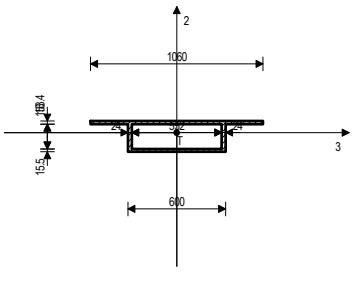
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.804e+0	1.114e+0	2.573e+0	4.465e+0	2.788e+1	1.878e+0

Сет: 14 Пресек: |=| 1060/183.2, Фиктивна ексцентричност



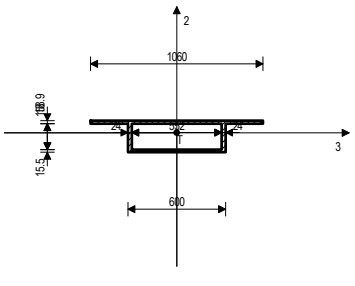
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.662e+0	9.365e-1	2.575e+0	4.480e+0	2.696e+1	1.888e+0

Сет: 15 Пресек: |=| 1060/186.9, Фиктивна ексцентричност



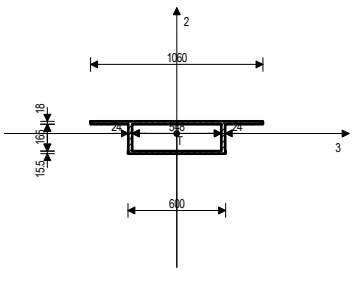
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.628e+0	8.928e-1	2.575e+0	4.628e+0	2.673e+1	1.966e+0

Сет: 16 Пресек: |=| 1060/192.4, Фиктивна ексцентричност



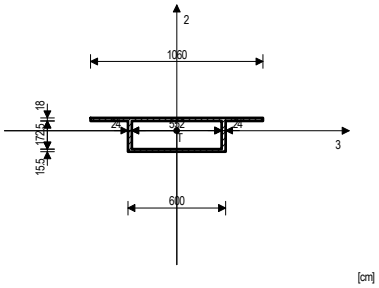
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.655e+0	9.181e-1	2.572e+0	4.904e+0	2.695e+1	2.105e+0

Сет: 17 Пресек: |=| 1060/198.5, Фиктивна ексцентричност



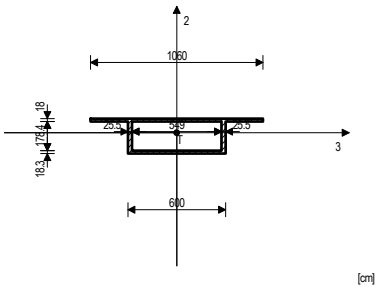
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.684e+0	9.461e-1	2.568e+0	5.175e+0	2.719e+1	2.271e+0

Сет: 18 Пресек: |=| 1060/206, Фиктивна ексцентричност



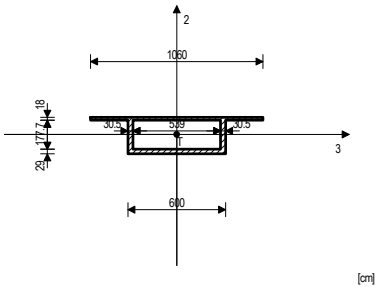
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.720e+0	9.806e-1	2.566e+0	5.614e+0	2.749e+1	2.475e+0

Сет: 19 Пресек: |=| 1060/214.7, Фиктивна ексцентричност



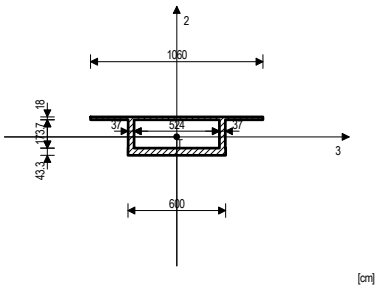
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.997e+0	1.085e+0	2.740e+0	6.496e+0	2.869e+1	2.964e+0

Сет: 20 Пресек: |=| 1060/224.7, Фиктивна ексцентричност



Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	4.806e+0	1.364e+0	3.401e+0	8.164e+0	3.183e+1	3.914e+0

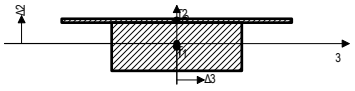
Сет: 21 Пресек: |=| 1060/235, Фиктивна ексцентричност



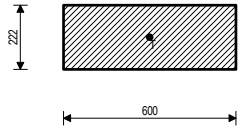
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	5.856e+0	1.755e+0	4.252e+0	9.548e+0	3.575e+1	4.943e+0

Сет: 22 Пресек: Višedelni, Фиктивна ексцентричност

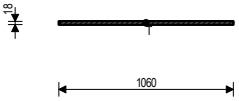
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	1.517e+1	1.269e+1	1.269e+1	1.681e+1	5.706e+1	7.724e+0



No	Пресек	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Мат.
1	b/d=600/222	0.00	-14.30	0.00	2
2	b/d=1060/18	0.00	105.70	0.00	2



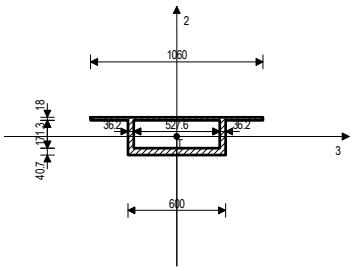
b/d=600/222



b/d=1060/18

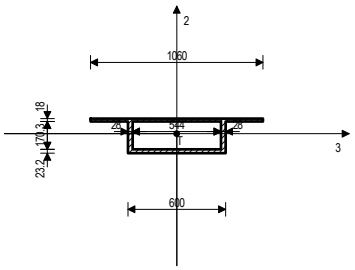
Сет: 23 Пресек: |=| 1060/230, Фиктивна ексцентричност

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	5.665e+0	1.677e+0	4.102e+0	9.117e+0	3.500e+1	4.636e+0



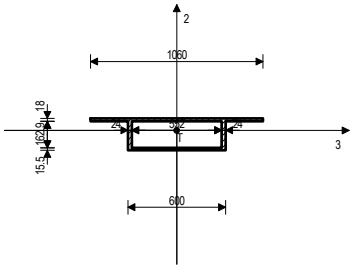
Сет: 24 Пресек: |=| 1060/211.5, Фиктивна ексцентричност

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	4.339e+0	1.177e+0	3.049e+0	6.825e+0	2.989e+1	3.125e+0

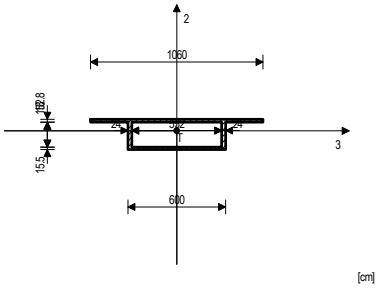


Сет: 25 Пресек: |=| 1060/196.4, Фиктивна ексцентричност

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.674e+0	9.365e-1	2.570e+0	5.109e+0	2.711e+1	2.212e+0

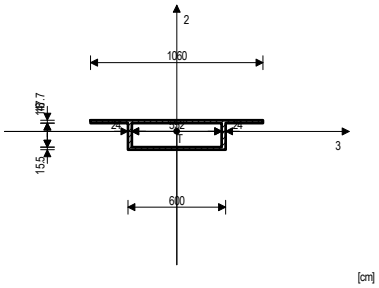


Сет: 26 Пресек: |=| 1060/186.3, Фиктивна ексцентричност



Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.626e+0	8.901e-1	2.575e+0	4.598e+0	2.670e+1	1.952e+0

Сет: 27 Пресек: |=| 1060/181.2, Фиктивна ексцентричност



Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 – Beton MB 40	3.601e+0	8.667e-1	2.577e+0	4.349e+0	2.650e+1	1.828e+0

Сетови тачкастих ослонаца

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1		1.000e+10	1.000e+10			
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

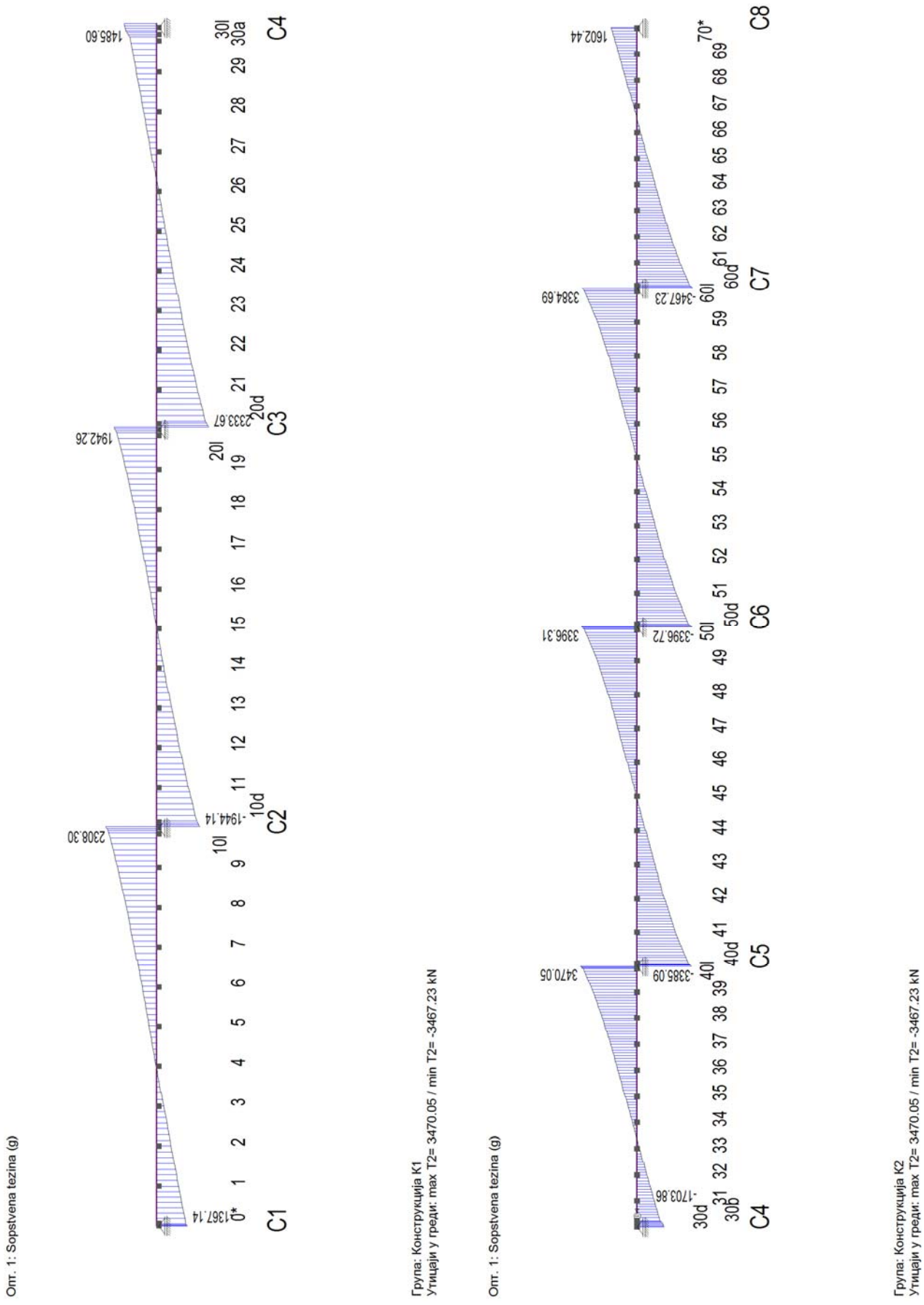
4.2 СТАТИЧКИ УТИЦАЈИ

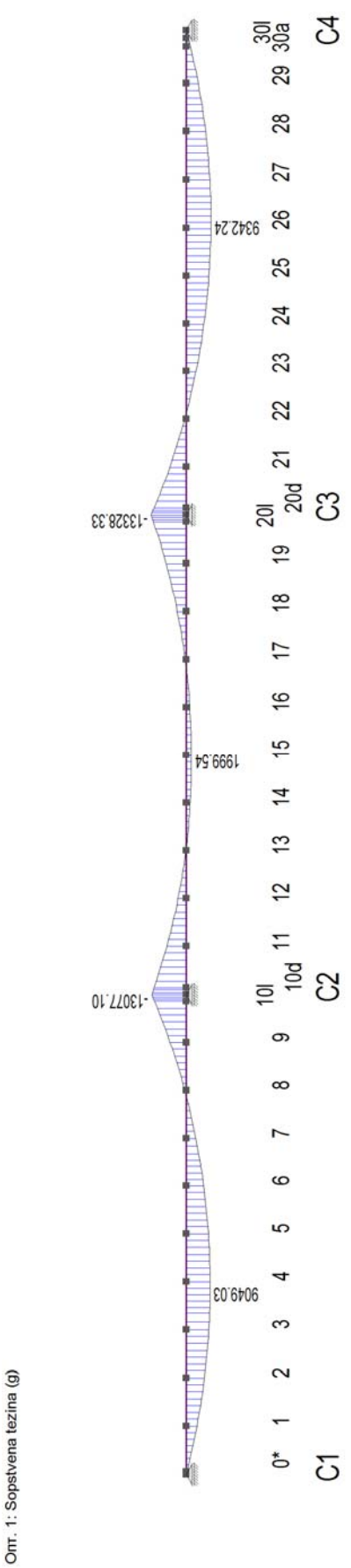
Статички утицаји од сопствене тежине, додатног сталног и покретног оптерећења у главним носачима К1 и К2 срачунати су у линијским системима 2 континуална носача.

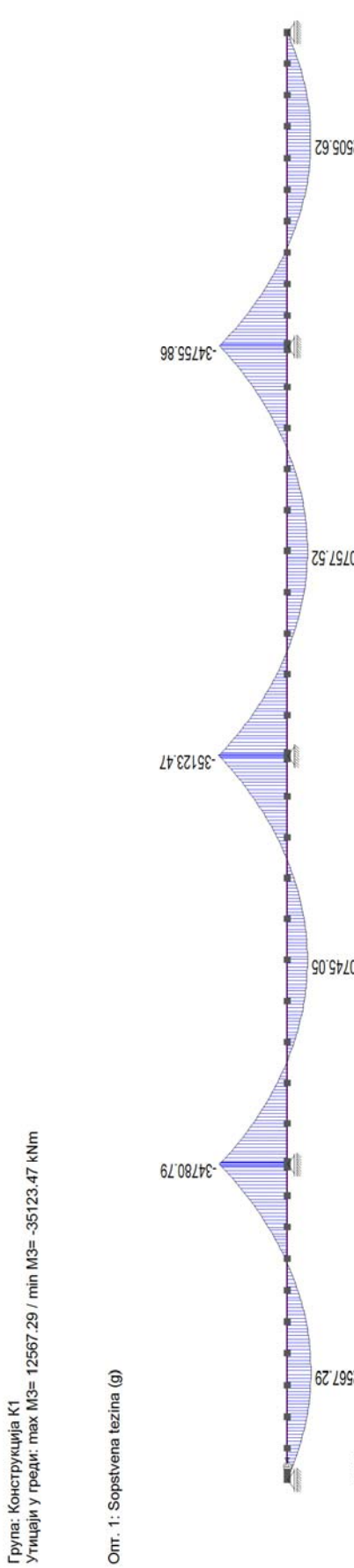
У даљем тексту приказани су статички утицаји у главним носачима за обе конструкције и то графички за појединачне случајеве оптерећења и таблично.

Од допунских утицаја у носећој конструкцији приказани су само утицаји од температурне промене и неравномерне температуре срачунати у моделу са стубовима, с обзиром да су утицаји од осталих допунских оптерећења занемарљиви или их нема.

4.2.1 Сопствена тежина конструкције

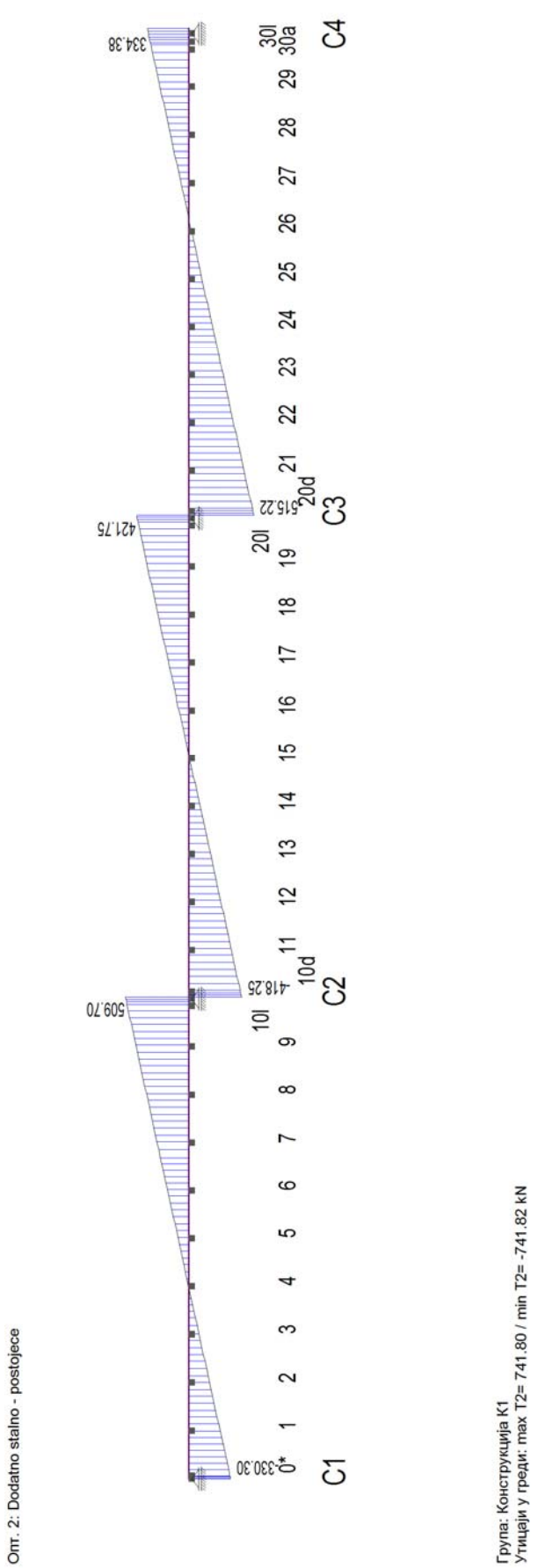


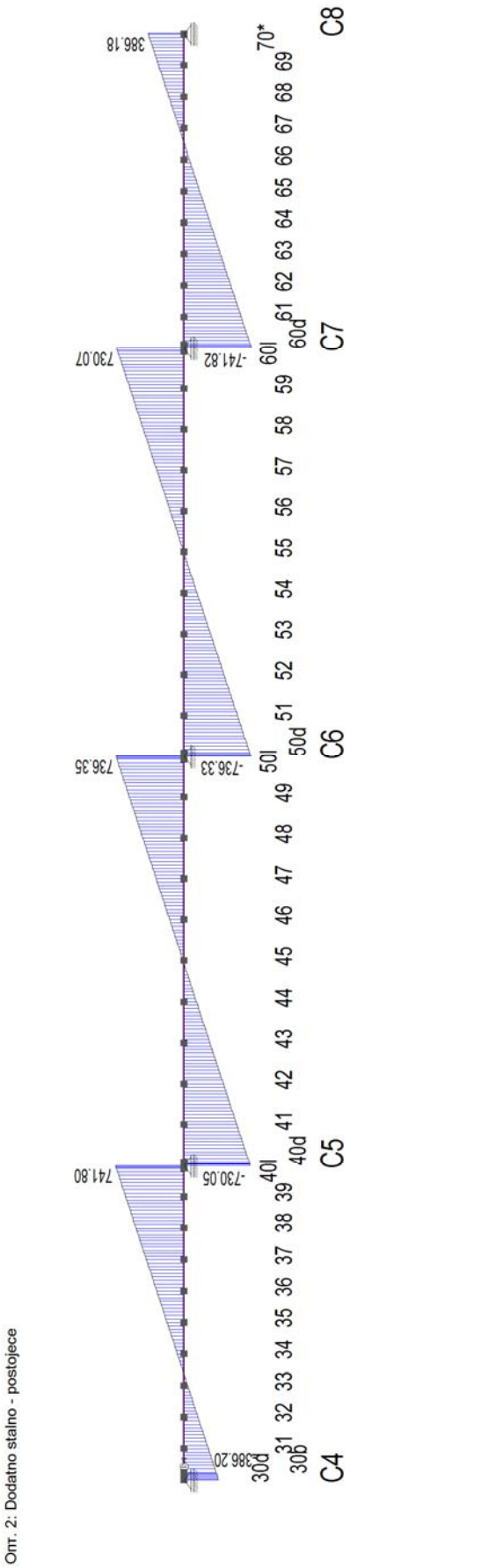

Опт. 1: Sopstvena tezina (g)
0* 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10l 10d 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20l 20d 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30l 30a
C1 C2 C3 C4
9049.03
-13077.10
1999.54
-13328.33
9342.24


Група: Конструкција К1
Утицаји у греди: max M3= 12567.29 / min M3= -35123.47 kNm
30d 30b 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40l 40d 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50l 50d 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60l 60d 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70*
C4 C5 C6 C7 C8
12567.29
-34780.79
10745.05
-35123.47
10757.52
-34755.86
12505.62

Опт. 1: Sopstvena tezina (g)
Група: Конструкција К2
Утицаји у греди: max M3= 12567.29 / min M3= -35123.47 kNm

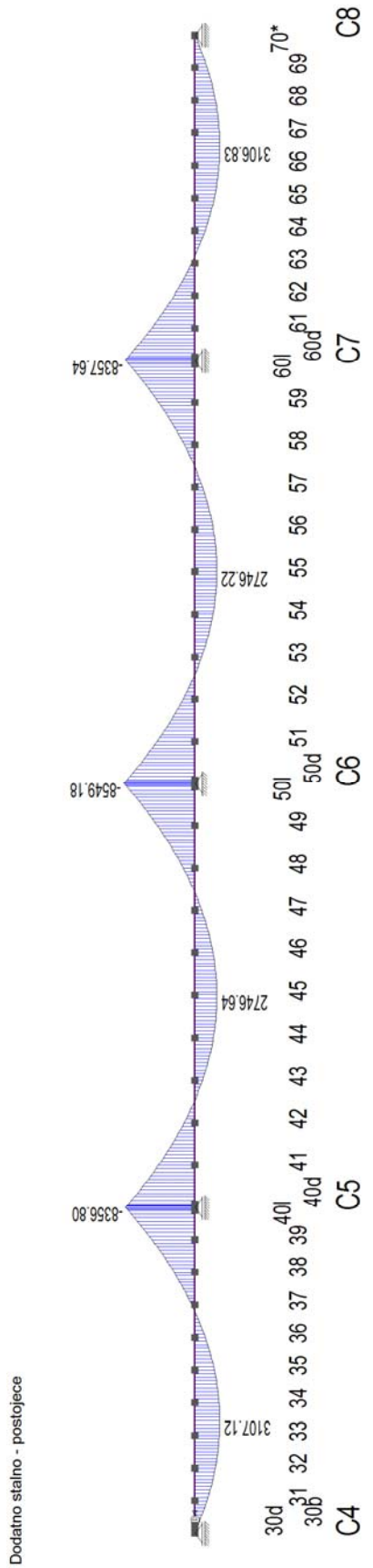
4.2.2 Додатно стално – постојеће



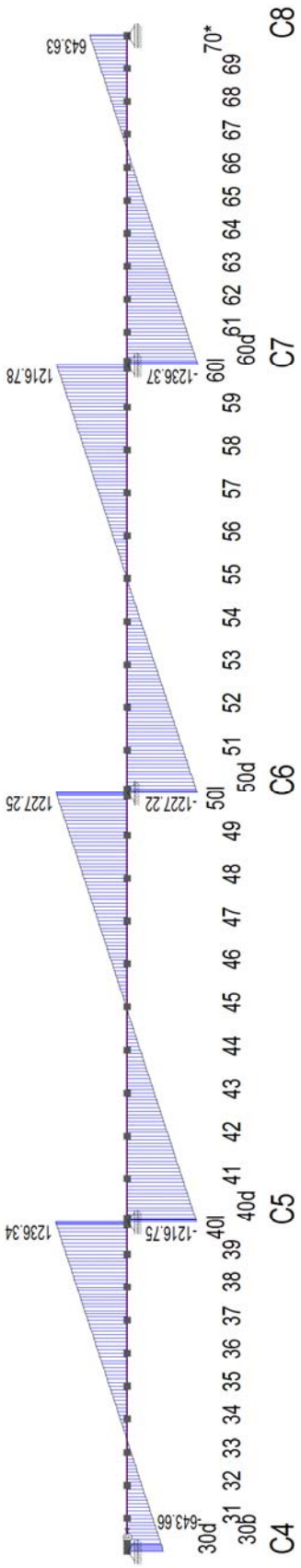


Отт. 2: Dodatno stalno - postojece
2272.29
-3139.40
504.95
-3200.70
2329.44
C1
C2
C3
C4
Група: Конструкција К1
Утицаји у греди: max M3= 3107.12 / min M3= -8549.18 kNm
Отт. 2: Dodatno stalno - postojece
3107.12
-8356.80
2746.64
-8549.18
2746.22
-8357.64
3106.83
C4
C5
C6
C7
C8
Група: Конструкција К2
Утицаји у греди: max M3= 3107.12 / min M3= -8549.18 kNm

4.2.3 Додатно стално – новопројектовано



Група: Конструкција К2
Утицаји у греди: max M3= 3107.12 / min M3= -8549.18 kNm



Група: Конструкција К2
Утицаји у греди: max T2= 1236.34 / min T2= -1236.37 kN

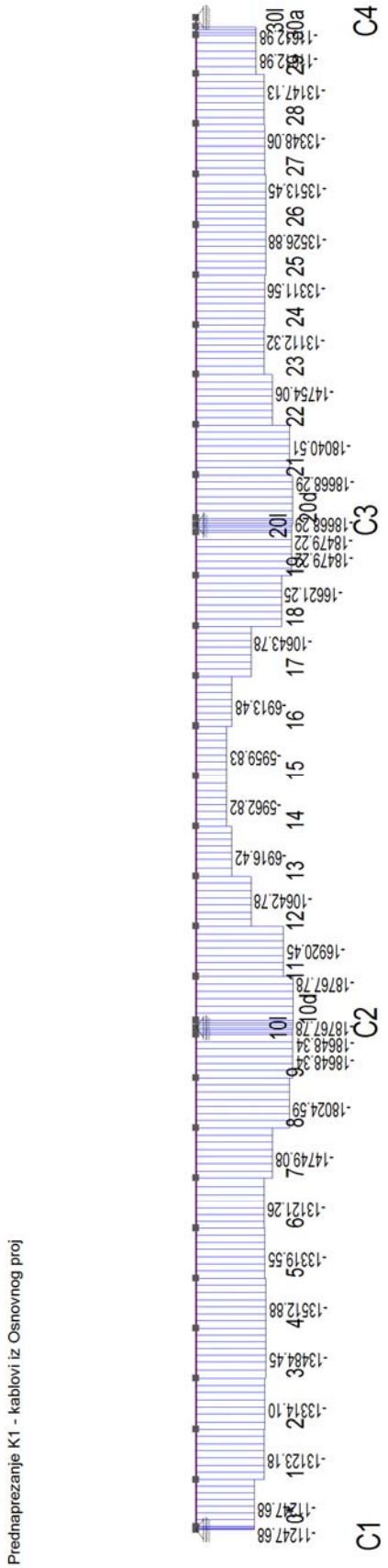
Отт. 3: Dodatno stalno - novoprojektovano
3787.15
-5232.33
841.59
-5334.49
3882.40
C1
C2
C3
C4
0* 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10l 10d 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20l 20d 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30l 30a

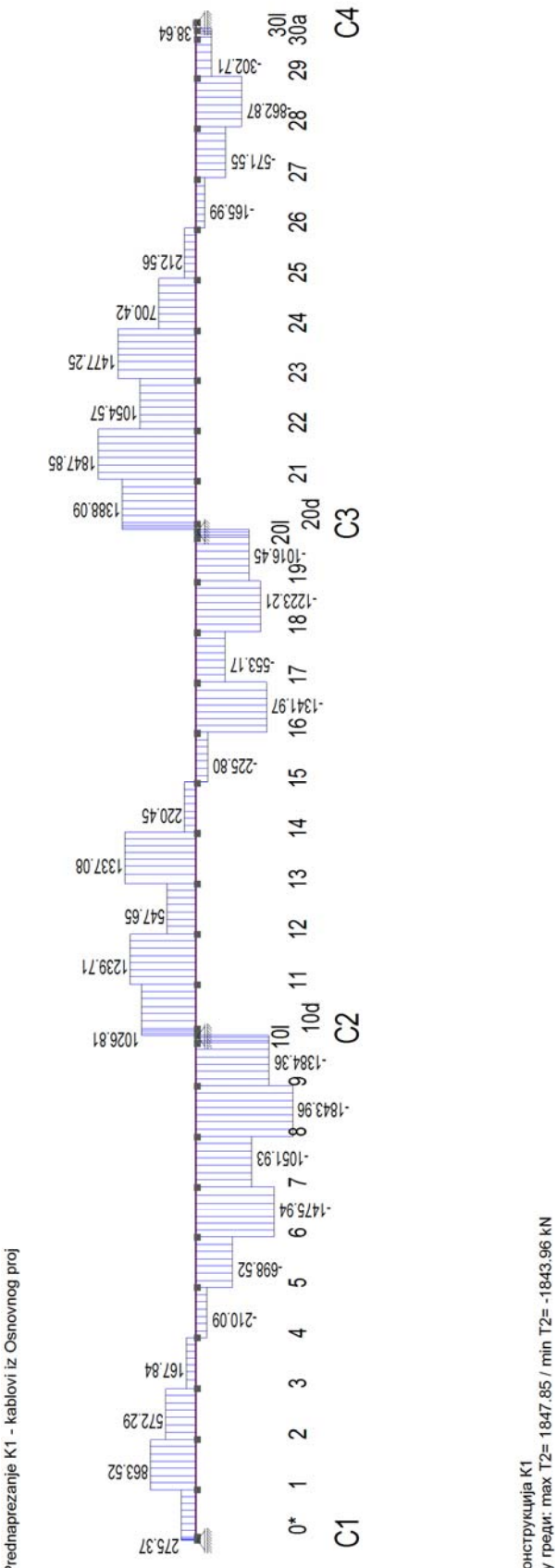
Група: Конструкција К1
Утицаји у греди: max M3= 5178.53 / min M3= -14248.64 kNm
5178.53
-13928.00
4577.73
-14248.64
4577.03
-13929.39
5178.05
C4
C5
C6
C7
C8
30d 30b 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40l 40d 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50l 50d 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60l 60d 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70*

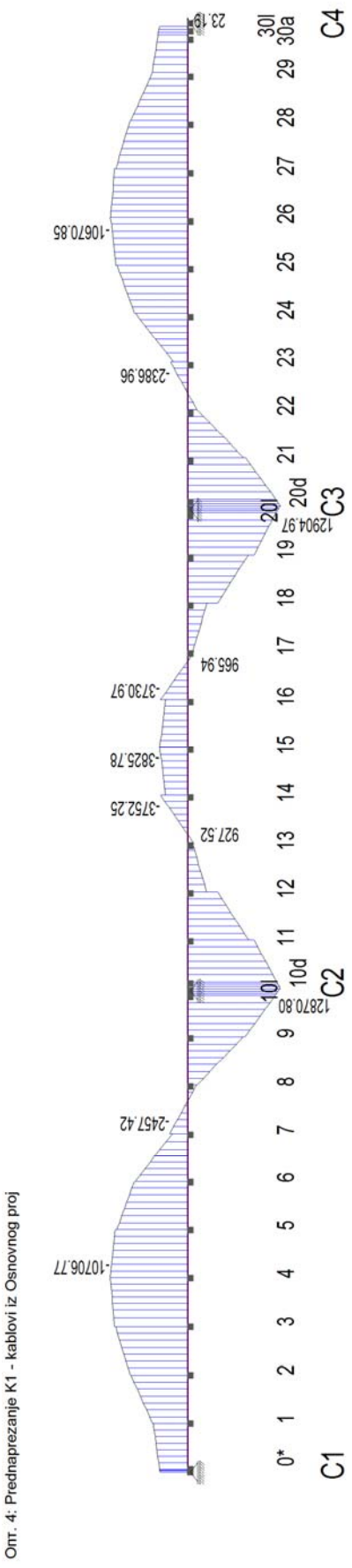
Отт. 3: Dodatno stalno - novoprojektovano

Група: Конструкција К2
Утицаји у греди: max M3= 5178.53 / min M3= -14248.64 kNm

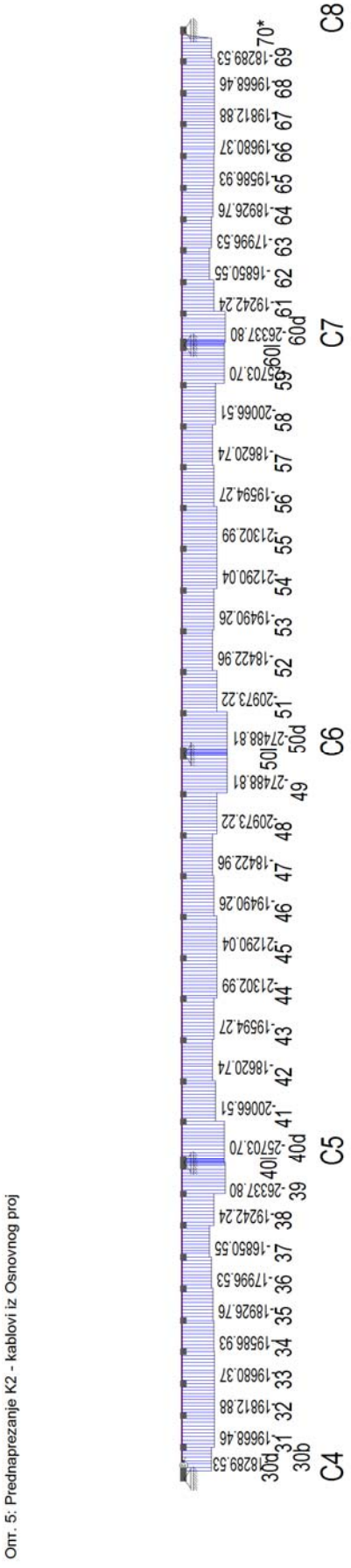
4.2.4 Преднапрезање – постојећи каблови из Основног пројекта



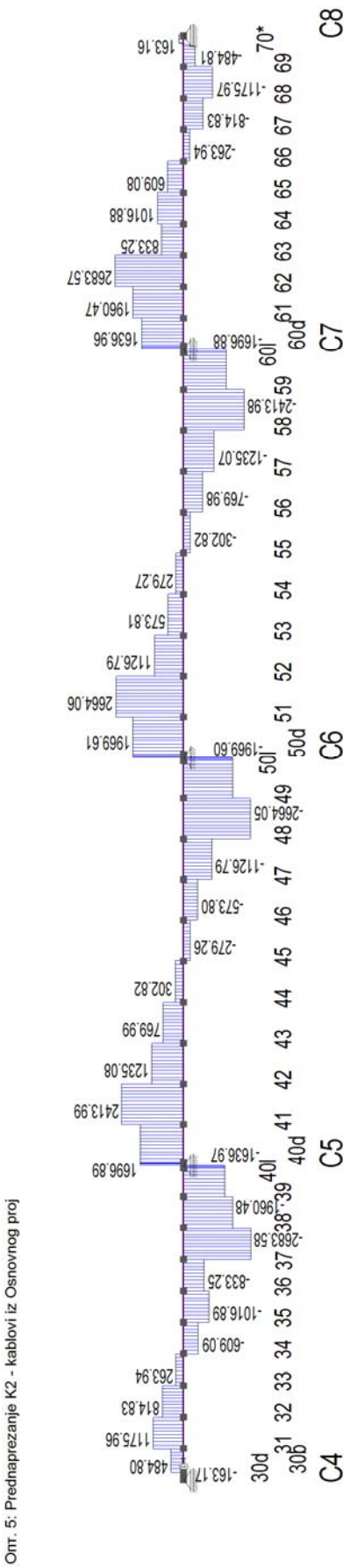




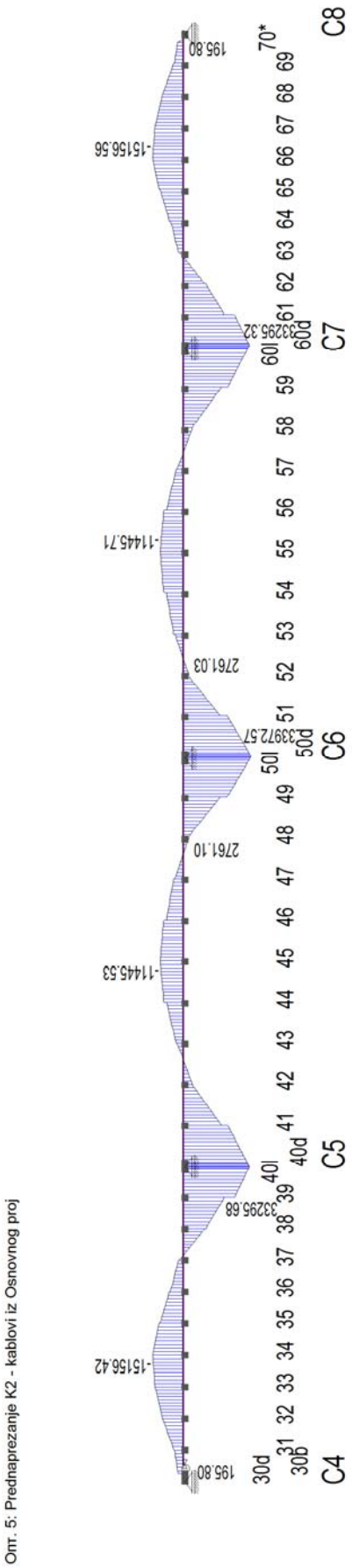
Група: Конструкција K1
Утицаји у греди: max M3= 12904.97 / min M3= -10706.77 kNm



Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max N1= 0.00 / min N1= -27488.81 kN

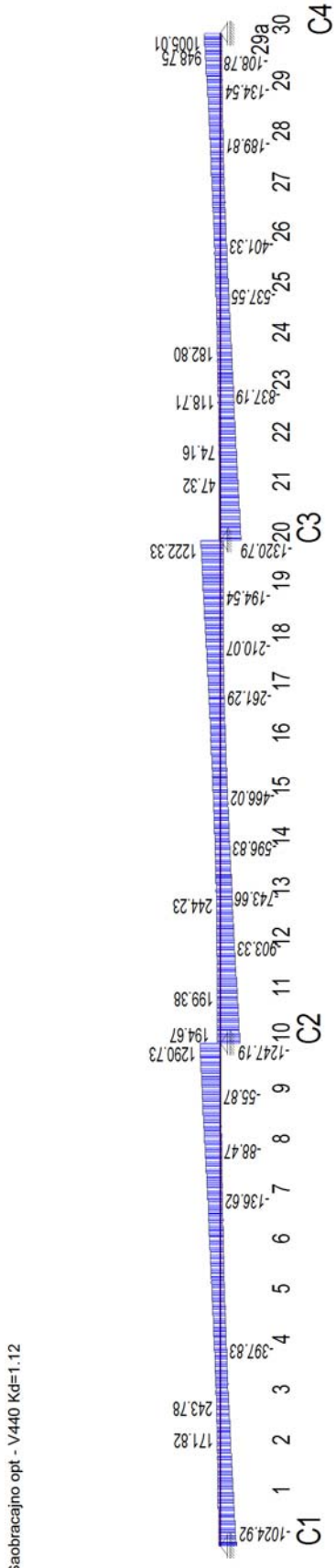


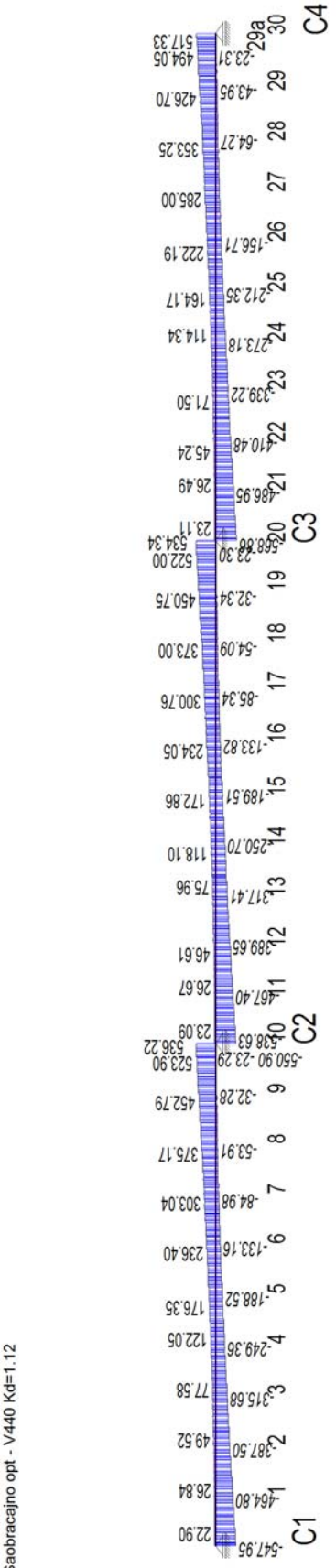
Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max T2= 2683.57 / min T2= -2683.58 kN

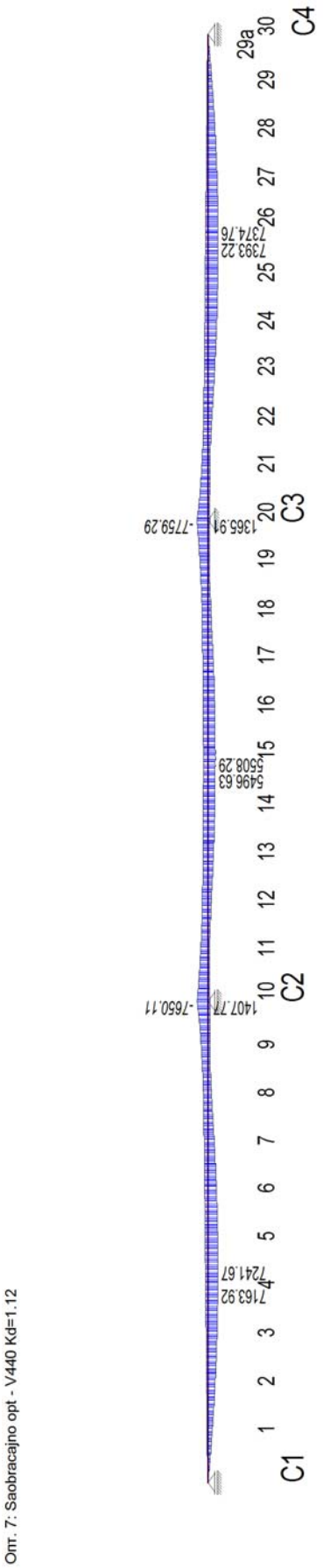


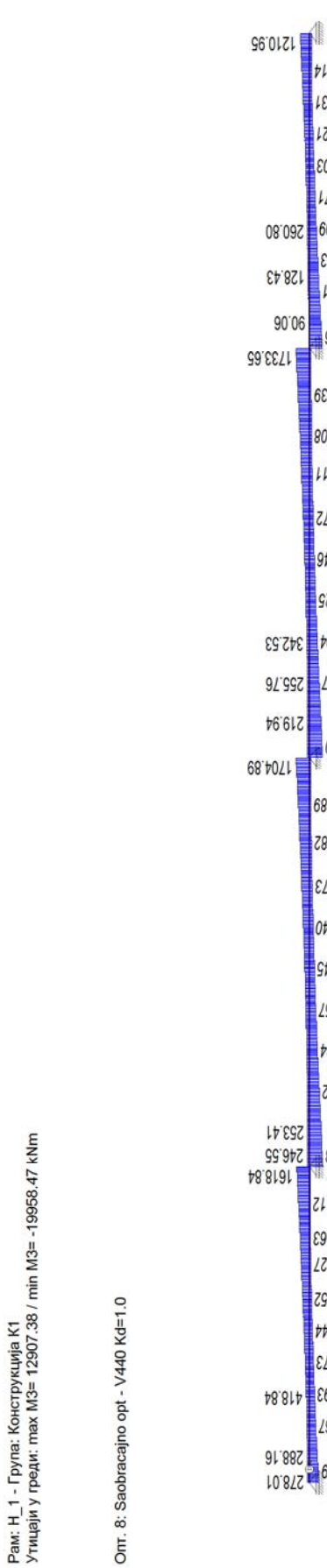
Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max M3= 33972.57 / min M3= -15156.56 kNm

4.2.5 Саобраћајно оптерећење - шема V440



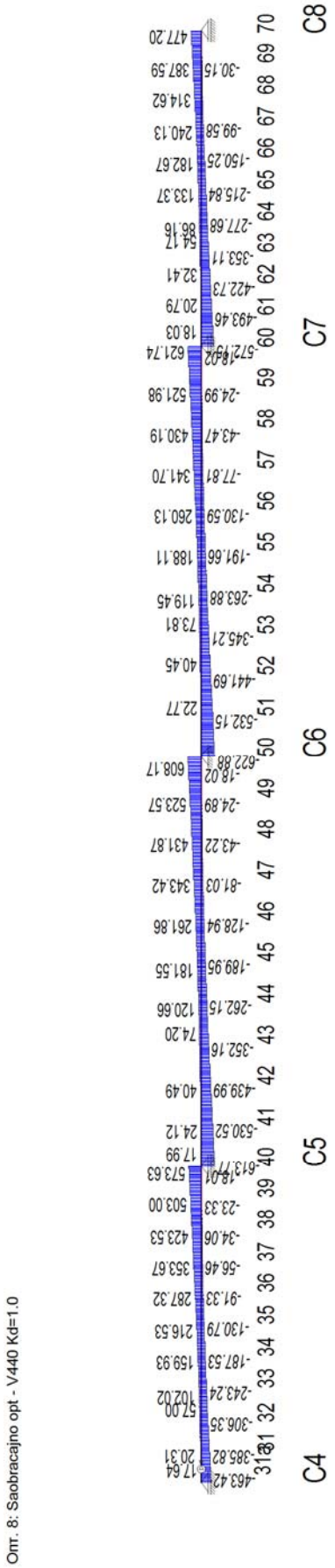


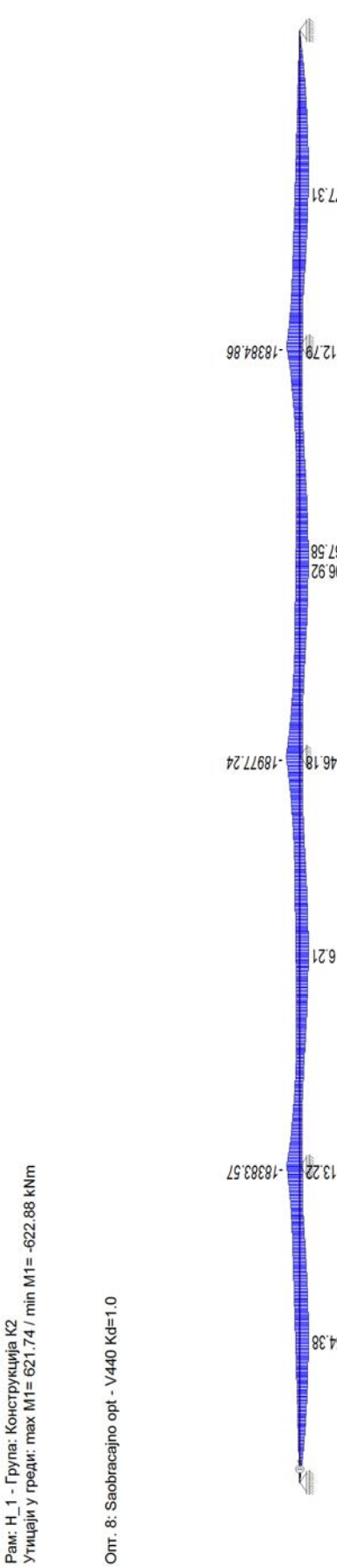

Опт. 7: Saobracajno opt - V440 Kd=1.12
C1
C2
C3
C4
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 29a 30
7241.67
7163.92
1407.77
-7650.11
5508.29
5496.63
1365.91
-7759.29
7393.22
7374.76


Рам: H_1 - Група: Конструкција K1
Утицаји у греди: max M3= 12907.38 / min M3= -19958.47 kNm
C4
C5
C6
C7
C8
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
2217.29
278.01
288.16
-803.67
-641.93
418.84
-503.73
-371.44
-278.52
-194.27
-137.63
-97.12
1618.84
1733.38
246.55
253.41
-1255.12
-1032.24
-810.57
-630.45
-479.40
-359.73
-261.82
-219.89
1704.89
720.70
219.94
-1239.97
-1002.04
255.76
342.53
-801.25
-626.46
-481.72
-357.11
-276.08
-253.39
1733.65
635.06
90.06
-1249.71
-1074.43
128.43
260.80
-889.99
-733.71
-572.03
-444.21
-337.31
-288.14
1210.95

Опт. 8: Saobracajno opt - V440 Kd=1.0

Рам: H_1 - Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max T2= 1733.65 / min T2= -1733.38 kN


Опт. 8: Saobracajno opt - V440 Kd=1.0
C4
C5
C6
C7
C8

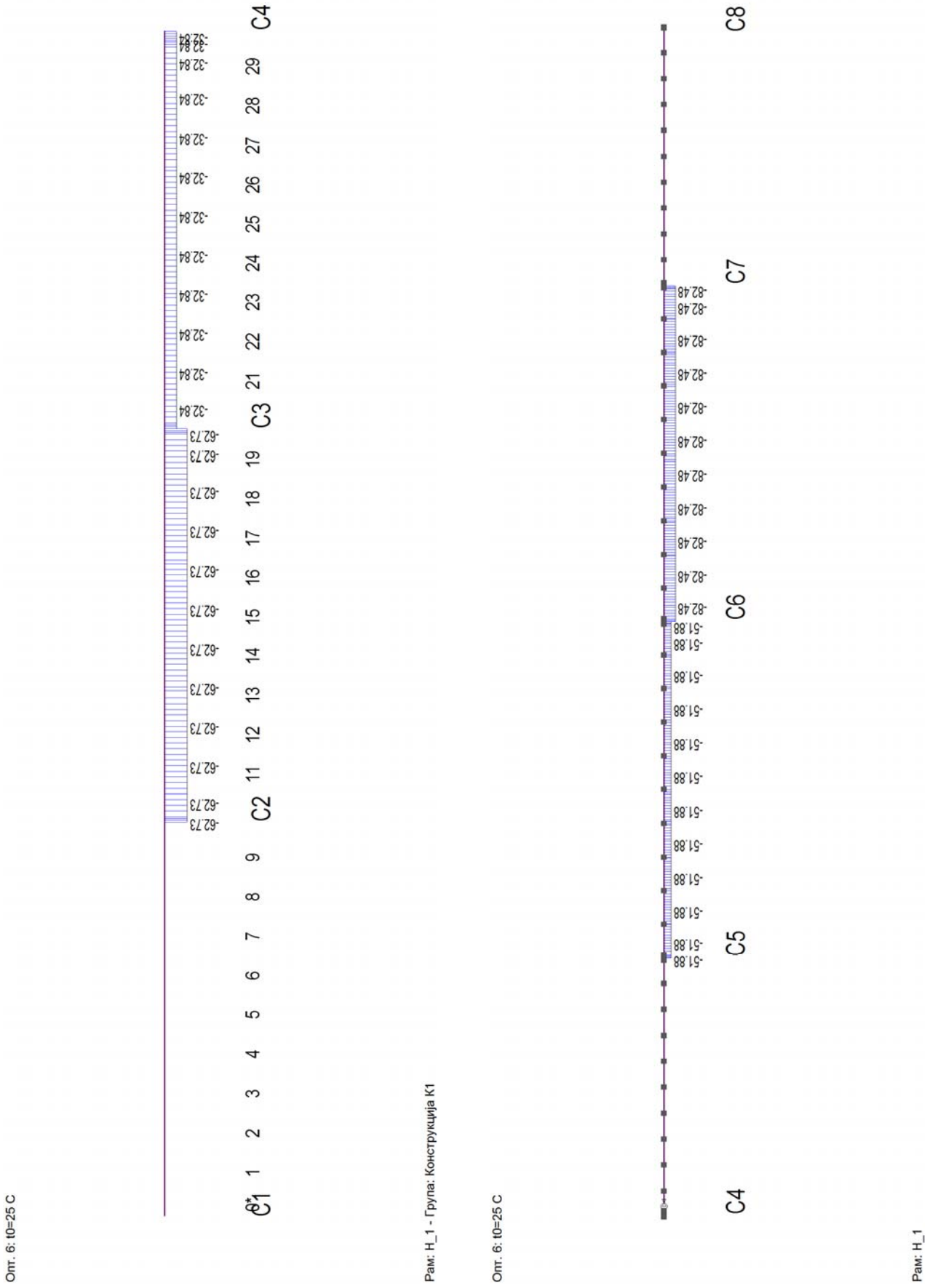

Рам: H_1 - Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max M1= 621.74 / min M1= -622.88 kNm
C4
C5
C6
C7
C8

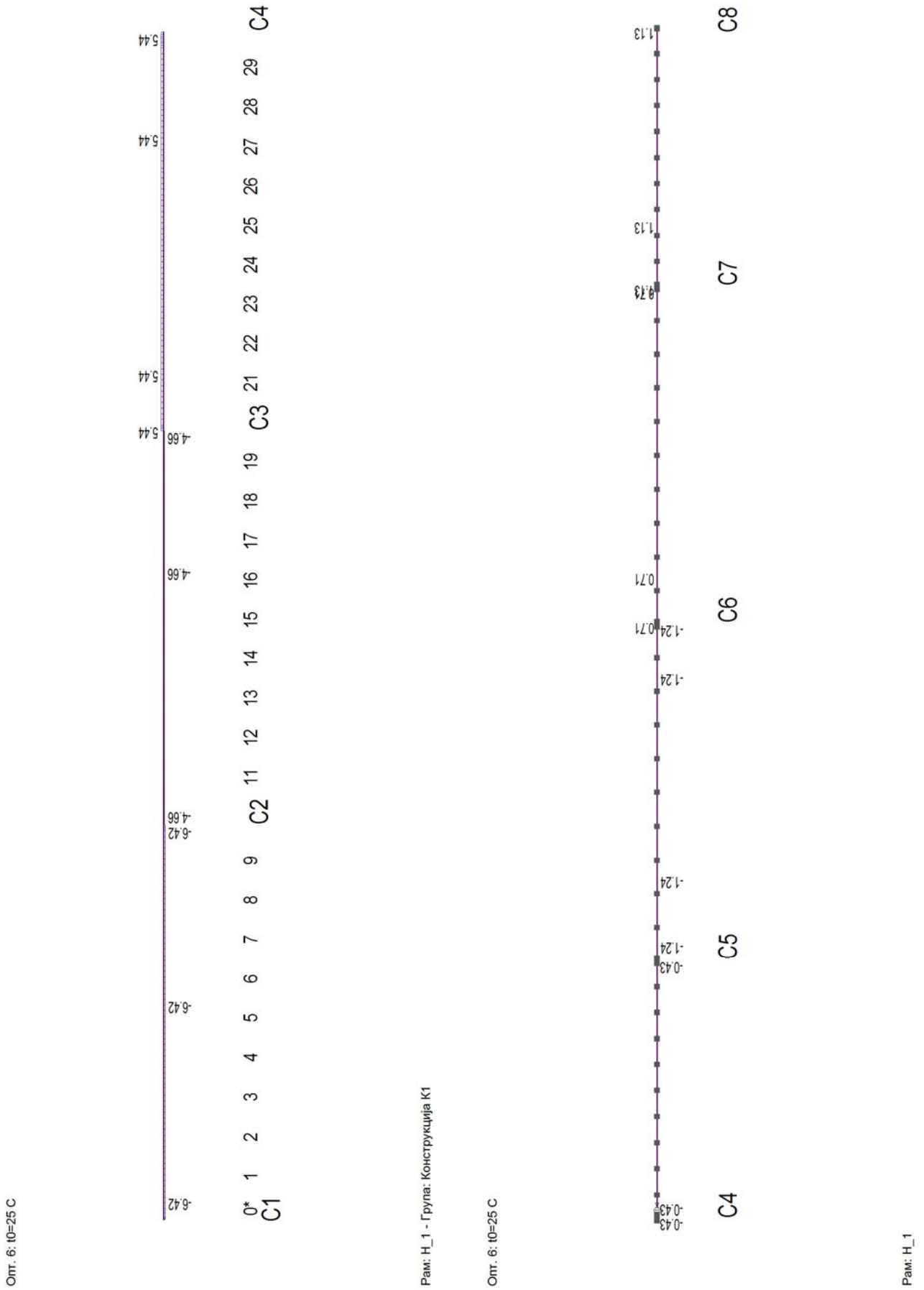
Опт. 8: Saobracajno opt - V440 Kd=1.0
C4
C5
C6
C7
C8

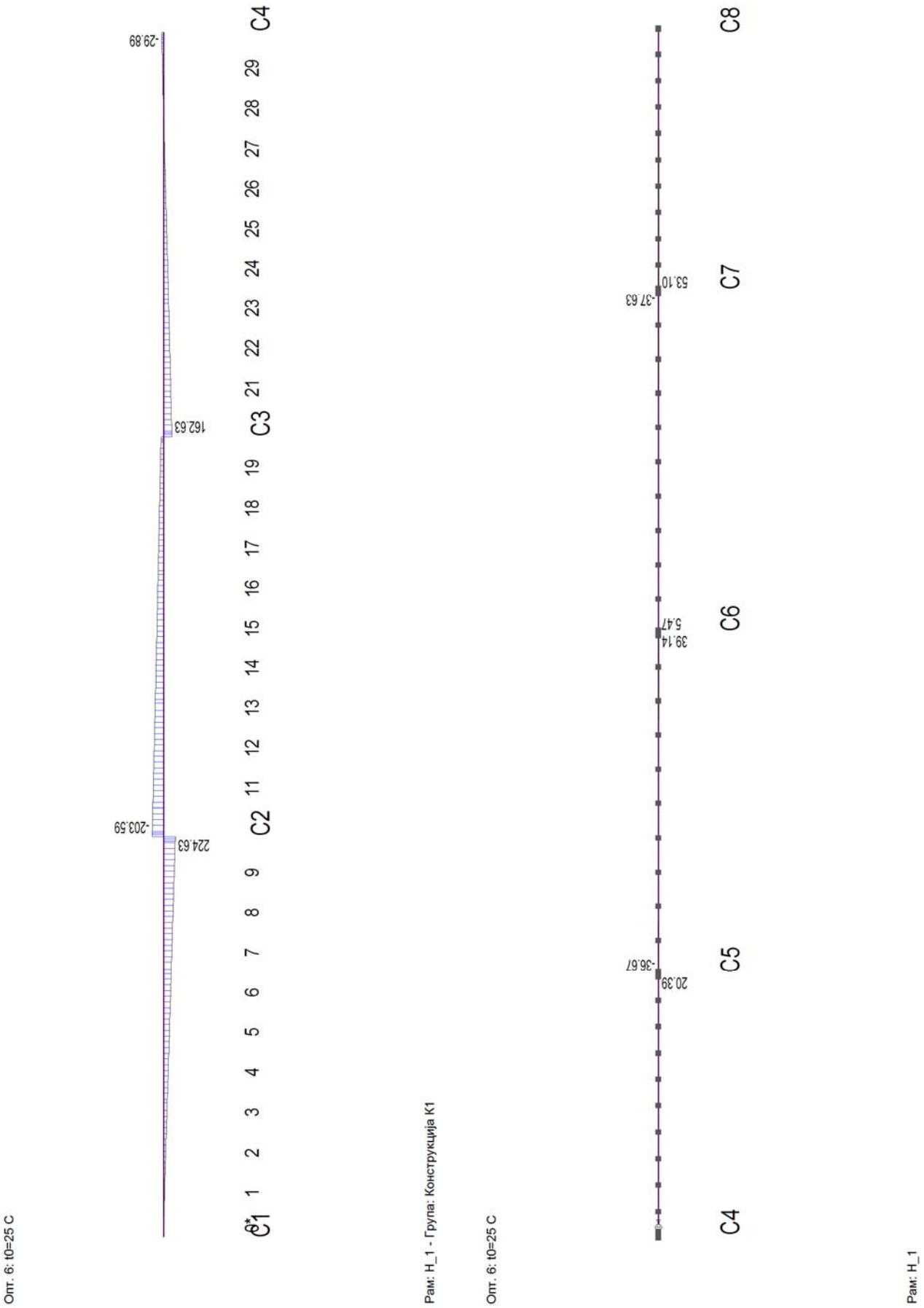
Рам: H_1 - Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max M3= 12277.31 / min M3= -18977.24 kNm

4.2.6 Утицај температуре

4.2.6.1 Температура у оси штапа +25ºC

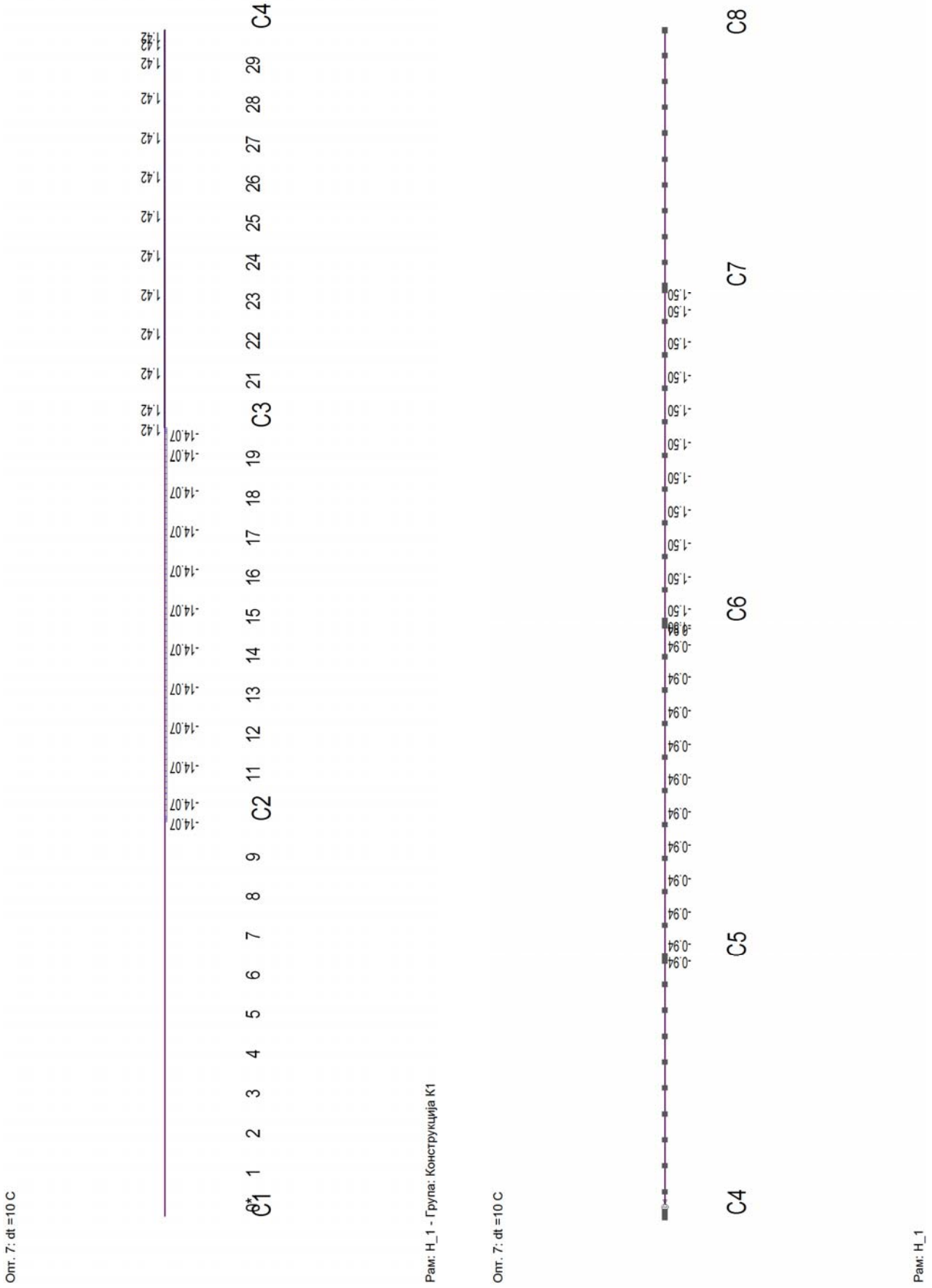


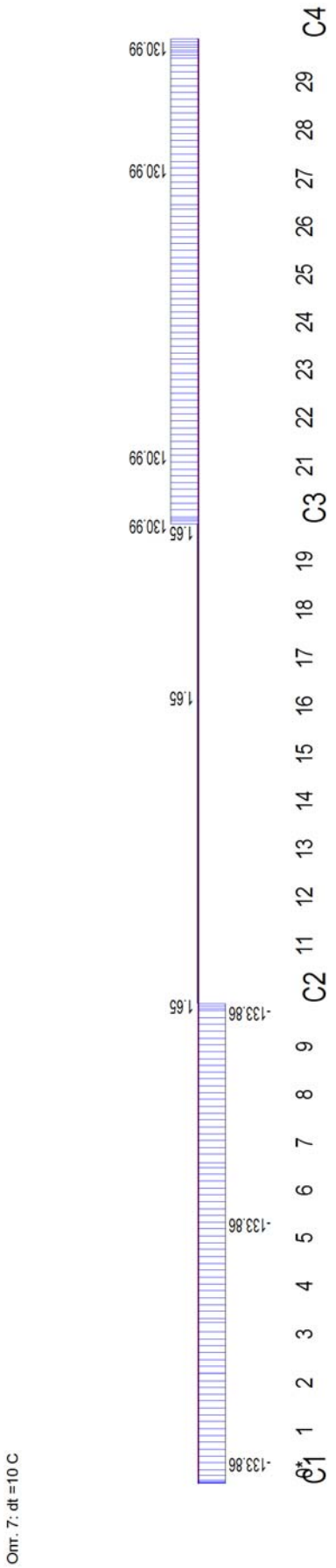

Опт. 6: t0=25 C
Рам: H_1 - Група: Конструкција K1
Опт. 6: t0=25 C
Рам: H_1

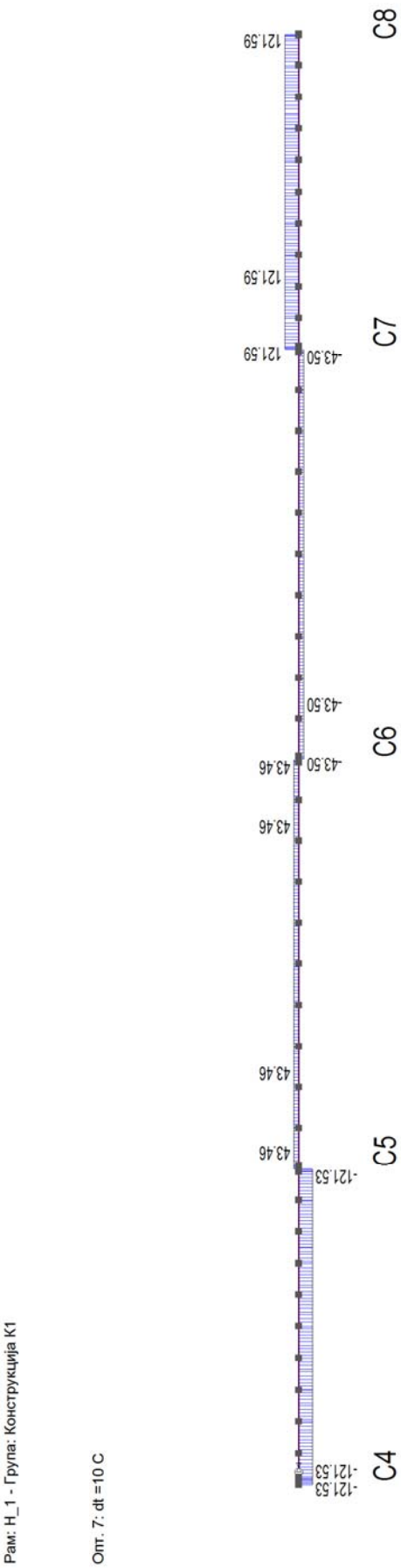

Опт. 6: t0=25 C
Рам: H_1 - Група: Конструкција К1
Опт. 6: t0=25 C
Рам: H_1
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
-29.89
162.63
-203.59
224.63
-36.67
20.39
39.14
5.47
-37.63
53.10

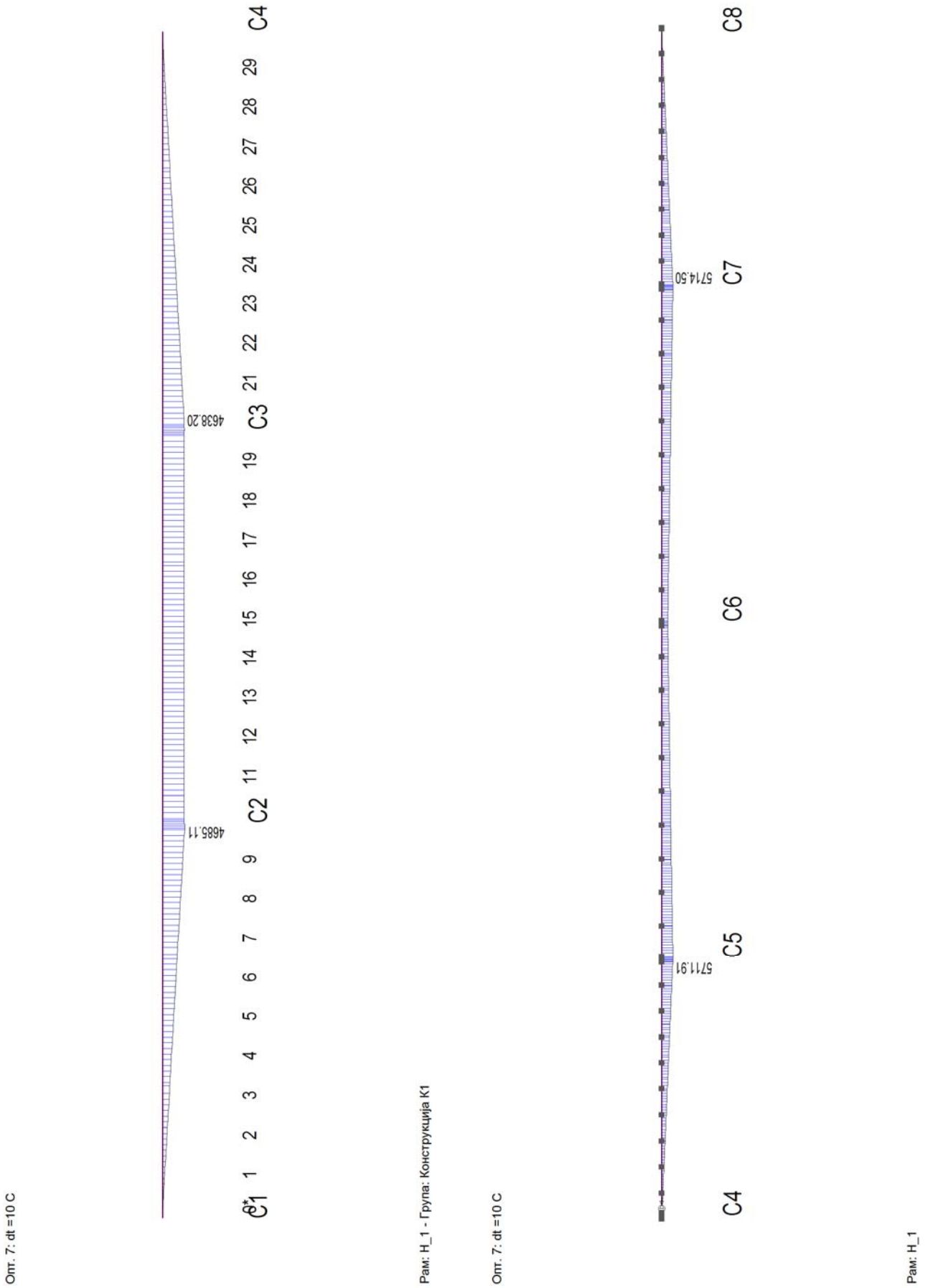
4.2.6.2 Температурна разлика +7/-3.5ºC

Дијаграми су приказани за оптерећење од температурне разлике од 10ºC, а даљим прорачуном су коефицијентима кориговане пресечне силе.




Опт. 7: dt =10 C
C1
C2
C3
C4
130.99
130.99
130.99
130.99
1.65
1.65
-133.86
-133.86
-133.86


Рам: H_1 - Група: Конструкција K1
Опт. 7: dt =10 C
C4
C5
C6
C7
C8
121.59
121.59
121.59
43.50
43.50
43.46
43.46
43.46
-121.53
-121.53
Рам: H_1


Опт. 7: dt =10 C
C1
C2
C3
C4
4685.11
4638.20
Рам: H_1 - Група: Конструкција К1
Опт. 7: dt =10 C
C4
C5
C6
C7
C8
5711.91
5714.50
Рам: H_1

4.3 КОНТРОЛА НАПОНА

Карактеристике коришћене за контролу напона у пресецима главног носача дате су поглављу 4.1.1 Геометријске каракеристике попречних пресека.

Израчунавање напона вршено је у чворовима (пресеци на споју штапова система).

Пресеци 0-30 – КОНСТРУКЦИЈА К1

Пресеци 30-70 – КОНСТРУКЦИЈА К2

	карактеристике главног носача							
Пресек	x	F_b	$I_{b,z}$	y_b^u	y_b^o	W_{bz}^u	W_{bz}^o	$I_{b,y}$
	[m]	[m^2]	[m^4]	[cm]	[cm]	[m^3]	[m^3]	[m^4]
0*	0.2	4.0556	1.9018	108.4	71.6	1.7544	2.6561	29.7026
1l	3.5	3.9260	1.8733	109.1	70.9	1.7170	2.6422	28.8272
1d	3.5	3.9260	1.8733	109.1	70.9	1.7170	2.6422	28.8272
2	7.0	3.7821	1.8411	109.9	70.1	1.6753	2.6264	27.8192
3	10.5	3.6383	1.8084	110.8	69.2	1.6321	2.6133	26.7733
4	14.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
5	17.5	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
6	21.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
7	24.5	3.7646	1.9167	107.7	72.3	1.7797	2.6510	27.0905
8	28.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
9l	31.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
9d	31.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
10l	34.5	5.3556	2.5449	88.9	91.1	2.8627	2.7935	32.6319
10d	35.5	5.3556	2.5449	88.9	91.1	2.8627	2.7935	32.6319
11	38.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
12l	42.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
12d	42.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
13	45.5	3.7646	1.9167	107.7	72.3	1.7797	2.6510	27.0905
14	49.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
15	52.5	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
16	56.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
17	59.5	3.7646	1.9167	107.7	72.3	1.7797	2.6510	27.0905
18l	63.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
18d	63.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
19	66.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
20l	69.5	5.3556	2.5449	88.9	91.1	2.8627	2.7935	32.6319
20d	70.5	5.3556	2.5449	88.9	91.1	2.8627	2.7935	32.6319
21l	73.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
21d	73.5	4.8888	2.4280	92.5	87.5	2.6249	2.7749	31.0724
22	77.0	4.3373	2.2276	98.5	81.5	2.2615	2.7333	29.1633
23	80.5	3.7646	1.9167	107.7	72.3	1.7797	2.6510	27.0905
24	84.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
25	87.5	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
26	91.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
27	94.5	3.6383	1.8084	110.8	69.2	1.6321	2.6133	26.7733
28	98.0	3.7821	1.8411	109.9	70.1	1.6753	2.6264	27.8192
29l	101.5	3.9260	1.8733	109.1	70.9	1.7170	2.6422	28.8272
29d	101.5	3.9260	1.8733	109.1	70.9	1.7170	2.6422	28.8272
30a	104.2	4.0556	1.9018	108.4	71.6	1.7544	2.6561	29.7026
30l	104.8	4.0556	1.9018	108.4	71.6	1.7544	2.6561	29.7026

	карактеристике главног носача							
Пресек	x	F_b	$I_{b,z}$	y_b^u	y_b^o	W_{bz}^u	W_{bz}^o	$I_{b,y}$
	[m]	[m^2]	[m^4]	[cm]	[cm]	[m^3]	[m^3]	[m^4]
30d	106.1	5.8670	0.3607	46.2	38.8	1.7544	2.6561	29.1570
30b	106.6	4.0556	1.9018	108.4	71.6	1.7544	2.6561	29.7026
31	110.1	3.9001	1.8794	109.5	71.0	1.7163	2.6470	28.6562
32	114.8	3.7085	1.8773	111.9	70.4	1.6777	2.6666	27.3000
33	119.5	3.6153	1.8991	113.7	70.5	1.6703	2.6938	26.6194
34	124.2	3.6413	2.0329	117.0	72.6	1.7375	2.8001	26.8345
35	128.9	3.6681	2.1771	120.4	74.8	1.8082	2.9106	27.0576
36	133.6	3.7000	2.3657	124.5	77.4	1.9002	3.0565	27.3245
37	138.3	3.7392	2.5846	129.4	80.6	1.9974	3.2067	27.6472
38	143.0	4.2546	3.3428	124.5	94.9	2.6850	3.5224	29.7340
39	147.7	5.3563	4.4858	114.9	115.1	3.9041	3.8973	33.9299
40l	151.9	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
40d	152.9	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
41	158.5	4.9737	3.8717	114.2	106.1	3.3903	3.6491	32.4183
42	164.6	3.7041	2.3787	125.0	77.4	1.9030	3.0733	27.3564
43	170.7	3.6437	2.0456	117.3	72.8	1.7439	2.8099	26.8544
44	176.8	3.6072	1.858	112.7	69.8	1.6486	2.6619	26.5517
45	183.0	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
46	189.1	3.6072	1.858	112.7	69.8	1.6486	2.6619	26.5517
47	195.2	3.6437	2.0456	117.3	72.8	1.7439	2.8099	26.8544
48	201.3	3.7041	2.3787	125.0	77.4	1.9030	3.0733	27.3564
49	207.4	4.9737	3.8717	114.2	106.1	3.3903	3.6491	32.4183
50l	213.0	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
50d	214.0	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
51	219.6	4.9737	3.8717	114.2	106.1	3.3903	3.6491	32.4183
52	225.7	3.7041	2.3787	125.0	77.4	1.9030	3.0733	27.3564
53	231.8	3.6437	2.0456	117.3	72.8	1.7439	2.8099	26.8544
54	237.9	3.6072	1.858	112.7	69.8	1.6486	2.6619	26.5517
55	244.1	3.5952	1.7984	111.1	68.9	1.6187	2.6102	26.4521
56	250.2	3.6072	1.858	112.7	69.8	1.6486	2.6619	26.5517
57	256.3	3.6437	2.0456	117.3	72.8	1.7439	2.8099	26.8544
58	262.4	3.7041	2.3787	125.0	77.4	1.9030	3.0733	27.3564
59	268.5	4.9737	3.8717	114.2	106.1	3.3903	3.6491	32.4183
60l	274.1	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
60d	275.1	6.3556	5.4002	111.5	128.5	4.8432	4.2025	37.5733
61	279.3	5.3563	4.4858	114.9	115.1	3.9041	3.8973	33.9299
62	284.0	4.2546	3.3428	124.5	94.9	2.6850	3.5224	29.7340
63	288.7	3.7392	2.5846	129.4	80.6	1.9974	3.2067	27.6472
64	293.4	3.7000	2.3657	124.5	77.4	1.9002	3.0565	27.3245
65	298.1	3.6681	2.1771	120.4	74.8	1.8082	2.9106	27.0576
66	302.8	3.6413	2.0329	117.0	72.6	1.7375	2.8001	26.8345
67	307.5	3.6153	1.8991	113.7	70.5	1.6703	2.6938	26.6194
68	312.2	3.7085	1.8773	111.9	70.4	1.6777	2.6666	27.3000
69	316.9	3.9001	1.8794	109.5	71.0	1.7163	2.6470	28.6562
70*	321.4	4.0556	1.9018	108.4	71.6	1.7544	2.6561	29.7026

4.3.1 Табеларни приказ утицаја

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		Преднапрезање-tQ постојећи каблови			саобраћајно - шема V440						саобраћајно - шема V440			Δt - темп.промена +25ºC			Δt - темп.разлика +10ºC		
Пресек	T2	M3	T2	M3	$N_{k\infty}$	$T_{k\infty}$	$M_{k\infty}$	odgT2	maxM3	odgT2	minM3	maxT2	odgM1	odgM3	minT2	odgM1	odgM3	N1	T2	M3	N1	T2	M3
	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
0*	-1309.0	268.0	-543.0	109.0	11248.0	275.0	-3846.0	-395.0	205.0	-517.0	-22.0	111.0	0.0	104.0	-1023.0	0.0	79.0	0.0	-6.0	1.0	0.0	-134.0	27.0
1l	-980.0	4045.0	-411.0	1682.0	11248.0	275.0	-4754.0	-195.0	3052.0	-405.0	-387.0	119.0	3.0	1612.0	-838.0	-465.0	1036.0	0.0	-6.0	22.0	0.0	-134.0	469.0
1d	-980.0	4045.0	-411.0	1682.0	13123.0	864.0	-4820.0	-195.0	3052.0	-405.0	-387.0	123.0	30.0	1980.0	-838.0	-465.0	1036.0	0.0	-6.0	22.0	0.0	-134.0	469.0
2	-643.0	6885.0	-271.0	2874.0	13123.0	864.0	-7843.0	-150.0	5245.0	-303.0	-775.0	167.0	44.0	3890.0	-672.0	-387.0	1600.0	0.0	-6.0	45.0	0.0	-134.0	937.0
3	-318.0	8567.0	-131.0	3576.0	13314.0	572.0	-9964.0	73.0	6587.0	-217.0	-1162.0	243.0	74.0	5217.0	-525.0	-316.0	1754.0	0.0	-6.0	67.0	0.0	-134.0	1406.0
4	34.0	9043.0	9.0	3788.0	13484.0	168.0	-10683.0	288.0	7164.0	-146.0	-1549.0	365.0	119.0	6879.0	-398.0	-249.0	1550.0	0.0	-6.0	90.0	0.0	-134.0	1874.0
5	349.0	8372.0	149.0	3509.0	13513.0	-210.0	-9972.0	373.0	7122.0	-89.0	-1937.0	499.0	174.0	6963.0	-291.0	-189.0	1052.0	0.0	-6.0	112.0	0.0	-134.0	2343.0
6	663.0	6601.0	289.0	2741.0	13320.0	-699.0	-7375.0	516.0	6340.0	-47.0	-2324.0	644.0	235.0	6238.0	-204.0	-133.0	330.0	0.0	-6.0	135.0	0.0	-134.0	2811.0
7	1021.0	3637.0	429.0	1483.0	13121.0	-1476.0	-2088.0	625.0	4846.0	-16.0	-2711.0	798.0	303.0	4423.0	-136.0	-85.0	-540.0	0.0	-6.0	157.0	0.0	-134.0	3280.0
8	1376.0	-522.0	569.0	-265.0	14749.0	-1052.0	1224.0	781.0	2780.0	4.0	-3278.0	960.0	375.0	2368.0	-86.0	-53.0	-1559.0	0.0	-6.0	180.0	0.0	-134.0	3748.0
9l	1780.0	-6044.0	709.0	-2503.0	18025.0	-1844.0	7723.0	657.0	1488.0	15.0	-4649.0	1125.0	453.0	710.0	-51.0	-30.0	-3582.0	0.0	-6.0	202.0	0.0	-134.0	4217.0
9d	1780.0	-6044.0	709.0	-2503.0	18648.0	-1384.0	7951.0	657.0	1488.0	15.0	-4649.0	1144.0	465.0	793.0	-51.0	-30.0	-3582.0	0.0	-6.0	202.0	0.0	-134.0	4217.0
10l	2164.0	-11959.0	829.0	-4812.0	18648.0	-1384.0	12104.0	763.0	1392.0	322.0	-7085.0	1267.0	524.0	-358.0	-40.0	0.0	-4728.0	0.0	-6.0	221.0	0.0	-134.0	4618.0
10d	-1800.0	-12141.0	-677.0	-4888.0	18768.0	1027.0	12357.0	195.0	1315.0	-807.0	-7247.0	195.0	0.0	1315.0	-1222.0	-539.0	-6033.0	63.0	-5.0	-201.0	14.0	2.0	4563.0
11	-1415.0	-7319.0	-557.0	-3038.0	18768.0	1027.0	9277.0	199.0	1014.0	-703.0	-5270.0	199.0	2.0	1014.0	-1072.0	-467.0	-3375.0	63.0	-5.0	-187.0	14.0	2.0	4557.0
12l	-1012.0	-3071.0	-417.0	-1334.0	16920.0	1240.0	4151.0	-165.0	2350.0	-592.0	-3957.0	215.0	10.0	1242.0	-903.0	-390.0	-1456.0	63.0	-5.0	-171.0	14.0	2.0	4551.0
12d	-1012.0	-3071.0	-417.0	-1334.0	10643.0	548.0	2643.0	-165.0	2350.0	-592.0	-3957.0	215.0	10.0	1242.0	-903.0	-390.0	-1456.0	63.0	-5.0	-171.0	14.0	2.0	4551.0
13	-657.0	-150.0	-277.0	-121.0	10643.0	548.0	727.0	140.0	4056.0	-492.0	-3680.0	243.0	24.0	2061.0	-744.0	-317.0	-830.0	63.0	-5.0	-155.0	14.0	2.0	4545.0
14	-299.0	1503.0	-137.0	603.0	6916.0	1337.0	-3752.0	243.0	5100.0	-407.0	-3439.0	329.0	117.0	4290.0	-597.0	-251.0	-533.0	63.0	-5.0	-138.0	14.0	2.0	4539.0
15	15.0	2000.0	3.0	837.0	5963.0	220.0	-3825.0	143.0	5490.0	-190.0	-3211.0	439.0	172.0	5329.0	-466.0	-190.0	-536.0	63.0	-5.0	-122.0	14.0	2.0	4534.0
16	330.0	1396.0	143.0	580.0	6913.0	-1342.0	-3730.0	445.0	5178.0	-134.0	-3480.0	571.0	233.0	5062.0	-354.0	-134.0	-831.0	63.0	-5.0	-106.0	14.0	2.0	4528.0
17	688.0	-365.0	283.0	-166.0	10644.0	-553.0	766.0	591.0	4135.0	-92.0	-3750.0	717.0	300.0	4052.0	-261.0	-85.0	-1355.0	63.0	-5.0	-89.0	14.0	2.0	4522.0
18l	1010.0	-3336.0	423.0	-1403.0	10644.0	-553.0	2703.0	706.0	2419.0	-64.0	-4050.0	876.0	372.0	2345.0	-210.0	-10.0	-2507.0	63.0	-5.0	-73.0	14.0	2.0	4516.0
18d	1010.0	-3336.0	423.0	-1403.0	16621.0	-1223.0	4160.0	897.0	2419.0	-64.0	-4050.0	897.0	384.0	2419.0	-210.0	-10.0	-2507.0	63.0	-5.0	-73.0	14.0	2.0	4516.0
19	1414.0	-7577.0	563.0	-3129.0	16621.0	-1223.0	8442.0	872.0	1042.0	-49.0	-5369.0	1045.0	451.0	696.0	-195.0	-2.0	-3316.0	63.0	-5.0	-57.0	14.0	2.0	4510.0
20l	1798.0	-12393.0	683.0	-4999.0	18479.0	-1017.0	12283.0	665.0	1276.0	-44.0	-7354.0	1197.0	522.0	-137.0	-190.0	0.0	-4863.0	63.0	-5.0	-43.0	14.0	2.0	4506.0
20d	-2189.0	-12198.0	-839.0	-4921.0	18668.0	1388.0	12214.0	39.0	1350.0	-1135.0	-7190.0	39.0	0.0	1350.0	-1297.0	-557.0	-6331.0	33.0	5.0	160.0	-1.0	131.0	4638.0
21l	-1805.0	-6207.0	-719.0	-2584.0	18668.0	1388.0	8049.0	42.0	1449.0	-722.0	-4683.0	42.0	2.0	1449.0	-1158.0	-487.0	-3451.0	33.0	5.0	144.0	-1.0	131.0	4180.0
21d	-1805.0	-6207.0	-719.0	-2584.0	18041.0	1848.0	7820.0	42.0	1449.0	-722.0	-4683.0	51.0	29.0	548.0	-1158.0	-487.0	-3451.0	33.0	5.0	144.0	-1.0	131.0	4180.0
22	-1401.0	-596.0	-579.0	-312.0	18041.0	1848.0	1352.0	-312.0	2673.0	-606.0	-3178.0	67.0	41.0	1807.0	-996.0	-410.0	-1132.0	33.0	5.0	125.0	-1.0	131.0	3721.0
23	-1047.0	3688.0	-439.0	1469.0	14754.0	1055.0	-2385.0	-244.0	4962.0	-498.0	-2703.0	114.0	69.0	3766.0	-837.0	-339.0	-15.0	33.0	5.0	106.0	-1.0	131.0	3263.0
24	-689.0	6705.0	-299.0	2761.0	13112.0	1477.0	-7183.0	61.0	6294.0	-401.0	-2323.0	178.0	112.0	5331.0	-684.0	-273.0	761.0	33.0	5.0	86.0	-1.0	131.0	2804.0
25	-374.0	8565.0	-159.0	3562.0	13312.0	701.0	-9756.0	-49.0	7132.0	-316.0	-1943.0	261.0	164.0	6330.0	-538.0	-212.0	1221.0	33.0	5.0	67.0	-1.0	131.0	2346.0
26	-60.0	9324.0	-19.0	3878.0	13527.0	213.0	-10671.0	230.0	7364.0	-244.0	-1563.0	364.0	222.0	6689.0	-401.0	-157.0	1303.0	33.0	5.0	48.0	-1.0	131.0	1887.0
27	293.0	8937.0	121.0	3695.0	13513.0	-166.0	-10079.0	360.0	6833.0	-187.0	-1183.0	486.0	285.0	6335.0	-280.0	-107.0	1008.0	33.0	5.0	29.0	-1.0	131.0	1428.0
28	617.0	7344.0	261.0	3027.0	13348.0	-571.0	-7950.0	464.0	5530.0	-145.0	-803.0	633.0	351.0	5472.0	-190.0	-63.0	619.0	33.0	5.0	10.0	-1.0	131.0	971.0
29l	955.0	4593.0	401.0	1868.0	13147.0	-863.0	-4806.0	630.0	3356.0	-119.0	-423.0	798.0	424.0	3332.0	-132.0	-42.0	304.0	33.0	5.0	-9.0	-1.0	131.0	512.0
29d	955.0	4593.0	401.0	1868.0	11613.0	-303.0	-4889.0	821.0	3356.0	-119.0	-423.0	821.0	436.0	3356.0	-132.0	-42.0	304.0	33.0	5.0	-9.0	-1.0	131.0	512.0
30a	1224.0	1652.0	509.0	640.0	11613.0	-303.0	-4072.0	948.0	1146.0	-109.0	-130.0	948.0	491.0	1146.0	-109.0	0.0	-130.0	33.0	5.0	-23.0	-1.0	131.0	158.0
30l	1398.0	865.0	533.0	327.0	11613.0	-303.0	-3890.0	977.0	588.0	-109.0	-65.0	977.0	502.0	588.0	-109.0	0.0	-65.0	33.0	5.0	-27.0	-1.0	131.0	80.0

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		Преднапрезање-tQ постојећи кабловi			саобраћајно - шема V440						саобраћајно - шема V440			Δt - темп.промена +25ºC			Δt - темп.разлика +10ºC		
Пресек	T2	M3	T2	M3	$N_{k\infty}$	$T_{k\infty}$	$M_{k\infty}$	odgT2	maxM3	odgT2	minM3	maxT2	odgM1	odgM3	minT2	odgM1	odgM3	N1	T2	M3	N1	T2	M3
	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
30d	-1616.0	996.0	-620.0	379.0	18290.0	485.0	-2511.0	-250.0	717.0	-664.0	-167.0	278.0	0.0	404.0	-1192.0	-454.0	146.0	0.0	0.0	1.0	0.0	-122.0	73.0
30b	-1442.0	1913.0	-596.0	744.0	18290.0	485.0	-2511.0	-245.0	1407.0	-643.0	-333.0	278.0	0.0	796.0	-1167.0	-445.0	278.0	0.0	0.0	1.0	0.0	-122.0	146.0
31	-1094.0	6353.0	-456.0	2583.0	18290.0	485.0	-4208.0	-72.0	4943.0	-533.0	-1305.0	288.0	5.0	2835.0	-1008.0	-386.0	798.0	0.0	0.0	2.0	0.0	-122.0	571.0
32	-647.0	10445.0	-268.0	4283.0	19668.0	1176.0	-10110.0	111.0	8570.0	-402.0	-2609.0	321.0	56.0	6878.0	-804.0	-306.0	942.0	0.0	0.0	4.0	0.0	-122.0	1142.0
33	-180.0	12389.0	-80.0	5099.0	19813.0	815.0	-14025.0	216.0	10918.0	-292.0	-3914.0	419.0	100.0	9453.0	-642.0	-243.0	617.0	0.0	0.0	6.0	0.0	-122.0	1714.0
34	246.0	12233.0	108.0	5179.0	19680.0	264.0	-15156.0	433.0	12050.0	-201.0	-5219.0	566.0	160.0	11185.0	-504.0	-188.0	-161.0	0.0	0.0	8.0	0.0	-122.0	2285.0
35	676.0	10067.0	296.0	4081.0	19587.0	-609.0	-12207.0	574.0	12144.0	-129.0	-6523.0	710.0	217.0	11465.0	-371.0	-131.0	-1458.0	0.0	0.0	10.0	0.0	-122.0	2856.0
36	1149.0	5685.0	484.0	2246.0	18927.0	-1017.0	-6887.0	726.0	11110.0	-74.0	-7828.0	885.0	287.0	10626.0	-279.0	-91.0	-2940.0	0.0	0.0	12.0	0.0	-122.0	3427.0
37	1586.0	-741.0	672.0	-472.0	17997.0	-833.0	-2406.0	908.0	8972.0	-33.0	-9133.0	1054.0	354.0	8525.0	-190.0	-53.0	-4802.0	0.0	0.0	14.0	0.0	-122.0	3998.0
38	2101.0	-9405.0	860.0	-4074.0	16851.0	-2684.0	10702.0	1080.0	5946.0	-7.0	-10567.0	1230.0	424.0	5491.0	-136.0	-32.0	-6833.0	0.0	0.0	16.0	0.0	-122.0	4570.0
39	2666.0	-20606.0	1048.0	-8559.0	19242.0	-1960.0	20564.0	946.0	4084.0	8.0	-13588.0	1430.0	503.0	3147.0	-97.0	-23.0	-10577.0	0.0	0.0	18.0	0.0	-122.0	5141.0
40l	3280.0	-33093.0	1216.0	-13315.0	26338.0	-1637.0	32477.0	1086.0	3976.0	13.0	-17792.0	1598.0	566.0	1693.0	-85.0	0.0	-13220.0	0.0	0.0	20.0	0.0	-122.0	5651.0
40d	-3195.0	-33135.0	-1197.0	-13325.0	25704.0	1697.0	31830.0	247.0	3893.0	-1530.0	-17615.0	247.0	0.0	3893.0	-1716.0	-614.0	-15564.0	52.0	-1.0	-37.0	1.0	43.0	5689.0
41	-2401.0	-17437.0	-972.0	-7240.0	25704.0	1697.0	22311.0	253.0	3036.0	-1078.0	-10766.0	253.0	2.0	3036.0	-1490.0	-531.0	-8440.0	52.0	-1.0	-29.0	1.0	43.0	5445.0
42	-1738.0	-4792.0	-728.0	-2046.0	20067.0	2414.0	4337.0	-70.0	4635.0	-890.0	-6507.0	276.0	9.0	3174.0	-1255.0	-440.0	-3147.0	52.0	-1.0	-22.0	1.0	43.0	5180.0
43	-1135.0	3857.0	-484.0	1655.0	18621.0	1235.0	-2978.0	65.0	7768.0	-721.0	-5075.0	352.0	74.0	7056.0	-1032.0	-352.0	-958.0	52.0	-1.0	-14.0	1.0	43.0	4914.0
44	-581.0	9099.0	-239.0	3863.0	19594.0	770.0	-8230.0	312.0	10745.0	-575.0	-5104.0	463.0	121.0	10032.0	-811.0	-262.0	-740.0	52.0	-1.0	-6.0	1.0	43.0	4649.0
45	6.0	10745.0	5.0	4578.0	21303.0	303.0	-11446.0	458.0	12047.0	-329.0	-5289.0	607.0	184.0	11364.0	-630.0	-190.0	-925.0	52.0	-1.0	1.0	1.0	43.0	4383.0
46	556.0	9030.0	250.0	3799.0	21290.0	-297.0	-9728.0	634.0	11596.0	-235.0	-6082.0	798.0	262.0	11071.0	-479.0	-129.0	-1570.0	52.0	-1.0	9.0	1.0	43.0	4118.0
47	1146.0	3720.0	494.0	1527.0	19490.0	-574.0	-4782.0	852.0	9386.0	-165.0	-6875.0	999.0	343.0	8887.0	-360.0	-81.0	-2549.0	52.0	-1.0	16.0	1.0	43.0	3852.0
48	1707.0	-4997.0	738.0	-2238.0	18423.0	-1127.0	2761.0	1070.0	6177.0	-120.0	-8368.0	1221.0	432.0	5673.0	-255.0	-39.0	-4739.0	52.0	-1.0	24.0	1.0	43.0	3587.0
49	2412.0	-17712.0	983.0	-7497.0	20973.0	-2664.0	18426.0	993.0	4002.0	-95.0	-12404.0	1458.0	524.0	3368.0	-220.0	-2.0	-9192.0	52.0	-1.0	32.0	1.0	43.0	3321.0
50l	3207.0	-33473.0	1207.0	-13640.0	27489.0	-1970.0	32988.0	1179.0	4362.0	-87.0	-18343.0	1684.0	608.0	2135.0	-221.0	0.0	-14430.0	52.0	-1.0	38.0	1.0	43.0	3077.0
50d	-3207.0	-33472.0	-1207.0	-13640.0	27489.0	1970.0	32988.0	176.0	4362.0	-1267.0	-18343.0	212.0	0.0	4344.0	-1700.0	-615.0	-16362.0	-82.0	1.0	5.0	1.0	-44.0	3077.0
51	-2413.0	-17709.0	-983.0	-7497.0	27489.0	1970.0	21938.0	183.0	4002.0	-1081.0	-12403.0	220.0	2.0	3780.0	-1475.0	-532.0	-9345.0	-82.0	1.0	1.0	1.0	-44.0	3320.0
52	-1750.0	-4992.0	-738.0	-2239.0	20973.0	2664.0	2173.0	-40.0	6094.0	-896.0	-8368.0	256.0	40.0	5349.0	-1240.0	-442.0	-4360.0	-82.0	1.0	-3.0	1.0	-44.0	3587.0
53	-1146.0	3727.0	-494.0	1527.0	18423.0	1127.0	-4124.0	59.0	9301.0	-730.0	-6875.0	342.0	72.0	8518.0	-1002.0	-345.0	-2355.0	-82.0	1.0	-7.0	1.0	-44.0	3852.0
54	-593.0	9040.0	-250.0	3798.0	19490.0	574.0	-8288.0	309.0	11521.0	-589.0	-6082.0	460.0	119.0	10785.0	-801.0	-264.0	-1380.0	-82.0	1.0	-12.0	1.0	-44.0	4118.0
55	-6.0	10758.0	-5.0	4577.0	21290.0	279.0	-11434.0	302.0	12064.0	-473.0	-5290.0	627.0	188.0	11480.0	-626.0	-192.0	-886.0	-82.0	1.0	-16.0	1.0	-44.0	4384.0
56	544.0	9114.0	239.0	3862.0	21303.0	-303.0	-9595.0	662.0	10836.0	-258.0	-5106.0	807.0	260.0	10293.0	-482.0	-130.0	-848.0	-82.0	1.0	-20.0	1.0	-44.0	4650.0
57	1134.0	3874.0	484.0	1654.0	19594.0	-770.0	-3526.0	864.0	7853.0	-193.0	-5077.0	1012.0	342.0	7338.0	-353.0	-75.0	-1311.0	-82.0	1.0	-25.0	1.0	-44.0	4915.0
58	1696.0	-4772.0	728.0	-2047.0	18621.0	-1235.0	4568.0	1084.0	4687.0	-151.0	-6509.0	1237.0	430.0	4141.0	-276.0	-9.0	-4372.0	-82.0	1.0	-29.0	1.0	-44.0	5181.0
59	2401.0	-17415.0	972.0	-7242.0	20067.0	-2414.0	19086.0	953.0	3036.0	-128.0	-10768.0	1473.0	522.0	2188.0	-253.0	-2.0	-7867.0	-82.0	1.0	-33.0	1.0	-44.0	5447.0
60l	3195.0	-33111.0	1197.0	-13326.0	25704.0	-1697.0	31830.0	1140.0	3893.0	145.0	-17616.0	1713.0	614.0	1336.0	-247.0	0.0	-13193.0	-82.0	1.0	-37.0	1.0	-44.0	5691.0
60d	-3278.0	-33070.0	-1216.0	-13316.0	26338.0	1637.0	32477.0	85.0	3975.0	-1185.0	-17793.0	85.0	0.0	3975.0	-1614.0	-564.0	-15261.0	0.0	1.0	53.0	0.0	122.0	5714.0
61	-2663.0	-20595.0	-1048.0	-8560.0	26338.0	1637.0	25602.0	90.0	4083.0	-1144.0	-13589.0	90.0	1.0	4083.0	-1432.0	-493.0	-10231.0	0.0	1.0	48.0	0.0	122.0	5143.0
62	-2089.0	-9407.0	-860.0	-4075.0	19242.0	1960.0	11350.0	-45.0	5878.0	-897.0	-10568.0	120.0	28.0	4852.0	-1250.0	-423.0	-6324.0	0.0	1.0	42.0	0.0	122.0	4572.0
63	-1583.0	-756.0	-672.0	-473.0	16851.0	2684.0	-1911.0	-98.0	8897.0	-762.0	-9132.0	189.0	54.0	7953.0	-1074.0	-353.0	-4211.0	0.0	1.0	37.0	0.0	122.0	4000.0
64	-1146.0	5657.0	-484.0	2246.0	17997.0	833.0	-6323.0	-16.0	11033.0	-640.0	-7827.0	260.0	85.0	10116.0	-890.0	-278.0	-2623.0	0.0	1.0	32.0	0.0	122.0	3429.0
65	-713.0	10025.0	-296.0	4080.0	18927.0	1017.0	-11667.0	43.0	12111.0	-533.0	-6523.0	369.0	133.0	11430.0	-734.0	-216.0	-1304.0	0.0	1.0	27.0	0.0	122.0	2857.0
66	-244.0	12179.0	-108.0	5178.0	19587.0	609.0	-15070.0	341.0	12139.0	-443.0	-5218.0	482.0	183.0	11528.0	-572.0	-150.0	-573.0	0.0	1.0	21.0	0.0	122.0	2286.0
67	183.0	12322.0	80.0	5099.0	19680.0	-264.0	-13916.0	446.0	10979.0	-372.0	-3914.0	619.0	240.0	10507.0	-444.0	-100.0	-228.0	0.0	1.0	16.0	0.0	122.0	1714.0
68	650.0	10364.0	268.0	4283.0	19813.0	-815.0	-10195.0	789.0	8593.0	-320.0	-2609.0	798.0	315.0	8358.0	-337.0	-57.0	-354.0	0.0	1.0	11.0	0.0	122.0	1143.0
69	1097.0	6259.0	456.0	2583.0	19668.0	-1176.0	-4583.0	974.0	4915.0	-288.0	-1305.0	983.0	388.0	4842.0	-288.0	-3.0	-1305.0	0.0	1.0	5.0	0.0	122.0	571.0
70*	1545.0	315.0	636.0	128.0	19668.0	-1176.0	-4583.0	1210.0	238.0	-278.0	-56.0	1211.0	477.0	238.0	-278.0	0.0	-56.0	0.0	1.0	0.0	0.0	122.0	24.0

4.3.2 Контрола нормалних напона

Урађен је прорачун нормалних напона на доњој (**σd**) и горњој (**σg**) ивици сандука (**напон затезања је негативан**) за следеће комбинације оптерећења:

ОСНОВНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
Осн.опт.са V440 – (1)+(2)+(3)+(4)

1	g - сопствена тежина
2	Δgn - нови стални терет
3	Преднапрезање-t_{oo} - постојећи каблови
4	Саобр.V440

ОСНОВНО + ДОПУНСКО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
Осн.+доп.опт.са V440 – (1)+(2)+(3)+(4)+0,7x(5)
Осн.+доп.опт.са V440 – (1)+(2)+(3)+(4)-0,35x(5)

1	g - сопствена тежина
2	Δgn - нови стални терет
3	Преднапрезање-t_{oo} - постојећи каблови
4	Саобр.V440
5	Δt - темп.разлика Δt =+10°C

Утицаји од t0 - темп.промена t0=+25°C су занемарљиви, па нису ни узети у обзир у комбинацијама.

Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	$\sigma^u_{Nk\infty}$	$\sigma^o_{Nk\infty}$	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_{t0}^u	σ_{t0}^o	σ_{dt}^u	σ_{dt}^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	-0.15	0.10	-0.06	0.04	4.97	1.33	-0.12	0.08	0.01	-0.01	4.63	1.54	4.76	1.46	0.00	0.00	-0.02	0.01	4.62	1.55	4.77	1.46
1l	-2.36	1.53	-0.98	0.64	5.63	1.07	-1.78	1.16	0.23	-0.15	0.52	4.39	2.52	3.09	-0.01	0.01	-0.27	0.18	0.33	4.51	2.62	3.02
1d	-2.36	1.53	-0.98	0.64	6.15	1.52	-1.78	1.16	0.23	-0.15	1.04	4.84	3.04	3.54	-0.01	0.01	-0.27	0.18	0.85	4.97	3.14	3.48
2	-4.11	2.62	-1.72	1.09	8.15	0.48	-3.13	2.00	0.46	-0.30	-0.80	6.20	2.79	3.90	-0.03	0.02	-0.56	0.36	-1.20	6.45	2.98	3.78
3	-5.25	3.28	-2.19	1.37	9.76	-0.15	-4.04	2.52	0.71	-0.44	**-1.71**	7.01	3.04	4.05	-0.04	0.03	-0.86	0.54	**-2.31**	7.39	3.34	3.86
4	-5.59	3.46	-2.34	1.45	10.35	-0.34	-4.43	2.74	0.96	-0.59	**-2.00**	7.32	3.38	3.98	-0.06	0.03	-1.16	0.72	**-2.81**	7.82	3.79	3.73
5	-5.17	3.21	-2.17	1.34	9.92	-0.06	-4.40	2.73	1.20	-0.74	**-1.82**	7.22	3.78	3.75	-0.07	0.04	-1.45	0.90	**-2.83**	7.85	4.28	3.43
6	-4.08	2.53	-1.69	1.05	8.26	0.88	-3.92	2.43	1.44	-0.89	-1.43	6.89	3.93	3.57	-0.08	0.05	-1.74	1.08	**-2.64**	7.64	4.53	3.19
7	-2.04	1.37	-0.83	0.56	4.66	2.70	-2.72	1.83	1.52	-1.02	-0.94	6.46	3.30	3.61	-0.09	0.06	-1.84	1.24	**-2.23**	7.32	3.95	3.17
8	0.23	-0.19	0.12	-0.10	2.86	3.85	-1.23	1.02	1.45	-1.20	1.98	4.58	4.66	2.36	-0.08	0.07	-1.66	1.37	0.82	5.54	5.24	1.88
9l	2.30	-2.18	0.95	-0.90	0.74	6.47	-0.57	0.54	1.77	-1.68	3.43	3.93	5.77	1.71	-0.08	0.07	-1.61	1.52	2.31	4.99	6.33	1.18
9d	2.30	-2.18	0.95	-0.90	0.79	6.68	-0.57	0.54	1.77	-1.68	3.47	4.14	5.81	1.92	-0.08	0.07	-1.61	1.52	2.35	5.20	6.37	1.39
10l	4.18	-4.28	1.68	-1.72	-0.75	7.81	-0.49	0.50	2.47	-2.54	4.63	2.31	7.59	**-0.72**	-0.08	0.08	-1.61	1.65	3.50	3.47	8.15	**-1.30**
10d	4.24	-4.35	1.71	-1.75	-0.81	7.93	-0.46	0.47	2.53	-2.59	4.68	2.30	7.67	**-0.76**	0.08	-0.06	-1.59	1.64	3.56	3.45	8.22	**-1.33**
11	2.79	-2.64	1.16	-1.09	0.30	7.18	-0.39	0.37	2.01	-1.90	3.86	3.82	6.26	1.55	0.08	-0.05	-1.73	1.65	2.65	4.97	6.86	0.97
12l	1.36	-1.12	0.59	-0.49	2.07	5.42	-1.04	0.86	1.75	-1.45	2.97	4.67	5.76	2.36	0.09	-0.05	-2.01	1.67	1.57	5.84	6.47	1.78
12d	1.36	-1.12	0.59	-0.49	1.29	3.42	-1.04	0.86	1.75	-1.45	2.19	2.67	4.98	0.36	0.09	-0.05	-2.01	1.67	0.79	3.84	5.69	-0.22
13	0.08	-0.06	0.07	-0.05	2.42	3.10	-2.28	1.53	2.07	-1.39	0.29	4.53	4.64	1.61	0.10	-0.04	-2.55	1.72	-1.49	5.73	5.53	1.01
14	-0.93	0.58	-0.37	0.23	4.24	0.49	-3.15	1.95	2.12	-1.32	-0.21	3.25	5.07	-0.02	0.10	-0.04	-2.80	1.74	**-2.17**	4.47	6.05	-0.63
15	-1.24	0.77	-0.52	0.32	4.02	0.19	-3.39	2.10	1.98	-1.23	-1.12	3.38	4.25	0.05	0.09	-0.03	-2.80	1.74	**-3.08**	4.60	5.23	-0.56
16	-0.86	0.53	-0.36	0.22	4.23	0.49	-3.20	1.98	2.15	-1.33	-0.19	3.23	5.16	-0.08	0.08	-0.02	-2.79	1.74	**-2.15**	4.45	6.13	-0.69
17	0.21	-0.14	0.09	-0.06	2.40	3.12	-2.32	1.56	2.11	-1.41	0.37	4.48	4.80	1.50	0.07	-0.02	-2.54	1.71	-1.40	5.67	5.69	0.90
18l	1.48	-1.22	0.62	-0.51	1.26	3.44	-1.07	0.89	1.79	-1.48	2.28	2.59	5.15	0.23	0.05	-0.01	-1.99	1.66	0.89	3.75	5.84	-0.35
18d	1.48	-1.22	0.62	-0.51	1.99	5.35	-1.07	0.89	1.79	-1.48	3.02	4.51	5.88	2.14	0.05	-0.01	-1.99	1.66	1.62	5.66	6.58	1.56
19	2.89	-2.73	1.19	-1.13	0.18	6.44	-0.40	0.38	2.05	-1.93	3.87	2.96	6.31	0.65	0.03	-0.01	-1.72	1.63	2.66	4.10	6.91	0.08
20l	4.33	-4.44	1.75	-1.79	-0.84	7.85	-0.45	0.46	2.57	-2.63	4.79	2.08	7.80	-1.01	0.03	0.00	-1.57	1.62	3.69	3.21	8.35	-1.58
20d	4.26	-4.37	1.72	-1.76	-0.78	7.86	-0.47	0.48	2.51	-2.57	4.73	2.21	7.71	-0.84	-0.05	0.06	-1.62	1.66	3.59	3.38	8.28	-1.42
21l	2.36	-2.24	0.98	-0.93	0.75	6.72	-0.55	0.52	1.78	-1.69	3.55	4.07	5.89	1.86	-0.05	0.06	-1.59	1.51	2.43	5.13	6.44	1.34
21d	2.36	-2.24	0.98	-0.93	0.71	6.51	-0.55	0.52	1.78	-1.69	3.51	3.86	5.84	1.65	-0.05	0.06	-1.59	1.51	2.39	4.92	6.40	1.13
22	0.26	-0.22	0.14	-0.11	3.56	4.65	-1.18	0.98	1.41	-1.16	2.78	5.30	5.37	3.16	-0.05	0.05	-1.65	1.36	1.63	6.25	5.94	2.68
23	-2.07	1.39	-0.83	0.55	5.26	3.02	-2.79	1.87	1.52	-1.02	-0.43	6.84	3.88	3.95	-0.05	0.05	-1.83	1.23	-1.71	7.70	4.52	3.51
24	-4.14	2.57	-1.71	1.06	8.08	0.90	-3.89	2.41	1.44	-0.89	**-1.65**	6.93	3.67	3.63	-0.04	0.04	-1.73	1.07	**-2.86**	7.68	4.28	3.26
25	-5.29	3.28	-2.20	1.36	9.73	-0.03	-4.41	2.73	1.20	-0.74	**-2.17**	7.34	3.44	3.87	-0.03	0.03	-1.45	0.90	**-3.18**	7.97	3.95	3.55
26	-5.76	3.57	-2.40	1.49	10.35	-0.33	-4.55	2.82	0.97	-0.60	**-2.35**	7.55	3.16	4.13	-0.02	0.03	-1.17	0.72	**-3.17**	8.06	3.57	3.88
27	-5.48	3.42	-2.26	1.41	9.89	-0.14	-4.19	2.61	0.72	-0.45	**-2.04**	7.31	2.87	4.24	-0.01	0.02	-0.88	0.55	**-2.65**	7.69	3.18	4.05
28	-4.38	2.80	-1.81	1.15	8.27	0.50	-3.30	2.11	0.48	-0.31	-1.22	6.56	2.56	4.15	0.00	0.01	-0.58	0.37	-1.62	6.82	2.77	4.02
29l	-2.67	1.74	-1.09	0.71	6.15	1.53	-1.95	1.27	0.25	-0.16	0.43	5.25	2.63	3.81	0.01	0.00	-0.30	0.19	0.22	5.38	2.74	3.75
29d	-2.67	1.74	-1.09	0.71	5.81	1.11	-1.95	1.27	0.25	-0.16	0.09	4.82	2.29	3.39	0.01	0.00	-0.30	0.19	-0.12	4.96	2.39	3.33
30a	-0.94	0.62	-0.36	0.24	5.18	1.33	-0.65	0.43	0.07	-0.05	3.22	2.62	3.95	2.14	0.02	0.00	-0.09	0.06	3.16	2.67	3.98	2.12
30l	-0.49	0.33	-0.19	0.12	5.08	1.40	-0.34	0.22	0.04	-0.02	4.07	2.07	4.44	1.82	0.02	0.00	-0.05	0.03	4.03	2.09	4.45	1.81

Пресек	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	$\sigma^u_{Nk\infty}$ [Mpa]	$\sigma^o_{Nk\infty}$ [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_{t0}^u [Mpa]	σ_{t0}^o [Mpa]	σ_{dt}^u [Mpa]	σ_{dt}^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]
30d	-0.57	0.37	-0.22	0.14	4.55	2.17	-0.41	0.27	0.10	-0.06	3.36	2.96	3.86	2.63	0.00	0.00	-0.04	0.03	3.33	2.98	3.87	2.62
30b	-1.09	0.72	-0.42	0.28	5.94	3.56	-0.80	0.53	0.19	-0.13	3.62	5.09	4.62	4.44	0.00	0.00	-0.08	0.05	3.57	5.13	4.65	4.42
31	-3.70	2.40	-1.50	0.98	7.14	3.10	-2.88	1.87	0.76	-0.49	-0.95	8.34	2.70	5.98	0.00	0.00	-0.33	0.22	-1.18	8.49	2.81	5.91
32	-6.23	3.92	-2.55	1.61	11.33	1.51	-5.11	3.21	1.56	-0.98	**-2.56**	10.25	4.11	6.06	0.00	0.00	-0.68	0.43	**-3.03**	10.55	4.34	5.91
33	-7.42	4.60	-3.05	1.89	13.88	0.27	-6.54	4.05	2.34	-1.45	**-3.13**	10.82	5.75	5.31	0.00	0.00	-1.03	0.64	**-3.85**	11.26	6.11	5.09
34	-7.04	4.37	-2.98	1.85	14.13	-0.01	-6.94	4.30	3.00	-1.86	**-2.83**	10.51	7.11	4.35	0.00	0.00	-1.32	0.82	**-3.75**	11.08	7.57	4.06
35	-5.57	3.46	-2.26	1.40	12.09	1.15	-6.72	4.17	3.61	-2.24	**-2.45**	10.18	7.87	3.77	-0.01	0.00	-1.58	0.98	**-3.56**	10.87	8.43	3.42
36	-2.99	1.86	-1.18	0.73	8.74	2.86	-5.85	3.63	4.12	-2.56	-1.28	9.09	8.69	2.90	-0.01	0.00	-1.80	1.12	**-2.54**	9.88	9.32	2.50
37	0.37	-0.23	0.24	-0.15	6.02	4.06	-4.49	2.80	4.57	-2.85	2.13	6.48	11.20	0.84	-0.01	0.00	-2.00	1.25	0.73	7.36	11.90	0.40
38	3.50	-2.67	1.52	-1.16	-0.03	7.00	-2.21	1.69	3.94	-3.00	2.78	4.86	8.93	0.17	-0.01	0.00	-1.70	1.30	1.59	5.77	9.53	-0.28
39	5.28	-5.29	2.19	-2.20	-1.67	8.87	-1.05	1.05	3.48	-3.49	4.75	2.43	9.28	**-2.10**	0.00	0.00	-1.32	1.32	3.83	3.36	9.74	**-2.56**
40l	6.83	-7.87	2.75	-3.17	-2.56	11.87	-0.82	0.95	3.67	-4.23	6.20	1.78	10.69	**-3.40**	0.00	0.00	-1.17	1.34	5.38	2.72	11.10	**-3.88**
40d	6.84	-7.88	2.75	-3.17	-2.53	11.62	-0.80	0.93	3.64	-4.19	6.26	1.49	10.70	**-3.63**	0.02	0.00	-1.17	1.35	5.44	2.44	11.11	**-4.10**
41	5.14	-4.78	2.14	-1.98	-1.41	11.28	-0.90	0.83	3.18	-2.95	4.97	5.35	9.04	1.57	0.02	0.00	-1.61	1.49	3.85	6.40	9.60	1.05
42	2.52	-1.56	1.08	-0.67	3.14	6.83	-2.44	1.51	3.42	-2.12	4.30	6.11	10.15	2.49	0.03	0.01	-2.72	1.69	2.39	7.29	11.10	1.90
43	-2.21	1.37	-0.95	0.59	6.82	4.05	-4.45	2.76	2.91	-1.81	-0.80	8.78	6.57	4.21	0.02	0.01	-2.82	1.75	**-2.77**	10.00	7.55	3.59
44	-5.52	3.42	-2.34	1.45	10.42	2.34	-6.52	4.04	3.10	-1.92	**-3.96**	11.25	5.66	5.29	0.02	0.01	-2.82	1.75	**-5.93**	12.47	6.64	4.68
45	-6.64	4.12	-2.83	1.75	13.00	1.54	-7.44	4.62	3.27	-2.03	**-3.91**	12.03	6.80	5.38	0.01	0.01	-2.71	1.68	**-5.81**	13.20	7.75	4.80
46	-5.48	3.39	-2.30	1.43	11.80	2.25	-7.03	4.36	3.69	-2.28	**-3.01**	11.42	7.71	4.78	0.01	0.02	-2.50	1.55	**-4.76**	12.51	8.58	4.24
47	-2.13	1.32	-0.88	0.54	8.09	3.65	-5.38	3.34	3.94	-2.45	-0.30	8.85	9.02	3.07	0.01	0.02	-2.21	1.37	-1.85	9.81	9.80	2.59
48	2.63	-1.63	1.18	-0.73	3.52	5.87	-3.25	2.01	4.40	-2.72	4.08	5.53	11.72	0.80	0.00	0.02	-1.88	1.17	2.76	6.35	12.38	0.39
49	5.22	-4.85	2.21	-2.05	-1.22	9.27	-1.18	1.10	3.66	-3.40	5.04	3.45	9.88	-1.04	0.00	0.02	-0.98	0.91	4.35	4.09	10.22	-1.36
50l	6.91	-7.97	2.82	-3.25	-2.49	12.17	-0.90	1.04	3.79	-4.36	6.34	2.00	11.03	**-3.40**	0.00	0.02	-0.64	0.73	5.90	2.51	11.25	**-3.66**
50d	6.91	-7.96	2.82	-3.25	-2.49	12.17	-0.90	1.04	3.79	-4.36	6.34	2.00	11.03	**-3.40**	-0.01	-0.01	-0.64	0.73	5.90	2.51	11.25	**-3.66**
51	5.22	-4.85	2.21	-2.05	-0.94	11.54	-1.18	1.10	3.66	-3.40	5.31	5.73	10.15	1.23	-0.02	-0.02	-0.98	0.91	4.63	6.37	10.49	0.91
52	2.62	-1.62	1.18	-0.73	4.52	6.37	-3.20	1.98	4.40	-2.72	5.12	6.00	12.72	1.29	-0.02	-0.02	-1.88	1.17	3.80	6.82	13.38	0.88
53	-2.14	1.33	-0.88	0.54	7.42	3.59	-5.33	3.31	3.94	-2.45	-0.93	8.77	8.35	3.01	-0.02	-0.02	-2.21	1.37	**-2.47**	9.73	9.12	2.53
54	-5.48	3.40	-2.30	1.43	10.43	2.29	-6.99	4.33	3.69	-2.28	**-4.35**	11.44	6.33	4.83	-0.02	-0.03	-2.50	1.55	**-6.09**	12.52	7.21	4.29
55	-6.65	4.12	-2.83	1.75	12.99	1.54	-7.45	4.62	3.27	-2.03	**-3.94**	12.04	6.78	5.39	-0.01	-0.03	-2.71	1.68	**-5.84**	13.21	7.73	4.80
56	-5.53	3.42	-2.34	1.45	11.73	2.30	-6.57	4.07	3.10	-1.92	**-2.72**	11.25	6.95	5.26	-0.01	-0.03	-2.82	1.75	**-4.69**	12.47	7.94	4.65
57	-2.22	1.38	-0.95	0.59	7.40	4.12	-4.50	2.79	2.91	-1.81	-0.27	8.88	7.14	4.28	-0.01	-0.03	-2.82	1.75	**-2.25**	10.11	8.13	3.67
58	2.51	-1.55	1.08	-0.67	2.63	6.51	-2.46	1.53	3.42	-2.12	3.75	5.82	9.63	2.18	-0.01	-0.03	-2.72	1.69	1.84	7.00	10.58	1.59
59	5.14	-4.77	2.14	-1.98	-1.60	9.26	-0.90	0.83	3.18	-2.95	4.78	3.34	8.85	-0.44	-0.01	-0.03	-1.61	1.49	3.66	4.38	9.42	-0.97
60l	6.84	-7.88	2.75	-3.17	-2.53	11.62	-0.80	0.93	3.64	-4.19	6.26	1.49	10.70	**-3.62**	-0.01	-0.02	-1.17	1.35	5.43	2.44	11.11	**-4.10**
60d	6.83	-7.87	2.75	-3.17	-2.56	11.87	-0.82	0.95	3.67	-4.23	6.20	1.78	10.69	**-3.40**	-0.01	0.01	-1.18	1.36	5.37	2.73	11.10	**-3.88**
61	5.28	-5.28	2.19	-2.20	-1.64	11.49	-1.05	1.05	3.48	-3.49	4.78	5.05	9.31	0.52	-0.01	0.01	-1.32	1.32	3.86	5.98	9.77	0.06
62	3.50	-2.67	1.52	-1.16	0.30	7.74	-2.19	1.67	3.94	-3.00	3.13	5.59	9.25	0.92	-0.02	0.01	-1.70	1.30	1.94	6.49	9.85	0.46
63	0.38	-0.24	0.24	-0.15	5.46	3.91	-4.45	2.77	4.57	-2.85	1.62	6.30	10.65	0.68	-0.02	0.01	-2.00	1.25	0.22	7.18	11.35	0.24
64	-2.98	1.85	-1.18	0.73	8.19	2.80	-5.81	3.61	4.12	-2.56	-1.77	8.99	8.15	2.82	-0.02	0.01	-1.80	1.12	**-3.04**	9.78	8.78	2.43
65	-5.54	3.44	-2.26	1.40	11.61	1.15	-6.70	4.16	3.61	-2.24	**-2.89**	10.16	7.42	3.76	-0.01	0.01	-1.58	0.98	**-3.99**	10.85	7.97	3.41
66	-7.01	4.35	-2.98	1.85	14.05	0.00	-6.99	4.34	3.00	-1.86	**-2.92**	10.53	7.07	4.33	-0.01	0.01	-1.32	0.82	**-3.84**	11.10	7.53	4.05
67	-7.38	4.57	-3.05	1.89	13.78	0.28	-6.57	4.08	2.34	-1.45	**-3.23**	10.82	5.69	5.29	-0.01	0.01	-1.03	0.64	**-3.95**	11.27	6.05	5.07
68	-6.18	3.89	-2.55	1.61	11.42	1.52	-5.12	3.22	1.56	-0.98	**-2.43**	10.23	4.24	6.03	-0.01	0.00	-0.68	0.43	**-2.91**	10.53	4.48	5.88
69	-3.65	2.36	-1.50	0.98	7.71	3.31	-2.86	1.86	0.76	-0.49	-0.30	8.51	3.32	6.16	0.00	0.00	-0.33	0.22	-0.54	8.66	3.44	6.08
70*	-0.18	0.12	-0.07	0.05	7.46	3.12	-0.14	0.09	0.03	-0.02	7.07	3.38	7.24	3.27	0.00	0.00	-0.01	0.01	7.06	3.39	7.25	3.27

Из приложене табеле за постојеће стање констатује се прекорачење напона затезања у следећим пресецима:

За I случај оптерећења
конструкција К1 → 3-5, 14-16, 24-27;
конструкција К2 → 32-35, 39-40d, 44-46, 50l, 50d, 54-56, 60l, 60d, 65-68.

За II случај оптерећења
конструкција К1 → 3-7, 14-16, 24-27;
конструкција К2 → 32-36, 39-40d, 43-46, 50l, 50d, 53-57, 60l, 60d, 64-68.

Неопходно је ојачање, с обзиром да су напони затезања прекорачени у великом броју пресека на конструкцији.

Напони притиска нису су у границама дозвољених у свим пресецима.

4.3.3 Контрола главних напона затезања

У прорачуну су разматрана оптерећења која дају максималне трансверзалне силе са одговарајућим моментима, као и максимални моменти са одговарајућим трансверзалним силама.

Контрола главних напона вршена је за пресеке у близини ослонаца, с обзиром да је на тим местима трансверзална сила максимална (0*, 10l, 10d, 20l, 20d, 30a, 30b, 40l, 40d, 50l, 50d, 60l, 60d и 70*), за трајно стање t= ∞ .

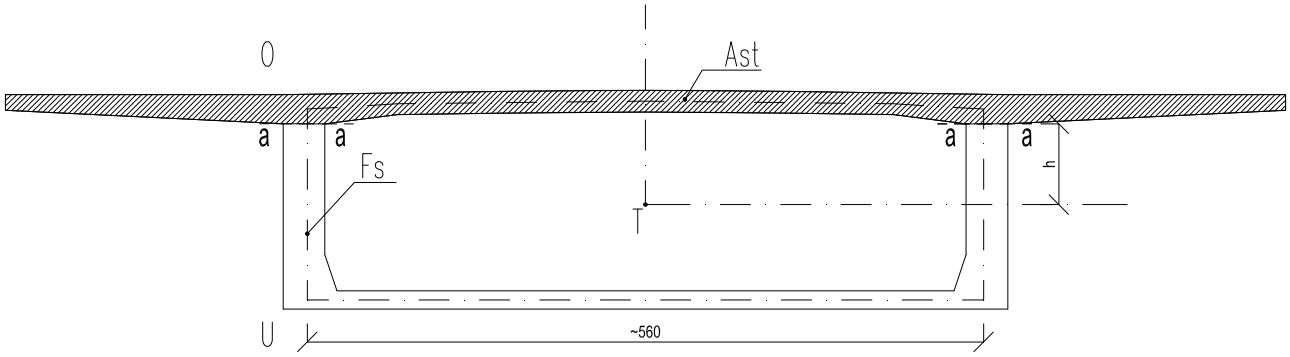
Смичући напони су срачунати од трансверзалне силе и момента торзије.

$$\tau_t = \frac{\sum T \cdot S}{\sum d_r \times I}$$

Нормални напони: $\sigma_z = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{W}$

Главни напони: $\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_z}{2}\right)^2 + \tau^2}$

Главни напони се контролишу у ребру у пресеку a-a, ниво доњег краја вуте плоче.



Допуштени главни напони затезања за МВ 35:

τa = 0.8 MPa – без осигурања, τ = 1.75 MPa – са осигурањем арматуром

Допуштени главни напони затезања за МВ 40:

τa = 0.9 MPa – без осигурања, τ = 2.0 MPa – са осигурањем арматуром

Пресек	x	H	d_{gp}	d_{dp}	d_r	F_b	$I_{b,z}$	W_{bz}^o	F_s	S_i	$S_i/d_r \times I_{b,z}$	h
	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[m^2]	[m^4]	[m^3]	[cm^2]	[m^3]	[$1/m^2$]	cm
0*	0.2	180.0	18.0	15.0	40.0	4.0556	1.9018	4.3321	90742	1.1960	0.7861	43.9
10l	34.5	180.0	18.0	40.0	40.0	5.3556	2.5449	4.0140	83495	1.5812	0.7767	63.4
10d	35.5	180.0	18.0	40.0	40.0	5.3556	2.5449	4.0140	83495	1.5812	0.7767	63.4
20l	69.5	180.0	18.0	40.0	40.0	5.3556	2.5449	4.0140	83495	1.5812	0.7767	63.4
20d	70.5	180.0	18.0	40.0	40.0	5.3556	2.5449	4.0140	83495	1.5812	0.7767	63.4
30a	104.2	180.0	18.0	15.0	40.0	4.0556	1.9018	4.3321	90742	1.1960	0.7861	43.9
30b	106.6	180.0	18.0	15.0	40.0	4.0556	1.9018	4.3321	90742	1.1960	0.7861	43.9
40l	151.9	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
40d	152.9	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
50l	213.0	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
50d	214.0	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
60l	274.1	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
60d	275.1	240.0	18.0	50.0	40.0	6.3556	5.4002	5.3573	114295	2.3516	0.5443	100.8
70*	321.4	180.0	18.0	15.0	40.0	4.0556	1.9018	4.3321	90742	1.1960	0.7861	43.9

Контрола напона:

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		Преднапрезање too-постојећи каблови		саобр.V440-max T2		саобр.V440 - min T2		Осн.опт.са V440 max T2		Осн.опт.са V440 min T2	
Пресек	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	-1.03	0.06	-0.43	0.03	0.22	1.89	0.09	0.02	-0.88	0.02	-1.15	2.00	-2.12	1.99
10l	1.68	-2.98	0.64	-1.20	-1.07	6.50	1.06	-0.09	-0.03	-1.18	2.31	2.23	1.22	1.14
10d	-1.40	-3.02	-0.53	-1.22	0.80	6.58	0.15	0.33	-1.03	-1.50	-0.97	2.67	-2.16	0.84
20l	1.40	-3.09	0.53	-1.25	-0.79	6.51	1.01	-0.03	-0.15	-1.21	2.14	2.14	0.99	0.97
20d	-1.70	-3.04	-0.65	-1.23	1.08	6.53	0.03	0.34	-1.09	-1.58	-1.24	2.60	-2.36	0.69
30a	0.96	0.38	0.40	0.15	-0.24	1.92	0.81	0.26	-0.09	-0.03	1.94	2.72	1.04	2.42
30b	-1.13	0.44	-0.47	0.17	0.38	3.93	0.22	0.18	-0.98	0.06	-1.00	4.73	-2.20	4.61
40l	1.79	-6.18	0.66	-2.49	-0.89	10.21	0.93	0.32	-0.05	-2.47	2.49	1.86	1.51	-0.92
40d	-1.74	-6.18	-0.65	-2.49	0.92	9.99	0.13	0.73	-1.00	-2.91	-1.33	2.04	-2.47	-1.59
50l	1.75	-6.25	0.66	-2.55	-1.07	10.48	0.98	0.40	-0.12	-2.69	2.31	2.09	1.21	-1.00
50d	-1.75	-6.25	-0.66	-2.55	1.07	10.48	0.12	0.81	-0.99	-3.05	-1.21	2.50	-2.32	-1.37
60l	1.74	-6.18	0.65	-2.49	-0.92	9.99	1.00	0.25	-0.13	-2.46	2.47	1.57	1.33	-1.14
60d	-1.78	-6.17	-0.66	-2.49	0.89	10.21	0.05	0.74	-0.94	-2.85	-1.51	2.29	-2.50	-1.30
70*	1.21	0.07	0.50	0.03	-0.92	3.79	1.02	0.05	-0.22	-0.01	1.81	3.95	0.57	3.88

	t0 - темп.промена t_0=+25°C		Δt - темп.разлика Δt =+10°C		Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2	
Пресек	σ_{t0}^u	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	0.00	0.00	-0.11	0.01	-1.23	2.00	-2.08	1.99
10l	0.00	0.06	-0.10	1.15	2.24	3.04	1.26	0.74
10d	0.00	-0.04	0.00	1.14	-0.97	3.47	-2.16	0.44
20l	0.00	0.00	0.00	1.13	2.15	2.93	0.99	0.57
20d	0.00	0.05	0.10	1.16	-1.17	3.41	-2.40	0.28
30a	0.00	0.00	0.10	0.04	2.01	2.74	1.00	2.41
30b	0.00	0.00	-0.10	0.03	-1.07	4.75	-2.17	4.60
40l	0.00	0.00	-0.07	1.05	2.44	2.60	1.53	-1.29
40d	0.00	0.00	0.02	1.06	-1.32	2.78	-2.48	-1.96
50l	0.00	0.02	0.02	0.57	2.33	2.49	1.20	-1.21
50d	0.00	-0.01	-0.02	0.57	-1.23	2.90	-2.31	-1.57
60l	0.00	-0.02	-0.02	1.06	2.45	2.31	1.34	-1.52
60d	0.00	0.01	0.07	1.07	-1.46	3.04	-2.52	-1.67
70*	0.00	0.00	0.10	0.01	1.87	3.95	0.54	3.88

	neojacano			
	Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2	
Пресек	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	2.58	-0.58	3.30	-1.31
10l	4.22	-1.19	1.68	-0.94
10d	3.72	-0.25	2.39	-1.95
20l	4.06	-1.13	1.32	-0.74
20d	3.77	-0.36	2.55	**-2.26**
30a	3.80	-1.06	2.77	-0.36
30b	4.98	-0.23	5.46	-0.86
40l	4.06	-1.47	1.02	-2.31
40d	3.31	-0.52	1.68	**-3.65**
50l	3.89	-1.40	0.74	-1.95
50d	3.35	-0.45	1.66	-3.23
60l	3.86	-1.55	0.78	-2.30
60d	3.63	-0.59	1.82	-3.49
70*	4.70	-0.75	3.95	-0.07

Неопходно је ојачање, с обзиром да су напони прекорачени.

4.4 ОЈАЧАЊЕ ГЛАВНИХ НОСАЧА

4.4.1 Нови каблови за преднапрезање

На основу резултата добијених у поглављу 4.3.2. Контрола нормалних напона и поглављу 4.3.3. Контрола главних напона затезања, изводи се закључак да је неопходно ојачање конструкције. Предвиђено је додатно спољашње преднапрезање и то:

конструкција К1 → 7Ø16 система SPB SUPER Y1860S7 или слично, са почетном силом преднапрезања од 0.7×Fp=1367kN

1. 6 каблова између пресека 1-29.

конструкција К2 → 7Ø16 система SPB SUPER Y1860S7 или слично, са почетном силом преднапрезања од 0.8×Fp=1562kN.

1. 6 каблова између пресека 30'-42', 57'-69';
2. 8 каблова између пресека 42'-57'.

Предвиђено је ојачање кабловима у глаткој пластичној заштитној цеви Ø75mm.
Траса нових каблова је приказана у Графичкој документацији.

Подаци о кабловима из проспекта:
Површина попречног пресека 1Ø16mm $f_k = 150mm^2$
Карактеристична чврстоћа $\sigma_k = 1860MPa$

Пошто се највећи део скупљања и течења већ обавио трајна сила за нове каблове срачунаће се узимајући у обзир само губитке услед уклињавања, трења еластичног скраћења и релаксације.

Прорачун губитака:

Губици силе преднапрезања од трења :

Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији, у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања према формули :

$$\Delta N_{k,tr} = N_k (1 - e^{-(\mu\alpha + kx)})$$

N_k=1367 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К1
N_k=1562 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К2
μ= 0.06 1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0 (коефицијент трења услед колебања жице)

Губици силе преднапрезања од уклињавања :

Урађени су посебно за сваку позицију кабла, а коришћена је формула :

$$\Delta N_{k,ukl} = 2N_k x_k (\mu \frac{\alpha}{l} + k)$$

$$x_k = \sqrt{\frac{\Delta_k E_k F_k}{N_k (\mu \alpha / l + k)}}$$

N_k=1367 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К1
N_k=1562 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К2
μ= 0.06 1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0 (коефицијент трења услед колебања жице)

Губици од еластичног скраћења носача :

Губици од еластичног скраћења срачунати су за укупни пресек помоћу формуле:

$$\Delta N_{k,el} = \frac{1}{2}\frac{r-1}{r} E_k F_k \Delta\varepsilon_{bk}$$

r – број каблова у пресеку

E_k – модуо еластичности каблова

F_k – укупна површина каблова у пресеку

$\Delta\varepsilon_{bk}$ – дилатација бетона на месту каблова од утицаја сопствене тежине сандука и утицаја од силе преднапрезања умањеног за губитке од трења и уклињавања. Ови утицаји су добијени из линијског система.

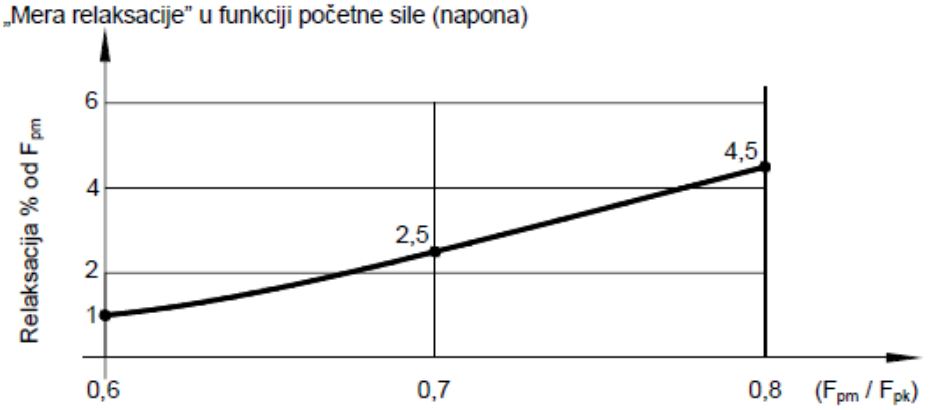
На овај начин су добијени губици за укупни пресек.

Силе преднапрезања овако умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе преднапрезања за t=0, у рачунским пресецима.

Губици силе преднапрезања од релаксације кабла :

За каблове који се додају овим пројектом рехабилитације мера релаксације кабловског челика усвојена је према техничким подацима IMS-овог система за преднапрезање SPB SUPER:

a) „Mera relaksacije" u funkciji početne sile (napona)



b) Orijentacione vrednosti pada sile (napona) u toku prvih 1000 časova

Vreme u časovima	1	5	20	100	200	500	1000
Pad sile (napona) u % u toku vremena u odnosu na 1000 h	15	25	35	55	65	85	100

За овако одређене губитке формиран је резултујући кабл (који обухвата све позиције) и унете су силе $N_{i,sr}$ и њихови ексцентрицитети у линијски модел (за сваки штап осредњене су силе из крајњих пресека штапа), а од њих су добијени утицаји од преднапрезања помоћу којих су срачунати утицаји од додатих каблова.

Каблови	**7 ø 16**		
fk	**186**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**10.5**	cm^2	површина кабла
Nk	**1367**	KN	сила на преси
k	**0**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.06**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		

Губици силе преднапрезања од трења и уклињавања

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	$\Delta\alpha$	$\sum$l	$\sum\alpha$	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	$\sum$l	$\sum\alpha$	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	ΔNk,tr+ukl	Nko	ΔNk^{tr+kl}	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
	6	1d	0.000	0.500					42.51		39	98.190	0.543	42.51	44	-50	39	7971	2.82	1d	-0.59100	-4711
	6	2	3.500	0.393	3.502	0.000	3.502	0.000	42.51	0	35	94.688	0.543	42.51	44	-47	35	7990	2.59	2	-0.70600	-5641
	6	3	7.000	0.285	3.502	0.021	7.003	0.021	42.51	2	32	91.187	0.542	42.51	44	-44	34	7998	2.48	3	-0.82300	-6583
	6	4	10.500	0.250	3.500	0.010	10.503	0.031	42.51	3	29	87.686	0.521	42.51	42	-41	32	8013	2.31	4	-0.86100	-6899
	6	5	14.000	0.250	3.500	0.000	14.003	0.031	42.51	3	26	84.186	0.511	42.51	41	-38	28	8032	2.08	5	-0.86100	-6915
	6	6	17.500	0.250	3.500	0.033	17.503	0.064	42.51	5	23	80.686	0.511	42.51	41	-35	28	8034	2.04	6	-0.86100	-6918
	6	7	21.000	0.366	3.502	0.065	21.005	0.129	42.51	11	19	77.185	0.478	42.51	39	-31	30	8022	2.20	7	-0.71100	-5703
	6	8	24.500	0.710	3.517	0.000	24.522	0.129	42.51	11	16	73.668	0.414	42.51	33	-28	27	8041	1.96	8	-0.27500	-2211
	6	9	28.000	1.054	3.517	0.022	28.039	0.151	42.51	12	13	70.151	0.414	42.51	33	-25	25	8049	1.86	9	0.12900	1038
	6	10	31.500	1.320	3.510	0.000	31.549	0.151	42.51	12	10	66.641	0.391	42.51	32	-22	22	8068	1.63	10	0.43100	3477
	6	11	35.000	1.054	3.510	0.022	35.059	0.173	42.51	14	7	63.131	0.391	42.51	32	-19	21	8077	1.53	11	0.12900	1042
	6	12	38.500	0.710	3.517	0.000	38.576	0.173	42.51	14	4	59.614	0.369	42.51	30	-16	18	8096	1.30	12	-0.27500	-2226
	6	13	42.000	0.366	3.517	0.065	42.093	0.238	42.51	19	0	56.097	0.369	42.51	30	-12	20	8083	1.45	13	-0.71100	-5747
	6	14	45.500	0.250	3.502	0.033	45.595	0.271	42.51	22	-3	52.595	0.304	42.51	25	-9	22	8070	1.61	14	-0.86100	-6948
I	6	15	49.000	0.250	3.500	0.000	49.095	0.271	42.51	22	-6	49.095	0.271	42.51	22	-6	22	8070	1.61	15	-0.86100	-6948
	6	16	52.500	0.250	3.500	0.033	52.595	0.304	42.51	25	-9	45.595	0.271	42.51	22	-3	22	8070	1.61	16	-0.86100	-6948
	6	17	56.000	0.366	3.502	0.065	56.097	0.369	42.51	30	-12	42.093	0.238	42.51	19	0	20	8083	1.45	17	-0.71100	-5747
	6	18	59.500	0.710	3.517	0.000	59.614	0.369	42.51	30	-16	38.576	0.173	42.51	14	4	18	8096	1.30	18	-0.27500	-2226
	6	19	63.000	1.054	3.517	0.022	63.131	0.391	42.51	32	-19	35.059	0.173	42.51	14	7	21	8077	1.53	19	0.12900	1042
	6	20	66.500	1.320	3.510	0.000	66.641	0.391	42.51	32	-22	31.549	0.151	42.51	12	10	22	8068	1.63	20	0.43100	3477
	6	21	70.000	1.054	3.510	0.022	70.151	0.414	42.51	33	-25	28.039	0.151	42.51	12	13	25	8049	1.86	21	0.12900	1038
	6	22	73.500	0.710	3.517	0.000	73.668	0.414	42.51	33	-28	24.522	0.129	42.51	11	16	27	8041	1.96	22	-0.27500	-2211
	6	23	77.000	0.366	3.517	0.065	77.185	0.478	42.51	39	-31	21.005	0.129	42.51	11	19	30	8022	2.20	23	-0.71100	-5703
	6	24	80.500	0.250	3.502	0.033	80.686	0.511	42.51	41	-35	17.503	0.064	42.51	5	23	28	8034	2.04	24	-0.86100	-6918
	6	25	84.000	0.250	3.500	0.000	84.186	0.511	42.51	41	-38	14.003	0.031	42.51	3	26	28	8032	2.08	25	-0.86100	-6915
	6	26	87.500	0.250	3.500	0.010	87.686	0.521	42.51	42	-41	10.503	0.031	42.51	3	29	32	8013	2.31	26	-0.86100	-6899
	6	27	91.000	0.285	3.500	0.021	91.187	0.542	42.51	44	-44	7.003	0.021	42.51	2	32	34	7998	2.48	27	-0.82300	-6583
	6	28	94.500	0.393	3.502	0.000	94.688	0.543	42.51	44	-47	3.502	0.000	42.51	0	35	35	7990	2.59	28	-0.70600	-5641
	6	29I	98.000	0.500	3.502	0.000	98.190	0.543	42.51	44	-50	0.000	0.000	42.51	0	39	39	7971	2.82	29I	-0.59100	-4711

Тренутни губици
Силе преднапрезања у рачунским пресецима након тренутних губитака

Presek	N_k	N_{ko}	N_{sr}	M_{pn}	M_{pn}	M_g	ΣM	r	F_k
	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1l	0	0	-	0	445	4045	4490	0	0
1d	8202	7875	7894	-4654	-4218	4045	-173	6	63
2	8202	7913	7922	-5586	-4680	6885	2205	6	63
3	8202	7930	7945	-6527	-5181	8567	3386	6	63
4	8202	7959	7978	-6852	-5060	9049	3989	6	63
5	8202	7997	8000	-6885	-4643	8372	3729	6	63
6	8202	8002	7990	-6890	-4214	6601	2387	6	63
7	8202	7977	7997	-5672	-2559	3673	1114	6	63
8	8202	8016	8024	-2204	1379	-522	857	6	63
9l	8202	8033	-	1036	5035	-6044	-1009	6	63
9d	8202	8033	8044	1036	5035	-6044	-1009	6	63
10	8202	8055	8044	3471	7906	-13077	-5171	6	63
11	8202	8033	8033	1036	5487	-7319	-1832	6	63
12l	8202	8033	-	-2209	2259	-3071	-812	6	63
12d	8202	8033	8002	-2209	2259	-3071	-812	6	63
13	8202	7971	7955	-5667	-1191	-150	-1341	6	63
14	8202	7939	7939	-6836	-2422	1503	-919	6	63
15	8202	7939	7939	-6836	-2379	2000	-379	6	63
16	8202	7939	7955	-6836	-2422	1396	-1026	6	63
17	8202	7971	8002	-5667	-1191	-365	-1556	6	63
18l	8202	8033	-	-2209	2259	-3336	-1077	6	63
18d	8202	8033	8033	-2209	2259	-3336	-1077	6	63
19	8202	8033	8044	1036	5487	-7577	-2090	6	63
20	8202	8055	8044	3471	7906	-13328	-5422	6	63
21l	8202	8033	-	1036	5035	-6207	-1172	6	63
21d	8202	8033	8024	1036	5035	-6207	-1172	6	63
22	8202	8016	7997	-2204	1379	-596	783	6	63
23	8202	7977	7990	-5672	-2559	3688	1129	6	63
24	8202	8002	8000	-6890	-4214	6705	2491	6	63
25	8202	7997	7978	-6885	-4643	8565	3922	6	63
26	8202	7959	7945	-6852	-5060	9324	4264	6	63
27	8202	7930	7922	-6527	-5181	8937	3756	6	63
28	8202	7913	7894	-5586	-4680	7344	2664	6	63
29l	8202	7875	-	-4654	-4218	4593	375	6	63
29d	0	0	0	0	445	4593	5038	0	0
30a	0	0	-	0		1651	1651	0	0
30	0	0	-	0	0	0	0	0	0

Presek	F_b	I_b	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\triangle N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\triangle N_{k,to}$
	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)
0	40556	190180000	-	0.00	0.00	-	-	-
1l	39260	187330000	-	0.00	0.00	-	-	-
1d	39260	187330000	-59.1	0.20	0.06	31	7844	4.4
2	37821	184110000	-70.6	0.21	0.06	33	7880	3.9
3	36383	180840000	-82.3	0.22	0.07	34	7896	3.7
4	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7924	3.4
5	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7962	2.9
6	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7968	2.9
7	37646	191670000	-71.1	0.21	0.06	33	7944	3.1
8	43373	222760000	-27.5	0.19	0.06	29	7987	2.6
9l	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8007	2.4
9d	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8007	2.4
10	53556	254490000	43.1	0.15	0.05	23	8031	2.1
11	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8008	2.4
12l	43373	222760000	-27.5	0.18	0.06	29	8004	2.4
12d	43373	222760000	-27.5	0.18	0.06	29	8004	2.4
13	37646	191670000	-71.1	0.21	0.06	33	7938	3.2
14	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	34	7905	3.6
15	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	34	7905	3.6
16	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	34	7905	3.6
17	37646	191670000	-71.1	0.21	0.06	33	7938	3.2
18l	43373	222760000	-27.5	0.18	0.06	29	8004	2.4
18d	43373	222760000	-27.5	0.18	0.06	29	8004	2.4
19	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8008	2.4
20	53556	254490000	43.1	0.15	0.05	23	8031	2.1
21l	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8007	2.4
21d	48888	242800000	12.9	0.16	0.05	25	8007	2.4
22	43373	222760000	-27.5	0.19	0.06	29	7987	2.6
23	37646	191670000	-71.1	0.21	0.06	33	7944	3.1
24	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7968	2.9
25	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7962	2.9
26	35952	179840000	-86.1	0.22	0.07	35	7924	3.4
27	36383	180840000	-82.3	0.22	0.07	34	7896	3.7
28	37821	184110000	-70.6	0.21	0.06	33	7880	3.9
29l	39260	187330000	-59.1	0.20	0.06	31	7844	4.4
29d	39260	187330000	-	0.00	0.00	-	-	-
30a	40556	190180000	-	0.00	0.00	-	-	-
30	58670	36070000	-	0.00	0.00	-	-	-

Временски губици
Губици силе преднапрезања од релаксације кабла :

Presek	$N_{k,to}$	F_k	$N_{k,t0}/(nxN_{pk}$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$	$N_{k,sr,too}$	$\triangle N_{k,too}$
	[KN]	[cm^2]	[-]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
0	-	0	-	-	-	-	-
1l	-	0	-	-	-	-	-
1d	7844	63	0.669	480	7364	7375	10.2
2	7880	63	0.672	493	7387	7392	9.9
3	7896	63	0.674	499	7397	7406	9.8
4	7924	63	0.676	509	7414	7426	9.6
5	7962	63	0.679	524	7438	7440	9.3
6	7968	63	0.680	526	7442	7435	9.3
7	7944	63	0.678	517	7427	7441	9.4
8	7987	63	0.682	533	7454	7460	9.1
9l	8007	63	0.683	540	7467	-	9.0
9d	8007	63	0.683	540	7467	7474	9.0
10	8031	63	0.685	550	7482	7474	8.8
11	8008	63	0.683	541	7467	7466	9.0
12l	8004	63	0.683	539	7465	-	9.0
12d	8004	63	0.683	539	7465	7444	9.0
13	7938	63	0.677	515	7423	7413	9.5
14	7905	63	0.675	503	7402	7402	9.7
15	7905	63	0.675	503	7402	7402	9.7
16	7905	63	0.675	503	7402	7413	9.7
17	7938	63	0.677	515	7423	7444	9.5
18l	8004	63	0.683	539	7465	-	9.0
18d	8004	63	0.683	539	7465	7466	9.0
19	8008	63	0.683	541	7467	7474	9.0
20	8031	63	0.685	550	7482	7474	8.8
21l	8007	63	0.683	540	7467		9.0
21d	8007	63	0.683	540	7467	7460	9.0
22	7987	63	0.682	533	7454	7441	9.1
23	7944	63	0.678	517	7427	7435	9.4
24	7968	63	0.680	526	7442	7440	9.3
25	7962	63	0.679	524	7438	7426	9.3
26	7924	63	0.676	509	7414	7406	9.6
27	7896	63	0.674	499	7397	7392	9.8
28	7880	63	0.672	493	7387	7375	9.9
29l	7844	63	0.669	480	7364	-	10.2
29d	-	0	-	-	-	-	-
30a	-	0	-	-	-	-	-
30	-	0	-	-	-	-	-

Каблови	**7 ø 16**		
fk	**186**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**10.5**	cm^2	површина кабла
Nk	**1562**	KN	сила на преси
k	**0**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.06**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		

Губици силе преднапрезања од трења и уклињавања

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	$\Delta\alpha$	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	ΔNk,tr+ukl	Nko	ΔNk^{tr+kl}	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
XI	4	PK	0.000	0.501					56.84		29	113.969	0.308	56.84	29	-29	29	6133	1.84	PK	0.50100	3072
	4	31	1.250	0.458	1.251	0.000	1.251	0.000	56.84	0	28	112.718	0.308	56.84	29	-28	28	6135	1.81	31	-0.63200	-3877
	4	32	5.950	0.295	4.703	0.013	5.954	0.013	56.84	1	26	108.015	0.308	56.84	29	-26	27	6140	1.73	32	-0.80100	-4918
	4	33	10.650	0.191	4.701	0.012	10.655	0.025	56.84	2	23	103.314	0.295	56.84	27	-24	26	6145	1.65	33	-0.89200	-5481
	4	34	15.350	0.145	4.700	0.000	15.355	0.025	56.84	2	21	98.614	0.283	56.84	26	-21	23	6154	1.50	34	-0.92900	-5717
	4	35	20.050	0.100	4.700	0.006	20.055	0.031	56.84	3	19	93.914	0.283	56.84	26	-19	22	6162	1.38	35	-0.95200	-5866
	4	36	24.750	0.028	4.701	0.022	24.756	0.053	56.84	5	16	89.213	0.277	56.84	26	-16	21	6163	1.36	36	-0.99700	-6145
	4	37	29.450	0.203	4.703	0.053	29.459	0.106	56.84	10	14	84.510	0.255	56.84	24	-14	24	6153	1.52	37	-0.79100	-4867
	4	38	34.150	0.626	4.719	0.000	34.178	0.106	56.84	10	11	79.791	0.203	56.84	19	-12	21	6163	1.37	38	-0.22500	-1387
	4	39	38.850	1.049	4.719	0.015	38.897	0.121	56.84	11	9	75.072	0.203	56.84	19	-9	20	6166	1.30	39	0.40000	2467
	4	40	43.550	1.400	4.713	0.011	43.610	0.132	56.84	12	7	70.359	0.187	56.84	17	-7	19	6172	1.22	40	0.88500	5462
	4	41	49.660	1.011	6.122	0.010	49.732	0.142	56.84	13	4	64.237	0.177	56.84	16	-4	17	6181	1.08	41	0.27200	1681
	4	42	55.770	0.562	6.126	0.000	55.859	0.142	56.84	13	0	58.110	0.167	56.84	16	-1	14	6193	0.88	42	-0.46100	-2855
	4	VK	59.325	0.302	3.564	0.067	59.423	0.209	56.84	19	-1	54.546	0.166	56.84	16	1	17	6181	1.07	VK	0.30200	1867
	4	43	61.880	0.287	2.555	0.001	61.978	0.210	56.84	20	-3	51.991	0.099	56.84	9	2	12	6201	0.75	43	-0.78500	-4868
	4	44	67.990	0.255	6.110	0.005	68.089	0.215	56.84	20	-6	45.880	0.099	56.84	9	6	15	6189	0.95	44	-0.84700	-5242
	4	45	74.100	0.255	6.110	0.000	74.199	0.215	56.84	20	-9	39.770	0.093	56.84	9	9	17	6178	1.11	45	-0.85600	-5289
	4	46	80.210	0.255	6.110	0.014	80.309	0.229	56.84	21	-12	33.660	0.093	56.84	9	12	20	6166	1.31	46	-0.84700	-5223
	4	47	86.320	0.340	6.111	0.020	86.419	0.249	56.84	23	-15	27.550	0.079	56.84	7	15	22	6159	1.43	47	-0.73200	-4508
	4	48	92.430	0.546	6.113	0.041	92.533	0.289	56.84	27	-18	21.436	0.060	56.84	6	18	24	6154	1.51	48	-0.47700	-2935
	4	49	98.540	1.002	6.127	0.009	98.660	0.299	56.84	28	-21	15.309	0.019	56.84	2	21	23	6157	1.46	49	0.26300	1619
	4	50	104.650	1.400	6.123	0.000	104.783	0.299	56.84	28	-24	9.186	0.009	56.84	1	24	25	6148	1.60	50	0.88500	5441
	4	51	110.760	1.002	6.123	0.009	110.905	0.308	56.84	29	-27	3.063	0.009	56.84	1	27	28	6135	1.80	51	0.26300	1614
	4	KK	113.815	0.774	3.063	0.000	113.969	0.308	56.84	29	-29	0.000	0.000	56.84	0	29	29	6133	1.84	KK	0.77400	4747

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	Δα	∑l	∑α	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	∑l	∑α	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	ΔNk,tr+ukl	Nko	ΔNk^{tr+kl}	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
XII	2	PK	0.000	0.501					62.39		26	97.084	0.218	62.39	20	-15	26	3071	1.68	PK	0.50100	1539
	2	31	1.250	0.458	1.251	0.000	1.251	0.000	62.39	0	26	95.833	0.218	62.39	20	-14	26	3072	1.65	31	-0.63200	-1942
	2	32	5.950	0.295	4.703	0.013	5.954	0.013	62.39	1	24	91.130	0.218	62.39	20	-12	25	3074	1.60	32	-0.80100	-2462
	2	33	10.650	0.191	4.701	0.012	10.655	0.025	62.39	2	22	86.429	0.205	62.39	19	-10	24	3076	1.54	33	-0.89200	-2744
	2	34	15.350	0.145	4.700	0.000	15.355	0.025	62.39	2	20	81.729	0.193	62.39	18	-8	22	3080	1.42	34	-0.92900	-2861
	2	35	20.050	0.100	4.700	0.006	20.055	0.031	62.39	3	18	77.028	0.193	62.39	18	-6	21	3083	1.33	35	-0.95200	-2935
	2	36	24.750	0.028	4.701	0.022	24.756	0.053	62.39	5	16	72.328	0.187	62.39	17	-4	21	3082	1.33	36	-0.99700	-3073
	2	37	29.450	0.203	4.703	0.053	29.459	0.106	62.39	10	14	67.625	0.165	62.39	15	-2	24	3077	1.52	37	-0.79100	-2434
	2	38	34.150	0.626	4.719	0.000	34.178	0.106	62.39	10	12	62.906	0.112	62.39	10	0	22	3081	1.39	38	-0.22500	-693
	2	39	38.850	1.049	4.719	0.015	38.897	0.121	62.39	11	10	58.187	0.112	62.39	10	2	23	3078	1.47	39	0.40000	1231
	2	40	43.550	1.400	4.713	0.011	43.610	0.132	62.39	12	8	53.474	0.097	62.39	9	4	24	3076	1.53	40	0.88500	2722
	2	41	49.660	1.011	6.122	0.010	49.732	0.142	62.39	13	5	47.351	0.086	62.39	8	6	20	3085	1.26	41	0.27200	839
	2	42	55.770	0.562	6.126	0.000	55.859	0.142	62.39	13	3	41.225	0.076	62.39	7	9	19	3086	1.20	42	-0.46100	-1423
	2	VK	59.325	0.302	3.564	0.067	59.423	0.209	62.39	19	1	37.660	0.076	62.39	7	10	19	3086	1.20	VK	0.30200	932
	2	43	61.880	0.287	2.555	0.001	61.978	0.210	62.39	20	0	35.105	0.009	62.39	1	11	12	3099	0.80	43	-0.78500	-2433
	2	44	67.990	0.255	6.110	0.005	68.089	0.215	62.39	20	-2	28.995	0.008	62.39	1	14	15	3094	0.95	44	-0.84700	-2621
	2	45	74.100	0.255	6.110	0.000	74.199	0.215	62.39	20	-5	22.885	0.003	62.39	0	17	17	3090	1.08	45	-0.85600	-2645
	2	46	80.210	0.255	6.110	0.003	80.309	0.218	62.39	20	-8	16.775	0.003	62.39	0	19	19	3085	1.25	46	-0.84700	-2613
	2	47	86.320	0.273	6.110	0.000	86.419	0.218	62.39	20	-10	10.665	0.000	62.39	0	22	22	3080	1.39	47	-0.79900	-2461
	2	48	92.430	0.291	6.110	0.000	92.529	0.218	62.39	20	-13	4.555	0.000	62.39	0	24	24	3075	1.56	48	-0.73200	-2251
	2	KK	96.985	0.305	4.555	0.000	97.084	0.218	62.39	20	-15	0.000	0.000	62.39	0	26	26	3071	1.68	KK	0.30500	937

POS	Бр. Каб.	Presek	x	y	l	Δα	∑l	∑α	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	∑l	∑α	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	ΔNk,tr+ukl	Nko	ΔNk^{tr+kl}	Presek	e	Nko*e
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
XIII	2	PK	0.000	0.302					191.82		9	37.660	0.009	191.82	1	7	15	3093	0.99	PK	0.30200	934
	2	43	2.555	0.287	2.555	0.001	2.555	0.001	191.82	0	8	35.105	0.009	191.82	1	7	15	3093	0.99	43	-0.78500	-2428
	2	44	8.665	0.255	6.110	0.005	8.665	0.006	191.82	1	8	28.995	0.008	191.82	1	7	16	3092	1.02	44	-0.84700	-2619
	2	45	14.775	0.255	6.110	0.000	14.775	0.006	191.82	1	8	22.885	0.003	191.82	0	8	16	3092	1.02	45	-0.85600	-2647
	2	46	20.885	0.255	6.110	0.003	20.885	0.009	191.82	1	8	16.775	0.003	191.82	0	8	16	3093	1.00	46	-0.84700	-2619
	2	47	26.995	0.273	6.110	0.000	26.995	0.009	191.82	1	7	10.665	0.000	191.82	0	8	15	3093	0.99	47	-0.79900	-2471
	2	48	33.105	0.291	6.110	0.000	33.105	0.009	191.82	1	7	4.555	0.000	191.82	0	8	15	3093	0.99	48	-0.73200	-2264
	2	KK	37.660	0.305	4.555	0.000	37.660	0.009	191.82	1	7	0.000	0.000	191.82	0	9	15	3093	0.99	KK	0.30500	943

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	△α	Σl	Σα	xk	△Nk,tr	△Nk,ukl	Σl	Σα	xk	△Nk,tr	△Nk,ukl	△Nk,tr+ukl	Nko	△Nk[tr+ukl]	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
XI'	4	PK	0.000	0.501					58.87		28	120.066	0.303	58.87	28	-29	28	6137	1.78	PK	0.50100	3074
	4	69	1.250	0.458	1.251	0.000	1.251	0.000	58.87	0	27	118.815	0.303	58.87	28	-28	27	6139	1.75	69	-0.63200	-3880
	4	68	5.950	0.295	4.703	0.013	5.954	0.013	58.87	1	25	114.113	0.302	58.87	28	-26	26	6143	1.68	68	-0.80100	-4921
	4	67	10.650	0.191	4.701	0.012	10.655	0.025	58.87	2	23	109.412	0.290	58.87	27	-24	25	6147	1.61	67	-0.89200	-5483
	4	66	15.350	0.145	4.700	0.000	15.355	0.025	58.87	2	21	104.711	0.278	58.87	26	-22	23	6156	1.47	66	-0.92900	-5719
	4	65	20.050	0.100	4.700	0.006	20.055	0.031	58.87	3	18	100.011	0.277	58.87	26	-19	21	6163	1.36	65	-0.95200	-5867
	4	64	24.750	0.028	4.701	0.022	24.756	0.053	58.87	5	16	95.311	0.272	58.87	25	-17	21	6164	1.35	64	-0.99700	-6145
	4	63	29.450	0.203	4.703	0.053	29.459	0.106	58.87	10	14	90.607	0.250	58.87	23	-15	24	6153	1.52	63	-0.79100	-4867
	4	62	34.150	0.626	4.719	0.000	34.178	0.106	58.87	10	12	85.888	0.197	58.87	18	-13	22	6162	1.38	62	-0.22500	-1386
	4	61	38.850	1.049	4.719	0.015	38.897	0.121	58.87	11	9	81.169	0.197	58.87	18	-11	21	6165	1.33	61	0.40000	2466
	4	60	43.550	1.400	4.713	0.011	43.610	0.132	58.87	12	7	76.456	0.182	58.87	17	-8	20	6170	1.25	60	0.88500	5460
	4	59	49.660	1.011	6.122	0.010	49.732	0.142	58.87	13	4	70.334	0.171	58.87	16	-5	18	6178	1.12	59	0.27200	1680
	4	58	55.770	0.562	6.126	0.000	55.859	0.142	58.87	13	1	64.207	0.161	58.87	15	-3	15	6189	0.94	58	-0.46100	-2853
	4	VK	59.325	0.302	3.564	0.067	59.423	0.209	58.87	19	0	60.643	0.161	58.87	15	-1	19	6170	1.25	VK	0.30200	1863
	4	57	61.880	0.287	2.555	0.001	61.978	0.210	58.87	20	-1	58.088	0.094	58.87	9	0	9	6211	0.58	57	-0.78500	-4876
	4	56	67.990	0.255	6.110	0.005	68.089	0.215	58.87	20	-4	51.978	0.093	58.87	9	3	12	6200	0.77	56	-0.84700	-5252
	4	55	74.100	0.255	6.110	0.000	74.199	0.215	58.87	20	-7	45.868	0.088	58.87	8	6	14	6191	0.92	55	-0.85600	-5299
	4	54	80.210	0.255	6.110	0.003	80.309	0.218	58.87	20	-10	39.758	0.088	58.87	8	9	17	6179	1.10	54	-0.84700	-5234
	4	53	86.320	0.273	6.110	0.000	86.419	0.218	58.87	20	-13	33.648	0.085	58.87	8	12	20	6169	1.27	53	-0.79900	-4929
	4	52	92.430	0.291	6.110	0.039	92.529	0.256	58.87	24	-16	27.538	0.085	58.87	8	15	23	6157	1.46	52	-0.73200	-4507
	4	VK	98.540	0.545	6.115	0.007	98.644	0.263	58.87	24	-19	21.422	0.046	58.87	4	18	22	6160	1.41	VK	0.54500	3357
	4	51	104.650	0.756	6.114	0.030	104.757	0.293	58.87	27	-22	15.309	0.039	58.87	4	21	24	6151	1.55	51	0.01700	105
	4	50	110.760	1.150	6.123	0.000	110.880	0.293	58.87	27	-25	9.186	0.009	58.87	1	23	24	6151	1.56	50	0.63500	3906
	4	49	116.870	0.756	6.123	0.009	117.003	0.303	58.87	28	-27	3.063	0.009	58.87	1	26	27	6139	1.75	49	0.01700	104
	4	KK	119.925	0.530	3.063	0.000	120.066	0.303	58.87	28	-29	0.000	0.000	58.87	0	28	28	6137	1.78	KK	0.53000	3252

Тренутни губици
Силе преднапрезања у рачунским пресецима након тренутних губитака

Presek	N_k	N_{ko}	N_{sr}	M_{pn}	M_{pn}	M_g	ΣM	r	F_k
	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]
30b	0	0	4570	0	0	1913	1913	0	0
31	9372	9140	9145	-5550	-4825	6352	1527	6	63
32	9372	9151	9157	-7260	-5802	10445	4643	6	63
33	9372	9163	9176	-8173	-6000	12389	6389	6	63
34	9372	9190	9200	-8537	-5636	12233	6597	6	63
35	9372	9211	9212	-8769	-5148	10067	4919	6	63
36	9372	9214	9198	-9186	-4851	5685	834	6	63
37	9372	9183	9196	-7263	-2214	-741	-2955	6	63
38	9372	9210	9215	-2072	3723	-9405	-5682	6	63
39	9372	9221	9221	3688	10153	-20606	-10453	6	63
40l / 40d	9372	9221	9230	8161	15349	-33093	-17744	6	63
41	9372	9239	9240	2513	9674	-17437	-7763	6	63
42	9372	9241	10803	-4260	2900	-4792	-1892	6	63
43	12496	12364	12358	-9706	-2617	3857	1240	8	84
44	12496	12351	12347	-10462	-3429	9099	5670	8	84
45	12496	12343	12325	-10565	3577	10745	14322	8	84
46	12496	12308	12296	-10425	-3493	9030	5537	8	84
47	12496	12285	12274	-9404	-2518	3720	1202	8	84
48	12496	12264	12247	-7415	-569	-4997	-5566	8	84
49	12496	12230	12233	1717	8510	-17712	-9202	8	84
50l / 50d	12496	12235		9298	16012	-33473	-17461	8	84
51	12496	12230	12233	1717	8510	-17712	-9202	8	84
52	12496	12264	12247	-7415	-569	-4997	-5566	8	84
53	12496	12285	12274	-9404	-2518	3720	1202	8	84
54	12496	12308	12296	-10425	-3493	9030	5537	8	84
55	12496	12343	12325	-10565	3577	10745	14322	8	84
56	12496	12351	12347	-10462	-3429	9099	5670	8	84
57	12496	12364	12358	-9706	-2617	3857	1240	8	84
58	9372	9241	10803	-4260	2900	-4792	-1892	6	63
59	9372	9239	9240	2513	9674	-17437	-7763	6	63
60l / 60d	9372	9221	9230	8161	15349	-33093	-17744	6	63
61	9372	9221	9221	3688	10153	-20606	-10453	6	63
62	9372	9210	9215	-2072	3723	-9405	-5682	6	63
63	9372	9183	9196	-7263	-2214	-741	-2955	6	63
64	9372	9214	9198	-9186	-4851	5685	834	6	63
65	9372	9211	9212	-8769	-5148	10067	4919	6	63
66	9372	9190	9200	-8537	-5636	12233	6597	6	63
67	9372	9163	9176	-8173	-6000	12389	6389	6	63
68	9372	9151	9157	-7260	-5802	10445	4643	6	63
69	9372	9140	9145	-5550	-4825	6352	1527	6	63
70a	0	0	4570	0	0	1913	1913	0	0

Presek	F_b	I_b	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\Delta N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\Delta N_{k,to}$
	[cm^2]	[cm^4]	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)
30b	40556	190180000	-	0.00	0.00	-	-	-
31	39001	187940000	-60.7	0.24	0.07	35	9104	2.9
32	37085	187730000	-79.3	0.25	0.07	38	9113	2.8
33	36153	189910000	-89.2	0.26	0.08	39	9124	2.6
34	36413	203290000	-92.9	0.26	0.08	38	9151	2.4
35	36681	217710000	-95.2	0.25	0.07	38	9173	2.1
36	37000	236570000	-99.7	0.25	0.07	38	9176	2.1
37	37392	258460000	-79.1	0.24	0.07	37	9146	2.4
38	42546	334280000	-22.5	0.21	0.06	32	9178	2.1
39	53563	448580000	40.0	0.17	0.05	26	9195	1.9
40l / 40d	63556	540020000	88.5	0.14	0.04	21	9200	1.8
41	49737	387170000	27.2	0.18	0.05	28	9212	1.7
42	37041	237870000	-46.1	0.25	0.07	37	9204	1.8
43	36437	204560000	-78.5	0.34	0.10	72	12292	1.6
44	36072	185800000	-84.7	0.35	0.10	73	12279	1.7
45	35952	179840000	-85.6	0.35	0.10	74	12269	1.8
46	36072	185800000	-84.7	0.34	0.10	73	12235	2.1
47	36437	204560000	-76.6	0.34	0.10	71	12214	2.3
48	37041	237870000	-60.5	0.33	0.10	69	12195	2.4
49	49737	387170000	14.0	0.24	0.07	51	12179	2.5
50l / 50d	63556	540020000	76.0	0.19	0.06	40	12195	2.4
51	49737	387170000	14.0	0.24	0.07	51	12179	2.5
52	37041	237870000	-60.5	0.33	0.10	69	12195	2.4
53	36437	204560000	-76.6	0.34	0.10	71	12214	2.3
54	36072	185800000	-84.7	0.34	0.10	73	12235	2.1
55	35952	179840000	-85.6	0.35	0.10	74	12269	1.8
56	36072	185800000	-84.7	0.35	0.10	73	12279	1.7
57	36437	204560000	-78.5	0.34	0.10	72	12292	1.6
58	37041	237870000	-46.1	0.25	0.07	37	9204	1.8
59	49737	387170000	27.2	0.18	0.05	28	9212	1.7
60l / 60d	63556	540020000	88.5	0.14	0.04	21	9200	1.8
61	53563	448580000	40.0	0.17	0.05	26	9195	1.9
62	42546	334280000	-22.5	0.21	0.06	32	9178	2.1
63	37392	258460000	-79.1	0.24	0.07	37	9146	2.4
64	37000	236570000	-99.7	0.25	0.07	38	9176	2.1
65	36681	217710000	-95.2	0.25	0.07	38	9173	2.1
66	36413	203290000	-92.9	0.26	0.08	38	9151	2.4
67	36153	189910000	-89.2	0.26	0.08	39	9124	2.6
68	37085	187730000	-79.3	0.25	0.07	38	9113	2.8
69	39001	187940000	-60.7	0.24	0.07	35	9104	2.9
70a	40556	190180000	-	0.00	0.00	-	-	-

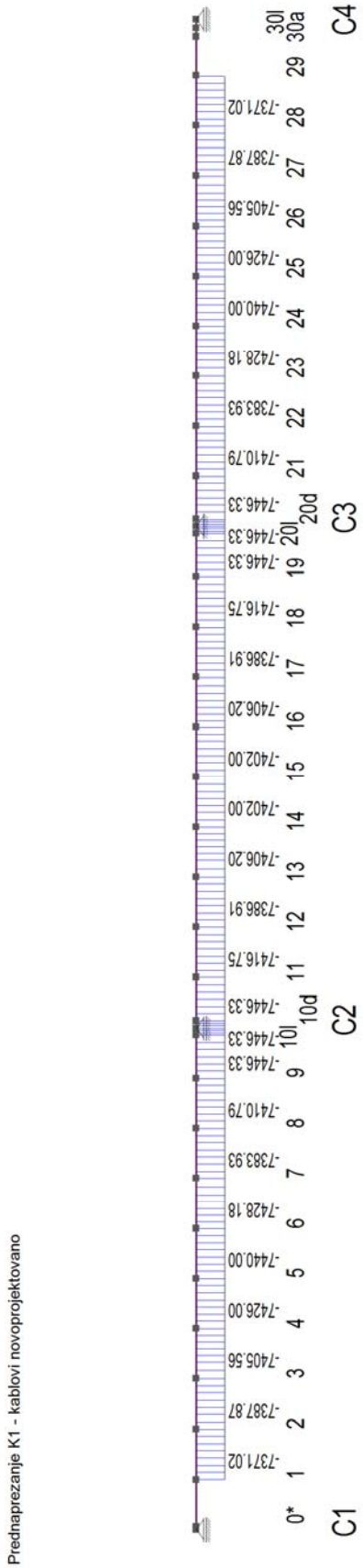
Временски губици
Губици силе преднапрезања од релаксације кабла

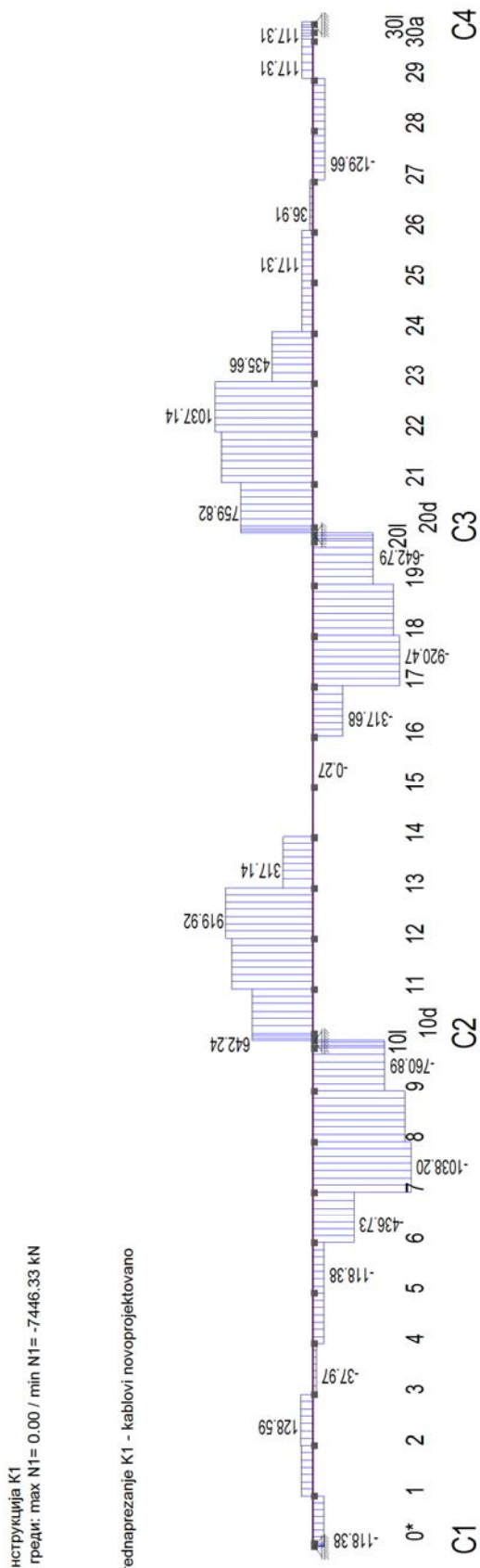
Presek	$N_{k,to}$	F_k	$N_{k,t0}/(nxN_{pk})$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$	$N_{\kappa,sr,too}$	$\triangle N_{k,too}$
	[KN]	[cm^2]	[-]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
30b	-	0	-	-	-	-	-
31	9106	63	0.777	1104	8002	8004	14.6
32	9117	63	0.778	1111	8006	8009	14.6
33	9129	63	0.779	1118	8011	8017	14.5
34	9156	63	0.781	1134	8022	8027	14.4
35	9177	63	0.783	1146	8031	8031	14.3
36	9180	63	0.783	1148	8032	8026	14.3
37	9149	63	0.781	1130	8019	8026	14.4
38	9181	63	0.783	1148	8032	8036	14.3
39	9198	63	0.785	1158	8039	8040	14.2
40l / 40d	9203	63	0.785	1162	8041	8042	14.2
41	9207	63	0.786	1164	8043	8041	14.2
42	9196	63	0.785	1157	8038	9384	14.2
43	12290	84	0.787	1560	10730	10727	14.1
44	12277	84	0.786	1553	10724	10723	14.2
45	12270	84	0.785	1548	10722	10715	14.2
46	12237	84	0.783	1529	10708	10704	14.3
47	12216	84	0.782	1516	10700	10696	14.4
48	12198	84	0.781	1505	10692	10688	14.4
49	12177	84	0.779	1493	10684	10687	14.5
50l / 50d	12194	84	0.780	1503	10691		14.4
51	12177	84	0.779	1493	10684	10687	14.5
52	12198	84	0.781	1505	10692	10688	14.4
53	12216	84	0.782	1516	10700	10696	14.4
54	12237	84	0.783	1529	10708	10704	14.3
55	12270	84	0.785	1548	10722	10715	14.2
56	12277	84	0.786	1553	10724	10723	14.2
57	12290	84	0.787	1560	10730	10727	14.1
58	9196	63	0.785	1157	8038	9384	14.2
59	9207	63	0.786	1164	8043	8041	14.2
60l / 60d	9203	63	0.785	1162	8041	8042	14.2
61	9198	63	0.785	1158	8039	8040	14.2
62	9181	63	0.783	1148	8032	8036	14.3
63	9149	63	0.781	1130	8019	8026	14.4
64	9180	63	0.783	1148	8032	8026	14.3
65	9177	63	0.783	1146	8031	8031	14.3
66	9156	63	0.781	1134	8022	8027	14.4
67	9129	63	0.779	1118	8011	8017	14.5
68	9117	63	0.778	1111	8006	8009	14.6
69	9106	63	0.777	1104	8002	8004	14.6
70a	-	0	-	-	-	-	-

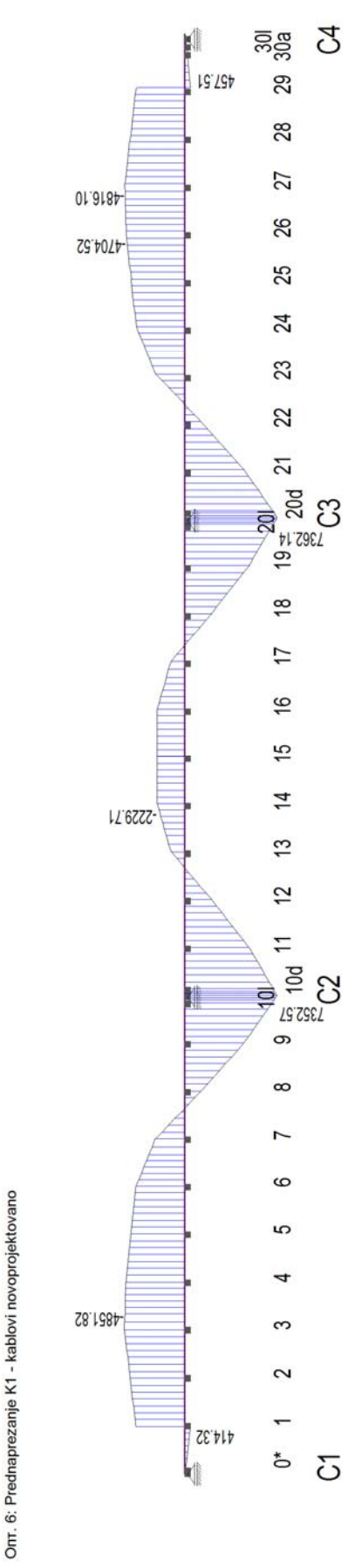
Presek	r	$N_{k,to}$	F_k	$N_{k,to}/(nxN_{pk})$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$	$N_{k,sr,too}$	$\triangle N_{k,too}$
	br. kabl.	[KN]	[cm^2]	[-]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
0	0	-	0	-	-	-	-	-
1l	0	-	0	-	-	-	-	-
1d	6	7844	63	0.669	480	7364	7375	10.2
2	6	7880	63	0.672	493	7387	7392	9.9
3	6	7896	63	0.674	499	7397	7406	9.8
4	6	7924	63	0.676	509	7414	7426	9.6
5	6	7962	63	0.679	524	7438	7440	9.3
6	6	7968	63	0.680	526	7442	7435	9.3
7	6	7944	63	0.678	517	7427	7441	9.4
8	6	7987	63	0.682	533	7454	7460	9.1
9l	6	8007	63	0.683	540	7467	-	9.0
9d	6	8007	63	0.683	540	7467	7474	9.0
10	6	8031	63	0.685	550	7482	7474	8.8
11	6	8008	63	0.683	541	7467	7466	9.0
12l	6	8004	63	0.683	539	7465	-	9.0
12d	6	8004	63	0.683	539	7465	7444	9.0
13	6	7938	63	0.677	515	7423	7413	9.5
14	6	7905	63	0.675	503	7402	7402	9.7
15	6	7905	63	0.675	503	7402	7402	9.7
16	6	7905	63	0.675	503	7402	7413	9.7
17	6	7938	63	0.677	515	7423	7444	9.5
18l	6	8004	63	0.683	539	7465	-	9.0
18d	6	8004	63	0.683	539	7465	7466	9.0
19	6	8008	63	0.683	541	7467	7474	9.0
20	6	8031	63	0.685	550	7482	7474	8.8
21l	6	8007	63	0.683	540	7467		9.0
21d	6	8007	63	0.683	540	7467	7460	9.0
22	6	7987	63	0.682	533	7454	7441	9.1
23	6	7944	63	0.678	517	7427	7435	9.4
24	6	7968	63	0.680	526	7442	7440	9.3
25	6	7962	63	0.679	524	7438	7426	9.3
26	6	7924	63	0.676	509	7414	7406	9.6
27	6	7896	63	0.674	499	7397	7392	9.8
28	6	7880	63	0.672	493	7387	7375	9.9
29l	6	7844	63	0.669	480	7364	-	10.2
29d	0	-	0	-	-	-	-	-
30a	0	-	0	-	-	-	-	-
30	0	-	0	-	-	-	-	-

Presek	r	$N_{k,to}$	F_k	$N_{k,to}/(nxN_{pk})$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$	$N_{k,sr,too}$	$\triangle N_{k,too}$
	br. kabl.	[KN]	[cm^2]	[-]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
30b	0	-	0	-	-	-	-	-
31	6	9106	63	0.777	1104	8002	8004	14.6
32	6	9117	63	0.778	1111	8006	8009	14.6
33	6	9129	63	0.779	1118	8011	8017	14.5
34	6	9156	63	0.781	1134	8022	8027	14.4
35	6	9177	63	0.783	1146	8031	8031	14.3
36	6	9180	63	0.783	1148	8032	8026	14.3
37	6	9149	63	0.781	1130	8019	8026	14.4
38	6	9181	63	0.783	1148	8032	8036	14.3
39	6	9198	63	0.785	1158	8039	8040	14.2
40l / 40d	6	9203	63	0.785	1162	8041	8042	14.2
41	6	9207	63	0.786	1164	8043	8041	14.2
42	6	9196	63	0.785	1157	8038	9384	14.2
43	8	12290	84	0.787	1560	10730	10727	14.1
44	8	12277	84	0.786	1553	10724	10723	14.2
45	8	12270	84	0.785	1548	10722	10715	14.2
46	8	12237	84	0.783	1529	10708	10704	14.3
47	8	12216	84	0.782	1516	10700	10696	14.4
48	8	12198	84	0.781	1505	10692	10688	14.4
49	8	12177	84	0.779	1493	10684	10687	14.5
50l / 50d	8	12194	84	0.780	1503	10691		14.4
51	8	12177	84	0.779	1493	10684	10687	14.5
52	8	12198	84	0.781	1505	10692	10688	14.4
53	8	12216	84	0.782	1516	10700	10696	14.4
54	8	12237	84	0.783	1529	10708	10704	14.3
55	8	12270	84	0.785	1548	10722	10715	14.2
56	8	12277	84	0.786	1553	10724	10723	14.2
57	8	12290	84	0.787	1560	10730	10727	14.1
58	6	9196	63	0.785	1157	8038	9384	14.2
59	6	9207	63	0.786	1164	8043	8041	14.2
60l / 60d	6	9203	63	0.785	1162	8041	8042	14.2
61	6	9198	63	0.785	1158	8039	8040	14.2
62	6	9181	63	0.783	1148	8032	8036	14.3
63	6	9149	63	0.781	1130	8019	8026	14.4
64	6	9180	63	0.783	1148	8032	8026	14.3
65	6	9177	63	0.783	1146	8031	8031	14.3
66	6	9156	63	0.781	1134	8022	8027	14.4
67	6	9129	63	0.779	1118	8011	8017	14.5
68	6	9117	63	0.778	1111	8006	8009	14.6
69	6	9106	63	0.777	1104	8002	8004	14.6
70a	0	-	0	-	-	-	-	-

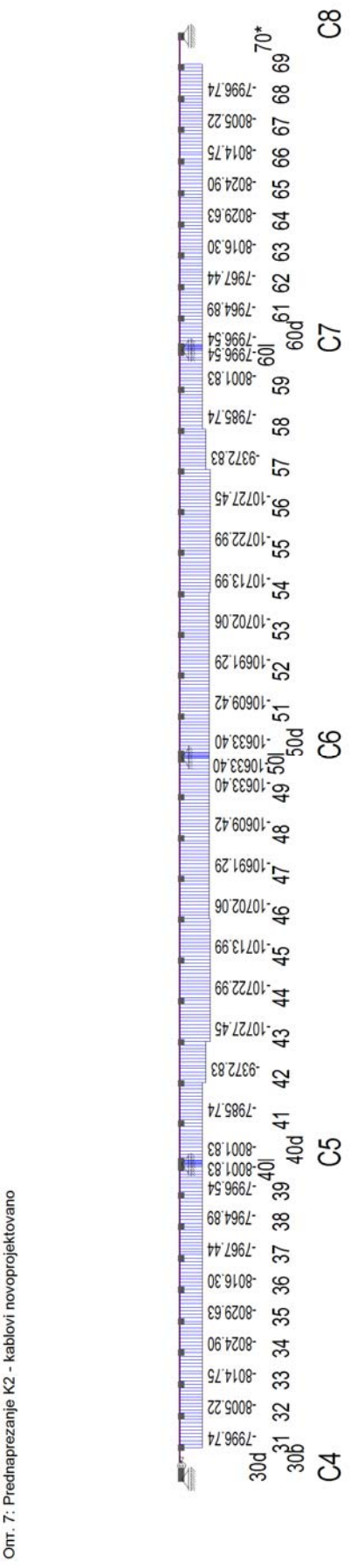
4.4.2 Статички утицаји од нових каблова



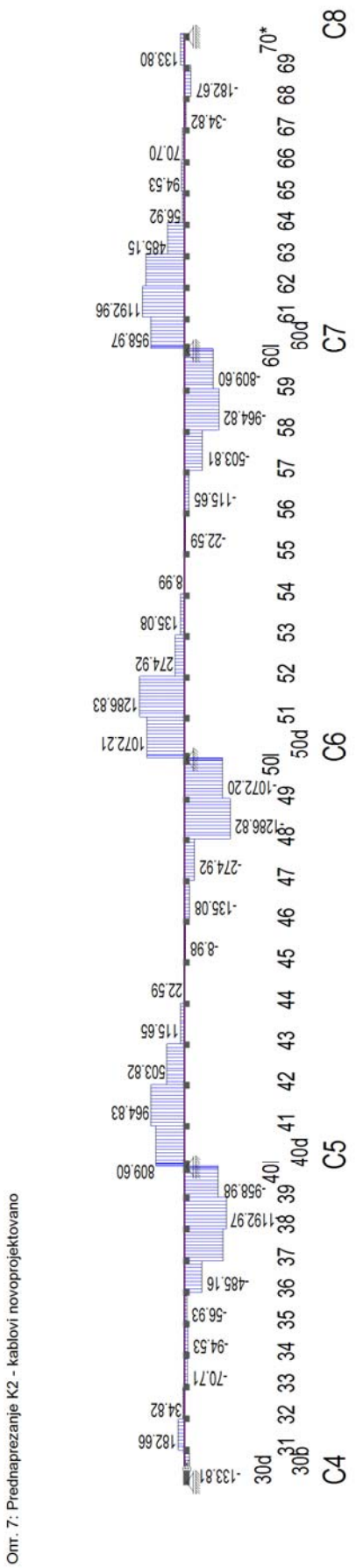


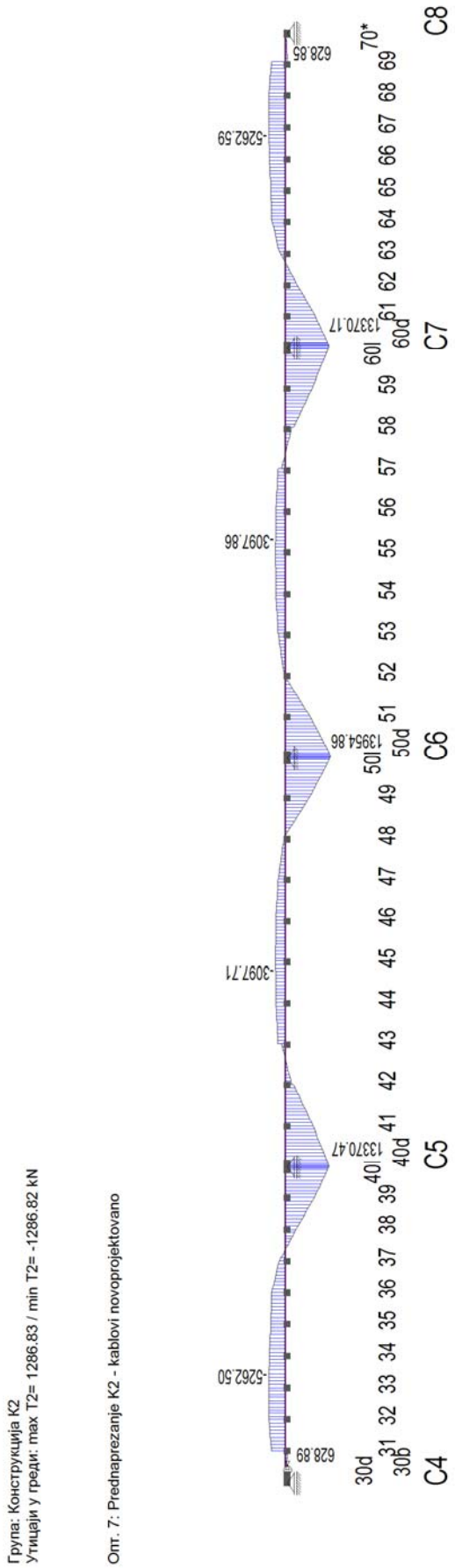


Група: Конструкција K1
Утицаји у греди: max M3= 7362.14 / min M3= -4851.82 kNm



Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max N1= 0.00 / min N1= -10727.45 kN


Опт. 7: Prednaprezanje K2 - kablovi novoprojektovano
C4
C5
C6
C7
C8
-133.81
182.66
34.82
-70.71
-94.53
-56.93
-485.16
1192.97
-958.98
809.60
964.83
503.82
115.65
22.59
-8.98
-135.08
-274.92
1286.82
-1072.20
1072.21
1286.83
274.92
135.08
8.99
-22.59
-115.65
-503.81
-964.82
-809.60
958.97
1192.96
485.15
56.92
94.53
70.70
-34.82
-182.67
133.80


Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max T2= 1286.83 / min T2= -1286.82 kN
Опт. 7: Prednaprezanje K2 - kablovi novoprojektovano
C4
C5
C6
C7
C8
-5262.50
628.89
13370.47
-3097.71
13954.86
-3097.86
13370.17
-5262.59
628.85

Група: Конструкција K2
Утицаји у греди: max M3= 13954.86 / min M3= -5262.59 kNm

4.4.3 Контрола напона у ојачаној конструкцији

4.4.3.1 Табеларни приказ утицаја

Приказани су само утицаји од нових каблова.
Сви остали утицаји су приказани у поглављу 4.3.1.

	Преднапрезање-tQ нови каблови		
Пресек	$N_{k\infty}$ [kN]	$T_{k\infty}$ [kN]	$M_{k\infty}$ [kNm]
0*	0	-118	24
1l	0	-118	414
1d	7371	124	-3942
2	7371	124	-4375
3	7388	129	-4837
4	7406	-38	-4719
5	7426	-118	-4322
6	7440	-118	-3920
7	7428	-437	-2381
8	7384	-1038	1284
9l	7411	-974	4685
9d	7446	-761	4689
10l	7446	-761	6972
10d	7446	642	7031
11	7446	642	5105
12l	7417	856	2106
12d	7387	920	2114
13	3787	920	-1106
14	7406	317	-2230
15	7402	0	-2225
16	7402	0	-2224
17	7406	-318	-1116
18l	7387	-920	2119
18d	7417	-856	2111
19	7417	-856	5109
20l	7446	-643	7041
20d	7446	760	6982
21l	7446	760	4703
21d	7411	973	4698
22	7411	973	1294
23	7384	1037	-2329
24	7428	436	-3885
25	7440	117	-4306
26	7426	117	-4705
27	7406	37	-4816
28	7388	-130	-4348
29l	7371	-125	-3899
29d	0	117	458
30a	0	117	141
30l	0	0	0

	Преднапрезање-tQ нови каблови		
Пресек	$N_{k\infty}$ [kN]	$T_{k\infty}$ [kN]	$M_{k\infty}$ [kNm]
30d	0.0	-134.0	80.0
30b	0.0	-134.0	161.0
31	7997.0	183.0	-4225.0
32	7997.0	183.0	-5084.0
33	8005.0	35.0	-5254.0
34	8015.0	-71.0	-4930.0
35	8025.0	-95.0	-4495.0
36	8030.0	-57.0	-4232.0
37	8016.0	-485.0	-1939.0
38	7967.0	-1093.0	3238.0
39	7965.0	-1193.0	8846.0
40l	7997.0	-959.0	12886.0
40d	8002.0	810.0	12966.0
41	8002.0	810.0	8424.0
42	7986.0	965.0	2524.0
43	9373.0	504.0	-1193.0
44	10727.0	116.0	-2963.0
45	10723.0	23.0	-3098.0
46	10714.0	-9.0	-3035.0
47	10702.0	-135.0	-2200.0
48	10691.0	-275.0	-512.0
49	10609.0	-1287.0	7400.0
50l	10633.0	-1072.0	13419.0
50d	10633.0	1072.0	13419.0
51	10633.0	1072.0	7404.0
52	10609.0	1287.0	-462.0
53	10691.0	275.0	-2192.0
54	10702.0	135.0	-3025.0
55	10714.0	9.0	-3090.0
56	10723.0	-23.0	-2960.0
57	10727.0	-116.0	-2257.0
58	9373.0	-504.0	1885.0
59	7986.0	-965.0	8419.0
60l	8002.0	-810.0	12965.0
60d	7997.0	959.0	12886.0
61	7997.0	959.0	8858.0
62	7965.0	1193.0	3239.0
63	7967.0	1093.0	-1900.0
64	8016.0	485.0	-4219.0
65	8030.0	57.0	-4500.0
66	8025.0	95.0	-4940.0
67	8015.0	71.0	-5263.0
68	8005.0	-35.0	-5090.0
69	-7997.0	-183.0	-4225.0
70*	0.0	134.0	27.0

4.4.3.2 Контрола нормалних напона у ојачаној конструкцији

Урађен је прорачун нормалних напона на доњој (σ^u) и горњој (σ^o) ивици сандука (**напон затезања је негативан**) за следеће комбинације оптерећења:

Конструкција К1

	1		2		3		1+3		2+3		4		5		3+4		3+5	
	Осн.опт.са V440 max M3		Осн.опт.са V440 min M3		Преднапрезање тоо-нови каблови		Осн.опт.са V440 max M3		Осн.опт.са V440 min M3		Осн.+доп.опт.са V440 max M3		Осн.+доп.опт.са V440 minM3		Осн.+доп.опт.са V440 max M3		Осн.+доп.опт.са V440 minM3	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	$\sigma^u_{Nk\infty}$	$\sigma^o_{Nk\infty}$	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	4.63	1.54	4.76	1.46	-0.01	0.01	4.62	1.55	4.75	1.47	4.62	1.55	4.77	1.46	4.61	1.56	4.75	1.46
1l	0.52	4.39	2.52	3.09	-0.24	0.16	0.28	4.55	2.28	3.24	0.33	4.51	2.62	3.02	0.09	4.67	2.38	3.18
1d	1.04	4.84	3.04	3.54	4.17	0.39	5.21	5.23	7.21	3.92	0.85	4.97	3.14	3.48	5.02	5.35	7.31	3.86
2	-0.80	6.20	2.79	3.90	4.56	0.28	3.76	6.48	7.35	4.19	-1.20	6.45	2.98	3.78	3.36	6.73	7.54	4.06
3	**-1.71**	7.01	3.04	4.05	4.99	0.18	3.28	7.19	8.03	4.23	**-2.31**	7.39	3.34	3.86	2.68	7.57	8.33	4.04
4	**-2.00**	7.32	3.38	3.98	4.98	0.25	2.97	7.57	8.36	4.23	**-2.81**	7.82	3.79	3.73	2.16	8.07	8.76	3.98
5	**-1.82**	7.22	3.78	3.75	4.74	0.41	2.92	7.63	8.51	4.16	**-2.83**	7.85	4.28	3.43	1.90	8.26	9.02	3.84
6	-1.43	6.89	3.93	3.57	4.49	0.57	3.06	7.46	8.42	4.14	**-2.64**	7.64	4.53	3.19	1.85	8.21	9.02	3.76
7	-0.94	6.46	3.30	3.61	3.31	1.07	2.37	7.53	6.62	4.68	**-2.23**	7.32	3.95	3.17	1.08	8.40	7.26	4.25
8	1.98	4.58	4.66	2.36	1.13	2.17	3.11	6.75	5.79	4.53	0.82	5.54	5.24	1.88	1.95	7.71	6.37	4.05
9l	3.43	3.93	5.77	1.71	-0.27	3.20	3.17	7.13	5.50	4.92	2.31	4.99	6.33	1.18	2.04	8.19	6.07	4.39
9d	3.47	4.14	5.81	1.92	-0.26	3.21	3.21	7.35	5.55	5.14	2.35	5.20	6.37	1.39	2.09	8.41	6.11	4.61
10l	4.63	2.31	7.59	**-0.72**	-1.05	3.89	**3.58**	**6.20**	**6.54**	**3.16**	3.50	3.47	8.15	**-1.30**	2.45	7.35	7.11	2.58
10d	4.68	2.30	7.67	**-0.76**	-1.07	3.91	**3.61**	**6.21**	**6.60**	**3.14**	3.56	3.45	8.22	**-1.33**	2.50	7.36	7.16	2.57
11	3.86	3.82	6.26	1.55	-0.42	3.36	3.44	7.18	5.84	4.91	2.65	4.97	6.86	0.97	2.23	8.33	6.44	4.34
12l	2.97	4.67	5.76	2.36	0.78	2.48	3.75	7.15	6.54	4.84	1.57	5.84	6.47	1.78	2.35	8.32	7.25	4.26
12d	2.19	2.67	4.98	0.36	0.77	2.48	2.96	5.15	5.75	2.84	0.79	3.84	5.69	-0.22	1.56	6.31	6.45	2.25
13	0.29	4.53	4.64	1.61	1.63	0.59	1.92	5.12	6.27	2.20	-1.49	5.73	5.53	1.01	0.13	6.32	7.16	1.60
14	-0.21	3.25	5.07	-0.02	3.44	1.21	3.23	4.45	8.50	1.18	**-2.17**	4.47	6.05	-0.63	1.27	5.67	9.48	0.57
15	-1.12	3.38	4.25	0.05	3.43	1.21	2.31	4.59	7.69	1.26	**-3.08**	4.60	5.23	-0.56	0.35	5.81	8.66	0.65
16	-0.19	3.23	5.16	-0.08	3.43	1.21	3.24	4.44	8.59	1.12	**-2.15**	4.45	6.13	-0.69	1.29	5.66	9.57	0.52
17	0.37	4.48	4.80	1.50	2.59	1.55	2.97	6.02	7.40	3.05	-1.40	5.67	5.69	0.90	1.19	7.22	8.28	2.45
18l	2.28	2.59	5.15	0.23	0.77	2.48	3.05	5.07	5.91	2.71	0.89	3.75	5.84	-0.35	1.66	6.23	6.61	2.13
18d	3.02	4.51	5.88	2.14	0.78	2.48	3.80	6.99	6.66	4.62	1.62	5.66	6.58	1.56	2.40	8.15	7.35	4.04
19	3.87	2.96	6.31	0.65	-0.43	3.36	3.44	6.32	5.88	4.01	2.66	4.10	6.91	0.08	2.24	7.46	6.48	3.44
20l	4.79	2.08	7.80	-1.01	-1.07	3.91	3.72	5.99	6.73	2.90	3.69	3.21	8.35	-1.58	2.62	7.12	7.28	2.33
20d	4.73	2.21	7.71	-0.84	-1.05	3.89	3.68	6.10	6.66	3.05	3.59	3.38	8.28	-1.42	2.54	7.26	7.23	2.46
21l	3.55	4.07	5.89	1.86	-0.27	3.22	3.28	7.29	5.62	5.08	2.43	5.13	6.44	1.34	2.17	8.35	6.17	4.55
21d	3.51	3.86	5.84	1.65	-0.27	3.21	3.23	7.07	5.57	4.86	2.39	4.92	6.40	1.13	2.12	8.13	6.13	4.33
22	2.78	5.30	5.37	3.16	1.14	2.18	3.92	7.48	6.50	5.34	1.63	6.25	5.94	2.68	2.77	8.43	7.08	4.86
23	-0.43	6.84	3.88	3.95	3.27	1.08	2.84	7.92	7.15	5.03	-1.71	7.70	4.52	3.51	1.56	8.78	7.79	4.60
24	**-1.65**	6.93	3.67	3.63	4.47	0.58	2.81	7.51	8.14	4.21	**-2.86**	7.68	4.28	3.26	1.60	8.26	8.74	3.83
25	**-2.17**	7.34	3.44	3.87	4.73	0.42	2.56	7.76	8.17	4.29	**-3.18**	7.97	3.95	3.55	1.55	8.39	8.68	3.97
26	**-2.35**	7.55	3.16	4.13	4.97	0.26	2.62	7.82	8.14	4.40	**-3.17**	8.06	3.57	3.88	1.81	8.32	8.54	4.14
27	**-2.04**	7.31	2.87	4.24	4.99	0.19	2.95	7.50	7.86	4.43	**-2.65**	7.69	3.18	4.05	2.34	7.88	8.17	4.24
28	-1.22	6.56	2.56	4.15	4.55	0.30	3.33	6.85	7.11	4.44	-1.62	6.82	2.77	4.02	2.93	7.11	7.32	4.31
29l	0.43	5.25	2.63	3.81	4.15	0.40	4.58	5.65	6.78	4.22	0.22	5.38	2.74	3.75	4.37	5.78	6.88	4.15
29d	0.09	4.82	2.29	3.39	-0.27	0.17	**-0.18**	5.00	2.02	3.57	-0.12	4.96	2.39	3.33	**-0.39**	5.13	2.13	3.50
30a	3.22	2.62	3.95	2.14	-0.08	0.05	3.14	2.68	3.87	2.20	3.16	2.67	3.98	2.12	3.08	2.72	3.90	2.18
30l	4.07	2.07	4.44	1.82	0.00	0.00	4.07	2.07	4.44	1.82	4.03	2.09	4.45	1.81	4.03	2.09	4.45	1.81

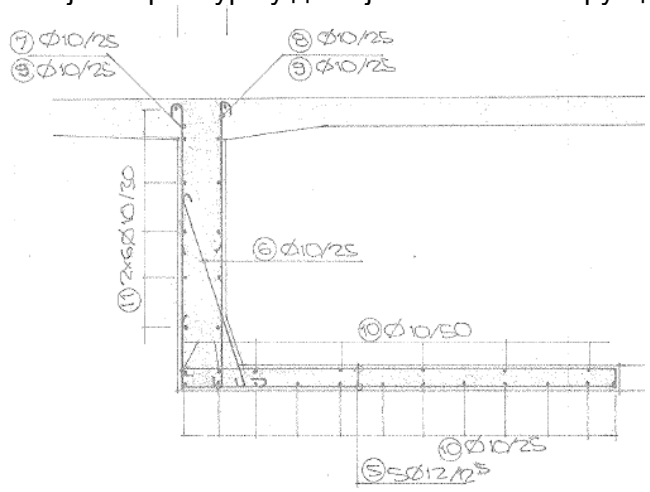
Конструкција К2

	1		2		3		1+3		2+3		4		5		3+4		3+5	
	Осн.опт.са V440 max M3		Осн.опт.са V440 min M3		Преднапрезање too-нови каблови		Осн.опт.са V440 max M3		Осн.опт.са V440 min M3		Осн.+доп.опт.са V440 max M3		Осн.+доп.опт.са V440 minM3		Осн.+доп.опт.са V440 max M3		Осн.+доп.опт.са V440 minM3	
Пресек	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ^u_{Nkc} [Mpa]	σ^o_{Nkc} [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]	σ_g^u [Mpa]	σ_g^o [Mpa]
30d	3.36	2.96	3.86	2.63	-0.05	0.03	3.31	2.99	3.81	2.66	3.33	2.98	3.87	2.62	3.28	3.01	3.83	2.65
30b	3.62	5.09	4.62	4.44	-0.09	0.06	3.53	5.16	4.52	4.50	3.57	5.13	4.65	4.42	3.47	5.19	4.55	4.48
31	-0.95	8.34	2.70	5.98	4.51	0.45	3.57	8.80	7.21	6.44	-1.18	8.49	2.81	5.91	3.33	8.95	7.32	6.36
32	**-2.56**	10.25	4.11	6.06	5.19	0.25	2.63	10.50	9.29	6.31	**-3.03**	10.55	4.34	5.91	2.15	10.80	9.53	6.16
33	**-3.13**	10.82	5.75	5.31	5.36	0.26	2.23	11.08	11.11	5.58	**-3.85**	11.26	6.11	5.09	1.51	11.53	11.47	5.35
34	**-2.83**	10.51	7.11	4.35	5.04	0.44	2.21	10.95	12.15	4.79	**-3.75**	11.08	7.57	4.06	1.29	11.53	12.61	4.50
35	**-2.45**	10.18	7.87	3.77	4.67	0.64	2.22	10.82	12.55	4.41	**-3.56**	10.87	8.43	3.42	1.12	11.51	13.10	4.07
36	-1.28	9.09	8.69	2.90	4.40	0.79	3.12	9.88	13.08	3.68	**-2.54**	9.88	9.32	2.50	1.85	10.66	13.71	3.29
37	2.13	6.48	11.20	0.84	3.11	1.54	5.25	8.02	14.31	2.38	0.73	7.36	11.90	0.40	3.85	8.89	15.01	1.94
38	2.78	4.86	8.93	0.17	0.67	2.79	3.45	7.65	9.60	2.96	1.59	5.77	9.53	-0.28	2.26	8.56	10.19	2.51
39	4.75	2.43	9.28	**-2.10**	-0.78	3.76	3.97	6.19	8.50	1.66	3.83	3.36	9.74	**-2.56**	3.05	7.11	8.96	1.19
40l	6.20	1.78	10.69	**-3.40**	-1.40	4.32	4.80	6.10	9.29	0.92	5.38	2.72	11.10	**-3.88**	3.98	7.04	9.70	0.45
40d	6.26	1.49	10.70	**-3.63**	-1.42	4.34	4.84	5.83	9.28	0.72	5.44	2.44	11.11	**-4.10**	4.02	6.78	9.70	0.24
41	4.97	5.35	9.04	1.57	-0.88	3.92	4.09	9.27	8.17	5.49	3.85	6.40	9.60	1.05	2.97	10.31	8.73	4.96
42	4.30	6.11	10.15	2.49	0.83	2.98	5.13	9.09	10.98	5.46	2.39	7.29	11.10	1.90	3.22	10.27	11.93	4.87
43	-0.80	8.78	6.57	4.21	3.26	2.15	2.46	10.92	9.82	6.35	**-2.77**	10.00	7.55	3.59	0.49	12.15	10.81	5.74
44	**-3.96**	11.25	5.66	5.29	4.77	1.86	0.82	13.11	10.43	7.15	**-5.93**	12.47	6.64	4.68	**-1.16**	14.33	11.42	6.54
45	**-3.91**	12.03	6.80	5.38	4.90	1.80	0.98	13.82	11.69	7.18	**-5.81**	13.20	7.75	4.80	**-0.91**	15.00	12.64	6.59
46	**-3.01**	11.42	7.71	4.78	4.81	1.83	1.80	13.25	12.52	6.61	**-4.76**	12.51	8.58	4.24	0.05	14.34	13.40	6.07
47	-0.30	8.85	9.02	3.07	4.20	2.15	3.90	11.01	13.22	5.22	-1.85	9.81	9.80	2.59	2.35	11.97	14.00	4.74
48	4.08	5.53	11.72	0.80	3.16	2.72	7.23	8.25	14.88	3.51	2.76	6.35	12.38	0.39	5.91	9.06	15.54	3.11
49	5.04	3.45	9.88	-1.04	-0.05	4.16	4.99	7.62	9.83	3.12	4.35	4.09	10.22	-1.36	4.30	8.25	10.17	2.80
50l	6.34	2.00	11.03	**-3.40**	-1.10	4.87	5.24	6.87	9.93	1.47	5.90	2.51	11.25	**-3.66**	4.80	7.38	10.15	1.21
50d	6.34	2.00	11.03	**-3.40**	-1.10	4.87	5.24	6.87	9.93	1.47	5.90	2.51	11.25	**-3.66**	4.80	7.38	10.15	1.21
51	5.31	5.73	10.15	1.23	-0.05	4.17	5.26	9.89	10.10	5.40	4.63	6.37	10.49	0.91	4.58	10.53	10.45	5.08
52	5.12	6.00	12.72	1.29	3.11	2.71	8.22	8.71	15.82	4.01	3.80	6.82	13.38	0.88	6.91	9.53	16.48	3.60
53	-0.93	8.77	8.35	3.01	4.19	2.15	3.27	10.92	12.54	5.17	**-2.47**	9.73	9.12	2.53	1.72	11.88	13.31	4.69
54	**-4.35**	11.44	6.33	4.83	4.80	1.83	0.46	13.27	11.13	6.66	**-6.09**	12.52	7.21	4.29	**-1.29**	14.35	12.01	6.12
55	**-3.94**	12.04	6.78	5.39	4.89	1.80	0.95	13.83	11.67	7.19	**-5.84**	13.21	7.73	4.80	**-0.95**	15.01	12.62	6.60
56	**-2.72**	11.25	6.95	5.26	4.77	1.86	2.05	13.11	11.72	7.12	**-4.69**	12.47	7.94	4.65	0.08	14.33	12.71	6.51
57	-0.27	8.88	7.14	4.28	4.24	2.14	3.96	11.03	11.38	6.42	**-2.25**	10.11	8.13	3.67	1.99	12.25	12.37	5.81
58	3.75	5.82	9.63	2.18	1.54	3.14	5.29	8.96	11.17	5.32	1.84	7.00	10.58	1.59	3.38	10.14	12.12	4.73
59	4.78	3.34	8.85	-0.44	-0.88	3.91	3.90	7.25	7.98	3.47	3.66	4.38	9.42	-0.97	2.78	8.30	8.54	2.95
60l	6.26	1.49	10.70	**-3.62**	-1.42	4.34	4.84	5.84	9.28	0.72	5.43	2.44	11.11	**-4.10**	4.02	6.79	9.69	0.25
60d	6.20	1.78	10.69	**-3.40**	-1.40	4.32	4.79	6.10	9.29	0.92	5.37	2.73	11.10	**-3.88**	3.97	7.06	9.70	0.45
61	4.78	5.05	9.31	0.52	-0.78	3.77	4.01	8.82	8.53	4.28	3.86	5.98	9.77	0.06	3.08	9.74	8.99	3.82
62	3.13	5.59	9.25	0.92	0.67	2.79	3.79	8.38	9.92	3.71	1.94	6.49	9.85	0.46	2.60	9.29	10.51	3.25
63	1.62	6.30	10.65	0.68	3.08	1.54	4.71	7.84	13.73	2.22	0.22	7.18	11.35	0.24	3.30	8.71	14.43	1.78
64	-1.77	8.99	8.15	2.82	4.39	0.79	2.61	9.78	12.54	3.61	**-3.04**	9.78	8.78	2.43	1.35	10.56	13.17	3.21
65	**-2.89**	10.16	7.42	3.76	4.68	0.64	1.79	10.80	12.10	4.40	**-3.99**	10.85	7.97	3.41	0.69	11.49	12.65	4.06
66	**-2.92**	10.53	7.07	4.33	5.05	0.44	2.12	10.97	12.11	4.77	**-3.84**	11.10	7.53	4.05	1.20	11.54	12.57	4.49
67	**-3.23**	10.82	5.69	5.29	5.37	0.26	2.14	11.08	11.06	5.55	**-3.95**	11.27	6.05	5.07	1.42	11.53	11.42	5.33
68	**-2.43**	10.23	4.24	6.03	5.19	0.25	2.76	10.48	9.44	6.28	**-2.91**	10.53	4.48	5.88	2.28	10.78	9.68	6.13
69	-0.30	8.51	3.32	6.16	0.41	-3.65	0.11	4.86	3.73	2.51	-0.54	8.66	3.44	6.08	**-0.12**	5.01	3.85	2.44
70*	7.07	3.38	7.24	3.27	-0.02	0.01	7.06	3.39	7.23	3.28	7.06	3.39	7.25	3.27	7.05	3.40	7.23	3.28

Прихватање напона затезања арматуром и новим кабловима

Напони затезања се јављају само у доњој зони пресека, и то у следећим пресецима:
29d, 44, 45, 54, 55, 69.

Постојећа арматура у доњој плочи на конструкцијама К1 и К2:



основна арматура:

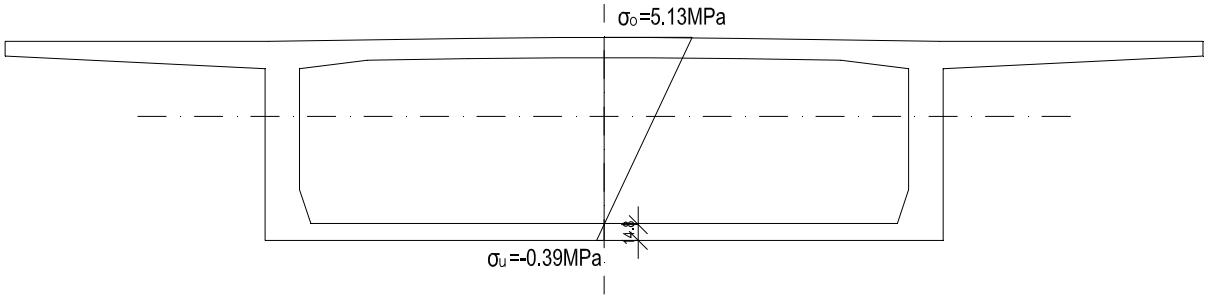
15ø10/50+25ø10/25
GA 240/360

Aa=31.4 cm^2

Сила затезања која се може прихватити постојећом арматуром са дозвољеним напоном $\sigma_{dop} = 160MPa$:

Z_{arm}= 31.4 x 16 = **502 kN**

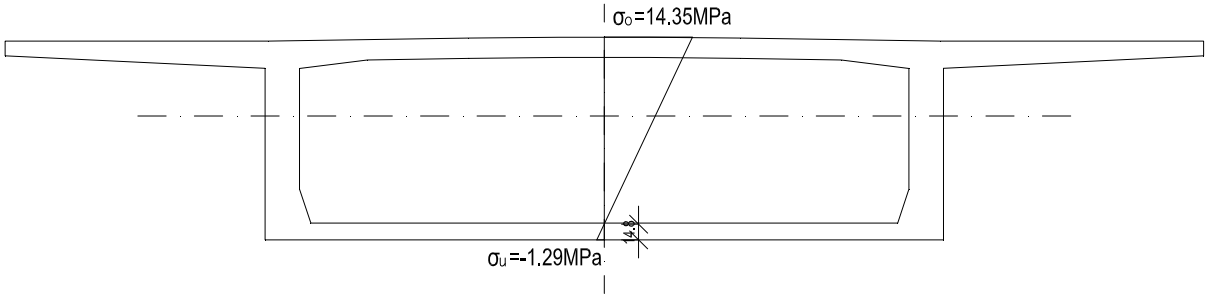
Конструкција К1:
Максимални напон затезања од -0.39MPa јавља се доњој тачки пресека 29d и мањи је од допуштеног за МВ35 - за опт. Основно+допунско допуштени напон је 1.1x 1.65=1.81MPa.



Сила затезања у плочи: пресек 29d - ширина плоче од 6.0m , дебљина плоче 15cm

Z_{29d}= 0.39 x10^{-1} x 600 x 14.8 / 2 = **173kN** < **Z_{arm}= 502 kN**

Конструкција К2:
Максимални напон затезања од -1.29MPa јавља се доњој тачки пресека 54 и мањи је од допуштеног за МВ40 - за опт. Основно+допунско допуштени напон је 1.1x 1.80=1.98MPa.



Сила затезања у плочи: пресек 54 - ширина плоче од 6.0m, дебљина плоче 15cm

Z_{29d}= 1.29 x10^{-1} x 600 x 14.8 / 2 = **573kN** > **Z_{arm}= 502 kN** (прекорачење 71kN →14%)

Сила затезања у плочи се може додатно прихватити новим кабловима за преднапрезање
Тренутни губици при преднапрезању ~2%
$Z_к$= 0.02 x 0.8 x 186 x 0.8 x 10.5 x 8= **200kN>71kN.**

4.4.3.3 Контрола главних напона затезања у ојачаној конструкцији

Након утезања нових каблова за преднапрезање:

			Неојачано стање				Ојачано стање			
	Преднапрезање too-нови каблови		Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2		Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2	
Пресек	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z	τ_T	σ_z
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	-0.09	0.01	-1.23	2.00	-2.08	1.99	-1.32	2.01	-2.18	1.99
10l	-0.59	3.13	2.24	3.04	1.26	0.74	1.65	6.16	0.66	3.87
10d	0.50	3.14	-0.97	3.47	-2.16	0.44	-0.48	6.61	-1.66	3.58
20l	-0.50	3.14	2.15	2.93	0.99	0.57	1.65	6.08	0.49	3.72
20d	0.59	3.13	-1.17	3.41	-2.40	0.28	-0.58	6.54	-1.81	3.41
30a	0.09	0.03	2.01	2.74	1.00	2.41	2.10	2.78	1.09	2.44
30b	-0.11	0.04	-1.07	4.75	-2.17	4.60	-1.17	4.79	-2.27	4.63
40l	-0.52	3.66	2.44	2.60	1.53	-1.29	1.92	6.26	1.01	2.37
40d	0.44	3.68	-1.32	2.78	-2.48	-1.96	-0.88	6.46	-2.04	1.72
50l	-0.58	4.18	2.33	2.49	1.20	-1.21	1.75	6.67	0.62	2.97
50d	0.58	4.18	-1.23	2.90	-2.31	-1.57	-0.65	7.08	-1.73	2.61
60l	-0.44	3.68	2.45	2.31	1.34	-1.52	2.01	5.99	0.90	2.16
60d	0.52	3.66	-1.46	3.04	-2.52	-1.67	-0.94	6.70	-2.00	1.99
70*	0.11	0.01	1.87	3.95	0.54	3.88	1.98	3.96	0.64	3.89

	Неојачано стање				Ојачано стање			
	Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2		Осн.+доп.опт.са V440 max T2		Осн.+доп.опт.са V440 minT2	
Пресек	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
0*	2.58	-0.58	3.30	-1.31	2.66	-0.65	3.39	**-1.40**
10l	4.22	-1.19	1.68	-0.94	6.58	-0.41	3.98	-0.11
10d	3.72	-0.25	2.39	-1.95	6.64	-0.03	4.23	-0.65
20l	4.06	-1.13	1.32	-0.74	6.49	-0.42	3.78	-0.06
20d	3.77	-0.36	2.55	**-2.26**	6.59	-0.05	4.19	-0.78
30a	3.80	-1.06	2.77	-0.36	3.91	-1.13	2.86	-0.42
30b	4.98	-0.23	5.46	-0.86	5.06	-0.27	5.56	-0.93
40l	4.06	-1.47	1.02	-2.31	6.80	-0.54	2.74	-0.37
40d	3.31	-0.52	1.68	**-3.65**	6.58	-0.12	3.07	**-1.35**
50l	3.89	-1.40	0.74	-1.95	7.10	-0.43	3.10	-0.12
50d	3.35	-0.45	1.66	-3.23	7.14	-0.06	3.47	-0.86
60l	3.86	-1.55	0.78	-2.30	6.60	-0.61	2.49	-0.33
60d	3.63	-0.59	1.82	-3.49	6.83	-0.13	3.23	-1.24
70*	4.70	-0.75	3.95	-0.07	4.78	-0.82	3.99	-0.10

На основу члана 44 Правилника о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон: у статички неодређеним конструкцијама допуштени напони се могу повећати за 10%.

Неопходно је контролисати пресеке 0*, 40d, 60d.

Осигурање пресека арматуром

$$f^{(1)}_{a,u}=\frac{\sigma_2 \times b_r \times e_u}{\sigma_a \times m} \rightarrow \sigma_2 = \frac{f_{a,u} \cdot \sigma_a \cdot m}{b_r \cdot e_u}$$

Конструкција К1:

пресек 0*

Допуштени напон без осигурања пресека арматуром је:

$$\sigma_{dop} = 1.1 \cdot 0.8 = 0.88 \text{Mpa}$$

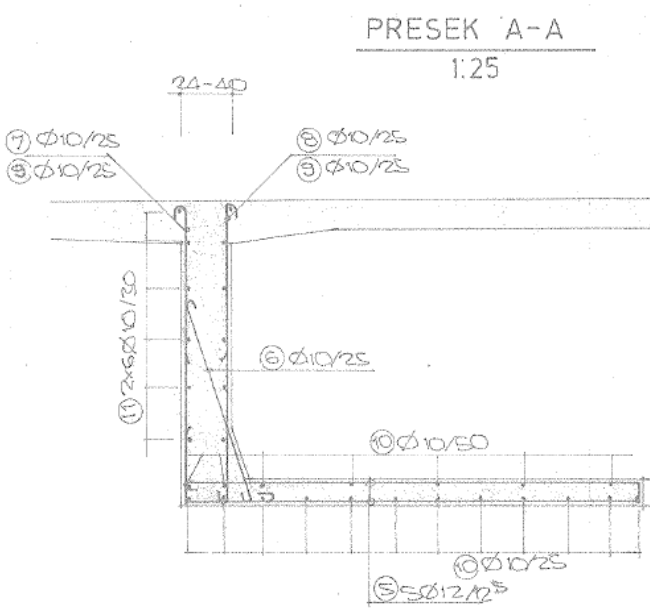
Прекорачење напона:

$$\sigma_2 = 1.4 - 0.88 = 0.52 \text{Mpa}$$

Постојећа арматура

b_r =2x40= 80 cm
m = 2x4=8
e_u = 25 cm
f_a=10mm

$$\sigma_2 = \frac{10 \cdot 16 \cdot 8}{80 \cdot 25} = 0.64 \text{MPa} > 0.52 \text{MPa}$$



Конструкција К2:
Контрола се врши за меродавни пресек

пресек 40d*

Прекорачење напона без осигурања пресека арматуром је:

$$\sigma_{dop} = 1.1 \cdot 0.9 = 0.99 \text{Mpa}$$

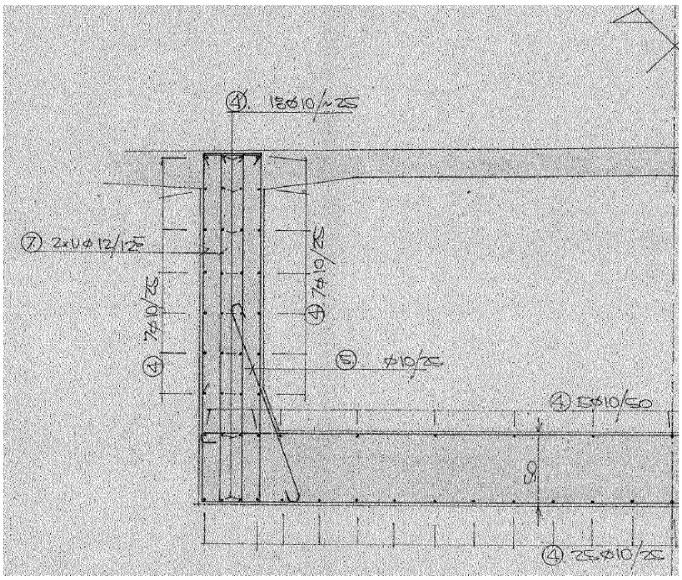
Прекорачење напона:

$$\sigma_2 = 1.35 - 0.99 = 0.36 \text{Mpa}$$

Постојећа арматура

b_r =2x40= 80 cm
m = 2x4=8
e_u = 12.5 cm
f_a=12mm

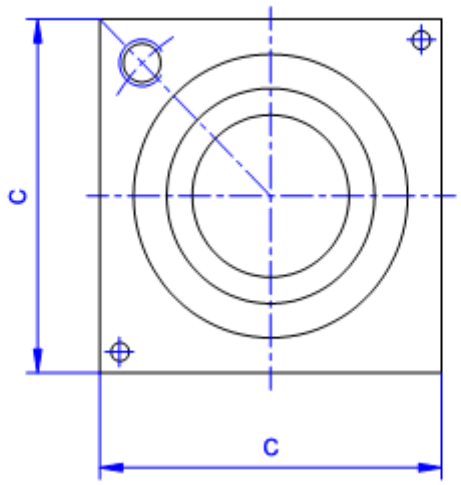
$$\sigma_2 = \frac{12 \cdot 16 \cdot 8}{80 \cdot 12.5} = 1.54 \text{MPa} > 0.36 \text{MPa}$$

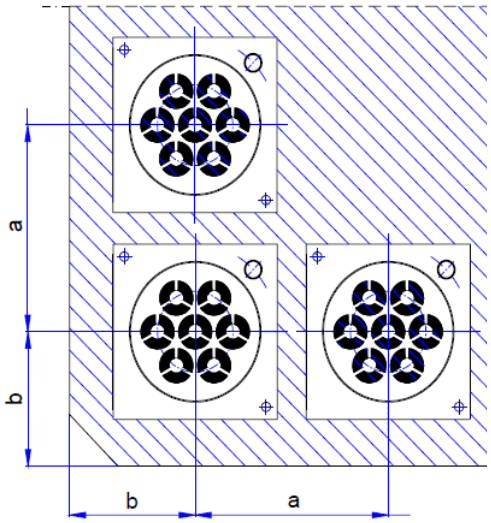


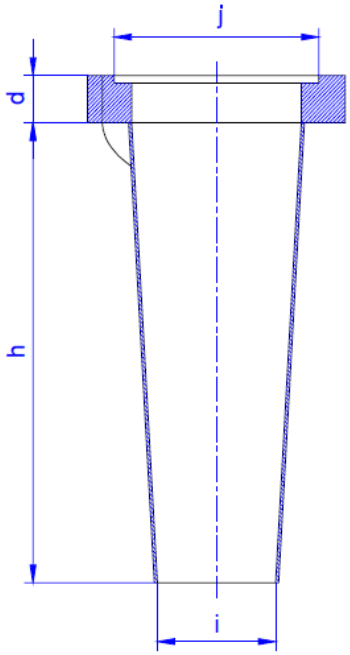
4.4.4 Прорачун анкерних блокова

Анкерни блокови се израђују од бетона марке МБ45.

Карактерисике котви и положај котви на челу анкерног блока према каталогу SPB SUPER:







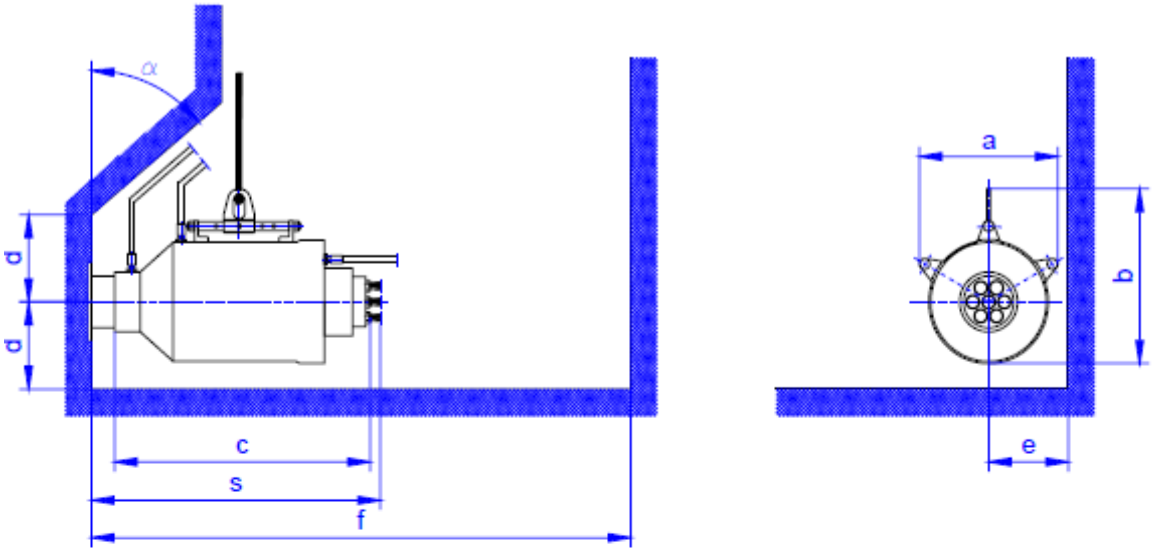
Tip kotve	RAVNA PODLOŽNA PLOČA				
	c	d	h	i	j
	mm				
S1/16	100±0,5	10±0,3	—	—	—
S2/16	120±0,5	10±0,3	150±0,3	46±1,0	85±0,4
S3/16	150±0,5	20±0,3	200±0,6	52±1,0	91±0,4
S4/16	170±0,5	20±0,3	250±0,6	54±1,0	101±0,4
S7/16	220±0,6	30±0,3	500±0,7	69±1,0	136±0,4
S12/16	290±0,6	40±0,4	600±0,9	84±1,0	182±0,5
S19/16	360±0,6	45±0,4	800±1,0	104±1,0	237±0,5
S25/16	410±0,7	50±0,4	850±1,0	114±1,0	322±0,5
S31/16	460±0,7	55±0,4	900±1,0	124±1,5	322±0,5
S37/16	500±0,7	60±0,4	1000±1,0	135±2,0	322±0,5

Vrednost i data je za cev čiji je spoljni prečnik veći za 2mm od unutračnjeg.

Ливена подложна плоча са конусним отвором.

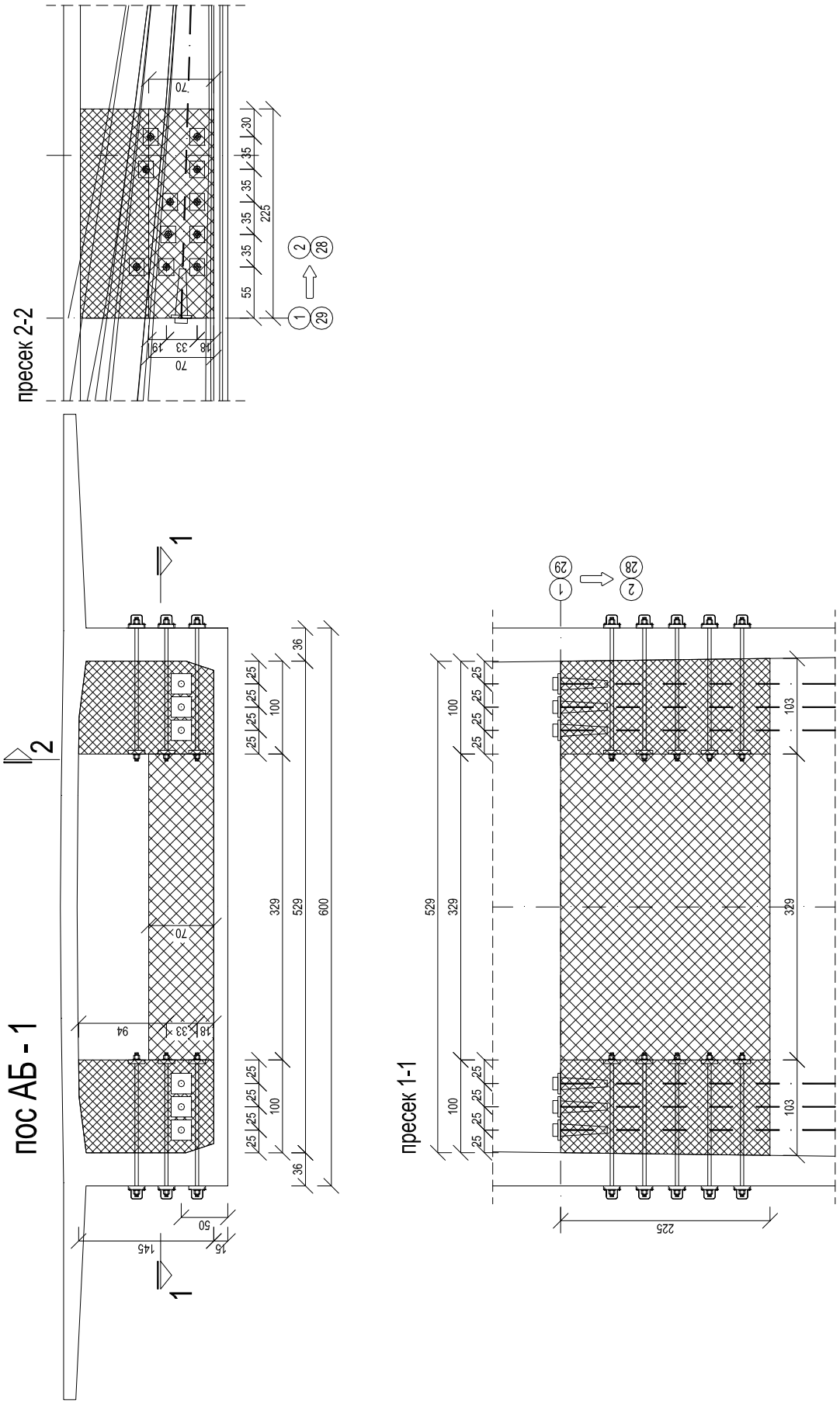
Tablica 2

Razmak mm	Tip kotve / MB	S3/16	S4/16	S7/16	S12/16	S19/15	S25/15	S31/15	S37/15
a	30	170	205	255	325	405	460	490	530
	45	160	180	230	300	380	430	480	520
	60	160	180	230	300	380	430	480	520
b	30	90	120	150	190	230	260	280	300
	45	95	100	115	145	180	200	220	240
	60	90	105	130	170	205	230	250	270



Tip prese	*Tip kabla*	Način predna-prezanja	Gabarit prese			Slobodan prostor za montažu i rad prese				Mini-malna dužina užeta
			a mm	**b** mm	**c** mm	**d** cm	**e** cm	**f** cm	**α** °	**s** cm
S – 25	1Ø16 1Ø15,2	Pojedinačno	100	176	760	8	8	120	75	40
	2Ø16 2Ø15,2					8	10			
	3Ø16 3Ø15,2					10	10			
	4Ø16 4Ø15,2					11	11			
S – 160	7Ø16 7Ø15,2	Skupno	380	440	670	22	24	140	60	75
S – 280	12Ø16 12Ø15,2	Skupno	480	600	700	25	29	145	60	78
S – 400	15–19 Ø15,2	Skupno	510	610	730	28	30	155	60	81
S – 800	25 – 37 Ø15,2	Skupno	800	840	830	37	45	180	60	95

Анкерни блок АБ-1



Крути анкери

Анкерни блок пос АБ-1 веже се за ребра сандучастог носача крутим анкерима типа DYWIDAG или сличним.

Анкерни блок прихвата силу од шест каблова 7Ф16.

прекидна сила у каблу $F_{pk} = 1953\,kN$

сила на преси $0.7F_{pk} = 1367\,kN$

укупна сила у анкерном блоку $F = 6 \cdot 1367 = 8202\,kN$

на једну спојницу преноси се сила $R = 1367 \cdot 6 / 2 = 4101 kN$

коефицијент трења бетон-бетон $\mu = 0.65$

(препорука према EN 1992-1-1:2004 $\mu = 0.70$ - за храпаву површину)

контактна сила $F_{\tau} = 4101 / 0.65 = 6309.2\,kN$

Крути анкери DYWIDAG 36WR или слични:

прекидна сила у анкеру $F_p = 1049\,kN$

$0.7F_p = 0.7 \cdot 1049 = 734.3\,kN$

потребан број комада $n = 6309.2 / 734.3 = 8.59\,kom$

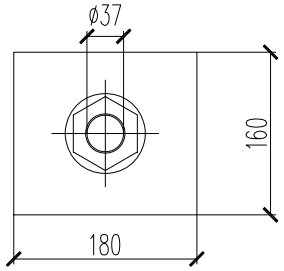
усвојено $n = 11 kom$

Коефицијент сигурности: $\gamma = \frac{11}{8.59} = 1.28$

(према EN 1992-1-1:2004 за $\mu = 0.70$ $\gamma = \frac{11}{8.59} \cdot \frac{0.7}{0.65} = 1.38$)

Подложна плочица: bxd=16x18cm

површина подложне плочице: $A = 16x18 - 3.7^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 277.3 cm^2$



ограничава се локални напон у бетону испод плочице:

$\sigma_{b,lok} = \min\begin{Bmatrix} 1.6x23.5 \\ 35 \end{Bmatrix} = 35 MPa$

контактни напон испод плочице:

$\sigma_{b.lok} = \frac{734.3}{277.3} = 2.64\,kN / cm^2 < 3.5\,kN / cm^2$

Усвојена подложна плочица испод крутих анкера на старом бетону 160x180x40mm.

Димензионисање анкерног блока

Бочни каблови уносе силе директно у ослонце, па је анкерни блок на савијање димензионисан као зидни носач.

$l = 329 \cdot 1.1 = 362\,cm$

$d / l = 0.62 < 1$

$P = 4101.0\,kN \qquad M = 4101 \cdot 0.5 = 2050.5\,kNm$

$$z_p = 0.3d \cdot \left(3 - \frac{d}{l}\right) = 0.3 \cdot 225 \cdot \left(3 - \frac{225}{362}\right) = 160.5\,cm$$

$$Z = \frac{M_u}{z_p} = \frac{2050.5 \cdot 1.6}{1.605} = 2044\,kN$$

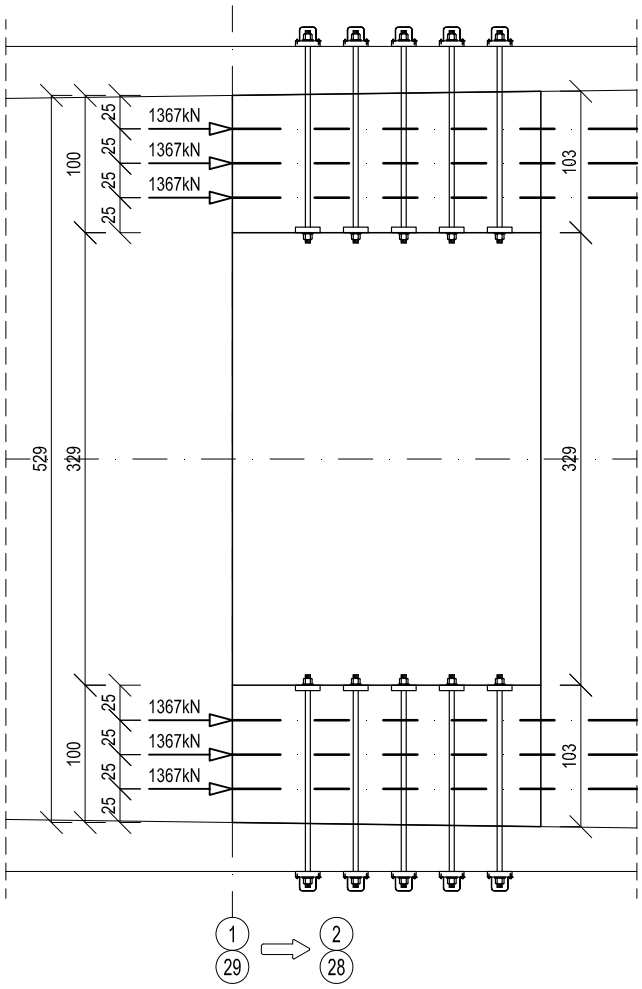
$$A_{a_1} = \frac{Z}{\sigma_v} = \frac{2044}{50} = 40.88\,cm^2$$

$$A_{a,\min} = kbd\frac{f_{bzm}}{\sigma_v} = 0.2 \cdot 70 \cdot 225 \cdot \frac{0.35}{50} = 22.05 cm^2$$

$A_{a,\min} < A_{a,pot} = 40.88\,cm^2$

усвојено $14\phi 22 (53.20\,cm^2)$

ова арматура распоређена је на висини $0.15 \cdot d = 0.15 \cdot 225 \approx 35\,cm$



Хоризонтална арматура на преосталом делу носача:

$A_{ah} = 0.1 \cdot 70 = 7.0\,cm^2 / m'$ усвојено $\pm\phi 14 / 20\,cm\ (15.4\,cm^2)$

Контрола трансверзалне силе у ослоначкој зони:

$T_{u,\max} = 0.1 \cdot b \cdot d \cdot f_b = 0.1 \cdot 100 \cdot 225 \cdot 2.775 = 6244 kN$

$T_u = 4079 \cdot 1.6 = 6526.8\,kN \sim 6244\,kN$

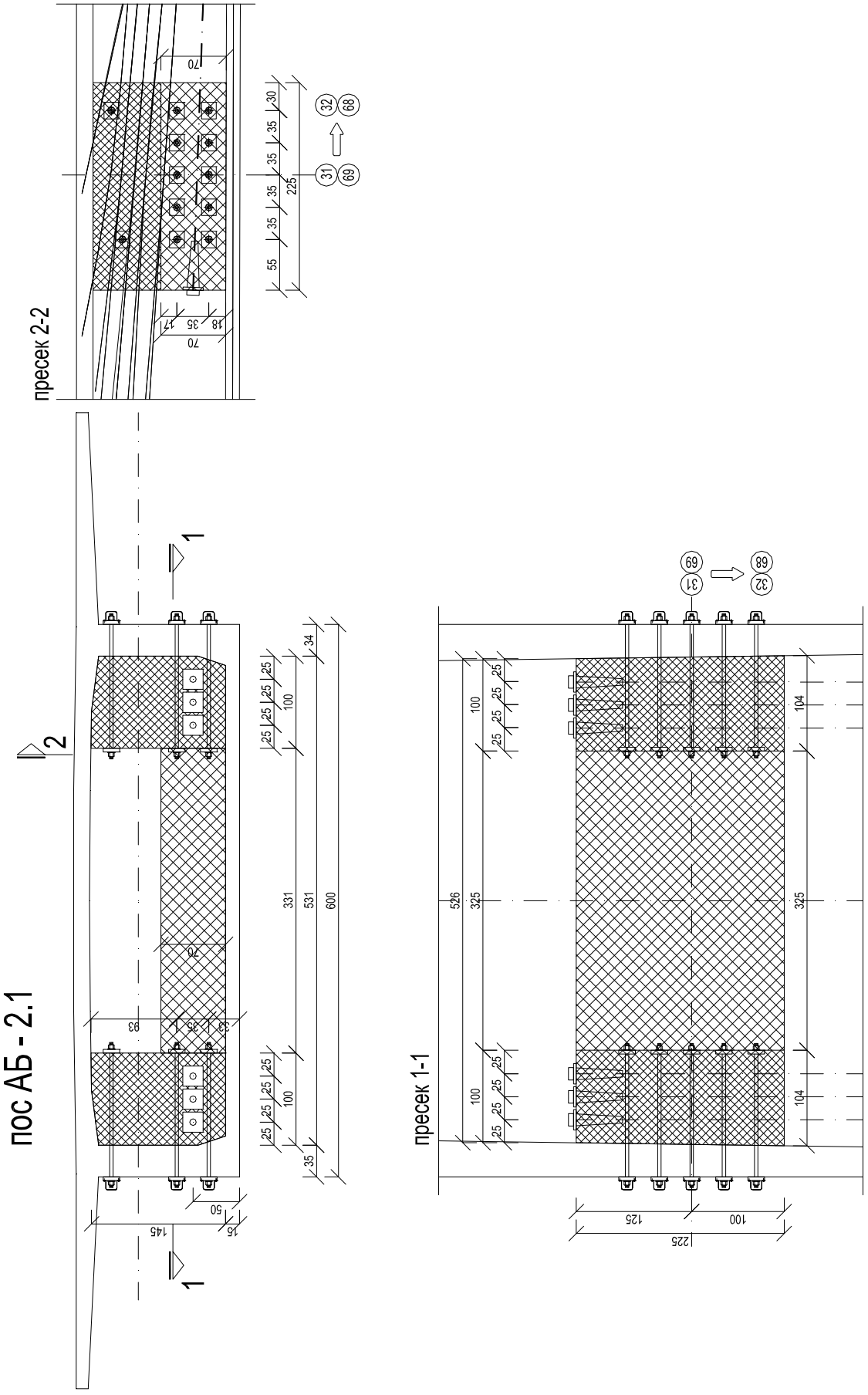
Прекорачење трансверзалне силе ~4.5%.

Арматура за прихватање главних напона затезања у зони уношења силе преднапрезања:

$$A_{av} = 0.3 \cdot \frac{1367}{0.667 \cdot 50} = 12.30\,cm^2$$

Усв. змијаста арматура $3x6\phi 12 / 10\,cm$ или узенгије $2x5U\phi 12 / 10\,cm$

Анкерни блок АБ-2.1



Крути анкери

Анкерни блок пос АБ-2.1 веже се за ребра сандучастог носача крутим анкерима типа DYWIDAG или сличним.

Анкерни блок прихвата силу од шест каблова 7Ф16.

прекидна сила у каблу $F_{pk} = 1953\,kN$

сила на преси $0.8F_{pk} = 1562\,kN$

укупна сила у анкерном блоку $F = 6 \cdot 1562 = 9372\,kN$

на једну спојницу преноси се сила $R = 1562 \cdot 6 / 2 = 4686\,kN$

коефицијент трења бетон-бетон $\mu = 0.65$

(препорука према EN 1992-1-1:2004 $\mu = 0.70$ - за храпаву површину)

контактна сила $F_{\tau} = 4686 / 0.65 = 7209\,kN$

Крути анкери DYWIDAG 36WR или слични:

прекидна сила у анкеру $F_p = 1049\,kN$

$0.7F_p = 0.7 \cdot 1049 = 734.3\,kN$

потребан број комада $n = 7209 / 734.3 = 9.81\,kom$

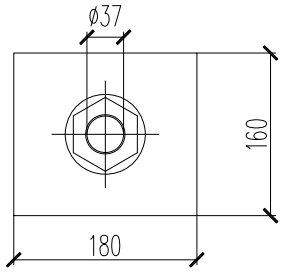
усвојено $n = 12\,kom$

Коефицијент сигурности: $\gamma = \dfrac{12}{9.81} = 1.22$

(према EN 1992-1-1:2004 за $\mu = 0.70$ $\gamma = \dfrac{12}{9.81} \cdot \dfrac{0.7}{0.65} = 1.32$)

Подложна плочица: bxd=16x18cm

површина подложне плочице: $A = 16x18 - 3.7^2 \cdot \dfrac{\pi}{4} = 277.3\,cm^2$



ограничава се локални напон у бетону испод плочице:

$\sigma_{b,lok} = \min\begin{Bmatrix} 1.6x25.5 \\ 40 \end{Bmatrix} = 40MPa$

контактни напон испод плочице:

$\sigma_{b.lok} = \dfrac{734.3}{277.3} = 2.64\,kN/cm^2 < 4.0\,kN/cm^2$

Усвојена подложна плочица испод крутих анкера на старом бетону 160x180x40mm.

Димензионисање анкерног блока

Бочни каблови уносе силе директно у ослонце, па је анкерни блок на савијање димензионисан као зидни носач.

$l = 325 \cdot 1.1 = 358\,cm$

$d / l = 0.62 < 1$

$P = 4686.0\,kN \qquad M = 4686 \cdot 0.5 = 2343\,kNm$

$$z_p = 0.3d \cdot \left(3 - \frac{d}{l}\right) = 0.3 \cdot 225 \cdot \left(3 - \frac{225}{358}\right) = 160.1\,cm$$

$$Z = \frac{M_u}{z_p} = \frac{2343 \cdot 1.6}{1.601} = 2341.5\,kN$$

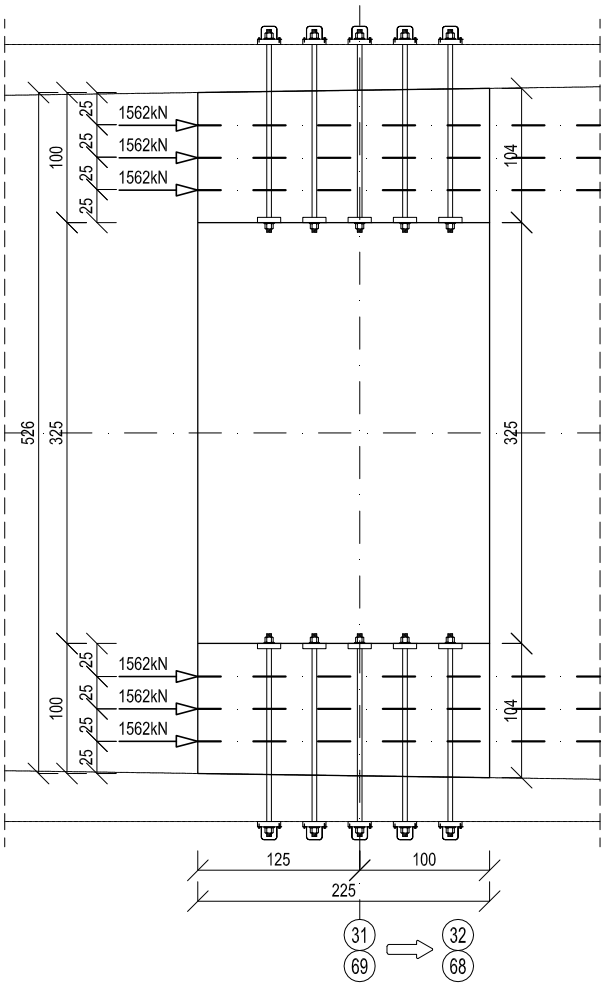
$$A_{a_1} = \frac{Z}{\sigma_v} = \frac{2341.5}{50} = 46.83\,cm^2$$

$$A_{a,\min} = kbd\frac{f_{bzm}}{\sigma_v} = 0.2 \cdot 70 \cdot 225 \cdot \frac{0.35}{50} = 22.05\,cm^2$$

$A_{a,\min} < A_{a,pot} = 46.71\,cm^2$

усвојено $14\phi 22 (53.20\,cm^2)$

ова арматура распоређена је на висини $0.15 \cdot d = 0.15 \cdot 225 \approx 35\,cm$



Хоризонтална арматура на преосталом делу носача:

$A_{ah} = 0.1 \cdot 70 = 7.0\,cm^2 / m'$ усвојено $\pm\phi 14 / 20\,cm\ (15.4\,cm^2)$

Контрола трансверзалне силе у ослоначкој зони:

$T_{u,\max} = 0.1 \cdot b \cdot d \cdot f_b = 0.1 \cdot 141 \cdot 225 \cdot 2.775 = 8804kN$

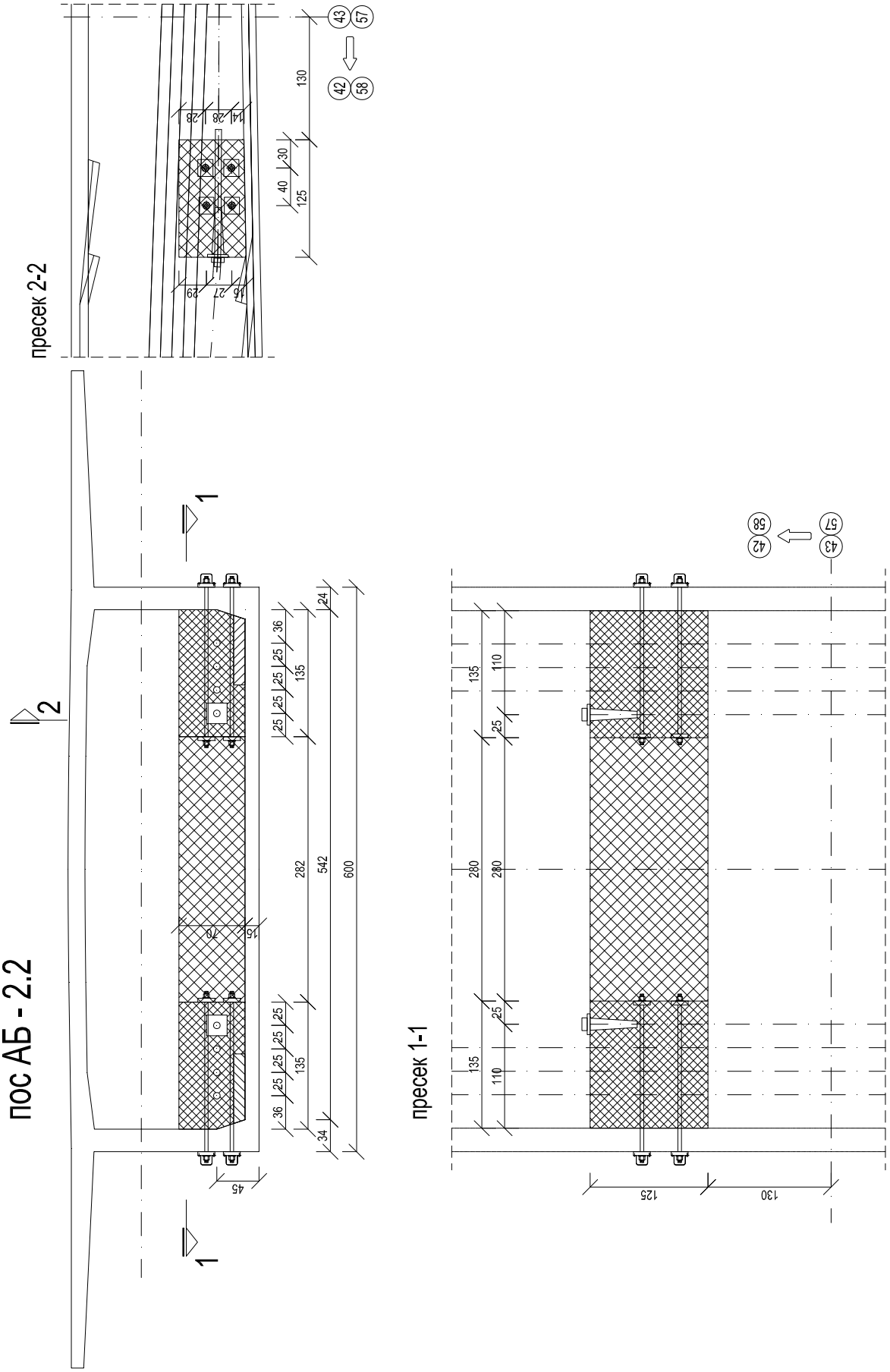
$T_u = 4686 \cdot 1.6 = 7497.6\,kN < 8804kN$

Арматура за прихватање главних напона затезања у зони уношења силе преднапрезања:

$$A_{av} = 0.3 \cdot \frac{1562}{0.667 \cdot 50} = 14.06\,cm^2$$

Усв. змијаста арматура $3x6\phi 12 / 10\,cm$ или узенгије $2x5U\phi 12 / 10\,cm$

Анкерни блок АБ-2.2



Крути анкери

Анкерни блок пос АБ-2.2 веже се за ребра сандучастог носача крутим анкерима типа DYWIDAG или сличним.

Анкерни блок прихвата силу од два каба 7Ф16.

прекидна сила у каблу $F_{pk} = 1953\,kN$

сила на преси $0.8F_{pk} = 1562\,kN$

укупна сила у анкерном блоку $F = 2 \cdot 1562 = 3124\,kN$

на једну спојницу преноси се сила $R = 1562 \cdot 2 / 2 = 1562\,kN$

скретна сила у кабловима на месту АБ2.2 на једну спојницу $N_k = 3 \cdot 1562 = 4686 kN$

вертикална компонента на једну спојницу $V = N_k \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 1562 \cdot \sin\frac{3.90^0}{2} = 53.15\,kN$

коефицијент трења бетон-бетон $\mu = 0.65$

(препорука према EN 1992-1-1:2004 $\mu = 0.70$ - за храпаву површину)

контактна сила $F_\tau = (1562 + 53) / 0.65 = 2485\,kN$

Крути анкери DYWIDAG 36WR или слични:

прекидна сила у анкеру $F_p = 1049\,kN$

$0.7F_p = 0.7 \cdot 1049 = 734.3\,kN$

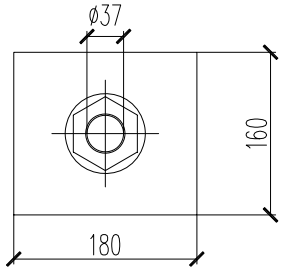
потребан број комада $n = 2485 / 734.3 = 3.38 kom$

усвојено $n = 4\,kom$

Коефицијент сигурности: $\gamma = \frac{4}{3.38} = 1.18$

(према EN 1992-1-1:2004 за $\mu = 0.70$ $\gamma = \frac{4}{3.38} \cdot \frac{0.7}{0.65} = 1.27 \sim 1.30$)

Подложна плочица: bxd=16x18cm



површина подложне плочице: $A = 16x18 - 3.7^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 277.3 cm^2$

ограничава се локални напон у бетону испод плочице:

$\sigma_{b,lok} = \min\begin{Bmatrix} 1.6x25.5 \\ 40 \end{Bmatrix} = 40 MPa$

контактни напон испод плочице:

$\sigma_{b.lok} = \frac{734.3}{277.3} = 2.64\,kN / cm^2 < 4.0\,kN / cm^2$

Усвојена подложна плочица испод крутих анкера на старом бетону 160x180x40mm.

Димензионисање анкерног блока

Бочни каблови уносе силе директно у ослонце, па је анкерни блок на савијање димензионисан као зидни носач.

$l = 280 \cdot 1.1 = 308 cm$

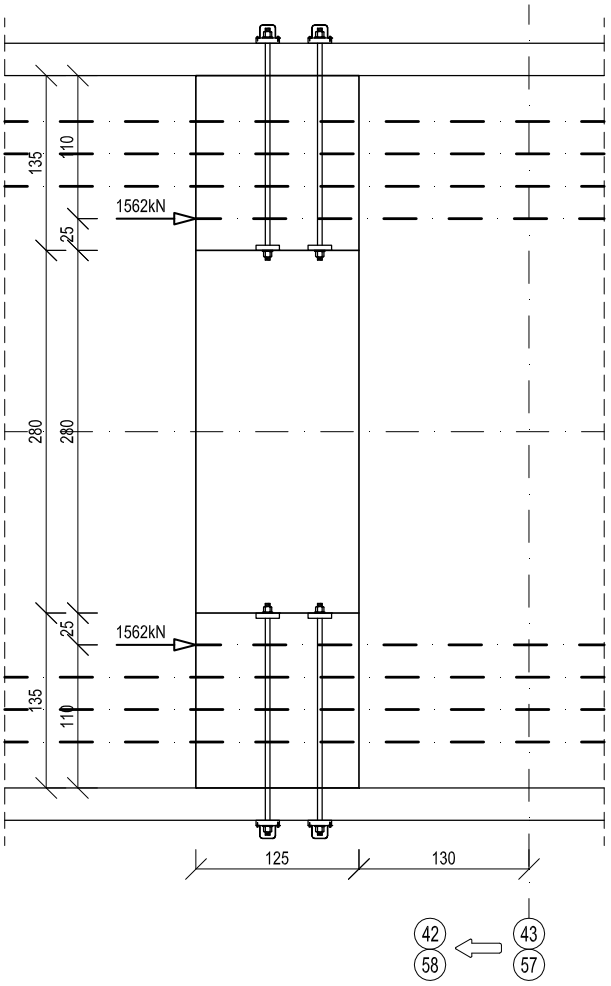
$d / l = 0.40 < 0.5 -$ linijski nosač

$P = 1562.0\,kN$ $M = 1562 \cdot 1.10 = 1718\,kNm$

$$A_{a_1} = \frac{1.6 \cdot 1718 \cdot 100}{0.9 \cdot 125 \cdot 50} = 48.9 cm^2$$

$$A_{a,\min} = \frac{0.2}{100} \cdot 70 \cdot 125 = 17.5 cm^2 < A_{a,pot} = 48.90 cm^2$$

усвојено $14\phi 22 (53.20 cm^2)$



Хоризонтална арматура на преосталом делу носача:

усвојено $\pm\phi 14 / 20 cm \left(15.4 cm^2\right)$

Контрола трансверзалне силе у ослоначкој зони:

$T_{u,\max} = 0.1 \cdot b \cdot d \cdot f_b = 0.1 \cdot 70 \cdot 125 \cdot 2.775 = 2428 kN$

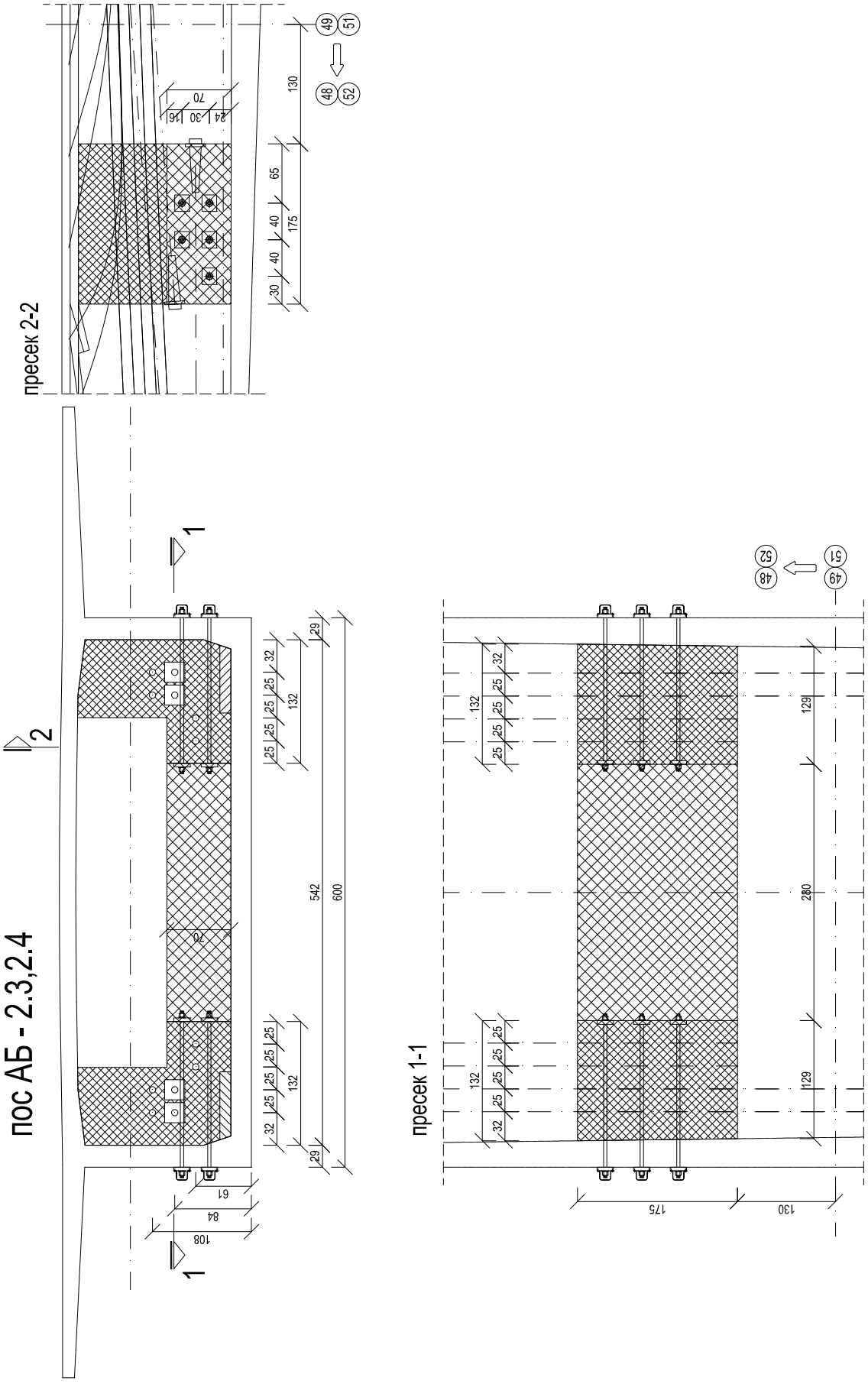
$T_u = 1562 \cdot 1.6 = 2499.2\,kN < 2518 kN$

Арматура за прихватање главних напона затезања у зони уношења силе преднапрезања:

$$A_{av} = 0.3 \cdot \frac{1562}{0.667 \cdot 50} = 14.06 cm^2$$

Усв. змијаста арматура $3x6\phi 12 / 10 cm$ или узенгије $2x5U\phi 12 / 10 cm$

Анкерни блок АБ-2.3 и АБ-2.4



Крути анкери

Анкерни блок пос АБ-2.3, АБ-2.4 веже се за ребра сандучастог носача крутим анкерима типа DYWIDAG или сличним.

Анкерни блок прихвата силу од четири кабла 7Ф16, с тим да се утезање врши фазно, на тај начин да је максимална сила коју прихвата анкерни блок сила од два кабла 7Ф16.

прекидна сила у каблу $F_{pk} = 1953\,kN$

сила на преси $0.8F_{pk} = 1562\,kN$

укупна сила у анкерном блоку $F = 2 \cdot 1562 = 3124\,kN$

на једну спојницу преноси се сила $R = 1562 \cdot 2 / 2 = 1562\,kN$

коефицијент трења бетон-бетон $\mu = 0.65$

(препорука према EN 1992-1-1:2004 $\mu = 0.70$ - за храпаву површину)

контактна сила $F_{\tau} = 1562 / 0.65 = 2403\,kN$

Крути анкери DYWIDAG 36WR или слични:

прекидна сила у анкеру $F_p = 1049\,kN$

$0.7F_p = 0.7 \cdot 1049 = 734.3\,kN$

потребан број комада $n = 2403 / 734.3 = 3.27 kom$

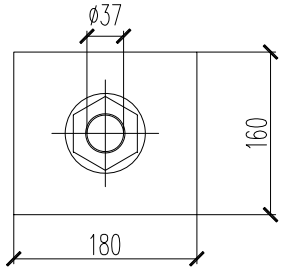
усвојено конструктивно $n = 5 kom$

Коефицијент сигурности: $\gamma = \frac{5}{3.27} = 1.52$

(према EN 1992-1-1:2004 за $\mu = 0.70$ $\gamma = \frac{5}{3.27} \cdot \frac{0.7}{0.65} = 1.65$)

Подложна плочица: bxd=16x18cm

површина подложне плочице: $A = 16x18 - 3.7^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 277.3 cm^2$



ограничава се локални напон у бетону испод плочице:

$\sigma_{b,lok} = \min\begin{Bmatrix} 1.6x25.5 \\ 40 \end{Bmatrix} = 40 MPa$

контактни напон испод плочице:

$\sigma_{b.lok} = \frac{734.3}{277.3} = 2.64\,kN / cm^2 < 4.0\,kN / cm^2$

Усвојена подложна плочица испод крутих анкера на старом бетону 160x180x40mm.

Димензионисање анкерног блока

Бочни каблови уносе силе директно у ослонце, па је анкерни блок на савијање димензионисан као зидни носач.

$l = 280 \cdot 1.1 = 308\,cm$

$d / l = 0.56 < 1$

$P = 1562.0\,kN \quad M = 1562 \cdot (0.75 + 0.5 - 0.25) = 1562\,kNm$

$$z_p = 0.3d \cdot \left(3 - \frac{d}{l}\right) = 0.3 \cdot 175 \cdot \left(3 - \frac{175}{310}\right) = 127.9\,cm$$

$$Z = \frac{M_u}{z_p} = \frac{1562 \cdot 1.6}{1.279} = 1954\,kN$$

$$A_{a_1} = \frac{Z}{\sigma_v} = \frac{1954}{50} = 39.08 cm^2$$

$$A_{a,\min} = kbd\frac{f_{bzm}}{\sigma_v} = 0.2 \cdot 70 \cdot 175 \cdot \frac{0.35}{50} = 17.15\,cm^2$$

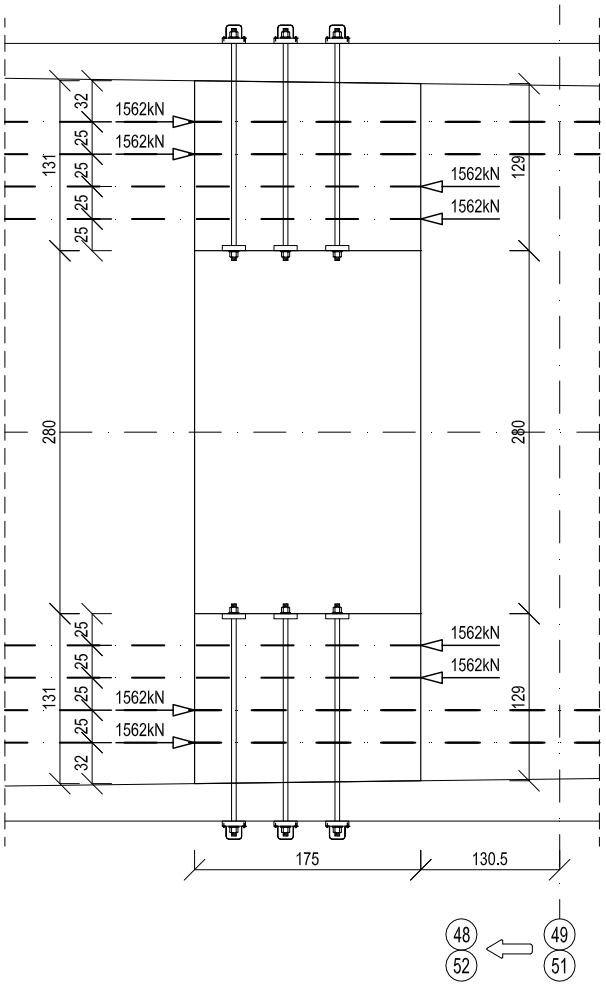
$A_{a,\min} < A_{a,pot} = 39.08\,cm^2$

усвојено $\pm 14\phi 20 (43.96\,cm^2)$

ова арматура распоређена је на висини
$0.15 \cdot d = 0.15 \cdot 175 \approx 25\,cm$
на оба краја анкерног блока.
Хоризонтална арматура на преосталом делу носача

$A_{ah} = 0.1 \cdot 70 = 7.0\,cm^2 / m'$

усвојено $\pm\phi 14 / 20\,cm \left(15.4\,cm^2\right)$



Контрола трансверзалне силе у ослоначкој зони:

$T_{u,\max} = 0.1 \cdot b \cdot d \cdot f_b = 0.1 \cdot 164 \cdot 175 \cdot 2.775 = 7964 kN$

$T_u = 1562 \cdot 1.6 = 2499.2\,kN < 7964 kN$

Контрола момента торзије:

$e = 0.29m$

$M_t = 2 \cdot 1562 \cdot 0.29 = 906.0 kNm$

$b_0 = 166 cm$

$d_0 = 155 cm$

$A_{b0} = 166 \cdot 155 = 25730 cm^2$

$\delta = 19.4 cm$

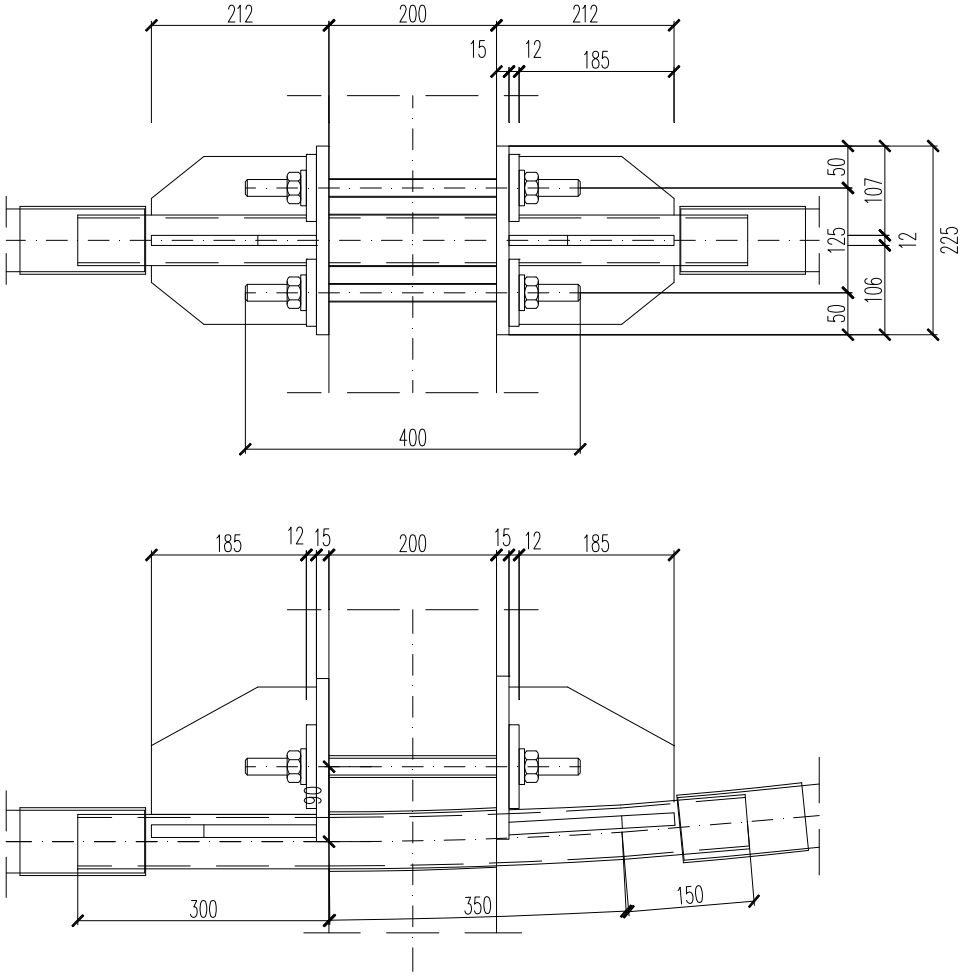
$$\tau = \frac{937.2 \cdot 100}{2 \cdot 25730 \cdot 19.4} = 0.09 kN / cm^2 < 0.13 kN / cm^2$$

Арматура за прихватање главних напона затезања у зони уношења силе преднапрезања:

$$A_{av} = 0.3 \cdot \frac{1562}{0.667 \cdot 50} = 14.06\,cm^2$$

Усв. змијаста арматура $3x6\phi 12 / 10\,cm$ или узенгије $2x5U\phi 12 / 10\,cm$

4.4.5 Прорачун девијатора



Локални напон притиска у бетону:

КОНСТРУКЦИЈА К1

Сила у каблу $N_k = 1367\,kN$

$\alpha = 5.61^0$

$\sin\frac{\alpha}{2} = 0.0489$

КОНСТРУКЦИЈА К2

Сила у каблу $N_k = 1562\,kN$

$\alpha = 3.79^0$

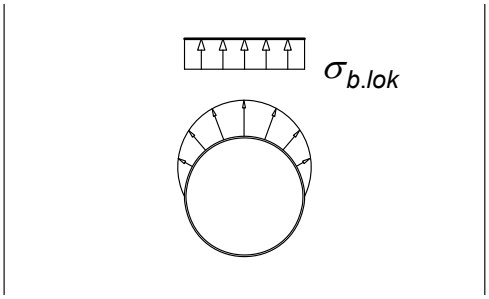
$\sin\frac{\alpha}{2} = 0.0331$

вертикална компонента

$V \cong 2 \cdot N_k \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 1367 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 134\,kN$

$V \cong 2 \cdot N_k \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 1562 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 103\,kN$

Меродавно оптерећење $V = 134\,kN$



Локални напони притиска у бетону изнад девијатора, претпоставка да се укупна сила преноси преко цеви на бетон попречног носача:

$$\sigma_{b.lok} = \frac{V}{d \cdot l} = \frac{134}{6.35 \cdot 20} = 1.05\,kN/cm^2 = 10.5\,MPa < 20MPa$$

Максималне дозвољене вертикалне и хоризонталне скретне силе, претпоставка да се укупне силе преносе смицањем преко укрућења и цеви:

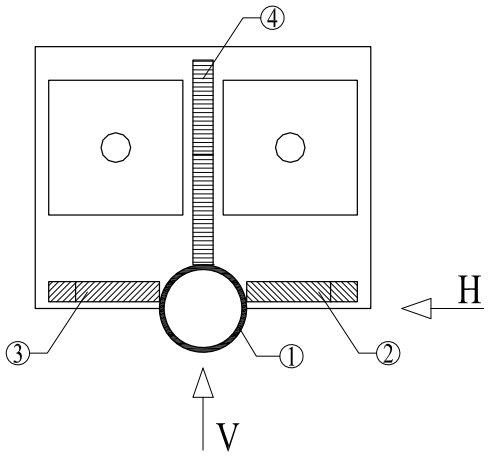
$A_1 = (6.35 + 6.0) / 2 \cdot \pi \cdot 0.35 = 6.79\,cm^2$

$A_2 = A_3 = 6.75 \cdot 1.5 = 10.13\,cm^2$

$A_4 = 15.2 \cdot 1.5 = 22.8\,cm^2$

$V_{max} = \tau_{dop} \cdot A = 9.0 \cdot (22.8 + 6.79) = 266.3\,kN > 134\,kN$

$H_{max} = \tau_{dop} \cdot A = 9.0 \cdot (2 \cdot 10.13 + 6.79) = 242.9\,kN$

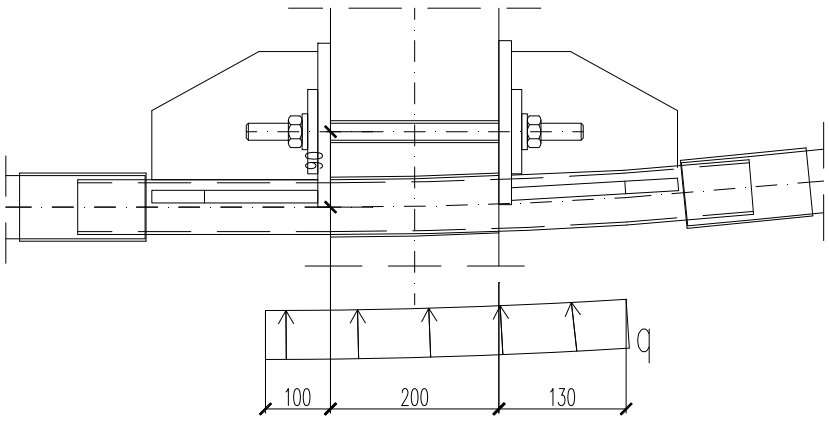


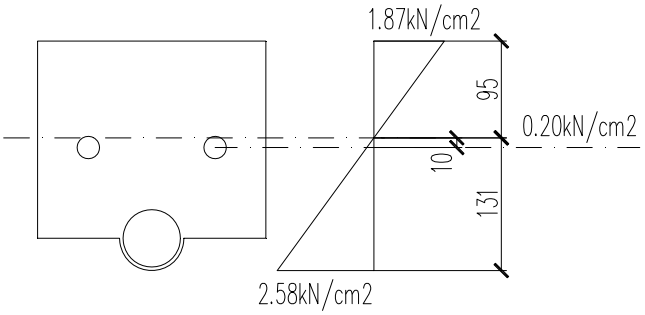
Реактивно оптерећење од кабла:

$V = 134\,kN$

$q = \frac{134}{43} = 3.11\,kN/cm^2$

$M = 3.11 \cdot 13^2 / 2 = 262\,kNcm$





Геометријске карактеристике

$I = 1331\,cm^4$

$W_o = 140.1\,cm^3$

$W_u = 101.6\,cm^3$

Нормални напони

$\sigma_o = \frac{M}{W_o} = \frac{262}{140.1} = 1.87\,kN/cm^2$

$\sigma_u = \frac{M}{W_u} = \frac{262}{101.6} = 2.58\,kN/cm^2$

Сила затезања у брезонима:

$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{262}{1331} \cdot 1 = 0.20\,kN/cm^2$

$2M20....A = 2x3.14 = 6.28\,cm^2$

$Z = 0.20 \cdot 6.28 = 1.26\,kN$

Сила у једном брезону:

$Z_{(1)} = 1.26 / 2 = 0.63\,kN$

$T = 3.11 \cdot 13 = 40.43\,kN$

Напон смицања у једном брезону:

$$\tau = \frac{40.43}{2} \cdot \frac{1}{\frac{2.0^2 \cdot \pi}{4}} = 6.44\,kN/cm^2 < \tau_{dop}$$

4.5 ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ НА ЛОМ

Спроводи се за пресек са екстремним вредностима напона затезања (пресек 54, на конструкцији К2).

Параметри материјала:

бетон МВ40 $\mathbf{f_b}$ = 25,5 MPa
фактор пуноће дијаграма притиска (парабола) α_b = 2/3
арматура GA240/360 σ_v = 240,0 MPa
каблови Y1670S7 $\sigma_{0.2} = 0.85 x f_t$ = 1419,5 MPa
каблови Y1860S7 $\sigma_{0.2,d} = 0.85 x f_t$ = 1581,0 MPa

Преглед арматуре и каблова у пресеку, са положајима (табела).

арматура	n_k [kom]	шипка Φ	A [cm^2]	y_g [cm]	A x y_g	h_a [cm]
доња плоча	40	10	31.40	172.5	5416.5	
ребра	28	10	21.98	90	1978.2	
укупно			**53.38**		**7394.7**	**138.5**

постојећи каблови	n_k [kom]	$n_ž$ [kom]	жица [ϕ]	A [cm^2]	y_g [cm]	A x y_g	$h_к$ [cm]
доња плоча и ребро	104	6	7	240.02	149.8	35955.2	
укупно				**240.02**		**35955.2**	**149.8**

додатни каблови	n_k [kom]	$n_ž$ [kom]	жица [ϕ]	A [cm^2]	y_g [cm]	A x y_g	$h_{к,d}$ [cm]
екстерни	8	7	16	84.00	154.5	12978.0	
укупно				**84.00**		**12978.0**	**154.5**

Површина арматуре: F_a = 53.38 cm^2
Површина каблова: F_k = 240.02 cm^2
Површина каблова: $F_{k,d}$ = 84.00 cm^2

Сила затезања при лому: $Z = F_k * \sigma_{0.2} + F_a * \sigma_v + F_{k,d} * \sigma_{0.2,d}$ = 48633 kN

ширина горње плоче износи b_p = 1060 cm
средња дебљина горње плоче износ d_p = 19 cm

Потребна висина притиснутог бетона:
$x = Z / (\alpha_b * b * \beta_b)$ = 24.58 cm > dp

Притиснута зона бетонског пресека је Т облика

Σb_r = 25+25 = 50.0 cm

Растојање силе затезања у односу на горњу ивицу пресека износи:

$a_1 = (F_k * \sigma_{0.2} * x_k + F_a * \sigma_v * x_a + F_{k,d} * \sigma_{0.2,d} * x_{k,d})/Z$ = 150.8 cm

а статичка висина износи

$h = H - a_1$ = 150.8 cm

За усвојене дилатације бетона и челика $\varepsilon_b/\varepsilon_{a1}$ = 2.15 / 10 ‰

$s = \varepsilon_b/(\varepsilon_b+\varepsilon_{a1})$ = 0.177 → x = s*h = 26.7 cm

дилатација бетона на споју плоче и ребра износи:

$\varepsilon_{bd} = \varepsilon_b*(x-dp)/x =$ 0.6 ‰

Коефицијенти пуноће дијаграма притиска износе:

За $\varepsilon_b > 2$ ‰ → $\alpha_{b1} = \varepsilon_b*(6-\varepsilon_b)/12 =$ 0.690
За $\varepsilon_{bd} < 2$ ‰ → $\alpha_{b2} = \varepsilon_{bd}*(6-\varepsilon_{bd})/12 =$ 0.278

а силе притиска у бетону

$D_{bu1} = \alpha_{b1}*b_p*x*\beta_b =$ 54637 kN
$D_{bu2} = \alpha_{b2}*(b_p-b_{r)}*(x-d_p)*\beta_b =$ 6031 kN

Укупан притисак који прима бетон износи:

$D_{bu} = D_{bu1} - D_{bu2} =$ 48607 kN ≈ 48633 kN = Z

Растојање силе притиска од доње ивице пресека износи:

За $\varepsilon_b > 2$ ‰ → $\eta_{b1} = [\varepsilon_b*(3*\varepsilon_b-4)+2]/[2*\varepsilon_b*(3*\varepsilon_b-2)] =$ 0.380
За $\varepsilon_{bd} < 2$ ‰ → $\eta_{b2} = (8-\varepsilon_b)/[4*(6-\varepsilon_b)] =$ 0.343

$z_{b1} = h-\eta_{b1}*x =$ 140.7 cm
$z_{b2} = h-\eta_{b2}*x =$ 141.6 cm

Момент лома износи:
$M_u = D_{bu1}*z_{b1}-D_{bu2}*z_{b2} =$ 68307 kNm

Експлоатациони моменти у пресеку 54 лево износе:

од сталног терета:	$M_g =$ 12838 kNm
од реакција преднапрезања (са додатим кабловима):	$M_{pn} =$ 11313 kNm
од темп. разлике:	$M_t =$ 2883 kNm
саобраћај са V440:	$M_{V440} =$ 11521 kNm

Гранични момент у пресеку 54 лево за саобраћајно оптерећење са V440:

$\max M = 1.6*M_g + 1.0*M_{pn} + 1.8*(M_t+M_{V440}) =$ 57781 kNm < Mu

Пресек над ослонцем са максималним негативним моментом савијања (пресек 54 лево) има потребну граничну носивост.

Формално, према домаћем "Правилнику о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон", 1971, глобални коефицијент сигурности, за саобраћајно оптерећење са V440 износи:

$\gamma_u = (M_u-M_{pn})/(M_g+M_t+M_{V440}) =$ 2.09 > 1.8

за саобраћајно оптерећење са V440 - задовољава.

Пресек у пољу са максималним напоном затезања (пресек 54 лево) има довољну граничну носивост након ојачања.

4.6 СИГУРНОСТ ПРОТИВ ПОЈАВЕ ПРСЛИНА

Појава прслина контролисаће се за трајно стање
t = ∞ и за основно оптерећење (g +dg+PNP) + p

Коефицијент сигурности против појаве прслина $\gamma_p \geq 1{,}15$

$$\gamma_p = \frac{\sigma_{b,pnp} + 0.7 \cdot f_{bzsm}}{\min \sigma_b}$$

Контрола се врши за пресеке са највећим напоном затезања.

Пресек 29d – Конструкција К1

МБ 35 → $f_{\beta zm}$ = 2.65 Mpa

$$0.7 \cdot f_{bzsm} = 2.65 \cdot 0.7 \cdot (0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{1.8}}) = 1.75 MPa$$

$$\sigma_{u,PNP} = 5.81 - 0.27 = 5.54 MPa$$

$$\sigma_{u,g+dg+V440} = 2.67 + 1.09 + 1.95 = 5.71 MPa$$

Коефицијент сигурности против појаве прслина:

$$\gamma_p = \frac{5.54 + 1.75}{5.71} = 1.28 > 1.15$$

Пресек 54 – Конструкција К2

МБ 40 → $f_{\beta zm}$ = 2.90 Mpa

$$0.7 \cdot f_{bzsm} = 2.90 \cdot 0.7 \cdot (0.6 + \frac{0.4}{\sqrt[4]{1.8}}) = 1.92 MPa$$

$$\sigma_{u,PNP} = 10.43 + 4.80 = 15.23 MPa$$

$$\sigma_{u,g+dg+V440} = 5.48 + 2.30 + 6.99 = 14.77 MPa$$

Коефицијент сигурности против појаве прслина:

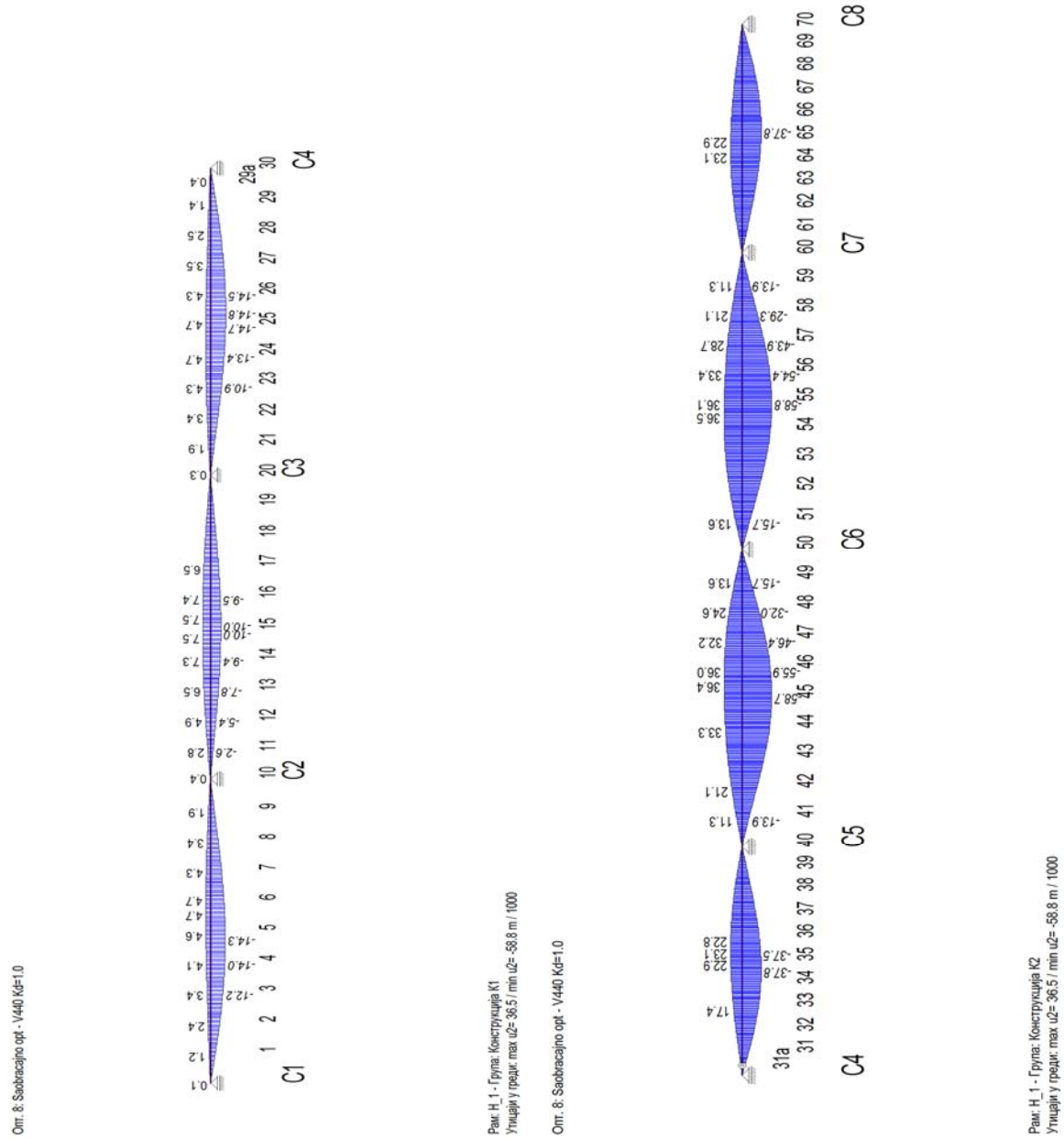
$$\gamma_p = \frac{15.23 + 1.92}{14.77} = 1.16 > 1.15$$

4.7 КОНТРОЛА ФУНКЦИОНАЛНОСТИ МОСТА

Сходно Правилнику о техничким нормативима за одређивање величина оптерећења мостова (Сл.лист СФРЈ 1/91) провериће се вредности угиба главног носача услед дејства саобраћајног оптерећења (без динамичког коефицијента), као и померања на местима покретних лежишта и дилатационих справа.

4.7.1 Контрола угиба

Дијаграм угиба главних носача услед саобраћајног оптерећења V440 без динамичког коефицијента.



Конструкција К1

$$_{\max}u_{K1} = 14.8mm < u_{dop} = L / 200 = 35000 / 200 = 175mm$$

Конструкција К2

$$_{\max}u_{K2} = 58.5mm < u_{dop} = L / 200 = 61100 / 200 = 305.5mm$$

$$_{\max}u_{K2} = 37.8mm < u_{dop} = L / 200 = 47000 / 200 = 235mm$$

5 ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ

5.1 УЛАЗНИ ПОДАЦИ

5.1.1 Геометријске карактеристике попречних пресека

5.1.1.1 Конструкција К1 – од С1 до С4

Ефективна ширина плоче

Конструкција К1

Ослоначки попречни носачи:

$$b' = \min\begin{Bmatrix} b_1 + b_0 + 8\cdot d = 60 + 8\cdot 18 = 204cm \\ b_1 + b_0 + 0.25\dfrac{l_0}{3} = 60 + 0.25\cdot\dfrac{520}{3} = 103.3333cm \\ b_0 = 60cm \end{Bmatrix}$$

Средњи попречни носачи:

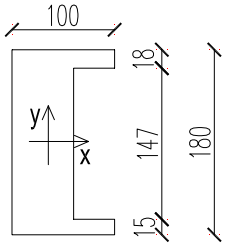
$$b = \min\begin{Bmatrix} b_0 + 20\cdot d = 100 + 20\cdot 18 = 460cm \\ b_0 + 0.25 l_0 = 100 + 0.25\cdot 400 = 200cm \\ b_0 = 100cm \end{Bmatrix}$$

Секундарни средњи попречни носачи:

$$b = \min\begin{Bmatrix} b_0 + 20\cdot d = 20 + 20\cdot 18 = 380cm \\ b_0 + 0.25 l_0 = 20 + 0.25\cdot 575 = 163.75cm \\ b_0 = 20cm \end{Bmatrix}$$

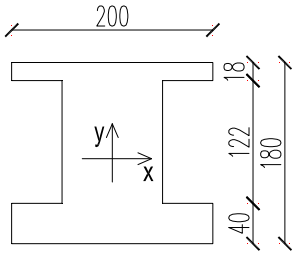
Геометријске карактеристике:

Ослоначки попречни носачи



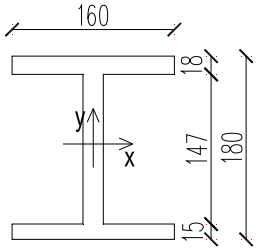
Area: 12120.0000
Perimeter: 640.0000
Bounding box: X: 0.0000 -- 100.0000
Y: 0.0000 -- 180.0000
Centroid: X: 35.4455
Y: 90.7277
Moments of inertia: X: 137757960.0000
Y: 21584000.0000

средњи попречни носачи:



Area: 23800.0000
Perimeter: 960.0000
Bounding box: X: 0.0000 -- 200.0000
Y: 0.0000 -- 180.0000
Centroid: X: 100.0000
Y: 84.3613
Moments of inertia: X: 249215733.3333
Y: 286833333.3333

Секундарни средњи попречни носачи



Area: 8220.0000
Perimeter: 960.0000
Bounding box: X: 0.0000 -- 160.0000
Y: 0.0000 -- 180.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 93.7555
Moments of inertia: X: 112792860.0000
Y: 63970000.0000

5.1.1.2 Конструкција К2 – од С4 до С8

Ефективна ширина плоче

Конструкција К2

Ослоначки попречни носачи:

$$b' = \min\begin{Bmatrix} b_1 + b_0 + 8\cdot d = 60 + 8\cdot 18 = 204cm \\ b_1 + b_0 + 0.25\dfrac{l_0}{3} = 60 + 0.25\cdot\dfrac{520}{3} = 103.333cm \\ b_0 = 60cm \end{Bmatrix}$$

Средњи попречни носачи:

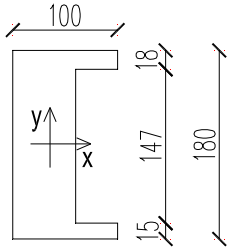
$$b = \min\begin{Bmatrix} b_0 + 20\cdot d = 100 + 20\cdot 18 = 460cm \\ b_0 + 0.25 l_0 = 100 + 0.25\cdot 380 = 195cm \\ b_0 = 100cm \end{Bmatrix}$$

Секундарни средњи попречни носачи:

$$b = \min\begin{Bmatrix} b_0 + 20\cdot d = 20 + 20\cdot 18 = 380cm \\ b_0 + 0.25 l_0 = 20 + 0.25\cdot 575 = 163.75cm \\ b_0 = 20cm \end{Bmatrix}$$

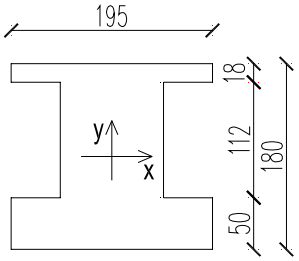
Геометријске карактеристике:

Ослоначки попречни носачи



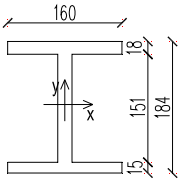
Area: 12120.0000
Perimeter: 640.0000
Bounding box: X: 0.0000 – 100.0000
Y: 0.0000 -- 180.0000
Centroid: X: 35.4455
Y: 90.7277
Moments of inertia: X: 137757960.0000
Y: 21584000.0000

средњи попречни носачи:

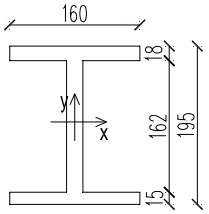


Area: 24460.0000
Perimeter: 940.0000
Bounding box: X: 0.0000 -- 195.0000
Y: 0.0000 – 180.0000
Centroid: X: 97.5000
Y: 83.0401
Moments of inertia: X: 248406613.3333
Y: 283873833.3333

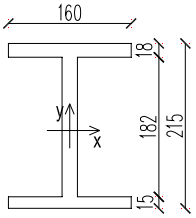
Секундарни средњи попречни носачи



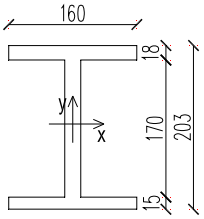
Area: 8300.0000
Perimeter: 968.0000
Bounding box: X: 0.0000 – 160.0000
Y: 0.0000 – 184.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 95.8205
Moments of inertia: X: 118930566.6667
Y: 64484666.6667



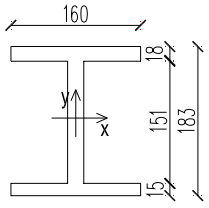
Area: 8520.0000
Perimeter: 990.0000
Bounding box: X: 0.0000 -- 160.0000
Y: 0.0000 – 195.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 101.4930
Moments of inertia: X: 136839960.0000
Y: 65900000.0000



Area: 8920.0000
Perimeter: 1030.0000
Bounding box: X: 0.0000 – 160.0000
Y: 0.0000 -- 215.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 111.7848
Moments of inertia: X: 173420093.3333
Y: 68473333.3333



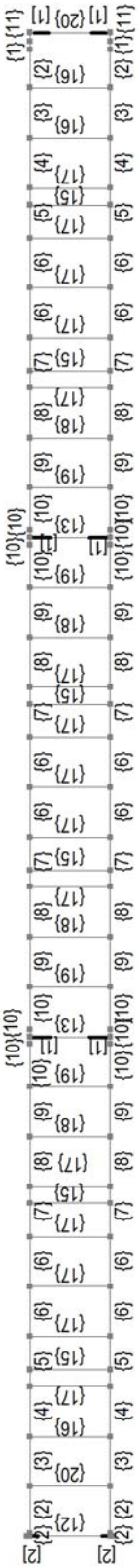
Area: 8680.0000
Perimeter: 1006.0000
Bounding box: X: 0.0000 – 160.0000
Y: 0.0000 – 203.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 105.6129
Moments of inertia: X: 150837773.3333
Y: 66929333.3333



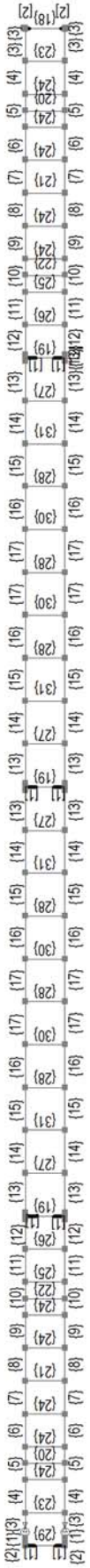
Area: 8280.0000
Perimeter: 966.0000
Bounding box: X: 0.0000 – 160.0000
Y: 0.0000 -- 183.0000
Centroid: X: 80.0000
Y: 95.3043
Moments of inertia: X: 117377640.0000
Y: 64356000.0000

5.1.2 Улазни подаци за Tower-3D model builder 7.0

Конструкција К1

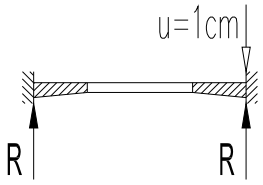


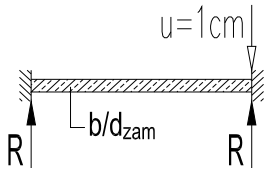
Конструкција К2



Коловозна плоча између попречних носача моделирана је помоћу фиктивних носача у десетинама распона . Дебљина фиктивних носача одређена је из услова једнакости померања крајева овако формираних носача и плоче укљештене у ребра главног носача.

Карактеристике фиктивних попречних носача:





$$d_{zam} = L \cdot (R / E \cdot u \cdot b)^{1/3}$$

	пресек	L(cm) између ребара	горња плоча dpl(cm)	L(cm) између вута	L(cm) -**из модела**	R(Δ=1c	d замењ.
K1	1,29	530	18	410	560	15.9	20.4
	2,28	540	18	420	560	15	20.0
	3-7,13-17,23-27	552	18	432	560	14	19.5
	8,12,18,22	540	18	420	560	15	20.0
	9,11,19,21	530	18	410	560	15.9	20.4
K2	31,69	530	18	410	560	15.9	20.4
	32,68	546	18	426	560	14.5	19.8
	33-37, 63-67	552	18	432	560	14	19.5
	38,62	546	18	426	560	14.5	19.8
	39,61	530	18	410	560	15.9	20.4
	41,49,51, 59	536	18	416	560	15.4	20.2
	42-48,52-58	552	18	432	560	14	19.5

Доња плоча

	пресек	L(cm) између ребара	горња плоча dpl(cm)	L(cm) између вута	L(cm) -**из модела**	R(Δ=1c	d замењ.
K1	1,29	530	15	510	560	8.2	16.0
	2,28	540	15	520	560	7.7	15.7
	3-7,13-17, 23-27	552	15	532	560	7.2	15.3
	8,12,18,22	540	25	520	560	33.4	25.6
	9,11,19,21	530	33	510	560	82.7	34.6
K2	31,69	530	15	510	560	8.2	16.0
	32,68	546	15	526	560	7.5	15.6
	33-37,63-67	552	15	532	560	7.2	15.3
	38,62	546	22	526	560	22.6	22.5
	39,61	530	36	510	560	107	37.7
	41,49,51,59	536	31	516	560	54.5	30.1
	42-48,52-58	552	15	532	560	7.2	15.3

	presek	ddpl+ dgpl= **duk**,zam	bpl	**Auk**,zam	**Iz,uk**,zam
		(cm)	(m)	(m2)	(m4)
K1	1,29	36	3.5	1.260	0.014
	2,28	36	3.5	1.260	0.014
	3-7,13-17,23-27	35	3.5	1.225	0.013
	8,12,18,22	46	3.5	1.610	0.028
	9,11,19,21	55	3.5	1.925	0.049
K2	31,69	36	4.7	1.692	0.018
	32,68	35	4.7	1.645	0.017
	33-37, 63-67	35	4.7	1.645	0.017
	38,62	42	4.7	1.974	0.029
	39,61	58	4.7	2.726	0.076
	41,49,51, 59	50	6.1	3.055	0.064
	42-48,52-58	35	6.1	2.139	0.022

5.1.2.1 Конструкција К1 – од С1 до С4

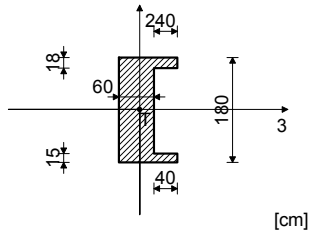
Табела материјала

No	Назив материјала	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Бетон МВ 35	3.300e+7	0.20	0.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Бетон МВ 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Сетови греда

Сет: 12 Пресек: ~I 100/180, Фиктивна ексцентричност

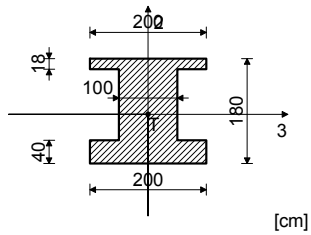
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	1.212e+0	9.479e-1	9.292e-1	1.089e-1	6.357e-2	3.799e-1	



[cm]

Сет: 13 Пресек: I 240/180, Фиктивна ексцентричност

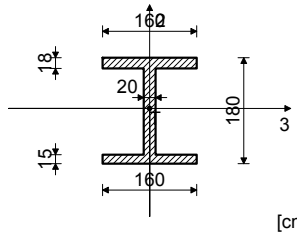
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	2.380e+0	1.660e+0	2.177e+0	4.532e-1	4.883e-1	7.984e-1	



[cm]

Сет: 15 Пресек: I 160/180, Фиктивна ексцентричност

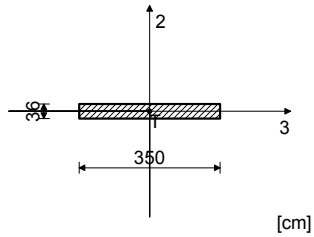
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	8.220e-1	3.515e-1	5.495e-1	8.830e-3	1.136e-1	4.054e-1	



[cm]

Сет: 16 Пресек: b/d=350/36, Фиктивна ексцентричност

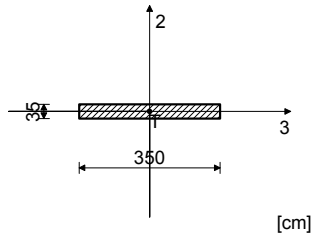
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.260e+0	1.050e+0	1.050e+0	5.090e-2	1.286e+0	1.361e-2



[cm]

Сет: 17 Пресек: b/d=350/35, Фиктивна ексцентричност

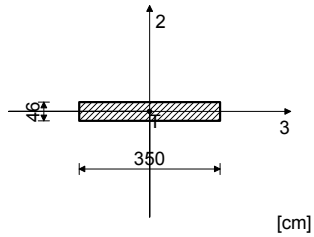
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.225e+0	1.021e+0	1.021e+0	4.687e-2	1.251e+0	1.251e-2



[cm]

Сет: 18 Пресек: b/d=350/46, Фиктивна ексцентричност

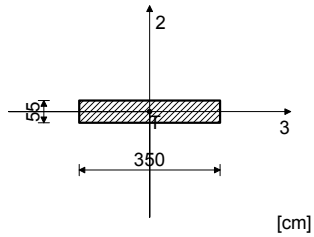
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.610e+0	1.342e+0	1.342e+0	1.042e-1	1.644e+0	2.839e-2



[cm]

Сет: 19 Пресек: b/d=350/55, Фиктивна ексцентричност

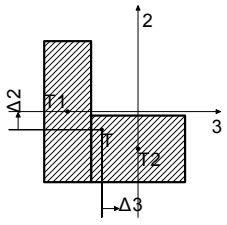
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.925e+0	1.604e+0	1.604e+0	1.749e-1	1.965e+0	4.853e-2



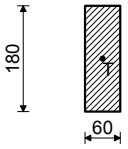
[cm]

Сет: 20 Пресек: Вишеделниі, Фиктивна ексцентричност

	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	2.100e+0	1.750e+0	1.750e+0	2.407e-1	5.797e-1	4.714e-1

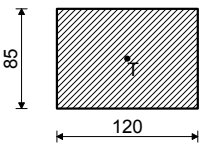


No	Пресек	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Mat.
1	b/d=60/180	-90.00	0.00	0.00	1
2	b/d=120/85	0.00	-47.50	0.00	1



[cm]

b/d=60/180



[cm]

b/d=120/85

Сетови линијских ослонаца

Сет	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
2	1.000e+10	1.000e+10			

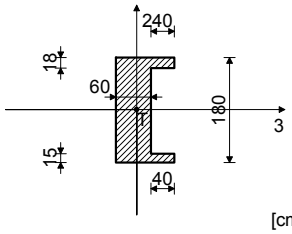
5.1.2.2 Конструкција К2 – од С4 до С8

Табела материјала

No	Назив материјала	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Бетон МВ 35	3.300e+7	0.20	0.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Бетон МВ 35	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Сет: 18 Пресек: ~I 190/180, Фиктивна екцентричност

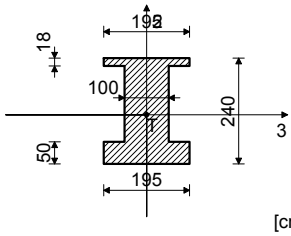
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	1.212e+0	9.479e-1	9.292e-1	1.089e-1	6.357e-2	3.799e-1



[cm]

Сет: 19 Пресек: I 195/240, Фиктивна екцентричност

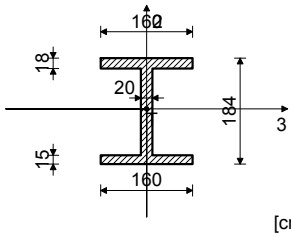
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	3.046e+0	2.188e+0	2.778e+0	6.584e-1	5.635e-1	1.779e+0



[cm]

Сет: 20 Пресек: I 160/184, Фиктивна екцентричност

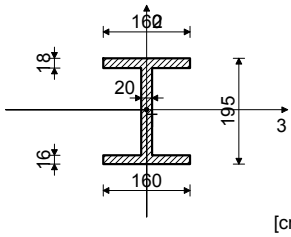
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	8.300e-1	3.590e-1	5.504e-1	8.937e-3	1.136e-1	4.272e-1



[cm]

Сет: 21 Пресек: I 160/195, Фиктивна екцентричност

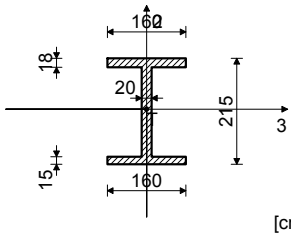
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	8.660e-1	3.800e-1	5.682e-1	9.588e-3	1.171e-1	5.010e-1



[cm]

Сет: 22 Пресек: I 160/215, Фиктивна екцентричност

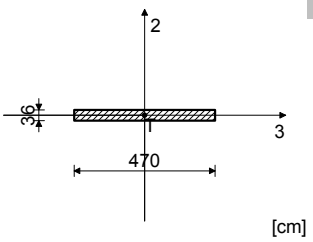
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон МВ 35	8.920e-1	4.174e-1	5.564e-1	9.764e-3	1.139e-1	6.196e-1



[cm]

Сет: 23 Пресек: b/d=470/36, Фиктивна екцентричност

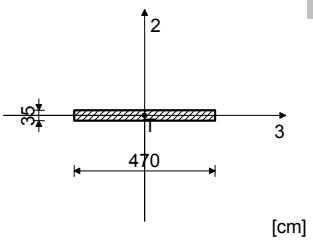
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.692e+0	1.410e+0	1.410e+0	6.957e-2	3.115e+0	1.827e-2



[cm]

Сет: 24 Пресек: b/d=470/35, Фиктивна екцентричност

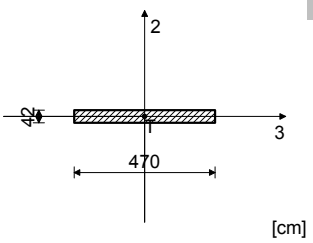
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.645e+0	1.371e+0	1.371e+0	6.402e-2	3.028e+0	1.679e-2



[cm]

Сет: 25 Пресек: b/d=470/42, Фиктивна екцентричност

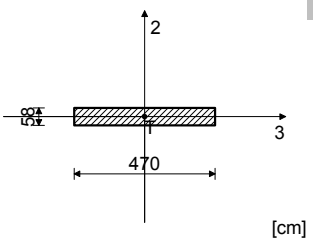
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	1.974e+0	1.645e+0	1.645e+0	1.095e-1	3.634e+0	2.902e-2



[cm]

Сет: 26 Пресек: b/d=470/58, Фиктивна екцентричност

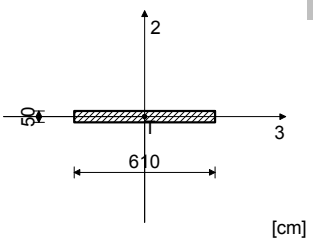
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	2.726e+0	2.272e+0	2.272e+0	2.819e-1	5.018e+0	7.642e-2



[cm]

Сет: 27 Пресек: b/d=610/50, Фиктивна екцентричност

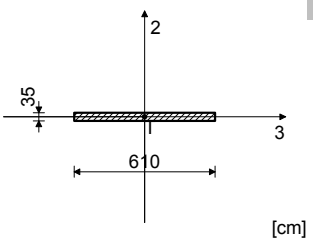
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	3.050e+0	2.542e+0	2.542e+0	2.410e-1	9.458e+0	6.354e-2



[cm]

Сет: 28 Пресек: b/d=610/35, Фиктивна екцентричност

	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон МВ 35	2.135e+0	1.779e+0	1.779e+0	8.403e-2	6.620e+0	2.179e-2

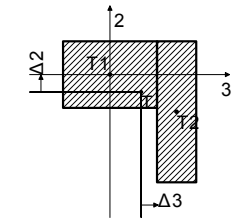


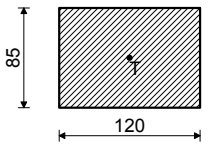
[cm]

Сет: 29 Пресек: Višedelni, Фиктивна екцентричност

	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон MB 35	1.920e+0	1.600e+0	1.600e+0	2.002e-1	4.866e-1	4.123e-1

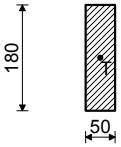
No	Пресек	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Mat.
1	b/d=120/85	0.00	0.00	0.00	1
2	b/d=50/180	85.00	-47.50	0.00	1





[cm]

b/d=120/85

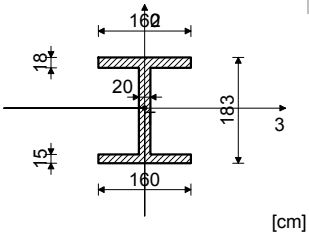


[cm]

b/d=50/180

Сет: 30 Пресек: I 160/183, Фиктивна екцентричност

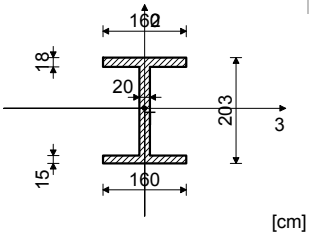
	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон MB 35	8.280e-1	3.571e-1	5.502e-1	8.910e-3	1.136e-1	4.217e-1



[cm]

Сет: 31 Пресек: I 160/203, Фиктивна екцентричност

	Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1	Бетон MB 35	8.680e-1	3.948e-1	5.542e-1	9.444e-3	1.138e-1	5.402e-1



[cm]

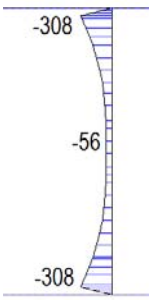
5.2 СТАТИЧКИ УТИЦАЈИ У ПОПРЕЧНИМ НОСАЧИМА

5.2.1 Конструкција К1

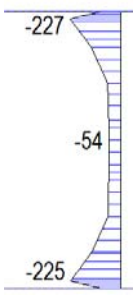
<u>Ослоначки носачи над стубовима С2 и С3</u>

Моменти савијања М3 *[kNm]*

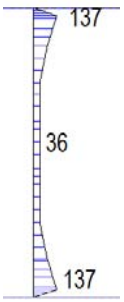
Опт.1 Стално оптерећење



Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



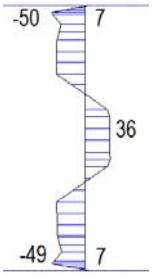
Опт.3 Скретне силе из каблова

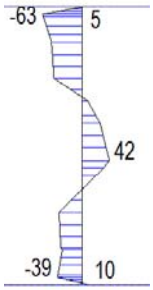


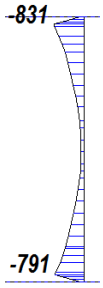
Опт.4 V440 – положај 1

Опт.5 V440 – положај 2

анв-средњи пн

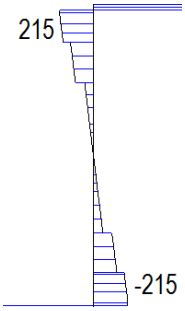




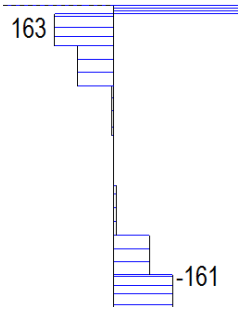


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

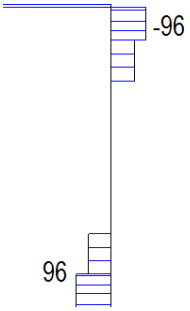
Опт.1 Стално оптерећење



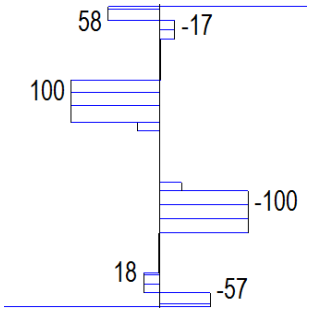
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



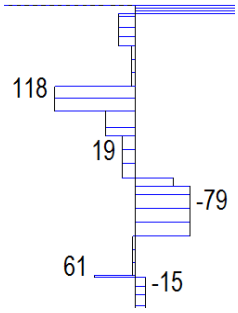
Опт.3 Скретне силе из каблова



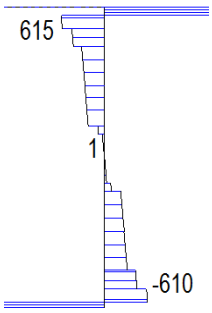
Опт.4 V440 – положај 1



Опт.5 V440 – положај 2



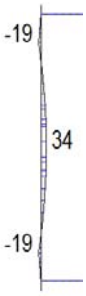
анв-средњи пн



Ослоначки носач над стубом C1

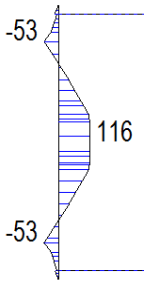
Моменти савијања M3 *[kNm]*

Опт.1 Стално оптерећење



Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано

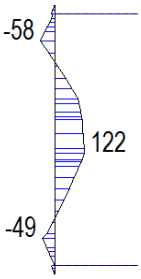
Опт.10 V440 – положај 1

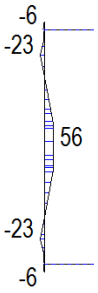


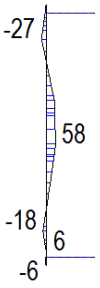
Опт.11 V440 – положај 2

Опт.12 V440 – положај 3

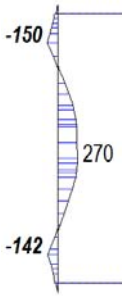
Опт.13 V440 – положај 4





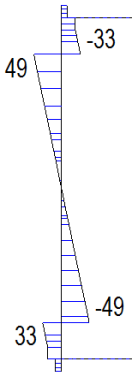


анв-ослоначки

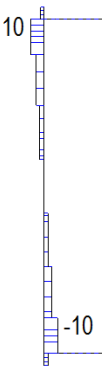


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

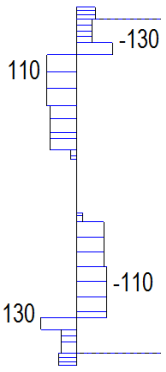
Опт.1 Стално оптерећење



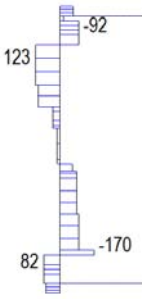
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



Опт.10 V440 – положај 1



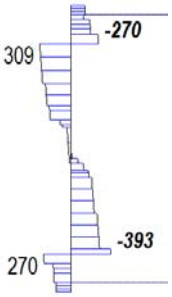
Опт.11 V440 – положај 2



Опт.12 V440 – положај 3

Опт.13 V440 – положај 4

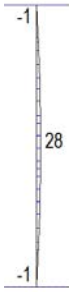
анв-ослоначки пн



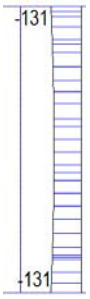
Попречни носачи у пољима

Моменти савијања M3 *[kNm]*

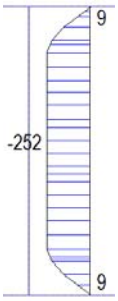
Опт.1 Стално оптерећење



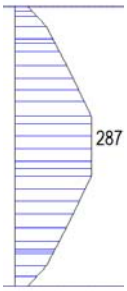
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



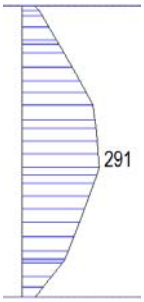
Опт.3 Скретне силе из каблова



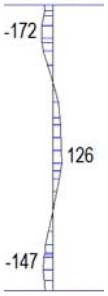
Опт.8 V440 – положај 1



Опт.9 V440 – положај 2



анв-пн у пољима

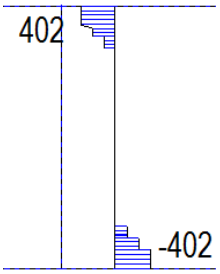


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

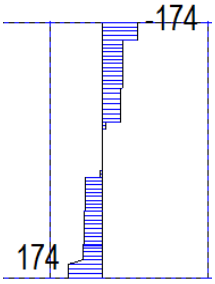
Опт.1 Стално оптерећење

Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано

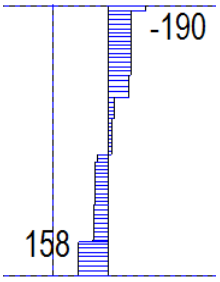
Опт.3 Скретне силе из каблова



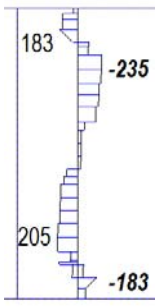
Опт.8 V440 – положај 1



Опт.9 V440 – положај 2



анв-пн у пољима



5.2.2 Ослоначки носач у оси С4

5.2.2.1 Попречни носач на конструкцији К1

Постојећи каблови

Силе претходног напрезања које су примењене у Основном пројекту:

6∅7 - трајна сила 200kN, почетна сила на преси 240kN.

Трајне силе преднапрезања коришћене за контролу напрезања у попречном носачу одређене су након прорачуна губитака од трења, уклињавања, еластичног скраћења носача, релаксације кабла, течења и скупљања бетона у пресеку над ослонцем.

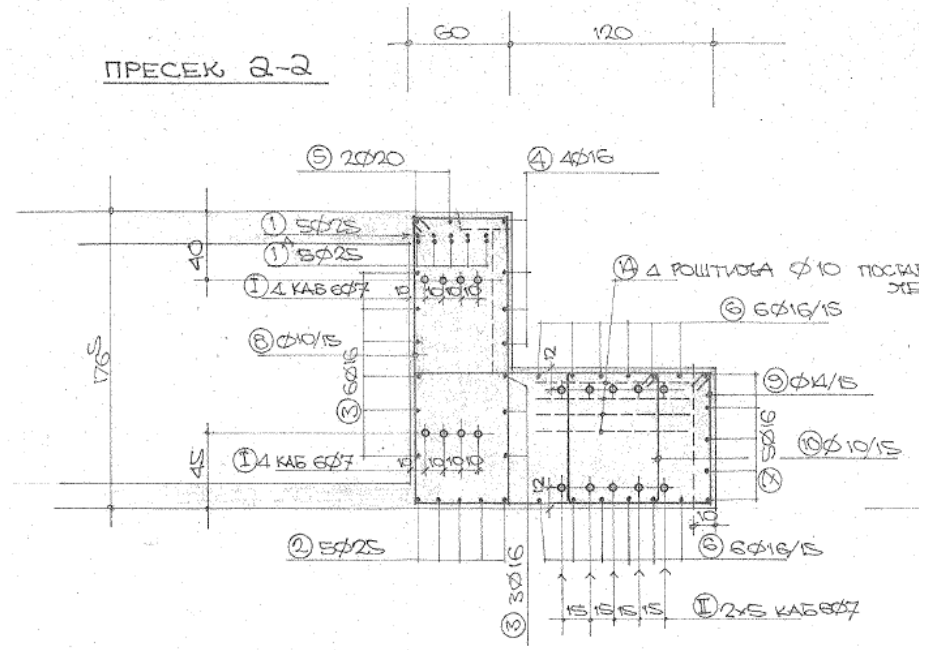
Усвојене вредности параметара трења су
μ=0.25 x1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0.0015 x1/m (коефицијент трења услед колебања жице)
N_k=сила на преси - 240 kN за 6Ø7

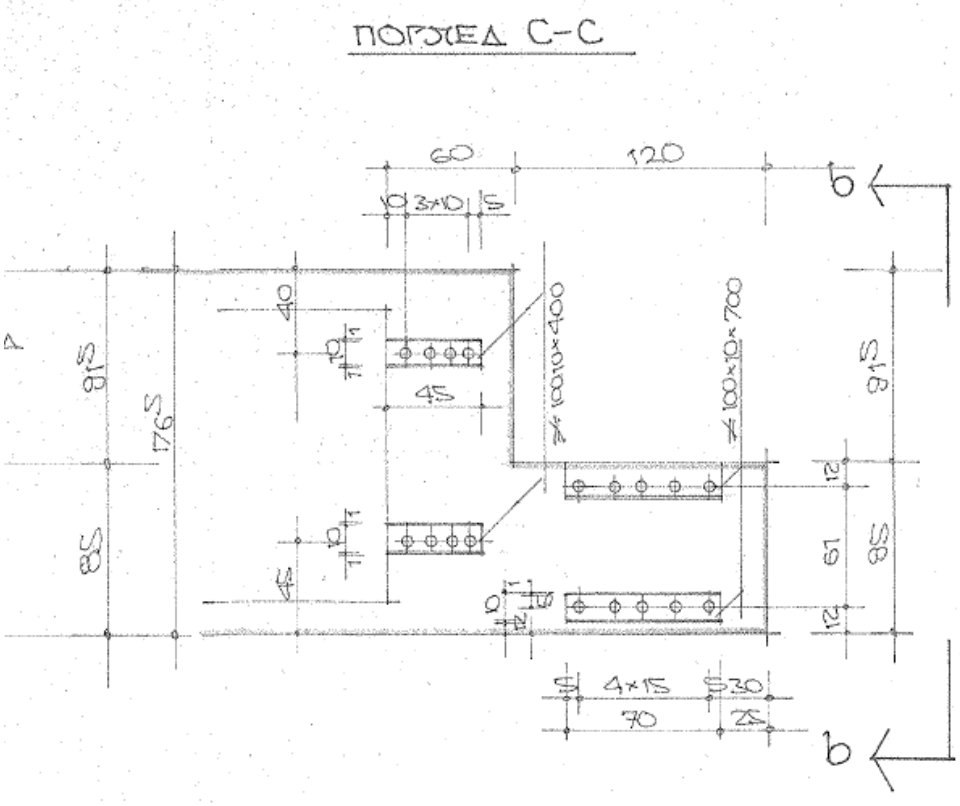
Усвојене вредности параметара трења су
μ=0.25 x1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)
k=0.0015 x1/m (коефицијент трења услед колебања жице)
N_k=сила на преси - 240 kN за 6Ø7

Каблови	**6 Ø 7**		
fk	**167**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**2.31**	cm^2	површина кабла
Nk	**240**	KN	сила на преси
k	**0.0015**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.25**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		
σ_{bo}-	početni napon u betonu		
E_k=	**19500**	KN/cm^2	moduo elastičnosti kablova
$n_k=E_k/E_{bo}$=	**5.91**		
$\varepsilon_{s\infty}$=	**0.3**	‰	skupljanje betona
φ_∞=	**2.6**	konačna vrednost tečenja betona	
χ_t=	**0.8**	koeficjent starenja	

Попречни носач на К1

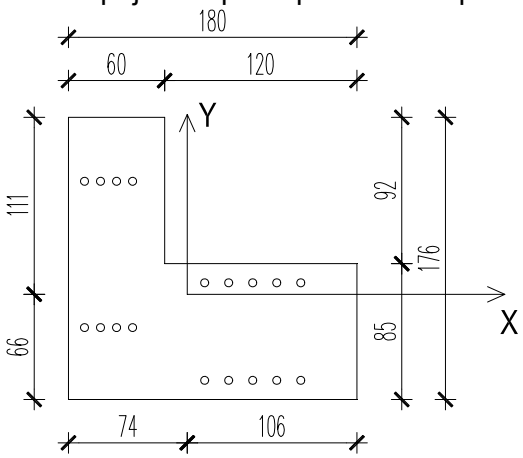
Постојеће стање





С обзиром да се лежишта, постојећа и новопројектована, налазе на местима стубова С4, утицаји са контрукције К2 се преносе директно у стуб.

Геометријске карактеристике попречног носача:



Area: 20790.0000
Perimeter: 713.0000
Bounding box: X: -74.1558 -- 105.8442
Y: -65.8041 -- 110.6959
Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 44507974.7484
Y: 57501935.0650

	Карактеристике попречног носача на конструкцији К1					
Пресек	F_b	$I_{b,x}$	y_b^u	y_b^o	W_{bz}^u	W_{bz}^o
	[m^2]	[m^4]	[cm]	[cm]	[cm^3]	[cm^3]
30-поп.носач	2.079	0.445	66.0	111.0	674363.3	400972.7

Постојећа арматура

$A_{aG}=10\phi25=49.10cm^2$

$A_{aD}=5\phi25+7\phi16=38.62\,cm^2$

e=1cm – растојање тежишта постојећих каблова од тежишта пресека. За прорачун се усваја да ексцентрицитет не постоји.

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	$\triangle\alpha$	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	$\triangle$Nk,tr	$\triangle$Nk,ukl
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)
1	18	0	0.000	0.000					22.37		16
	18	1	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	22.37	0	15
	18	2	5.000	0.000	4.000	0.000	5.000	0.000	22.37	2	13
	18	3	6.000	0.000	1.000	0.000	6.000	0.000	22.37	2	12

POS	Бр. Каб.	Пресек	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	$\triangle$Nk,tr	$\triangle$Nk,ukl	$\triangle$Nk,tr+ukl	Nko	$\triangle Nk^{tr+kl}$	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
1	18	0	6.000	0.000	22.37	2	12	28	3818	11.62	0	0.00	0
	18	1	5.000	0.000	22.37	2	13	28	3811	11.77	1	0.00	0
	18	2	1.000	0.000	22.37	0	15	28	3811	11.77	2	0.00	0
	18	3	0.000	0.000	22.37	0	16	28	3818	11.62	3	0.00	0

Presek	N_k	N_{ko}	M_{pn}	M_g	ΣM	r	F_k	F_b	I_b
	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]	[cm^2]	[cm^4]
0	4320	3818	0	0	0	18	41.58	20790	44507974
1	4320	3811	0	-347	-347	18	41.58	20790	44507974
2	4320	3811	0	-347	-347	18	41.58	20790	44507974
3	4320	3818	0	0	0	18	41.58	20790	44507974

Presek	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\triangle N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\triangle N_{k,to}$	$\sigma_{k,to}$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$
	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)	[kN/cm^2]	[KN]	[KN]
0	0.0	0.18	0.06	21	3797	12.1	91.3	138	3658
1	0.0	0.18	0.06	21	3790	12.3	91.2	137	3653
2	0.0	0.18	0.06	21	3790	12.3	91.2	137	3653
3	0.0	0.18	0.06	21	3797	12.1	91.3	138	3658

Presek	σ_{b0}	ρ_{bk}	μ_k	$\triangle N_{kt}$	$N_{k,t,\infty}$	$\triangle N_{k,t,\infty}$	$M_{k,t,\infty}$
	[KN/cm^2]			[KN]	[KN]	(%)	[KN]
0	0.18	1.000	0.0020	347	3311	23.36	0
1	0.18	1.000	0.0020	347	3306	23.46	0
2	0.18	1.000	0.0020	347	3306	23.46	0
3	0.18	1.000	0.0020	347	3311	23.36	0

Статички утицаји у попречном носачу

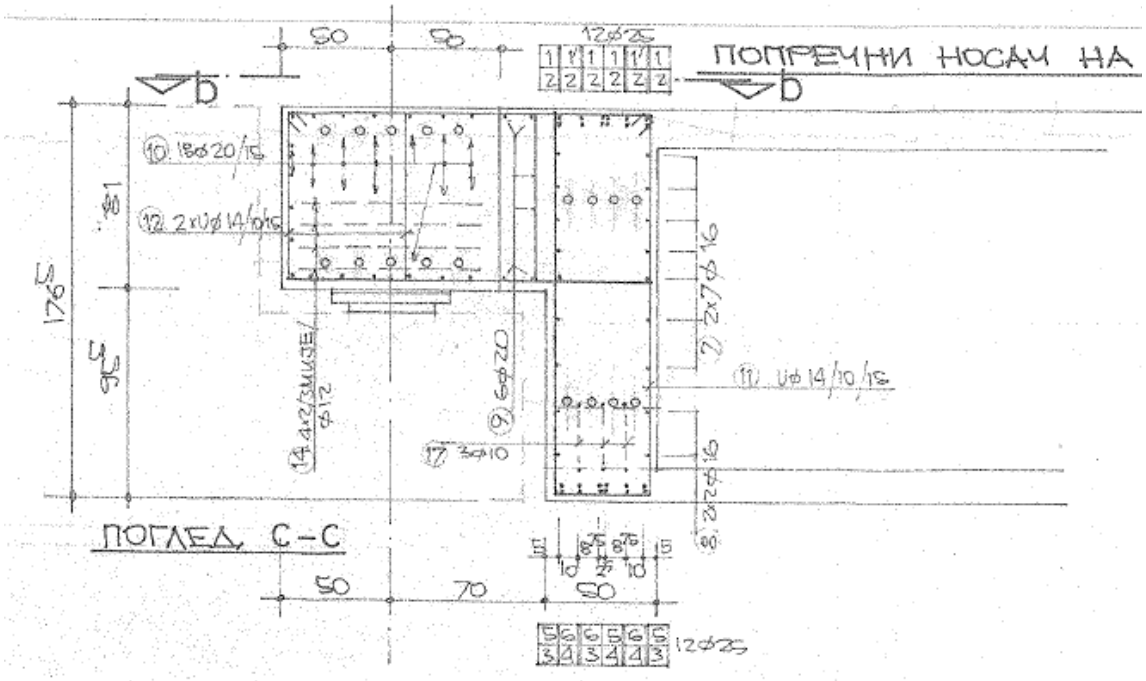
Пресечне силе су добијене из модела из ког су срачунати и утицаји за контролу ослоначких и секундарних попречних носача.

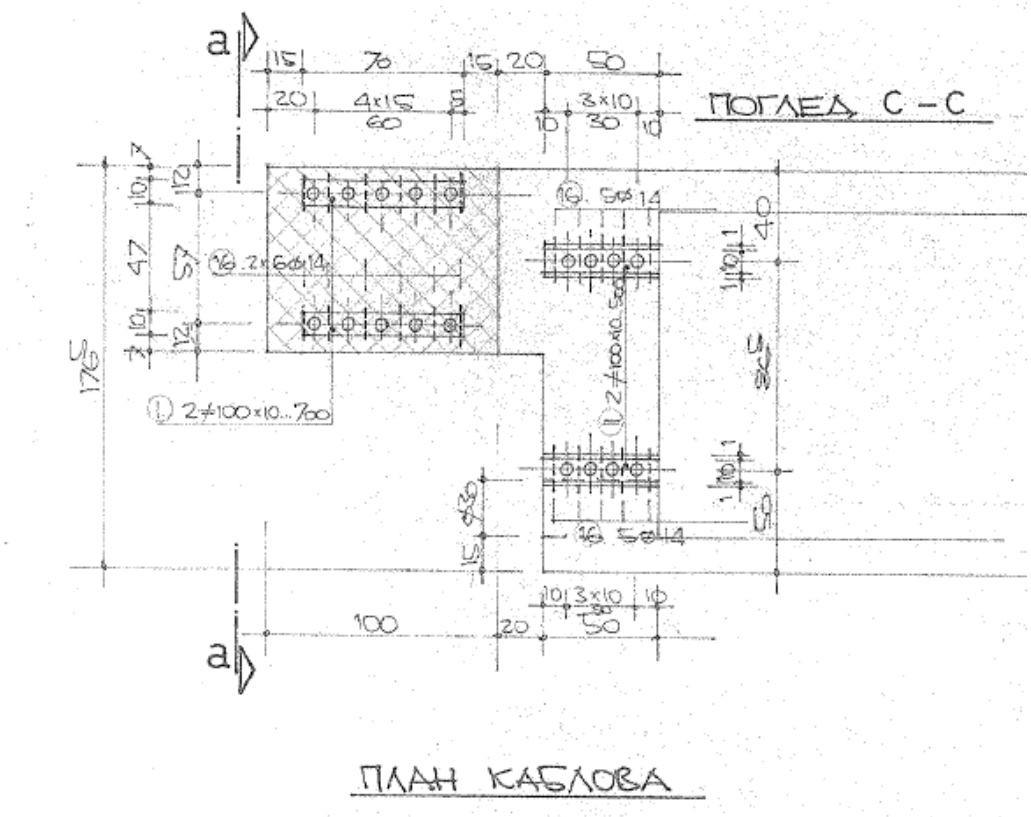
	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		саобраћајно шема V440		Преднапрезање-тоо постојећи каблови	
Пресек	N1	M3	N1	M3	N1	M3	N1	M3
	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]
30-поп.носач	0	-223	0	-158.5	0	-173.4	3306	0

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		саобраћајно шема V440		Преднапрезање-тоо постојећи каблови	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
30-поп.носач	0.65	-0.36	0.46	-0.26	0.51	-0.28	1.78	1.78

5.2.2.2 Попречни носач на конструкцији К2

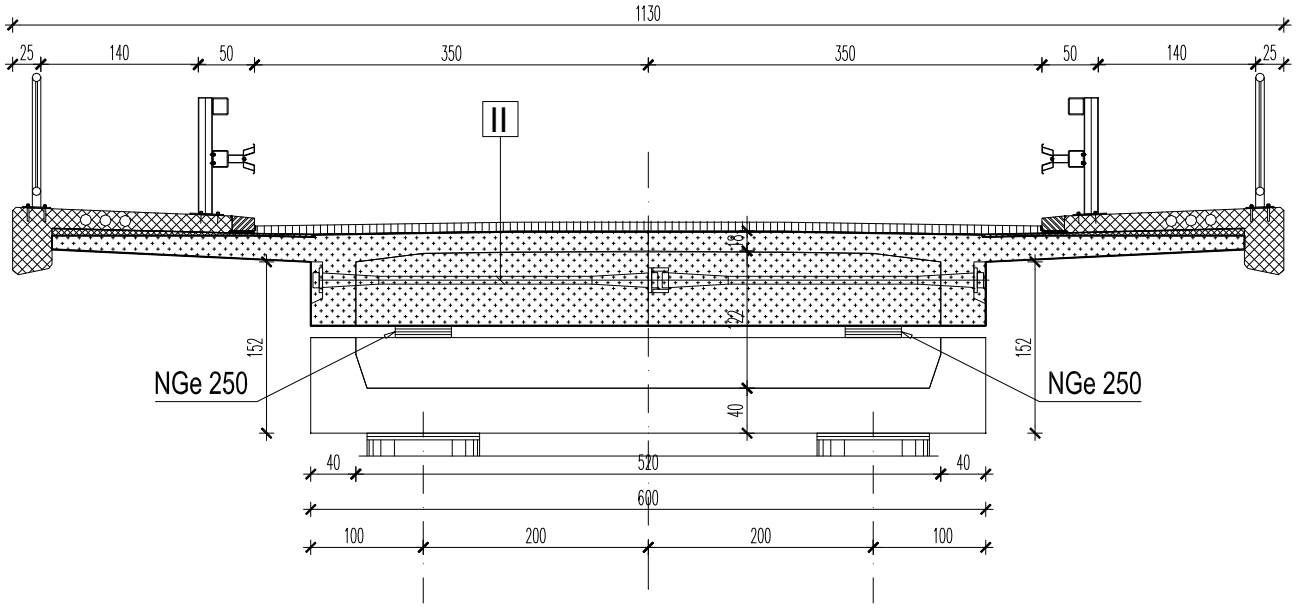
Постојеће стање

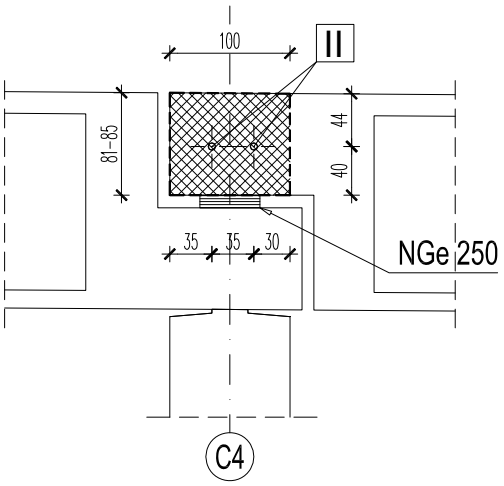




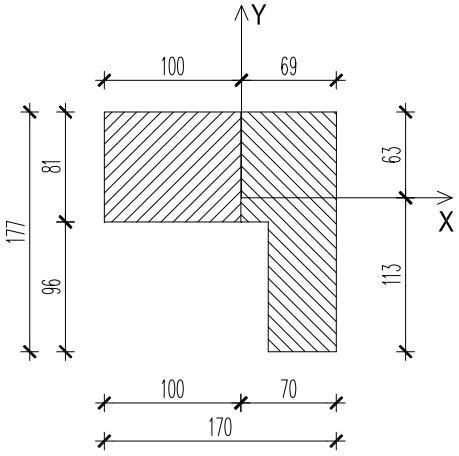
Замена лежишта у оси С4 (видети поглавље 6.2. Лежишта на средњем стубу С4), захтева рушење попречног носача на конструкцији К2. Контрола попречног носача се врши за новопројектовано стање.

Новопројектовано стање -





Геометријске карактеристике попречног носача:



Area: 18536.8205
Perimeter: 692.9521
Bounding box: X: -100.4161 -- 69.5839
Y: -113.3275 -- 63.2037
Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Moments of inertia: X: 38744868.1173
Y: 46877769.9434

	Карактеристике попречног носача на конструкцији К2					
Пресек	F_b	$I_{b,x}$	y_b^u	y_b^o	W_{bz}^u	W_{bz}^o
	[m^2]	[m^4]	[cm]	[cm]	[cm^3]	[cm^3]
30-поп.носач	1.854	0.387	113.0	63.0	342874.9	614997.9

Постојећа арматура

$A_{a1} = \pm 9\phi 20 / 15 = 28.26\, cm^2$

$\rightarrow A_a = \pm 87.18 cm^2$

$A_{a2} = \pm 12\phi 25 = 58.92\, cm^2$

Постојећи каблови

За потребе замене лежишта руши се штемовањем кратког елемента у коме је смештено 10 каблова. На осталом делу попречног носача преостаје 8 каблова.

e=20cm – растојање тежишта постојећих каблова од тежишта пресека

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	$\Delta\alpha$	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)
1	8	0	0.000	-0.200					22.37		16
	8	1	1.000	-0.200	1.000	0.000	1.000	0.000	22.37	0	15
	8	2	5.000	-0.200	4.000	0.000	5.000	0.000	22.37	2	13
	8	3	6.000	-0.200	1.000	0.000	6.000	0.000	22.37	2	12

POS	Бр. Каб.	Пресек	Σl	$\Sigma\alpha$	xk	$\triangle Nk,tr$	$\triangle Nk,ukl$	$\triangle Nk,tr+ukl$	Nko	$\triangle Nk^{tr+kl}$	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
1	8	0	6.000	0.000	22.37	2	12	28	1697	11.62	0	-0.20	-339
	8	1	5.000	0.000	22.37	2	13	28	1694	11.77	1	-0.20	-339
	8	2	1.000	0.000	22.37	0	15	28	1694	11.77	2	-0.20	-339
	8	3	0.000	0.000	22.37	0	16	28	1697	11.62	3	-0.20	-339

Presek	N_k	N_{ko}	M_{pn}	M_g	ΣM	r	F_k	F_b	I_b
	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]	[cm^2]	[cm^4]
0	1920	1697	-339	0	-339	8	18.48	18537	38744868
1	1920	1694	-339	-347	-685	8	18.48	18537	38744868
2	1920	1694	-339	-347	-685	8	18.48	18537	38744868
3	1920	1697	-339	0	-339	8	18.48	18537	38744868

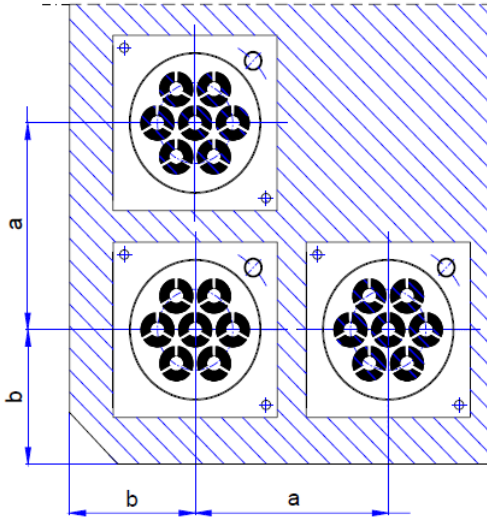
Presek	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\triangle N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\triangle N_{k,to}$	$\sigma_{k,to}$	$\triangle N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$
	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)	[kN/cm^2]	[KN]	[KN]
0	-20.0	0.09	0.03	4	1692	11.8	91.6	63	1630
1	-20.0	0.09	0.03	4	1690	12.0	91.4	62	1628
2	-20.0	0.09	0.03	4	1690	12.0	91.4	62	1628
3	-20.0	0.09	0.03	4	1692	11.8	91.6	63	1630

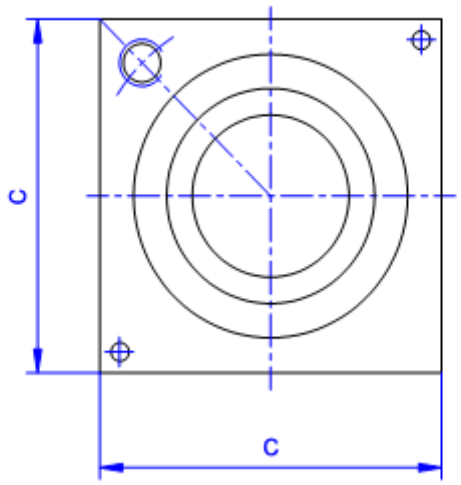
Presek	σ_{b0}	ρ_{bk}	μ_k	$\triangle N_{kt}$	Nk,t,∞	$\triangle Nk,t,\infty$	Mk,t,∞
	[KN/cm^2]			[KN]	[KN]	(%)	[KN]
0	0.11	1.191	0.0010	134	1495	22.12	-299
1	0.13	1.191	0.0010	139	1489	22.47	-298
2	0.13	1.191	0.0010	139	1489	22.47	-298
3	0.11	1.191	0.0010	134	1495	22.12	-299

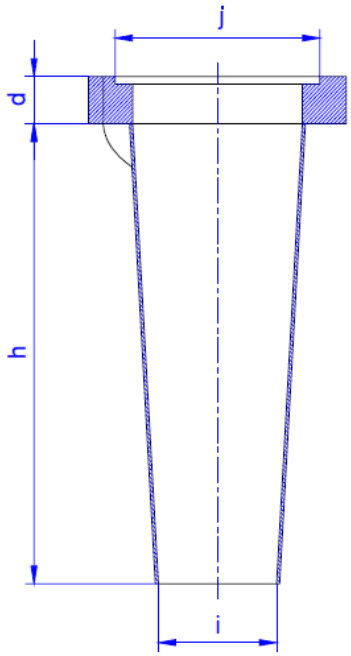
Новопројектовани каблови

С обзиром да се заменом лежишта прекидају постојећи каблови -10 кабла 6∅7, врши се ојачање попречног носачановим кабловима. Пресек се утеже са 2 кабла 7Ø16mm у ребрастој пластичној заштитној цеви Ø70mm. Предвиђени су каблови SPB SUPER Y1860S7, класе B. Траса нових каблова је приказана у Графичкој документацији.

Карактерисике котви и положај котви на челу анкерног блока према каталогу SPB SUPER:







Tip kotve	RAVNA PODLOŽNA PLOČA				
	c	d	h	i	j
	mm				
S1/16	100±0,5	10±0,3	—	—	—
S2/16	120±0,5	10±0,3	150±0,3	46±1,0	85±0,4
S3/16	150±0,5	20±0,3	200±0,6	52±1,0	91±0,4
S4/16	170±0,5	20±0,3	250±0,6	54±1,0	101±0,4
S7/16	220±0,6	30±0,3	500±0,7	69±1,0	136±0,4
S12/16	290±0,6	40±0,4	600±0,9	84±1,0	182±0,5
S19/16	360±0,6	45±0,4	800±1,0	104±1,0	237±0,5
S25/16	410±0,7	50±0,4	850±1,0	114±1,0	322±0,5
S31/16	460±0,7	55±0,4	900±1,0	124±1,5	322±0,5
S37/16	500±0,7	60±0,4	1000±1,0	135±2,0	322±0,5

Vrednost i data je za cev čiji je spoljni prečnik veći za 2mm od unutračnjeg.

Ливена подложна плоча са конусним отвором.

Tablica 2

Razmak mm	Tip kotve / MB	S3/16	S4/16	S7/16	S12/16	S19/15	S25/15	S31/15	S37/15
a	30	170	205	255	325	405	460	490	530
	45	160	180	230	300	380	430	480	520
	60	160	180	230	300	380	430	480	520
b	30	90	120	150	190	230	260	280	300
	45	95	100	115	145	180	200	220	240
	60	90	105	130	170	205	230	250	270

Површина попречног пресека 1Ø16mm $f_k = 150 mm^2$

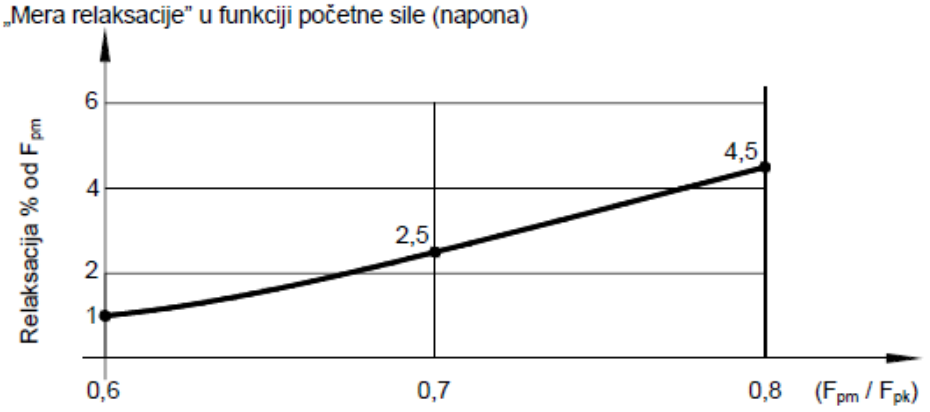
Карактеристична чврстоћа $\sigma_k = 1860 MPa$

N_k=1562 kN (сила на преси за 7Ø16, класе B),

μ= 0.12 1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)

k=0,004 (коефицијент трења услед колебања жице)

a) „Mera relaksacije" u funkciji početne sile (napona)



b) Orijentacione vrednosti pada sile (napona) u toku prvih 1000 časova

Vreme u časovima	1	5	20	100	200	500	1000
Pad sile (napona) u % u toku vremena u odnosu na 1000 h	15	25	35	55	65	85	100

Каблови	**7 Ø 16**		
fk	**186**	KN/cm^2	карактеристична чврстоћа кабла
Δk	**0.004**	m	увлачење клина
Ek	**19500**	KN/cm^2	модуо еластичности каблова
Fk	**10.5**	cm^2	површина кабла
Nk	**1562**	KN	сила на преси
k	**0.004**	1/m	коефицијент трења услед колебања жице
μ	**0.12**	1/rad	коефицијент трења за криви део кабла
Nko	сила преднапрезања групе каблова, умањења за губитке од трења и уклињавања		

POS	Бр. Каб.	Пресек	x	y	l	Δα	Σl	Σα	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl
	n		(m)	(m)	(m)	(rad)	(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)
II	2	0	0.000	0.220					11.45		143
	2	1	1.000	0.220	1.000	0.000	1.000	0.000	11.45	6	131
	2	2	5.000	0.220	4.000	0.000	5.000	0.000	11.45	31	81
	2	3	6.000	0.220	1.000	0.000	6.000	0.000	11.45	37	68

POS	Бр. Каб.	Пресек	Σl	Σα	xk	ΔNk,tr	ΔNk,ukl	ΔNk,tr+ukl	Nko	ΔNk^{tr+kl}	Пресек	e	Nko*e
	n		(m)	(rad)	(m)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	n	[m]	(KNm)
II	2	0	6.000	0.000	11.45	37	68	211	2702	13.52	0	0.22	594
	2	1	5.000	0.000	11.45	31	81	217	2689	13.92	1	0.22	592
	2	2	1.000	0.000	11.45	6	131	217	2689	13.92	2	0.22	592
	2	3	0.000	0.000	11.45	0	143	211	2702	13.52	3	0.22	594

Presek	N_k	N_{ko}	M_{pn}	M_g	ΣM	r	F_k	F_b	I_b
	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]	[KNm]	br. kabl.	[cm^2]	[cm^2]	[cm^4]
0	3124	2702	594	0	594	2	21	18537	38744868
1	3124	2689	592	-347	245	2	21	18537	38744868
2	3124	2689	592	-347	245	2	21	18537	38744868
3	3124	2702	594	0	594	2	21	18537	38744868

Presek	e_T	σ	$\varepsilon_{\beta k}$	$\Delta N_{k,el}$	$N_{k,to}$	$\Delta N_{k,to}$	$N_{k,t0}/(nxN_{pk}$	$\Delta N_{k,rel}$	$N_{k,to}'$	$N_{k,sr,too}$	$\Delta N_{k,too}$
	[cm]	[KN/cm^2]	‰	[KN]	[KN]	(%)	[-]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
0	22.0	0.15	0.04	5	2697	13.7	0.691	191	2506	2502	19.8
1	22.0	0.15	0.04	5	2685	14.1	0.687	186	2499	2499	20.0
2	22.0	0.15	0.04	5	2685	14.1	0.687	186	2499	2502	20.0
3	22.0	0.15	0.04	5	2697	13.7	0.691	191	2506	1253	19.8

Presek	σ_{b0}	ρ_{bk}	μ_k	$\triangle N_{kt}$	$N_{k,t,\infty}$	$\triangle N_{k,t,\infty}$	$M_{k,t,\infty}$
	[KN/cm^2]			[KN]	[KN]	(%)	[KN]
0	0.18	1.232	0.0011	173	2333	25.32	513
1	0.16	1.232	0.0011	167	2332	25.37	513
2	0.16	1.232	0.0011	167	2332	25.37	513
3	0.18	1.232	0.0011	173	2333	25.32	513

Статички утицаји у попречном носачу

Пресечне силе су добијене из модела из ког су срачунати и утицаји за контролу ослоначких и секундарних попречних носача.

За новопројектовани попречни носач на конструкцији К2 је усвојен бетон МБ45.

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		саобраћајно шема V440		Преднапрезање-too постојећи каблови		Преднапрезање-too нови каблови	
Пресек	N1	M3	N1	M3	N1	M3	N1	M3	N1	M3
	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]
30-поп.носач	0	-681.5	0	-346.6	0	-542.1	1488	-298	2330	513

5.2.3 Конструкција К2

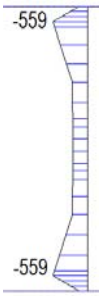
Утицаји од корисног оптерећења су преузети из система за меродаван положај оптерећења.

Ослоначки носачи над стубовима С5-С7

Моменти савијања М3 *[kNm]*

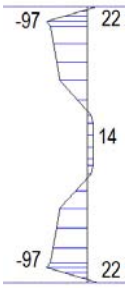
Опт.1 Стално оптерећење

Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано

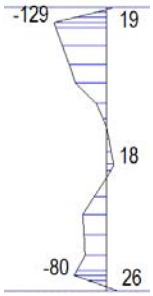


Опт.3 Скретне силе из каблова

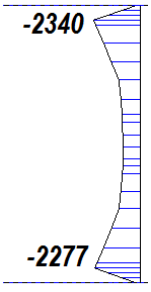
Опт.4 V440 – положај 1



Опт.5 V440 – положај 2

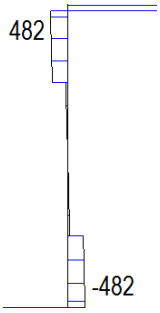


анв-средњи пн

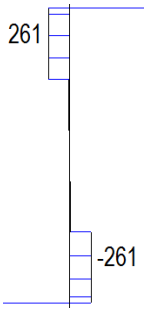


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

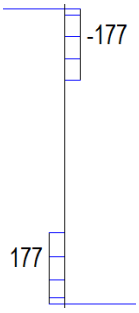
Опт.1 Стално оптерећење



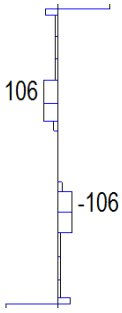
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



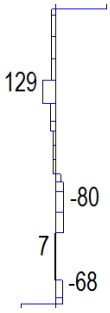
Опт.3 Скретне силе из каблова



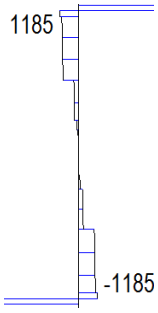
Опт.4 V440 – положај 1



Опт.5 V440 – положај 2



анв-средњи пн

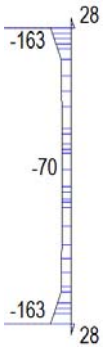


<u>Ослоначки носач над стубом C8</u>

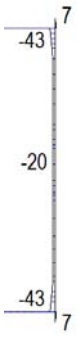
Моменти савијања M3 *[kNm]*

Опт.1 Стално оптерећење

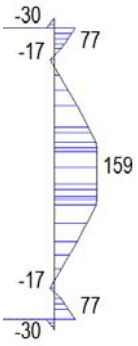
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



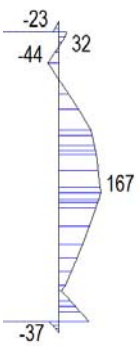
Опт.3 Скретне силе из каблова



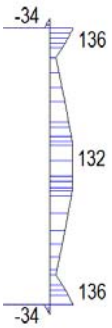
Опт.14 V440 – положај 1



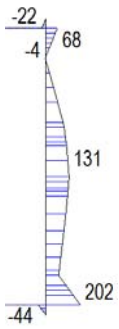
Опт.15 V440 – положај 2



Опт.16 V440 – положај 3

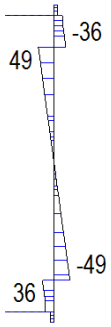


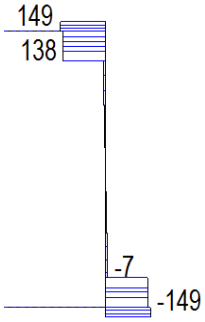
Опт.17 V440 – положај 4 анв – ослоначки пн-

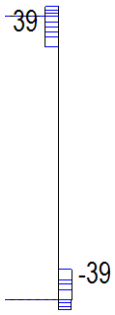


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

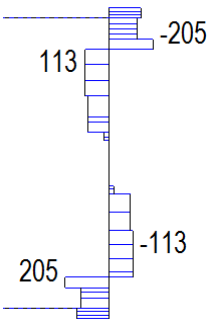
Опт.1 Стално оптерећење *Опт.2* Додатно стално оптерећење-новопројектовано *Опт.3* Скретне силе из каблова

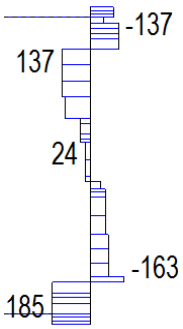


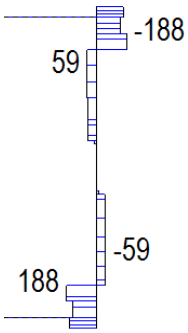




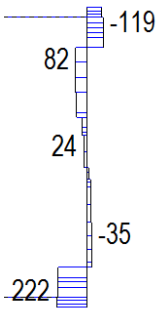
Опт.14 V440 – положај 1 *Опт.15* V440 – положај 2 *Опт.16* V440 – положај 2

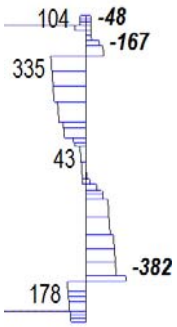






Опт.17 V440 – положај 4 анв – ослоначки пн-



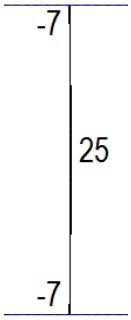


Попречни носачи у пољима

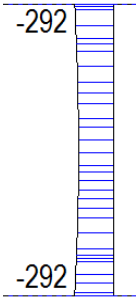
h=1.95m

Моменти савијања M3 *[kNm]*

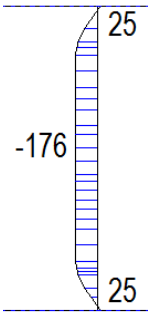
Опт.1 Стално оптерећење



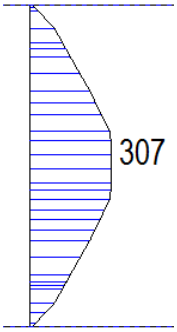
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



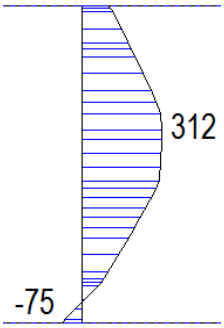
Опт.3 Скретне силе из каблова



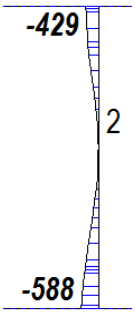
Опт.6 V440 – положај 1



Опт.7 V440 – положај 2



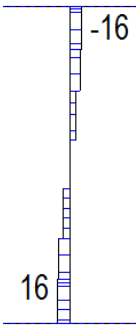
анв- пн у пољима



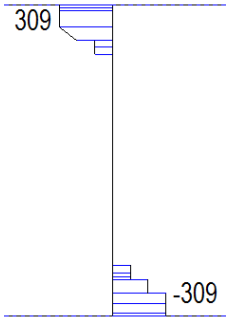
Трансверзалне силе T2 *[kN]*

Опт.1 Стално оптерећење

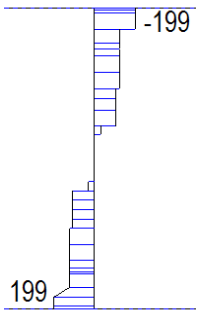
Опт.2 Додатно стално оптерећење-новопројектовано



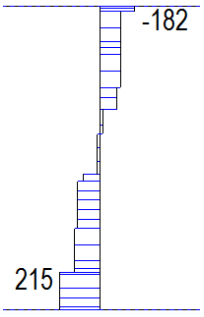
Опт.3 Скретне силе из каблова



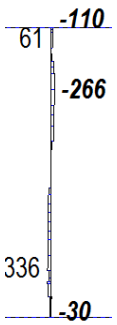
Опт.6 V440 – положај 1



Опт.7 V440 – положај 2



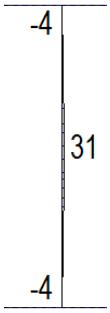
анв- пн у пољима



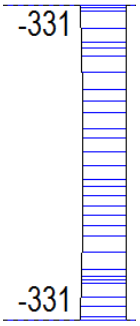
h=2.15m

Моменти савијања M3 *[kNm]*

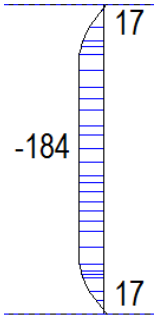
Опт.1 Стално оптерећење



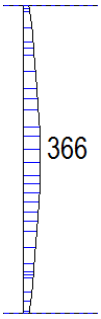
Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано



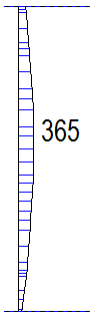
Опт.3 Скретне силе из каблова



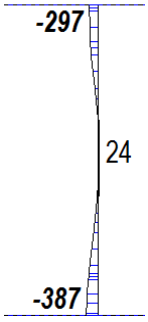
Опт.8 V440 – положај 1



Опт.9 V440 – положај 2



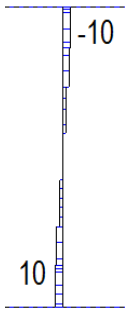
анв- пн у пољима



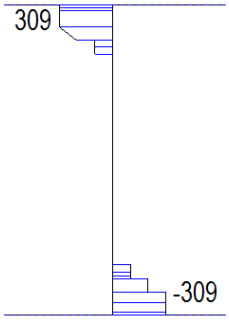
Трансверзалне силе T2 *[kN]*

Опт.1 Стално оптерећење

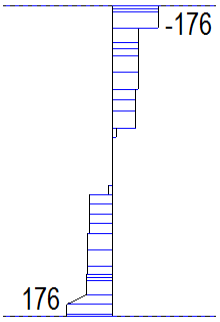
Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано



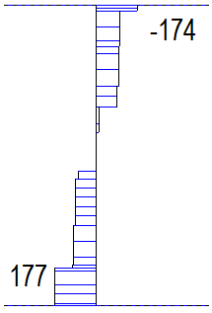
Опт.3 Скретне силе из каблова



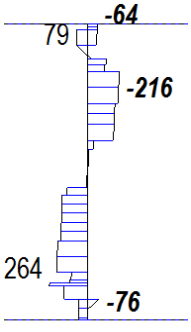
Опт.8 V440 – положај 1



Опт.9 V440 – положај 2



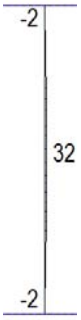
анв- пн у пољима



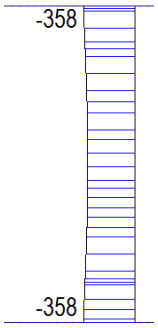
h=2.03m

Моменти савијања M3 *[kNm]*

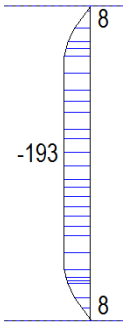
Опт.1 Стално оптерећење



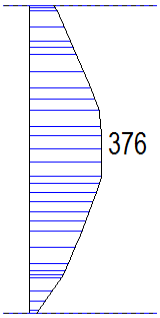
Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано



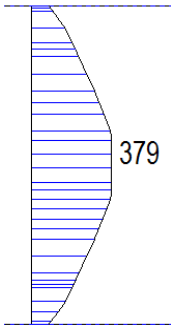
Опт.3 Скретне силе из каблова



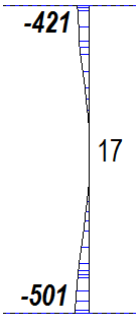
Опт.12 V440 – положај 1



Опт.13 V440 – положај 2

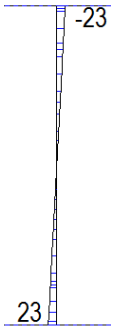


анв- пн у пољима

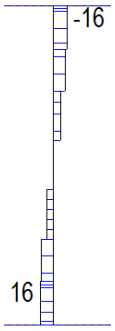


Трансверзалне силе T2 *[kN]*

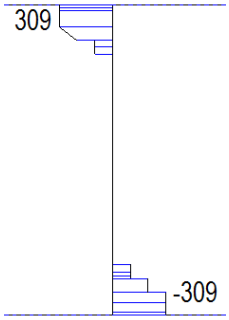
Опт.1 Стално оптерећење



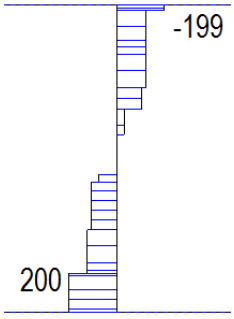
Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано



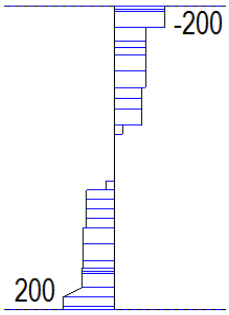
Опт.3 Скретне силе из каблова



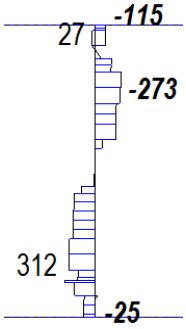
Опт.12 V440 – положај 1



Опт.13 V440 – положај 2



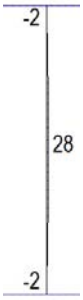
анв- пн у пољима



h=1.83m

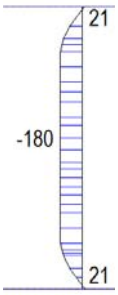
Моменти савијања M3 *[kNm]*

Опт.1 Стално оптерећење

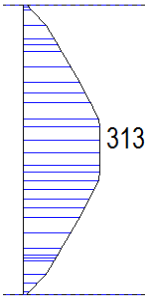


Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано

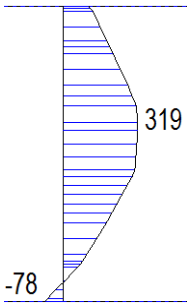
Опт.3 Скретне силе из каблова



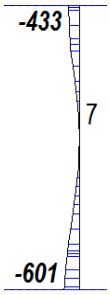
Опт.10 V440 – положај 1



Опт.11 V440 – положај 2



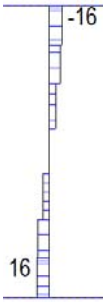
анв- пн у пољима



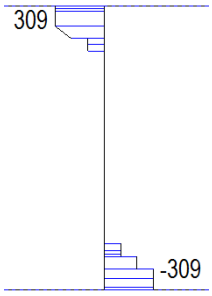
Трансверзалне силе T2 *[kN]*

Опт.1 Стално оптерећење

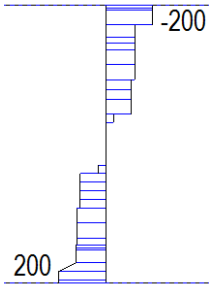
Опт.2 Додатно стално оптерећење- новопројектовано



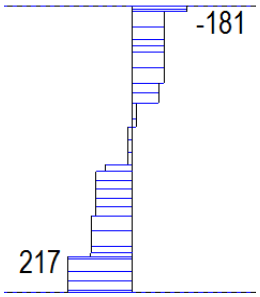
Опт.3 Скретне силе из каблова



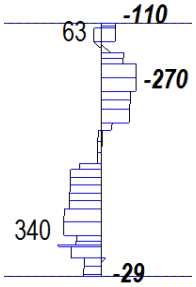
Опт.10 V440 – положај 1



Опт.11 V440 – положај 2



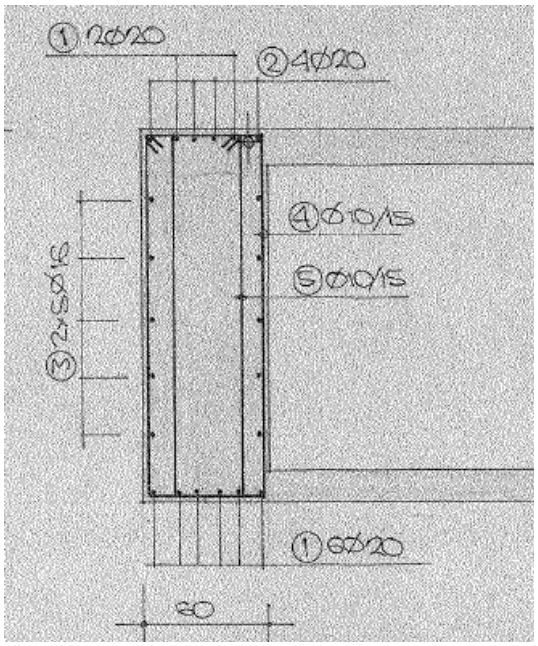
анв- пн у пољима



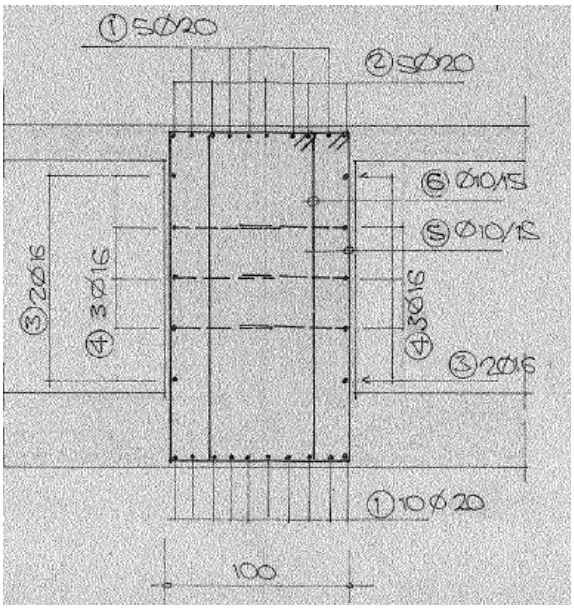
5.3 КОНТРОЛА НОСИВОСТИ

Постојећа арматура у попречним носачима

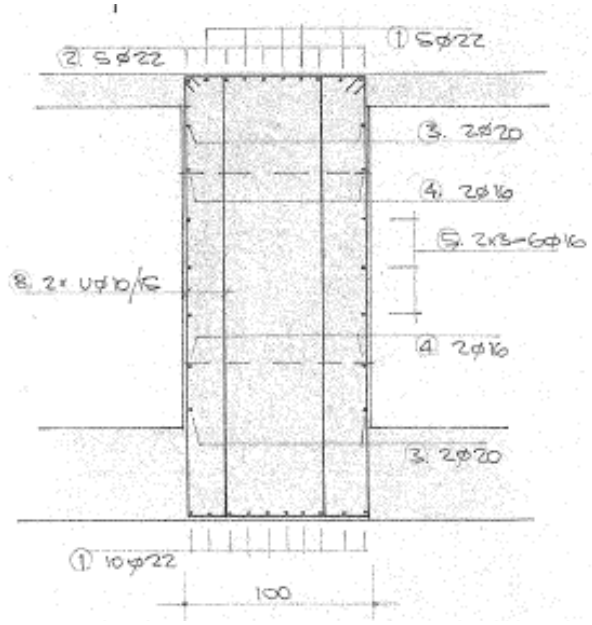
Ослоначки носачи над стубовима С1 и С8



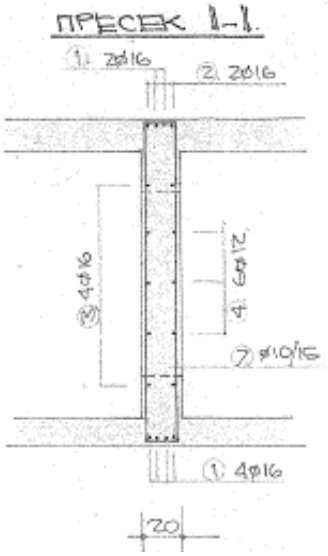
Ослоначки носачи над стубовима С2 -С4



Ослоначки носачи над стубовима С5 - С7



Попречни носачи у пољима



5.3.1 Конструкција К1

Ослоначки носачи над стубовима С2 и С3

Контрола носивости на моменте савијања

Носивост пресека повећане ширине са постојећом арматуром

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	31.4			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	31.4			
dp (deb ploce)	180			
d(uk. visina)	180			
B(sirina prit dela)	100			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	176			
alfa2	0.023			
delta	1.023			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.559		Sb (kN/cm2)	1.84
ea(dil arm)	10			
s	0.053		x (cm)	9.3
ea2(dil prit arm)	0.319			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-10.240			
koef punoce alfab1	0.253			
koef punoce alfab2	-13.858			
UNUTR SILE				
Dbu1	543.2			
Dbu2	0.0			
Dau	210.4			
Zau	753.6			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.342			
koef polozaja sile η2	0.281			
zb1 krak pritiska za Dbu1	172.81			
zb2 krak pritiska za Dbu2	43.93			
moment loma Mu (kN/m)	**1301**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{1301}{831} = 1.56$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{615}{100 \times 176 \times 0.9} = 0.039 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

Ослоначки носач над стубом С1

Контрола носивости на моменте савијања

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	3			
Aa1(povrs arm)	18.84			
a2(prit arm)	3			
Aa2(povrs arm)	18.84			
dp (deb ploce)	180			
d(uk. visina)	180			
B(sirina prit dela)	60			
b(sirina rebra)	60			
h(stat visina)	177			
alfa2	0.017			
delta	1.017			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.541		Sb (kN/cm2)	1.79
ea(dil arm)	10			
s	0.051		x (cm)	9.1
ea2(dil prit arm)	0.363			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-10.179			
koef punoce alfab1	0.246			
koef punoce alfab2	-13.723			
UNUTR SILE				
Dbu1	308.7			
Dbu2	0.0			
Dau	143.4			
Zau	452.16			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.342			
koef polozaja sile η2	0.281			
zb1 krak pritiska za Dbu1	173.90			
zb2 krak pritiska za Dbu2	45.01			
moment loma Mu (kN/m)	**786**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{786}{271} = 2.9$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{393}{60 \times 176 \times 0.9} = 0.04 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

Попречни носачи у пољима

Контрола носивости на моменте савијања

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	8.04			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	8.04			
dp (deb ploce)	180			
d(uk. visina)	180			
B(sirina prit dela)	20			
b(sirina rebra)	20			
h(stat visina)	176			
alfa2	0.023			
delta	1.023			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.616		Sb (kN/cm2)	2.03
ea(dil arm)	10			
s	0.058		x (cm)	10.2
ea2(dil prit arm)	0.374			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-10.241			
koef punoce alfab1	0.276			
koef punoce alfab2	-13.861			
UNUTR SILE				
Dbu1	129.7			
Dbu2	0.0			
Dau	63.2			
Zau	192.96			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.343			
koef polozaja sile η2	0.281			
zb1 krak pritiska za Dbu1	172.50			
zb2 krak pritiska za Dbu2	43.68			
moment loma Mu (kN/m)	**333**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{333}{172} = 1.94$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{235}{20 \times 176 \times 0.9} = 0.074 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

5.3.2 Ослоначки носач у оси С4

Контрола нормалних напона у попречном носачу

Урађен је прорачун нормалних напона на доњој (σ^u) и горњој (σ^o) ивици попречног носача (**напон затезања је негативан**):

5.3.2.1 Попречни носач на конструкцији К1

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		саобраћајно шема V440		Преднапрезање-too постојећи каблови	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
30-поп.носач	0.65	-0.36	0.46	-0.26	0.51	-0.28	1.78	1.78

	g+Δgn+V440+PNPs	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]
30-поп.носач	3.40	0.88

Максимални напон притиска је 3,40MPa, што је границама дозвољених. Напон затезања се не јавља.

Задовољена је носивост попречног носача.

5.3.2.2 Попречни носач на конструкцији К2

	g - сопствена тежина		Δgn - нови стални терет		саобраћајно шема V440		Преднапрезање-too постојећи каблови	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
30-поп.носач	1.99	-1.11	1.01	-0.56	1.58	-0.88	1.67	0.32

	Преднапрезање-too нови каблови		g+Δgn+V440+PNPs+PNPn	
Пресек	σ_g^u	σ_g^o	σ_g^u	σ_g^o
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
30-поп.носач	-0.24	2.09	6.01	-0.14

С обзиром да је главна арматура попречног носача са укупном површином $A_a = \pm 87.18 cm^2$, а да је максимални напон затезања у горњој зони пресека -0,14MPa, напон затезања се може занемарити.

Максимални напон притиска је 6,01MPa, што је границама дозвољених.

Задовољена је носивост попречног носача.

Арматура за прихватање главних напона затезања у зони уношења силе преднапрезања:

$$A_{av} = 0.3 \cdot \frac{1562}{0.667 \cdot 50} = 14.06 cm^2$$

Усв. змијаста арматура $3x6\phi 12/10 cm$

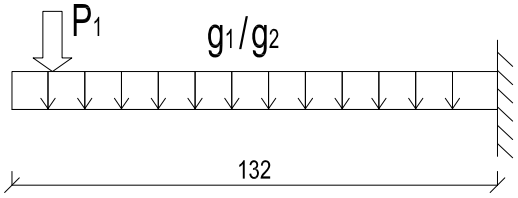
5.3.2.3 Контрола конзоле на попречном носачу К2, за време извођења радова на лежишта

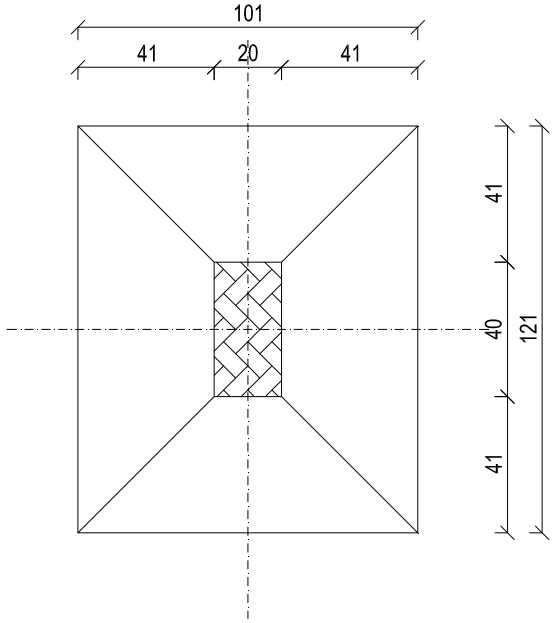
За време радова кратки елемент је статишког система конзоле.

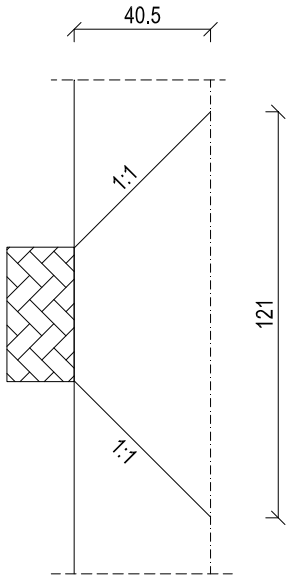
<u>Кратки елемент на конструкцији К2</u>

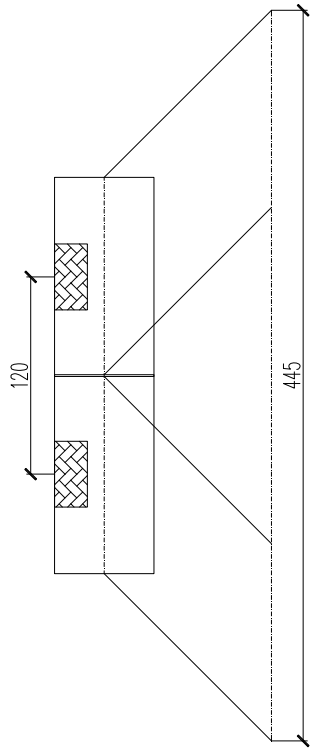
дужина конзоле:	L=1.1x120cm=132cm
Стално оптерећење:	
конзола (кратки елемент) 81cm	g_1=0.81x25=20.25kN/m’
асфалт 8cm	g_2=0.08x24=1.92kN/m’

Корисно оптерећење:
точак возила V440 – шема оптерећења 2 P_1=55kN









Прорачун активне ширине b_3

(точак 55kN)

Димензије точка

b_1=0.4 m; b_2=0.2 m

$b_1'= b_1+2xd_{pl}/2$=1.21m

$b_2'= b_2+2xd_{pl}/2$=1.01m

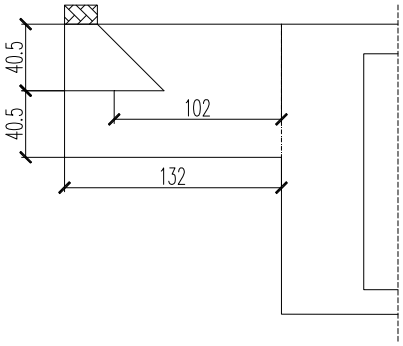
$b_3= b_2' +2 \times a$;
a=1.02m
b_3=1.21+2×1.02=3.25m>1.2m
(осовинско растојање точкова возила V-440)
b_3'=1.20+2×1.02+1.21=4.45m

1. Сопствена тежина конзоле и стални терет

$$M_{g1+2} = -22.17 \cdot \frac{1.32^2}{2} = -19.31 kNm/m$$

2. Корисно оптерећење
-V440
Усвојено Kd=1.4

$$M_P = -\frac{2 \cdot 55 \cdot 1.4}{1.01 \cdot 1.21} \cdot \frac{1.02^2}{2} \cdot \frac{1.21}{4.45} = -17.82 kNm/m'$$



$$A_{pot} = \frac{1.6 \cdot 19.31 + 1.8 \cdot 17.82}{0.9 \cdot 0.81 \cdot 24} = 3.6 cm^2/m'$$

Постојећа арматура:

$A_{posotojece} = U14\phi 10/15 = 10.3 cm^2/m'$

Постојећа арматура задовољава.

5.3.3 Конструкција К2

Ослоначки носачи над стубовима С5-С7

Контрола носивости на моменте савијања

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	54			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	38			
dp (deb ploce)	240			
d(uk. visina)	240			
B(sirina prit dela)	195			
b(sirina rebra)	100			
h(stat visina)	236			
alfa2	0.017			
delta	1.017			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.477		Sb (kN/cm2)	1.57
ea(dil arm)	10			
s	0.046		x (cm)	10.7
ea2(dil prit arm)	0.299			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-10.178			
koef punoce alfab1	0.219			
koef punoce alfab2	-13.721			
UNUTR SILE				
Dbu1	1057.2			
Dbu2	0.0			
Dau	238.8			
Zau	1296			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.341			
koef polozaja sile η2	0.281			
zb1 krak pritiska za Dbu1	232.34			
zb2 krak pritiska za Dbu2	60.40			
moment loma Mu (kN/m)	**3010**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{3010}{2340} = 1.29$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{1185}{100 \times 236 \times 0.9} = 0.056 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

Ослоначки носач над стубом С8

Контрола носивости на моменте савијања

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	3			
Aa1(povrs arm)	18.84			
a2(prit arm)	3			
Aa2(povrs arm)	18.84			
dp (deb ploce)	180			
d(uk. visina)	180			
B(sirina prit dela)	60			
b(sirina rebra)	60			
h(stat visina)	177			
alfa2	0.017			
delta	1.017			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.541		Sb (kN/cm2)	1.79
ea(dil arm)	10			
s	0.051		x (cm)	9.1
ea2(dil prit arm)	0.363			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-10.179			
koef punoce alfab1	0.246			
koef punoce alfab2	-13.723			
UNUTR SILE				
Dbu1	308.7			
Dbu2	0.0			
Dau	143.4			
Zau	452.16			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.342			
koef polozaja sile η2	0.281			
zb1 krak pritiska za Dbu1	173.90			
zb2 krak pritiska za Dbu2	45.01			
moment loma Mu (kN/m)	**786**			

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{786}{255} = 3.08$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{382}{60 \times 176 \times 0.9} = 0.04 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

Попречни носачи у пољима

h=1.95m

ulazni podaci			
MB,fb	2.3		
GA,Sv	24		
Ea	21000		
a1(zat arm)	4		
Aa1(povrs arm)	28		
a2(prit arm)	4		
Aa2(povrs arm)	8.04		
dp (deb ploce)	18		
d(uk. visina)	195		
B(sirina prit dela)	160		
b(sirina rebra)	20		
h(stat visina)	191		
alfa2	0.021		
delta	0.094		
			Eb(kN/cm2)
eb(dil bet)	0.451		Sb (kN/cm2)
ea(dil arm)	10		
s	0.043		x (cm)
ea2(dil prit arm)	0.232		
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-0.534		
koef punoce alfab1	0.209		
koef punoce alfab2	-0.291		
UNUTR SILE			
Dbu1	632.8		
Dbu2	0.0		
Dau	39.2		
Zau	672		
Nu	0		
RAVNOTEZA	**0.0**		
koef polozaja sile η1	0.340		
koef polozaja sile η2	0.327		
zb1 krak pritiska za Dbu1	188.20		
zb2 krak pritiska za Dbu2	176.19		
moment loma Mu (kN/m)	**1264**		

Контрола носивости на моменте савијања

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{1264}{588} = 2.15$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{264}{20 \times 211 \times 0.9} = 0.07 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

h=2.15m

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	28			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	8.04			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	215			
B(sirina prit dela)	160			
b(sirina rebra)	20			
h(stat visina)	211			
alfa2	0.019			
delta	0.085			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.428		Sb (kN/cm2)	1.41
ea(dil arm)	10			
s	0.041		x (cm)	8.7
ea2(dil prit arm)	0.230			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-0.462			
koef punoce alfab1	0.199			
koef punoce alfab2	-0.249			
UNUTR SILE				
Dbu1	633.1			
Dbu2	0.0			
Dau	38.9			
Zau	672			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.340			
koef polozaja sile η2	0.327			
zb1 krak pritiska za Dbu1	208.06			
zb2 krak pritiska za Dbu2	196.06			
moment loma Mu (kN/m)	**1398**			

Контрола носивости на моменте савијања

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{1398}{387} = 3.61$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{336}{20 \times 191 \times 0.9} = 0.098 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

h=2.03m

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	28			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	8.04			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	203			
B(sirina prit dela)	160			
b(sirina rebra)	20			
h(stat visina)	199			
alfa2	0.020			
delta	0.090			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.441		Sb (kN/cm2)	1.46
ea(dil arm)	10			
s	0.042		x (cm)	8.4
ea2(dil prit arm)	0.231			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-0.503			
koef punoce alfab1	0.204			
koef punoce alfab2	-0.273			
UNUTR SILE				
Dbu1	632.9			
Dbu2	0.0			
Dau	39.1			
Zau	672			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.340			
koef polozaja sile η2	0.327			
zb1 krak pritiska za Dbu1	196.14			
zb2 krak pritiska za Dbu2	184.13			
moment loma Mu (kN/m)	**1318**			

Контрола носивости на моменте савијања

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{1318}{501} = 2.63$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

$$\max \tau = \frac{312}{20 \times 199 \times 0.9} = 0.087 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

h=1.83m

ulazni podaci				
MB,fb	2.3			
GA,Sv	24			
Ea	21000			
a1(zat arm)	4			
Aa1(povrs arm)	28			
a2(prit arm)	4			
Aa2(povrs arm)	8.04			
dp (deb ploce)	18			
d(uk. visina)	183			
B(sirina prit dela)	160			
b(sirina rebra)	20			
h(stat visina)	179			
alfa2	0.022			
delta	0.101			
			Eb(kN/cm2)	3300
eb(dil bet)	0.467		Sb (kN/cm2)	1.54
ea(dil arm)	10			
s	0.045		x (cm)	8.0
ea2(dil prit arm)	0.233			
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	-0.586			
koef punoce alfab1	0.215			
koef punoce alfab2	-0.321			
UNUTR SILE				
Dbu1	632.7			
Dbu2	0.0			
Dau	39.3			
Zau	672			
Nu	0			
RAVNOTEZA	**0.0**			
koef polozaja sile η1	0.340			
koef polozaja sile η2	0.326			
zb1 krak pritiska za Dbu1	176.28			
zb2 krak pritiska za Dbu2	164.26			
moment loma Mu (kN/m)	**1184**			

Контрола носивости на моменте савијања

Глобални коефицијент сигурности износи

$$\gamma_u = \frac{M_u}{M_1} = \frac{1184}{601} = 1.97$$

Задовољена је носивост на савијање.

Контрола носивости на трансверзалне силе

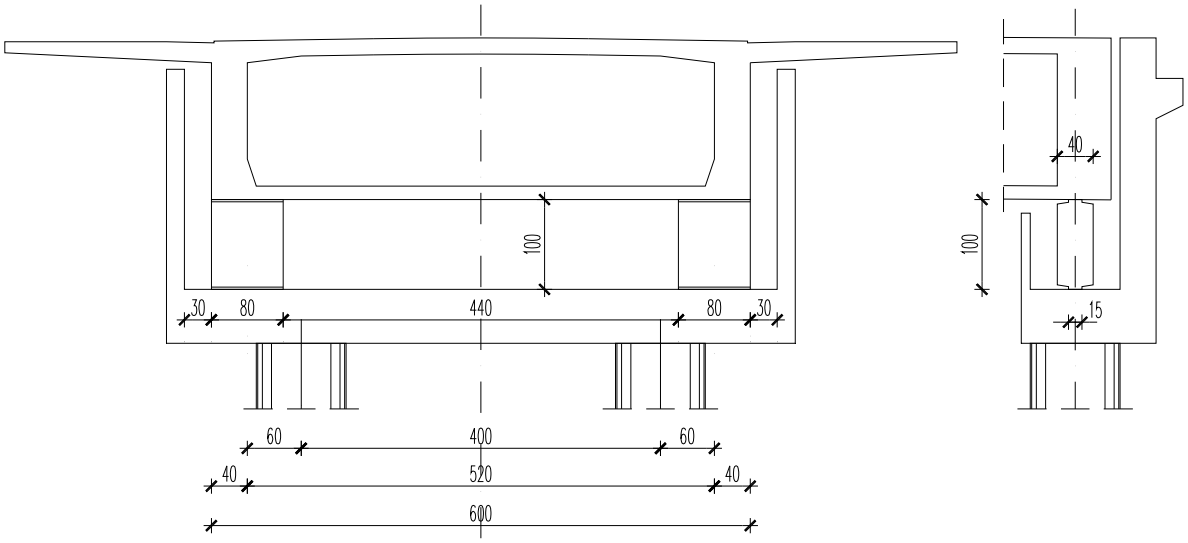
$$\max \tau = \frac{340}{20 \times 179 \times 0.9} = 0.106 kN/cm^2 < \tau_r = 0.12 kN/cm^2$$, за бетон МБ35

Задовољена је носивост на трансверзалне силе.

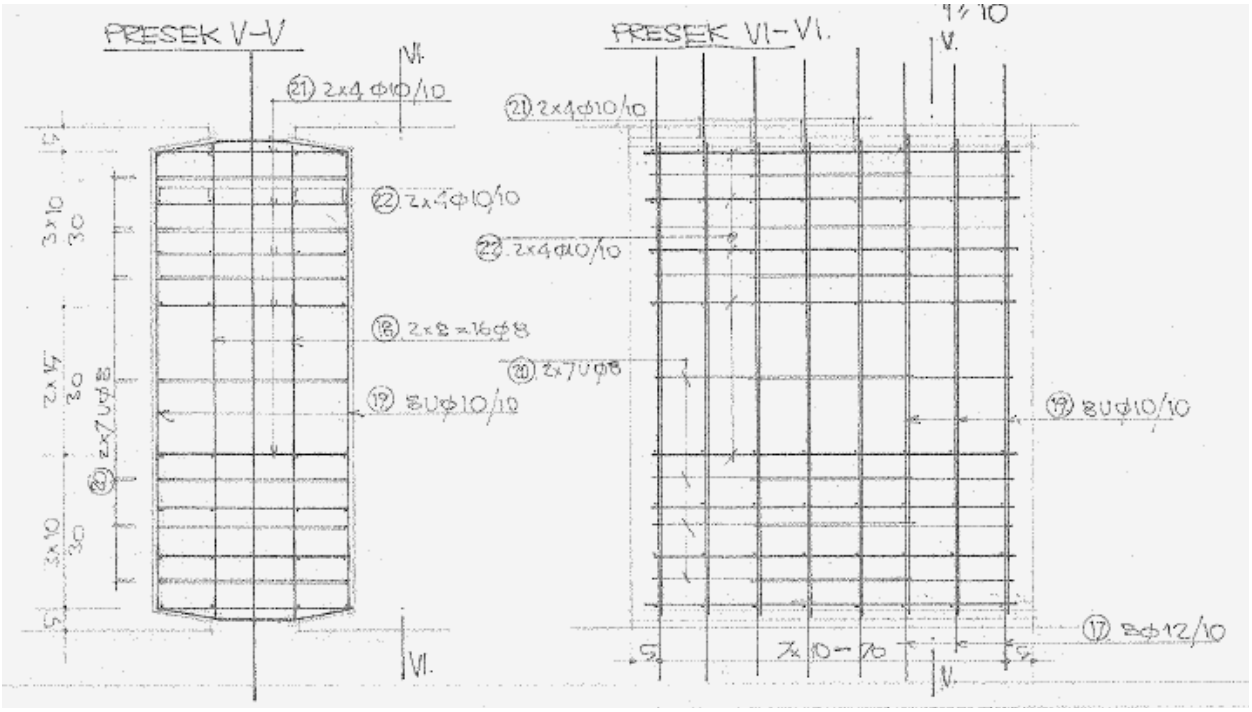
6 ОСЛОНЦИ И ЛЕЖИШТА

6.1 ОСЛОНЦИ НА КРАЈЊИМ СТУБОВИМА

На крајњим стубовима конструкција C1 и C8 ослања преко подужно покретних аб ослонача – пендела, МБ450.



Постојећа арматура пендела – стубови C1 и C8



Утицаји у ослонцима – оптерећења са главног носача

<u>реакције са конструкције за пенделе C1</u>

- сопствена тежина и додатно стално:

Ng=677kN, Ndg=286kN

- saobraćajno

Npmax=509kN, Npmin=-44kN

- ветар

Nv=±49kN, Hv=±56kN

- сеизмичко оптерећење Sy

Ns=±72kN, Hs=±124kN

реакције са конструкције за пенделе C8

- сопствена тежина и додатно стално:

Ng=801kN, Ndg=338kN

- saobraćajno

Npmax=649kN, Npmin=-132kN

- ветар

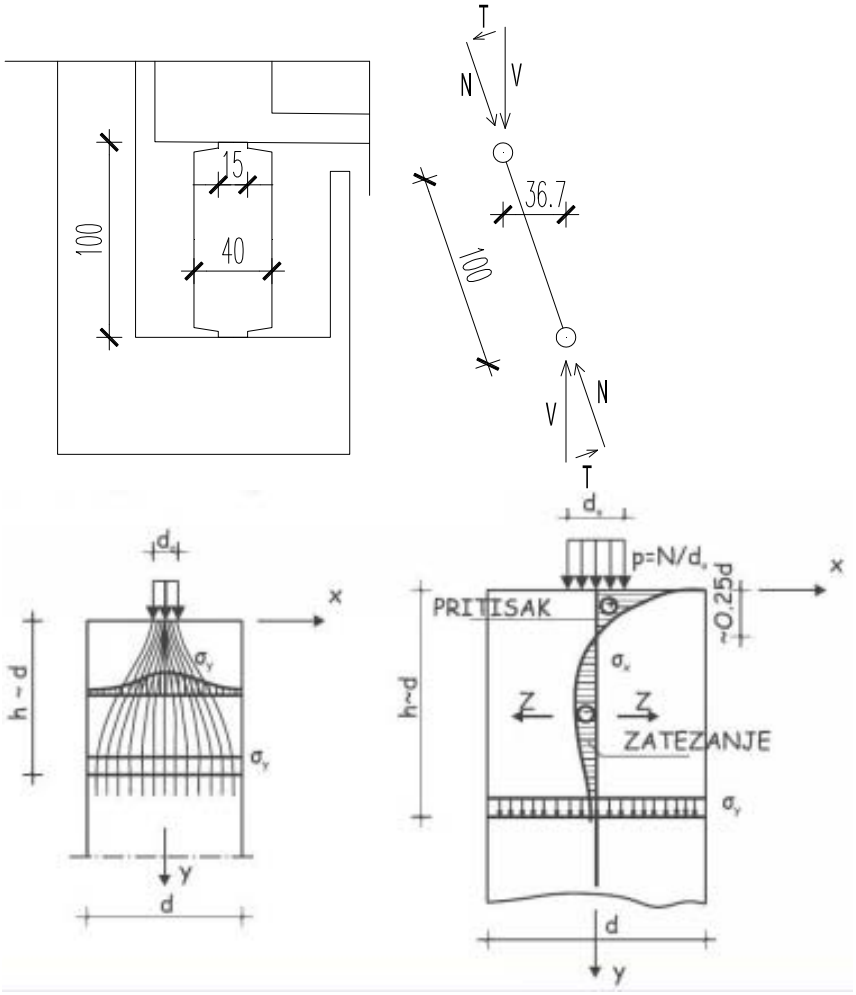
Nv=±53kN, Hv=±48kN

- сеизмичко оптерећење Sy

Ns=±60kN, Hs=±83kN

Пендел ослонци имају већу силу над стубом C8 и меродавни су за проверу носивости.

Максимална вертикална сила услед основног оптерећења:
Vmax=Vg+Vdg+Vp=1788kN, Vu=1.6(Vg+Vdg)+1.8Vp=2990kN
Мнимална вертикална сила услед основног оптерећења:
Vmin=801+338-132=1007kN, Vumin=1.6(Vg+Vdg)-1.8Vp=1585kN
Ротација услед возила:
Yr=3/1000=0.003rad, Uvoz=Yr*H/2=0.003*900=2.7mm
Максимално подужно померање услед температуре, кочења и возила:
U=Uxt+Hk+Uvoz=19+15+2.7=36.7mm



$\alpha = arctg(36.7/1000) = 2.102^{\circ}$

$T_u = \sin\alpha \cdot V_u = 109.7kN$ $\quad T_{u\min} = \sin\alpha \cdot V_{u\min} = 58.13kN$

$N_u = \cos\alpha \cdot V_u = 2987kN$ $\quad N_{u\min} = \cos\alpha \cdot V_{u\min} = 1584kN$

$M_u = V_u \cdot 0.0367m = 110kNm$ $\quad M_{u\min} = V_u \cdot 0.0367\min = 58kNm$

- Локално затезање

$$Z_u = 0.3 \cdot N_u \cdot (1 - \frac{d_0}{d}) = 560kN,\ Ap = \frac{Z_u}{\sigma_v} = 23.3cm^2$$

$$Aa,usv = 4 * 8 * 0.5^2 \pi = 25.132cm^2 (4 * 8\phi 10) > Ap$$

- Локални притисак

$$MB45 \rightarrow fb = 27.75MPa,\ fbk = 45MPa = 72MPa$$

$$Ab = 80 * 40 = 3200cm^2$$

$$Ab0 = 15 * 80 = 1200cm^2$$

$$f_0 = \min \begin{Bmatrix} f_b \cdot \sqrt{\frac{Ab}{Ab0}} = 45MPa \\ 1.6 * 45MPa = 64MPa \end{Bmatrix} = 45MPa$$

$$f = \frac{Nu}{Abo} = \frac{2987}{1200} = 24.8MPa < f_0$$

- Смицање

$$\tau_{nTu} = \frac{Tu}{b * z} = \frac{109.7}{80 * 0.9 * 40} = 0.038kN / cm2 < 0.14kN / cm2$$

$$\tau_{nTu} = \frac{Tu}{b * z_0} = \frac{109.7}{80 * 0.9 * 15} = 0.101kN / cm2 < 0.14kN / cm2$$

- Момент лома

Nmax

MB,fb	27.75
RA,Sv	24
Ea	21000
a1(zat arm)	3
Aa1(povrs arm)	6.28
a2(prit arm)	3
Aa2(povrs arm)	6.28
dp (deb ploce)	0
d(uk. visina)	40
B(sirina prit dela)	80
b(sirina rebra)	80
h(stat visina)	37
alfa2	0.081
delta	0.000
eb(dil bet)	1.002223
ea(dil arm)	10
s	0.091
ea2(dil prit arm)	0.110
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	1.002
koef punoce alfab1	0.417
koef punoce alfab2	0.417

UNUTR SILE	
Dbu1	3123.2
Dbu2	0.0
Dau	14.5
Zau	150.72
Nu	2987
RAVNOTEZA	**0.0**
koef polozaja sile η1	0.350
koef polozaja sile η2	0.350
zb1 krak pritiska za Dbu1	35.82
zb2 krak pritiska za Dbu2	35.82
moment loma Mu (kN/m)	**616**

>110KNm

Nmin

ulazni podaci	
MB,fb	27.75
RA,Sv	24
Ea	21000
a1(zat arm)	3
Aa1(povrs arm)	6.28
a2(prit arm)	3
Aa2(povrs arm)	6.28
dp (deb ploce)	0
d(uk. visina)	40
B(sirina prit dela)	80
b(sirina rebra)	80
h(stat visina)	37
alfa2	0.081
delta	0.000
eb(dil bet)	0.721706
ea(dil arm)	10
s	0.067
ea2(dil prit arm)	-0.148
ebd(dil bet na spoju ploce i reb)	0.722
koef punoce alfab1	0.317
koef punoce alfab2	0.317

UNUTR SILE	
Dbu1	1755.2
Dbu2	0.0
Dau	-19.5
Zau	150.72
Nu	1585
RAVNOTEZA	**0.0**
koef polozaja sile η1	0.345
koef polozaja sile η2	0.345
zb1 krak pritiska za Dbu1	36.14
zb2 krak pritiska za Dbu2	36.14
moment loma Mu (kN/m)	**358**

>58KNm

6.2 ЛЕЖИШТА НА СРЕДЊЕМ СТУБУ С4

Основним пројектом предвиђена су неопренска лежишта у лонцу, тип NGe200 из производног програма ГП Мостоградња.

Подаци о уграђеним лежиштима из времена градње објекта нису били доступни Пројектанту у време израде Пројекта реконструкције, а током прегледа конструкције због недоступног положаја лежишта нису прегледана како би се потврдило да су уграђена пројектована лежишта и установило њихово стање.

У таблици су приказане максималне вертикалне и хоризонталне реакције за једно лежиште од утицаја основног и допунског оптерећења и сеизмичких сила.

	Новопројектовано стање			
	max Rz	Ry	min Rz	Ry
оптерећење	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Соп.тежина констр.	852.0	0.0	852.0	0.0
Додатно стално	338.0	0.0	338.0	0.0
Постојећи каблови	82.9	0.0	82.9	0.0
Нови каблови	67.1	0.0	67.1	0.0
температура- t0=+25◦C	0.0	0.0	0.0	0.0
температура -dt=+10◦C	61.0	0.0	-61.0	0.0
ветар - неоптерећен мост	129.1	24.8	-129.1	25.0
ветар - оптерећен мост	253.4	51.5	-253.4	51.5
сила кочења	0.0	0.0	0.0	0.0
саобр. V440 - max/min Rz	673.1	4.1	-161.2	1.3
сеизмика - Sy (Z1)	0.0	0.0	0.0	0.0
сеизмика - Sy (Z2)	543.8	118.9	-543.8	118.9

Основно+допунско оптерећење

max Rz^{I}= ***2013*** kN min Rz^{I}= 1178.8 kN

max Rz^{II}= ***2267*** kN min Rz^{II}= 925.4 kN

max Ry^{II}= 55.6 kN

Стално+сеизмичко оптерећење

max Rz,s= ***1884*** kN min Rz,s= 796.2 kN

max Ry,s= 118.9 kN

Носивост пројектованог лежишта

tip ležišta NGe	nosivost KN	težina kg	anker pl. cm	Bx=By cm	A Ø cm	C Ø cm	BH cm	elastomer D [cm]	h [cm]
100	1000	80	10	42	32	29	10	23	1,6
150	1500	110	15	47	37	34	11	28	1,9
200	2000	140	20	52	42	39	11	32	2,2
250	2500	170	25	56	47	43	11	36	2,4

Za standardna ležišta iz tablice korišćeni su sledeći podaci:

- $\operatorname{tg}\gamma = \frac{1}{100}$
- za Fzmax ⩽ 5000 kN ... Hrez ≈ 0,1Fz
- za Fzmax > 5000 kN ... Hrez ≈ 0,05Fz
- Pb(betona) = 20 N/mm²
- △ L = ±5 cm (ukupno dilatiranje)

Из приложене табеле се види да постојећа лежишта имају довољну носивост за Основно и сеизмичко оптерећење, док је за утицај од Основног и допунског оптерећења носивост за вертикално оптерећење прекорачена за 13.3%.

Носивост за хоризонтално оптерећење је задовољена за све комбинације оптерећења:

$$\max Ry = Ry,s = \mathbf{118.9kN} < \max Ry,doz = 0.1 \cdot Fz = 200kN$$

У следећој таблици су приказана максимална померања и обртања на месту лежишта и то за 2 случаја:

а) - преднапрезање постојећим кабловима је изведено на конструкцији постављеној на лежишта,

б) - конструкција је ослоњена на лежишта тек након обављеног преднапрезања

а)

оптерећење	max Xp [mm]	max Yr [radx10^{-3}]
Соп.тежина констр.	0.0	2.6
Додатно стално	0.0	1.1
Постојећи каблови	20.4	-2.8
Нови каблови	9.1	-1.2
скупљање бетона t=-15°C	-20.3	0.0
температура- t0=+25°C	33.8	0.0
температура -dt=+10°C	0.0	-0.7
саобр. V440 - max Xp	19.9	-1.4
саобр. V440 - maxYr	-0.8	2.7
сила кочења	15.7	0
сеизмика - Sy (Z1)	54.4	0.0

Основно+допунско оптерећење

max Xp=	78.6	mm
odg Yr=	-1.6	radx10-3
min Xp=	-41.1	mm
odg Yr=	2.5	radx10-3

Стално+сеизмичко оптерећење

max Xp=	63.6	mm
odg Yr=	-0.2	radx10-3
max Xp=	-45.2	mm
odg Yr=	-0.2	radx10-3

б)

оптерећење	max Xp [mm]	max Yr [radx10^{-3}]
Соп.тежина констр.	0.0	2.6
Додатно стално	0.0	1.1
Нови каблови	9.1	-1.2
скупљање бетона t=-15°C	-20.3	0.0
температура- t0=+25°C	33.8	0.0
температура -dt=+10°C	0.0	-0.7
саобр. V440 - max Xp	19.9	-1.4
саобр. V440 - maxYr	-0.8	2.7
сила кочења	15.7	0
сеизмика - Sy (Z1)	54.4	0.0

Основно+допунско оптерећење

max Xp=	58.2	mm
odg Yr=	1.2	radx10-3
min Xp=	-61.5	mm
odg Yr=	5.3	radx10-3

Стално+сеизмичко оптерећење

max Xp=	43.2	mm
odg Yr=	2.6	radx10-3
min Xp=	-65.6	mm
odg Yr=	2.6	radx10-3

Из приложене табеле се види да су померања на лежиштима већа од дозвољених померања за стандардна лежишта за обе претпостављене ситуације.

Обртања на месту лежишта су у границама дозвољених.

С обзиром на констатована прекорачења носивости и померања као и чињеницу да у протеклом експлоатационом периоду од преко 40 година није било интервенција на лежиштима овим пројектом је предвиђена замена лежишта .

Усвојена су неопренска лежишта у лонцу типа NGe 250 , носивости 2500 kN

Померања на новим лежиштима (без скупљања бетона и преднапрезања постојећим кабловима):

Основно+допунско оптерећење

max Xp=	78.5	mm
odg Yr=	1.2	radx10-3
min Xp=	-41.2	mm
odg Yr=	5.3	radx10-3

Стално+сеизмичко оптерећење

max Xp=	63.5	mm
odg Yr=	2.6	radx10-3
min Xp=	-45.3	mm
odg Yr=	2.6	radx10-3

За потребан капацитет лежишта рачунска померања су увећана за 20%

max Xp=	94.2	mm	min Xp=	-54.4	mm
odg Yr=	1.4	radx10-3	odg Yr=	6.3	radx10-3

Са преддеформацијом горње плоче лежишта од 19mm ка стубу С5 потребан капацитет лежишта износи +/- 75 mm.

6.3 КОНТРОЛА АБ ЗГЛОБА

6.3.1 Стуб С4

Вертикално оптерећење:

-стално оптерећење са конструкције:
maxNg = 2450.5 kN odg$H_{x,g}$= 10.7kN odg$H_{y,g}$= 6.5kN

-саобраћајно оптерећење:
max Np=1004.6kN odg$H_{x,p}$= 0.3kN odg$H_{y,p}$= -4.8 kN
min Np=-276.1 kN odg$H_{x,p}$= 2.8kN odg$H_{y,p}$= 2.2kN

вертикалне силе у зглобу од допунских и сеизмичког оптерећења

-температура :
Nt+dt = 95.1/- 50.0 kN

-ветар :
Nw=+/- 409.7kN

-кочење :
Nw=+/- 4.8kN

-сеизмичко оптерећење S_x : -сеизмичко оптерећење S_y :
N_{Sx} =+/- 17.1kN N_{Sy} =+/- 830.5kN

хоризонтално оптерећење (подужне силе):

-температура: maxH_{t+dt}= +/-20.3kN
-кочење : max H_k = +/-12.4kN

-подужна сеизмичка сила: max S_x = +/-43.0kN

хоризонтално оптерећење (попречне силе):

-ветар (ОМ): max H_W = +/-85.0 kN
-попречна сеизмичка сила : max S_y=+/-196.8 kN

Гранични утицаји

Оптерећење (О, О+Д):

max вертикално О: max Vu = 1.9x 2450.5+2.1x1004.6 =6765.6kN
max вертикално О+Д:
max Vu = 1.5x 2450.5+1.8x 1004.6+1.5x(95.1+409.7+4.8) =6248.4 kN

max хоризонтално - подужно О+Д:

maxHx,u = 1.5x10.7+1.8x 2.8+ 1.5x(20.3+12.4) = 70.3kN

max хоризонтално - попречно О+Д :

maxHy,u =1.5x6.5+1.8x 2.2+1.5x85.0 = 141.2 kN
max Hu =(70.3^2+141.2^2)^0.5 = 157.7kN

одговарајуће вертикалне силе за maxHu

Vu,odg = 1.5x2450.5 -1.8x276.1+1.5x(-20.3-12.4-85.0) =3002.2 kN

Оптерећење (стално + сеизмика):

вертикално: max Vu = 1.3x(2450.5+830.5)=4265.3kN
min Vu = 1.3x(2450.5-830.5)=2106 kN

max хоризонтално - попречно : max Hy, u = Hu =1.3x(196.8+6.5)=264.3kN

Контрола локалних напона притиска

дозвољени гранични локални напон притиска

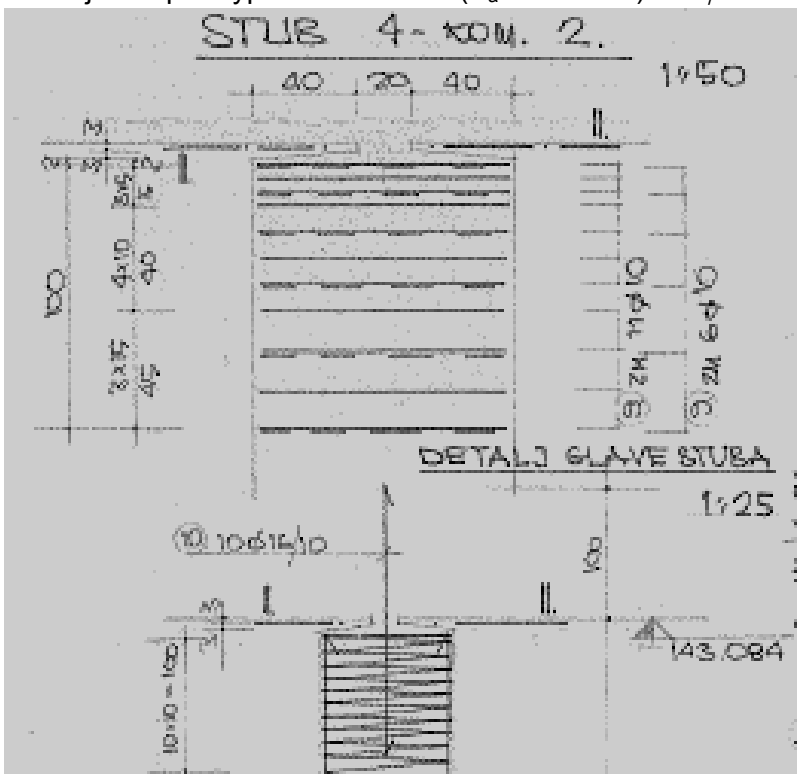
$$f_0 = f_b \cdot \sqrt[3]{\frac{Ab1}{Ab0}} = 20.5 \cdot \sqrt[3]{\frac{100}{20}} = 35.1MPa < 1.6 f_{bk} = 1.6 \cdot 30 = 48MPa$$

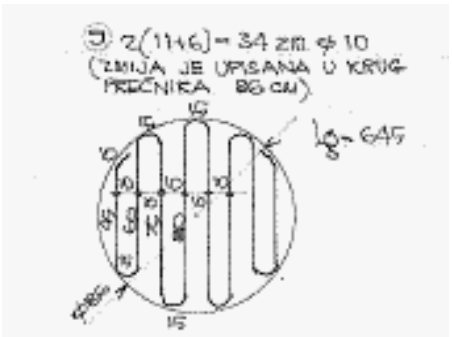
максимални гранични локални напон притиска

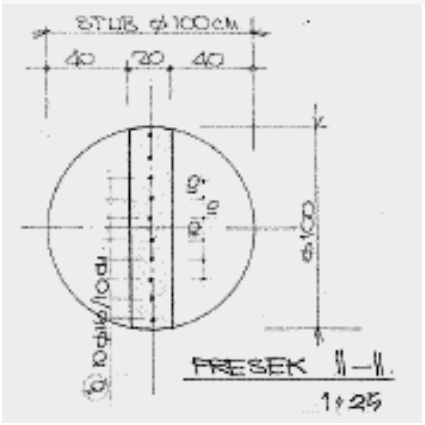
$$flok = \frac{6765.6}{0.2 \cdot 1.0} \cdot 10^{-3} = 33.8MPa < 35.1MPa$$

Вертикална арматура зглоба

Постојећа арматура 10∅16 /10 (A_a=20.1 cm^2) → μ=1.0%







Сила затезања у стубу

$$Z_s = 0.3 \times V \times (1 - \frac{d_0}{d_r}) = 0.3 \times 6756.6 \times (1 - \frac{20}{100}) = 1621.6kN$$

потребна површина хоризонталне арматуре испод зглоба

$$A_a = \frac{Z_s}{\sigma_v} = \frac{1621.6}{24} = 67.6\,cm^2$$

Постојећа арматура - роштиљи 11x8∅10 (A_a=69.1 cm^2)

Утицај хоризонталних сила

Основно + допунско
max Hu = 157.7kN Vu,odg = 3002.2 kN

$$tg\rho = \frac{H_u}{V_u} = \frac{157.7}{3002.2} = 0.053 < 0.75 \quad (\rho = 37^\circ)$$

стално + сеизмика

Hu = 1.3x196.8 + 6.5= 262.3 kN Vu,odg = 2450.5 - 1.3x830.5= 1370.8 kN

$tg\rho = \frac{H_u}{V_u} = \frac{262.3}{1370.8} = 0.191 < 0.75 \quad (\rho = 37^\circ) \rightarrow$ ***није потребна коса арматура у зглобу***

6.3.2 Стубови C5 - C7

Вертикално оптерећење:

-стално оптерећење са конструкције:
maxNg = 4703.7 kN (C6), $odgH_{x,g}$= -13.2kN $odgH_{y,g}$= 15.8kN

-саобраћајно оптерећење:
max Np=1693.1kN (C6) $odgH_{x,p}$= 19.3kN $odgH_{y,p}$= -4.3 kN
min Np=-210.6 kN $odgH_{x,p}$= 23.9kN $odgH_{y,p}$= 1.4kN

maxNg = 4555.7 kN (C7), $odgH_{x,g}$= 35.8kN $odgH_{y,g}$= 16.8kN

-саобраћајно оптерећење:
max Np=1649.4kN $odgH_{x,p}$= 94.6kN $odgH_{y,p}$= -5.7 kN
min Np=-181.4 kN $odgH_{x,p}$= 104.2kN $odgH_{y,p}$= 2.1kN

вертикалне силе у зглобу од допунских и сеизмичког оптерећења

-температура :
Nt+dt = 29.7/ -14.4kN (C6) Nt+dt = 29.2/ -58.2kN (C7)
-ветар :
Nw=+/- 432.7kN (C6) Nw=+/- 333.6kN (C7)
-сеизмичко оптерећење S_y :
N_{Sy} =+/- 746.3kN (C6) N_{Sy} =+/- 606.0 kN (C7)

хоризонтално оптерећење (подужне силе):
-температура: $maxH_{t+dt}$= +/-40.5kN (C7)
$maxH_{t+dt}$= +/-15.0kN (C6)
-кочење : max H_k = +/-82.7kN (C7)
max H_k = +/-31.8kN (C6)

-подужна сеизмичка сила: max S_x = +/-376.8kN (C7)
max S_x = +/-95.4kN (C6)
хоризонтално оптерећење (попречне силе):

-ветар (ОМ): max H_W = +/-127.1 kN (C6)
-ветар (ОМ): max H_W = +/-92.3 kN (C7)

-попречна сеизмичка сила : max S_y=+/-272.8 kN (C6)
max S_y=+/-273.9 kN (C7)

Гранични утицаји

Оптерећење (О, О+Д):
max вертикално О: max Vu = 1.9x4703.7+2.1x1693.1=12492.5kN (C6)
max Vu = 1.9x4555.7+2.1x1649.4=12119.6kN (C7)
max вертикално О+Д:
max Vu = 1.5x4703.7+1.8x1693.1+1.5x(29.7+432.7) =10796.7 kN (C6)
max Vu = 1.5x4555.7+1.8x1649.4+1.5x(58.2+ 333.6) =10390.2 kN (C7)

max хоризонтално - подужно О+Д:
maxHx,u = -13.2 +1.8x 23.9+ 1.5x(15.0+31.8) = 100.0kN (C6)
maxHx,u = 1.5x35.8+1.8x104.2+1.5x(40.5+82.7) = 426.1kN (C7)

max хоризонтално - попречно О+Д :
maxHy,u =1.5x15.8+1.8x 1.4+1.5x127.1 =216.9kN (C6)
maxHy,u =1.5x16.8+1.8x 2.1+1.5x92.3=167.4 kN (C7)

max Hu =(100^2+216.9^2)^0.5 = 238.8kN (C6)
max Hu =(426.1^2+167.4^2)^0.5 = 457.8kN (C7)

одговарајуће вертикалне силе за maxHu

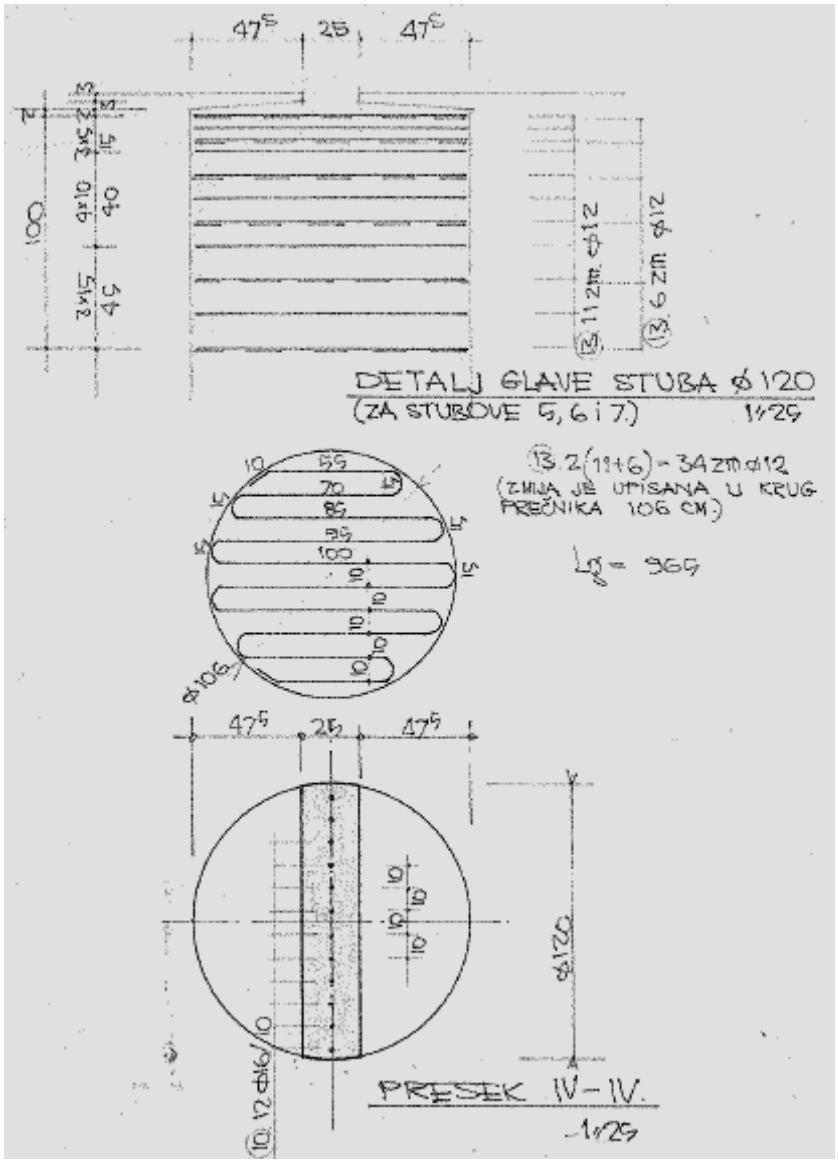
Vu,odg = 4703.7-1.8x210.6+1.5x(-29.7-432.7) =3631 kN (C6)
Vu,odg_r = 1.5x4555.7-1.8x181.4+1.5x(-58.2-333.6) =5919.3 kN (C7)

Оптерећење (стално + сеизмика):

вертикално: max Vu = 1.3x(4703.7+746.3)=7084.6kN (C6)
min Vu = 1.3x(4703.7-746.3)=5145.6 kN
max Vu = 1.3x(4555.7+606.0)=6710.26kN (C7)
min Vu = 1.3x(4555.7-606.0)=5134.6 kN

max хоризонтално - подужно : max Hxu = Hu =1.3x(376.8+35.8)=532.7kN (C7)
max хоризонтално - попречно : max Hyu = Hu = 1.3x(272.8+15.8)=375.4kN (C6)

Арматура аб зглобова на стубовима С5 –С7



Контрола локалних напона притиска

дозвољени гранични локални напон притиска

$$f_0 = f_b \cdot \sqrt[3]{\frac{Ab1}{Ab0}} = 20.5 \cdot \sqrt[3]{\frac{120}{25}} = 36.4MPa < 1.6 f_{bk} = 1.6 \cdot 30 = 48MPa$$

максимални гранични локални напон притиска

$$flok = \frac{12492.5}{0.25 \cdot 1.2} \cdot 10^{-3} = 41.6MPa > 36.4MPa \rightarrow \Delta = 14.3\%$$

Контрола локалног напона притиска по напонској теорији

допуштени локални напон притиска

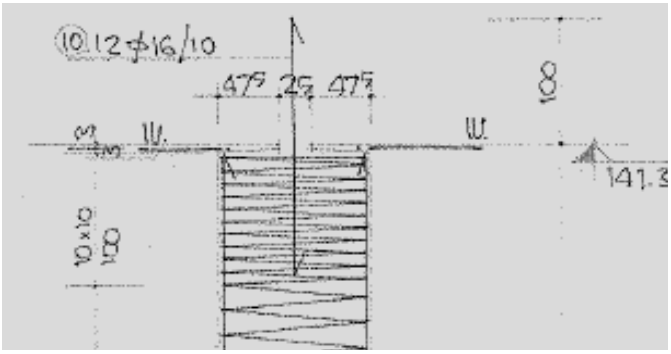
$$\sigma_0 = 1.4 \cdot \sigma_0 \cdot \sqrt{\frac{Ab1}{Ab0}} = 1.4 \cdot 8.0 \cdot \sqrt{\frac{120}{25}} = 24.5MPa < 0.7 \cdot \beta k = 21MPa$$

max V = 4703.7+1693.1+15.0+31.8+432.7 =6876.3kN (C6)

$$\sigma_{lok} = \frac{6876.3}{1.2 \cdot 0.25} = 22.9MPa > 0.7 \cdot \beta k = 21MPa \quad \Delta\textbf{=9\%}$$

ово прекорачење се може дозволити

Вертикална арматура зглоба



Постојећа арматура 12∅16 /10 (A_a=24.1 cm^2) → μ=0.8%

Сила затезања у стубу

$$Z_s = 0.3 \times V \times (1 - \frac{d_0}{d_r}) = 0.3 \times 12492.5 \times (1 - \frac{25}{120}) = 2966kN$$

потребна површина хоризонталне арматуре испод зглоба

$$A_a = \frac{Z_s}{\sigma_v} = \frac{2966}{24} = 123.6\,cm^2$$

Постојећа арматура - роштиљи 11x10∅12 (A_a=124.4 cm^2)

Утицај хоризонталних сила

Основно + допунско

max Hu = 457.8kN (C7) Vu,odg = 5919.3 kN

$$tg\rho = \frac{H_u}{V_u} = \frac{457.8}{5919.3} = 0.077 < 0.75 \quad (\rho = 37^\circ)$$

стално + сеизмика

Hu = 1.3x376.8 + 35.8= 525.6 kN Vu,odg = 4555.7- 1.3x606= 3767.9 kN

$$tg\rho = \frac{H_u}{V_u} = \frac{525.6}{3769.9} = 0.139 < 0.75 \quad (\rho = 37^\circ) \rightarrow$$ ***није потребна коса арматура у зглобу***

7 ДИЛАТАЦИЈЕ

Вредност дилатирања конструкције (Δ) и ротације (φ) пресека на месту дилатације услед дејства сталног (г+Δг), покретног покретног оптерећења (р), промене температуре по висини попречног пресека (Δt), промене температуре у оси пресека (to) и кочења добијени су прорачуном у програмском пакету „Tower".

померање на месту дилатације

$\Delta' = \Delta + h \cdot tg\varphi$, h=1.85

потребан ход дилатационе справе за посматрану конструкцију

$\Sigma\Delta' = 1.2 \cdot (\Delta_t + \Delta_p + \Delta_k + \Delta_{g+dg})$

максимално обртање

$$\Sigma\varphi = \max \begin{vmatrix} \varphi_{+p} + \varphi_{+\Delta t} \\ \varphi_{-p} + \varphi_{-\Delta t} \end{vmatrix}$$

Дилатација на стубу С1, С4, С8

			HK1=	1850	mm										
		g		Δg		V440		t0		Δt		Hk		Sx	
		ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ
С1 - за К1		mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad
	max	0	0.002	0	0.001	-	0.001	14	0	0	0.0007	5	0	26	0
	min	0	0	0	0	0	0	-14	0	0	-0.0004	-5	0	-26	0
osn.	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*0.5*H_{K1}) =						25.797	mm	Σφmax=	0.0032				
osn.	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*0.5*H_{K1}) =						-23.24	mm	Σφmin=	0.0007				
Sx	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*0.5*H_{K1}) =						32.31	mm	Σφmax=	0.0036				
Sx	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*0.5*H_{K1}) =						-31.2	mm	Σφmin=	0.0012				
			HK1=	1850	mm			HK2=	850	mm					
		g		Δg		V440		t0		Δt		Hk		Sx	
		ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ
С4 - за К1		mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad
	max	0	0.002	0	0.003	-	0.001	12	0	0	0.0007	7.3	0	26	0
	min	0	0	0	0	0	0	-12	0	0	-0.0007	-7.3	0	-26	0
С4 - за К2		mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad
	max	0	0.001	0	0.001	0	0.003	33	0	0	0.0004	15.7	0	48	0
	min	0	0	0	0	0	0	-33	0	0	-0.0004	-15.7	0	-48	0
	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*H_{K1}+$\varphi_{k2max}H_{K2}$) =						87.762	mm	Σφmax=	0.0065				
	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*H_{K1}+$\varphi_{k2min}H_{K2}$) =						-64.72	mm	Σφmin=	0.0019				
	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*H_{K1}+$\varphi_{k2max}H_{K2}$) =						39.54	mm	Σφmax=	0.0060				
	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*H_{K1}+$\varphi_{k2min}H_{K2}$) =						-18.72	mm	Σφmin=	0.0060				
			HK2=	1850	mm										
		g		Δg		V440		t0		Δt		Hk		Sx	
		ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ	ux	φ
С8 - за К2		mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad	mm	rad
	max	0	0.003	0	0.001	-	0.003	19	0	0	0.0007	16	0	48	0
	min	0	0	0	0	0	-0.001	-19	0	0	-0.0004	-16	0	-48	0
osn.	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*0.5*H_{K1}) =						47.217	mm	Σφmax=	0.0092				
osn.	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*0.5*H_{K1}) =						-43.55	mm	Σφmin=	0.0031				
Sx	Σumax=	1.2*(umax+φ_{k1max}*0.5*H_{K1}) =						58.71	mm	Σφmax=	0.0012				
Sx	Σumin=	1.2*(umin+φ_{k1min}*0.5*H_{K1}) =						-57.6	mm	Σφmin=	0.0012				

На стубу С1 је усвојена водонепропусна трансфлекс дилатација са минималним капацитетом померања ±35mm.

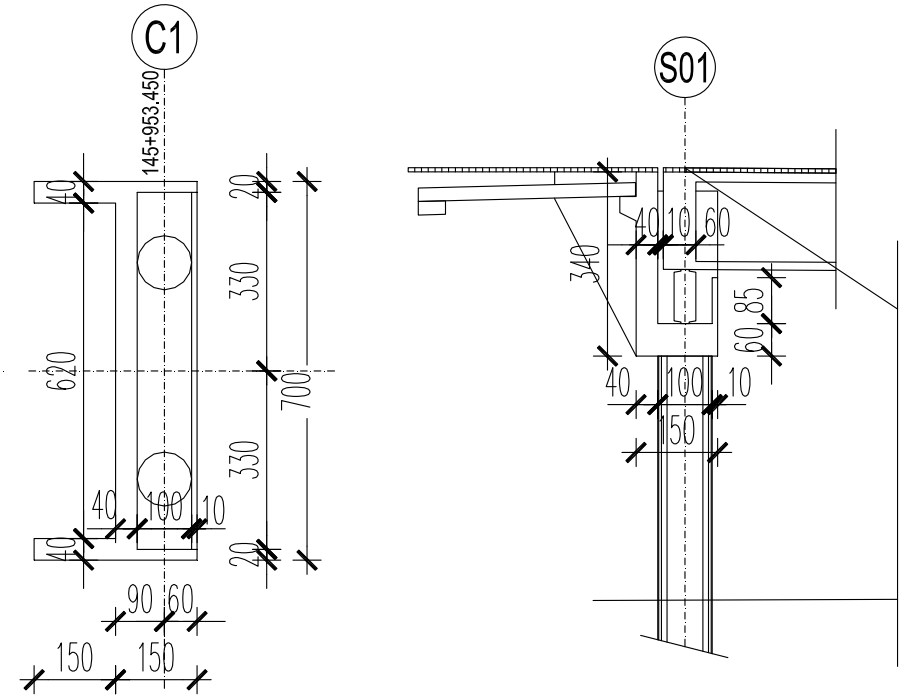
На стубу С4 је усвојена водонепропусна дилатација са минималним капацитетом померања ±80mm са почетном деформацијом за утицаје од скупљања бетона у износу од 12mm.

На стубу С8 је усвојена трансфлекс водонепропусна дилатација са минималним капацитетом померања ±60mm. Тип мостоградња МТ или слично.

8 СТУБОВИ и ШИПОВИ

8.1 ОБАЛНИ СТУБОВИ

8.1.1 Обални стуб С1



Анализа оптерећења:

Стално-ст:

ст крилних зидова .....2.92x0.4x0.25x2=29.2x2=58.4kN e=0.56m M= 2x16.35kNm
ст бочних маски.....1.0x2x0.2x25x2.45=2x12.2=24.5 kN
ст предња маска.....0.85x0.1x25x6.6=14 kN
ст пендела ..... 0.4x0.8x25x1x2=2x8=16 kN
ст стуба ..... 2.8x0.4x7x25=196 kN e=0.55m M= 107.8 kNm
ст наглавна греда.....1.5x0.6x25x7=157.5 kN e=0.15m M=23.62 kNm

Силе трења у лежиштима

Утицаји од температуре, кочења, ветра и подужне сеизмике који се на стуб преносе преко силе трења у лежиштима.

R=G+dG+P=1354+572+0.5*509+0.5*397=2379
$T=k_r*R=0.03*2379=71kN$

Оптерећење са конструкције:

- сопствена тежина и додатно стално:

Ng=677x2=1354 kN, Ndg=286x2=572 kN

- saobraćajno

Npmax=509+397=906kN, Npmin=-44-38=-82kN

- vetar

Nv=±49kN, Hv=±56kN

- seizmičko

Ns=±72kN, Hs=±124kN

Притисак земље

γ =20,0kN/m^2; φ=32.5˚; c=0

- активни притисак земље:

$$k_a = tg^2 \cdot (45^o - \frac{\varphi}{2}) = tg^2 \cdot (45^o - \frac{32.5^o}{2}) = 0.30$$

$$p_0 = 5 \cdot k_a = 1.5kN/m^2$$

$$p_1 = (5 + 20 \cdot 2.8) \cdot k_a = 18.3kN/m^2$$

$$p_2 = p_1 = 18.3kN/m^2$$

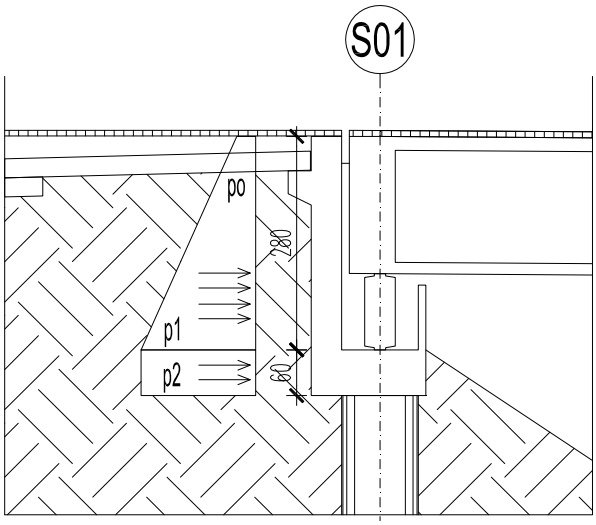
- сеизмички активни притисак земље:

$$C_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha - \theta)}{\cos\theta \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha + \delta + \theta)(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha - \beta)\cos(\alpha + \delta + \theta)}})^2}$$

$$= \frac{0.796}{0.995 \cdot 1.0 \cdot 0.927 \cdot (1 + \sqrt{\frac{0.751 \cdot 0.451}{1.0 \cdot 0.927}})^2} = \frac{0.831}{2.256} = 0.335$$

Где су: $\varphi = 32.5^o, \delta = 1/2 \cdot \varphi = 16.25^o, \theta = arctg(K_s \cdot \psi) = 5.71^o$, $K_s = \frac{\ddot{X}_{max}}{\mu_p} = \frac{0.4}{3} = 0.133, \psi = 0.75, \alpha = 0^o, \beta = 0^o$

p_a=20.0×2.8×0.368=18.76kN/m^2

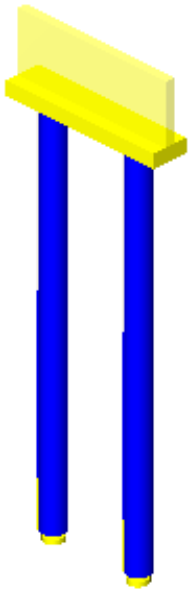


$$p_0 = 5 \cdot k_a = 1.5kN/m^2$$

$$p_1 = p_0 + p_a = 1.5 + 18.76 = 20.26kN/m^2$$

$$p_2 = p_1 = 20.26kN/m^2$$

8.1.1.1 Сетови из towera



Izometrija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

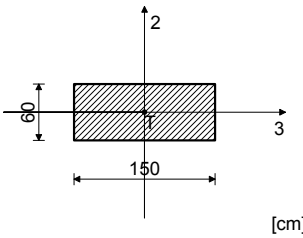
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=150/60, Fiktivna ekscentričnost

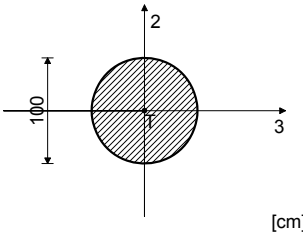
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 25		9.000e-1	7.500e-1	7.500e-1	8.084e-2	1.687e-1	2.700e-2



[cm]

Set: 2 Presek: D=100, Fiktivna ekscentričnost

	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 25		7.854e-1	7.069e-1	7.069e-1	9.817e-2	4.909e-2	4.909e-2



[cm]

Setovi linijskih oslonaca

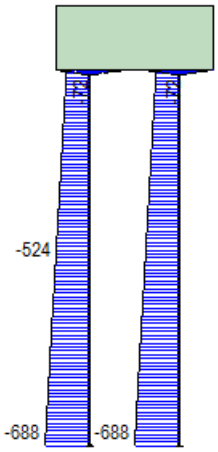
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1		5.000e+4	5.000e+4		
2		2.500e+4	2.500e+4		
3		1.500e+4	1.500e+4		

Setovi tačkastih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			

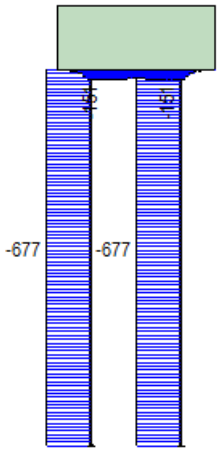
8.1.1.2 Утицаји у шиповима обалног стуба С1:

Opt. 1: Sopstvena težina (g)



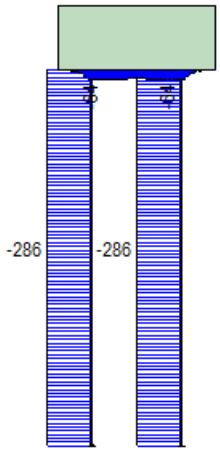
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= -3 / min N1= ...
Opt. 5: Korisno-max

Opt. 2: Reakcije-sopstvena težina

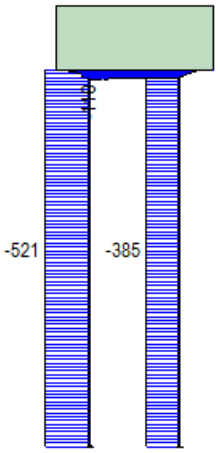


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= -6 / min N1= ...
Opt. 6: Korisno-min

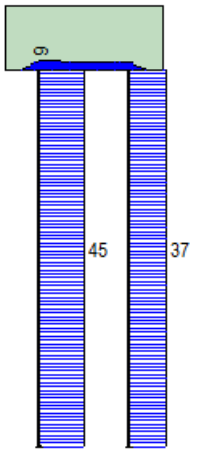
Opt. 3: Reakcije-dodatno stalno opter...



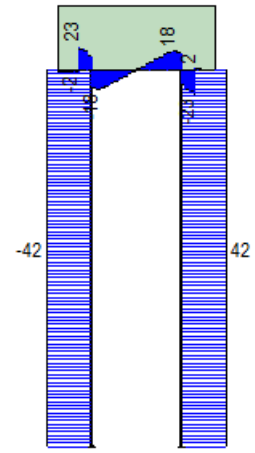
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= -2 / min N1= ...
Opt. 7: Vetar-neopterećen most



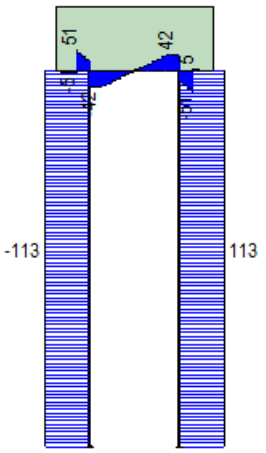
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= -3 / min N1= ...
Opt. 8: Vetar-opterećen most



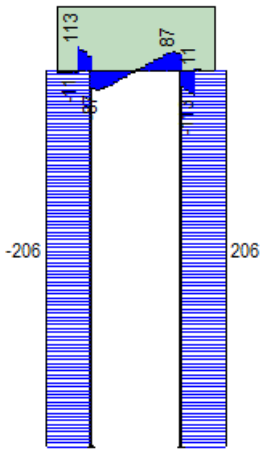
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 45 / min N1=...
Opt. 10: Seizmika-poprečno



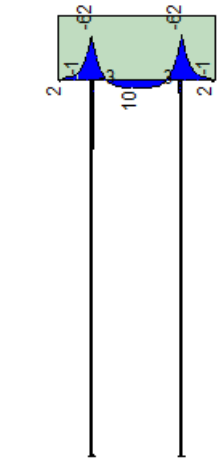
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 42 / min N1=...
Opt. 1: Sopstvena težina (g)



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 113 / min N1...

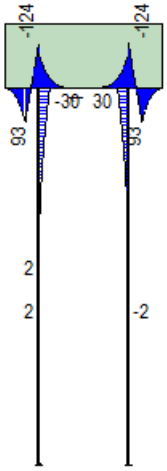


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 206 / min N1...



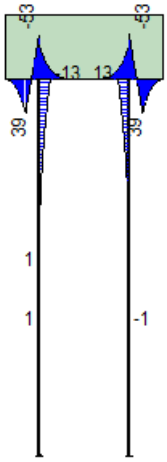
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 10 / min M3=...

Opt. 2: Reakcije-sopstvena težina



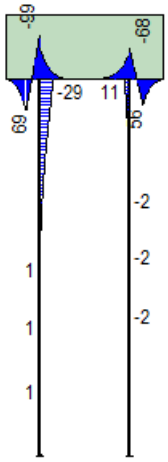
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 93 / min M3=...
Opt. 6: Korisno-min

Opt. 3: Reakcije-dodatno stalno opter...

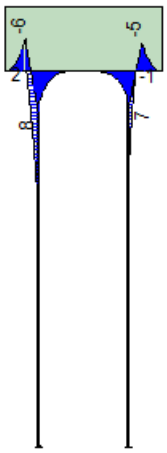


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 39 / min M3=...
Opt. 7: Vetar-neopterećen most

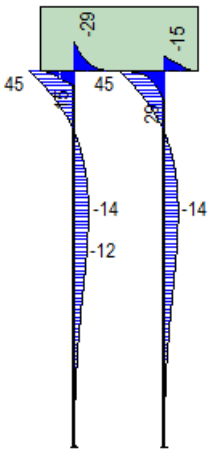
Opt. 5: Korisno-max



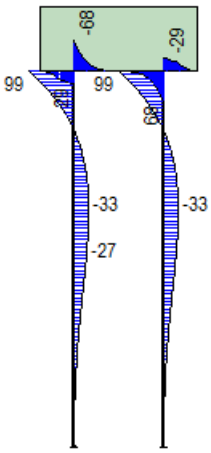
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 69 / min M3=...
Opt. 8: Vetar-opterećen most



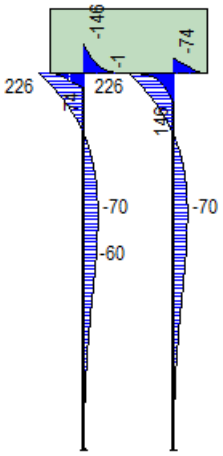
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 8 / min M3= ...
Opt. 10: Seizmika-poprečno



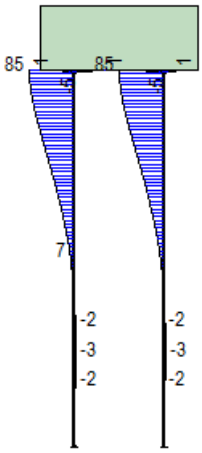
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 45 / min M3=...
Opt. 1: Sopstvena težina (g)



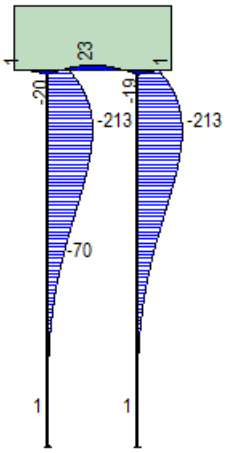
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 99 / min M3=...
Opt. 4: Aktivni pritisak zemlje



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 226 / min M3...

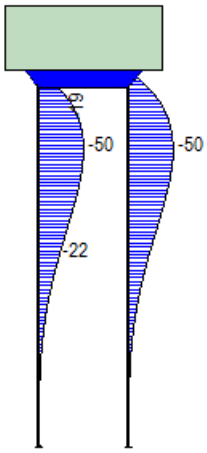


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 85 / min M2=...



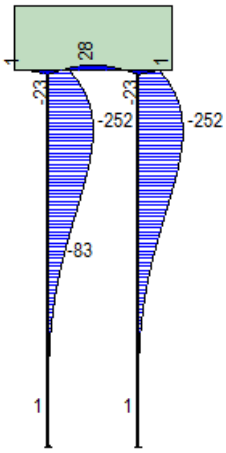
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 23 / min M2=...

Opt. 9: Trenje u ležištima



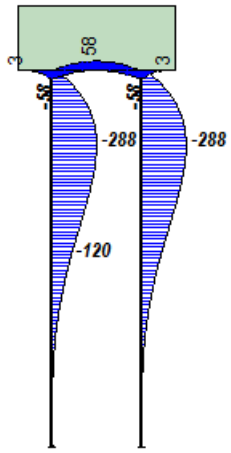
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= ...
Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31

Opt. 11: Seizmički pritisak tla - podužno

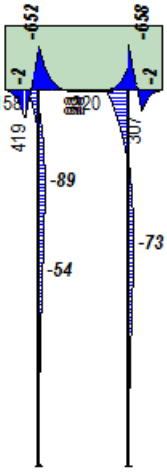


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 28 / min M2=...
Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31

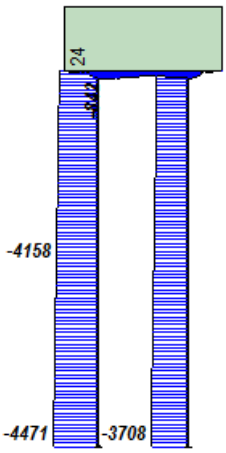
Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



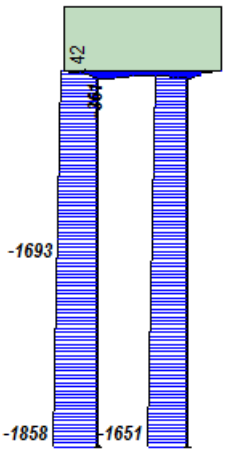
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 58 / min M2=...
Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



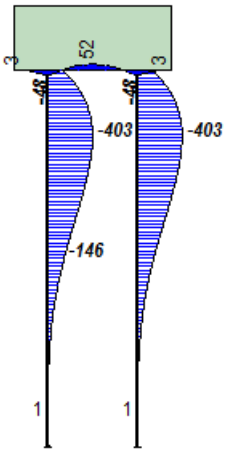
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 419 / min M3...
Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



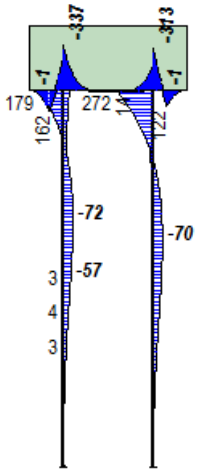
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 24 / min N1=...
Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



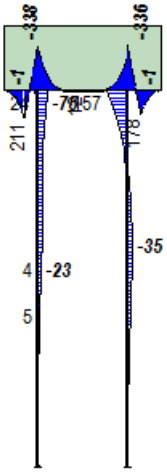
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 42 / min N1=...
Opt. 44: [A7-G+P-Naponi] 34-37



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 52 / min M2=...

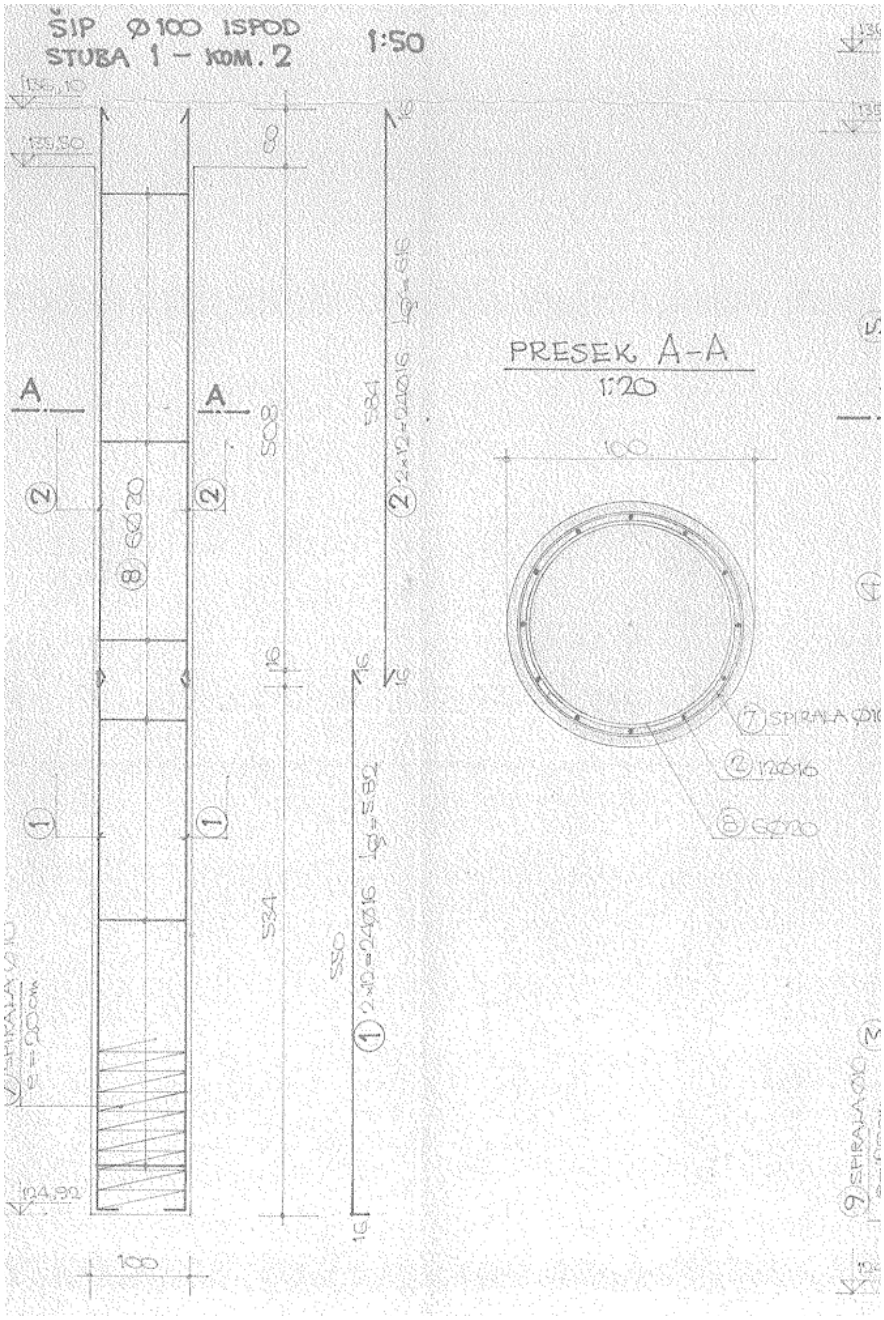


Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 272 / min M3...



Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 211 / min M3...

8.1.1.3 Провера носивости шипова



основно+допунско (Nmin/Modg)

Presek elementa <1> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET

DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 12 kom	
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI	A1= (cm2)
	As= 2.01 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE	Fa= 24.12 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ)	MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa)	Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X	Mx= 202.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y	My= 15.00 kNm
NORMALNA SILA	Ns= 1344.00 kN
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE	Sig1= 3.65 (MPa)
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE	Sig2= -0.32 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE	Xc= 91.9 (cm)

основно+допунско (Nmax/Modg)

Presek elementa <1> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 12 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 2.01 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 24.12 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 202.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 42.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2024.00 kN
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig1= 4.53 (MPa)
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig2= 0.49 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=112.0 (cm)

основно+изузетно

Presek elementa <1> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 12 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 2.01 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 24.12 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 403.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 43.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1595.00 kN

MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE SigA= -31.48 (MPa)
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE SigB= 6.87 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 63.1 (cm)
Beograd ,23-11-2018

основно+изузетно

DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 12 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 2.01 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 24.12 (cm2)
MARKA BETONA MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA Sig= 240.00 (MPa)
***** SERVISNO OPTERECENJE ******
NORMALNA SILA N= 1595.00 (kN)
MOMENT OKO OSE X Mx= 403.00 (kNm)
MOMENT OKO OSE Y My= 43.00 (kNm)
DUZINA STUBA ZA IZVIJANJE Lk= 16.70 (m)
SREDNJI KOEFICIJENAT GRANICNIH UTICAJA JE Su= 1.64
***** SILE PO LOMU *****
ODSTOJANJE NEUTRALNE OSE Cu= 61.3 (cm)
NORMALNA SILA Nu= 5152.18 (kN)
MOMENAT OKO X ose Mxu= 1301.81 (kNm)
MOMENAT OKO Y ose Myu= 138.90 (kNm)
KOEFICIJENT SIGURNOSTI mora biti Gu>1 Gu= 3.23
KOEFICIJENT GRANICNIH UTICAJA PO PROPISU BABa Su= 1.64
Beograd ,23-11-2018

8.1.1.4 Провера носивости лежишне греде

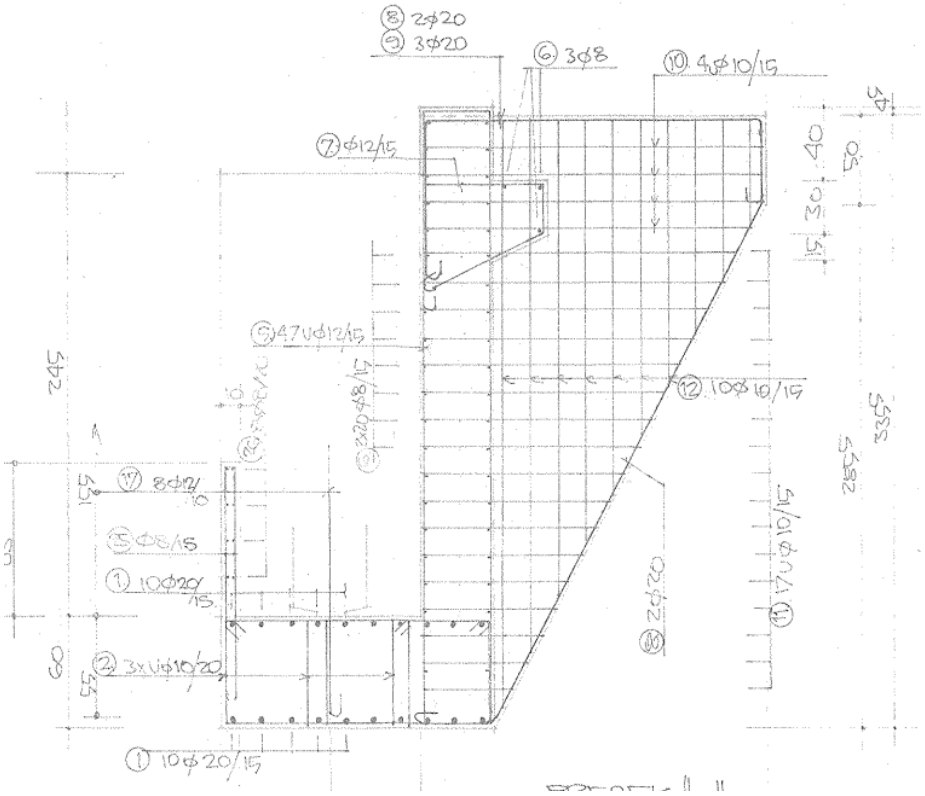


Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

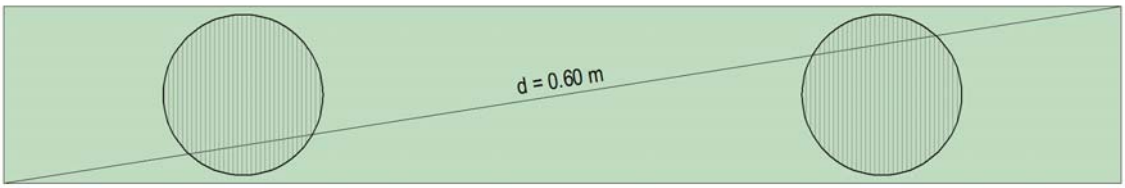
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi površinskih oslonaca

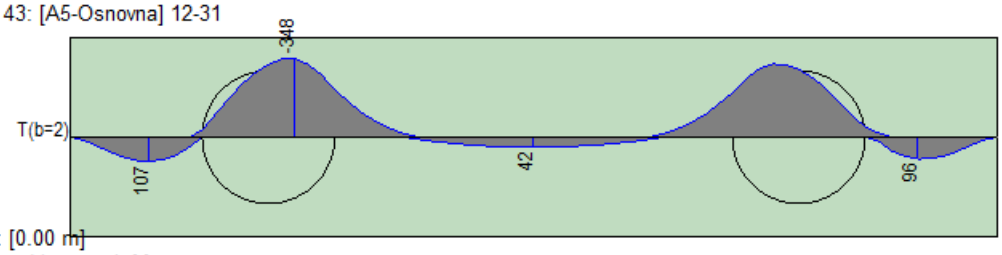
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.528e+5	1.528e+5	1.528e+5

- **Савијање**



Nivo: [0.00 m]

Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



Nivo: [0.00 m]
Vektorski preseci: Ms

$Mu = 348kNm$

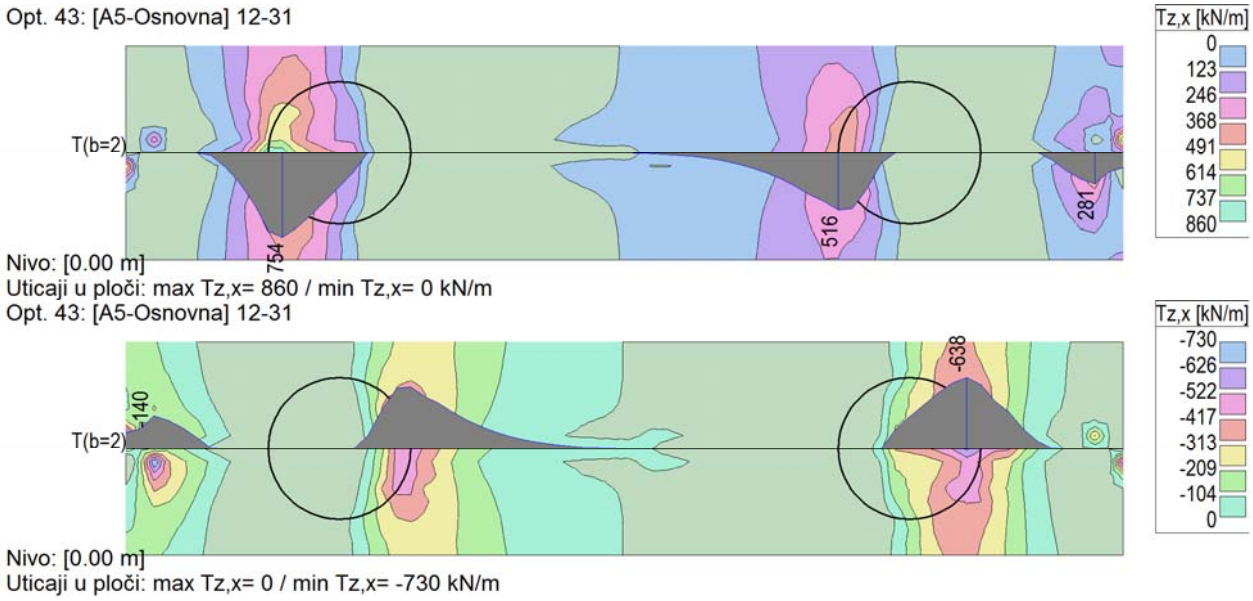
Арматура усвојена у лежишној греди $\pm 10\phi 20 / 15\ (31.41cm^2)$

b	150.00	cm
d	60.00	cm
a_1 (a_2)	4.00	cm
h	56.00	cm
f_b	2.05	kN/cm^2
σ_v	24.00	kN/cm^2
M_u	348.00	kNm
N_u	0.00	kN
ε_{a1}	10.00	‰
ε_{b2}	0.98	‰
M_{au}	348.00	kNm
M_{lim}	1805.62	kNm
μ_1	0.036	

Jednostruko armiranje		
μ_{1M}	3.687	%
α_b	0.411	
s	0.090	
ζ_b	0.969	
A_{a1}	26.73	cm^2
A_{a2}	0.00	cm^2

Потребна арматура је мања од усвојене $26.73cm^2 < 31.41cm^2$

- **Смицање**



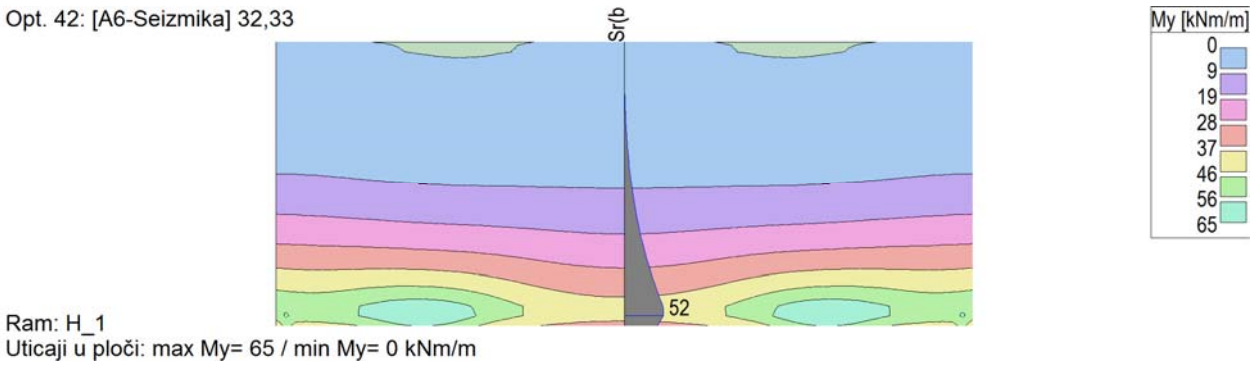
$$\sigma_{stv} = \frac{2400kN}{0.5^2 \pi} = 3056kN / m2,$$

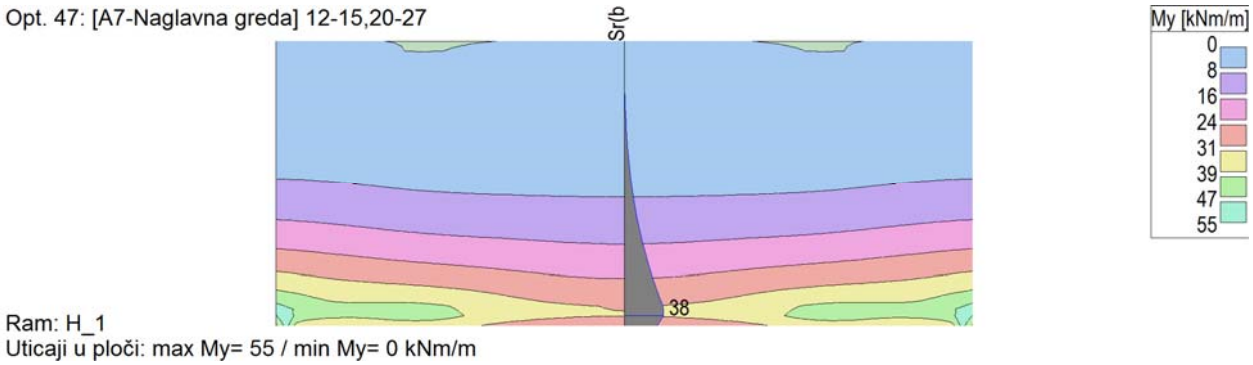
$$s_{pret.} = 0.02m$$

$$k_z = 152800kN / m3$$

$$\tau_{nTu} = \frac{Tu}{b * z} = \frac{754}{150 * 0.9 * 60} = 0.093kN / cm2 < 0.11kN / cm2$$

8.1.1.5 Задњи зид обалног стуба



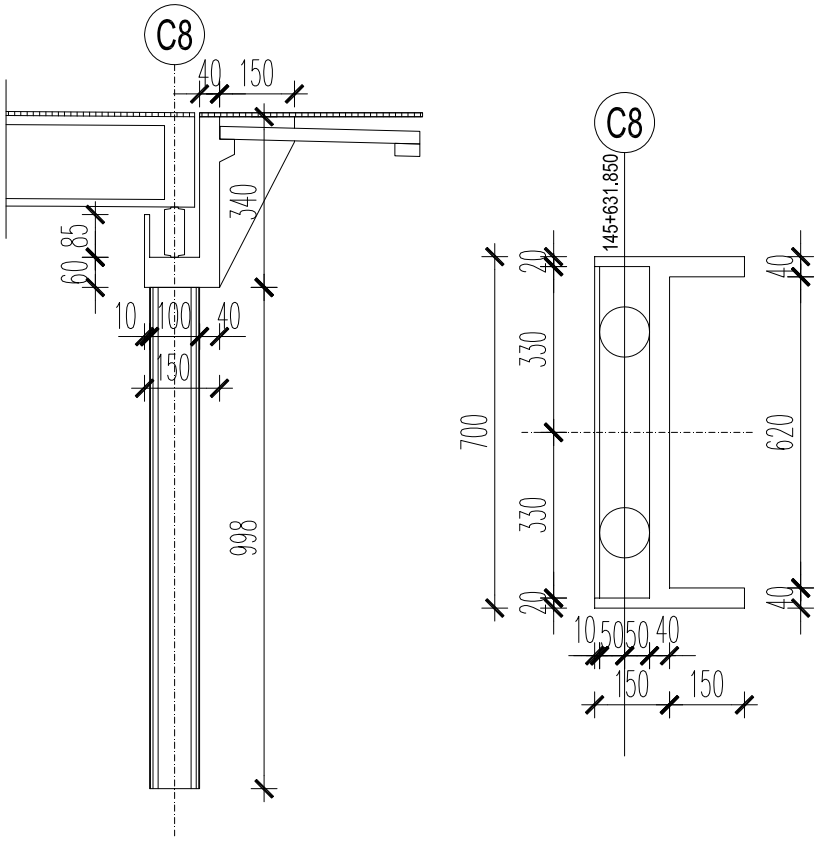


b	100.00	cm
d	40.00	cm
a_1 (a_2)	3.00	cm
h	37.00	cm
f_b	2.05	kN/cm^2
σ_v	24.00	kN/cm^2
M_u	52.00	kNm
N_u	0.00	kN
ε_{a1}	10.00	‰
ε_{b2}	0.66	‰
M_{au}	52.00	kNm
M_{lim}	525.49	kNm
μ_1	0.018	

Jednostruko armiranje		
μ_{1M}	1.800	%
α_b	0.292	
s	0.062	
ζ_b	0.979	
A_{a1}	5.98	cm^2
A_{a2}	0.00	cm^2

Постојећа арматура у чеоном зиду је Ø12/15(7.53cm2) и већа је од потребне >5.98cm2

8.1.2 Обални стуб С8



Анализа оптерећења:

Стално-ст:

ст крилних зидова .....2.92x0.4x0.25x2=29.2x2=58.4kN e=0.56m M= 2x16.35kNm
ст бочних маски.....1.0x2x0.2x25x2.45=2x12.2=24.5 kN
ст предња маска.....0.85x0.1x25x6.6=14 kN
ст пендела ..... 0.4x0.8x25x1x2=2x8=16 kN
ст стуба ..... 2.8x0.4x7x25=196 kN e=0.55m M= 107.8 kNm
ст наглавна греда.....1.5x0.6x25x7=157.5 kN e=0.15m M=23.62 kNm

Силе трења у лежиштима

Утицаји од температуре, кочења, ветра и подужне сеизмике који се на стуб преносе преко силе трења у лежиштима.

R=G+dG+P=1602+676+0.5*649+0.5*510=2857
$T=k_r*R=0.03*2857=82kN$

Оптерећење са конструкције:

- сопствена тежина и додатно стално:

Ng=801x2=1602 kN, Ndg=338x2=676 kN

- saobraćajno

Npmax=649+510=1159kN, Npmin=-132-113=-245kN

- vetar

Nv=±53kN, Hv=±48kN

- seizmičko

Ns=±60kN, Hs=±83kN

Притисак земље

γ =20,0kN/m^2; φ=32.5˚; c=0

- активни притисак земље:

$$k_a = tg^2 \cdot (45^o - \frac{\varphi}{2}) = tg^2 \cdot (45^o - \frac{32.5^o}{2}) = 0.30$$

$$p_0 = 5 \cdot k_a = 1.5kN/m^2$$

$$p_1 = (5 + 20 \cdot 2.8) \cdot k_a = 18.3kN/m^2$$

$$p_2 = p_1 = 18.3kN/m^2$$

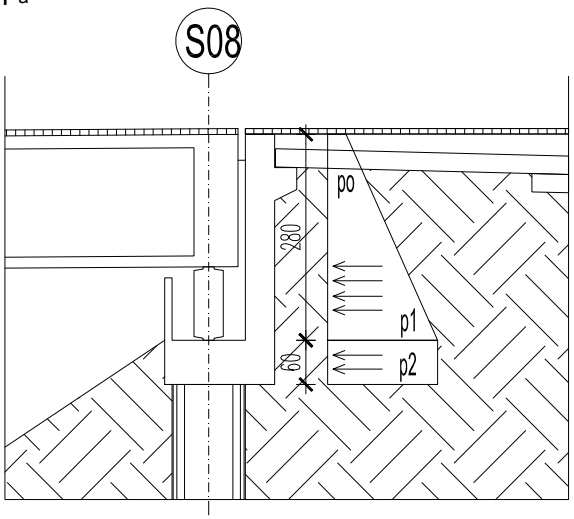
- сеизмички активни притисак земље:

$$C_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha - \theta)}{\cos\theta \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha + \delta + \theta)(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha - \beta)\cos(\alpha + \delta + \theta)}})^2}$$

$$= \frac{0.796}{0.995 \cdot 1.0 \cdot 0.927 \cdot (1 + \sqrt{\frac{0.751 \cdot 0.451}{1.0 \cdot 0.927}})^2} = \frac{0.831}{2.256} = 0.335$$

Где су: $\varphi = 32.5^o, \delta = 1/2 \cdot \varphi = 16.25^o, \theta = arctg(K_s \cdot \psi) = 5.71^o, K_s = \frac{\ddot{X}_{max}}{\mu_p} = \frac{0.4}{3} = 0.133, \psi = 0.75, \alpha = 0^o, \beta = 0^o$

p_a=20.0×2.8×0.368=18.76kN/m^2

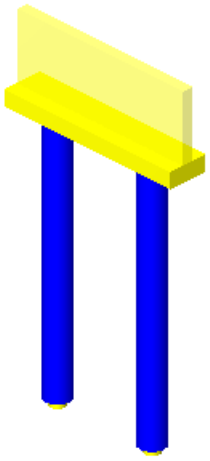


$$p_0 = 5 \cdot k_a = 1.5kN/m^2$$

$$p_1 = p_0 + p_a = 1.5 + 18.76 = 20.26kN/m^2$$

$$p_2 = p_1 = 20.26kN/m^2$$

8.1.2.1 Сетови из towera



Izometrija

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

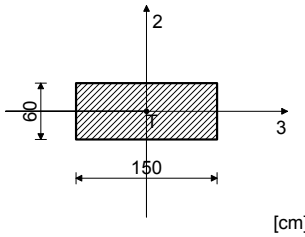
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=150/60, Fiktivna ekscentričnost

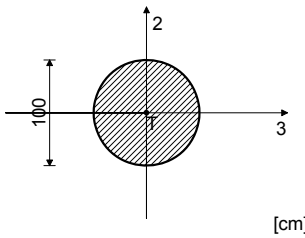
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 25		9.000e-1	7.500e-1	7.500e-1	8.084e-2	1.687e-1	2.700e-2



[cm]

Set: 2 Presek: D=100, Fiktivna ekscentričnost

	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 25		7.854e-1	7.069e-1	7.069e-1	9.817e-2	4.909e-2	4.909e-2



[cm]

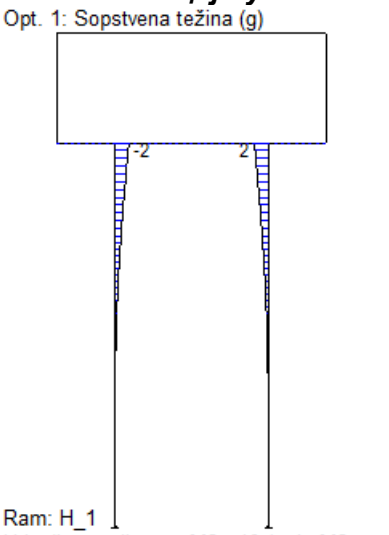
Setovi linijskih oslonaca

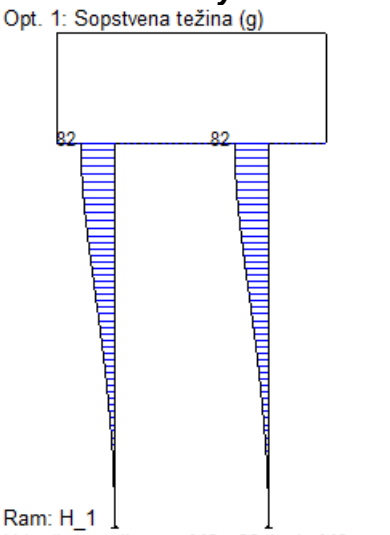
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1		5.000e+4	5.000e+4		
2		2.500e+4	2.500e+4		
3		1.500e+4	1.500e+4		

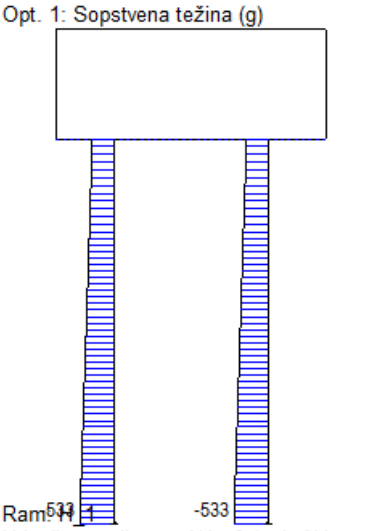
Setovi tačkastih oslonaca

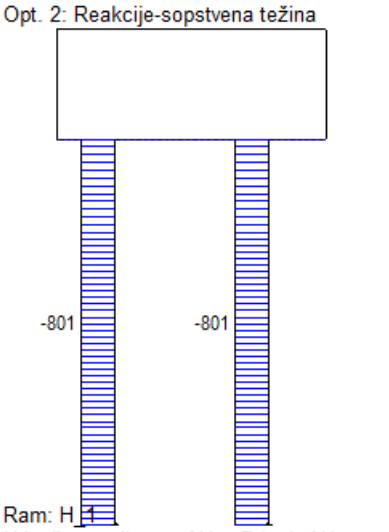
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			

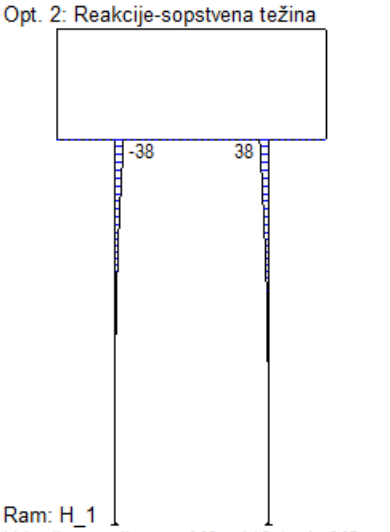
8.1.2.2 Утицаји у шиповима обалног стуба С8:

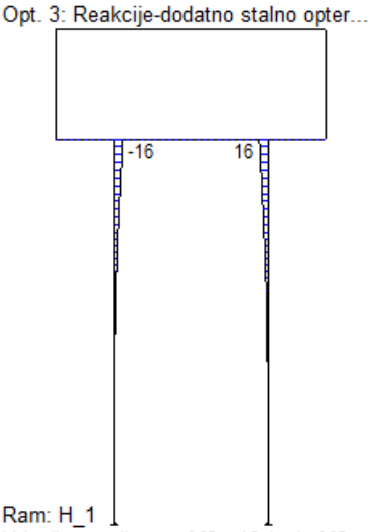


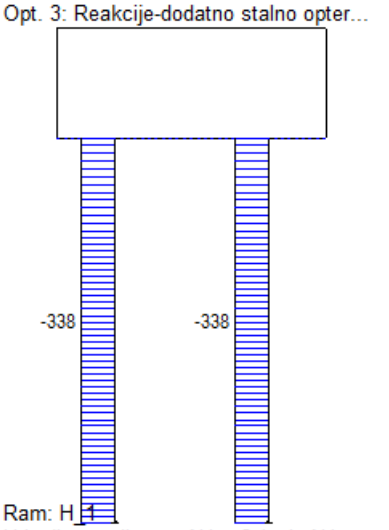


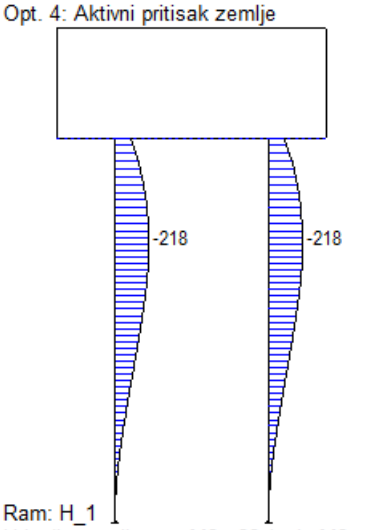


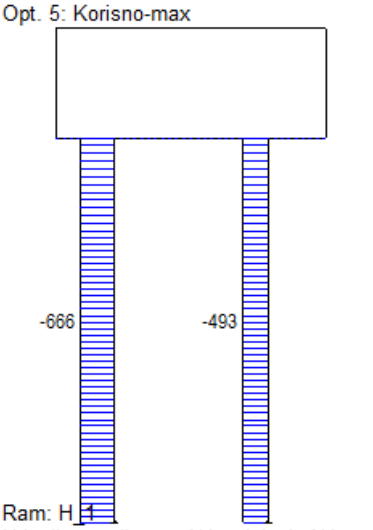




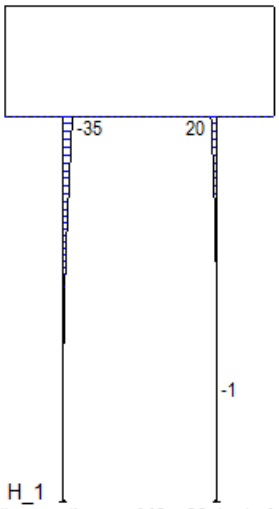






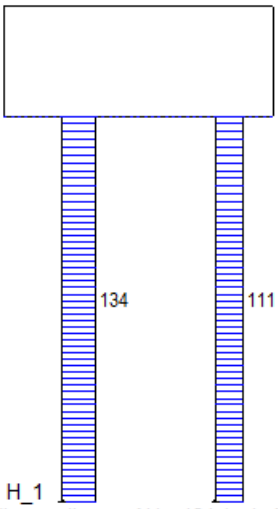


Opt. 5: Korisno-max



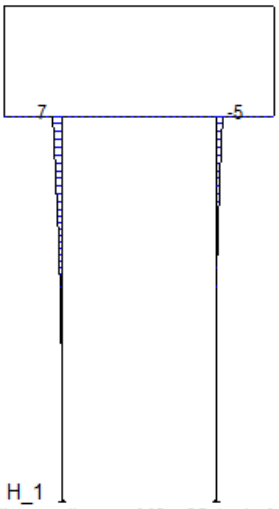
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 88 / min M3=...

Opt. 6: Korisno-min



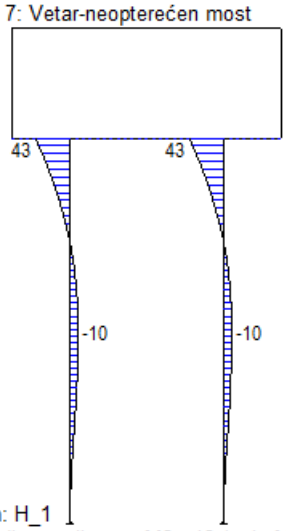
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 134 / min N1...

Opt. 6: Korisno-min



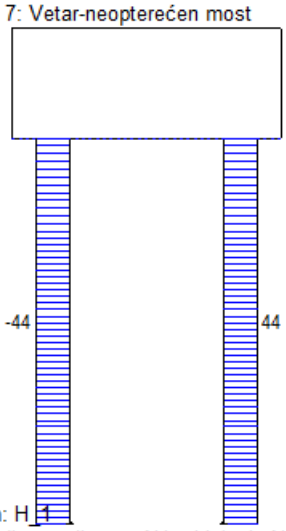
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 25 / min M3=...

Opt. 7: Vetar-neopterećen most



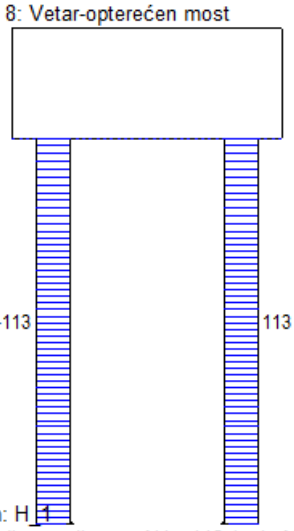
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 43 / min M3=...

Opt. 7: Vetar-neopterećen most



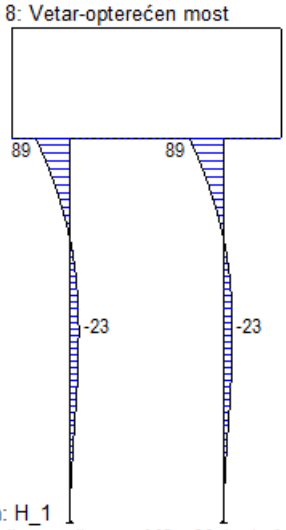
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 44 / min N1=...

Opt. 8: Vetar-opterećen most



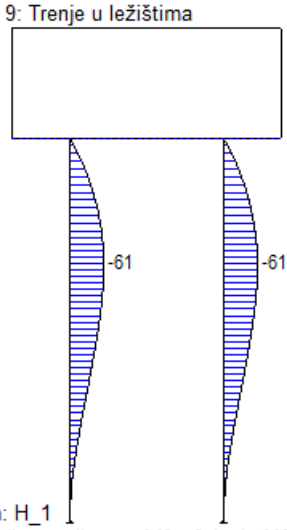
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 113 / min N1...

Opt. 8: Vetar-opterećen most



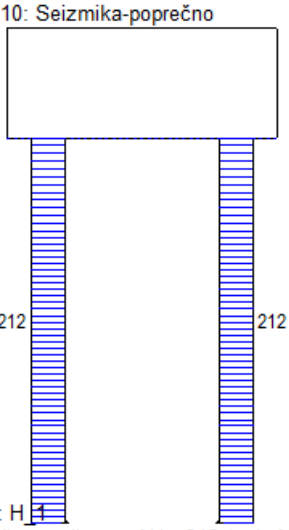
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 89 / min M3=...

Opt. 9: Trenje u ležištima



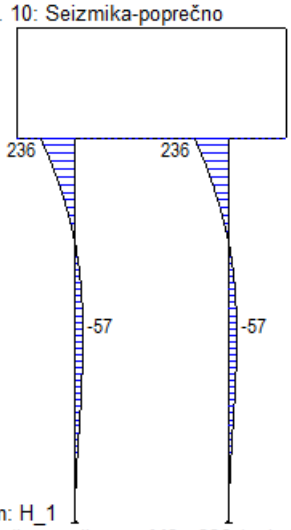
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= ...

Opt. 10: Seizmika-poprečno



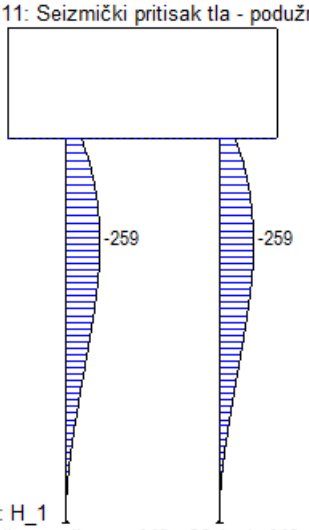
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 212 / min N1...

Opt. 10: Seizmika-poprečno



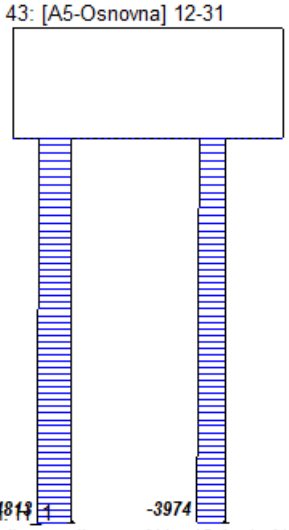
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 236 / min M3...

Opt. 11: Seizmički pritisak tla - podužno



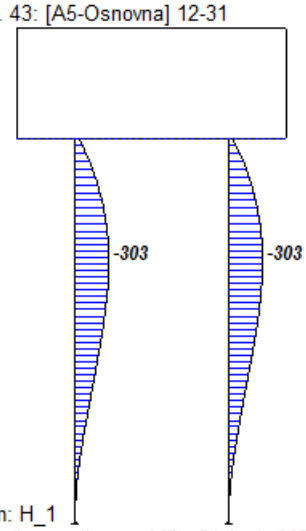
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 28 / min M2=...

Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



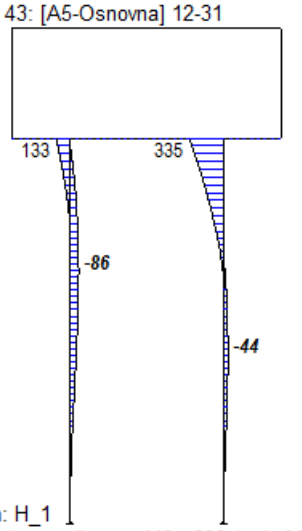
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 18 / min N1=...

Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



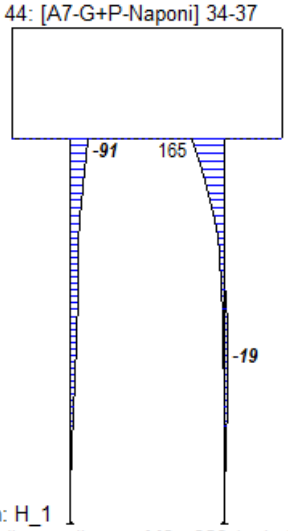
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 64 / min M2=...

Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



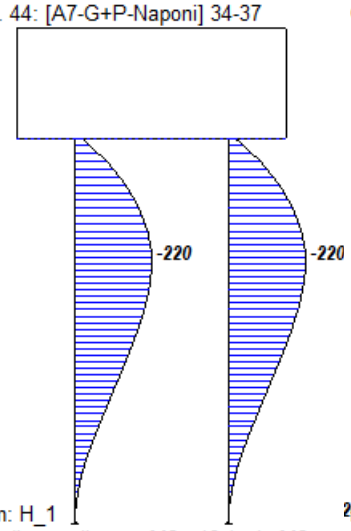
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 508 / min M3...

Opt. 44: [A7-G+P-Naponi] 34-37



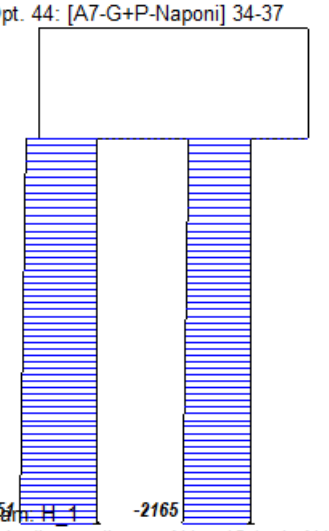
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M3= 256 / min M3...

Opt. 44: [A7-G+P-Naponi] 34-37



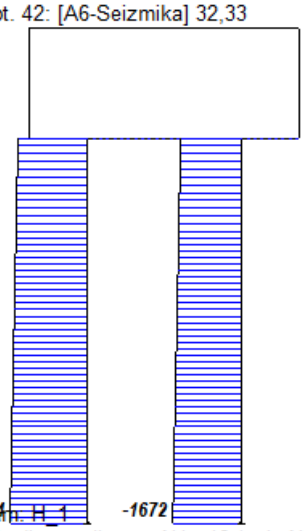
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max M2= 48 / min M2=...

Opt. 44: [A7-G+P-Naponi] 34-37



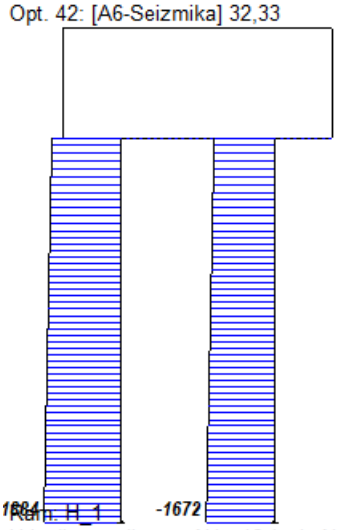
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= -15 / min N1=...

Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



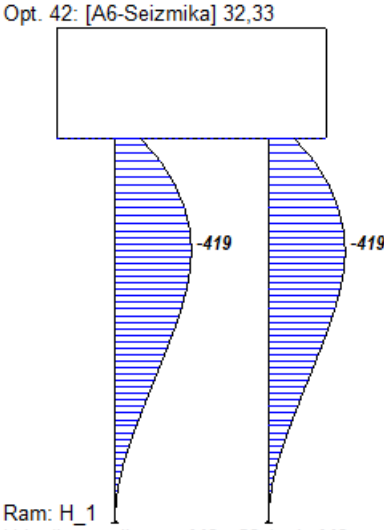
Ram: H_1
Uticaji u gredi: max N1= 46 / min N1=...

Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



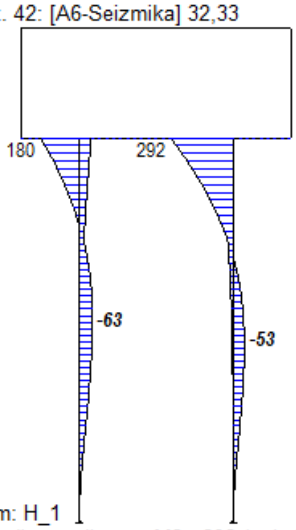
Uticaji u gredi: max N1= 46 / min N1=...

Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



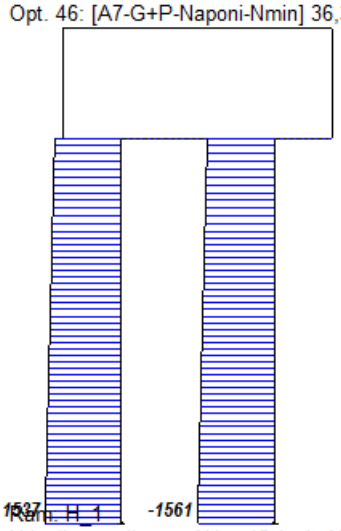
Uticaji u gredi: max M2= 53 / min M2=...

Opt. 42: [A6-Seizmika] 32,33



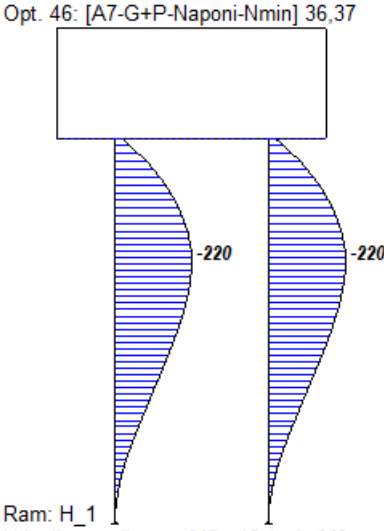
Uticaji u gredi: max M3= 292 / min M3...

Opt. 46: [A7-G+P-Naponi-Nmin] 36,37



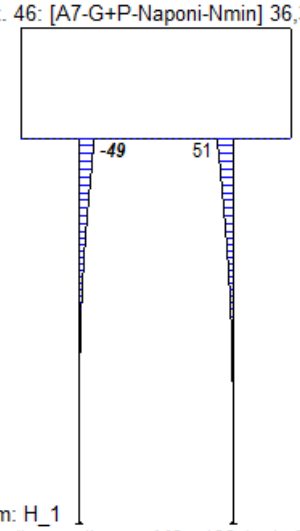
Uticaji u gredi: max N1= -15 / min N1=...

Opt. 46: [A7-G+P-Naponi-Nmin] 36,37



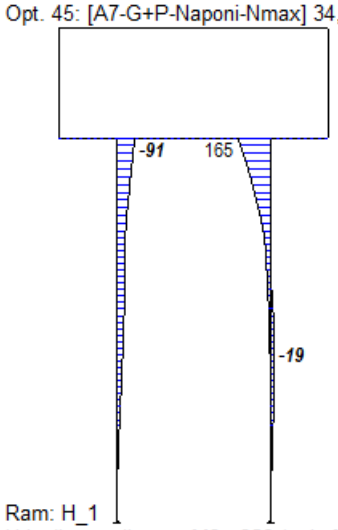
Uticaji u gredi: max M2= 48 / min M2=...

Opt. 46: [A7-G+P-Naponi-Nmin] 36,37



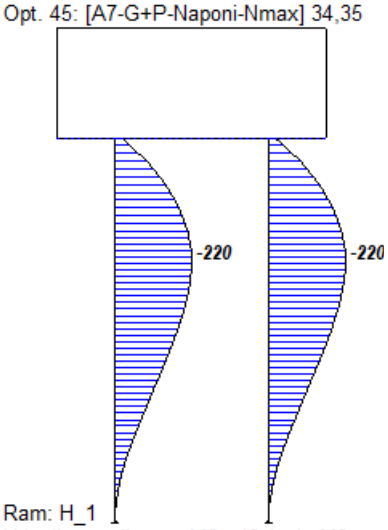
Uticaji u gredi: max M3= 133 / min M3...

Opt. 45: [A7-G+P-Naponi-Nmax] 34,35



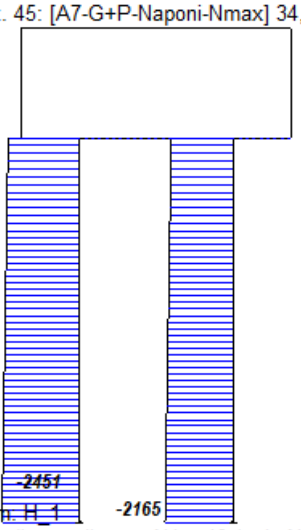
Uticaji u gredi: max M3= 256 / min M3...

Opt. 45: [A7-G+P-Naponi-Nmax] 34,35



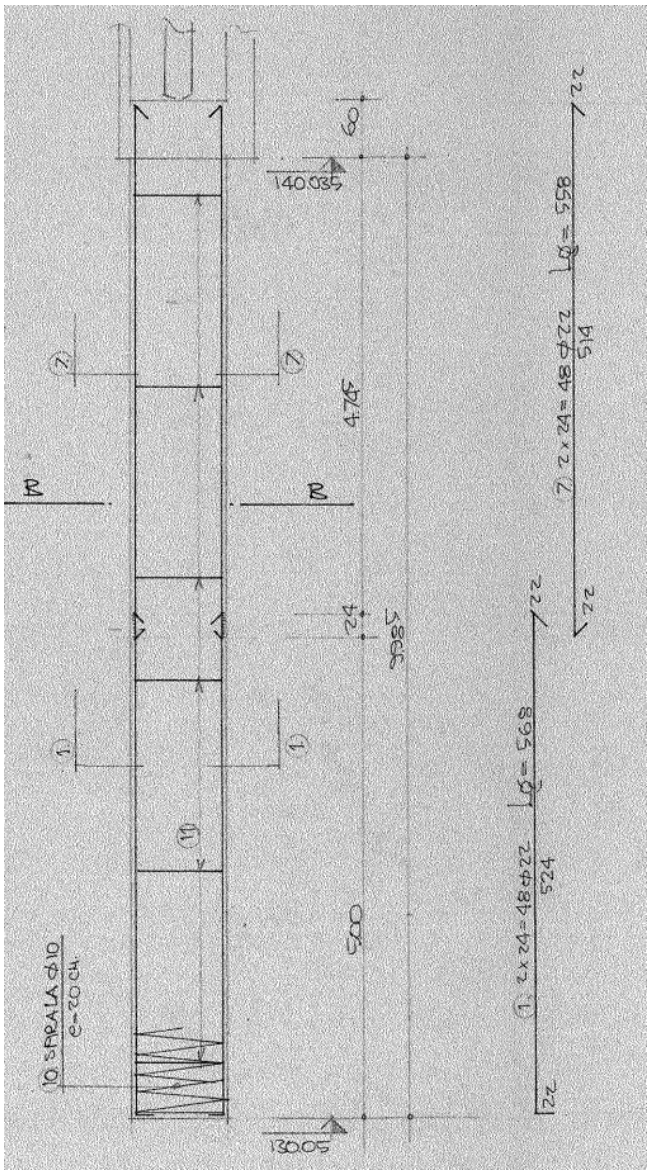
Uticaji u gredi: max M2= 48 / min M2=...

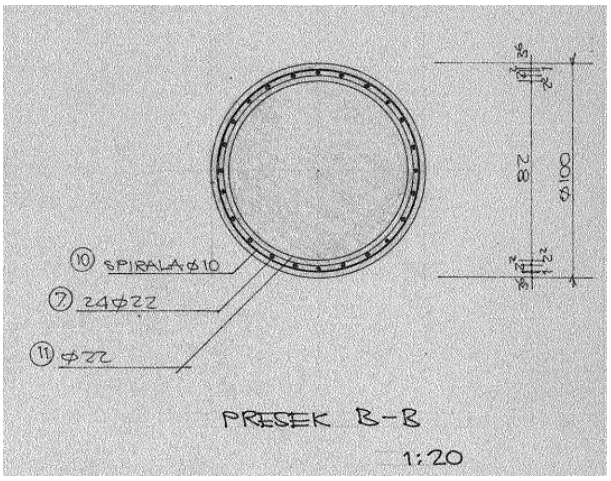
Opt. 45: [A7-G+P-Naponi-Nmax] 34,35



Uticaji u gredi: max N1= -19 / min N1=...

8.1.2.3 Провера носивости шипова





основно+допунско (Nmin/Modg)

Presek elementa <1> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 220.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 35.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1527.00 kN
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig1= 3.74 (MPa)
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig2= -0.22 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 94.5 (cm)

Beograd ,26-11-2018

основно+допунско (Nmax/Modg)

Presek elementa <1> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 4 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2) As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 15.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 220.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 100.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2451.00 kN
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig1= 5.47 (MPa)
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig2= 0.66 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=113.8 (cm)
Beograd ,26-11-2018

основно+изузетно

Presek elementa <1> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 419.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 63.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1672.00 kN

MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig1= 5.69 (MPa)
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE Sig2= -1.83 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 75.6 (cm)
Beograd ,26-11-2018

основно+изузетно

DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 84.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA MB= 25.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA Sig= 240.00 (MPa)

NORMALNA SILA N= 1672.00 (kN)
MOMENT OKO OSE X Mx= 419.00 (kNm)
MOMENT OKO OSE Y My= 63.00 (kNm)
DUZINA STUBA ZA IZVIJANJE Lk= 10.00 (m)
SREDNJI KOEFICIJENAT GRANICNIH UTICAJA JE Su= 1.64

ODSTOJANJE NEUTRALNE OSE Cu= 70.8 (cm)
NORMALNA SILA Nu= 6670.60 (kN)
MOMENAT OKO X ose Mxu= 1671.72 (kNm)
MOMENAT OKO Y ose Myu= 251.36 (kNm)
KOEFICIJENT SIGURNOSTI mora biti Gu>1 Gu= 3.99
KOEFICIJENT GRANICNIH UTICAJA PO PROPISU BABa Su= 1.64
Beograd ,26-11-2018

8.1.2.4 Провера носивости лежишне греде

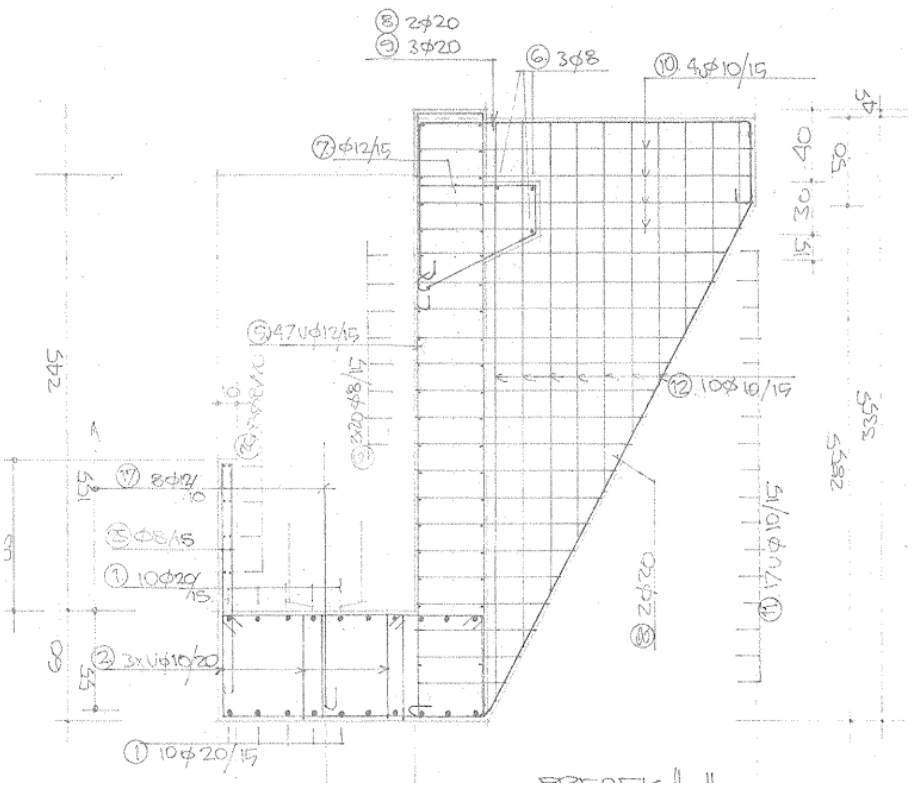


Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

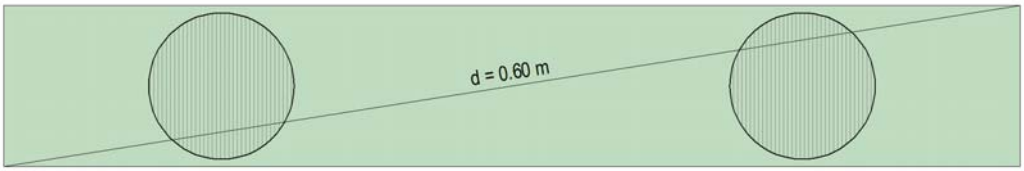
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi površinskih oslonaca

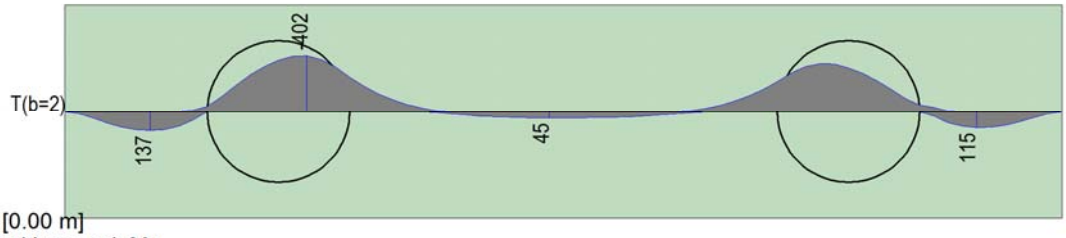
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.528e+5	1.528e+5	1.528e+5

- **Савијање**



Nivo: [0.00 m]

Opt. 43: [A5-Osnovna] 12-31



Nivo: [0.00 m]
Vektorski preseci: Ms

$Mu = 402kNm$

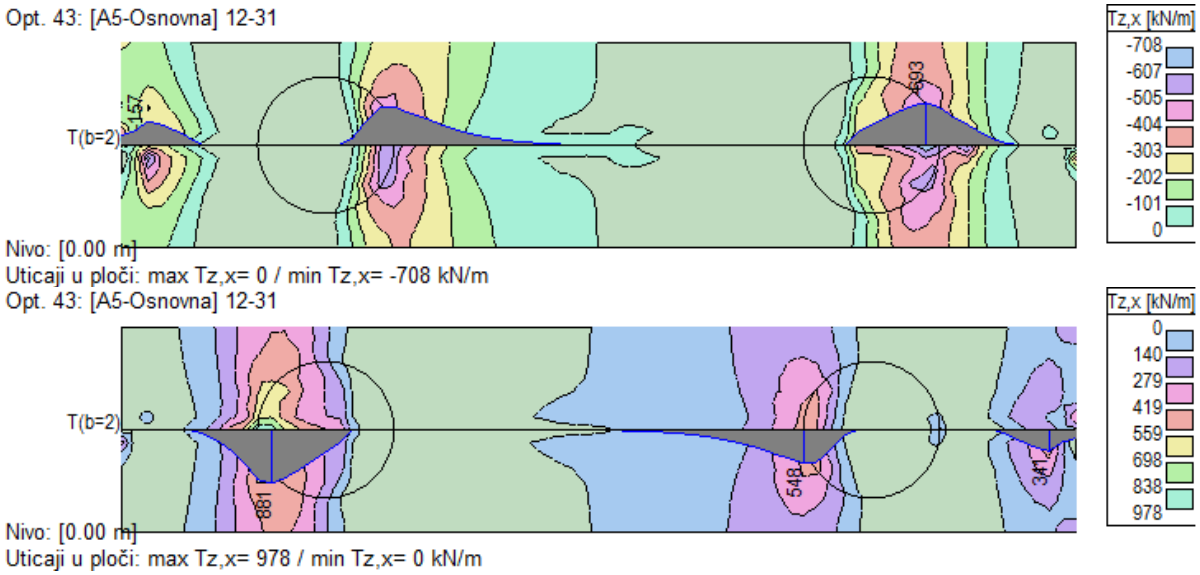
Арматура усвојена у лежишној греди $\pm 10\phi 20 / 15\ (31.41 cm^2)$

b	150.00	cm	
d	60.00	cm	
a_1 (a_2)	4.00	cm	
h	56.00	cm	
f_b	2.05	kN/cm^2	
σ_v	24.00	kN/cm^2	
M_u	402.00	kNm	
N_u	0.00	kN	
ε_{a1}	10.00	‰	
ε_{b2}	1.09	‰	
M_{au}	402.00	kNm	
M_{lim}	1805.62	kNm	
μ_1	0.043		

Jednostruko armiranje		
μ_{1M}	4.409	%
α_b	0.447	
s	0.099	
ζ_b	0.965	
A_{a1}	30.99	cm^2
A_{a2}	0.00	cm^2

Потребна арматура је мања од усвојене $30.99 cm^2 < 31.41 cm^2$

- **Смицање**



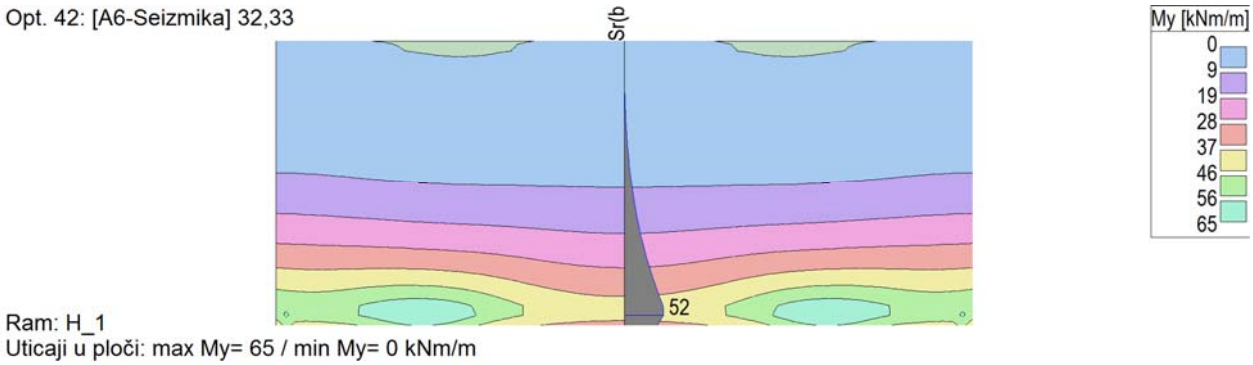
$$\sigma_{stv} = \frac{2400kN}{0.5^2 \pi} = 3056kN / m2,$$

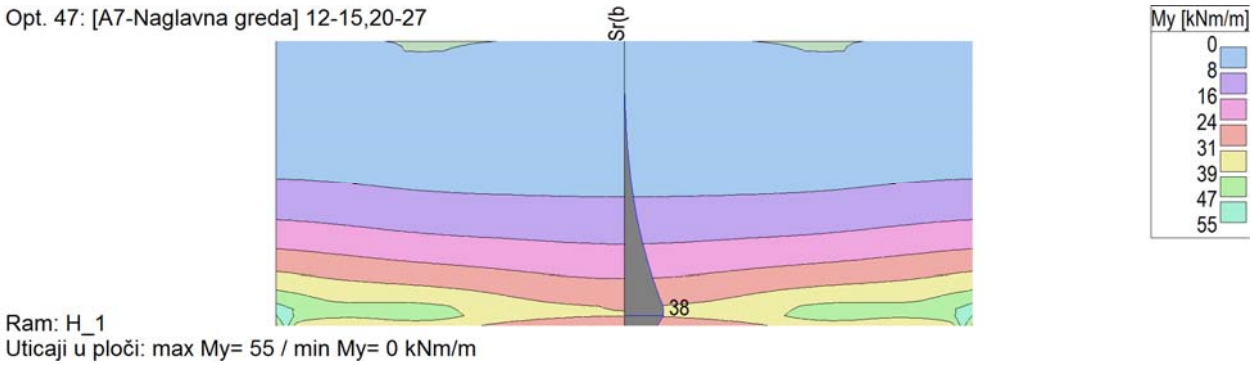
$$s_{pret.} = 0.02m$$

$$k_z = 152800kN / m3$$

$$\tau_{nTu} = \frac{Tu}{b * z} = \frac{881}{150 * 0.9 * 60} = 0.109kN / cm2 < 0.11kN / cm2$$

8.1.2.5 Задњи зид обалног стуба





b	100.00	cm
d	40.00	cm
a_1 (a_2)	3.00	cm
h	37.00	cm
f_b	2.05	kN/cm^2
σ_v	24.00	kN/cm^2
M_u	52.00	kNm
N_u	0.00	kN
ε_{a1}	10.00	‰
ε_{b2}	0.66	‰
M_{au}	52.00	kNm
M_{lim}	525.49	kNm
μ_1	0.018	

Jednostruko armiranje		
μ_{1M}	1.800	%
α_b	0.292	
s	0.062	
ζ_b	0.979	
A_{a1}	5.98	cm^2
A_{a2}	0.00	cm^2

Постојећа арматура у чеоном зиду је Ø12/15(7.53cm2) и већа је од потребне >5.98cm2

8.2 СРЕДЊИ СТУБОВИ

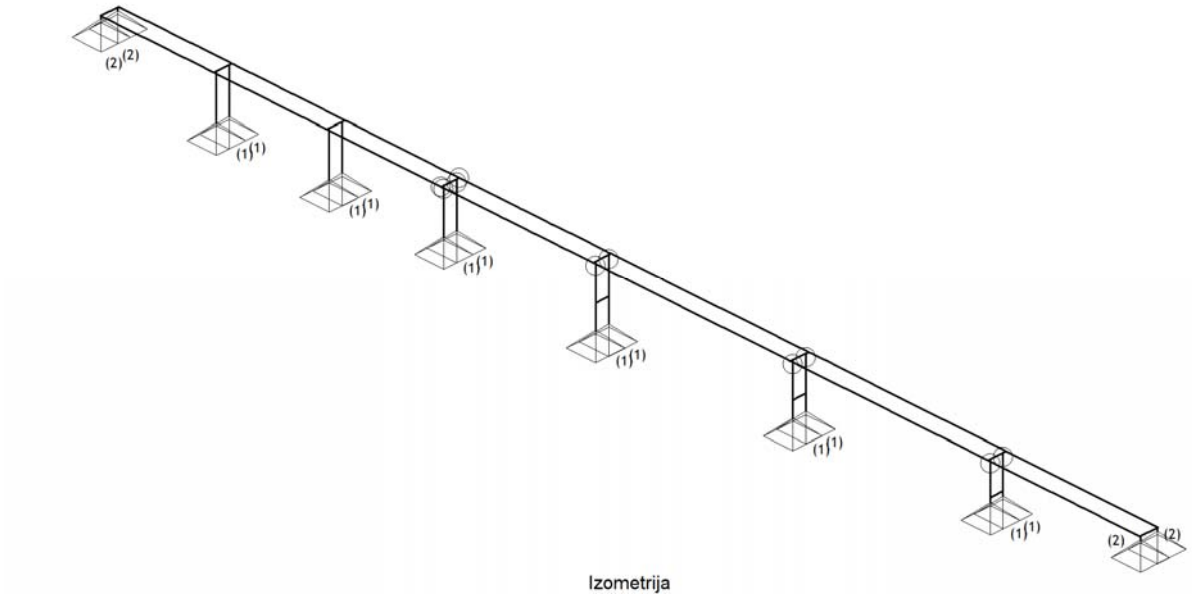
8.2.1 Улазни подаци

Стубови С2, С3 и С4 су кружни Ø100cm, настављају се директно без наглавне греде на појединачне шипове Ø120cm.

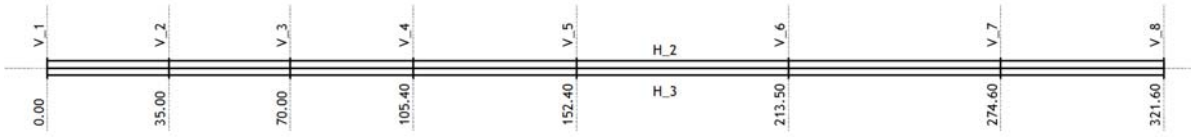
Стубови С5, С6 и С7 су кружни Ø120cm, настављају се преко наглавне греде на групу од по 4 шипа Ø120cm у линији.

Утицаји у стубовима су срачунати у просторном моделу. За овај прорачун носећа конструкција је моделирана са 2 подужне греде на међусобном растојању које одговара растојању оса подужних ребара сандука носеће конструкције. Површине и крутости ових греда су усвојене као у прорачуну главног носача, умножене коефицијентом 0.5.

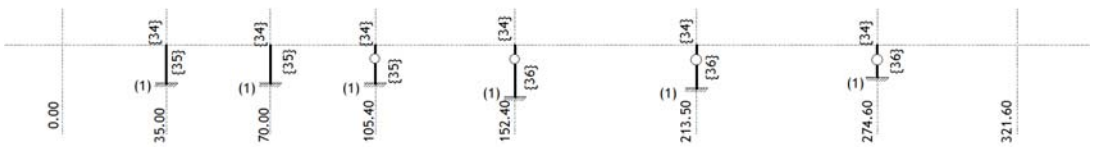
С обзиром да током израде пројекта Пројектанту нису били геомеханички подаци у овом прорачуну су усвојене замењујуће дубине укљештења средњих стубова према Основном пројекту.



Izometrija

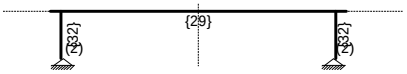


Dispozicija ramova



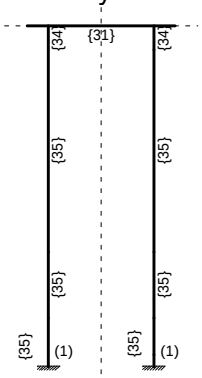
Ram: H_3

стуб С1



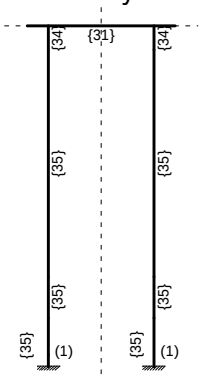
Ram: V_1

стуб С2



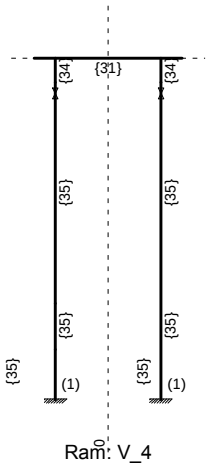
Ram: V_2

стуб С3



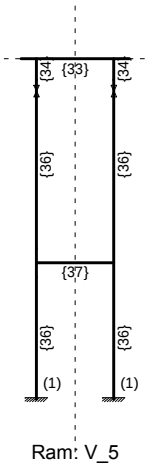
Ram: V_3

стуб С4



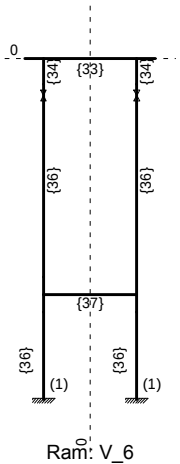
Ram: V_4

стуб С5



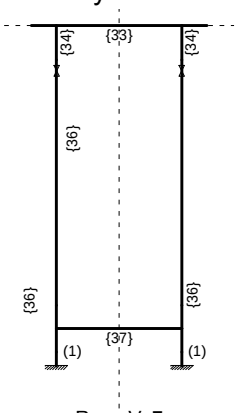
Ram: V_5

стуб С5



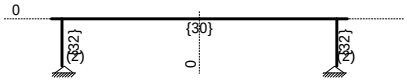
Ram: V_6

стуб С7



Ram: V_7

стуб С8

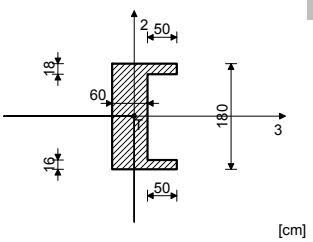


Ram: V_8

8.2.1.1 Геометријске карактеристике

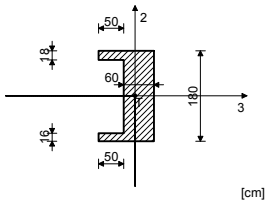
Set: 29 Presek: ~I 110/180, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 35	1.250e+0	9.574e-1	8.642e-1	1.088e-1	8.037e-2	4.048e-1



Set: 30 Presek: ~I 110/180, Fiktivna ekscentričnost

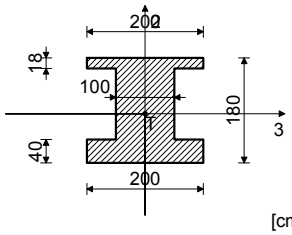
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 35	1.250e+0	9.574e-1	8.642e-1	1.088e-1	8.037e-2	4.048e-1



[cm]

Set: 31 Presek: I 200/180, Fiktivna ekscentričnost

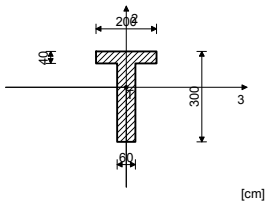
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон MB 35	2.380e+0	1.660e+0	2.177e+0	4.532e-1	4.883e-1	7.984e-1



[cm]

Set: 32 Presek: T 200/300, Fiktivna ekscentričnost

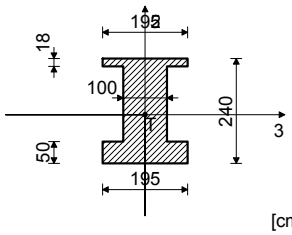
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 35	2.360e+0	1.595e+0	1.505e+0	2.299e-1	3.135e-1	2.079e+0



[cm]

Set: 33 Presek: I 200/240, Fiktivna ekscentričnost

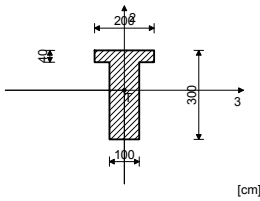
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Бетон MB 35	3.046e+0	2.188e+0	2.778e+0	6.584e-1	5.635e-1	1.779e+0



[cm]

Set: 34 Presek: T 200/300, Fiktivna ekscentričnost

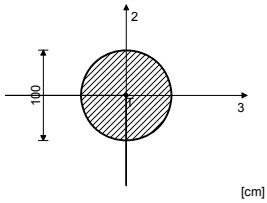
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 35	3.400e+0	2.602e+0	2.935e+0	9.093e-1	4.833e-1	2.852e+0



[cm]

Set: 35 Presek: D=100, Fiktivna ekscentričnost

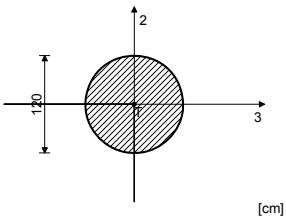
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Beton MB 35	7.854e-1	7.069e-1	7.069e-1	9.817e-2	4.909e-2	4.909e-2



[cm]

Set: 36 Presek: D=120, Fiktivna ekscentričnost

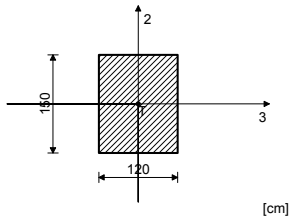
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Beton MB 35	1.131e+0	1.018e+0	1.018e+0	2.036e-1	1.018e-1	1.018e-1



[cm]

Set: 37 Presek: b/d=120/150, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Beton MB 35	1.800e+0	1.500e+0	1.500e+0	4.434e-1	2.160e-1	3.375e-1



Setovi tačkastih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10
2		1.000e+10	1.000e+10			

8.2.2 Анализа оптерећења

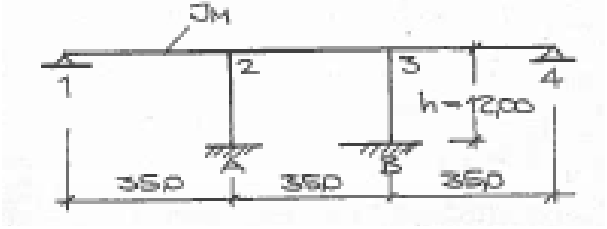
Важи поглавље 2 овог прорачуна.

8.2.3 Прорачун виткости

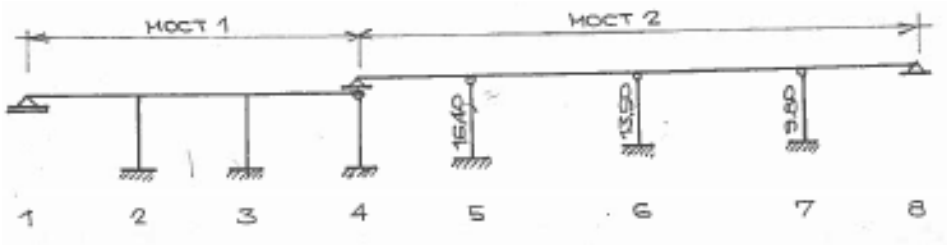
У подужном правцу конструкције К1 и К2 су ослоњене на обалне стубове преко покретних лежишта па стубови обе конструкције припадају рамовима са померљивим чворовима .

Прорачун виткости средњих стубова спроведен је са замењујућим дужинама стубова. С обзиром да током израде пројекта Пројектанту нису били геомеханички подаци у овом прорачуну су усвојене замењујуће дубине укљештења средњих стубова према Основном пројекту.

Конструкција К1



Конструкција К2



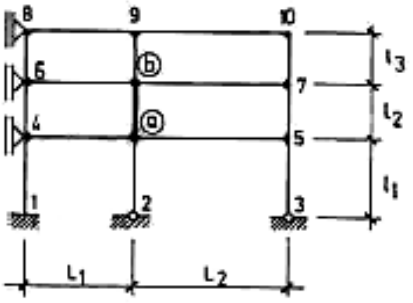
Средњи стубови припадају померљивим рамовима и у подужном и у попречном правцу.

$$\Psi_a = \frac{EI_{a2}/l_1 + EI_{ab}/l_2}{EI_{a4}/L_1 + EI_{a5}/L_2}$$

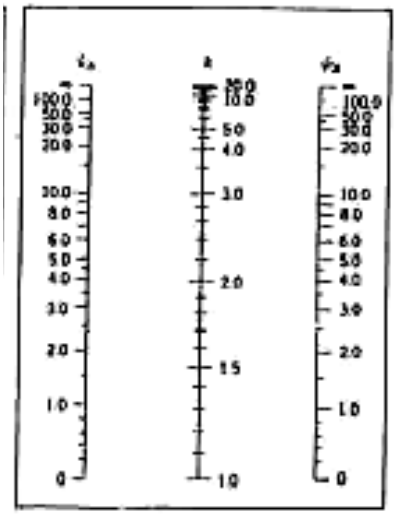
$$\Psi_b = \frac{EI_{b9}/l_3 + EI_{ab}/l_2}{EI_{b6}/L_1 + EI_{b7}/L_2}$$

$\Psi_1 = 0$ ("beskonačno kruta rigla")

$\Psi_2 = \infty$



Slika 2.7/4 Primer određivanja odnosa krutosti Ψ



b) POMERLJIVI SISTEMI

$$\Psi_a = \left(\frac{E \cdot I_{a2}}{l_1} + \frac{E \cdot I_{ab}}{l_2}\right) / \left(\frac{E \cdot I_{a4}}{L_1} + \frac{E \cdot I_{a5}}{L_2}\right)$$

$$\Psi_b = \left(\frac{E \cdot I_{b9}}{l_3} + \frac{E \cdot I_{ba}}{l_2}\right) / \left(\frac{E \cdot I_{b6}}{L_1} + \frac{E \cdot I_{b7}}{L_2}\right)$$

a) *подужни правац*

...стубови конструкције К1 - С2, С3

$L1 = L2 = 35.0m$ $l2 = 12.0m$ $Iba = 0.05m4$ $I_{b6} = I_{b7} = 2.3m4$

$\Psi_a = 1$ $\Psi_b = \left(\frac{0.05}{12.0}\right) / \left(\frac{2.3}{35} + \frac{2.3}{35}\right) = 0.031$

...стуб С4

$L1 = 35.0m$ $L2 = 47.0m$ $l2 = 12.0m$ $Iba = 0.05m4$ $I_{b6} = 2.3m4$ $I_{b7} = 2.8m4$

$\Psi_b = 0.034$

...стубови конструкције К2

...стуб С5

$L1 = 47.0m$ $L2 = 61.0m$ $l2 = 16.4m$ $Iba = 0.07m4$ $I_{b6} = I_{b7} = 2.9m4$ $\Psi_b = 0.038$

...стуб С6

$L1 = L2 = 61.0m$ $l2 = 13.4m$ $Iba = 0.07m4$ $I_{b6} = I_{b7} = 2.9m4$ $\Psi_b = 0.056$

...стуб С7

$L1 = 47.0m$ $L2 = 61.0m$ $l2 = 9.8m$ $Iba = 0.07m4$ $I_{b6} = I_{b7} = 2.9m4$ $\Psi_b = 0.065$

$K = 1.0 + 0.15 \cdot (\Psi_b + \Psi_b)$ -- $K = 1.15 - 1.16$, усв. 1.15

	СТ 2	СТ 3	СТ 4	СТ 5	СТ 6	СТ 7
h_i^*	12.0	12.0	12.0	16.4	13.5	9.8
l_i^*	13.8	13.8	13.8	18.86	15.52	11.27
λ_i	55.2	55.2	55.2	62.9	51.7	37.6

а) *попречни правац*

...стубови конструкције К1

...стубови конструкције К1 - С2, С3, С4

$L1 = 4.0m \quad l2 = 12.0m \qquad Iba = 0.05m4 \quad I_{b6} = 1.25m4$

$\Psi_a = 1 \qquad \Psi_b = \left(\frac{0.05}{12.0}\right) / \left(\frac{1.25}{4}\right) = 0.013$

...стубови конструкције К2

...стуб С5

$L1 = 3.8m \quad l2 = 8.67m \qquad Iba = 0.07m4 \quad I_{b6} = 1.25m4 \qquad \Psi_b = 0.027$

...стуб С6

$L1 = 3.8m \quad l2 = 8.26m \qquad Iba = 0.07m4 \quad I_{b6} = 1.25m4 \qquad \Psi_b = 0.028$

...стуб С7

$L1 = 3.8m \quad l2 = 7.85m \qquad Iba = 0.07m4 \quad I_{b6} = 1.25m4 \qquad \Psi_b = 0.030$

$K = 1.0 + 0.15 \cdot (\Psi_b + \Psi_b)$ -- $K = 1.154$, усв. 1.15

	СТ 2	СТ 3	СТ 4	СТ 5	СТ 6	СТ 7
h_i^*	12.0	12.0	12.0	8.67	8.26	7.85
l_i^*	13.8	13.8	13.8	9.97	9.5	9.03
λ_i	55.2	55.2	55.2	33.2	31.7	30.1

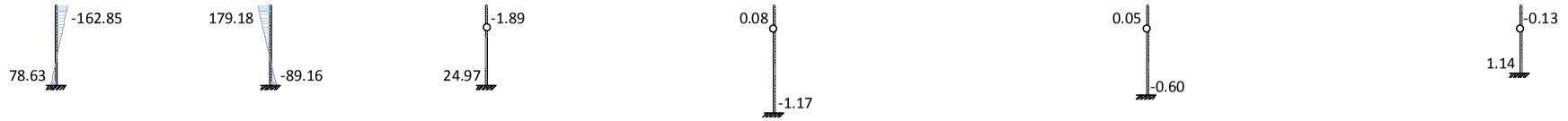
8.2.4 Статички утицаји – неојачани стубови

8.2.4.1 Утицаји од Основног и допунског оптерећења

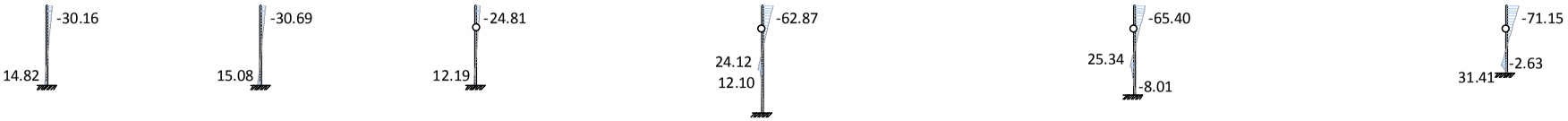
У дијаграмима су приказани утицаји само у десном реду стубова а у табелама утицаји за оба стуба у попречним рамовима.

Дијаграми су приказани за оптерећење од температурне разлике од 10ºC, а даљим прорачуном су коефицијентима кориговане пресечне силе.

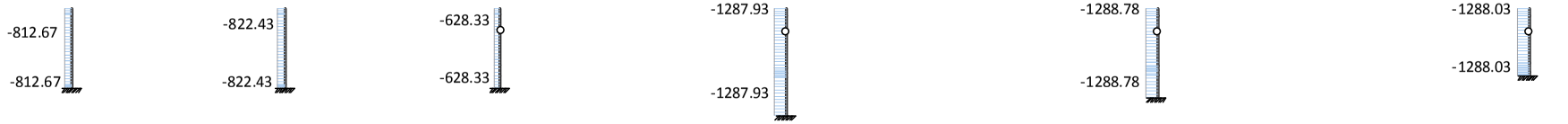
Opt. 1: sopstvena tezina (g)



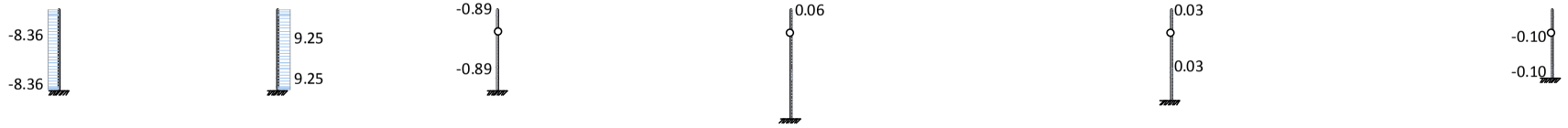
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 179.18 / min M3= -162.85 kNm
Opt. 1: sopstvena tezina (g)



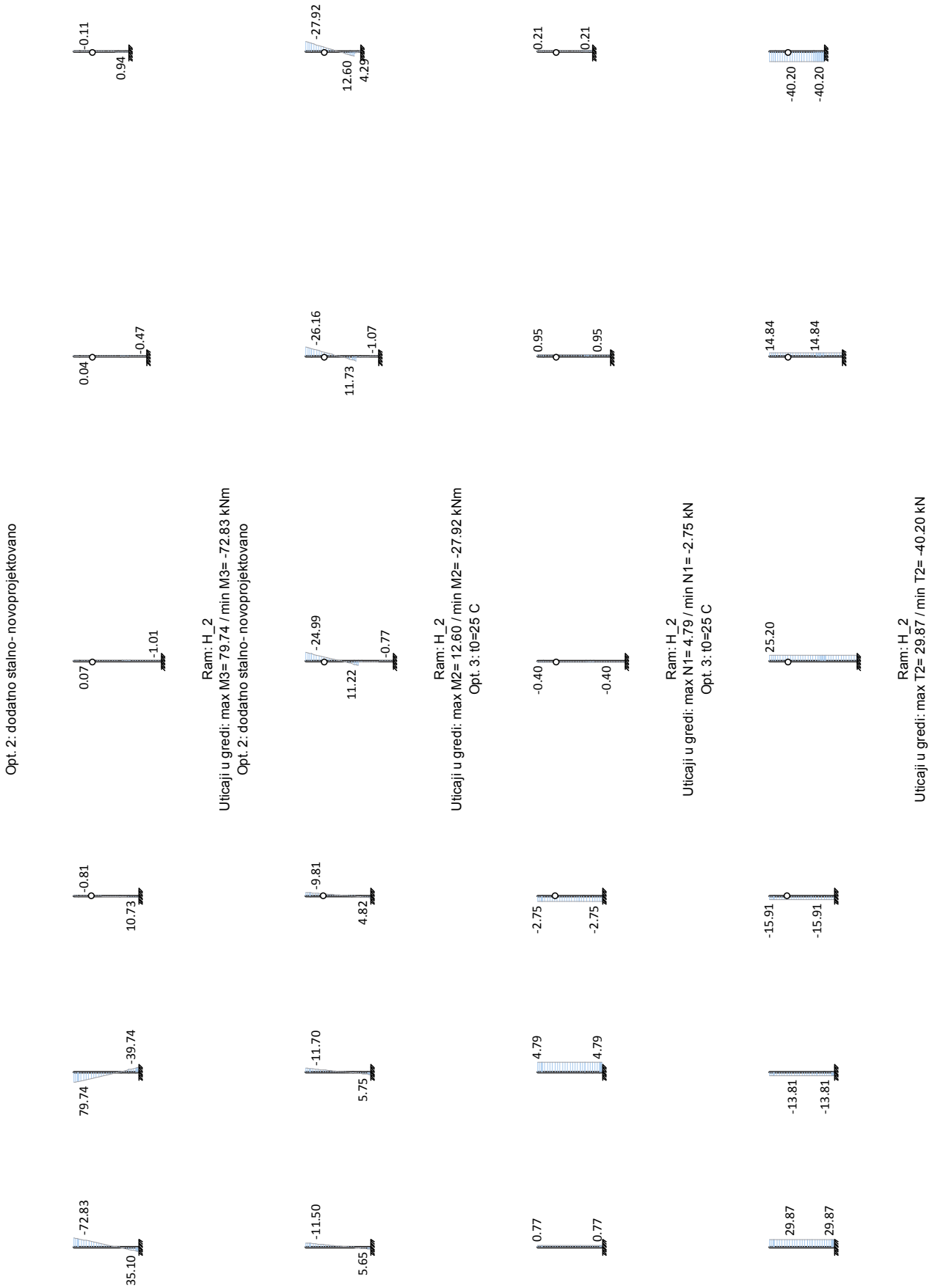
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M2= 31.41 / min M2= -71.15 kNm
Opt. 2: dodatno stalno- novoprojektovano

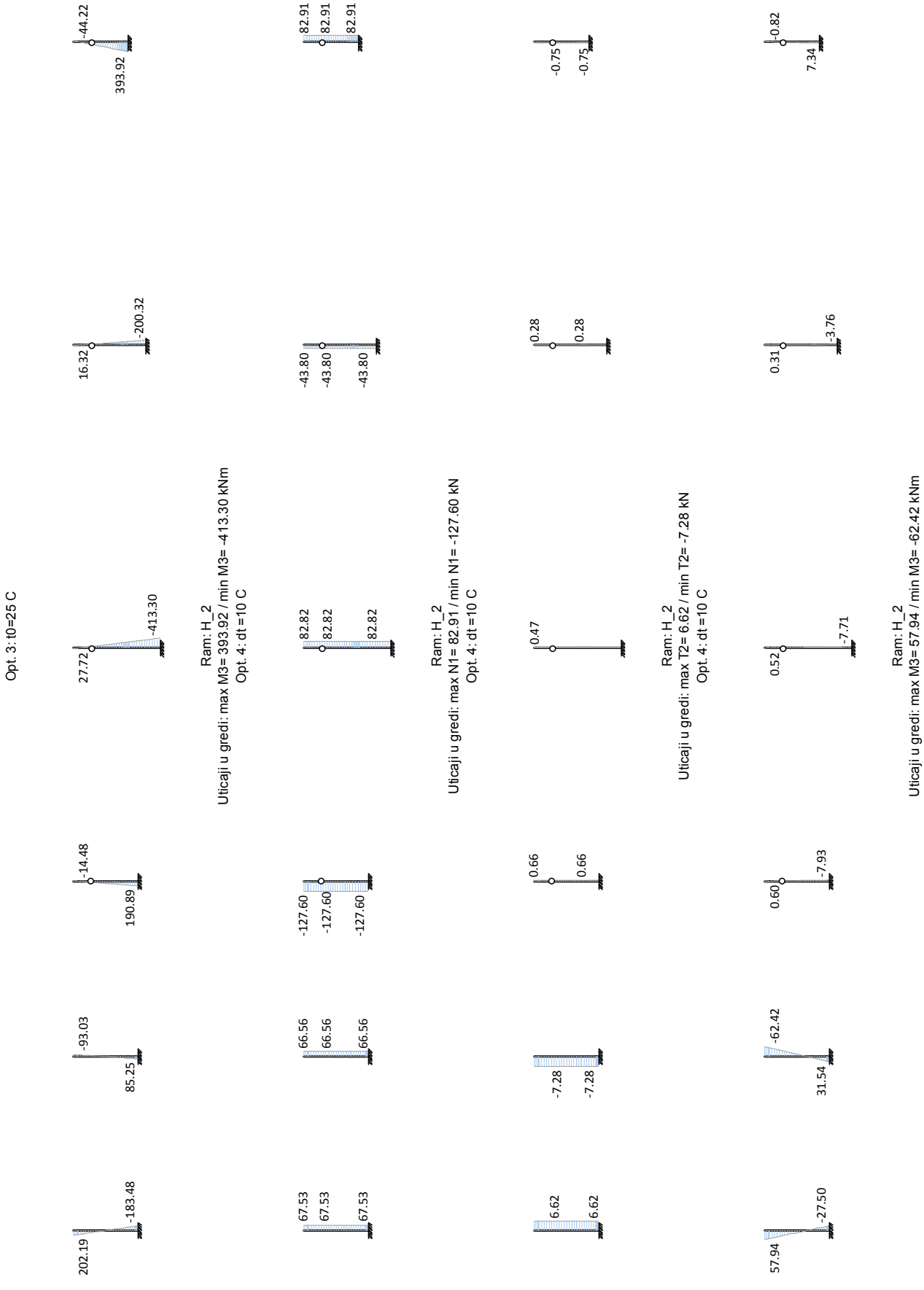


Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -1288.78 kN
Opt. 2: dodatno stalno- novoprojektovano



Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 9.25 / min T2= -8.36 kN


Opt. 2: dodatno stalno- novoprojektovano
-72.83
35.10
79.74
-39.74
-0.81
10.73
0.07
-1.01
0.04
-0.47
-0.11
0.94
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 79.74 / min M3= -72.83 kNm
Opt. 2: dodatno stalno- novoprojektovano
-11.50
5.65
-11.70
5.75
-9.81
4.82
-24.99
11.22
-0.77
-26.16
11.73
-1.07
-27.92
12.60
4.29
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M2= 12.60 / min M2= -27.92 kNm
Opt. 3: t0=25 C
0.77
0.77
4.79
4.79
-2.75
-2.75
-0.40
-0.40
0.95
0.95
0.21
0.21
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 4.79 / min N1= -2.75 kN
Opt. 3: t0=25 C
29.87
29.87
-13.81
-13.81
-15.91
-15.91
25.20
14.84
14.84
-40.20
-40.20
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 29.87 / min T2= -40.20 kN


Opt. 3: t0=25 C
-44.22
393.92
16.32
-200.32
27.72
-413.30
-14.48
190.89
-93.03
85.25
202.19
-183.48
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 393.92 / min M3= -413.30 kNm
Opt. 4: dt=10 C
82.91
82.91
82.91
-43.80
-43.80
-43.80
82.82
82.82
82.82
-127.60
-127.60
-127.60
66.56
66.56
66.56
67.53
67.53
67.53
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 82.91 / min N1= -127.60 kN
Opt. 4: dt=10 C
-0.75
-0.75
0.28
0.28
0.47
0.66
0.66
-7.28
-7.28
6.62
6.62
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 6.62 / min T2= -7.28 kN
Opt. 4: dt=10 C
-0.82
7.34
0.31
-3.76
0.52
-7.71
0.60
-7.93
-62.42
31.54
57.94
-27.50
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 57.94 / min M3= -62.42 kNm

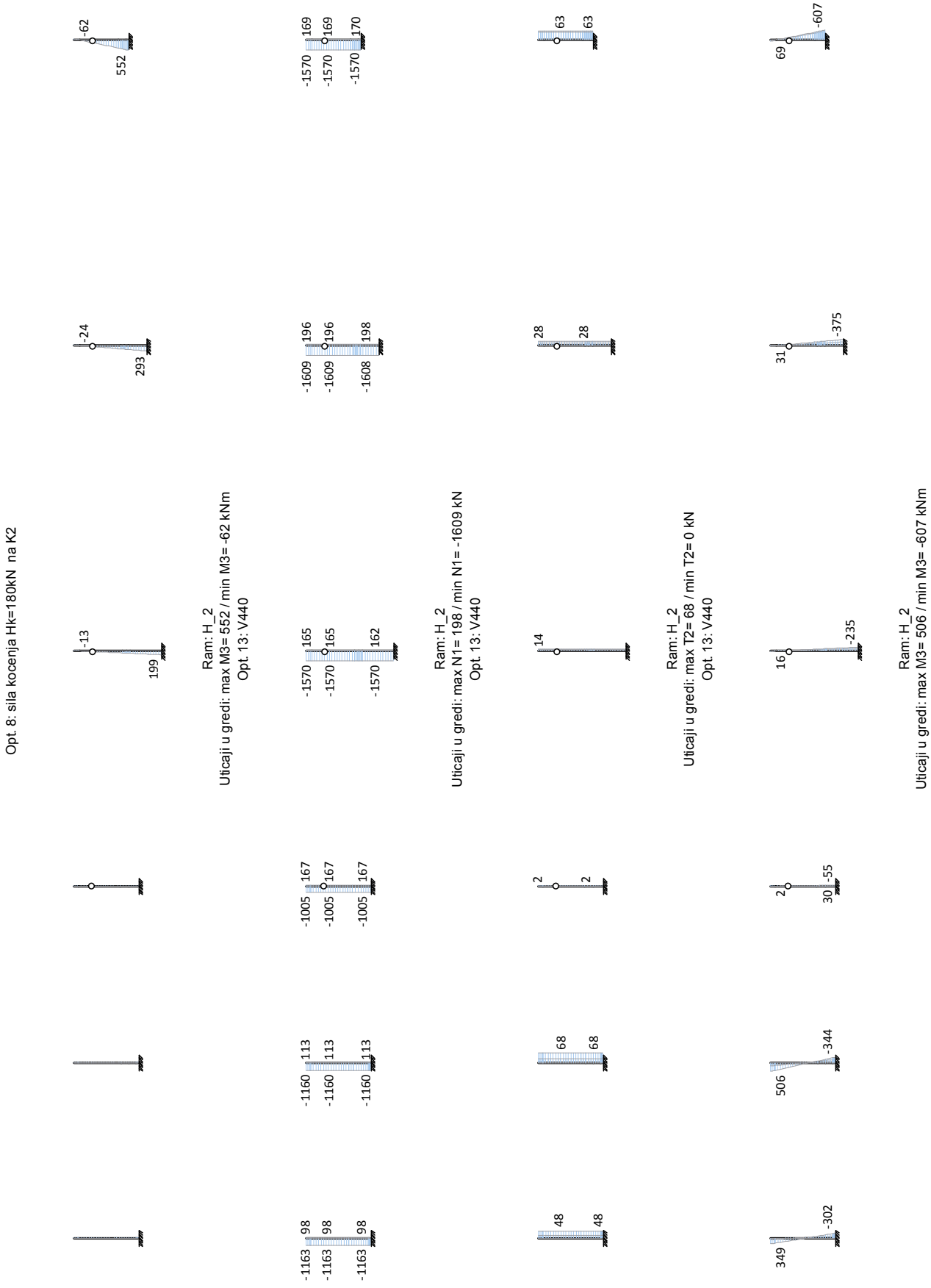
Opt. 6: opt.vetrom - Wom
109.26
109.26
109.26
193.29
193.29
193.29
271.61
271.61
271.61
357.71
357.71
908.43
250.34
250.34
458.18
33.84
33.84
59.63
59.63
74.86
79.08
134.30
139.81
95.76
95.74
-217
204
-389
360
-522
479
-786
656
-445
531
-715
597
-253
341
-498
418
117
-8
-8
-8
8
8
8
-3
-3
-3
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 908.43 / min N1= 0.00 kN
Opt. 6: opt.vetrom - Wom
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T3= 139.81 / min T3= 0.00 kN
Opt. 6: opt.vetrom - Wom
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M2= 656 / min M2= -786 kNm
Opt. 7: sila kocenja Hk=180kN na K1
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 8 / min N1= -8 kN

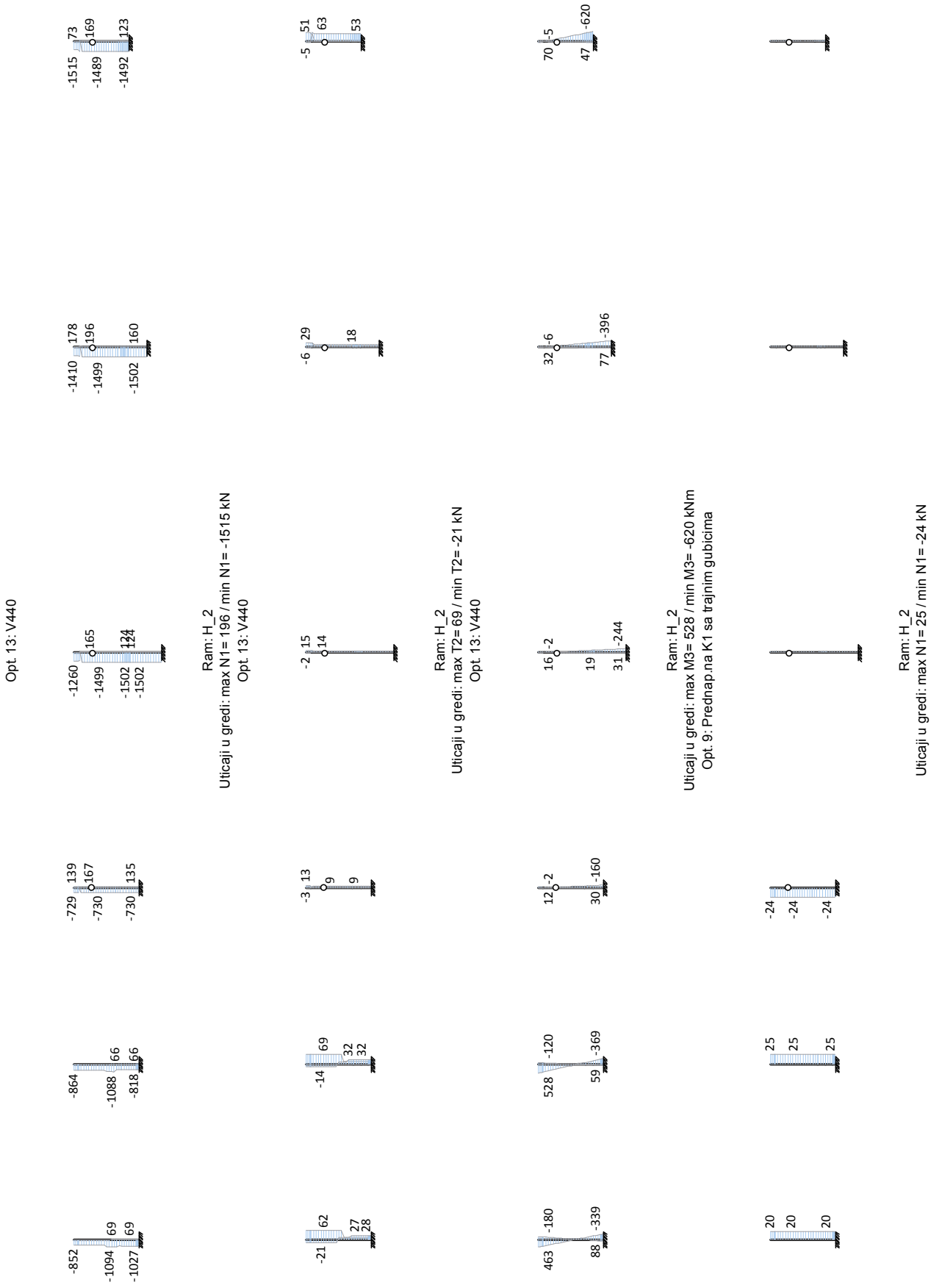
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 0 / min T2= -40 kN
Opt. 7: sila kocenja Hk=180kN na K1

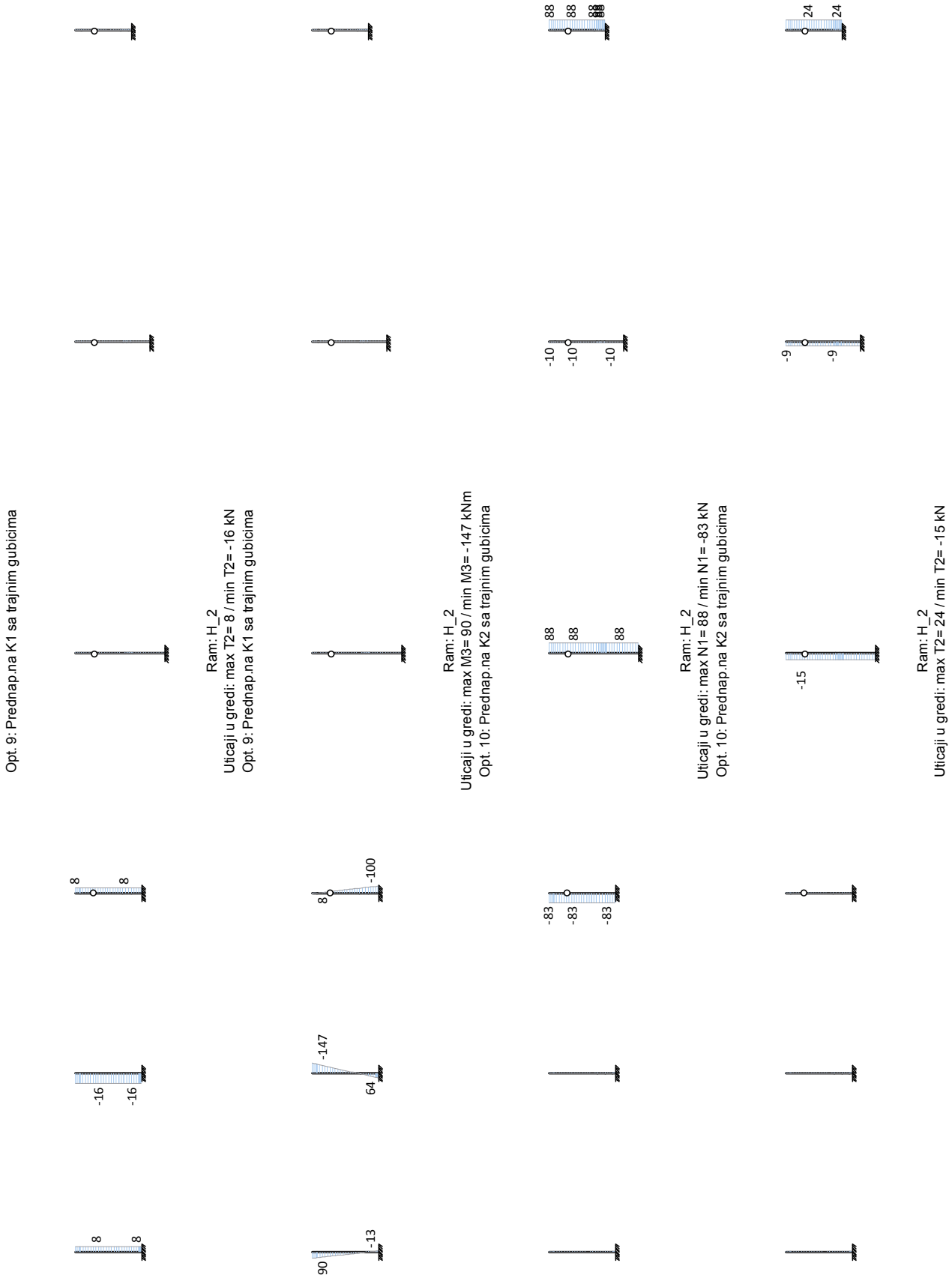
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 243 / min M3= -270 kNm
Opt. 8: sila kocenja Hk=180kN na K2

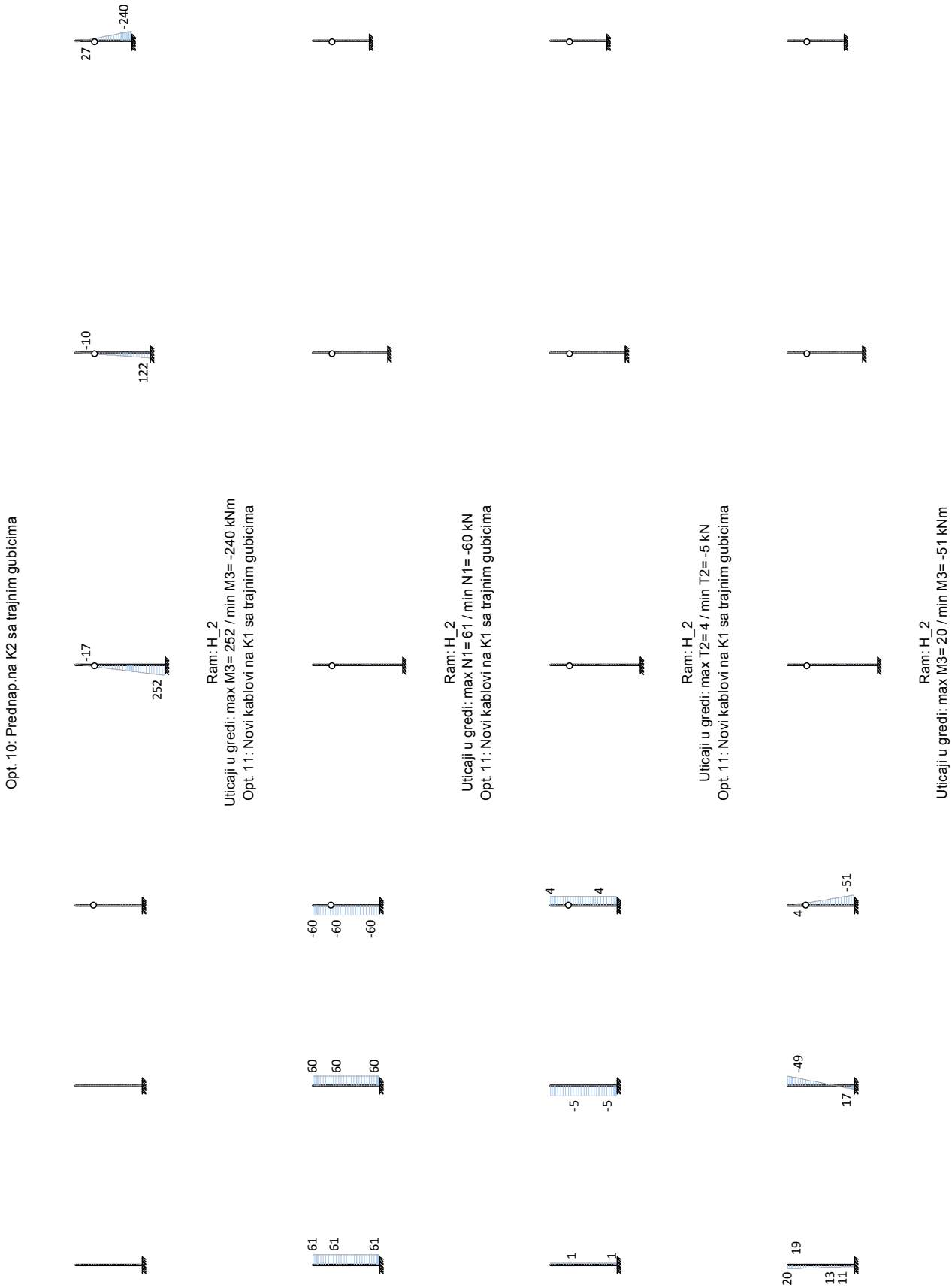
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 1 / min N1= -0 kN
Opt. 8: sila kocenja Hk=180kN na K2

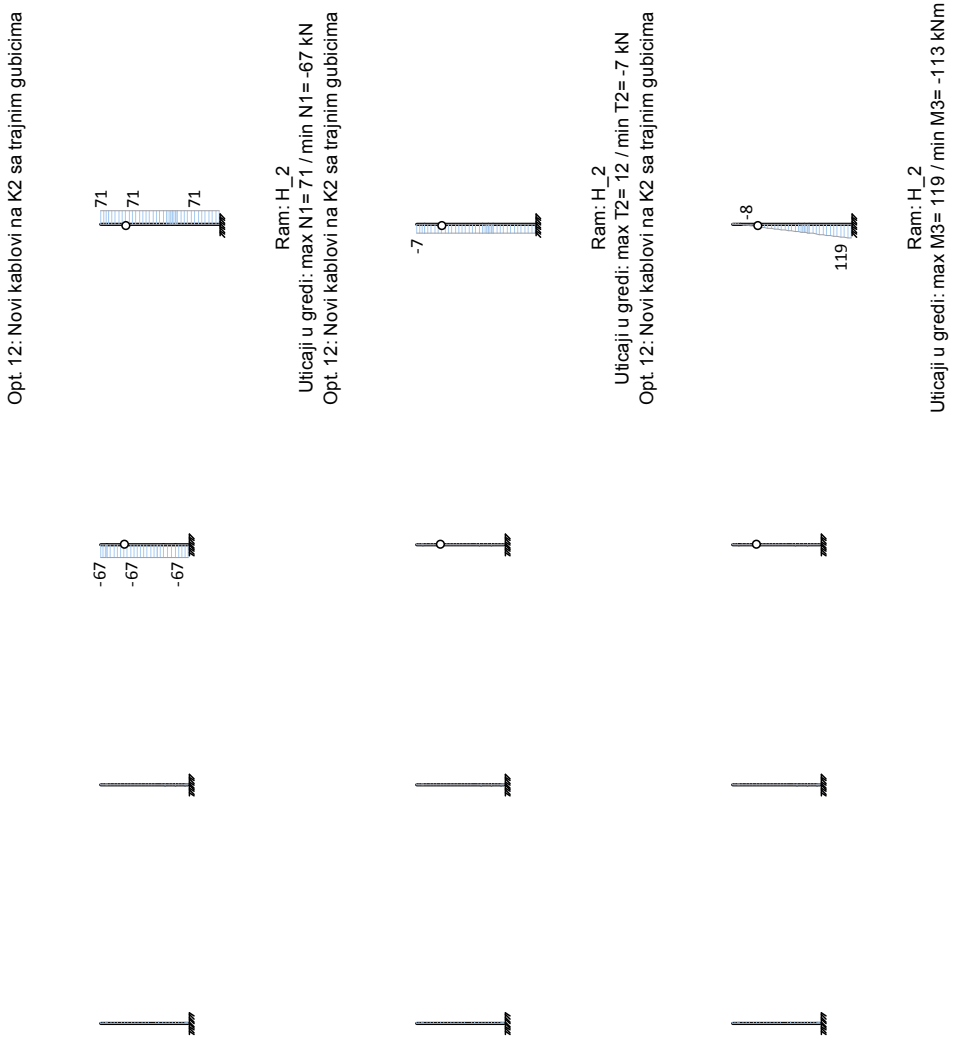
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 0 / min T2= -56 kN


Opt. 8: sila kocenja Hk=180kN na K2
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 552 / min M3= -62 kNm
Opt. 13: V440
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 198 / min N1= -1609 kN
Opt. 13: V440
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 68 / min T2= 0 kN
Opt. 13: V440
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 506 / min M3= -607 kNm


Opt 13: V440
-852 -1094 -1027
69 69
-864 -1088 -818
66 66
-729 -730 -730
139 167 135
-1260 -1499 -1502 -1502
165 124 124
-1515 -1489 -1492
73 169 123
-1410 -1499 -1502
178 196 160
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 196 / min N1= -1515 kN
Opt. 13: V440
-21
62 27 28
-14
69 32 32
-3 -2
13 9 9
15 14
-5 -6
51 63 53
29 18
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 69 / min T2= -21 kN
Opt. 13: V440
463 88
-180 -339
528 59
-120 -369
12 30
-2 -160
16 19 31
-2 -244
70 47
-5 -620
32 77
-6 -396
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 528 / min M3= -620 kNm
Opt. 9: Prednap.na K1 sa trajnim gubicima
20 20 20
25 25 25
-24 -24 -24
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 25 / min N1= -24 kN


Opt. 9: Prednap.na K1 sa trajnim gubicima
8
8
-16
-16
8
8
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 8 / min T2= -16 kN
Opt. 9: Prednap.na K1 sa trajnim gubicima
8
-100
-147
64
90
-13
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 90 / min M3= -147 kNm
Opt. 10: Prednap.na K2 sa trajnim gubicima
88
88
88
-83
-83
-83
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 88 / min N1= -83 kN
Opt. 10: Prednap.na K2 sa trajnim gubicima
-15
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 24 / min T2= -15 kN
88
88
-10
-10
-10
24
24
-9
-9


Opt. 10: Prednap.na K2 sa trajnim gubicima
-17
252
-10
122
27
-240
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 252 / min M3= -240 kNm
Opt. 11: Novi kablovi na K1 sa trajnim gubicima
-60
-60
-60
60
60
60
61
61
61
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 61 / min N1= -60 kN
Opt. 11: Novi kablovi na K1 sa trajnim gubicima
4
4
-5
-5
1
1
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 4 / min T2= -5 kN
Opt. 11: Novi kablovi na K1 sa trajnim gubicima
4
-51
-49
17
19
20
13
11
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 20 / min M3= -51 kNm


Opt. 12: Novi kablovi na K2 sa trajnim gubicima
71
71
71
-67
-67
-67
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max N1= 71 / min N1= -67 kN
Opt. 12: Novi kablovi na K2 sa trajnim gubicima
-7
-7
-7
-7
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max T2= 12 / min T2= -7 kN
Opt. 12: Novi kablovi na K2 sa trajnim gubicima
12
12
-4
-4
Ram: H_2
Uticaji u gredi: max M3= 119 / min M3= -113 kNm
Opt. 12: Novi kablovi na K2 sa trajnim gubicima
-113
13
-5
58
-8
119

Табеларни приказ утицаја у стубовима С2 до С7

Стуб С2

Утицаји у једном стубу

-десни - узводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2131.9	-18.7	3.5	0.0	-27.0	-145.8	-2282.3	-18.7	3.5	0.0	-0.3	-2.6
дод.стал.- dg	-812.7	-8.4	1.3	0.0	-10.3	-65.2	-812.7	-8.4	1.3	0.0	-0.1	-1.2
преднапрез.- пост.каблови	19.8	8.0	-0.1	0.0	0.4	83.2	19.8	8.0	-0.1	0.0	0.0	21.9
предн.- нови каблови	60.7	0.8	-0.1	0.0	0.8	19.1	60.7	0.8	-0.1	0.0	0.0	12.9
V440, maxN1	-1158.5	47.2	-1.0	0.3	-7.0	232.9	-1158.5	47.2	-1.0	0.3	-0.1	-138.5
V440, minN1	103.3	79.4	0.5	0.0	10.9	489.9	103.3	79.4	0.5	0.0	-0.2	-108.7
V440, maxM3	-114.3	93.8	0.8	0.1	8.7	595.9	74.4	14.8	0.7	0.0	0.1	11.3
V440, minM3	-867.3	-22.4	-1.2	-0.2	-6.1	-174.0	-1103.6	41.1	-0.6	0.0	0.3	-143.9
t0=+25°C	0.8	29.9	0.0	0.0	-0.2	175.0	0.8	29.9	0.0	0.0	0.1	-53.8
dt=+10°C	67.5	6.6	-0.1	0.0	0.9	51.9	67.5	6.6	-0.1	0.0	0.0	1.2
Hk =180kN	7.9	-39.6	0.0	0.1	0.1	-233.2	7.9	-39.6	0.0	0.1	0.0	70.2
ветар Wnm	52.4	-0.8	12.1	8.6	-88.6	-5.0	52.4	-0.8	17.4	8.6	27.2	1.4
ветар Wom	157.2	-1.5	30.0	17.5	-188.7	-9.0	157.2	-1.5	33.8	17.5	57.9	2.9
Hk =264kN	11.6	-58.1	0.0	0.1	0.1	-342.1	11.6	-58.1	0.0	0.1	0.0	102.9
скупљање	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.1	-105.0	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.0	32.3

-леви - низводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2131.9	-18.7	-3.5	0.0	27.0	-145.8	-2282.3	-18.7	-3.5	0.0	0.3	-2.6
дод.стал.- dg	-812.7	-8.4	-1.3	0.0	10.3	-65.2	-812.7	-8.4	-1.3	0.0	0.1	-1.2
преднапрез.- пост.каблови	19.8	8.0	0.1	0.0	-0.4	83.2	19.8	8.0	0.1	0.0	0.0	21.9
предн.- нови каблови	60.7	0.8	0.1	0.0	-0.8	19.1	60.7	0.8	0.1	0.0	0.0	12.9
V440, maxN1	-1002.5	46.6	0.8	0.0	-20.9	226.7	-1002.5	46.6	0.8	0.0	-0.2	-140.2
V440, minN1	206.8	80.2	1.7	0.2	1.9	496.3	206.8	80.2	1.7	0.2	-0.3	-108.6
V440, maxM3	27.6	93.3	2.1	0.4	-1.4	592.1	182.3	15.3	1.8	0.0	0.0	11.4
V440, minM3	-759.3	-21.8	-0.2	-0.2	-14.0	-169.8	-958.7	43.0	0.6	0.2	0.2	-143.8
t0=+25°C	0.8	29.9	0.0	0.0	0.2	175.0	0.8	29.9	0.0	0.0	-0.1	-53.8
dt=+10°C	67.5	6.6	0.1	0.0	-0.9	51.9	67.5	6.6	0.1	0.0	0.0	1.2
Hk =180kN	7.9	-39.6	0.0	-0.1	-0.1	-233.2	7.9	-39.6	0.0	-0.1	0.0	70.2
ветар Wnm	-52.4	0.8	12.1	8.6	-88.6	5.0	-52.4	0.8	17.4	8.6	27.2	-1.4
ветар Wom	-157.2	1.5	30.0	17.5	-188.7	9.0	-157.2	1.5	33.8	17.5	57.9	-2.9
Hk =264kN	11.6	-58.1	0.0	-0.1	-0.1	-342.1	11.6	-58.1	0.0	-0.1	0.0	102.9
скупљање	-0.5	-17.9	0.0	0.0	-0.1	-105.0	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.0	32.3

Стуб С3

Утицаји у једном стубу

-десни - узводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2158.2	20.8	3.5	0.0	-27.5	160.3	-2327.1	20.8	3.5	0.0	3.0	-18.5
дод.стал.- dg	-822.4	9.3	1.4	0.0	-10.5	71.3	-822.4	9.3	1.4	0.0	1.2	-8.3
преднапрез.- пост.каблови	25.4	-16.4	-0.1	0.0	0.4	-132.3	25.4	-16.4	-0.1	0.0	-0.1	8.6
предн.- нови каблови	59.7	-5.1	-0.1	0.0	0.8	-44.3	59.7	-5.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.7
V440, maxN1	-1137.8	57.2	-1.4	0.4	-4.8	312.9	-1137.8	57.2	-1.4	0.4	-1.5	-211.9
V440, minN1	131.5	99.7	1.1	-0.1	7.6	635.5	131.5	99.7	1.1	-0.1	1.8	-188.8
V440, maxM3	-134.3	101.4	0.6	0.3	10.4	659.5	72.8	23.3	0.6	0.0	0.1	12.9
V440, minM3	-873.4	-15.0	-1.4	-0.2	-5.0	-116.0	-814.7	61.4	-0.9	-0.3	-0.2	-222.1
t0=+25°C	4.8	-13.8	0.0	0.0	-0.2	-80.5	4.8	-13.8	0.0	0.0	0.1	38.3
dt=+10°C	66.6	-7.3	-0.1	0.0	0.8	-55.8	66.6	-7.3	-0.1	0.0	-0.1	6.8
Hk =180kN	-7.6	-39.6	0.0	0.1	-0.1	-233.5	-7.6	-39.6	0.0	0.1	0.0	107.4
ветар Wnm	93.6	-0.7	24.5	6.8	-162.6	-4.2	93.6	-0.7	30.6	6.8	77.4	1.8
ветар Wom	243.4	-1.5	55.5	13.6	-339.3	-9.4	243.4	-1.5	59.8	13.6	158.6	3.7
Hk =264kN	-11.2	-58.1	0.0	0.1	-0.1	-342.4	-11.2	-58.1	0.0	0.1	0.0	157.6
скупљање	-2.9	8.3	0.0	0.0	0.1	48.3	-2.9	8.3	0.0	0.0	-0.1	-23.0

-леви – низводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2158.2	20.8	-3.5	0.0	27.5	160.3	-2327.1	20.8	-3.5	0.0	-3.0	-18.5
дод.стал.- dg	-822.4	9.3	-1.4	0.0	10.5	71.3	-822.4	9.3	-1.4	0.0	-1.2	-8.3
преднапрез.- пост.каблови	25.4	-16.4	0.1	0.0	-0.4	-132.3	25.4	-16.4	0.1	0.0	0.1	8.6
предн.- нови каблови	59.7	-5.1	0.1	0.0	-0.8	-44.3	59.7	-5.1	0.1	0.0	0.1	-0.7
V440, maxN1	-981.3	57.3	0.5	0.1	-19.8	314.3	-981.3	57.3	0.5	0.1	0.1	-211.6
V440, minN1	228.4	99.0	2.5	0.2	-3.1	629.6	228.4	99.0	2.5	0.2	3.0	-188.2
V440, maxM3	11.4	99.8	2.1	0.6	-1.2	646.9	180.3	22.8	1.7	0.0	1.0	13.4
V440, minM3	-765.9	-15.5	-0.3	-0.2	-13.8	-119.9	-717.8	60.7	0.5	0.0	1.0	-221.5
t0=+25°C	4.8	-13.8	0.0	0.0	0.2	-80.5	4.8	-13.8	0.0	0.0	-0.1	38.3
dt=+10°C	66.6	-7.3	0.1	0.0	-0.8	-55.8	66.6	-7.3	0.1	0.0	0.1	6.8
Hk =180kN	-7.6	-39.6	0.0	-0.1	0.1	-233.5	-7.6	-39.6	0.0	-0.1	0.0	107.4
ветар Wnm	-93.6	0.7	24.5	6.8	-162.6	4.2	-93.6	0.7	30.6	6.8	77.4	-1.8
ветар Wom	-243.4	1.5	55.5	13.6	-339.3	9.4	-243.4	1.5	59.8	13.6	158.6	-3.7
Hk =264kN	-11.2	-58.1	0.0	-0.1	0.1	-342.4	-11.2	-58.1	0.0	-0.1	0.0	157.6
скупљање	-2.9	8.3	0.0	0.0	-0.1	48.3	-2.9	8.3	0.0	0.0	0.1	-23.0

Стуб С4

Утицаји у једном стубу

-десни – узводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-1588.9	-2.1	2.9	0.0	-22.2	0.0	-1753.1	-2.1	2.9	0.0	1.8	17.4
дод.стал.- dg	-628.3	-0.9	1.1	0.0	-8.8	0.0	-628.3	-0.9	1.1	0.0	0.7	7.5
преднапрез.- пост.каблови	-106.7	8.4	0.2	0.0	-1.4	0.0	-106.7	8.4	0.2	0.0	0.1	-69.9
предн.- нови каблови	-127.1	4.3	0.2	0.0	-1.7	0.0	-127.1	4.3	0.2	0.0	0.1	-35.6
V440, maxN1	-980.6	2.5	-2.5	-0.1	2.4	0.0	-980.6	2.5	-2.5	-0.1	-4.2	-57.3
V440, minN1	176.5	1.8	-0.5	-0.1	16.7	0.0	176.5	1.8	-0.5	-0.1	-1.6	21.4
V440, maxM3	176.5	1.8	-0.5	-0.1	16.7	0.0	139.6	1.8	0.2	0.0	0.1	21.5
V440, minM3	176.5	1.8	-0.5	-0.1	16.7	0.0	-729.6	17.0	-1.1	-0.2	-0.9	-178.7
t0=+25°C	-2.7	-15.9	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-2.7	-15.9	0.0	-0.1	0.1	133.0
dt=+10°C	-127.6	0.7	0.2	0.0	-1.8	0.0	-127.6	0.7	0.2	0.0	0.1	-5.5
Hk =180kN	-2.8	-10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.8	-10.7	0.0	0.0	0.0	89.3
ветар Wnm	134.9	-0.2	34.6	5.9	-177.3	0.0	134.9	-0.2	40.5	5.9	94.9	1.3
ветар Wom	319.6	-0.3	75.2	11.5	-364.2	0.0	319.6	-0.3	79.4	11.5	193.0	2.4
Hk =264kN	-4.1	-15.5	0.0	0.0	-0.1	0.0	-4.1	-15.7	0.0	0.0	0.0	131.0
скупљање	1.6	9.5	0.0	0.1	0.1	0.0	1.6	9.5	0.0	0.1	0.0	-79.8

-леви – низводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-1588.9	-2.1	-2.9	0.0	22.2	0.0	-1753.1	-2.1	-2.9	0.0	-1.8	17.4
дод.стал.- dg	-628.3	-0.9	-1.1	0.0	8.8	0.0	-628.3	-0.9	-1.1	0.0	-0.7	7.5
преднапрез.- пост.каблови	-106.7	8.4	-0.2	0.0	1.4	0.0	-106.7	8.4	-0.2	0.0	-0.1	-69.9
предн.- нови каблови	-127.1	4.3	-0.2	0.0	1.7	0.0	-127.1	4.3	-0.2	0.0	-0.1	-35.6
V440, maxN1	-867.9	2.6	-0.8	-0.1	-10.8	0.0	-867.9	2.6	-0.8	-0.1	-3.2	-57.8
V440, minN1	237.5	1.8	0.8	-0.2	6.6	0.0	237.5	1.8	0.8	-0.2	-0.8	21.0
V440, maxM3	237.5	1.8	0.8	-0.2	6.6	0.0	200.4	1.8	1.4	0.0	0.8	21.1
V440, minM3	237.5	1.8	0.8	-0.2	6.6	0.0	-672.0	17.1	0.1	-0.1	-0.2	-179.2
t0=+25°C	-2.7	-15.9	0.0	0.1	0.2	0.0	-2.7	-15.9	0.0	0.1	-0.1	133.0
dt=+10°C	-127.6	0.7	-0.2	0.0	1.8	0.0	-127.6	0.7	-0.2	0.0	-0.1	-5.5
Hk =180kN	-2.8	-10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.8	-10.7	0.0	0.0	0.0	89.3
ветар Wnm	-134.9	0.2	34.6	5.9	-177.3	0.0	-134.9	0.2	40.5	5.9	94.9	-1.3
ветар Wom	-319.6	0.3	75.2	11.5	-364.2	0.0	-319.6	0.3	79.4	11.5	193.0	-2.4
Hk =264kN	-5.2	-10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.2	-10.4	0.0	0.0	0.0	86.8
скупљање	1.6	9.5	0.0	-0.1	-0.1	0.0	1.6	9.5	0.0	-0.1	0.0	-79.8

Стуб С5

Утицаји у једном стубу

-десни - узводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3427.6	0.1	8.3	0.0	-53.8	0.0	-3672.8	0.1	8.3	0.0	17.9	-0.6
дод.стал.- dg	-1287.9	0.1	3.4	0.0	-21.2	0.0	-1287.9	0.1	3.4	0.0	8.6	-0.5
преднапрез.- пост.каблови	87.9	-15.3	-0.3	0.1	1.9	0.0	87.9	-15.3	-0.3	0.1	-0.9	133.0
предн.- нови каблови	70.8	-7.2	-0.2	0.0	1.3	0.0	70.8	-7.2	-0.2	0.0	-0.6	62.8
V440, maxN1	-1546.3	19.6	-4.0	1.1	-1.0	0.0	-1546.3	19.6	-4.0	1.1	-11.6	-206.2
V440, minN1	173.4	23.5	-0.2	0.1	24.0	0.0	173.4	23.5	-0.2	0.1	-1.8	-167.6
V440, maxM3	173.4	23.5	-0.2	0.1	24.0	0.0	125.1	2.1	0.7	0.3	1.4	17.8
V440, minM3	173.4	23.5	-0.2	0.1	24.0	0.0	-1489.0	20.3	-4.1	0.2	-12.7	-211.8
t0=+25°C	-0.4	25.2	0.2	-0.2	-0.8	0.0	-0.4	25.2	0.2	-0.2	0.7	-218.5
dt=+10°C	82.8	0.5	-0.2	0.0	1.4	0.0	82.8	0.5	-0.2	0.0	-0.6	-4.1
Hk =180kN	0.1	-12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-12.2	0.0	0.0	0.0	105.5
ветар Wnm	181.2	0.2	64.5	-6.6	-252.4	0.0	181.2	0.2	72.0	-6.6	278.3	-1.6
ветар Wom	440.4	0.4	133.7	-13.7	-506.9	0.0	440.4	0.4	139.3	-13.7	551.4	-3.2
Hk =264kN	0.1	-17.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	-17.8	0.0	0.1	0.0	154.7
скупљање	0.2	-15.1	-0.1	0.1	0.5	0.0	0.2	-15.1	-0.1	0.1	-0.4	131.1

леви – низводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3427.6	0.1	-8.3	0.0	53.8	0.0	-3672.8	0.1	-8.3	0.0	-17.9	-0.6
дод.стал.- dg	-1287.9	0.1	-3.4	0.0	21.2	0.0	-1287.9	0.1	-3.4	0.0	-8.6	-0.5
преднапрез.- пост.каблови	87.9	-15.3	0.3	-0.1	-1.9	0.0	87.9	-15.3	0.3	-0.1	0.9	133.0
предн.- нови каблови	70.8	-7.2	0.2	0.0	-1.3	0.0	70.8	-7.2	0.2	0.0	0.6	62.8
V440, maxN1	-1439.8	19.7	-0.1	0.1	-25.0	0.0	-1439.8	19.7	-0.1	0.1	-1.9	-206.8
V440, minN1	223.9	23.5	2.7	0.3	6.0	0.0	223.9	23.5	2.7	0.3	5.5	-168.2
V440, maxM3	223.9	23.5	2.7	0.3	6.0	0.0	178.3	2.1	3.3	0.3	8.0	17.8
V440, minM3	223.9	23.5	2.7	0.3	6.0	0.0	-1395.1	20.0	-1.0	0.5	-4.7	-209.3
t0=+25°C	-0.4	25.2	-0.2	0.2	0.8	0.0	-0.4	25.2	-0.2	0.2	-0.7	-218.5
dt=+10°C	82.8	0.5	0.2	0.0	-1.4	0.0	82.8	0.5	0.2	0.0	0.6	-4.1
Hk =180kN	0.1	-12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-12.2	0.0	0.0	0.0	105.5
ветар Wnm	-181.2	-0.2	64.5	-6.6	-252.4	0.0	-181.2	-0.2	72.0	-6.6	278.3	1.6
ветар Wom	-440.4	-0.4	133.7	-13.7	-506.9	0.0	-440.4	-0.4	139.3	-13.7	551.4	3.2
Hk =264kN	0.1	-17.7	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	-17.8	0.0	-0.1	0.0	154.7
скупљање	0.2	-15.1	0.1	-0.1	-0.5	0.0	0.2	-15.1	0.1	-0.1	0.4	131.1

Стуб С6

Утицаји у једном стубу

-десни - узводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3397.6	0.0	9.0	0.0	-55.5	0.0	-3631.2	0.0	9.0	0.0	18.6	-0.4
дод.стал.- dg	-1288.8	0.0	3.7	0.0	-22.0	0.0	-1288.8	0.0	3.7	0.0	8.9	-0.3
преднапрез.-пост.каблови	-9.9	-9.0	-0.1	0.0	0.3	0.0	-9.9	-9.0	-0.1	0.0	-0.3	74.6
предн.- нови каблови	-7.2	-4.3	0.0	0.0	0.1	0.0	-7.2	-4.3	0.0	0.0	-0.1	35.3
V440, maxN1	-1585.9	32.7	-4.0	1.0	-0.6	0.0	-1585.9	32.7	-4.0	1.0	-10.8	-367.7
V440, minN1	204.8	44.9	1.2	0.2	16.8	0.0	204.8	44.9	1.2	0.2	3.9	-273.5
V440, maxM3	204.8	44.9	1.2	0.2	16.8	0.0	164.1	5.9	0.5	0.3	0.7	48.7
V440, minM3	204.8	44.9	1.2	0.2	16.8	0.0	-1498.4	34.4	-4.5	0.0	-13.0	-381.9
t0=+25°C	0.9	14.8	0.2	-0.1	-0.8	0.0	0.9	14.8	0.2	-0.1	0.7	-122.6
dt=+10°C	-43.8	0.3	0.1	0.0	-0.7	0.0	-43.8	0.3	0.1	0.0	0.3	-2.3
Hk =180kN	0.6	-21.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	-21.7	0.0	0.1	0.0	179.0
ветар Wnm	181.3	0.2	62.0	-6.5	-230.9	0.0	181.3	0.2	69.2	-6.5	255.4	-1.8
ветар Wom	437.9	0.4	127.0	-12.9	-457.6	0.0	437.9	0.4	132.2	-12.9	499.8	-3.6
Hk =264kN	0.9	-31.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	-31.8	0.0	0.1	0.0	262.6
скупљање	-0.6	-8.9	-0.1	0.0	0.5	0.0	-0.6	-8.9	-0.1	0.0	-0.4	73.5

-леви – низводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3397.6	0.0	-9.0	0.0	55.5	0.0	-3631.2	0.0	-9.0	0.0	-18.6	-0.4
дод.стал.- dg	-1288.8	0.0	-3.7	0.0	22.0	0.0	-1288.8	0.0	-3.7	0.0	-8.9	-0.3
преднапрез.-пост.каблови	-9.9	-9.0	0.1	0.0	-0.3	0.0	-9.9	-9.0	0.1	0.0	0.3	74.6
предн.- нови каблови	-7.2	-4.3	0.0	0.0	-0.1	0.0	-7.2	-4.3	0.0	0.0	0.1	35.3
V440, maxN1	-1479.6	32.5	0.5	0.0	-27.2	0.0	-1479.6	32.5	0.5	0.0	0.1	-366.3
V440, minN1	251.7	43.4	2.6	0.3	6.0	0.0	251.7	43.4	2.6	0.3	4.4	-260.6
V440, maxM3	251.7	43.4	2.6	0.3	6.0	0.0	216.2	5.9	3.5	0.3	7.9	48.7
V440, minM3	251.7	43.4	2.6	0.3	6.0	0.0	-1399.2	34.1	-1.0	0.3	-4.6	-379.1
t0=+25°C	0.9	14.8	-0.2	0.1	0.8	0.0	0.9	14.8	-0.2	0.1	-0.7	-122.6
dt=+10°C	-43.8	0.3	-0.1	0.0	0.7	0.0	-43.8	0.3	-0.1	0.0	-0.3	-2.3
Hk =180kN	0.6	-21.6	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.6	-21.7	0.0	-0.1	0.0	179.0
ветар Wnm	-181.3	-0.2	62.0	-6.5	-230.9	0.0	-181.3	-0.2	69.2	-6.5	255.4	1.8
ветар Wom	-437.9	-0.4	127.0	-12.9	-457.6	0.0	-437.9	-0.4	132.2	-12.9	499.8	3.6
Hk =264kN	0.9	-31.6	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.9	-31.8	0.0	-0.1	0.0	262.6
скупљање	-0.6	-8.9	0.1	0.0	-0.5	0.0	-0.6	-8.9	0.1	0.0	0.4	73.5

Стуб С7

Утицаји у једном стубу

-десни – узводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3426.3	-0.1	10.3	0.0	-59.8	0.0	-3648.3	-0.1	10.3	0.0	21.0	0.9
дод.стал.- dg	-1288.0	-0.1	4.2	0.0	-23.3	0.0	-1288.0	-0.1	4.2	0.0	9.5	0.8
преднапрез.- пост.каблови	87.7	24.5	-0.4	-0.2	2.1	0.0	87.7	24.5	-0.4	-0.2	-1.1	-191.9
предн.- нови каблови	70.7	11.5	-0.3	-0.1	1.5	0.0	70.7	11.5	-0.3	-0.1	-0.7	-90.7
V440, maxN1	-1546.6	95.0	-4.7	1.0	2.1	0.0	-1546.6	95.0	-4.7	1.0	-12.5	-824.3
V440, minN1	178.0	105.8	1.0	-0.3	17.2	0.0	178.0	105.8	1.0	-0.3	2.8	-751.6
V440, maxM3	178.0	105.8	1.0	-0.3	17.2	0.0	125.6	5.0	0.6	0.2	1.1	39.8
V440, minM3	178.0	105.8	1.0	-0.3	17.2	0.0	-1479.5	96.5	-5.3	-0.1	-15.1	-836.7
t0=+25°C	0.2	-40.2	0.2	0.3	-0.9	0.0	0.2	-40.2	0.2	0.3	0.8	315.5
dt=+10°C	82.9	-0.7	-0.3	0.0	1.5	0.0	82.9	-0.7	-0.3	0.0	-0.6	5.9
Hk =180kN	-0.2	-56.4	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.2	-56.4	0.0	0.2	0.0	442.5
ветар Wnm	131.0	0.5	44.9	-10.5	-159.9	0.0	131.0	0.5	49.9	-10.5	178.2	-3.5
ветар Wom	333.6	0.9	92.3	-20.9	-315.9	0.0	333.6	0.9	96.0	-20.9	348.6	-7.2
Hk =264kN	-0.3	-82.7	0.0	0.3	0.0	0.0	-0.3	-82.7	0.0	0.3	0.0	648.9
скупљање	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	0.6	0.0	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	-0.5	-189.3

-леви – низводни

	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3426.3	-0.1	-10.3	0.0	59.8	0.0	-3648.3	-0.1	-10.3	0.0	-21.0	0.9
дод.стал.- dg	-1288.0	-0.1	-4.2	0.0	23.3	0.0	-1288.0	-0.1	-4.2	0.0	-9.5	0.8
преднапрез.- пост.каблови	87.7	24.5	0.4	0.2	-2.1	0.0	87.7	24.5	0.4	0.2	1.1	-191.9
предн.- нови каблови	70.7	11.5	0.3	0.1	-1.5	0.0	70.7	11.5	0.3	0.1	0.7	-90.7
V440, maxN1	-1437.9	95.0	-0.1	0.4	-23.7	0.0	-1437.9	95.0	-0.1	0.4	-2.0	-824.9
V440, minN1	218.7	105.7	4.3	0.6	-1.1	0.0	218.7	105.7	4.3	0.6	10.2	-751.0
V440, maxM3	218.7	105.7	4.3	0.6	-1.1	0.0	176.3	5.0	3.5	0.2	7.7	39.7
V440, minM3	218.7	105.7	4.3	0.6	-1.1	0.0	-1378.3	96.2	-1.6	0.8	-6.8	-834.2
t0=+25°C	0.2	-40.2	-0.2	-0.3	0.9	0.0	0.2	-40.2	-0.2	-0.3	-0.8	315.5
dt=+10°C	82.9	-0.7	0.3	0.0	-1.5	0.0	82.9	-0.7	0.3	0.0	0.6	5.9
Hk =180kN	-0.2	-56.4	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-56.4	0.0	-0.2	0.0	442.5
ветар Wnm	-131.0	-0.5	44.9	-10.5	-159.9	0.0	-131.0	-0.5	49.9	-10.5	178.2	3.5
ветар Wom	-333.6	-0.9	92.3	-20.9	-315.9	0.0	-333.6	-0.9	96.0	-20.9	348.6	7.2
Hk =264kN	-0.3	-82.7	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.3	-82.7	0.0	-0.3	0.0	648.9
скупљање	-0.1	24.1	0.1	0.2	-0.6	0.0	-0.1	24.1	0.1	0.2	0.5	-189.3

Утицаји у стубовима срачунати су за следеће комбинације оптерећења :

1) max N1 и odg M3, M2
2) min N1 и odg M3, M2
3) max/min M3 и odg N1, M2

С обзиром да није испуњен услов за занемаривање виткости

$\lambda_i < 25$, $\quad \frac{el}{d} \geq 3.5$ *за* $\lambda i \leq 75$ $\quad \frac{el}{d} \geq 3.5 \cdot \frac{\lambda i}{75}$ *за* $\lambda i > 75$

срачунавање утицаја и димензионисање стубова је спроведено методом допунске ексцентричности.
За ове комбинације оптерећења срачунати су укупни ексцентрицитети као и утицаји у пресецима на врху и на дну стуба.

Укупни ексцентрицитет:

$e = e_0 + e_\varphi + e_1 + e_2$

...почетни ексцентрицитет – имперфекција осе стуба $e_0 = h_i / 300$

...ефекти течења $e_\varphi = (e_{1g} + e_0) \cdot (2.718^{\frac{\alpha_E}{1-\alpha_E} \times \varphi} - 1)$

$\alpha_E = N_g / N_E$ $\quad N_E = E_b \cdot I_b \cdot \pi^2 / h^2_i$

ексцентричност по теорији I реда $e_1 = \frac{M}{N}$

допунска ексцентричност по теорији II реда

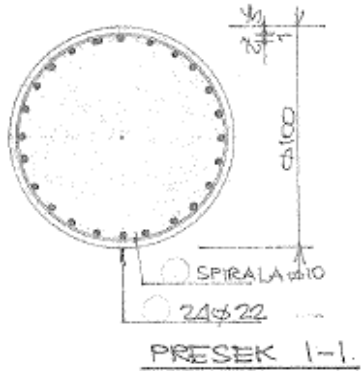
$e_2 = D \cdot \frac{\lambda - 25}{100} \cdot \sqrt{0.1 + \frac{e_1}{d}}$, за $\quad 0 < \frac{e_1}{D} \leq 0.3$

$e_2 = D \cdot \frac{\lambda - 25}{160}$, за $\quad 0.3 < \frac{e_1}{D} < 2.5$

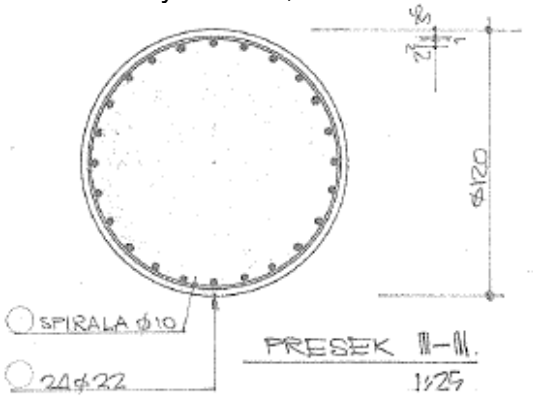
У наставку су приказани утицаји у стубовима – за стубове С4 до С7 који су зглобно везани са конструкцијом приказани су само утицаји у доњим пресецима.

Сви средњи стубови су изведени од бетона МБ 30 са арматуром квалитета GA 240/360. Стубови С2, С3 и С4 су пречника 100cm, а С5, С6 и С7 пречника 120cm. Арматура је иста за све стубове 24Ø 22 и константна је дуж висине стуба.

Стубови С2, С3 и С4



Стубови С5, С6 и С7



Утицаји у стубовима са срачунатим ексцентрицитетима

Стуб С2 - горе

$\varphi\infty$= 2.5

Eb= 31.5 GPa λy= 55.2 Iiy= 13.8 m

Основно Ab= 0.785 m2 λx= 55.2 Iix= 13.8 m

iy= 0.250 m dy= 1.000 m Iby= 0.049 m4

dg+pnp2+V440 ix= 0.250 m4 dx= 1.000 m Ibx= 0.049 m4

	maxN1 =	***-4023.1***	kN								
(a)	odg M3 =	***19.2***	kNm	M3*=	***570.9***	kNm	Ng=	-2864.1	kN		
	odg M2 =	***-43.0***	kNm	M2*=	***595.7***	kNm	Mgx =	-108.8	kNm	Mgy =	-36.1 kNm
				Mrez*=	***825.1***	kNm	egx=	0.038	m	egy=	0.013 m
	min N1 =	***-2657.8***	kN				Ney=	80013	kN	Nex=	80013 kN
(b)	odg M3 =	***282.5***	kNm	M3*=	***751.7***	kNm	α_{Ey}=	0.036		α_{Ex}=	0.036
	odg M2 =	***-34.1***	kNm	M2*=	***401.8***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.033 m
				Mrez*=	***852.4***	kNm	efy=	0.0044	m	efx=	0.0069 m
	min M3 =	***-383.5***	kNm	M3*=	***1022.8***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-3623.9***	kN								
	odg M2 =	***-49.9***	kNm	M2*=	***552.9***	kNm					
				Mrez*=	***1162.6***	kNm					

Основно + допунско osnovno+t0+dt +Hk+Wom

	max N1 =	***-4216.3***	kN			
(a)	odg M3 =	***177.0***	kNm	M3*=	***822.9***	kNm
	odg M2 =	***145.5***	kNm	M2*=	***768.1***	kNm
				Mrez*=	***1125.7***	kNm
	min N1 =	***-2440.9***	kN			
(b)	odg M3 =	***142.8***	kNm	M3*=	***532.4***	kNm
	odg M2 =	***-222.2***	kNm	M2*=	***634.6***	kNm
				Mrez*=	***828.3***	kNm
	min M3 =	***-927.7***	kNm	M3*=	***1701.0***	kNm
(c)	odg N1 =	***-3479.5***	kN			
	odg M2 =	***-238.5***	kNm	M2*=	***798.4***	kNm
				Mrez*=	***1879.1***	kNm

Основно

	e1y=	0.011	m	e1y/d=	0.011	Σey=	0.148	m
(a)	e1x=	0.005	m	e1x/d=	0.005	Σex=	0.142	m
	e2y=	0.100	m	e2x=	0.098 m	erez=	0.205	m
	e1y=	0.013	m	e1y/d=	0.013	Σey=	0.151	m
(b)	e1x=	0.106	m	e1x/d=	0.106	Σex=	0.283	m
	e2y=	0.101	m	e2x=	0.137 m	erez=	0.321	m
	e1y=	0.014	m	e1y/d=	0.014	Σey=	0.153	m
(c)	e1x=	0.106	m	e1x/d=	0.106	Σex=	0.282	m
	e2y=	0.102	m	e2x=	0.137 m	erez=	0.321	m

Основно+допунско

	e1y=	0.035	m	e1y/d=	0.035	Σey=	0.182	m
(a)	e1x=	0.042	m	e1x/d=	0.042	Σex=	0.195	m
	e2y=	0.111	m	e2x=	0.114 m	erez=	0.267	m
	e1y=	0.091	m	e1y/d=	0.091	Σey=	0.260	m
(b)	e1x=	0.059	m	e1x/d=	0.059	Σex=	0.218	m
	e2y=	0.132	m	e2x=	0.120 m	erez=	0.339	m
	e1y=	0.069	m	e1y/d=	0.069	Σey=	0.229	m
(c)	e1x=	0.267	m	e1x/d=	0.267	Σex=	0.489	m
	e2y=	0.124	m	e2x=	0.183 m	erez=	0.540	m

Стуб С2 - горе

$\varphi\infty$= 2.5

Eb= 31.5 GPa λy= 55.2 liy= 13.8 m

Основно

Ab= 0.785 m2 λx= 55.2 lix= 13.8 m

iy= 0.250 m dy= 1.000 m lby= 0.049 m4

dg+pnp2+V440

ix= 0.250 m dx= 1.000 m lbx= 0.049 m4

	maxN1 =	***-4023.1***	kN							
(a)	odg M3 =	***19.2***	kNm	M3*=	***570.9***	kNm	Ng=	-2864.1	kN	
	odg M2 =	***-43.0***	kNm	M2*=	***595.7***	kNm	Mgx =	-108.8	kNm	Mgy = -36.1 kNm
				Mrez*=	***825.1***	kNm	egx=	0.038	m	egy= 0.013 m
	min N1 =	***-2657.8***	kN				Ney=	80013	kN	Nex= 80013 kN
(b)	odg M3 =	***282.5***	kNm	M3*=	***751.7***	kNm	α_{Ey}=	0.036		α_{Ex}= 0.036
	odg M2 =	***-34.1***	kNm	M2*=	***401.8***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y 0.033 m
				Mrez*=	***852.4***	kNm	efy=	0.0044	m	efx= 0.0069 m
	min M3 =	***-383.5***	kNm	M3*=	***1022.8***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-3623.9***	kN							
	odg M2 =	***-49.9***	kNm	M2*=	***552.9***	kNm				
				Mrez*=	***1162.6***	kNm				

Основно + допунско

osnovno+t0+dt +Hk+Wom

	max N1 =	***-4216.3***	kN			
(a)	odg M3 =	***177.0***	kNm	M3*=	***822.9***	kNm
	odg M2 =	***145.5***	kNm	M2*=	***768.1***	kNm
				Mrez*=	***1125.7***	kNm
	min N1 =	***-2440.9***	kN			
(b)	odg M3 =	***142.8***	kNm	M3*=	***532.4***	kNm
	odg M2 =	***-222.2***	kNm	M2*=	***634.6***	kNm
				Mrez*=	***828.3***	kNm
	min M3 =	***-927.7***	kNm	M3*=	***1701.0***	kNm
(c)	odg N1 =	***-3479.5***	kN			
	odg M2 =	***-238.5***	kNm	M2*=	***798.4***	kNm
				Mrez*=	***1879.1***	kNm

Основно

	e1y=	0.011	m	e1y/d=	0.011	Σey=	0.148	m
(a)	e1x=	0.005	m	e1x/d=	0.005	Σex=	0.142	m
	e2y=	0.100	m	e2x=	0.098 m	erez=	0.205	m
	e1y=	0.013	m	e1y/d=	0.013	Σey=	0.151	m
(b)	e1x=	0.106	m	e1x/d=	0.106	Σex=	0.283	m
	e2y=	0.101	m	e2x=	0.137 m	erez=	0.321	m
	e1y=	0.014	m	e1y/d=	0.014	Σey=	0.153	m
(c)	e1x=	0.106	m	e1x/d=	0.106	Σex=	0.282	m
	e2y=	0.102	m	e2x=	0.137 m	erez=	0.321	m

Основно+допунско

	e1y=	0.035	m	e1y/d=	0.035	Σey=	0.182	m
(a)	e1x=	0.042	m	e1x/d=	0.042	Σex=	0.195	m
	e2y=	0.111	m	e2x=	0.114 m	erez=	0.267	m
	e1y=	0.091	m	e1y/d=	0.091	Σey=	0.260	m
(b)	e1x=	0.059	m	e1x/d=	0.059	Σex=	0.218	m
	e2y=	0.132	m	e2x=	0.120 m	erez=	0.339	m
	e1y=	0.069	m	e1y/d=	0.069	Σey=	0.229	m
(c)	e1x=	0.267	m	e1x/d=	0.267	Σex=	0.489	m
	e2y=	0.124	m	e2x=	0.183 m	erez=	0.540	m

Стуб С2 - доле

Основно

dg+pnp2+V440

	maxN1 =	***-4173.5***	kN								
(a)	odg M3 =	***-75.2***	kNm	M3*=	***512.6***	kNm	Ng=	-3014.5	kN		
	odg M2 =	***-0.6***	kNm	M2*=	***399.5***	kNm	Mgx =	31.1	kNm	Mgy =	-0.5 kNm
				Mrez*=	***649.9***	kNm	egx=	0.010	m	egy=	0.000 m
	min N1 =	***-2808.2***	kN				Ney=	80013	kN	Nex=	80013 kN
(b)	odg M3 =	***-45.3***	kNm	M3*=	***337.3***	kNm	α_{Ey}=	0.038		α_{Ex}=	0.038
	odg M2 =	***-0.8***	kNm	M2*=	***269.4***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***431.6***	kNm	efy=	0.0000	m	efx=	0.0011 m
	maxM3 =	***74.7***	kNm	M3*=	***381.9***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-2832.7***	kN								
	odg M2 =	***-0.5***	kNm	M2*=	***271.3***	kNm					
				Mrez*=	***468.4***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+dt
+Hk+Wom

	max N1 =	***-4366.7***	kN			
(a)	odg M3 =	***-127.6***	kNm	M3*=	***606.3***	kNm
	odg M2 =	***-58.5***	kNm	M2*=	***502.7***	kNm
				Mrez*=	***787.6***	kNm
	min N1 =	***-2591.3***	kN			
(b)	odg M3 =	***7.6***	kNm	M3*=	***261.4***	kNm
	odg M2 =	***57.2***	kNm	M2*=	***330.6***	kNm
				Mrez*=	***421.5***	kNm
	maxM3 =	***234.0***	kNm	M3*=	***587.9***	kNm
(c)	odg N1 =	***-2688.2***	kN			
	odg M2 =	***57.3***	kNm	M2*=	***340.1***	kNm
				Mrez*=	***679.2***	kNm

Основно

	e1y=	0.000 m	e1y/d=	0.000	$\sum$ey=	0.096 m
(a)	e1x=	0.018 m	e1x/d=	0.018	$\sum$ex=	0.123 m
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.104 m	erez=	0.156 m
	e1y=	0.000 m	e1y/d=	0.000	$\sum$ey=	0.096 m
(b)	e1x=	0.016 m	e1x/d=	0.016	$\sum$ex=	0.120 m
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.103 m	erez=	0.154 m
	e1y=	0.000 m	e1y/d=	0.000	$\sum$ey=	0.096 m
(c)	e1x=	0.026 m	e1x/d=	0.026	$\sum$ex=	0.135 m
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.107 m	erez=	0.165 m

Основно+допунско

	e1y=	0.013 m	e1y/d=	0.013	$\sum$ey=	0.115 m
(a)	e1x=	0.029 m	e1x/d=	0.029	$\sum$ex=	0.139 m
	e2y=	0.102 m	e2x=	0.109 m	erez=	0.180 m
	e1y=	0.022 m	e1y/d=	0.022	$\sum$ey=	0.128 m
(b)	e1x=	0.003 m	e1x/d=	0.003	$\sum$ex=	0.101 m
	e2y=	0.106 m	e2x=	0.097 m	erez=	0.163 m
	e1y=	0.021 m	e1y/d=	0.021	$\sum$ey=	0.127 m
(c)	e1x=	0.087 m	e1x/d=	0.087	$\sum$ex=	0.219 m
	e2y=	0.105 m	e2x=	0.131 m	erez=	0.253 m

Стуб С3 -горе

φ_∞= 2.5

Eb= 31.5 GPa

Ab= 0.785 m2

iy= 0.250 m

ix= 0.250 m4

λ_y= 55.2 dy= 1.000 m Iiy= 13.8 m

λ_x= 55.2 dx= 1.000 m Iix= 13.8 m

Iby= 0.049 m4

Ibx= 0.049 m4

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-4036.2***	kN			
(a)	odg M3 =	***416.1***	kNm	M3*=	***1117.2***	kNm
	odg M2 =	***-41.4***	kNm	M2*=	***595.4***	kNm
				Mrez*=	***1266.0***	kNm
	min N1 =	***-2670.1***	kN			
(b)	odg M3 =	***732.8***	kNm	M3*=	***1326.6***	kNm
	odg M2 =	***-39.6***	kNm	M2*=	***411.6***	kNm
				Mrez*=	***1389.0***	kNm
	max M3 =	***750.1***	kNm	M3*=	***1381.7***	kNm
(c)	odg N1 =	***-2887.0***	kN			
	odg M2 =	***-37.7***	kNm	M2*=	***437.7***	kNm
				Mrez*=	***1449.3***	kNm

Ng= -2895.6 kN

Mgx = 55.0 kNm Mgy = -36.7 kNm

egx= 0.019 m egy= 0.013 m

Ney= 80013 kN Nex= 80013 kN

α_{Ey}= 0.036 α_{Ex}= 0.036

e0= 0.046 m e0x=e0y 0.033 m

efy= 0.0044 m efx= 0.0051 m

Основно + допунско

osnovno+t0+dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-4318.8***	kN			
(a)	odg M3 =	***183.2***	kNm	M3*=	***837.7***	kNm
	odg M2 =	***297.6***	kNm	M2*=	***993.4***	kNm
				Mrez*=	***1299.5***	kNm
	min N1 =	***-2364.1***	kN			
(b)	odg M3 =	***946.3***	kNm	M3*=	***1481.4***	kNm
	odg M2 =	***-378.4***	kNm	M2*=	***829.9***	kNm
				Mrez*=	***1698.0***	kNm
	max M3 =	***1183.1***	kNm	M3*=	***1785.3***	kNm
(c)	odg N1 =	***-2660.6***	kN			
	odg M2 =	***-377.0***	kNm	M2*=	***870.4***	kNm
				Mrez*=	***1986.2***	kNm

Основно

	e1y=	0.010	m	e1y/d=	0.010	Σey=	0.148 m
(a)	e1x=	0.103	m	e1x/d=	0.103	Σex=	0.277 m
	e2y=	0.100	m	e2x=	0.136 m	erez=	0.314 m
	e1y=	0.015	m	e1y/d=	0.015	Σey=	0.154 m
(b)	e1x=	0.274	m	e1x/d=	0.274	Σex=	0.497 m
	e2y=	0.102	m	e2x=	0.185 m	erez=	0.520 m
	e1y=	0.013	m	e1y/d=	0.013	Σey=	0.152 m
(c)	e1x=	0.260	m	e1x/d=	0.260	Σex=	0.479 m
	e2y=	0.102	m	e2x=	0.181 m	erez=	0.502 m

Основно+допунско

	e1y=	0.069	m	e1y/d=	0.069	Σey=	0.230 m
(a)	e1x=	0.042	m	e1x/d=	0.042	Σex=	0.194 m
	e2y=	0.124	m	e2x=	0.114 m	erez=	0.301 m
	e1y=	0.160	m	e1y/d=	0.160	Σey=	0.351 m
(b)	e1x=	0.400	m	e1x/d=	0.400	Σex=	0.627 m
	e2y=	0.154	m	e2x=	0.189 m	erez=	0.718 m
	e1y=	0.142	m	e1y/d=	0.142	Σey=	0.327 m
(c)	e1x=	0.445	m	e1x/d=	0.445	Σex=	0.671 m
	e2y=	0.148	m	e2x=	0.189 m	erez=	0.747 m

Стуб С3 -доле

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-4205.1***	kN				Ng=	-3064.5	kN		
(a)	odg M3 =	***-253.7***	kNm	M3*=	***765.0***	kNm					
	odg M2 =	***2.4***	kNm	M2*=	***405.7***	kNm	Mgx =	-18.9	kNm	Mgy =	4.0 kNm
				Mrez*=	***865.9***	kNm	egx=	0.006	m	egy=	0.001 m
	min N1 =	***-2839.0***	kN				Ney=	80013	kN	Nex=	80013 kN
(b)	odg M3 =	***-230.0***	kNm	M3*=	***596.6***	kNm	α_{Ey}=	0.038		α_{Ex}=	0.038
	odg M2 =	***6.9***	kNm	M2*=	***281.7***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***659.8***	kNm	efy=	0.0001	m	efx=	0.0006 m
	min M3 =	***-263.3***	kNm	M3*=	***736.5***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-3785.1***	kN								
	odg M2 =	***4.9***	kNm	M2*=	***369.3***	kNm					
				Mrez*=	***823.9***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+d
t+Hk+Wom

	max N1 =	***-4487.7***	kN			
(a)	odg M3 =	***-140.6***	kNm	M3*=	***634.6***	kNm
	odg M2 =	***-156.3***	kNm	M2*=	***654.5***	kNm
				Mrez*=	***911.7***	kNm
	min N1 =	***-2533.0***	kN			
(b)	odg M3 =	***-340.8***	kNm	M3*=	***712.9***	kNm
	odg M2 =	***165.6***	kNm	M2*=	***477.0***	kNm
				Mrez*=	***857.8***	kNm
	min M3 =	***-457.8***	kNm	M3*=	***974.0***	kNm
(c)	odg N1 =	***-3558.7***	kN			
	odg M2 =	***163.4***	kNm	M2*=	***574.5***	kNm
				Mrez*=	***1130.8***	kNm

Основно

	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.096 m
(a)	e1x=	0.060	m	e1x/d=	0.060	∑ex=	0.182 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.121 m	erez=	0.206 m
	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.099 m
(b)	e1x=	0.081	m	e1x/d=	0.081	∑ex=	0.210 m
	e2y=	0.097	m	e2x=	0.128 m	erez=	0.232 m
	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.098 m
(c)	e1x=	0.070	m	e1x/d=	0.070	∑ex=	0.195 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.124 m	erez=	0.218 m

Основно+допунско

	e1y=	0.035	m	e1y/d=	0.035	∑ey=	0.146 m
(a)	e1x=	0.031	m	e1x/d=	0.031	∑ex=	0.141 m
	e2y=	0.111	m	e2x=	0.109 m	erez=	0.203 m
	e1y=	0.065	m	e1y/d=	0.065	∑ey=	0.188 m
(b)	e1x=	0.135	m	e1x/d=	0.135	∑ex=	0.281 m
	e2y=	0.123	m	e2x=	0.146 m	erez=	0.339 m
	e1y=	0.046	m	e1y/d=	0.046	∑ey=	0.161 m
(c)	e1x=	0.129	m	e1x/d=	0.129	∑ex=	0.274 m
	e2y=	0.115	m	e2x=	0.144 m	erez=	0.318 m

Стуб С4 - доле

Основно

g+dg+pnp+V440

	max N1 =	***-3594.2***	kN								
(a)	odg M3 =	***-217.6***	kNm	M3*=	***662.3***	kNm	Ng=	-2615.3	kN		
	odg M2 =	***-5.2***	kNm	M2*=	***351.2***	kNm	Mgx =	-80.6	kNm	Mgy =	2.7 kNm
				Mrez*=	***749.7***	kNm	egx=	0.031	m	egy=	0.001 m
	min N1 =	***-2376.2***	kN				Ney=	80013	kN	Nex=	80013 kN
(b)	odg M3 =	***-139.4***	kNm	M3*=	***431.6***	kNm	α_{Ey}=	0.033		α_{Ex}=	0.033
	odg M2 =	***1.8***	kNm	M2*=	***229.8***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***489.0***	kNm	efy=	0.0001	m	efx=	0.0027 m
	min M3 =	***-339.5***	kNm	M3*=	***795.9***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-3285.6***	kN								
	odg M2 =	***2.4***	kNm	M2*=	***317.6***	kNm					
				Mrez*=	***856.9***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+dt+
Hk+Wom

	max N1 =	***-4009.9***	kN			
(a)	odg M3 =	***40.1***	kNm	M3*=	***452.6***	kNm
	odg M2 =	***-194.4***	kNm	M2*=	***661.4***	kNm
				Mrez*=	***801.4***	kNm
	min N1 =	***-2005.1***	kN			
(b)	odg M3 =	***-399.0***	kNm	M3*=	***735.5***	kNm
	odg M2 =	***194.7***	kNm	M2*=	***463.7***	kNm
				Mrez*=	***869.5***	kNm
	min M3 =	***-604.0***	kNm	M3*=	***1171.2***	kNm
(c)	odg N1 =	***-3553.7***	kN			
	odg M2 =	***-190.7***	kNm	M2*=	***611.8***	kNm
				Mrez*=	***1321.4***	kNm

Основно

	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	Σey=	0.098 m
(a)	e1x=	0.061	m	e1x/d=	0.061	Σex=	0.184 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.121 m	erez=	0.209 m
	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	Σey=	0.097 m
(b)	e1x=	0.059	m	e1x/d=	0.059	Σex=	0.182 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.120 m	erez=	0.206 m
	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	Σey=	0.097 m
(c)	e1x=	0.103	m	e1x/d=	0.103	Σex=	0.242 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.136 m	erez=	0.261 m

Основно+допунско

	e1y=	0.048	m	e1y/d=	0.048	Σey=	0.165 m
(a)	e1x=	0.010	m	e1x/d=	0.010	Σex=	0.113 m
	e2y=	0.116	m	e2x=	0.100 m	erez=	0.200 m
	e1y=	0.097	m	e1y/d=	0.097	Σey=	0.231 m
(b)	e1x=	0.199	m	e1x/d=	0.199	Σex=	0.367 m
	e2y=	0.134	m	e2x=	0.165 m	erez=	0.434 m
	e1y=	0.054	m	e1y/d=	0.054	Σey=	0.172 m
(c)	e1x=	0.170	m	e1x/d=	0.170	Σex=	0.330 m
	e2y=	0.118	m	e2x=	0.157 m	erez=	0.372 m

Стуб С5 - доле

Основно

g+dg+pnp+V440

	max N1 =	***-6348.0***	kN				Ng=	-4802.0	kN		
(a)	odg M3 =	***119.6***	kNm	M3*=	***1362.2***	kNm					
	odg M2 =	***13.1***	kNm	M2*=	***430.1***	kNm	Mgx =	194.7	kNm	Mgy =	25.0 kNm
				Mrez*=	***1428.4***	kNm	egx=	0.041	m	egy=	0.005 m
	min N1 =	***-4577.9***	kN				Ney=	317873	kN	Nex=	88830 kN
(b)	odg M3 =	***157.6***	kNm	M3*=	***1092.4***	kNm	α_{Ey}=	0.015		α_{Ex}=	0.054
	odg M2 =	***30.1***	kNm	M2*=	***341.0***	kNm	e0=	0.048	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***1144.4***	kNm	efy=	0.0002	m	efx=	0.0062 m
	max M3 =	***343.6***	kNm	M3*=	***1379.3***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-4623.4***	kN								
	odg M2 =	***32.6***	kNm	M2*=	***346.8***	kNm					
				Mrez*=	***1422.3***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+
dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-6817.9***	kN			
(a)	odg M3 =	***-248.9***	kNm	M3*=	***1648.5***	kNm
	odg M2 =	***-537.4***	kNm	M2*=	***1055.8***	kNm
				Mrez*=	***1957.6***	kNm
	min N1 =	***-4079.0***	kN			
(b)	odg M3 =	***524.7***	kNm	M3*=	***1536.4***	kNm
	odg M2 =	***580.4***	kNm	M2*=	***915.0***	kNm
				Mrez*=	***1788.2***	kNm
	max M3 =	***721.4***	kNm	M3*=	***1837.7***	kNm
(c)	odg N1 =	***-4211.5***	kN			
	odg M2 =	***583.5***	kNm	M2*=	***927.5***	kNm
				Mrez*=	***2058.4***	kNm

Основно

	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.068 m
(a)	e1x=	0.019	m	e1x/d=	0.016	∑ex=	0.215 m
	e2y=	0.032	m	e2x=	0.155 m	erez=	0.225 m
	e1y=	0.007	m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.074 m
(b)	e1x=	0.034	m	e1x/d=	0.029	∑ex=	0.239 m
	e2y=	0.032	m	e2x=	0.163 m	erez=	0.250 m
	e1y=	0.007	m	e1y/d=	0.006	∑ey=	0.075 m
(c)	e1x=	0.074	m	e1x/d=	0.062	∑ex=	0.298 m
	e2y=	0.032	m	e2x=	0.183 m	erez=	0.308 m

Основно+допунско

	e1y=	0.079	m	e1y/d=	0.066	∑ey=	0.155 m
(a)	e1x=	0.037	m	e1x/d=	0.030	∑ex=	0.242 m
	e2y=	0.040	m	e2x=	0.164 m	erez=	0.287 m
	e1y=	0.142	m	e1y/d=	0.119	∑ey=	0.224 m
(b)	e1x=	0.129	m	e1x/d=	0.107	∑ex=	0.377 m
	e2y=	0.046	m	e2x=	0.207 m	erez=	0.438 m
	e1y=	0.139	m	e1y/d=	0.115	∑ey=	0.220 m
(c)	e1x=	0.171	m	e1x/d=	0.143	∑ex=	0.436 m
	e2y=	0.046	m	e2x=	0.224 m	erez=	0.489 m

Стуб С6 - доле

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-6523.6***	kN								
(a)	odg M3 =	***-184.9***	kNm	M3*=	***1142.3***	kNm	Ng=	-4937.2	kN		
	odg M2 =	***15.9***	kNm	M2*=	***375.0***	kNm	Mgx =	109.2	kNm	Mgy =	27.1 kNm
				Mrez*=	***1202.2***	kNm	e_{gx}=	0.022	m	egy=	0.000 m
	min N1 =	***-4686.1***	kN				Ney=	350104	kN	Nex=	131178 kN
(b)	odg M3 =	***-77.8***	kNm	M3*=	***744.2***	kNm	α_{Ey}=	0.014		α_{Ex}=	0.038
	odg M2 =	***31.1***	kNm	M2*=	***298.5***	kNm	e0=	0.042	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***801.8***	kNm	efy=	0.0000	m	efx=	0.0023 m
	max M3 =	***231.5***	kNm	M3*=	***960.3***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-4721.6***	kN								
	odg M2 =	***34.6***	kNm	M2*=	***304.4***	kNm					
				Mrez*=	***1007.4***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+
dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-6994.1***	kN			
(a)	odg M3 =	***-322.9***	kNm	M3*=	***1395.4***	kNm
	odg M2 =	***-484.3***	kNm	M2*=	***923.8***	kNm
				Mrez*=	***1673.5***	kNm
	min N1 =	***-4231.0***	kN			
(b)	odg M3 =	***59.4***	kNm	M3*=	***656.7***	kNm
	odg M2 =	***531.4***	kNm	M2*=	***816.0***	kNm
				Mrez*=	***1047.4***	kNm
	max M3 =	***613.8***	kNm	M3*=	***1400.8***	kNm
(c)	odg N1 =	***-4268.4***	kN			
	odg M2 =	***533.6***	kNm	M2*=	***820.5***	kNm
				Mrez*=	***1623.4***	kNm

Основно

	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.002	Σey=	0.057 m
(a)	e1x=	0.028	m	e1x/d=	0.024	Σex=	0.175 m
	e2y=	0.026	m	e2x=	0.113 m	erez=	0.184 m
	e1y=	0.007	m	e1y/d=	0.006	Σey=	0.064 m
(b)	e1x=	0.017	m	e1x/d=	0.014	Σex=	0.159 m
	e2y=	0.026	m	e2x=	0.108 m	erez=	0.171 m
	e1y=	0.007	m	e1y/d=	0.006	Σey=	0.064 m
(c)	e1x=	0.049	m	e1x/d=	0.041	Σex=	0.203 m
	e2y=	0.026	m	e2x=	0.120 m	erez=	0.213 m

Основно+допунско

	e1y=	0.069	m	e1y/d=	0.058	Σey=	0.132 m
(a)	e1x=	0.046	m	e1x/d=	0.038	Σex=	0.200 m
	e2y=	0.032	m	e2x=	0.119 m	erez=	0.239 m
	e1y=	0.126	m	e1y/d=	0.105	Σey=	0.193 m
(b)	e1x=	0.014	m	e1x/d=	0.012	Σex=	0.155 m
	e2y=	0.036	m	e2x=	0.107 m	erez=	0.248 m
	e1y=	0.125	m	e1y/d=	0.104	Σey=	0.192 m
(c)	e1x=	0.144	m	e1x/d=	0.120	Σex=	0.328 m
	e2y=	0.036	m	e2x=	0.150 m	erez=	0.380 m

Стуб С7 - доле

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-6324.7***	kN							
(a)	odg M3 =	***-1294.6***	kNm	M3*=	***1954.5***	kNm	Ng=	-4777.9 kN		
	odg M2 =	***15.7***	kNm	M2*=	***298.6***	kNm	Mgx =	-280.9 kNm	Mgy =	28.7 kNm
				Mrez*=	***1977.2***	kNm	egx=	0.059 m	egy=	0.006 m
	min N1 =	***-4559.4***	kN				Ney=	387498 kN	Nex=	248769 kN
(b)	odg M3 =	***-1221.3***	kNm	M3*=	***1730.2***	kNm	α_{Ey}=	0.012	α_{Ex}=	0.019
	odg M2 =	***38.5***	kNm	M2*=	***244.6***	kNm	e0=	0.034 m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***1747.4***	kNm	efy=	0.0002 m	efx=	0.0029 m
	min M3 =	***-1304.4***	kNm	M3*=	***1952.1***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-6156.4***	kN							
	odg M2 =	***21.5***	kNm	M2*=	***297.3***	kNm				
				Mrez*=	***1974.6***	kNm				

Основно + допунско

osnovno+t0+ dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-6687.7***	kN			
(a)	odg M3 =	***-956.1***	kNm	M3*=	***1601.4***	kNm
	odg M2 =	***-333.4***	kNm	M2*=	***655.7***	kNm
				Mrez*=	***1730.5***	kNm
	min N1 =	***-4167.3***	kN			
(b)	odg M3 =	***-1557.7***	kNm	M3*=	***2058.4***	kNm
	odg M2 =	***387.4***	kNm	M2*=	***599.8***	kNm
				Mrez*=	***2144.0***	kNm
	min M3 =	***-2278.1***	kNm	M3*=	***2981.2***	kNm
(c)	odg N1 =	***-5851.8***	kN			
	odg M2 =	***369.5***	kNm	M2*=	***656.7***	kNm
				Mrez*=	***3052.7***	kNm

Основно

	e1y=	0.002 m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.047 m
(a)	e1x=	0.205 m	e1x/d=	0.171	∑ex=	0.309 m
	e2y=	0.020 m	e2x=	0.078 m	erez=	0.313 m
	e1y=	0.008 m	e1y/d=	0.007	∑ey=	0.054 m
(b)	e1x=	0.268 m	e1x/d=	0.223	∑ex=	0.379 m
	e2y=	0.020 m	e2x=	0.086 m	erez=	0.383 m
	e1y=	0.003 m	e1y/d=	0.003	∑ey=	0.048 m
(c)	e1x=	0.212 m	e1x/d=	0.177	∑ex=	0.317 m
	e2y=	0.020 m	e2x=	0.079 m	erez=	0.321 m

Основно+допунско

	e1y=	0.050 m	e1y/d=	0.042	∑ey=	0.098 m
(a)	e1x=	0.143 m	e1x/d=	0.119	∑ex=	0.239 m
	e2y=	0.023 m	e2x=	0.071 m	erez=	0.259 m
	e1y=	0.093 m	e1y/d=	0.077	∑ey=	0.144 m
(b)	e1x=	0.374 m	e1x/d=	0.311	∑ex=	0.494 m
	e2y=	0.026 m	e2x=	0.094 m	erez=	0.514 m
	e1y=	0.063 m	e1y/d=	0.053	∑ey=	0.112 m
(c)	e1x=	0.389 m	e1x/d=	0.324	∑ex=	0.509 m
	e2y=	0.024 m	e2x=	0.094 m	erez=	0.522 m

8.2.4.2 Утицаји од сеизмичких оптерећења

Приказани су утицаји у појединачним стубовима

Стуб С2

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-2112.1	-10.7	3.4	0.0	-26.6	-62.6	-2262.5	-10.7	3.4	0.0	-0.3	19.3
	дод.стал.dg+ pnp,ново	-752.0	-7.6	1.2	0.0	-9.5	-46.1	-752.0	-7.6	1.2	0.0	-0.1	11.7
Z1	Sx	31.7	-157.7	-0.1	0.3	0.5	-938.0	31.7	-159.7	-0.1	0.3	0.0	282.8
	Sy	205.0	-2.8	58.8	29.7	-358.1	-16.5	205.0	-2.8	61.1	29.7	107.4	4.6
Z2	Sx	36.6	-182.0	-0.1	0.4	0.5	-1082.2	36.6	-184.3	-0.1	0.4	0.0	326.2
	Sy	236.2	-3.2	67.7	34.2	-412.4	-19.0	236.2	-3.2	70.4	34.2	123.7	5.3

Стуб С3

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-2132.8	4.4	3.5	0.0	-27.0	27.9	-2301.7	4.4	3.5	0.0	2.9	-9.9
	дод.стал.dg +pnp,ново	-762.7	4.2	1.2	0.0	-9.7	27.0	-762.7	4.2	1.2	0.0	1.0	-8.9
Z1	Sx	-30.6	-157.7	0.1	0.3	-0.4	-938.6	-30.6	-159.9	0.1	0.3	0.0	433.0
	Sy	351.5	-2.4	102.9	23.4	-619.4	-14.6	351.5	-2.4	105.5	23.4	284.6	6.4
Z2	Sx	-35.3	-181.9	0.1	0.4	-0.5	-1082.9	-35.3	-184.5	0.1	0.4	0.1	499.6
	Sy	404.9	-2.8	118.6	26.9	-713.5	-16.8	404.9	-2.8	121.6	26.9	327.9	7.3

Стуб С4

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-1695.6	6.3	3.0	0.0	-23.6	0.0	-1859.8	6.3	3.0	0.0	1.8	-52.5
	дод.стал.dg+pnp, ново	-755.4	3.4	1.4	0.0	-10.5	0.0	-755.4	3.4	1.4	0.0	0.8	-28.1
Z1	Sx	-10.5	-41.0	0.0	0.1	-0.1	0.0	-10.5	-43.1	0.0	0.1	0.0	357.8
	Sy	484.9	-0.6	135.4	20.5	-567.0	0.0	484.9	-0.6	137.9	20.5	339.4	4.7
Z2	Sx	-12.1	-47.3	0.0	0.1	-0.2	0.0	-12.1	-49.8	0.0	0.1	0.0	412.8
	Sy	558.5	-0.6	156.0	23.6	-653.2	0.0	558.5	-0.6	158.9	23.6	391.0	5.4

Стуб С5

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-3339.7	-15.3	7.9	0.1	-51.9	0.0	-3584.9	-15.3	7.9	0.1	17.0	132.4
	дод.стал.dg+pnp, ново	-1217.1	-7.2	3.2	0.0	-19.9	0.0	-1217.1	-7.2	3.2	0.0	8.0	62.3
Z1	Sx	0.2	-54.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	-57.1	0.0	0.3	0.0	491.9
	Sy	622.7	0.6	233.9	-23.7	-774.6	0.0	622.7	0.6	237.7	-23.7	948.5	-5.1
Z2	Sx	0.2	-64.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	-67.3	0.0	0.3	0.0	579.6
	Sy	717.4	0.7	269.5	-27.3	-892.4	0.0	717.4	0.7	273.8	-27.3	1092.7	-5.9

Стуб С6

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-3407.5	-9.0	8.9	0.0	-55.2	0.0	-3641.1	-9.0	8.9	0.0	18.3	74.3
	дод.стал.dg+pпр,ново	-1296.0	-4.2	3.7	0.0	-22.0	0.0	-1296.0	-4.2	3.7	0.0	8.8	35.0
Z1	Sx	3.0	-99.8	0.0	0.4	0.0	0.0	3.0	-102.0	0.0	0.4	0.0	839.4
	Sy	613.2	0.8	222.2	-22.7	-700.1	0.0	613.2	0.8	225.8	-22.7	859.7	-6.9
Z2	Sx	3.6	-117.6	0.0	0.5	0.1	0.0	3.6	-120.2	0.0	0.5	0.0	989.2
	Sy	706.5	1.0	256.0	-26.1	-806.5	0.0	706.5	1.0	260.1	-26.1	990.4	-7.9

Стуб С7

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
	соп.теж.g +pnp,старо	-3338.6	24.3	9.9	-0.2	-57.7	0.0	-3560.6	24.3	9.9	-0.2	19.9	-191.0
	дод.стал.dg+pпр,ново	-1217.3	11.5	3.9	-0.1	-21.9	0.0	-1217.3	11.5	3.9	-0.1	8.8	-89.9
Z1	Sx	-0.8	-262.7	0.0	1.5	0.0	0.0	-0.8	-264.8	0.0	1.5	0.0	2075.9
	Sy	453.7	1.5	169.0	-34.7	-506.0	0.0	453.7	1.5	172.4	-34.7	625.9	-11.5
Z2	Sx	-1.0	-309.6	0.0	1.8	0.0	0.0	-1.0	-312.0	0.0	1.8	0.0	2446.1
	Sy	522.7	1.7	194.7	-40.0	-583.0	0.0	522.7	1.7	198.6	-40.0	721.2	-13.3

Утицаји у стубовима од сеизмичких опт. (Z2)са срачунатим ексцентрицитетима

Стуб С2 - горе

φ_∞= 2.5

Eb= 31.5 GPa

Ab= 0.785 m2

iy= 0.250 m

ix= 0.250 m4

λ_y= 55.2 dy= 1.000 m iiy= 13.8 m Iby= 0.049 m4

λ_x= 55.2 dx= 1.000 m iix= 13.8 m Ibx= 0.049 m4

стално+сеизмика						
	N1 =	***-2823.1***	kN			
Sx	minM3 =	***-1192.2***	kNm	M3*=	***1836.3***	kNm
	odg M2 =	***36.9***	kNm	M2*=	***427.9***	kNm
				Mrez*=	***1885.5***	kNm
	N1 =	***-2623.6***	kN			
Sy	odg M3 =	***126.1***	kNm	M3*=	***534.4***	kNm
	max M2 =	***448.8***	kNm	M2*=	***958.2***	kNm
				Mrez*=	***1097.1***	kNm

Ng= -2864.1 kN

Mgx = -108.8 kNm Mgy = -36.1 kNm

egx= 0.038 m egy= 0.013 m

Ney= 80013 kN Nex= 80013 kN

α_{Ey}= 0.036 α_{Ex}= 0.036

e0= 0.046 m e0x=e0y 0.033 m

efy= 0.0044 m efx= 0.0069 m

	e1y=	0.013 m	e1y/d=	0.013	∑ey=	0.152 m	
(a)	e1x=	0.422 m	e1x/d=	0.422	∑ex=	0.650 m	
	e2y=	0.102 m	e2x=	0.189 m	erez=	0.668 m	
	e1y=	0.171 m	e1y/d=	0.171	∑ey=	0.365 m	
(b)	e1x=	0.048 m	e1x/d=	0.048	∑ex=	0.204 m	
	e2y=	0.157 m	e2x=	0.116 m	erez=	0.418 m	

Стуб С2 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-2973.5***	kN				Ng =	-3014.5 kN			
Sx	minM3 =	***358.4***	kNm	M3*=	***889.9***	kNm					
	odg M2 =	***0.4***	kNm	M2*=	***391.3***	kNm	Mgx =	31.1 kNm	Mgy =	-0.5 kNm	
				Mrez*=	***972.1***	kNm	egx=	0.010 m	egy=	0.000 m	
	N1 =	***-2774.0***	kN				Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN	
Sx	odg M3 =	***37.4***	kNm	M3*=	***422.1***	kNm	α_{Ey}=	0.038	α_{Ex}=	0.038	
	max M2 =	***-123.3***	kNm	M2*=	***541.3***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033	
				Mrez*=	***686.4***	kNm	efy=	0.0034 m	efx=	0.0044 m	

	e1y=	0.000 m	e1y/d=	0.000	∑ey=	0.132 m	
(a)	e1x=	0.121 m	e1x/d=	0.121	∑ex=	0.299 m	
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.142 m	erez=	0.327 m	
	e1y=	0.044 m	e1y/d=	0.044	∑ey=	0.195 m	
(b)	e1x=	0.013 m	e1x/d=	0.013	∑ex=	0.152 m	
	e2y=	0.115 m	e2x=	0.102 m	erez=	0.247 m	

Стуб С3 -горе

					$\varphi\infty$= 2.5						
					Eb=	31.5 GPa	λy=	55.2	iiy=	13.8 m	
					Ab=	0.785 m2	λx=	55.2	iix=	13.8 m	
					iy=	0.250 m	dy=	1.000 m	Iby=	0.049 m4	
	стално+сеизмика				ix=	0.250 m4	dx=	1.000 m	Ibx=	0.049 m4	
	N1 =	***-2846.0***	kN								
Sx	minM3 =	***1139.3***	kNm	M3*=	***1783.5***	kNm	Ng=	-2895.6 kN			
	odg M2 =	***37.0***	kNm	M2*=	***431.1***	kNm	Mgx =	55.0 kNm	Mgy =	-36.7 kNm	
				Mrez*=	***1834.9***	kNm	egx=	0.019 m	egy=	0.013 m	
	N1 =	***-2476.4***	kN				Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN	
Sy	odg M3 =	***39.6***	kNm	M3*=	***387.4***	kNm	α_{Ey}=	0.036	α_{Ex}=	0.036	
	max M2 =	***750.0***	kNm	M2*=	***1309.0***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033 m	
				Mrez*=	***1365.1***	kNm	efy=	0.0044 m	efx=	0.0051 m	

	e1y=	0.013 m	e1y/d=	0.013	∑ey=	0.151 m	
(a)	e1x=	0.400 m	e1x/d=	0.400	∑ex=	0.627 m	
	e2y=	0.102 m	e2x=	0.189 m	erez=	0.645 m	
	e1y=	0.303 m	e1y/d=	0.303	∑ey=	0.529 m	
(b)	e1x=	0.016 m	e1x/d=	0.016	∑ex=	0.156 m	
	e2y=	0.189 m	e2x=	0.103 m	erez=	0.551 m	

Стуб С3 -доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-3014.9***	kN				Ng =	-3064.5 kN			
Sx	minM3 =	***-518.5***	kNm	M3*=	***1103.7***	kNm					
	odg M2 =	***-4.1***	kNm	M2*=	***402.7***	kNm	Mgx =	-18.9 kNm	Mgy =	4.0 kNm	
				Mrez*=	***1174.8***	kNm	egx=	0.006 m	egy=	0.001 m	
	N1 =	***-2645.3***	kN				Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN	
Sy	odg M3 =	***-11.6***	kNm	M3*=	***366.4***	kNm	α_{Ey}=	0.038	α_{Ex}=	0.038	
	max M2 =	***323.8***	kNm	M2*=	***796.0***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033	
				Mrez*=	***876.3***	kNm	efy=	0.0035 m	efx=	0.0040 m	

	e1y=	0.001 m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.134 m	
(a)	e1x=	0.172 m	e1x/d=	0.172	∑ex=	0.366 m	
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.158 m	erez=	0.390 m	
	e1y=	0.122 m	e1y/d=	0.122	∑ey=	0.301 m	
(b)	e1x=	0.004 m	e1x/d=	0.004	∑ex=	0.139 m	
	e2y=	0.142 m	e2x=	0.098 m	erez=	0.331 m	

Стуб С4 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-2604.4***	kN								
Sx	minM3 =	***-494.6***	kNm	M3*=	***1017.4***	kNm	Ng =	-2615.3 kN			
	odg M2 =	***-2.1***	kNm	M2*=	***344.0***	kNm	Mg=	-80.6 kNm			
				Mrez*=	***1074.0***	kNm	egx=	0.031 m	egy=	0.000 m	
	N1 =	***-2057.9***	kN				Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN	
Sy	odg M3 =	***-76.5***	kNm	M3*=	***385.1***	kNm	α_{Ey}=	0.033	α_{Ex}=	0.033	
	max M2 =	***388.9***	kNm	M2*=	***795.8***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033	
				Mrez*=	***884.1***	kNm	efy=	0.0029 m	efx=	0.0056 m	

	e1y=	0.001 m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.132 m
(a)	e1x=	0.190 m	e1x/d=	0.190	∑ex=	0.391 m
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.163 m	erez=	0.412 m
	e1y=	0.189 m	e1y/d=	0.189	∑ey=	0.387 m
(b)	e1x=	0.037 m	e1x/d=	0.037	∑ex=	0.187 m
	e2y=	0.162 m	e2x=	0.112 m	erez=	0.430 m

ђ

Стуб С5 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4801.4***	kN								
Sx	minM3 =	***778.2***	kNm	M3*=	***2033.6***	kNm	Ng =	-4802.0 kN			
	odg M2 =	***-31.5***	kNm	M2*=	***356.0***	kNm	Mgx =	194.7 kNm	Mgy =	25.0 kNm	
				Mrez*=	***2064.6***	kNm	egx=	0.041 m	egy=	0.005 m	
	N1 =	***-4084.2***	kN				Ney=	317873 kN	Nex=	88830 kN	
Sy	odg M3 =	***192.7***	kNm	M3*=	***1053.5***	kNm	α_{Ey}=	0.015	α_{Ex}=	0.054	
	max M2 =	***-1124.2***	kNm	M2*=	***1502.1***	kNm	e0=	0.048 m	e0x=e0y	0.034	
				Mrez*=	***1834.7***	kNm	efy=	0.0015 m	efx=	0.0114 m	

	e1y=	0.007 m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.074 m
(a)	e1x=	0.162 m	e1x/d=	0.135	∑ex=	0.424 m
	e2y=	0.032 m	e2x=	0.220 m	erez=	0.430 m
	e1y=	0.275 m	e1y/d=	0.229	∑ey=	0.368 m
(b)	e1x=	0.047 m	e1x/d=	0.039	∑ex=	0.258 m
	e2y=	0.057 m	e2x=	0.170 m	erez=	0.449 m

Стуб С6 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4933.5***	kN								
Sx	minM3 =	***1100.6***	kNm	M3*=	***2114.4***	kNm	Ng =	-4937.2 kN			
	odg M2 =	***-32.7***	kNm	M2*=	***312.7***	kNm	Mgx =	109.2 kNm	Mgy =	27.1 kNm	
				Mrez*=	***2137.4***	kNm	egx=	0.022 m	egy=	0.005 m	
	N1 =	***-4230.5***	kN				Ney=	350104 kN	Nex=	131178 kN	
Sy	odg M3 =	***103.5***	kNm	M3*=	***718.1***	kNm	α_{Ey}=	0.014	α_{Ex}=	0.038	
	max M2 =	***957.7***	kNm	M2*=	***1271.0***	kNm	e0=	0.042 m	e0x=e0y	0.029	
				Mrez*=	***1459.8***	kNm	efy=	0.0013 m	efx=	0.0053 m	

	e1y=	0.007 m	e1y/d=	0.006	∑ey=	0.063 m
(a)	e1x=	0.223 m	e1x/d=	0.186	∑ex=	0.429 m
	e2y=	0.026 m	e2x=	0.172 m	erez=	0.433 m
	e1y=	0.226 m	e1y/d=	0.189	∑ey=	0.300 m
(b)	e1x=	0.024 m	e1x/d=	0.020	∑ex=	0.170 m
	e2y=	0.043 m	e2x=	0.111 m	erez=	0.345 m

Стуб С7 - доле

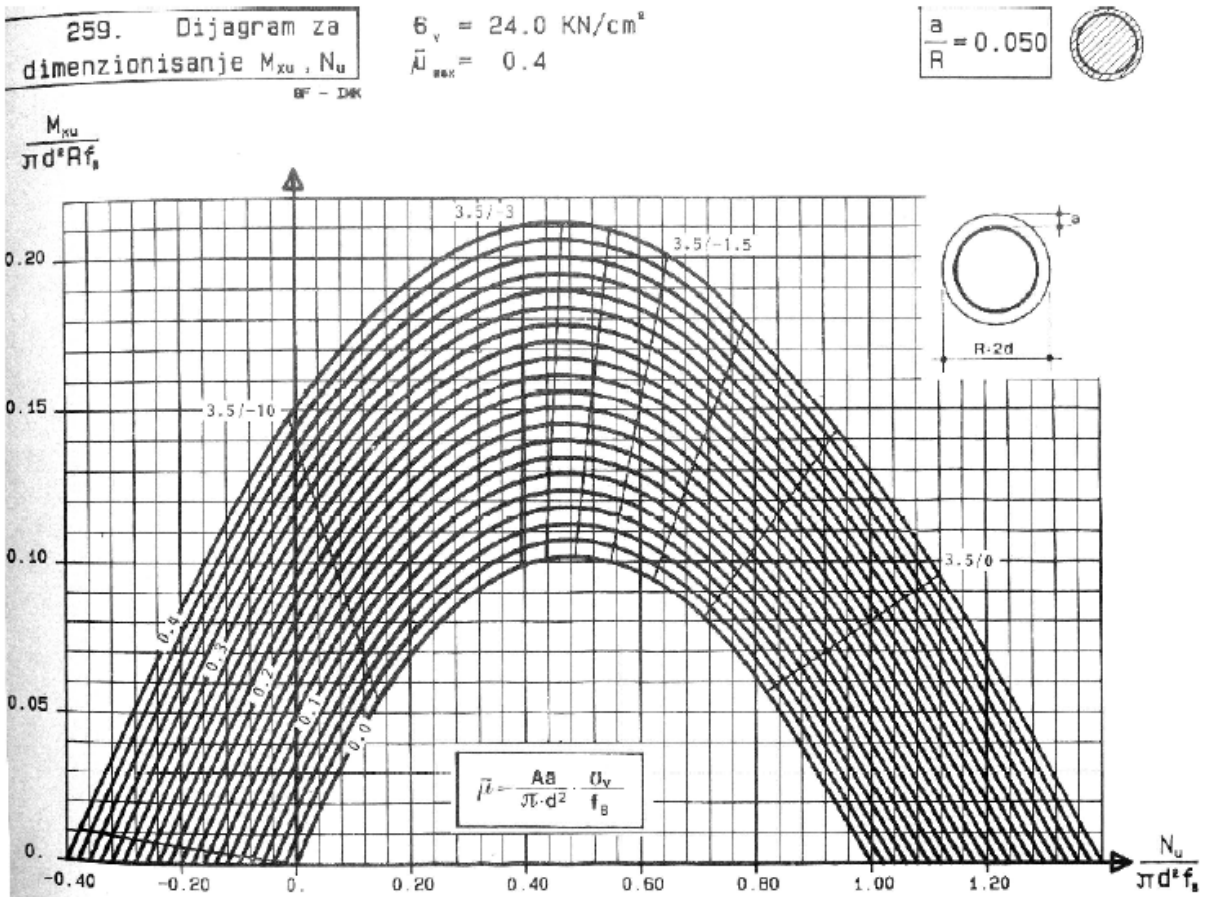
	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4776.7***	kN								
Sx	minM3 =	***-2732.1***	kNm	M3*=	***3306.0***	kNm	Ng =	-4777.9	kN		
	odg M2 =	***-33.2***	kNm	M2*=	***248.5***	kNm	Mgx =	-280.9	kNm	Mgy =	28.7 kNm
				Mrez*=	***3315.3***	kNm	egx=	0.059	m	egy=	0.006 m
	N1 =	***-4254.9***	kN				Ney=	387498	kN	Nex=	248769 kN
Sy	odg M3 =	***-299.2***	kNm	M3*=	***664.9***	kNm	α_{Ey}=	0.012		α_{Ex}=	0.019
	max M2 =	***-754.3***	kNm	M2*=	***991.1***	kNm	e0=	0.034	m	e0x=e0y	0.024
				Mrez*=	***1193.5***	kNm	efy=	0.0009	m	efx=	0.0042 m

	e1y=	0.007 m	e1y/d=	0.006	∑ey=	0.052 m	
(a)	e1x=	0.572 m	e1x/d=	0.477	∑ex=	0.692 m	
	e2y=	0.020 m	e2x=	0.094 m	erez=	0.694 m	
	e1y=	0.177 m	e1y/d=	0.148	∑ey=	0.233 m	
(b)	e1x=	0.070 m	e1x/d=	0.059	∑ex=	0.156 m	
	e2y=	0.030 m	e2x=	0.060 m	erez=	0.280 m	

8.2.5 Контрола носивости стубова

8.2.5.1 Контрола носивости за утицаје од основног и допунског оптерећења

Сви средњи стубови су изведени од бетона МБ 30 са арматуром квалитета GA 240/360. Стубови С2, С3 и С4 су пречника 100cm, а С5, С6 и С7 пречника 120cm. Арматура је иста за све стубове 24Ø 22 и константна је дуж висине стуба.
Контрола носивости спроведена је за утицаје основних, допунских и изузетних оптерећења према граничним утицајима.Граничне силе су приказане у табелама у наставку.
Потребна арматура за ове утицаје срачуната је коришћењем дијаграма интеракције из књиге Бетонске конструкције, др. Душана Најдановића .



1) Конструкција К1

пресек горе

комбинација (a) - ***max N***

- основно+ допунско оптерећење

Ng= 2895.6 kN, Np = 1137.8kN Nd=282.6 kN e_{rez} =0.301m
Nu= 1.3*2895.6+ 1.5*1137.8 +1.3*282.6 = 5838.4 kN
Mu= 5838.4* 0.301 = 1757.3 kNm

комбинација (b) - ***minN - C3***

- основно + допунско оптерећење

Ng= 2895.6 kN, Np = -228.4kN Nd=-306 kN e_{rez} =0.718m
Nu= 1.3*2895.6 - 1.5*228.4 -1.3* 306 =3023.9 kN
Mu= 3023.9 *0.718 = 2171.1 kNm

комбинација (c) - ***min/max M - C3***

- основно + допунско оптерећење
Ng= 2895.6 kN, Np=-11.4kN Nd=-226.4 kN e_{rez} =0.747m
Nu= 1.3*2895.6- 1.5*11.4 -1.3* 226.4 =3452.9 kN
Mu= 3452.9 *0.747 = 2579.3 kNm

комбинација (b) - ***minN - C2***

- основно + допунско оптерећење
Nu= 3131.1 kN e_{rez} =0.339m
Mu= 3131.1 *0.339= 1061.5 kNm

комбинација (c) - ***min/max M – C2***

- основно + допунско оптерећење
Nu= 4837.5 kN e_{rez} =0.540m
Mu= 4837.5 *0.540=2612.2 kNm

пресек доле

комбинација (a) - ***max N ,C3***
- основно оптерећење
Ng= 3064.5 kN, Np = 1137.8kN e_{rez} =0.206m
Nu= 6951.2 kN
Mu= 6951.2* 0.206 = 1431.0 kNm

- основно+ допунско оптерећење
Nd=282.6 kN e_{rez} =0.203m
Nu= 6057.9 kN
Mu= 6057.9* 0.213 = 1290.3 kNm

комбинација (b) - ***minN, C4***

- основно + допунско оптерећење
Ng= 2615.3 kN, Np = -237.5 kN Nd=-371.1 kN e_{rez} =0.434m
Nu= 2561.2 kN
Mu= 2561.2 *0.434= 1111.6 kNm

комбинација (c) - ***min/max M, C4***

- основно + допунско оптерећење
Ng= 2615.3 kN, Np= 672.0 kN Nd= 268.1kN e_{rez} =0.372m
Nu= 4756.4 kN
Mu= 4756.4 *0.372= 1769.4 kNm

пресек горе	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
maxN	O+D-C3	5838.4	1757.3	1.0	0.363	0.109	0.05	33.53	91.20
minN	O+D-C3	3023.9	2171.1	1.0	0.188	0.135	0.21	140.81	91.20
minN	O+D-C2	3131.1	1061.5	1.0	0.195	0.066	0.00	0.00	91.20
maxM	O+D-C3	3452.9	2579.3	1.0	0.215	0.160	0.27	181.04	91.20
maxM	O+D-C2	4837.5	2612.2	1.0	0.301	0.162	0.25	167.63	91.20

пресек доле	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
maxN	O- C3	6951.2	1431.0	1.0	0.432	0.089	0.00	0.00	91.20
maxN	O+D-C3	6057.9	1293.0	1.0	0.376	0.080	0.00	0.00	91.20
minN	O+D-C4	2561.2	1111.6	1.0	0.159	0.069	0.04	26.82	91.20
maxM	O+D-C4	4756.4	1769.4	1.0	0.296	0.110	0.08	53.64	91.20

Из приложених табела се види да пресеци стубова С2 иС3 на споју са носећом конструкцијом немају довољну носивост па их је потребно ојачати.

2) Конструкција К2

пресек доле

комбинација (a) - ***max N***

- основно оптерећење ***C7***

Ng= 4777.9 kN, Np = 1546.6 kN e_{rez} =0.313m
Nu= 10428.5 kN
Mu= 10428.5* 0.313 = 3264.1 kNm

- основно+ допунско оптерећење ***C5***

Ng= 4802.0 kN, Np = 1546.3 kN Nd=469.9 kN e_{rez} =0.287m
Nu= 9172.9 kN
Mu= 9172.9* 0.287 = 2632.6 kNm

комбинација (b) - ***minN, C5***

- основно + допунско оптерећење

Ng= 4802.0 kN, Np = -223.9 kN Nd=-498.8 kN e_{rez} =0.438m
Nu= 5258.3 kN
Mu= 5258.3 *0.438 = 2303.1 kNm

комбинација (c) - ***min/max M***

- основно + допунско оптерећење, ***C5***

Ng= 4802.0 kN, Np= -173.4 kN Nd=-411.9 kN e_{rez} =0.489m
Nu= 5447.0 kN
Mu= 5447.0*0.489= 2663.6 kNm

- основно + допунско оптерећење, **C6**

Ng= 4937.2 kN, Np= -164.1 kN Nd=-453.2 kN
Nu= 5583.0 kN e_{rez} =0.380m
Mu= 5583.0 *0.38= 2121.6 kNm

- основно + допунско оптерећење, **C7**

Ng= 4777.9 kN, Np= 1378.3 kN Nd=-453.2 kN e_{rez} =0.522m

Nu= 7689.6 kN

Mu= 7689.6 *0.5229= 4014.0 kNm

пресек доле	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
maxN	**C7- O**	10428.5	3264.1	1.2	0.450	0.117	0.07	56.32	91.20
maxN	**C5**-O+D	9172.9	2632.6	1.2	0.396	0.095	0.00	0.00	91.20
minN	**C5**-O+D	5258.3	2303.2	1.2	0.227	0.083	0.04	32.19	91.20
maxM	**C5**-O+D	5447.0	2663.6	1.2	0.235	0.096	0.07	52.30	91.20
maxM	**C6**-O+D	5583.0	2121.6	1.2	0.241	0.076	0.00	0.00	91.20
maxM	**C7**-O+D	7689.6	4014.0	1.2	0.332	0.144	0.180	144.83	91.20

Из приложених табела се види да пресек стуба C7 на споју са наглавницом шипова нема довољну носивост па га је потребно ојачати.

8.2.5.2 Контрола носивости за утицаје сеизмичких сила - Z2

Гранични утицаји од сеизмичких сила (Z2) и потребна арматура

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C2g	стално+Sx	3670.1	2451.1	1.0	0.228	0.152	0.25	167.63	91.2
	стално+Sy	3410.6	1426.3	1.0	0.212	0.089	0.06	40.23	91.2
C2d	стално+Sx	3865.6	1263.7	1.0	0.240	0.079	0.01	6.71	91.2
	стално+Sy	3606.1	892.3	1.0	0.224	0.055	0.00	0.00	91.2
C3g	стално+Sx	3699.9	2385.3	1.0	0.230	0.148	0.24	160.93	91.2
	стално+Sy	3219.4	1774.7	1.0	0.200	0.110	0.13	87.17	91.2
C3d	стално+Sx	3919.4	1527.3	1.0	0.244	0.095	0.08	53.64	91.2
	стално+Sy	3438.9	1139.2	1.0	0.214	0.071	0.01	6.71	91.2
C4d	стално+Sx	3385.7	1396.2	1.0	0.210	0.087	0.06	40.23	91.2

стубови конструкције К2

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C5d	стално+Sx	6241.8	2683.9	1.2	0.269	0.097	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5309.5	2385.1	1.2	0.229	0.086	0.04	38.62	91.2
C6d	стално+Sx	6413.5	2778.6	1.2	0.277	0.100	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5499.6	1897.8	1.2	0.237	0.068	0	0.00	91.2
C7d	стално+Sx	6209.7	4309.9	1.2	0.268	0.155	0.24	231.73	91.2
	стално+Sy	5531.4	1551.5	1.2	0.239	0.056	0	0.00	91.2

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C5d	стално+Sx	6241.8	2683.9	1.2	0.269	0.097	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5309.5	2385.1	1.2	0.229	0.086	0.04	38.62	91.2

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C6d	стално+Sx	6413.5	2778.6	1.2	0.277	0.100	0.06	57.93	91.2
	стално+Sy	5499.6	1897.8	1.2	0.237	0.068	0.00	0.00	91.2

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f	μ	Fa,potr	Fa,post
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)	(cm2)
C7d	стално+Sx	6209.7	4309.9	1.2	0.268	0.155	0.24	231.73	91.2
	стално+Sy	5531.4	1551.5	1.2	0.239	0.056	0.00	0.00	91.2

Из приложених табела се види да горњи пресеци стубова С2 до С4, као и доњи пресек С7 не задовољавају за сеизмичке утицаје па их је потребно ојачати.

8.2.6 Прорачун ојачања стубова

С обзиром на недовољну носивост стубова пројектом је предвиђено њихово ојачање. Пројектом је предвиђено да се стубови конструкције К1, С2,С3 и С4 ојачавају додавањем аб плашта дебљине 15cm по целој висини стубова, а стуб С7 ојача само у доњем делу. С обзиром на промену крутости стубова у наставку су приложени нови утицаји у ојачаним стубовима с тим што су задржани стари утицаји од сопст.тежине и постојећег преднапрезања. Утицаји у неојачаним стубовима се нису променили па нису ни поново прилагани.

8.2.6.1 Статички утицаји у ојачаним стубовима - основно и допунско оптерећење

Стуб С2

-десни – узводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2131.9	-18.7	3.5	0.0	-27.0	-145.8	-2282.3	-18.7	3.5	0.0	-0.3	-2.6
дод.стал.- dg	-814.5	-16.3	3.6	0.0	-31.9	-145.4	-814.5	-16.3	3.6	0.0	-4.4	-20.5
преднапрез.- пост.каблови	19.8	8.0	-0.1	0.0	0.4	83.2	19.8	8.0	-0.1	0.0	0.0	21.9
предн.- нови каблови	61.8	4.3	-0.3	0.0	2.5	55.1	61.8	4.3	-0.3	0.0	0.3	22.2
V440, maxN1	-1144.6	26.4	-2.6	0.3	-9.3	117.0	-1144.6	26.4	-2.6	0.3	-1.2	-85.5
V440, minN1	95.1	88.5	0.6	0.0	26.4	682.3	95.1	88.5	0.6	0.0	2.7	4.4
V440, maxM3	-119.6	116.1	1.1	0.2	23.0	919.4	71.2	27.7	1.1	0.1	2.6	34.4
V440, minM3	-849.7	-42.3	-2.6	-0.5	-10.5	-376.4	-1089.8	16.4	-1.8	-0.3	-1.9	-105.0
t0=+25°C	2.1	45.4	0.1	-0.1	-0.5	328.8	2.1	45.4	0.1	-0.1	0.1	-18.9
dt=+10°C	68.8	12.9	-0.3	0.0	2.6	115.1	68.8	12.9	-0.3	0.0	0.4	16.6
Hk =180kN	9.8	-40.5	0.0	0.1	0.3	-296.1	9.8	0.0	0.0	0.1	0.0	14.3
ветар Wnm	75.2	-1.0	14.0	10.1	-133.9	-7.4	75.2	-1.0	20.9	10.1	3.2	0.2
ветар Wom	203.1	-1.7	34.9	20.3	-277.9	-12.0	203.1	-1.7	39.8	20.3	10.9	0.8
Hk =264kN	14.4	-59.4	-0.1	0.2	0.5	-434.2	14.4	0.0	-0.1	0.2	0.1	20.9
скупљање	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.1	-105.0	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.0	32.3

-леви – низводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2131.9	-18.7	-3.5	0.0	27.0	-145.8	-2282.3	-18.7	-3.5	0.0	0.3	-2.6
дод.стал.- dg	-814.5	-16.3	-3.6	0.0	31.9	-145.4	-814.5	-16.3	-3.6	0.0	4.4	-20.5
преднапрез.- пост.каблови	19.8	8.0	0.1	0.0	-0.4	83.2	19.8	8.0	0.1	0.0	0.0	21.9
предн.- нови каблови	61.8	4.3	0.3	0.0	-2.5	55.1	61.8	4.3	0.3	0.0	-0.3	22.2
V440, maxN1	-987.9	27.1	1.1	-0.4	-42.2	121.3	-987.9	27.1	1.1	-0.4	-5.8	-86.2
V440, minN1	200.9	90.1	2.9	0.3	5.8	696.7	200.9	90.1	2.9	0.3	-0.1	6.5
V440, maxM3	23.9	115.1	3.7	0.6	-0.5	910.4	180.6	28.8	3.2	0.1	0.1	35.8
V440, minM3	-738.8	-41.2	-0.8	-0.8	-26.5	-366.8	-944.9	20.2	0.6	0.0	-4.9	-100.4
t0=+25°C	2.1	45.4	-0.1	0.1	0.5	328.8	2.1	45.4	-0.1	0.1	-0.1	-18.9
dt=+10°C	68.8	12.9	0.3	0.0	-2.6	115.1	68.8	12.9	0.3	0.0	-0.4	16.6
Hk =180kN	9.8	-40.5	0.0	-0.1	-0.3	-296.1	9.8	0.0	0.0	-0.1	0.0	14.3
ветар Wnm	-75.2	1.0	14.0	10.1	-133.9	7.4	-75.2	1.0	20.9	10.1	3.2	-0.2
ветар Wom	-203.1	1.7	34.9	20.3	-277.9	12.0	-203.1	1.7	39.8	20.3	10.9	-0.8
Hk =264kN	14.4	-59.4	0.1	-0.2	-0.5	-434.2	14.4	0.0	0.1	-0.2	-0.1	20.9
скупљање	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.1	-105.0	-0.5	-17.9	0.0	0.0	0.0	32.3

Стуб С3

-десни - узводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2158.2	20.8	3.5	0.0	-27.5	160.3	-2327.1	20.8	3.5	0.0	3.0	-18.5
дод.стал.- dg	-823.8	17.5	3.8	-0.1	-33.8	156.4	-823.8	17.5	3.8	-0.1	-1.4	6.1
преднапрез.- пост.каблови	25.4	-16.4	-0.1	0.0	0.4	-132.3	25.4	-16.4	-0.1	0.0	-0.1	8.6
предн.- нови каблови	60.2	-9.9	-0.3	0.0	2.4	-97.6	60.2	-9.9	-0.3	0.0	0.1	-12.5
V440, maxN1	-1120.7	49.3	-3.7	0.4	-3.5	318.9	-1120.7	49.3	-3.7	0.4	-2.1	-116.6
V440, minN1	132.6	127.4	1.3	-0.1	24.0	1005.7	132.6	127.4	1.3	-0.1	2.1	-78.1
V440, maxM3	-135.2	130.2	0.6	0.5	29.4	1051.5	70.1	43.3	0.8	0.1	0.9	27.4
V440, minM3	-858.6	-27.9	-3.2	-0.6	-8.1	-250.4	-1062.1	30.8	-3.1	-0.1	-1.8	-130.3
t0=+25°C	8.3	-24.3	0.1	0.1	-0.5	-172.5	8.3	-24.3	0.1	0.1	0.1	36.3
dt=+10°C	67.7	-13.7	-0.3	0.0	2.4	-122.3	67.7	-13.7	-0.3	0.0	0.1	-4.3
Hk =180kN	-9.6	-40.8	0.0	0.1	-0.3	-295.1	-9.6	-40.8	0.0	0.1	0.0	55.7
ветар Wnm	132.7	-0.8	28.3	8.5	-238.8	-6.1	132.7	-0.8	36.2	8.5	42.5	1.0
ветар Wom	320.1	-1.9	63.8	16.5	-487.1	-14.5	320.1	-1.9	69.4	16.5	88.5	1.8
Hk =264kN	-14.1	-59.8	0.1	0.2	-0.5	-432.7	-14.1	-59.8	0.1	0.2	0.0	81.7
скупљање	-2.9	8.3	0.0	0.0	0.1	48.3	-2.9	8.3	0.0	0.0	-0.1	-23.0

-леви – низводни

оптерећење	пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-2158.2	20.8	-3.5	0.0	27.5	160.3	-2327.1	20.8	-3.5	0.0	-3.0	-18.5
дод.стал.- dg	-823.8	17.5	-3.8	0.1	33.8	156.4	-823.8	17.5	-3.8	0.1	1.4	6.1
преднапрез.- пост.каблови	25.4	-16.4	0.1	0.0	-0.4	-132.3	25.4	-16.4	0.1	0.0	0.1	8.6
предн.- нови каблови	60.2	-9.9	0.3	0.0	-2.4	-97.6	60.2	-9.9	0.3	0.0	-0.1	-12.5
V440, maxN1	-958.3	47.8	0.4	-0.1	-40.2	305.4	-958.3	47.8	0.4	-0.1	-3.6	-117.3
V440, minN1	231.4	125.8	4.2	0.4	-1.2	991.7	231.4	125.8	4.2	0.4	1.1	-78.7
V440, maxM3	16.5	126.9	3.6	1.1	2.1	1021.8	186.1	42.3	2.3	-0.2	-1.0	27.2
V440, minM3	-744.6	-29.0	-1.4	-0.8	-25.0	-259.7	-916.8	32.7	0.3	0.1	-3.1	-130.0
t0=+25°C	8.3	-24.3	-0.1	-0.1	0.5	-172.5	8.3	-24.3	-0.1	-0.1	-0.1	36.3
dt=+10°C	67.7	-13.7	0.3	0.0	-2.4	-122.3	67.7	-13.7	0.3	0.0	-0.1	-4.3
Hk =180kN	-9.6	-40.8	0.0	-0.1	0.3	-295.1	-9.6	-40.8	0.0	-0.1	0.0	55.7
ветар Wnm	-132.7	0.8	28.3	8.5	-238.8	6.1	-132.7	0.8	36.2	8.5	42.5	-1.0
ветар Wom	-320.1	1.9	63.8	16.5	-487.1	14.5	-320.1	1.9	69.4	16.5	88.5	-1.8
Hk =264kN	-14.1	-59.8	-0.1	-0.2	0.5	-432.7	-14.1	-59.8	-0.1	-0.2	0.0	81.7
скупљање	-2.9	8.3	0.0	0.0	0.1	48.3	-2.9	8.3	0.0	0.0	-0.1	-23.0

Стуб С7

-десни - узводни

оптерећење	пресек на почетку ојачања						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3584.7	-0.1	10.3	0.0	-2.2	0.6	-3648.3	-0.1	10.3	0.0	21.0	0.9
дод.стал.- dg	-1288.0	-0.1	5.0	0.0	-3.7	0.5	-1288.0	-0.1	5.0	0.0	11.4	0.8
преднапрез.- пост.каблови	87.7	24.5	-0.4	-0.2	-0.2	0.0	87.7	24.5	-0.4	-0.2	-1.1	-191.9
предн.- нови каблови	70.7	11.6	-0.3	0.0	0.2	-56.0	70.7	11.6	-0.3	0.0	-0.8	-90.7
V440, maxN1	-1649.4	94.6	-5.7	1.0	-4.2	-511.5	-1649.4	94.6	-5.7	1.0	-16.4	-827.9
V440, minN1	181.4	106.2	2.1	0.3	2.8	-462.4	181.4	106.2	2.1	0.3	4.2	-748.4
V440, maxM3	129.2	5.4	1.7	0.8	2.2	26.8	129.2	5.4	1.7	0.8	2.6	43.4
V440, minM3	-1582.3	96.1	-6.2	-0.1	-5.1	-519.1	-1582.3	96.1	-6.2	-0.1	-19.0	-840.2
t0=+25°C	0.2	-40.2	0.2	0.2	0.2	195.1	0.2	-40.2	0.2	0.2	0.9	315.7
dt=+10°C	82.9	-0.7	-0.3	0.0	0.2	3.6	82.9	-0.7	-0.3	0.0	-0.7	5.9
Hk =180kN	-0.2	-56.4	0.0	0.2	0.0	273.4	-0.2	-56.4	0.0	0.2	0.0	442.5
ветар Wnm	135.5	0.5	51.4	-10.8	30.0	-2.2	135.5	0.5	51.9	-10.8	185.5	-3.6
ветар Wom	343.1	0.9	99.8	-21.4	63.4	-4.5	343.1	0.9	100.2	-21.4	363.9	-7.2
Hk =264kN	-0.3	-82.7	0.0	0.3	0.0	400.9	-0.3	-82.7	0.0	0.3	0.0	648.9
скупљање	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	0.6	0.0	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	-0.5	-189.3

-леви – низводни

оптерећење	пресек на почетку ојачања						пресек у дну стуба					
	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g	-3584.7	-0.1	-10.3	0.0	2.2	0.6	-3648.3	-0.1	-10.3	0.0	-21.0	0.9
дод.стал.- dg	-1288.0	-0.1	-5.0	0.0	3.7	0.5	-1288.0	-0.1	-5.0	0.0	-11.4	0.8
преднапрез.- пост.каблови	87.7	24.5	0.4	0.2	-2.1	0.0	87.7	24.5	0.4	0.2	1.1	-191.9
предн.- нови каблови	70.7	11.6	0.3	0.0	-0.2	-56.0	70.7	11.6	0.3	0.0	0.8	-90.7
V440, maxN1	-1414.1	94.7	-1.1	0.4	-7.6	-512.1	-1414.1	94.7	-1.1	0.4	-6.1	-828.8
V440, minN1	349.3	106.2	5.3	1.1	0.4	-462.3	349.3	106.2	5.3	1.1	11.5	-748.3
V440, maxM3	306.7	5.5	4.5	0.8	0.1	26.4	306.7	5.5	4.5	0.8	9.0	42.8
V440, minM3	-1354.4	95.9	-2.7	0.8	-7.7	-517.9	-1354.4	95.9	-2.7	0.8	-10.9	-838.2
t0=+25°C	0.2	-40.2	-0.2	-0.2	-0.2	195.1	0.2	-40.2	-0.2	-0.2	-0.9	315.7
dt=+10°C	82.9	-0.7	0.3	0.0	-0.2	3.6	82.9	-0.7	0.3	0.0	0.7	5.9
Hk =180kN	-0.2	-56.4	0.0	-0.2	0.0	273.4	-0.2	-56.4	0.0	-0.2	0.0	442.5
ветар Wnm	-135.5	-0.5	51.4	-10.8	30.0	2.2	-135.5	-0.5	51.9	-10.8	185.5	3.6
ветар Wom	-343.1	-0.9	99.8	-21.4	63.4	4.5	-343.1	-0.9	100.2	-21.4	363.9	7.2
Hk =264kN	-0.3	-82.7	0.0	-0.3	0.0	400.9	-0.3	-82.7	0.0	-0.3	0.0	648.9
скупљање	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	0.6	0.0	-0.1	24.1	-0.1	-0.2	-0.5	-189.3

Утицаји у стубовима са срачунатим ексцентрицитетима:

Стуб С2 - горе

$\varphi\infty$= 2.5

Eb= 31.5 GPa

Ab= 1.327 m2

iy= 0.325 m

ix= 0.325 m4

λy= 42.5

λx= 42.5

dy= 1.300 m

dx= 1.300 m

Iiy= 13.8 m

Iix= 13.8 m

Iby= 0.140 m4

Ibx= 0.140 m4

Основно

dg+pnp2+V440

	maxN1 =	***-4009.9***	kN					
(a)	odg M3 =	***-140.8***	kNm	M3*=	***606.7***	kNm	Ng=	-2864.8 kN
	odg M2 =	***-65.2***	kNm	M2*=	***507.7***	kNm	Mgx =	-152.8 kNm
				Mrez*=	***791.2***	kNm	egx=	0.053 m
	min N1 =	***-2664.4***	kN				Ney=	228526 kN
(b)	odg M3 =	***438.9***	kNm	M3*=	***820.9***	kNm	α_{Ey}=	0.013
	odg M2 =	***-50.2***	kNm	M2*=	***346.0***	kNm	e0=	0.046 m
				Mrez*=	***890.8***	kNm	efy=	0.0017 m
	min M3 =	***-634.2***	kNm	M3*=	***1170.9***	kNm		
(c)	odg N1 =	***-3714.9***	kN					
	odg M2 =	***-66.4***	kNm	M2*=	***477.9***	kNm		
				Mrez*=	***1264.7***	kNm		

Mgy = -56.1 kNm

egy= 0.020 m

Nex= 228526 kN

α_{Ex}= 0.013

e0x=e0y 0.033 m

efx= 0.0028 m

Основно + допунско

osnovno+t0+dt +Hk+Wom

	max N1 =	***-4253.6***	kN					
(a)	odg M3 =	***-63.6***	kNm	M3*=	***536.2***	kNm		
	odg M2 =	***211.7***	kNm	M2*=	***716.3***	kNm		
				Mrez*=	***894.7***	kNm		
	min N1 =	***-2396.6***	kN					
(b)	odg M3 =	***402.0***	kNm	M3*=	***746.9***	kNm		
	odg M2 =	***-326.2***	kNm	M2*=	***654.3***	kNm		
				Mrez*=	***993.0***	kNm		
	min M3 =	***-1449.5***	kNm	M3*=	***2073.8***	kNm		
(c)	odg N1 =	***-3523.5***	kN					
	odg M2 =	***-344.2***	kNm	M2*=	***799.5***	kNm		
				Mrez*=	***2222.6***	kNm		

Основно

	e1y=	0.016 m	e1y/d=	0.013	Σey=	0.127 m
(a)	e1x=	0.035 m	e1x/d=	0.027	Σex=	0.151 m
	e2y=	0.076 m	e2x=	0.081 m	erez=	0.197 m
	e1y=	0.019 m	e1y/d=	0.014	Σey=	0.130 m
(b)	e1x=	0.165 m	e1x/d=	0.127	Σex=	0.308 m
	e2y=	0.077 m	e2x=	0.108 m	erez=	0.334 m
	e1y=	0.018 m	e1y/d=	0.014	Σey=	0.129 m
(c)	e1x=	0.171 m	e1x/d=	0.131	Σex=	0.315 m
	e2y=	0.077 m	e2x=	0.109 m	erez=	0.340 m

Основно+допунско

	e1y=	0.050 m	e1y/d=	0.038	Σey=	0.168 m
(a)	e1x=	0.015 m	e1x/d=	0.012	Σex=	0.126 m
	e2y=	0.084 m	e2x=	0.076 m	erez=	0.210 m
	e1y=	0.136 m	e1y/d=	0.105	Σey=	0.273 m
(b)	e1x=	0.168 m	e1x/d=	0.129	Σex=	0.312 m
	e2y=	0.103 m	e2x=	0.109 m	erez=	0.414 m
	e1y=	0.098 m	e1y/d=	0.075	Σey=	0.227 m
(c)	e1x=	0.411 m	e1x/d=	0.316	Σex=	0.589 m
	e2y=	0.095 m	e2x=	0.142 m	erez=	0.631 m

Стуб С2 - доле ојачан пресек

Основно

dg+pnp2+V440

	maxN1 =	***-4304.5***	kN								
(a)	odg M3 =	***-22.9***	kNm	M3*=	***339.1***	kNm	Ng=	-3119.0	kN		
	odg M2 =	***-6.1***	kNm	M2*=	***317.0***	kNm	Mgx =	21.1	kNm	Mgy =	-4.4 kNm
				Mrez*=	***464.2***	kNm	egx=	0.007	m	egy=	0.001 m
	min N1 =	***-2913.4***	kN				Ney=	228526	kN	Nex=	228526 kN
(b)	odg M3 =	***71.9***	kNm	M3*=	***300.7***	kNm	α_{Ey}=	0.014		α_{Ex}=	0.014
	odg M2 =	***-4.6***	kNm	M2*=	***215.2***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***369.7***	kNm	efy=	0.0001	m	efx=	0.0002 m
	maxM3 =	***92.7***	kNm	M3*=	***339.4***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-3088.4***	kN								
	odg M2 =	***-5.5***	kNm	M2*=	***228.9***	kNm					
				Mrez*=	***409.4***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+dt
+Hk+Wom

	max N1 =	***-4500.4***	kN			
(a)	odg M3 =	***-31.1***	kNm	M3*=	***363.7***	kNm
	odg M2 =	***-16.2***	kNm	M2*=	***343.9***	kNm
				Mrez*=	***500.5***	kNm
	min N1 =	***-2693.5***	kN			
(b)	odg M3 =	***85.9***	kNm	M3*=	***302.3***	kNm
	odg M2 =	***5.6***	kNm	M2*=	***200.6***	kNm
				Mrez*=	***362.8***	kNm
	maxM3 =	***127.1***	kNm	M3*=	***371.8***	kNm
(c)	odg N1 =	***-2944.9***	kN			
	odg M2 =	***4.2***	kNm	M2*=	***216.9***	kNm
				Mrez*=	***430.4***	kNm

Основно

	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.074 m
(a)	e1x=	0.005	m	e1x/d=	0.004	∑ex=	0.079 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.073 m	erez=	0.108 m
	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.074 m
(b)	e1x=	0.025	m	e1x/d=	0.019	∑ex=	0.103 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.078 m	erez=	0.127 m
	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.074 m
(c)	e1x=	0.030	m	e1x/d=	0.023	∑ex=	0.110 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.080 m	erez=	0.133 m

Основно+допунско

	e1y=	0.004	m	e1y/d=	0.003	∑ey=	0.076 m
(a)	e1x=	0.007	m	e1x/d=	0.005	∑ex=	0.081 m
	e2y=	0.073	m	e2x=	0.074 m	erez=	0.111 m
	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.074 m
(b)	e1x=	0.032	m	e1x/d=	0.025	∑ex=	0.112 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.080 m	erez=	0.135 m
	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.074 m
(c)	e1x=	0.043	m	e1x/d=	0.033	∑ex=	0.126 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.083 m	erez=	0.146 m

Стуб С3 -горе

$\varphi\infty$= 2.5

Eb= 31.5 GPa λy= 42.5 iiy= 13.8 m

Основно

Ab= 1.327 m2 λx= 42.5 iix= 13.8 m

iy= 0.325 m dy= 1.300 m Iby= 0.140 m4

dg+pnp2+V440

ix= 0.325 m4 dx= 1.300 m Ibx= 0.140 m4

	max N1 =	***-4020.0***	kN								
(a)	odg M3 =	***453.8***	kNm	M3*=	***987.2***	kNm	Ng=	-2896.4	kN		
	odg M2 =	***-61.8***	kNm	M2*=	***504.6***	kNm	Mgx =	86.7	kNm	Mgy =	-58.4 kNm
				Mrez*=	***1108.7***	kNm	egx=	0.030	m	egy=	0.020 m
	min N1 =	***-2667.9***	kN				Ney=	228526	kN	Nex=	228526 kN
(b)	odg M3 =	***1126.6***	kNm	M3*=	***1597.3***	kNm	α_{Ey}=	0.013		α_{Ex}=	0.013
	odg M2 =	***-59.4***	kNm	M2*=	***358.1***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.033 m
				Mrez*=	***1636.9***	kNm	efy=	0.0017	m	efx=	0.0020 m
	max M3 =	***1186.4***	kNm	M3*=	***1721.8***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-3034.5***	kN								
	odg M2 =	***-58.3***	kNm	M2*=	***395.6***	kNm					
				Mrez*=	***1766.7***	kNm					

Основно + допунско

osnovno+t0+dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-4386.2***	kN			
(a)	odg M3 =	***250.9***	kNm	M3*=	***780.3***	kNm
	odg M2 =	***424.5***	kNm	M2*=	***990.5***	kNm
				Mrez*=	***1261.0***	kNm
	min N1 =	***-2278.0***	kN			
(b)	odg M3 =	***1286.7***	kNm	M3*=	***1688.7***	kNm
	odg M2 =	***-544.9***	kNm	M2*=	***898.5***	kNm
				Mrez*=	***1912.8***	kNm
	max M3 =	***1820.0***	kNm	M3*=	***2302.1***	kNm
(c)	odg N1 =	***-2732.2***	kN			
	odg M2 =	***-545.3***	kNm	M2*=	***951.1***	kNm
				Mrez*=	***2490.9***	kNm

Основно

	e1y=	0.015	m	e1y/d=	0.012	∑ey=	0.126 m
(a)	e1x=	0.113	m	e1x/d=	0.087	∑ex=	0.246 m
	e2y=	0.076	m	e2x=	0.098 m	erez=	0.276 m
	e1y=	0.022	m	e1y/d=	0.017	∑ey=	0.134 m
(b)	e1x=	0.422	m	e1x/d=	0.325	∑ex=	0.599 m
	e2y=	0.078	m	e2x=	0.142 m	erez=	0.614 m
	e1y=	0.019	m	e1y/d=	0.015	∑ey=	0.130 m
(c)	e1x=	0.391	m	e1x/d=	0.301	∑ex=	0.567 m
	e2y=	0.077	m	e2x=	0.142 m	erez=	0.582 m

Основно+допунско

	e1y=	0.097	m	e1y/d=	0.074	∑ey=	0.226 m
(a)	e1x=	0.057	m	e1x/d=	0.044	∑ex=	0.178 m
	e2y=	0.095	m	e2x=	0.086 m	erez=	0.287 m
	e1y=	0.239	m	e1y/d=	0.184	∑ey=	0.394 m
(b)	e1x=	0.565	m	e1x/d=	0.435	∑ex=	0.741 m
	e2y=	0.121	m	e2x=	0.142 m	erez=	0.840 m
	e1y=	0.200	m	e1y/d=	0.154	∑ey=	0.348 m
(c)	e1x=	0.666	m	e1x/d=	0.512	∑ex=	0.843 m
	e2y=	0.114	m	e2x=	0.142 m	erez=	0.912 m

Стуб С3 - доле ојач.пресек

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-4305.4***	kN				Ng=	-3181.8	kN		
(a)	odg M3 =	***-155.9***	kNm	M3*=	***506.1***	kNm					
	odg M2 =	***-0.5***	kNm	M2*=	***309.8***	kNm	Mgx =	-16.3	kNm	Mgy =	1.6 kNm
				Mrez*=	***593.4***	kNm	egx=	0.005	m	egy=	0.001 m
	min N1 =	***-2953.3***	kN				Ney=	228526	kN	Nex=	228526 kN
(b)	odg M3 =	***-117.9***	kNm	M3*=	***360.9***	kNm	α_{Ey}=	0.014		α_{Ex}=	0.014
	odg M2 =	***2.6***	kNm	M2*=	***215.4***	kNm	e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***420.3***	kNm	efy=	0.0000	m	efx=	0.0002 m
	min M3 =	***-169.3***	kNm	M3*=	***508.0***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-4101.5***	kN								
	odg M2 =	***-1.6***	kNm	M2*=	***296.5***	kNm					
				Mrez*=	***588.2***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+d
t+Hk+Wom

	max N1 =	***-4671.6***	kN			
(a)	odg M3 =	***-110.7***	kNm	M3*=	***476.2***	kNm
	odg M2 =	***-89.3***	kNm	M2*=	***448.5***	kNm
				Mrez*=	***654.2***	kNm
	min N1 =	***-2563.4***	kN			
(b)	odg M3 =	***-164.6***	kNm	M3*=	***390.0***	kNm
	odg M2 =	***91.4***	kNm	M2*=	***299.2***	kNm
				Mrez*=	***491.5***	kNm
	min M3 =	***-284.1***	kNm	M3*=	***627.1***	kNm
(c)	odg N1 =	***-3799.2***	kN			
	odg M2 =	***86.8***	kNm	M2*=	***382.6***	kNm
				Mrez*=	***734.6***	kNm

Основно

	e1y=	0.000	m	e1y/d=	0.000	Σey=	0.072 m
(a)	e1x=	0.036	m	e1x/d=	0.028	Σex=	0.118 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.081 m	erez=	0.138 m
	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	Σey=	0.073 m
(b)	e1x=	0.040	m	e1x/d=	0.031	Σex=	0.122 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.082 m	erez=	0.142 m
	e1y=	0.000	m	e1y/d=	0.000	Σey=	0.072 m
(c)	e1x=	0.041	m	e1x/d=	0.032	Σex=	0.124 m
	e2y=	0.072	m	e2x=	0.082 m	erez=	0.143 m

Основно+допунско

	e1y=	0.019	m	e1y/d=	0.015	Σey=	0.096 m
(a)	e1x=	0.024	m	e1x/d=	0.018	Σex=	0.102 m
	e2y=	0.077	m	e2x=	0.078 m	erez=	0.140 m
	e1y=	0.036	m	e1y/d=	0.027	Σey=	0.117 m
(b)	e1x=	0.064	m	e1x/d=	0.049	Σex=	0.152 m
	e2y=	0.081	m	e2x=	0.088 m	erez=	0.192 m
	e1y=	0.023	m	e1y/d=	0.018	Σey=	0.101 m
(c)	e1x=	0.075	m	e1x/d=	0.058	Σex=	0.165 m
	e2y=	0.078	m	e2x=	0.090 m	erez=	0.193 m

За стуб С7 са променљивим попречним пресеком срачуната је нова дужина извијања и са њом нови ексцентрицитети. С обзиром на дужину ојачања у односу на укупну дужину стуба

(0.4) и однос крутости неојачаног и ојачаног пресека (0.4) за стуб са скоковито променљивим пресеком дужина извијања стуба се повећава за 20%.

C7 - поч.ојач. d=1.2m

φ_{∞}= 2.5

Eb= 31.5 GPa λ_y= 29.4 iiy= 11.01 m

Основно Ab= 1.130 m2 λ_x= 36.7 iix= 13.75 m

iy= 0.300 m dy= 1.200 m Iby= 0.102 m4

dg+pnp2+V440 ix= 0.300 m4 dx= 1.200 m Ibx= 0.102 m4

max N1 =	***-6363.9***	kN				Ng=	-4714.3	kN		
odg M3 =	***-703.4***	kNm	M3*=	***1295.3***	kNm	Mgx =	-55.0	kNm	Mgy =	-5.9 kNm
odg M2 =	***-9.5***	kNm	M2*=	***311.3***	kNm	egx=	0.012	m	egx=egy	0.001 m
			Mrez*=	***1332.1***	kNm	Ney=	260657	kN	Nex=	167124 kN
min N1 =	***-4365.2***	kN				α_{Ey}=	0.018086		α_{Ex}=	0.028
odg M3 =	***-654.2***	kNm	M3*=	***1082.2***	kNm	e0=	0.041	m	e0x=e0y	0.029 m
odg M2 =	***-4.9***	kNm	M2*=	***211.7***	kNm	efy=	0.0014	m	efx=	0.0023 m
			Mrez*=	***1102.7***	kNm					
min M3 =	***-704.0***	kNm	M3*=	***1277.5***	kNm					
odg N1 =	***-6128.6***	kN								
odg M2 =	***-12.9***	kNm	M2*=	***303.7***	kNm					
			Mrez*=	***1313.1***	kNm					

Основно + допунско osnovno+t0+ dt+Hk+Wom

max N1 =	***-6736.1***	kN			
odg M3 =	***-104.2***	kNm	M3*=	***633.9***	kNm
odg M2 =	***-72.9***	kNm	M2*=	***396.5***	kNm
			Mrez*=	***747.7***	kNm
min N1 =	***-3964.0***	kN			
odg M3 =	***-1252.1***	kNm	M3*=	***1712.3***	kNm
odg M2 =	***58.6***	kNm	M2*=	***250.1***	kNm
			Mrez*=	***1730.5***	kNm
min M3 =	***-1305.7***	kNm	M3*=	***1926.1***	kNm
odg N1 =	***-5814.5***	kN			
odg M2 =	***50.3***	kNm	M2*=	***328.9***	kNm
			Mrez*=	***1954.0***	kNm

Основно

	e1y=	0.001 m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.049 m
(a)	e1x=	0.111 m	e1x/d=	0.092	∑ex=	0.204 m
	e2y=	0.017 m	e2x=	0.062 m	erez=	0.209 m
	e1y=	0.001 m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.049 m
(b)	e1x=	0.150 m	e1x/d=	0.125	∑ex=	0.248 m
	e2y=	0.017 m	e2x=	0.067 m	erez=	0.253 m
	e1y=	0.002 m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.050 m
(c)	e1x=	0.115 m	e1x/d=	0.096	∑ex=	0.208 m
	e2y=	0.017 m	e2x=	0.062 m	erez=	0.214 m

Основно+допунско

	e1y=	0.011 m	e1y/d=	0.009	∑ey=	0.059 m
(a)	e1x=	0.015 m	e1x/d=	0.013	∑ex=	0.094 m
	e2y=	0.017 m	e2x=	0.047 m	erez=	0.111 m
	e1y=	0.015 m	e1y/d=	0.012	∑ey=	0.063 m
(b)	e1x=	0.316 m	e1x/d=	0.263	∑ex=	0.432 m
	e2y=	0.018 m	e2x=	0.085 m	erez=	0.437 m
	e1y=	0.009 m	e1y/d=	0.007	∑ey=	0.057 m
(c)	e1x=	0.225 m	e1x/d=	0.187	∑ex=	0.331 m
	e2y=	0.017 m	e2x=	0.075 m	erez=	0.336 m

Стуб С7 - доле

Основно

dg+pnp2+V440

	max N1 =	***-6544.0***	kN								
(a)	odg M3 =	***-1298.2***	kNm	M3*=	***2048.7***	kNm	Ng=	-4894.4	kN		
	odg M2 =	***13.6***	kNm	M2*=	***346.1***	kNm	Mgx =	-281.0	kNm	Mgy =	30.5 kNm
				Mrez*=	***2077.8***	kNm	egx=	0.057	m	egy=	0.006 m
	min N1 =	***-4545.3***	kN				Ney=	634065	kN	Nex=	407425 kN
(b)	odg M3 =	***-1218.6***	kNm	M3*=	***1776.6***	kNm	α_{Ey}=	0.008		α_{Ex}=	0.012
	odg M2 =	***41.5***	kNm	M2*=	***274.6***	kNm	e0=	0.041	m	e0x=e0y	0.000
				Mrez*=	***1797.7***	kNm	efy=	0.0001	m	efx=	0.0018 m
	min M3 =	***-1308.5***	kNm	M3*=	***2033.5***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-6249.0***	kN								
	odg M2 =	***19.2***	kNm	M2*=	***337.1***	kNm					
				Mrez*=	***2061.3***	kNm					

Основно +
допунско

osnovno+t0+dt
+Hk+Wom

	max N1 =	***-6916.6***	kN			
(a)	odg M3 =	***-959.8***	kNm	M3*=	***1700.7***	kNm
	odg M2 =	***-350.8***	kNm	M2*=	***723.9***	kNm
				Mrez*=	***1848.4***	kNm
	min N1 =	***-4143.6***	kN			
(b)	odg M3 =	***-1554.9***	kNm	M3*=	***2110.0***	kNm
	odg M2 =	***405.7***	kNm	M2*=	***640.4***	kNm
				Mrez*=	***2205.1***	kNm
	min M3 =	***-2282.5***	kNm	M3*=	***3083.0***	kNm
(c)	odg N1 =	***-5934.8***	kN			
	odg M2 =	***382.4***	kNm	M2*=	***707.3***	kNm
				Mrez*=	***3163.1***	kNm

Основно

	e1y=	0.002	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.053 m
(a)	e1x=	0.198	m	e1x/d=	0.132	∑ex=	0.313 m
	e2y=	0.021	m	e2x=	0.085 m	erez=	0.318 m
	e1y=	0.009	m	e1y/d=	0.006	∑ey=	0.060 m
(b)	e1x=	0.268	m	e1x/d=	0.179	∑ex=	0.391 m
	e2y=	0.021	m	e2x=	0.093 m	erez=	0.396 m
	e1y=	0.003	m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.054 m
(c)	e1x=	0.209	m	e1x/d=	0.140	∑ex=	0.325 m
	e2y=	0.021	m	e2x=	0.086 m	erez=	0.330 m

Основно+допунско

	e1y=	0.051	m	e1y/d=	0.034	∑ey=	0.105 m
(a)	e1x=	0.139	m	e1x/d=	0.093	∑ex=	0.246 m
	e2y=	0.024	m	e2x=	0.077 m	erez=	0.267 m
	e1y=	0.098	m	e1y/d=	0.065	∑ey=	0.155 m
(b)	e1x=	0.375	m	e1x/d=	0.250	∑ex=	0.509 m
	e2y=	0.027	m	e2x=	0.104 m	erez=	0.532 m
	e1y=	0.064	m	e1y/d=	0.043	∑ey=	0.119 m
(c)	e1x=	0.385	m	e1x/d=	0.256	∑ex=	0.519 m
	e2y=	0.025	m	e2x=	0.105 m	erez=	0.533 m

8.2.6.2 Статички утицаји у ојачаним стубовима - сеизмичко оптерећење

Величина сеизмичких сила срачуната је са промењеним крутостима ојачаних стубова.

Подужни правац

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	2.4549	0.4073
2	1.3212	0.7569
3	0.1672	5.9819
4	0.1453	6.8804
5	0.1211	8.2595

конструкција К1

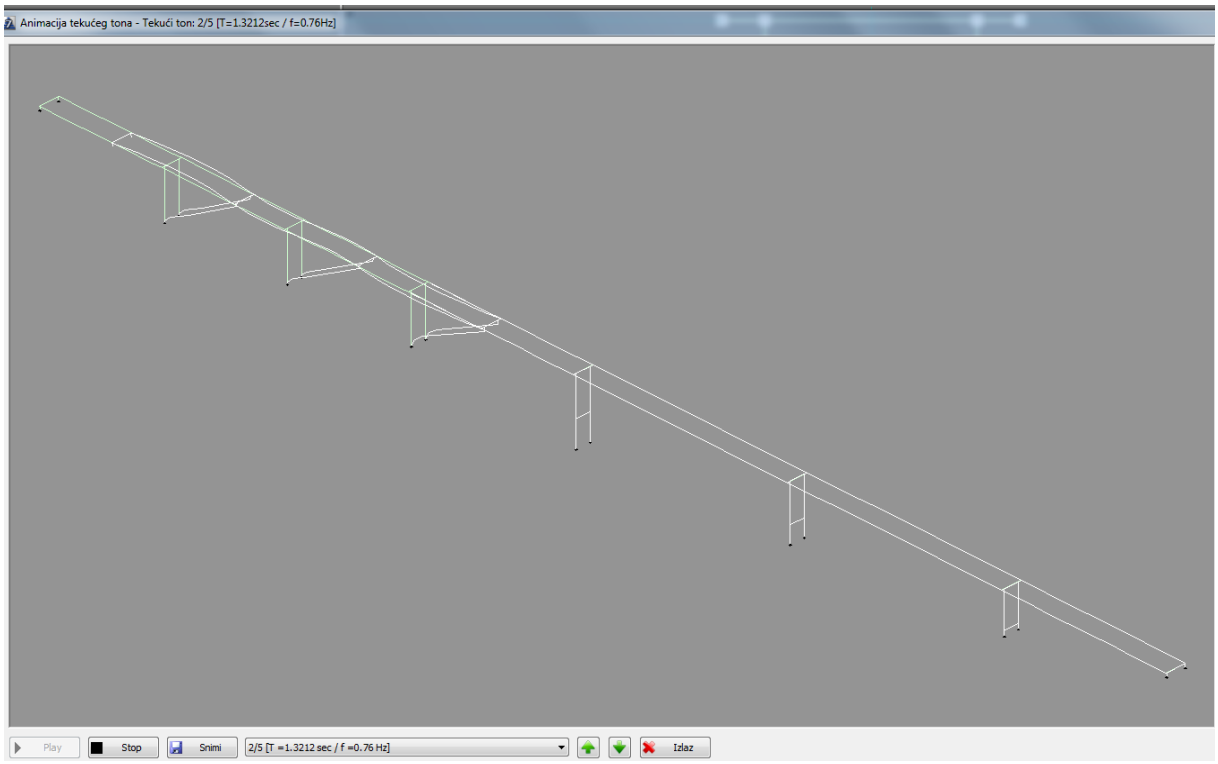
период осциловања конструкције ..... $T_i = 1.3212s$

за $(T_i > T_s)$, $\beta_i = a \cdot (\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$ $\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 1.3212)^{-\frac{2}{3}} = 1.529$ (Z1)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 1.529 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.046 \times G_k}$ **(Z1)**

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 1.3212)^{-\frac{2}{3}} = 1.118$ (Z2)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 1.118 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.053 \times G_k}$ **(Z2)**



конструкција К2

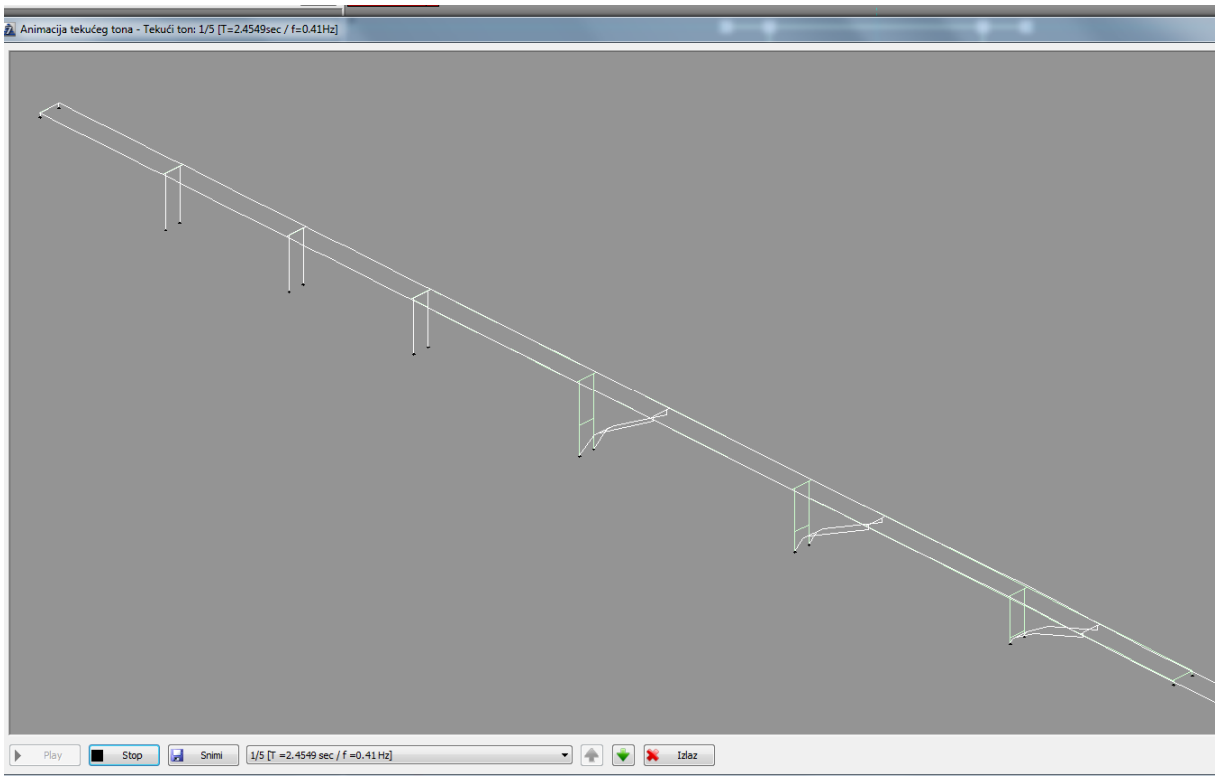
период осциловања конструкције ..... $T_i = 2.455s$

за $(T_i > T_s)$, $\beta_i = a \cdot (\lambda \cdot T_i)^{-\frac{2}{3}}$ $\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 2.455)^{-\frac{2}{3}} = 1.012$ (Z1)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 1.012 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.03 \times G_k}$ **(Z1)**

$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 2.455)^{-\frac{2}{3}} = 0.739$ (Z2)

$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 0.739 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.035 \times G_k}$ **(Z2)**



Попречни правац

Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.1182	0.8943
2	0.8907	1.1227
3	0.6141	1.6285
4	0.4889	2.0454
5	0.3497	2.8594

<u>конструкција K1,K2</u>

период осциловања конструкције ..... $T_i = 1.1182s$

$$\beta_i = 0.25 \cdot (0.05 \cdot 1.1182)^{-\frac{2}{3}} = 1.710 \quad (Z1)$$

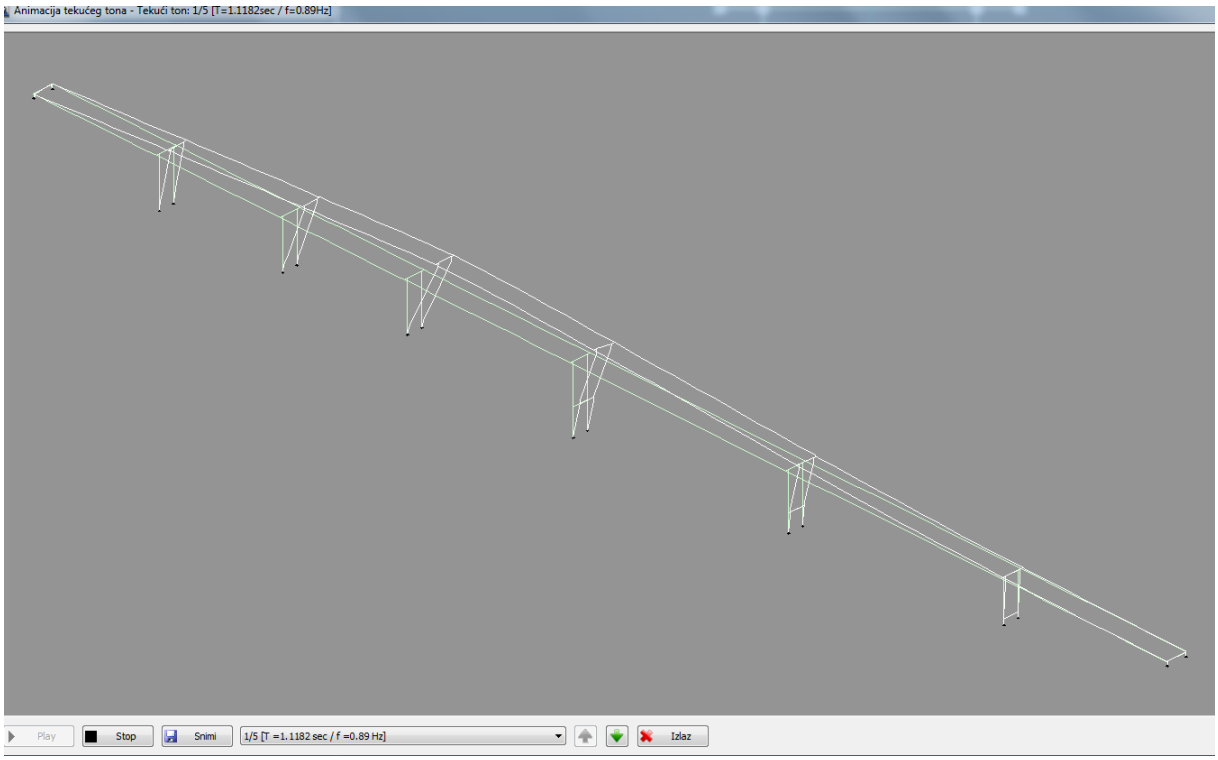
$$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.05 \cdot 1.71 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.051 \times G_k} \quad \mathbf{(Z1)}$$

$$\beta_i = 0.25 \cdot (0.08 \cdot 1.1182)^{-\frac{2}{3}} = 1.250 \quad (Z2)$$

$$S_{x,ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k = 0.08 \cdot 1.25 \cdot 0.6 \cdot 1.0 \cdot G_k = \mathbf{0.060 \times G_k} \quad \mathbf{(Z2)}$$

Тежина моста са ојачаним стубовима са 1/3 тежине стубова

	оптерећење	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	Ng+dg+pnp (kN)	1035.9	2825.2	2856.7	2421.1	4495.4	4642.1	4494.5	1272.4
	Gst/3 (kN)		84.7	95.1	92.4	81.8	77.9	74.0	
Z1	Sx,kon (kN)	47.7	130.0	131.4	111.4	134.9	139.3	134.8	38.2
	Sx,st (kN)		3.9	4.4	4.3	2.5	2.3	2.2	
	Sy,kon (kN)	52.8	144.1	145.7	123.5	229.3	236.7	229.2	64.9
	Sy,st (kN)		4.3	4.9	4.7	4.2	4.0	3.8	
Z2	Sx,kon (kN)	54.9	149.7	151.4	128.3	157.3	162.5	157.3	44.5
	Sx,st (kN)		4.5	5.0	4.9	2.9	2.7	2.6	
	Sy,kon (kN)	62.2	169.5	171.4	145.3	269.7	278.5	269.7	76.3
	Sy,st (kN)		5.1	5.7	5.5	4.9	4.7	4.4	



Утицаји од сеизмичкиог оптерећења

Стуб С2

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*47.0*	*-191.2*	*-0.2*	*0.7*	*1.6*	*-1420.7*	*47.0*	*-195.1*	*-0.2*	*0.7*	*0.2*	*68.4*
	Sy	*319.3*	*-3.5*	*75.2*	*37.3*	*-579.9*	*-26.3*	*319.3*	*-3.5*	*79.5*	*37.3*	*23.5*	*0.6*
Z2	Sx	*54.1*	*-220.1*	*-0.2*	*0.8*	*1.8*	*-1636.0*	*54.1*	*-224.6*	*-0.2*	*0.8*	*0.3*	*78.7*
	Sy	*375.5*	*-4.1*	*88.4*	*43.9*	*-682.1*	*-30.9*	*375.5*	*-4.1*	*93.5*	*43.9*	*27.6*	*0.8*

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*47.0*	*-191.2*	*0.2*	*-0.7*	*-1.6*	*-1420.7*	*47.0*	*-195.1*	*0.2*	*-0.7*	*-0.2*	*68.4*
	Sy	*-319.3*	*3.5*	*75.2*	*37.3*	*-579.9*	*26.3*	*-319.3*	*3.5*	*79.5*	*37.3*	*23.5*	*-0.6*
Z2	Sx	*54.1*	*-220.1*	*0.2*	*-0.8*	*-1.8*	*-1636.0*	*54.1*	*-224.6*	*0.2*	*-0.8*	*-0.3*	*78.7*
	Sy	*-375.5*	*4.1*	*88.4*	*43.9*	*-682.1*	*30.9*	*-375.5*	*4.1*	*93.5*	*43.9*	*27.6*	*-0.8*

Стуб С3

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*-46.2*	*-192.1*	*0.2*	*0.7*	*-1.6*	*-1415.4*	*-46.2*	*-196.5*	*0.2*	*0.7*	*-0.1*	*268.0*
	Sy	*538.0*	*-3.0*	*129.6*	*30.8*	*-974.3*	*-22.5*	*538.0*	*-3.0*	*134.5*	*30.8*	*175.4*	*3.6*
Z2	Sx	*-53.2*	*-221.2*	*0.2*	*0.8*	*-1.9*	*-1629.9*	*-53.2*	*-226.2*	*0.2*	*0.8*	*-0.1*	*308.6*
	Sy	*632.8*	*-3.6*	*152.5*	*36.2*	*-1146.1*	*-26.5*	*632.8*	*-3.6*	*158.2*	*36.2*	*206.3*	*4.3*

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	-46.2	-192.1	-0.2	-0.7	1.6	-1415.4	-46.2	-196.5	-0.2	-0.7	0.1	268.0
	Sy	-538.0	3.0	129.6	30.8	-974.3	22.5	-538.0	3.0	134.5	30.8	175.4	-3.6
Z2	Sx	-53.2	-221.2	-0.2	-0.8	1.9	-1629.9	-53.2	-226.2	-0.2	-0.8	0.1	308.6
	Sy	-632.8	3.6	152.5	36.2	-1146.1	26.5	-632.8	3.6	158.2	36.2	206.3	-4.3

Стуб С4

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	-14.8	-37.3	0.1	0.1	-0.6	0.0	-14.8	-41.6	0.1	0.1	0.0	341.6
	Sy	706.1	-0.5	167.3	25.8	-876.5	0.0	706.1	-0.5	172.0	25.8	179.0	4.2
Z2	Sx	-17.1	-43.0	0.1	0.1	-0.7	0.0	-17.1	-47.9	0.1	0.1	0.0	393.3
	Sy	830.5	-0.6	196.8	30.3	-1031.0	0.0	830.5	-0.6	202.3	30.3	210.6	4.9

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	-14.8	-37.3	-0.1	-0.1	0.6	0.0	-14.8	-41.6	-0.1	-0.1	0.0	341.6
	Sy	-706.1	0.5	167.3	25.8	-876.5	0.0	-706.1	0.5	172.0	25.8	179.0	-4.2
Z2	Sx	-17.1	-43.0	-0.1	-0.1	0.7	0.0	-17.1	-47.9	-0.1	-0.1	0.0	393.3
	Sy	-830.5	0.6	196.8	30.3	-1031.0	0.0	-830.5	0.6	202.3	30.3	210.6	-4.9

Стуб С5

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	-0.4	-44.6	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.4	-47.1	0.0	0.2	0.0	405.1
	Sy	596.4	0.4	217.6	-11.7	-721.8	0.0	596.4	0.4	221.8	-11.7	885.4	-3.5
Z2	Sx	-0.4	-52.1	0.0	0.3	0.0	0.0	-0.4	-55.0	0.0	0.3	0.0	472.5
	Sy	701.5	0.5	255.9	-13.8	-849.0	0.0	701.5	0.5	260.8	-13.8	1041.4	-4.1

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	-0.4	-44.6	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.4	-47.1	0.0	-0.2	0.0	405.1
	Sy	-596.4	-0.4	217.6	-11.7	-721.8	0.0	-596.4	-0.4	221.8	-11.7	885.4	3.5
Z2	Sx	-0.4	-52.1	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.4	-55.0	0.0	-0.3	0.0	472.5
	Sy	-701.5	-0.5	255.9	-13.8	-849.0	0.0	-701.5	-0.5	260.8	-13.8	1041.4	4.1

Стуб С6

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	4.0	-81.8	0.0	0.3	0.1	0.0	4.0	-84.1	0.0	0.3	0.0	691.3
	Sy	634.4	0.7	231.9	-21.9	-731.4	0.0	634.4	0.7	235.9	-21.9	898.1	-5.6
Z2	Sx	4.7	-95.4	0.0	0.3	0.1	0.0	4.7	-98.1	0.0	0.3	0.0	806.3
	Sy	746.3	0.8	272.8	-25.8	-860.4	0.0	746.3	0.8	277.5	-25.8	1056.5	-6.6

		пресек у врху стуба						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*4.0*	*-81.8*	*0.0*	*-0.3*	*-0.1*	*0.0*	*4.0*	*-84.1*	*0.0*	*-0.3*	*0.0*	*691.3*
	Sy	*-634.4*	*-0.7*	*231.9*	*-21.9*	*-731.4*	*0.0*	*-634.4*	*-0.7*	*235.9*	*-21.9*	*898.1*	*5.6*
Z2	Sx	*4.7*	*-95.4*	*0.0*	*-0.3*	*-0.1*	*0.0*	*4.7*	*-98.1*	*0.0*	*-0.3*	*0.0*	*806.3*
	Sy	*-746.3*	*-0.8*	*272.8*	*-25.8*	*-860.4*	*0.0*	*-746.3*	*-0.8*	*277.5*	*-25.8*	*1056.5*	*6.6*

Стуб С7

		пресек на почетку ојачања						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*-0.5*	*-323.0*	*0.0*	*2.5*	*0.0*	*1563.6*	*-0.5*	*-323.0*	*0.0*	*2.5*	*0.0*	*2532.6*
	Sy	*515.2*	*2.6*	*232.8*	*-45.7*	*237.9*	*-12.4*	*515.2*	*2.6*	*232.8*	*-45.7*	*1038.3*	*-20.1*
Z2	Sx	*-0.5*	*-376.8*	*0.0*	*3.0*	*0.0*	*1823.8*	*-0.5*	*-376.8*	*0.0*	*3.0*	*0.0*	*2954.1*
	Sy	*606.2*	*3.0*	*273.9*	*-53.8*	*279.9*	*-14.6*	*606.2*	*3.0*	*273.9*	*-53.8*	*1221.6*	*-23.6*

		пресек на почетку ојачања						пресек у дну стуба					
	оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Z1	Sx	*-0.5*	*-323.0*	*0.0*	*-2.5*	*0.0*	*1563.6*	*-0.5*	*-323.0*	*0.0*	*-2.5*	*0.0*	*2532.6*
	Sy	*-515.2*	*-2.6*	*232.8*	*-45.7*	*237.9*	*12.4*	*-515.2*	*-2.6*	*232.8*	*-45.7*	*1038.3*	*20.1*
Z2	Sx	*-0.5*	*-376.8*	*0.0*	*-3.0*	*0.0*	*1823.8*	*-0.5*	*-376.8*	*0.0*	*-3.0*	*0.0*	*2954.1*
	Sy	*-606.2*	*-3.0*	*273.9*	*-53.8*	*279.9*	*14.6*	*-606.2*	*-3.0*	*273.9*	*-53.8*	*1221.6*	*23.6*

Утицаји од сеизмичких сила (Z2) у стубовима са срачунатим ексцентрицитетима

Стуб С2 - горе

φ_{∞}= 2.5

Eb= 31.5 GPa λ_y= 42.5 iy= 13.8 m

Ab= 1.327 m2 λ_x= 42.5 ix= 13.8 m

iy= 0.325 m dy= 1.300 m Iby= 0.140 m4

ix= 0.325 m4 dx= 1.300 m Ibx= 0.140 m4

	стално+сеизмика					
	N1 =	***-2806.3***	kN			
Sx	minM3 =	***-1790.1***	kNm	M3*=	***2285.9***	kNm
	odg M2 =	***18.3***	kNm	M2*=	***320.1***	kNm
				Mrez*=	***2308.2***	kNm
	N1 =	***-2484.9***	kN			
Sy	odg M3 =	***221.4***	kNm	M3*=	***539.4***	kNm
	max M2 =	***698.6***	kNm	M2*=	***1100.2***	kNm
				Mrez*=	***1225.4***	kNm

Ng= -2864.1 kN

Mgx = -108.8 kNm Mgy = -36.1 kNm

egx= 0.038 m egy= 0.013 m

Ney= 228526 kN Nex= 228526 kN

α_{Ey}= 0.013 α_{Ex}= 0.013

e0= 0.046 m e0x=e0y 0.033 m

efy= 0.0015 m efx= 0.0023 m

	e1y=	0.007 m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.114 m	
(a)	e1x=	0.638 m	e1x/d=	0.491	∑ex=	0.815 m	
	e2y=	0.074 m	e2x=	0.142 m	erez=	0.823 m	
	e1y=	0.281 m	e1y/d=	0.216	∑ey=	0.443 m	
(b)	e1x=	0.089 m	e1x/d=	0.069	∑ex=	0.217 m	
	e2y=	0.128 m	e2x=	0.093 m	erez=	0.493 m	

Стуб С2 - доле-ојачан пресек

	стално+сеизмика									
	N1 =	***-2956.7***	kN				Ng =	-3014.5 kN		
Sx	minM3 =	***-2.9***	kNm	M3*=	***316.5***	kNm				
	odg M2 =	***-3.3***	kNm	M2*=	***315.9***	kNm	Mgx =	31.1 kNm	Mgy =	-0.5 kNm
				Mrez*=	***447.2***	kNm	egx=	0.010 m	egy=	0.000 m
	N1 =	***-2635.3***	kN				Ney=	228526 kN	Nex=	228526 kN
Sx	odg M3 =	***-80.9***	kNm	M3*=	***380.8***	kNm	α_{Ey}=	0.013	α_{Ex}=	0.013
	max M2 =	***-31.2***	kNm	M2*=	***317.4***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033
				Mrez*=	***495.8***	kNm	efy=	0.0011 m	efx=	0.0015 m

	e1y=	0.001 m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.107 m	
(a)	e1x=	0.001 m	e1x/d=	0.001	∑ex=	0.107 m	
	e2y=	0.072 m	e2x=	0.072 m	erez=	0.151 m	
	e1y=	0.012 m	e1y/d=	0.009	∑ey=	0.120 m	
(b)	e1x=	0.031 m	e1x/d=	0.024	∑ex=	0.145 m	
	e2y=	0.075 m	e2x=	0.080 m	erez=	0.188 m	

Стуб С3 -горе

φ_∞= 2.5

Eb=	31.5 GPa	λ_y=	42.5	iy=	13.8 m	
Ab=	1.327 m2	λ_x=	42.5	ix=	13.8 m	
iy=	0.325 m	dy=	1.300 m	Iby=	0.140 m4	
ix=	0.325 m4	dx=	1.300 m	Ibx=	0.140 m4	

	стално+сеизмика									
	N1 =	***-2829.1***	kN				Ng=	-2895.6 kN		
Sx	minM3 =	***1718.0***	kNm	M3*=	***2216.1***	kNm				
	odg M2 =	***16.6***	kNm	M2*=	***320.4***	kNm	Mgx =	55.0 kNm	Mgy =	-36.7 kNm
				Mrez*=	***2239.2***	kNm	egx=	0.019 m	egy=	0.013 m
	N1 =	***-2249.4***	kN				Ney=	228526 kN	Nex=	228526 kN
Sy	odg M3 =	***61.7***	kNm	M3*=	***316.3***	kNm	α_{Ey}=	0.013	α_{Ex}=	0.013
	max M2 =	***1160.9***	kNm	M2*=	***1556.5***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033 m
				Mrez*=	***1588.3***	kNm	efy=	0.0015 m	efx=	0.0017 m

	e1y=	0.006 m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.113 m	
(a)	e1x=	0.607 m	e1x/d=	0.467	∑ex=	0.783 m	
	e2y=	0.073 m	e2x=	0.142 m	erez=	0.791 m	
	e1y=	0.516 m	e1y/d=	0.397	∑ey=	0.692 m	
(b)	e1x=	0.027 m	e1x/d=	0.021	∑ex=	0.141 m	
	e2y=	0.142 m	e2x=	0.079 m	erez=	0.706 m	

Стуб С3- доле-ојачан пресек

	стално+сеизмика									
	N1 =	***-3114.5***	kN				Ng =	-3064.5 kN		
Sx	minM3 =	***-324.9***	kNm	M3*=	***730.6***	kNm				
	odg M2 =	***-6.3***	kNm	M2*=	***336.6***	kNm	Mgx =	-18.9 kNm	Mgy =	4.0 kNm
				Mrez*=	***804.4***	kNm	egx=	0.006 m	egy=	0.001 m
	N1 =	***-2534.8***	kN				Ney=	228526 kN	Nex=	228526 kN
Sy	odg M3 =	***-12.1***	kNm	M3*=	***283.2***	kNm	α_{Ey}=	0.013	α_{Ex}=	0.013
	max M2 =	***199.9***	kNm	M2*=	***515.9***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033
				Mrez*=	***588.5***	kNm	efy=	0.0012 m	efx=	0.0013 m

	e1y=	0.002 m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.108 m	
(a)	e1x=	0.104 m	e1x/d=	0.080	∑ex=	0.235 m	
	e2y=	0.072 m	e2x=	0.096 m	erez=	0.258 m	
	e1y=	0.079 m	e1y/d=	0.061	∑ey=	0.204 m	
(b)	e1x=	0.005 m	e1x/d=	0.004	∑ex=	0.112 m	
	e2y=	0.091 m	e2x=	0.073 m	erez=	0.232 m	

Стуб С4 -доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-2710.6***	kN								
Sx	minM3 =	***-484.0***	kNm	M3*=	***1019.3***	kNm	Ng =	-2615.3 kN			
	odg M2 =	***-4.9***	kNm	M2*=	***362.1***	kNm	Mg=	-80.6 kNm			
				Mrez*=	***1081.8***	kNm	egx=	0.031 m	egy=	0.000 m	
	N1 =	***-1897.3***	kN				Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN	
Sy	odg M3 =	***-85.8***	kNm	M3*=	***376.4***	kNm	α_{Ey}=	0.033	α_{Ex}=	0.033	
	max M2 =	***205.6***	kNm	M2*=	***534.3***	kNm	e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033	
				Mrez*=	***653.5***	kNm	efy=	0.0029 m	efx=	0.0056 m	

	e1y=	0.002 m	e1y/d=	0.002	∑ey=	0.134 m
(a)	e1x=	0.179 m	e1x/d=	0.179	∑ex=	0.376 m
	e2y=	0.096 m	e2x=	0.159 m	erez=	0.399 m
	e1y=	0.108 m	e1y/d=	0.108	∑ey=	0.282 m
(b)	e1x=	0.045 m	e1x/d=	0.045	∑ex=	0.198 m
	e2y=	0.138 m	e2x=	0.115 m	erez=	0.344 m

Стуб С5 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4801.9***	kN								
Sx	minM3 =	***671.1***	kNm	M3*=	***1884.0***	kNm	Ng =	-4802.0 kN			
	odg M2 =	***-29.5***	kNm	M2*=	***353.9***	kNm	Mgx =	194.7 kNm	Mgy =	25.0 kNm	
				Mrez*=	***1917.0***	kNm	egx=	0.041 m	egy=	0.005 m	
	N1 =	***-4100.0***	kN				Ney=	317873 kN	Nex=	88830 kN	
Sy	odg M3 =	***194.5***	kNm	M3*=	***1059.3***	kNm	α_{Ey}=	0.015	α_{Ex}=	0.054	
	max M2 =	***-1071.0***	kNm	M2*=	***1446.1***	kNm	e0=	0.048 m	e0x=e0y	0.034	
				Mrez*=	***1792.6***	kNm	efy=	0.0015 m	efx=	0.0114 m	

	e1y=	0.006 m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.074 m
(a)	e1x=	0.140 m	e1x/d=	0.116	∑ex=	0.392 m
	e2y=	0.032 m	e2x=	0.211 m	erez=	0.399 m
	e1y=	0.261 m	e1y/d=	0.218	∑ey=	0.353 m
(b)	e1x=	0.047 m	e1x/d=	0.040	∑ex=	0.258 m
	e2y=	0.056 m	e2x=	0.170 m	erez=	0.437 m

Стуб С6 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4932.5***	kN								
Sx	minM3 =	***917.8***	kNm	M3*=	***1884.4***	kNm	Ng =	-4937.2 kN			
	odg M2 =	***-30.7***	kNm	M2*=	***310.3***	kNm	Mgx =	109.2 kNm	Mgy =	27.1 kNm	
				Mrez*=	***1909.8***	kNm	egx=	0.022 m	egy=	0.005 m	
	N1 =	***-4190.9***	kN				Ney=	350104 kN	Nex=	131178 kN	
Sy	odg M3 =	***104.9***	kNm	M3*=	***714.6***	kNm	α_{Ey}=	0.014	α_{Ex}=	0.038	
	max M2 =	***1025.9***	kNm	M2*=	***1341.0***	kNm	e0=	0.042 m	e0x=e0y	0.029	
				Mrez*=	***1519.5***	kNm	efy=	0.0013 m	efx=	0.0053 m	

	e1y=	0.006 m	e1y/d=	0.005	∑ey=	0.063 m
(a)	e1x=	0.186 m	e1x/d=	0.155	∑ex=	0.382 m
	e2y=	0.026 m	e2x=	0.162 m	erez=	0.387 m
	e1y=	0.245 m	e1y/d=	0.204	∑ey=	0.320 m
(b)	e1x=	0.025 m	e1x/d=	0.021	∑ex=	0.171 m
	e2y=	0.044 m	e2x=	0.112 m	erez=	0.363 m

C7 - поч.ојач.-d=1.2m

φ_∞= 2.5

						Eb=	31.5	GPa	λ_y=	29.4	Iiy= 11.01 m
						Ab=	1.130	m2	λ_x=	36.7	Iix= 13.75 m
						iy=	0.300	m	dy=	1.200	m Iby= 0.102 m4
	стално+сеизмика					ix=	0.300	m4	dx=	1.200	m Ibx= 0.102 m4
	N1 =	***-4555.2***	kN								
Sx	minM3 =	***-1879.4***	kNm	M3*=	***2423.8***	kNm	Ng=	-4714.4	kN		
	odg M2 =	***91.8***	kNm	M2*=	***314.2***	kNm	Mgx =	-136.3	kNm	Mgy =	-24.2 kNm
				Mrez*=	***2444.1***	kNm	egx=	0.029	m	egy=	0.005 m
	N1 =	***-3949.5***	kN				Ney=	260657	kN	Nex=	167124 kN
Sy	odg M3 =	***-70.2***	kNm	M3*=	***383.5***	kNm	α_{Ey}=	0.018		α_{Ex}=	0.028
	max M2 =	***-188.1***	kNm	M2*=	***387.7***	kNm	e0=	0.041	m	e0x=e0y	0.029 m
				Mrez*=	***545.3***	kNm	efy=	0.0016	m	efx=	0.0026 m

	e1y=	0.020 m	e1y/d=	0.017	∑ey=	0.069 m	
(a)	e1x=	0.413 m	e1x/d=	0.344	∑ex=	0.532 m	
	e2y=	0.018 m	e2x=	0.088 m	erez=	0.537 m	
	e1y=	0.048 m	e1y/d=	0.040	∑ey=	0.098 m	
(b)	e1x=	0.018 m	e1x/d=	0.015	∑ex=	0.097 m	
	e2y=	0.020 m	e2x=	0.048 m	erez=	0.138 m	

Стуб C7 - доле

	стално+сеизмика										
	N1 =	***-4824.8***	kN								
Sx	minM3 =	***-3240.1***	kNm	M3*=	***3913.5***	kNm	Ng =	-4777.9	kN		
	odg M2 =	***-31.4***	kNm	M2*=	***277.2***	kNm	Mgx =	-280.9	kNm	Mgy =	28.7 kNm
				Mrez*=	***3923.3***	kNm	egx=	0.059	m	egy=	0.006 m
	N1 =	***-4219.1***	kN				Ney=	636370	kN	Nex=	408018 kN
Sy	odg M3 =	***-309.6***	kNm	M3*=	***722.0***	kNm	α_{Ey}=	0.008		α_{Ex}=	0.012
	max M2 =	***-1252.9***	kNm	M2*=	***1529.4***	kNm	e0=	0.041	m	e0x=e0y	0.029
				Mrez*=	***1691.3***	kNm	efy=	0.0007	m	efx=	0.0026 m

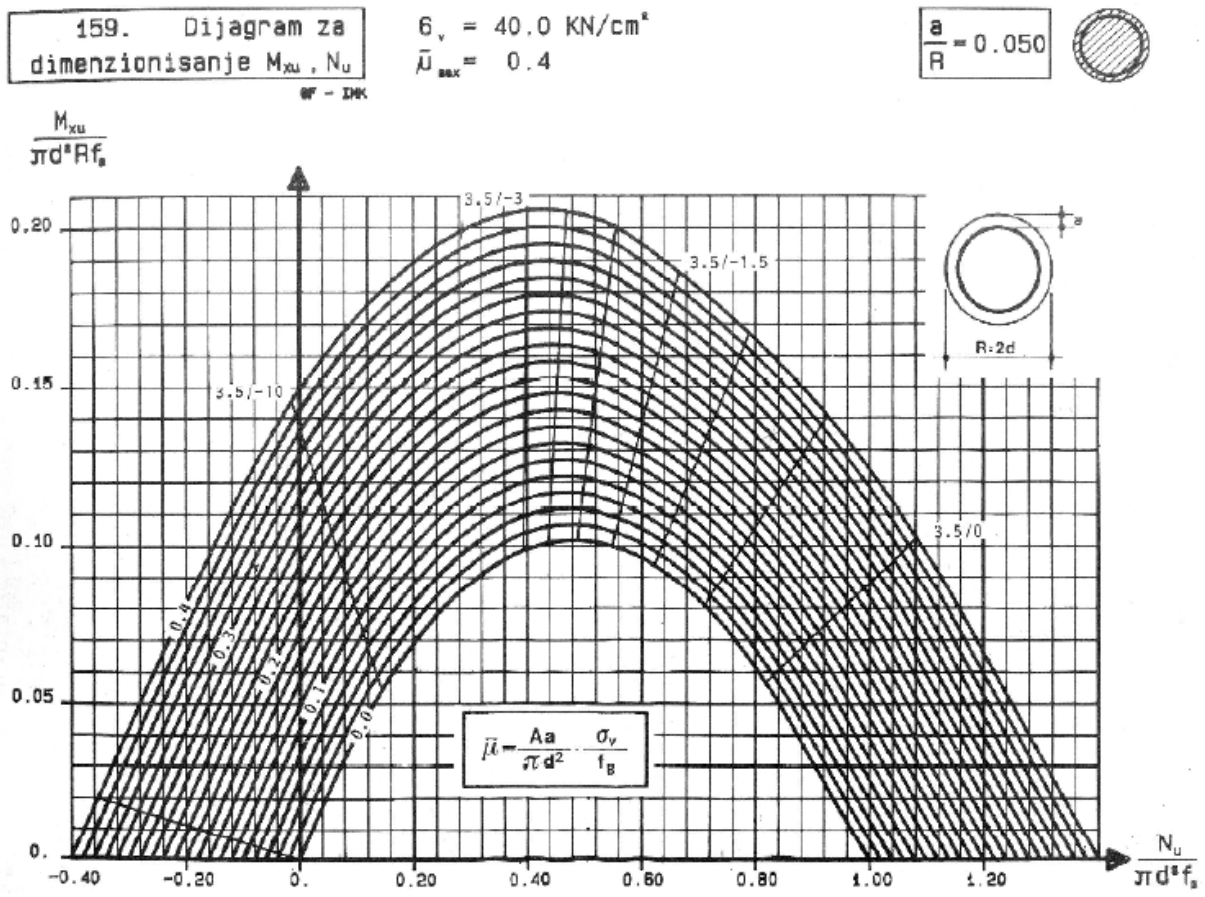
	e1y=	0.006 m	e1y/d=	0.004	∑ey=	0.057 m	
(a)	e1x=	0.672 m	e1x/d=	0.448	∑ex=	0.811 m	
	e2y=	0.021 m	e2x=	0.109 m	erez=	0.813 m	
	e1y=	0.297 m	e1y/d=	0.198	∑ey=	0.362 m	
(b)	e1x=	0.073 m	e1x/d=	0.049	∑ex=	0.171 m	
	e2y=	0.036 m	e2x=	0.068 m	erez=	0.401 m	

8.2.7 Контрола носивости стубова

8.2.7.1 Гранични утицаји од основног и допунског оптерећења

Контрола носивости стубова С2 до С4 спроведена је за за стубове са највећим утицајима и исте комбинације оптерећења као за неојачане стубове.

Потребна арматура у ојачаним стубовима за ове утицаје срачуната је коришћењем дијаграма интеракције из књиге Бетонске конструкције , др. Душана Најдановића при чему је занемарена носивост постојеће арматуре у стубу.



Гранични утицаји у ојачаним стубовима:

1) Пресек у врху стуба C2,C3 :

пресек горе	опт.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2}*f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
maxN	O-C3	6651.5	1835.8	1.3	0.245	0.052	0.00	0.00
maxN	O+D-C3	5922.4	1699.7	1.3	0.218	0.048	0.00	0.00
minN	O-C3	4287.1	2632.3	1.3	0.158	0.074	0.09	78.45
minN	O+D-C3	2911.4	2445.5	1.3	0.107	0.069	0.08	69.73
maxM	O+D-C3	3575.1	3260.5	1.3	0.131	0.092	0.13	113.32
maxM	O+D-C2	4750.0	2997.2	1.3	0.175	0.085	0.08	69.73

2) Пресек у дну стуба: C2,C3

пресек доле	опт.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2}*f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
maxN	O- C3	8399.0	1159.0	1.3	0.309	0.033	0.00	0.00
maxN	O+D-C3	7393.3	1027.5	1.3	0.272	0.029	0.00	0.00

У доњем пресеку ових стубова није потребна додатна арматура - усваја се конструктивно - 12Ø22.

Пресек у дну стуба: (C7)

пресек доле	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
maxN	O- C7	10800.0	3434.4	1.5	0.298	0.063	0.00	0.00
minN	O+D-C7	5316.6	2828.4	1.5	0.147	0.052	0.00	0.00
maxM	O+D-C7	7985.9	4256.5	1.5	0.221	0.078	0.02	30.17

8.2.7.2 Гранични утицаји од сеизмичког оптерећења

За сеизмичке утицаје срачуната је потребна арматура у ојачаном делу пресека са занемарењем арматуре у постојећим стубовима.

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
C2g	стално+Sx	3648.2	3000.7	1.3	0.134	0.085	0.13	**147.31**
	стално+Sy	3230.4	1593.0	1.3	0.119	0.045	0.00	0.00
C2d	стално+Sx	3843.7	581.3	1.3	0.141	0.016	0.00	0.00
	стално+Sy	3425.9	644.5	1.3	0.126	0.018	0.00	0.00

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
C3g	стално+Sx	3677.8	2910.9	1.3	0.135	0.082	0.125	**141.65**
	стално+Sy	2924.3	2064.8	1.3	0.108	0.058	0.05	56.66
C3d	стално+Sx	4048.8	1045.7	1.3	0.149	0.030	0.00	0.00
	стално+Sy	3295.3	765.1	1.3	0.121	0.022	0.00	0.00

	opt.	Nu	Mu	d	Nu/ (π*d^{2*}f$_{b)}$	Mu / π*d^{2*R*}f$_b$	μ	Fa,potr
		(kN)	(kNm)	(m)				(cm2)
C7-почетак ојачања	стално+Sx	5921.8	3177.3	1.2	0.256	0.114	0.10	**96.56**
	стално+Sy	5134.4	834.1	1.2	0.222	0.030	0.00	0.00
C7d	стално+Sx	6272.3	5100.3	1.5	0.173	0.094	0.10	**150.87**
	стално+Sy	5484.8	2198.6	1.5	0.151	0.040	0.00	0.00

8.2.7.3 Контрола ојачаних пресека према теорији напона

Из приложених табела се види да је у ојачаним стубовима C2 и C3 потребна додатна арматура у горњем пресеку, а да је за стуб C7 потребна додатна арматура у доњем пресеку. Како је потребна арматура срачуната са занемаривањем постојеће усвојена је нешто мања додатна арматура а пресеци стубова су проверени по напонској теорији узимајући у обзир и постојећу арматуру у стубовима.

За пресеке С2,С3 горе усвојена је додатна арматура 24 Ø25, B500B (Fa=117.84cm2), а за пресек С7доле 24 Ø28, B500B (Fa=147.84cm2)

За пресеке С2, С3 доле усвојена је конструктивна арматура 12 Ø22, B500B (Fa=45.6cm2).

С обзиром на чињеницу да у неојачаном стубу остају замрзнута напрезања од сталних оптерећења на конструкцији у фази ојачавања стубова (сопствена тежина конструкције и стубова, постојеће преднапрезање и скупљање) као контрола усвојене арматуре спроведена је контрола напона у бетону и арматури стуба по фазама:

.. .фаза 1 - стуб Ø 100, Ø 120 cm – Fa_1 = 24Ø22 - 91.2cm2 - GA 240/360
... фаза 2 - стуб Ø 130, Ø 150 cm – Fa_{1+2} = 24Ø22+24Ø25 = 91.2+117.8 = 209.0cm^2

Ексцентрицитети су такође срачунати по фазама, при чему је имперфекција осе стуба e0 усвојена само у фази 1. Сви остали ексцентрицитети e1, e2 као и утицај течења узети су у обзир у обе фазе.

Основно + допунско оптерећење

Утицаји у стубу С3 горе - фазе

Стуб С3 -горе

$\varphi\infty$= 2.5

			Eb=	31.5	GPa	λy=	55.2	iy=	13.8 m
Фаза 1			Ab=	0.785	m2	λx=	55.2	ix=	13.8 m
			iy=	0.250	m	dy=	1.000 m	Iby=	0.049 m4
g+pnp+skuplj.			ix=	0.250	m4	dx=	1.000 m	Ibx=	0.049 m4
N1 =	***-2135.7***	kN							
M3 =	***76.2***	kNm	**M3*=**	***390.2***	kNm	Ng=	-2132.8 kN		
M2 =	***-26.9***	kNm	**M2*=**	***317.7***	kNm	Mg=	27.9 kNm		
			Mrez*=	***503.2***	kNm	egx=	0.013 m	egy=	0.000 m
						Ney=	80013 kN	Nex=	80013 kN
						α_{Ey}=	0.027	α_{Ex}=	0.027
						e0=	0.046 m	e0x=e0y	0.033 m
						efy=	0.0023 m	efx=	0.0032 m

фаза 1

e1y=	0.013 m	e1y/d=	0.013	Σey=	0.149 m
e1x=	0.036 m	e1x/d=	0.036	Σex=	0.183 m
e2y=	0.101 m	e2x=	0.111 m	erez=	0.236 m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 1:

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 89.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 503.20 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2135.70 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 6.8 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -1.9 (MPa)**

ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 78.0 (cm)

...фаза 2

Стуб С3 -горе

φ_∞= 2.5

Eb= 31.5 GPa λ_y= 42.5 iy= 13.8 m

Основно

Ab= 1.327 m2 λ_x= 42.5 ix= 13.8 m

iy= 0.325 m dy= 1.300 m Iby= 0.140 m4

dg+pnp2+V440

ix= 0.325 m4 dx= 1.300 m Ibx= 0.140 m4

	max N1 =	***-1884.3***	kN								
(a)	odg M3 =	***377.6***	kNm	M3*=	***594.5***	kNm	NgII=	-763.6	kN		
	odg M2 =	***-34.9***	kNm	M2*=	***180.1***	kNm	MgxII=	58.7	kNm	MgyII=	-31.4 kNm
		0		Mrez*=	***621.2***	kNm	egx=	0.077	m	egy=	0.041 m
	min N1 =	***-532.2***	kN				Ney=	228526	kN	Nex=	228526 kN
(b)	odg M3 =	***1050.4***	kNm	M3*=	***1126.2***	kNm	α_{Ey}=	0.003		α_{Ex}=	0.003
	odg M2 =	***-32.5***	kNm	M2*=	***79.0***	kNm	e0=	0.000	m	e0x=e0y	0.000 m
		0		Mrez*=	***1129.0***	kNm	efy=	0.0003	m	efx=	0.0006 m
	max M3 =	***1110.2***	kNm	M3*=	***1238.3***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-898.8***	kN								
	odg M2 =	***-31.4***	kNm	M2*=	***104.3***	kNm					
				Mrez*=	***1242.7***	kNm					

Основно + допунско

osnovno+t0+dt+Hk+Wom

	max N1 =	***-2250.5***	kN								
(a)	odg M3 =	***174.7***	kNm	M3*=	***380.3***	kNm					
	odg M2 =	***451.4***	kNm	Mrez=	***484.0***	kNm					
				Mrez*=	***615.5***	kNm					
	min N1 =	***-142.3***	kN								
(b)	odg M3 =	***1210.5***	kNm								
	odg M2 =	***-518.0***	kNm	Mrez=	***1316.7***	kNm	erez=	9.255 →		ne uzima se izvijanje	
	max M3 =	***1743.8***	kNm	M3*=	***1828.9***	kNm					
(c)	odg N1 =	***-596.5***	kN								
	odg M2 =	***-518.3***	kNm	M2*=	***603.2***	kNm					
				Mrez*=	***1925.8***	kNm					

Основно+допунско

	e1y=	0.201 m	e1y/d=	0.154	∑ey=	0.315 m
(a)	e1x=	0.078 m	e1x/d=	0.060	∑ex=	0.169 m
	e2y=	0.114 m	e2x=	0.091 m	erez=	0.358 m
	e1y=	0.869 m	e1y/d=	0.668	∑ey=	1.011 m
(c)	e1x=	2.923 m	e1x/d=	2.249	∑ex=	3.066 m
	e2y=	0.142 m	e2x=	0.142 m	erez=	3.228 m

Основно

	e1y=	0.019 m	e1y/d=	0.014	∑ey=	0.096 m
(a)	e1x=	0.200 m	e1x/d=	0.154	∑ex=	0.315 m
	e2y=	0.077 m	e2x=	0.114 m	erez=	0.330 m
	e1y=	0.061 m	e1y/d=	0.047	∑ey=	0.149 m
(b)	e1x=	1.974 m	e1x/d=	1.518	∑ex=	2.116 m
	e2y=	0.087 m	e2x=	0.142 m	erez=	2.121 m
	e1y=	0.035 m	e1y/d=	0.027	∑ey=	0.116 m
(c)	e1x=	1.235 m	e1x/d=	0.950	∑ex=	1.378 m
	e2y=	0.081 m	e2x=	0.142 m	erez=	1.383 m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 2:

оптерећење - minN

Presek elementa <> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 130.0 cm Da= 106.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 8.71 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 209.04 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 400.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 1316.70 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 142.00 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE **SigA= -180.5 (MPa)**
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE **SigB= 9.4 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 40.2 (cm)

макс. напон у постојећем бетону:

$\Delta\ \sigma b$= 9.4 x (40.2-15/ 40.2) = 5.9 MPa

$\Sigma\ \sigma b$= 5.9+ 6.8= 12.7 MPa < $\sigma_{b,doz}^{II}$ = 13.8MPa

макс. напон у постојећој арматури :

$\Delta\ \sigma a$= ≤ -180.5 x (24.8+44.5)/(24.8+53.0) = -160.6 MPa

$\Sigma\ \sigma a$= - 162.6 –(1.9 x 44.5/50.0)/10 = -162.8 MPa < $\sigma_{a,doz}^{II}$ = 168 MPa

Сеизмичко оптерећење

Утицаји у стубу С2 горе - фазе

...фаза 1

Стуб С2 - горе

$\varphi\infty$= 2.5

Фаза 1

g+pnp+skuplj.

						Eb=	31.5	GPa	λy=	55.2
						Ab=	0.785	m2	λx=	55.2
						iy=	0.250	m	dy=	1.000 m
						ix=	0.250	m4	dx=	1.000 m
N1 =	***-2107.7***	kN								
M3 =	***-63.9***	kNm	**M3*=**	***373.2***	kNm					
M2 =	***45.9***	kNm	**M2*=**	***341.4***	kNm					
			Mrez*=	***505.8***	kNm					

Iiy=	13.8	m			
Iix=	13.8	m			
Iby=	0.049	m4			
Ibx=	0.049	m4			
Ng=	-2107.9	kN			
Mg=	-88.4	kNm			
egx=	0.042	m	egy=	0.000	m
Ney=	80013	kN	Nex=	80013	kN
α_{Ey}=	0.026		α_{Ex}=	0.026	
e0=	0.046	m	e0x=e0y	0.033	m
efy=	0.0023	m	efx=	0.0052	m

фаза 1

e1y=	0.022	m	e1y/d=	0.022	Σey=	0.162	m
e1x=	0.030	m	e1x/d=	0.030	Σex=	0.177	m
e2y=	0.105	m	e2x=	0.109	m erez=	0.240	m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 1:

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 89.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 505.80 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2107.60 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 6.9 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -2.0 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 77.5 (cm)

...фаза 2 - сеизмички утицаји

Стуб С2 - горе

$\varphi\infty$= 2.5

				Eb=	31.5	GPa	λy=	42.5		Iiy=	13.8 m
				Ab=	1.327	m2	λx=	42.5		Iix=	13.8 m
				iy=	0.325	m	dy=	1.300	m	Iby=	0.140 m4
	стално+сеизмика			ix=	0.325	m4	dx=	1.300	m	Ibx=	0.140 m4
	N1 =	***-698.6***	kN								
Sx	minM3 =	***-1726.2***	kNm	M3*=	***1825.8***	kNm	NgII=	-713.6	kN		
	odg M2 =	***-27.6***	kNm	M2*=	***84.9***	kNm	MgII=	-58.3	kNm		
				Mrez*=	***1827.7***	kNm	egx=	0.082	m	egy=	0.000 m
	N1 =	***-377.2***	kN				Ney=	228526	kN	Nex=	228526 kN
Sy	odg M3 =	***285.3***	kNm	M3*=	***339.0***	kNm	α_{Ey}=	0.003		α_{Ex}=	0.003
	max M2 =	***652.7***	kNm	M2*=	***706.2***	kNm	e0=	0.000	m	e0x=e0y	0.000 m
				Mrez*=	***783.4***	kNm	efy=	0.0000	m	efx=	0.0006 m

Основно

	e1y=	0.040 m	e1y/d=	0.030	Σey=	0.121 m	
(a)	e1x=	2.471 m	e1x/d=	1.901	Σex=	2.614 m	
	e2y=	0.082 m	e2x=	0.142 m	erez=	2.616 m	
	e1y=	1.730 m	e1y/d=	1.331	Σey=	1.872 m	
(b)	e1x=	0.756 m	e1x/d=	0.582	Σex=	0.899 m	
	e2y=	0.142 m	e2x=	0.142 m	erez=	2.077 m	

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 2:
Меродавно оптерећење - Sx

Presek elementa <> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 130.0 cm Da= 105.6 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 8.71 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 209.04 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 400.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 1827.70 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 698.60 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE **SigA= -221.4 (MPa)**
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE **SigB= 12.8 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 43.2 (cm)

макс. напон у постојећем бетону:
$\Delta\ \sigma b$= 12.8x (43.2-15/ 43.2) = 8.0 MPa
$\Sigma\ \sigma b$= 8.0+ 6.9= 14.9 MPa < βk = 30MPa

макс. напон у постојећој арматури :
$\Delta\ \sigma a$= ≤ -221.4 x (21.8+44.5)/(21.8+52.8) = -196.7 MPa
$\Sigma\ \sigma a$= - 196.7 – (2.0 x 44.5/50) /10 = -198.7 MPa < $\sigma_{a,doz}$ =0.9 σ_v= -216 MPa

2) Пресек у дну стуба: (C2, C3)

...фаза 1 - стуб Ø 100cm – Fa_1 = 24Ø22 - 91.2cm2 - GA 240/360
... фаза 2 - стуб Ø 130cm – Fa_{1+2} = 24Ø22+12Ø22 = 91.2+45.6= 136.8 cm2

Пресек је проверен за утицаје основно + допунско оптерећење, меродаван стуб C3имперфекција осе стуба e0 усвојена само у фази 1. Сви остали ексцентрицитети e1, e2 као и утицај течења узети су у обзир у обе фазе.

Утицаји у стубу C3 доле - фазе

...фаза 1

Стуб C3 -доле

Фаза 1

g+pnp+skuplj.

N1 =	***-2304.6***	kN			
M3 =	***-32.9***	kNm	**M3*=**	***350.6***	kNm
M2 =	***2.9***	kNm	**M2*=**	***304.6***	kNm
			Mrez*=	***464.4***	kNm

Ng= -2301.7 kN
Mg= -9.9 kNm
egx= 0.004 m egy= 0.000
Ney= 80013 kN Nex= 80013 kN
α_{Ey}= 0.029 α_{Ex}= 0.029
e0= 0.046 m e0x=e0y 0.033 m
efy= 0.0025 m efx= 0.0028 m

фаза 1

	e1y=	0.001	m	e1y/d=	0.001	∑ey=	0.132 m
	e1x=	0.014	m	e1x/d=	0.014	∑ex=	0.152 m
	e2y=	0.096	m	e2x=	0.102 m	erez=	0.202 m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 1:

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 100.0 cm Da= 89.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 464.4 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2304.6 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 6.7 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -1.4 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 82.6 (cm)

...фаза 2

Основно+допунско

	e1y=	0.039	m	e1y/d=	0.030	∑ey=	0.121 m
(a)	e1x=	0.033	m	e1x/d=	0.025	∑ex=	0.114 m
	e2y=	0.082	m	e2x=	0.080 m	erez=	0.166 m
	e1y=	0.342	m	e1y/d=	0.263	∑ey=	0.479 m
(b)	e1x=	0.509	m	e1x/d=	0.391	∑ex=	0.651 m
	e2y=	0.137	m	e2x=	0.142 m	erez=	0.809 m
	e1y=	0.056	m	e1y/d=	0.043	∑ey=	0.142 m
(c)	e1x=	0.168	m	e1x/d=	0.129	∑ex=	0.277 m
	e2y=	0.086	m	e2x=	0.109 m	erez=	0.312 m

Стуб С3 -доле

Основно + допунско

	max N1 =	***-2367.0***	kN			
(a)	odg M3 =	***-77.8***	kNm	M3*=	***269.5***	kNm
	odg M2 =	***-92.1***	kNm	M2*=	***286.6***	kNm
				Mrez*=	***393.5***	kNm
	min N1 =	***-258.8***	kN			
(b)	odg M3 =	***-131.7***	kNm	M3*=	***168.6***	kNm
	odg M2 =	***88.5***	kNm	M2*=	***124.0***	kNm
				Mrez*=	***209.3***	kNm
	min M3 =	***-251.2***	kNm	M3*=	***414.6***	kNm
(c)	odg N1 =	***-1494.6***	kN			
	odg M2 =	***84.0***	kNm	M2*=	***212.9***	kNm
				Mrez*=	***466.0***	kNm

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 2:

Меродавно: (c) - основно + допунско оптерећење

min M

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 130.0 cm Da= 98.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 5.71 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 137.04 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 400.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 466.0 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.0 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1494.6 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 2.9 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -0.9 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=101.8 (cm)

макс. напон у постојећем бетону:

$\Delta\,\sigma b < 2.9$ MPa
$\Sigma\,\sigma b$= 6.7+ 2.9= 9.6 MPa < $\sigma_{b,doz}^{II}$ = 13.8MPa

3) Пресек у дну стуба: С7

Пресек је проверен за утицаје сеизмичког оптерећења

...фаза 1

N1 =	***-3560.3***	kN			
M3 =	***-196.1***	kNm	**M3*=**	***489.2***	kNm
M2 =	***-41.9***	kNm	**M2*=**	***201.2***	kNm
			Mrez*=	***529.0***	kNm

Ng= -3559.8 kN
Mg= -195.2 kNm
eg= 0.055 m egx=egy 0.039
Ney= 387498 kN Nex= 248769 kN
α_{Ey}= 0.009 α_{Ex}= 0.014
e0= 0.034 m e0x=e0y 0.024
efy= 0.0005 m efx= 0.0008 m

фаза 1

e1y= 0.012 m e1y/d= 0.010 Σey= 0.057 m
e1x= 0.055 m e1x/d= 0.046 Σex= 0.137 m
e2y= 0.020 m e2x= 0.058 m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 1:

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 109.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 529.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 3560.30 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 5.7 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= 0.2 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=123.2 (cm)

...фаза 2

Стуб С7 - доле

стално+сеизмика										
max N1 =	***-1264.5***	kN				NgII=	-1155.8	kN		
odg M3 =	***-3044.1***	kNm	M3*=	***3182.4***	kNm					
odg M2 =	***10.6***	kNm	M2*=	***37.5***	kNm	MgII=	-92.1	kNm		
						egx=	0.080	m	egy=	0.000 m
min N1 =	***-658.8***	kN				Ney=	636370	kN	Nex=	408018 kN
odg M3 =	***-113.6***	kNm	M3*=	***167.0***	kNm	α_{Ey}=	0.002		α_{Ex}=	0.003
odg M2 =	***-1211.0***	kNm	M2*=	***1237.9***	kNm	e0=	0.000	m	e0x=e0y	0.000
						efy=	0.0000	m	efx=	0.0006 m

Стално + сеизмика

	e1y=	0.008 m	e1y/d=	0.006	∑ey=	0.030 m
(a)	e1x=	2.407 m	e1x/d=	1.605	∑ex=	2.517 m
	e2y=	0.021 m	e2x=	0.109 m	erez=	2.517 m
	e1y=	1.838 m	e1y/d=	1.225	∑ey=	1.879 m
(b)	e1x=	0.172 m	e1x/d=	0.115	∑ex=	0.254 m
	e2y=	0.041 m	e2x=	0.081 m	erez=	1.896 m

Напони у бетону и арматури стуба од оптерећења фазе 2:

Меродавно оптерећење - Sx

min M

Presek elementa <> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 150.0 cm Da= 127.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 9.96 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 239.04 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 30.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 400.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 3182.60 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1264.50 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE SigA= -252.6 (MPa)
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE SigB= 15.0 (MPa)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 49.2 (cm)

макс. напон у постојећем бетону:

$\Delta\ \sigma b$= 15.0x (49.2-15/ 49.2) = 10.4 MPa

$\Sigma\ \sigma b$= 10.4+ 5.7= 16.1 MPa < βk = 30MPa

макс. напон у постојећој арматури :

$\Delta\ \sigma a$= ≤ -252.6 x (25.8+54.5)/(25.8+63.5) = -222.2 MPa

$\Sigma\ \sigma a$ < -222.2 MPa ≈ $\sigma_{a,doz}$

8.2.7.4 Потребна хоризонтална арматура у ојачаним стубовима

Стубови С2и С3 Ø=130cm

максимална хоризонтална сила се јавља у стубу С2 за сеизмичко оптерећење Sx

$\max/\min T2 = \pm 224.6 kN$

$T2,g = 22.7 kN \rightarrow \quad T2,u = 1.3 \cdot 22.7 + 1.3 \cdot 224.2 = 321.0 kN$

$T3,g = 6.7 kN \rightarrow \quad T3,u = 1.3 \cdot 6.7 = 8.7 kN \rightarrow \quad Tu = (321.0^2 + 8.7^2)\text{^}0.5 = 321.1 kN$

$$\max \tau_u = \frac{T_u}{A\tau} = \frac{321.1}{1.327} = 242.0 kN/m2 = 0.242 MPa < \tau_r = 1.1 MPa \text{ (MB30)}$$

Стуб С7 Ø=150cm

максимална хоризонтална сила се јавља у стубу за сеизмичко оптерећење Sx

$\max/\min T2 = \pm 738.6 kN$

$T2,g = 66.7 kN \rightarrow \quad T2,u = 1.3 \cdot 66.7 + 1.3 \cdot 738.6 = 1046.9 kN$

$T3,g = 0 \rightarrow \quad \rightarrow \quad Tu = T2u = 1046.9 kN$

$$\max \tau_u = \frac{T_u}{A\tau} = \frac{1046.9}{1.767} = 593.0 kN/m2 = 0.593 MPa < \tau_r = 1.1 MPa \text{ (MB30)}$$

Стубови С5 и С6 Ø=120cm

максимална хоризонтална сила се јавља у стубу за сеизмичко оптерећење Sy

$\max/\min T3 = \pm 553.8 kN$

$T3,g = 0 \rightarrow \quad T3,u = 1.3 \cdot 553.8 = 719.9 kN$

$T2,g = 42.6 kN \rightarrow T2,u = 1.3 \cdot 42.6 = 55.4 kN \quad \rightarrow \quad Tu = (719.9^2 + 55.4^2)\text{^}0.5 = 722 kN$

$$\max \tau_u = \frac{T_u}{A\tau} = \frac{722}{1.131} = 638.0 kN/m2 = 0.638 MPa < \tau_r = 1.1 MPa \text{ (MB30)}$$

Није потребна рачунска арматура за осигурање пресека на дејство хоризонталних сила.
Усвојена конструктивна хоризонтална арматура Ø 14/20cm - B500B .

8.2.7.5 Потребна хоризонтална анкерна арматура

Прорачун хоризонталне анкерне арматуре за везу постојећег и новог бетона стубова спроведен је за утицаје који се јављају услед скупљања новог бетона и сталног оптерећења у стубу које се јавља у фази након ојачања.
Сила скупљања која се јавља дуж стуба:

$$N_{sk,\varphi} = -E_{b\varphi} \times A_{b,n} \times \varepsilon_{sk}$$

Величина коначне вредности дилатације скупљања, коефицијента течења усвојене су према ПБАБ-у .
За површину новог бетона

$Ab,n = (1.3^2 - 1.0^2) \cdot \pi / 4 = 0.542 m^2$ за стубове С2 и С3 и

$Ab,n = (1.5^2 - 1.2^2) \cdot \pi / 4 = 0.636 m^2$ за стуб С7

средња дебљина пресека новог бетона у додиру са ваздухом

$$d_o = \frac{2 \times A_b}{O}(m)$$

$d_o = \frac{2 \times 0.542}{1.3 \cdot \pi} = 0.265 m$ за С2 до С4 , односно $d_o = \frac{2 \times 0.636}{1.5 \cdot \pi} = 0.27 m$ за С7

и влажност од 70% усвојене су вредности коначних дилатација скупљања $\varepsilon_{s\infty} = 0.32‰$

и коефицијента течења $\varphi_{\infty} = 2.8$.

Утицаји од скупљања која се јављају у пресецима стуба:

$N_{sk,\varphi} = 10.2 \cdot 10^6 \times 0.542 \times 0.32 \cdot 10^{-3} = -1770 kN$ за С2 , С3 , односно

$N_{sk,\varphi} = 10.2 \cdot 10^6 \times 0.636 \times 0.32 \cdot 10^{-3} = -2076 kN$ за С7

Утицаји од додатног сталног оптерећења :

$\min N_{dg} = 626.8 + 128 = 754.8 kN$, односно

$N_{dg} = 1288.0 - 70.7 = 1217.3 kN$ за С7

Усвојена анкерна арматура : Ø16, Б500Б – $f_{a1} = 2.01 cm2$ $\tau^{II}_{doz} = 19.5 kN / cm2$

Потребна површина арматуре :

<u>за С2 и С3</u>

$F_a = \frac{-1770 + 754.8}{19.5} = 52.1 cm2$ → усвојено 8 Ø16/30 (53.6 cm^2 / m^2)

<u>за С7</u>

$F_a = \frac{-2076 + 1217.3}{19.5} = 44.0 cm2$ → усвојено 8 Ø16/35 (45.9cm^2 / m^2)

8.2.8 Контрола носивости шипова средњих стубова

8.2.8.1 Силе у шиповима

Силе у спојници са шиповима стубова C2,C3 и C4
приказане вредности у табелама односе се на појединачне шипове

C2	пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
сол.теж.- g	-2282.3	-18.7	3.5	0.0	-0.3	-2.6
дод.стал.- dg	-814.5	-16.3	3.6	0.0	-4.4	-20.5
преднапрез.-пост.каблови	19.8	8.0	-0.1	0.0	0.0	21.9
предн.- нови каблови	61.8	4.3	-0.3	0.0	0.3	22.2
Стално оптерећење	**-3015.2**	**-22.7**	**6.7**	**0.1**	**-4.4**	**21.1**
V440, maxN1	**-1144.6**	**26.4**	**-2.6**	**0.3**	**-1.2**	**-85.5**
V440, minN1	**200.9**	**90.1**	**2.9**	**0.3**	**-0.1**	**6.5**
V440, maxM3	180.6	28.8	3.2	0.1	0.1	35.8
V440, minM3	-1089.8	16.4	-1.8	-0.3	-1.9	-105.0
V440, maxT2	**-110.0**	**116.1**	**1.0**	**0.1**	**2.7**	**29.2**
V440, min T2	-849.7	-42.3	-2.6	-0.5	-2.0	-52.7
t0=+25°C	2.1	45.4	0.1	-0.1	0.1	-18.9
dt=+10°C	68.8	12.9	-0.3	0.0	0.4	16.6
ветар Wnm	75.2	-1.0	20.9	10.1	3.2	0.2
ветар Wom	203.1	-1.7	39.8	20.3	10.9	0.8
Hk =264kN	14.4	0.0	-0.1	0.2	0.1	20.9
Sx	47.0	-195.1	-0.2	0.7	0.2	68.4
Sy	319.3	-3.5	79.5	37.3	23.5	0.6
Sx	54.1	-224.6	-0.2	0.8	0.3	78.7
Sy	375.5	-4.1	93.5	43.9	27.6	0.8

C3	пресек у дну стуба						
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
сол.теж.- g	-2327.1	20.8	3.5	0.0	3.0	-18.5	
дод.стал.- dg	-823.8	17.5	3.8	-0.1	-1.4	6.1	
преднапрез.-пост.каблови	25.4	-16.4	-0.1	0.0	-0.1	8.6	
предн.- нови каблови	60.2	-9.9	-0.3	0.0	0.1	-12.5	
Стално оптерећење	**-3065.3**	**12.0**	**7.0**	**0.0**	**1.6**	**-16.3**	
V440, maxN1	**-1120.7**	**49.3**	**-3.7**	**0.4**	**-2.1**	**-116.6**	
V440, minN1	**231.4**	**125.8**	**4.2**	**0.4**	**1.1**	**-78.7**	
V440, maxM3	70.1	43.3	0.8	0.1	0.9	27.4	
V440, minM3	-1062.1	30.8	-3.1	-0.1	-1.8	-130.3	
V440, maxT2	**-135.2**	**130.2**	**0.6**	**0.5**	**0.8**	**-56.5**	
V440, min T2	-858.6	-27.9	-3.2	-0.6	-2.4	-22.1	
t0=+25°C	8.3	-24.3	0.1	0.1	0.1	36.3	
dt=+10°C	67.7	-13.7	-0.3	0.0	0.1	-4.3	
ветар Wnm	132.7	-0.8	36.2	8.5	42.5	1.0	
ветар Wom	320.1	-1.9	69.4	16.5	88.5	1.8	
Hk =264kN	-14.1	-59.8	0.1	0.2	0.0	81.7	
Sx	-46.2	-196.5	0.2	0.7	-0.1	268.0	Z1
Sy	538.0	-3.0	134.5	30.8	175.4	3.6	
Sx	-53.2	-226.2	0.2	0.8	-0.1	308.6	Z2
Sy	632.8	-3.6	158.2	36.2	206.3	4.3	

C4	пресек у дну стуба					
оптерећење	N1	T2	T3	M1	M2	M3
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
сол.теж.- g	-1753.1	-2.1	2.9	0.0	1.8	17.4
дод.стал.- dg	-626.8	-1.2	3.0	0.0	-1.8	9.7
преднапрез.-пост.каблови	-106.7	8.4	0.2	0.0	0.1	-69.9
предн.- нови каблови	-128.0	5.6	0.5	0.3	-0.3	-46.7
Стално оптерећење	**-2614.7**	**10.7**	**6.5**	**0.3**	**-0.2**	**-89.4**
V440, maxN1	**-1004.6**	**0.3**	**-4.8**	**-0.4**	**-3.7**	**-56.3**
V440, minN1	**276.1**	**2.8**	**2.2**	**-0.1**	**-0.7**	**30.6**
V440, maxM3	138.4	2.7	0.5	0.1	1.5	31.2
V440, minM3	-750.4	12.6	-3.1	-0.7	-2.4	-159.0
V440, maxT2	**141.1**	**19.0**	**1.1**	**-0.1**	**2.2**	**-105.2**
V440, min T2	-753.1	-3.7	-3.7	-0.5	-3.0	-22.7
t0=+25°C	-4.9	-20.9	0.1	-1.1	0.0	175.1
dt=+10°C	-128.9	0.9	0.5	0.0	-0.3	-7.1
ветар Wnm	181.9	-0.1	47.1	6.9	44.8	1.1
ветар Wom	409.7	-0.2	90.5	13.1	92.4	1.9
Hk =264kN	-4.8	-12.6	0.0	0.0	0.0	105.4
Sx	-14.8	-41.6	0.1	0.1	0.0	341.6
Sy	706.1	-0.5	172.0	25.8	179.0	4.2
Sx	-17.1	-47.9	0.1	0.1	0.0	393.3
Sy	830.5	-0.6	202.3	30.3	210.6	4.9

Силе у спојници са шиповима стубова С5,С6 и С7

приказане су вредности у осовини наглавне греде и сумарне су за сва четири шипа

С5		пресек у врху шипова					
оптерећење		N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g		-7491.3	0.2	0.0	0.0	0.0	-1.9
дод.стал.- dg		-2574.3	0.1	0.0	0.0	0.0	-1.4
преднапрез.- пост.каблови		175.6	-29.2	0.0	0.0	0.0	296.5
предн.- нови каблови		141.4	-13.8	0.0	0.0	0.0	140.1
Стално оптерећење		**-9748.6**	**-42.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**433.3**
V440, maxN1		-2863.1	42.552	-3.499	-1.687	-702.35	-505.21
V440, minN1		331.2	49.1	8.5	1.3	-6.0	-426.9
V440, maxM3		237.7	3.6	10.4	1.6	4.0	35.7
V440, minM3		-2757.5	43.5	-5.1	-2.7	-698.2	-514.8
V440, maxT2		-167.67	50.621	10.367	1.736	-74.128	-442.36
V440, min T2		-2352.2	-3.5	-5.0	-2.9	-620.1	-36.8
t0=+25°C		-0.7	47.9	0.0	0.0	0.0	-486.8
dt=+10°C		165.4	0.9	0.0	0.0	0.0	-9.1
ветар Wnm		0.0	0.0	130.8	-2.7	1257.1	0.0
ветар Wom		0.0	0.0	247.1	-4.8	2732.6	0.0
Hk =264kN		0.2	-37.9	0.0	0.0	0.0	385.0
Z1	Sx	-0.5	-100.2	0.0	0.0	0.0	1011.3
	Sy	0.0	0.0	470.8	-17.0	4666.3	0.0
Z2	Sx	-0.6	-116.8	0.0	0.0	0.0	1179.6
	Sy	0.0	0.0	553.8	-20.0	5488.7	0.0

С6		пресек у врху шипова					
оптерећење		N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g		-7417.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-1.0
дод.стал.- dg		-2579.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.7
преднапрез.- пост.каблови		-19.5	-16.2	0.0	0.0	0.0	157.8
предн.- нови каблови		-14.2	-7.6	0.0	0.0	0.0	74.5
Стално оптерећење		**-10030.1**	**-23.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**230.6**
V440, maxN1		-2940.0	69.9	-6.2	-1.1	-814.0	-884.0
V440, minN1		380.9	88.5	4.9	3.0	-7.2	-661.6
V440, maxM3		309.5	10.4	7.4	3.2	9.2	100.9
V440, minM3		-2766.5	72.8	-8.4	-2.5	-802.8	-913.2
V440, maxT2		-28.796	93.564	6.366	3.066	-70.391	-710.9
V440, min T2		-2428.2	-10.3	-7.4	-2.3	-723.2	-101.4
t0=+25°C		1.8	26.5	0.0	0.0	0.0	-258.8
dt=+10°C		-87.3	0.5	0.0	0.0	0.0	-4.9
ветар Wnm		0.0	0.0	134.2	-7.4	1357.5	0.0
ветар Wom		0.0	0.0	256.3	-14.9	2970.0	0.0
Hk =264kN		1.8	-66.1	0.0	0.0	0.0	645.2
Z1	Sx	7.7	-175.0	0.0	0.0	0.0	1701.9
	Sy	0.0	0.0	459.3	-33.8	4820.1	0.0
Z2	Sx	9.0	-204.2	0.0	0.0	0.0	1985.1
	Sy	0.0	0.0	540.3	-39.7	5670.3	0.0

С7		пресек у врху шипова					
оптерећење		N1	T2	T3	M1	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
соп.теж.- g		-7514.7	-0.3	0.0	0.0	0.0	2.7
дод.стал.- dg		-2574.7	-0.2	0.0	0.0	0.0	1.9
преднапрез.- пост.каблови		175.2	45.6	0.0	0.0	0.0	-426.5
предн.- нови каблови		141.2	21.5	0.0	0.0	0.0	-201.4
Стално оптерећење		**-9773.1**	**66.7**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**-623.4**
V440, maxN1		-2863.4	185.5	-6.2	0.1	-771.3	-1895.6
V440, minN1		332.7	204.1	9.0	5.5	15.8	-1747.1
V440, maxM3		238.2	8.6	8.6	5.6	1.9	81.6
V440, minM3		-2737.2	188.1	-8.2	-1.4	-767.1	-1920.6
V440, maxT2		-146.05	205.41	6.689	5.78	-95.629	-1759
V440, min T2		-2353.0	-8.7	-6.3	-1.6	-669.5	-80.0
t0=+25°C		0.4	-75.1	0.0	0.0	0.0	701.8
dt=+10°C		165.5	-1.4	0.0	0.0	0.0	13.1
ветар Wnm		0.0	0.0	97.3	-21.8	982.9	0.0
ветар Wom		0.0	0.0	187.1	-44.7	2214.1	0.0
Hk =264kN		-0.6	-160.4	0.0	0.0	0.0	1500.0
Z1	Sx	-1.0	-633.2	0.0	0.0	0.0	5914.9
	Sy	0.0	0.0	442.1	-93.2	4500.5	0.0
Z2	Sx	-1.2	-738.6	0.0	0.0	0.0	6899.4
	Sy	0.0	0.0	520.1	-109.6	5294.8	0.0

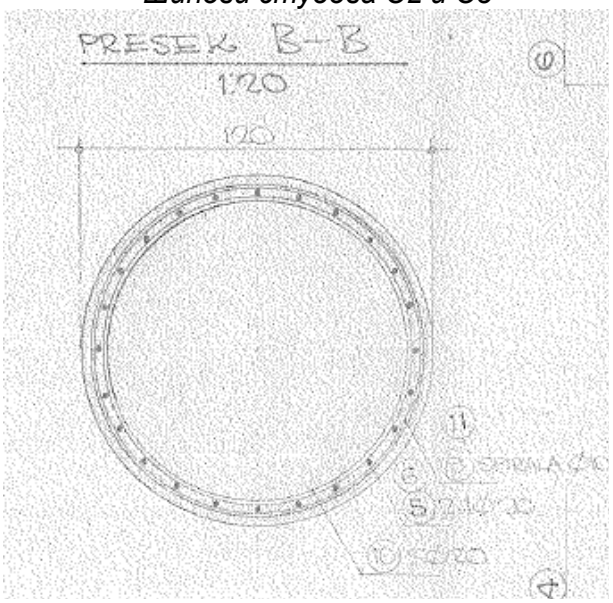
8.2.8.2 Комбинације оптерећења

Силе у појединачним шиповима срачунате су за следеће комбинације оптерећења:

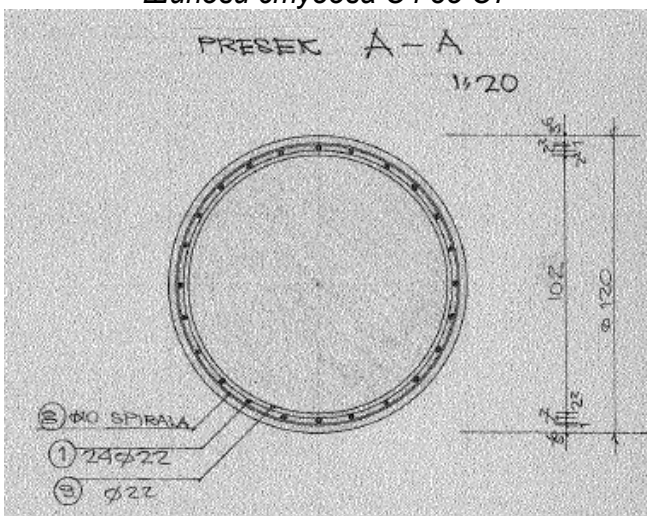
1) max N, odg M, одг T
2) min N , odg M, одг T
3) max/min M, odg N , одг.T
4) max/min M, odg N, одг T

Постојећа арматура у шиповима

Шипови стубова C2 и C3



Шипови стубова C4 до C7



Силе у шиповима од комбинација оптерећења

C2 до C4

... Основно+ допунско оптерећење

C2 - шип горе

Основно

	maxN1 =	***-4264.0***	kN			
(a)	odg M3 =	***-32.1***	kNm	Mrez=	***32.7***	kNm
	odg M2 =	***-5.7***	kNm	Todg=	***5.5***	kN
	min N1 =	***-2918.6***	kN			
(b)	odg M3 =	***59.8***	kNm	Mrez=	***60.0***	kNm
	odg M2 =	***-4.6***	kNm	Todg=	***68.1***	kN
	maxM3 =	***89.2***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-2938.9***	kN	Mrez=	***89.3***	kNm
	odg M2 =	***-4.4***	kNm	Todg=	***11.7***	kN
	odgM3 =	***50.3***	kNm			
(d)	odg N1 =	***-3125.2***	kN	Mrez=	***50.3***	kNm
	odg M2 =	***-1.8***	kNm	Tmax=	***93.8***	kN

Основно + допунско

	max N1 =	***-4507.7***	kN			
(a)	odg M3 =	***-40.8***	kNm	Mrez=	***44.1***	kNm
	odg M2 =	***-16.9***	kNm	Todg=	***57.0***	kN
	min N1 =	***-2650.8***	kN			
(b)	odg M3 =	***74.2***	kNm	Mrez=	***74.5***	kNm
	odg M2 =	***6.6***	kNm	Todg=	***129.9***	kN
	maxM3 =	***124.0***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-2747.4***	kN	Mrez=	***124.2***	kNm
	odg M2 =	***6.3***	kNm	Todg=	***54.4***	kN
	odgM3 =	***64.7***	kNm			
(d)	odg N1 =	***-2857.4***	kN	Mrez=	***65.4***	kNm
	odg M2 =	***9.5***	kNm	Tmax=	***153.7***	kN

C3 - шип горе

Основно

	maxN1 =	***-4305.4***	kN			
(a)	odg M3 =	***-155.9***	kNm	Mrez=	***155.9***	kNm
	odg M2 =	***-0.5***	kNm	Todg=	***61.3***	kN
	min N1 =	***-2953.3***	kN			
(b)	odg M3 =	***-117.9***	kNm	Mrez=	***118.0***	kNm
	odg M2 =	***2.6***	kNm	Todg=	***138.2***	kN
	maxM3 =	***-169.3***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-4101.5***	kN	Mrez=	***169.3***	kNm
	odg M2 =	***-1.6***	kNm	Todg=	***42.9***	kN
	odgM3 =	***-72.8***	kNm			
(d)	odg N1 =	***-3200.5***	kN	Mrez=	***72.9***	kNm
	odg M2 =	***2.4***	kNm	Tmax=	***142.4***	kN

Основно +
допунско

	max N1 =	***-4671.6***	kN			
(a)	odg M3 =	***-110.7***	kNm	Mrez=	***142.2***	kNm
	odg M2 =	***-89.3***	kNm	Todg=	***73.6***	kN
	min N1 =	***-2563.4***	kN			
(b)	odg M3 =	***-164.6***	kNm	Mrez=	***188.3***	kNm
	odg M2 =	***91.4***	kNm	Todg=	***180.7***	kN
	maxM3 =	***-284.1***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-3799.2***	kN	Mrez=	***297.0***	kNm
	odg M2 =	***86.8***	kNm	Todg=	***148.8***	kN
	odgM3 =	***-191.2***	kNm			
(d)	odg N1 =	***-3538.4***	kN	Mrez=	***209.7***	kNm
	odg M2 =	***-86.3***	kNm	Tmax=	***241.1***	kN

C4 - шип горе

Основно

	maxN1 =	***-3729.5***	kN			
(a)	odg M3 =	***-225.5***	kNm	Mrez=	***225.6***	kNm
	odg M2 =	***-7.7***	kNm	Todg=	***11.1***	kN
	min N1 =	***-2448.9***	kN			
(b)	odg M3 =	***-138.6***	kNm	Mrez=	***138.6***	kNm
	odg M2 =	***-1.0***	kNm	Todg=	***16.0***	kN
	maxM3 =	***-328.8***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-3379.6***	kN	Mrez=	***328.8***	kNm
	odg M2 =	***-4.0***	kNm	Todg=	***23.5***	kN
	odgM3 =	***-194.6***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-2473.6***	kN	Mrez=	***194.6***	kNm
	odg M2 =	***2.0***	kNm	Tmax=	***30.7***	kN

Основно +
допунско

	max N1 =	***-4239.1***	kN			
(a)	odg M3 =	***48.1***	kNm	Mrez=	***107.9***	kNm
	odg M2 =	***-96.6***	kNm	Todg=	***91.0***	kN
	min N1 =	***-1984.4***	kN			
(b)	odg M3 =	***-414.6***	kNm	Mrez=	***424.6***	kNm
	odg M2 =	***91.4***	kNm	Todg=	***99.7***	kN
	maxM3 =	***-608.6***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-3734.5***	kN	Mrez=	***616.2***	kNm
	odg M2 =	***-96.4***	kNm	Todg=	***104.1***	kN
	odgM3 =	***-474.4***	kNm			
(c)	odg N1 =	***-2828.5***	kN	Mrez=	***483.0***	kNm
	odg M2 =	***-90.4***	kNm	Tmax=	***56.0***	kN

... сеизмичко оптерећење

C2 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

	N1 =	***-2961.1***	kN			
(a)	odg M3 =	***99.8***	kNm	Mrez=	***99.9***	kNm
	odg M2 =	***-4.2***	kNm	Tmax=	***247.4***	kN

Стално+Sy (Z2)

	N1 =	***-2639.7***	kN			
(b)	odg M3 =	***21.8***	kNm	Mrez=	***31.8***	kNm
	odg M2 =	***23.2***	kNm	Tmax=	***103.8***	kN

C3 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

	N1 =	***-3012.2***	kN			
(a)	odg M3 =	***-324.9***	kNm	Mrez=	***324.9***	kNm
	odg M2 =	***1.7***	kNm	Tmax=	***238.3***	kN

Стално+Sy (Z2)

	N1 =	***-2432.5***	kN			
(b)	odg M3 =	***-12.0***	kNm	Mrez=	***208.2***	kNm
	odg M2 =	***207.9***	kNm	Tmax=	***165.4***	kN

C4 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

	N1 =	***-2597.6***	kN			
(a)	odg M3 =	***-482.7***	kNm	Mrez=	***482.7***	kNm
	odg M2 =	***-0.2***	kNm	Tmax=	***58.9***	kN

Стално+Sy (Z2)

	N1 =	***-1784.2***	kN			
(b)	odg M3 =	***-84.5***	kNm	Mrez=	***226.7***	kNm
	odg M2 =	***210.3***	kNm	Tmax=	***209.0***	kN

Шипови стубова С5, С6 и С7

У наставку су приказане силе у врху шипова за исте комбинације оптерећења као С2 до С4

... Основно+ допунско оптерећење

С5 - шипови горе

Основно

	maxN1 =	***-12611.7***	kN				
(a)	odg M3 =	***-71.9***	kNm	T3odg=	***-3.5***	kN	
	odg M2 =	***-702.4***	kNm	T2odg=	***-0.1***	kN	
	min N1 =	***-9417.4***	kN				
(b)	odg M3 =	***6.4***	kNm	T3odg=	***8.5***	kN	
	odg M2 =	***-6.0***	kNm	T2odg=	***6.5***	kN	
	maxM3 =	***469.0***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-9510.9***	kN	T3odg=	***10.4***	kN	
	odg M2 =	***4.0***	kNm	T2odg=	***-39.0***	kN	
	odgM3 =	***396.5***	kNm				
(d)	odg N1 =	***-12100.8***	kN	T3odg=	***-5.0***	kNm	
	odg M2 =	***-620.1***	kNm	T2max=	***-46.1***	kN	

Основно + допунско

	max N1 =	***-12670.5***	kN				
(a)	odg M3 =	***-940.5***	kNm	T3odg=	***-250.6***	kN	
	odg M2 =	***-3435.0***	kNm	T2odg=	***85.4***	kN	
	min N1 =	***-9300.7***	kN				
(b)	odg M3 =	***871.7***	kNm	T3odg=	***255.6***	kN	
	odg M2 =	***2726.6***	kNm	T2odg=	***-78.6***	kN	
	maxM3 =	***1343.9***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-9567.8***	kN	T3odg=	***257.5***	kN	
	odg M2 =	***2736.6***	kNm	T2odg=	***-125.0***	kN	
	odgM3 =	***988.6***	kNm				
(d)	odg N1 =	***-9748.6***	kN	T3odg=	***-252.1***	kN	
	odg M2 =	***-2732.6***	kNm	T2max=	***-132.1***	kN	

С6 - шипови горе

Основно

	maxN1 =	***-12970.1***	kN				
(a)	odg M3 =	***-653.4***	kNm	T3odg=	***-6.2***	kN	
	odg M2 =	***-814.0***	kNm	T2odg=	***46.2***	kN	
	min N1 =	***-9649.2***	kN				
(b)	odg M3 =	***-431.0***	kNm	T3odg=	***4.9***	kN	
	odg M2 =	***-7.2***	kNm	T2odg=	***64.9***	kN	
	minM3 =	***-682.5***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-12796.6***	kN	T3odg=	***-8.4***	kN	
	odg M2 =	***-802.8***	kNm	T2odg=	***49.2***	kN	
	odgM3 =	***-480.3***	kNm				
(d)	odg N1 =	***-10058.9***	kN	T3odg=	***6.4***	kNm	
	odg M2 =	***-70.4***	kNm	T2max=	***69.9***	kN	

Основно + допунско

	max N1 =	***-13031.2***	kN				
(a)	odg M3 =	***-1560.8***	kNm	T3odg=	***-262.4***	kN	
	odg M2 =	***-3784.0***	kNm	T2odg=	***139.0***	kN	
	min N1 =	***-9618.7***	kN				
(b)	odg M3 =	***474.8***	kNm	T3odg=	***261.2***	kN	
	odg M2 =	***898.6***	kNm	T2odg=	***-27.9***	kN	
	minM3 =	***-1590.0***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-12857.7***	kN	T3odg=	***247.8***	kN	
	odg M2 =	***2167.2***	kNm	T2odg=	***142.2***	kN	
	odgM3 =	***-1387.7***	kNm				
(d)	odg N1 =	***-10120.0***	kN	T3odg=	***262.6***	kNm	
	odg M2 =	***2899.6***	kNm	T2max=	***162.9***	kN	

С7 - шипови горе

Основно

	maxN1 =	***-12636.5***	kN				
(a)	odg M3 =	***-2519.0***	kNm	T3odg=	***-6.2***	kN	
	odg M2 =	***-771.3***	kNm	T2odg=	***252.1***	kN	
	min N1 =	***-9440.3***	kN				
(b)	odg M3 =	***-2370.5***	kNm	T3odg=	***9.0***	kN	
	odg M2 =	***15.8***	kNm	T2odg=	***270.8***	kN	
	minM3 =	***-2544.0***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-12510.3***	kN	T3odg=	***-8.2***	kN	
	odg M2 =	***-767.1***	kNm	T2odg=	***254.8***	kN	
	odgM3 =	***-2382.4***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-9919.1***	kN	T3odg=	***6.7***	kNm	
	odg M2 =	***-95.6***	kNm	T2max=	***272.1***	kN	

Основно + допунско

	max N1 =	***-12694.2***	kN				
(a)	odg M3 =	***-4725.3***	kNm	T3odg=	***-193.3***	kN	
	odg M2 =	***-2985.4***	kNm	T2odg=	***488.1***	kN	
	min N1 =	***-9324.6***	kN				
(b)	odg M3 =	***-159.6***	kNm	T3odg=	***196.2***	kN	
	odg M2 =	***2226.7***	kNm	T2odg=	***34.4***	kN	
	minM3 =	***-4750.3***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-12568.0***	kN	T3odg=	***-195.4***	kN	
	odg M2 =	***-2981.2***	kNm	T2odg=	***490.8***	kN	
	odgM3 =	***-4588.7***	kNm				
(c)	odg N1 =	***-9976.8***	kN	T3odg=	***193.8***	kNm	
	odg M2 =	***2118.5***	kNm	T2max=	***508.1***	kN	

... сеизмичко оптерећење

C5 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

N1 =	***-9749.2***	kN			
odg M3 =	***1612.9***	kNm	T3odg=	***0.0***	kN
odg M2 =	***0.0***	kNm	T2odg=	***-159.4***	kN

Стално+Sy (Z2)

N1 =	***-9748.6***	kN			
odg M3 =	***433.3***	kNm	T3odg=	***553.8***	kN
odg M2 =	***5488.7***	kNm	T2odg=	***-42.6***	kN

C6 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

N1 =	***-10021.1***	kN			
odg M3 =	***2215.7***	kNm	T3odg=	***0.0***	kN
odg M2 =	***0.0***	kNm	T2odg=	***-227.8***	kN

Стално+Sy (Z2)

N1 =	***-10030.1***	kN			
odg M3 =	***230.6***	kNm	T3odg=	***540.3***	kN
odg M2 =	***5670.3***	kNm	T2odg=	***-23.6***	kN

C6 - шип горе

Стално+Sx (Z2)

N1 =	***-9774.2***	kN			
odg M3 =	***6276.0***	kNm	T3odg=	***0.0***	kN
odg M2 =	***0.0***	kNm	T2odg=	***-672.0***	kN

Стално+Sy (Z2)

N1 =	***-9773.1***	kN			
odg M3 =	***-623.4***	kNm	T3odg=	***520.1***	kN
odg M2 =	***5294.8***	kNm	T2odg=	***66.7***	kN

8.2.8.3 Прорачун савијања шипа у тлу

Прорачун савијања шипа у тлу спроведен је у линијском моделу шипа одговарајуће дужине - тло је у моделу замењено еластичним ослонцима са константама еластичности добијеним од одговарајућих коефицијената постељице.

Геомеханичке карактеристике тла нису познате, једини податак о тлу који је био доступан Пројектанту је подужни профил терена са распоредом слојева тла, приказан у Диспозицији моста из Основног пројекта. Геомеханички елаборат који је израђен за потребе Основног пројекта није био на располагању током израде овог пројекта.

Крутости хоризонталних ослонаца су усвојене према препорученим вредностима из доступне литературе. Коришћени стандарди према којима су одређене крутости су: DIN 4094 и DIN1054.

У прорачуну су усвојене хоризонталне крутости еластичних ослонаца:

k_h=15000kN/m2/m' песак

k_h=25000kN/m2/m' шљунак

k_h=50000kN/m2/m' стена

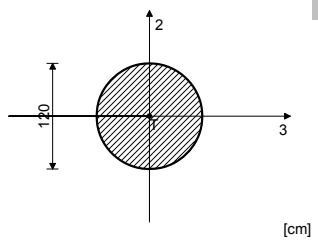
8.2.8.3.1 Шипови стубова C2 до C4

8.2.8.3.1.1 Улазни подаци

Setovi greda

Set: 1 Presek: D=120, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 22	1.131e+0	1.018e+0	1.018e+0	2.036e-1	1.018e-1	1.018e-1

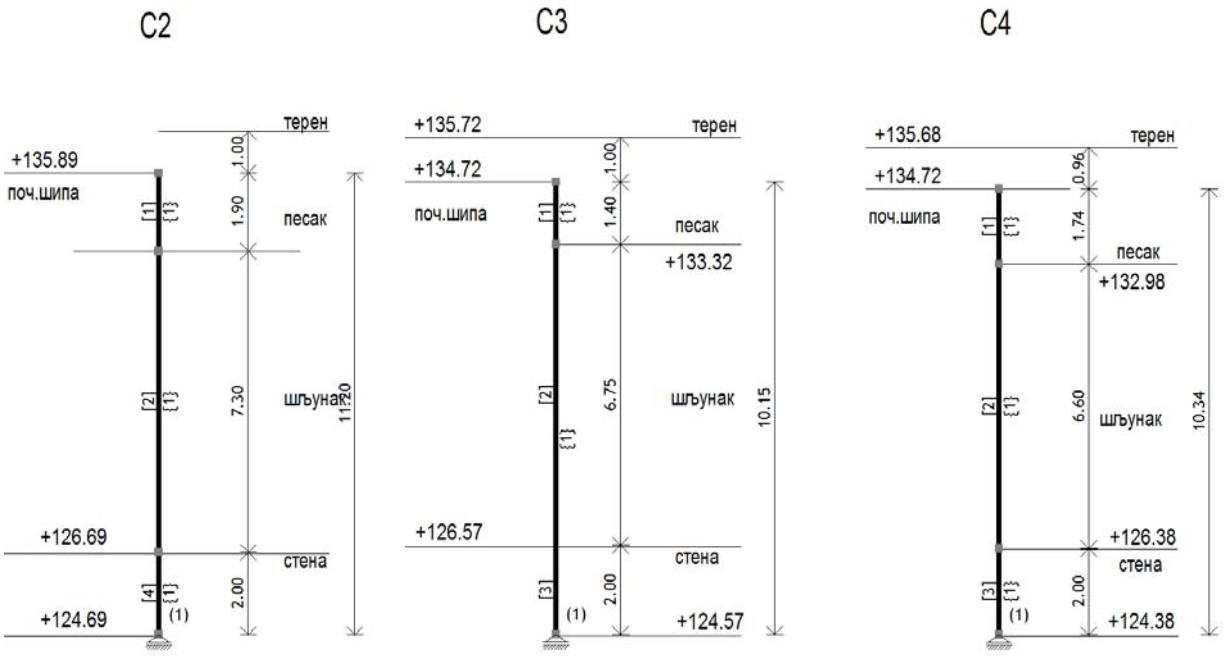


Setovi linijskih oslonaca

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1		1.500e+4	1.500e+4		
2		2.500e+4	2.500e+4		
3		5.000e+4	5.000e+4		

Setovi tačkastih oslonaca

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			



8.2.8.3.1.2 Статички утицаји

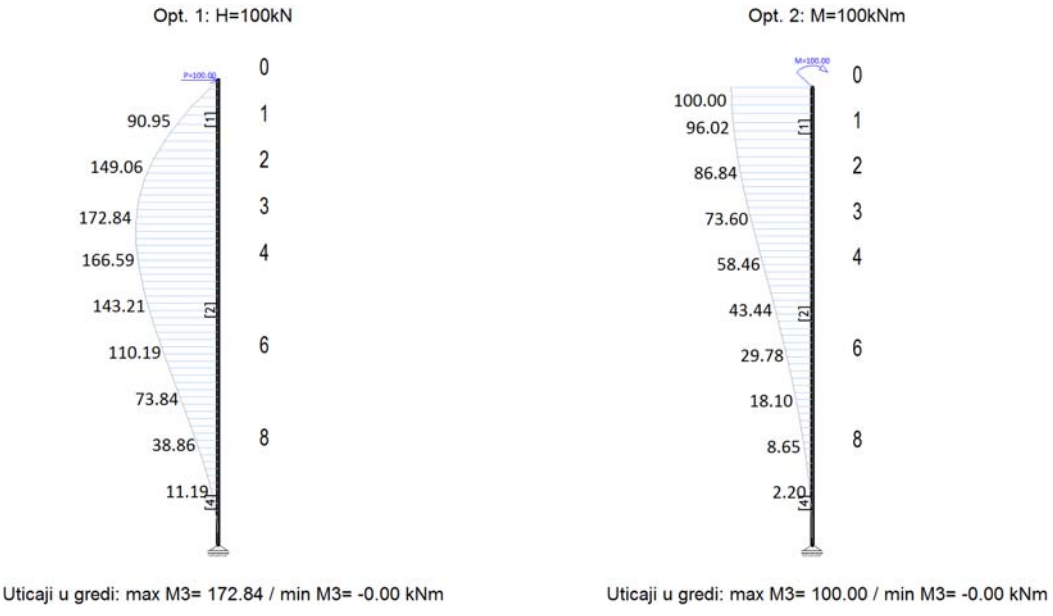
Ради упрошћења прорачуна, користиће се прерасподела момената по висини шипа. Шипови су у врху оптерећени хоризонталном силом и моментом. За срачунавање момента савијања шипа у тлу у врху шипа су задата јединична оптерећења:

опт1 - H=100kN

опт2 - M=100kNm

Са добијеним утицајима од ових јединичних оптерећења у пресецима шипа у десетинама висине срачунати су укупни моменти савијања шипа за одабране комбинације оптерећења.

<u>дијаграми прерасподеле момената M</u> ***- C2***



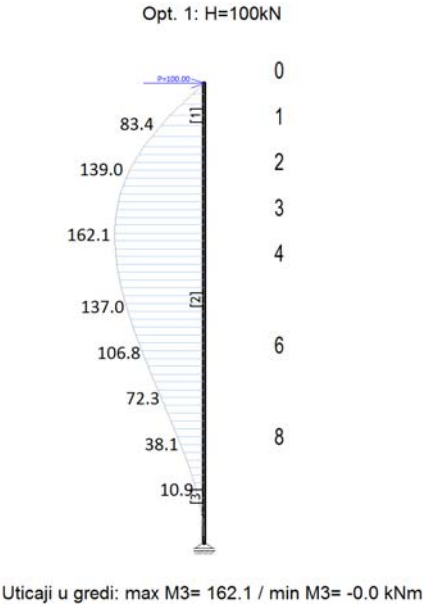
M_1= H x0 + M x1.0

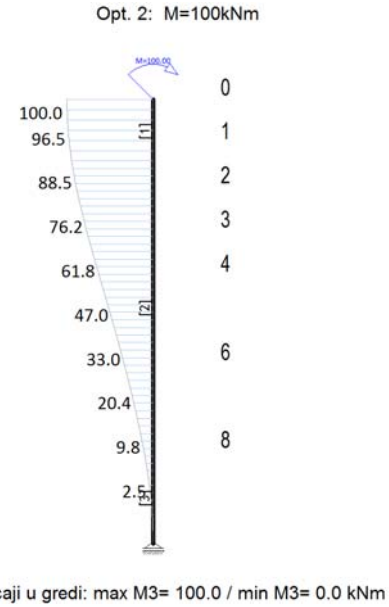
M_2= H x 1.491 + M x 0.868

M_3= H x 1.728 + M x0.736

M_4= H x 1.666 + M x0.585

*дијаграми прерасподеле момената M - **C3***





M_1= H x0 + M x1.0

M_2= H x 1.39 + M x 0.885

M_3= H x 1.621 + M x0.762

M_4= H x 1.573 + M x0.618

Табеларни приказ сила у шиповима стубова C2, C3 за одабране комбинације оптерећења и пресеке 0, 0.2l, 0.3l и 0.4l

	шип - стуб C2				M (H+M) (kNm)			
	сл.опт	N (kN)	H (kN)	M (kNm)	M_o	$M_{,0.2l}$	$M_{,0.3l}$	$M_{,0.4l}$
основно оптерећење	maxN	4264.5	5.5	32.7	32.7	36.6	33.6	28.3
	minN	2918.6	68.1	60.0	60.0	153.6	161.8	148.6
	max/minM	2938.9	11.7	89.3	89.3	95.0	85.9	71.7
	max T	3125.2	93.8	50.3	50.3	183.5	199.1	185.7
основно +допунско оптерећење	maxN	4507.7	57.0	44.1	44.1	123.3	131.0	120.8
	minN	2650.8	129.9	74.5	74.5	258.3	279.3	260.0
	max/minM	2747.4	54.4	124.2	124.2	188.9	185.4	163.3
	max T	2857.4	153.7	65.4	65.4	285.9	313.7	294.3
сеизмика	Sx	2961.1	247.4	99.9	99.9	455.6	501.0	470.6
	Sy	2639.7	103.8	31.8	31.8	182.4	202.8	191.5

	шип - стуб C3				M (H+M) (kNm)			
	сл.опт	N (kN)	H (kN)	M (kNm)	M_o	$M_{,0.2l}$	$M_{,0.3l}$	$M_{,0.4l}$
основно оптерећење	maxN	4305.4	61.3	155.9	155.9	223.2	218.2	192.8
	minN	2953.3	138.2	118.0	118.0	296.5	313.9	290.3
	max/minM	4101.5	42.9	169.3	169.3	209.5	198.5	172.1
	max T	3200.5	142.4	72.9	72.9	262.5	286.4	269.0
основно +допунско оптерећење	maxN	4671.6	76.6	142.2	142.2	232.3	232.5	208.4
	minN	2563.4	180.7	188.3	188.3	417.8	436.4	400.6
	max/minM	3799.2	148.8	297.0	297.0	469.7	467.5	417.6
	max T	3538.4	241.1	209.7	209.7	520.7	550.6	508.8
сеизмика	Sx	3012.2	238.3	324.9	324.9	618.8	633.9	575.6
	Sy	2432.5	165.4	208.2	208.2	414.2	426.8	388.8

Из приложених табела се види да су за контролу носивости шипова стубова С2 и С3 меродавни:
1) .. пресек 0.3l - шип С3, оптерећење основно+допунско
2) .... пресек 0.3l - шип С3, сеизмичко оптерећење ,

8.2.8.3.1.3 Контрола носивости шипова према напонској теорији

1) Шип стуба С3 – основно + допунско

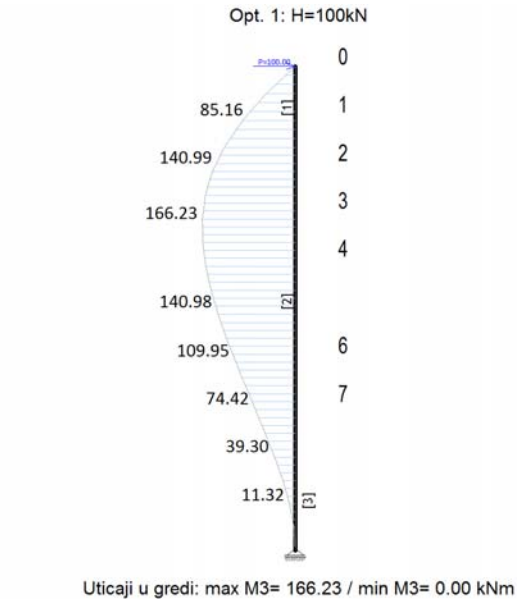
Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.13 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 75.12 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 436.40 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2563.40 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 4.5 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -0.2 (MPa**)
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=114.7 (cm)

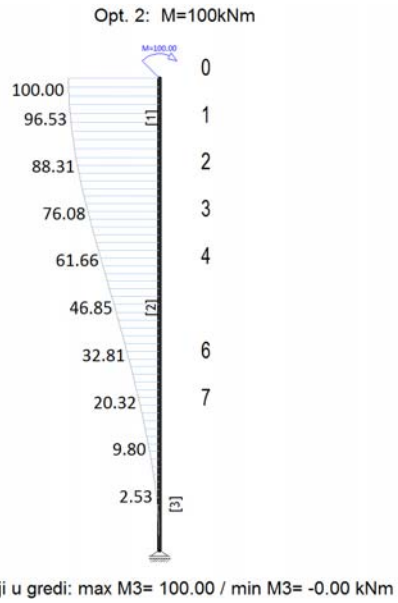
2) Шип стуба С3 - сеизмика

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 4 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.13 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 12.52 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 633.90 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 3012.20 kN
****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 6.3 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -1.0 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=103.0 (cm)

Шипови стубова С2 и С3 имају довољну носивост за максималне пресечне силе

*дијаграми прерасподеле момената М - **С4***





M_1= H x0 + M x1.0
M_3= H x 1.662 + M x0.761

M_2= H x 1.41 + M x 0.883
M_4= H x 1.616 + M x0.616

Табеларни приказ сила у шиповима стуба С4 за одабране комбинације оптерећења и пресеке 0, 0.2l, 0.3l и 0.4l

	шип - стуб С4				$M_{(H+M)}$ (kNm)			
	сл.опт	N (kN)	H (kN)	M (kNm)	M_o	$M_{,0.2l}$	$M_{,0.3l}$	$M_{,0.4l}$
основно оптерећење	maxN	3729.5	11.1	225.6	225.6	214.9	190.1	156.9
	minN	2448.9	16.0	138.6	138.6	144.9	132.1	111.2
	max/minM	3379.6	23.5	328.8	328.8	323.5	289.3	240.5
	max T	2473.6	30.7	194.6	194.6	215.1	199.1	169.5
основно +допунско оптерећење	maxN	4239.1	91.0	107.9	107.9	223.6	233.4	213.5
	minN	1984.4	99.7	424.6	424.6	515.5	488.8	422.7
	max/minM	3734.5	104.1	616.2	616.2	690.9	641.9	547.8
	max T	2828.5	56.0	483.0	483.0	505.4	460.6	388.0
сеизмика	Sx	2597.6	58.9	482.7	482.7	509.3	465.2	392.5
	Sy	1784.2	209.0	226.7	226.7	494.9	519.9	477.4

Меродавна оптерећења за контролу носивости шипова стуба С4

3) .... пресек 0.2l - оптерећење основно+допунско
4) .... пресек 0.3l - сеизмичко оптерећење

3) Шип стуба С4 – основно + допунско

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 4 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 15.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 690.60 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 3734.50 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 7.3 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -0.7 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=109.0 (cm)

4) Шип стуба С4 - сеизмика

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 4 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 15.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 519.90 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 1784.20 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 4.6 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -1. 5 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 91.1 (cm)

Из добијених резултата види се да шипови стуба С4 задовољавају у погледу носивости бетона и арматуре.

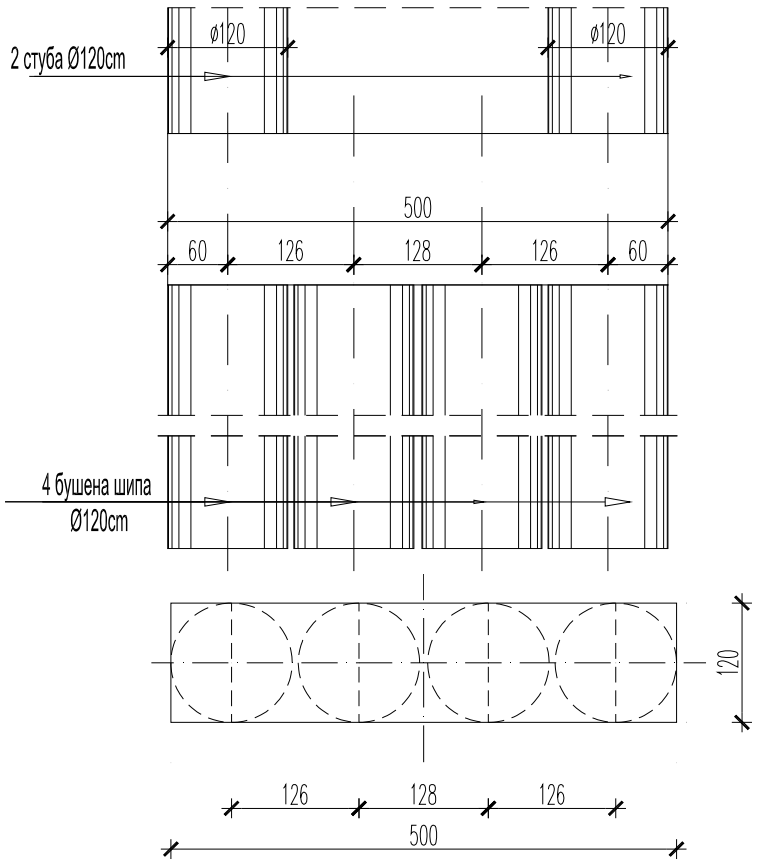
Максималне силе у појединачним шиповима

стуб	max Nš (kN)					
	Основни пројекат		Пројекат санације			
	основно	осн.+доп	основно	осн.+доп	ΔN (%)	
C2	4301	4447	4580	4824	6.5	8.5
C3	4440	4519	4592	4958	3.4	9.7
C4	3284	3450	4021	4531	22.4	31.3

Из таблице се види да су max силе у шиповима за новопројектовано стање веће за 6-10 % за стубове C2 и C3, а код стуба C4 повећање max N је од 22 до 31 %.
Разлика потиче од повећања сталног оптерећења (≈380 kN), ојачања стуба (112kN) као и реакција од постојећег и новог преднапрезања (235 kN) које у Основном пројекту није узето у обзир.
С обзиром да су ови шипови фундирани у истом слоју као шипови стубова C2 и C3 њихова носивост за вертикална оптерећења је иста као за шипове C2 и C3 па се ово повећање може прихватити.

8.2.8.3.2 Шипови стубова C5 – C7

Прорачун савијања шипова стубова C5 до C7 спроведен је у раванском моделу са наглавном гредом и шиповима, при чему су у врху шипова испод стубова задате срачунате силе из комбинација оптерећења – Nz (N1), Mx (M3), Hx (T2) и Hy (T3). Утицаји од момента M2 се додају као нормалне силе у врху шипова према приказаној прерасподели.

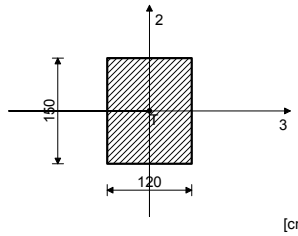


$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{M2\cdot \max e}{\Sigma e^2} \qquad \Sigma e^2 = 2\cdot(1.9^2 + 0.64^2) = 8.04m2 \qquad \max e = 1.9m$$

$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{M2\cdot 1.9}{8.04} = \pm M2\cdot 0.236$$

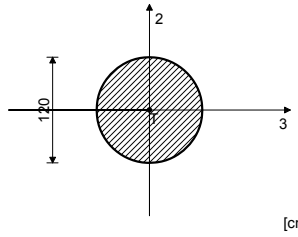
8.2.8.3.2.1 Улазни подаци

Set: 2 Presek: b/d=120/150, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 30	1.800e+0	1.500e+0	1.500e+0	4.434e-1	2.160e-1	3.375e-1

Set: 3 Presek: D=120, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Beton MB 22	1.131e+0	1.018e+0	1.018e+0	2.036e-1	1.018e-1	1.018e-1

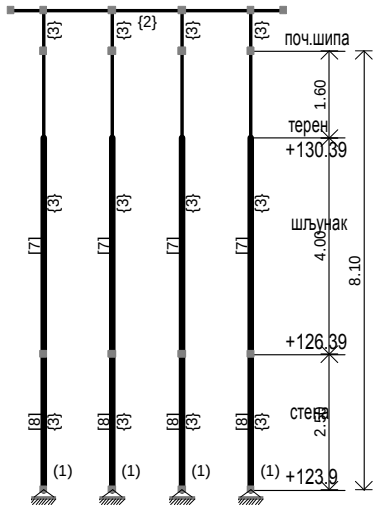
Setovi linijskih oslonaca

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
7		6.250e+3	2.500e+4		
8		1.250e+4	5.000e+4		

Setovi tačkastih oslonaca

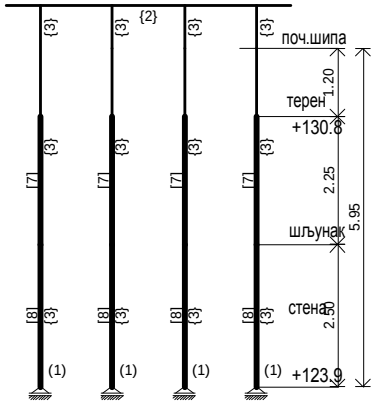
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			

C5

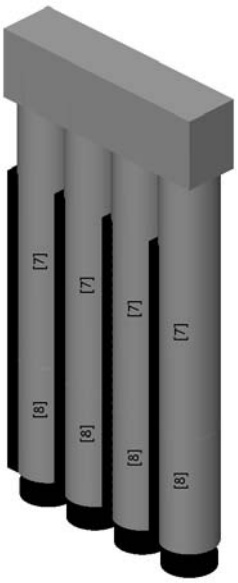


Ram: H_1

C6



Ram: H_1



Izometrija

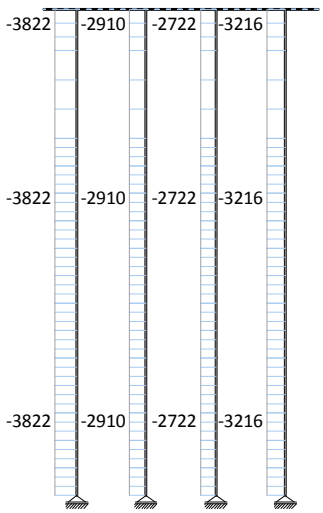
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	max N - O+D
2	min N - O+D
3	max M3 - O+D
4	maxT - O+D
5	seizmika Sx -Z2
6	seizmika Sy -Z2

У наставку су приказани дијаграми пресечних сила за меродавне комбинације оптерећења

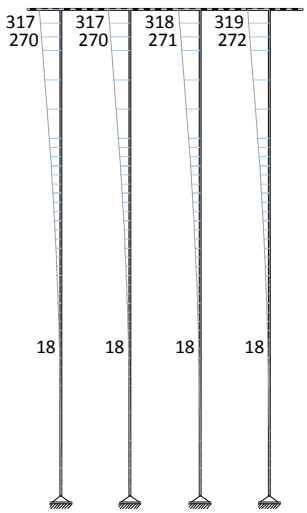
Шипови стуба С5

Opt. 1: max N - O+D



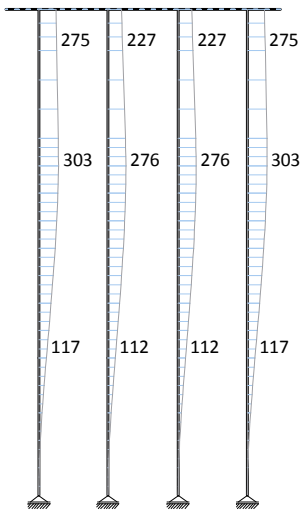
Ram: H_1

Opt. 1: max N - O+D



Ram: H_1

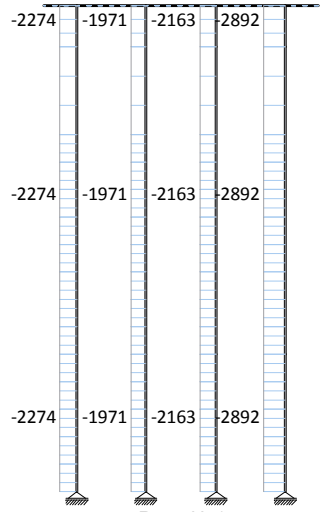
Opt. 1: max N - O+D



Ram: H_1

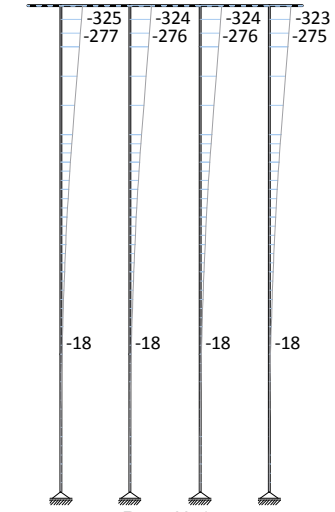
Uticaji u gredi: max N1= 63 / min N1= -3822 kN Uticaji u gredi: max M2= 319 / min M2= -0 kNm Uticaji u gredi: max M3= 319 / min M3= -380...

Opt. 2: min N - O+D



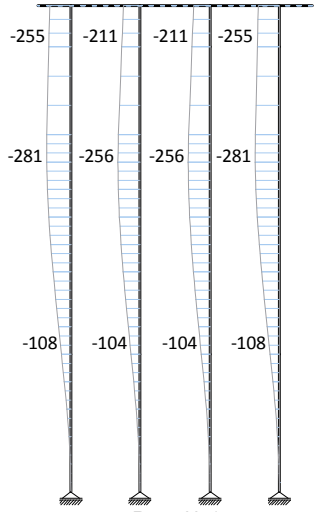
Ram: H_1

Opt. 2: min N - O+D



Ram: H_1

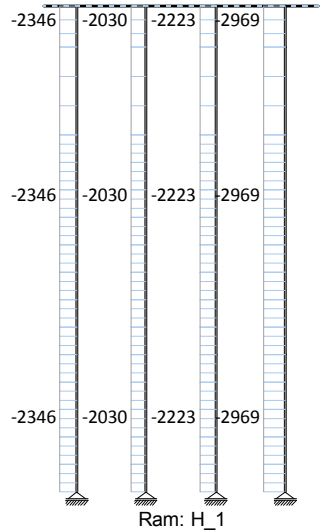
Opt. 2: min N - O+D



Ram: H_1

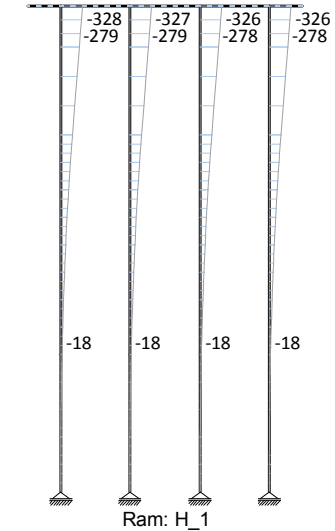
Uticaji u gredi: max N1= 64 / min N1= -2892 kN Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= -325 kNm Uticaji u gredi: max M3= 325 / min M3= -286...

Opt. 3: max M3 - O+D



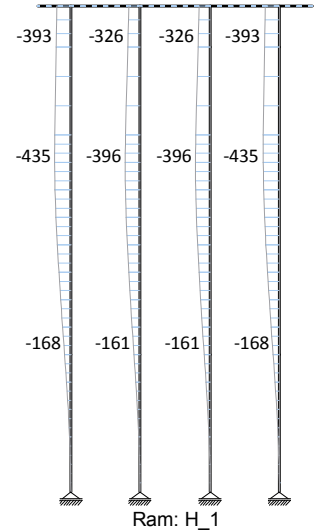
Ram: H_1

Opt. 3: max M3 - O+D



Ram: H_1

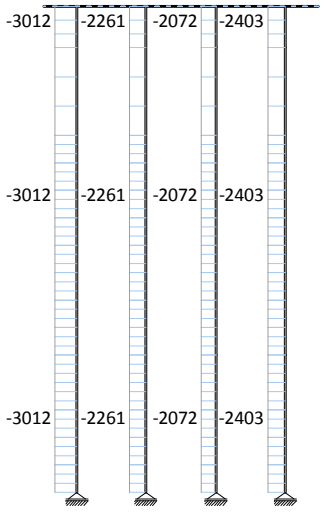
Opt. 3: max M3 - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 65 / min N1= -2969 kN Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= -328 kNm Uticaji u gredi: max M3= 328 / min M3= -293...

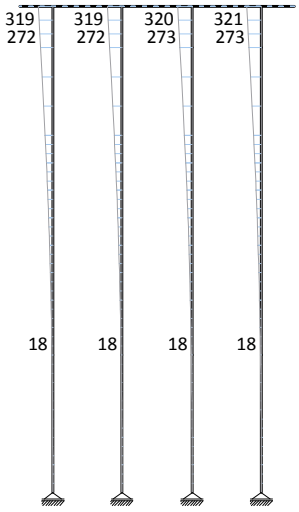
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 63 / min N1= -3012 kN

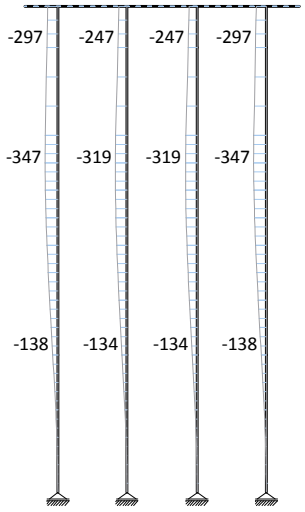
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 321 / min M2= -48...

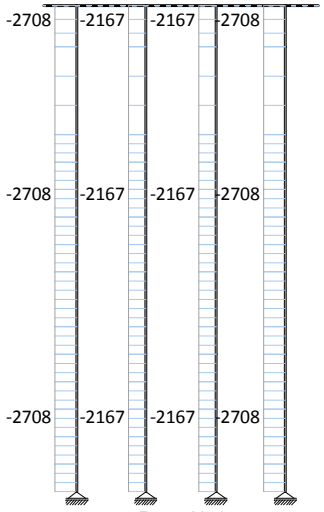
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 321 / min M3= -298...

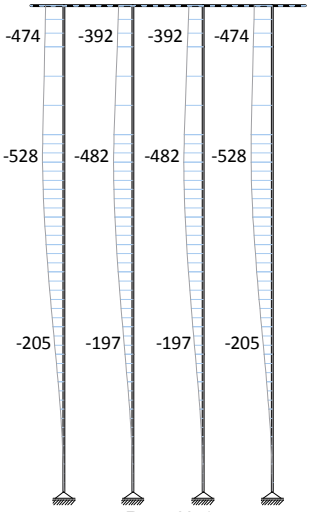
Opt. 5: seizmika Sx -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 0 / min N1= -2708 kN

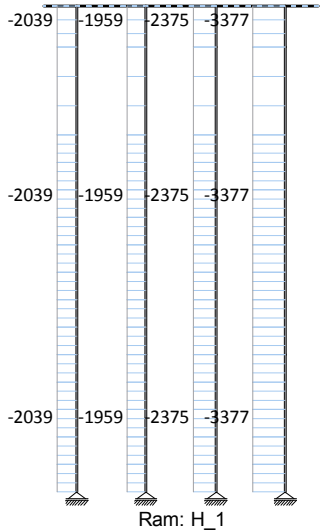
Opt. 5: seizmika Sx -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 1 / min M3= -2729...

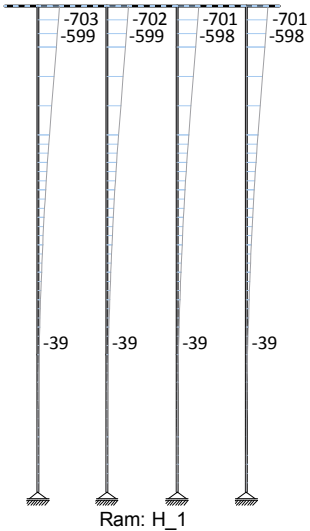
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 139 / min N1= -337...

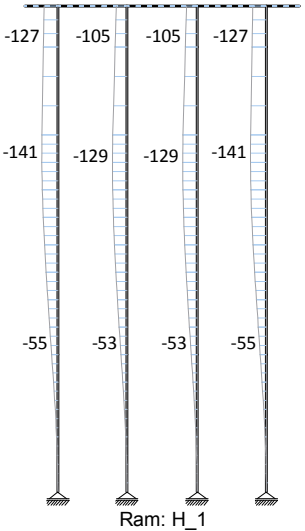
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= -703 kNm

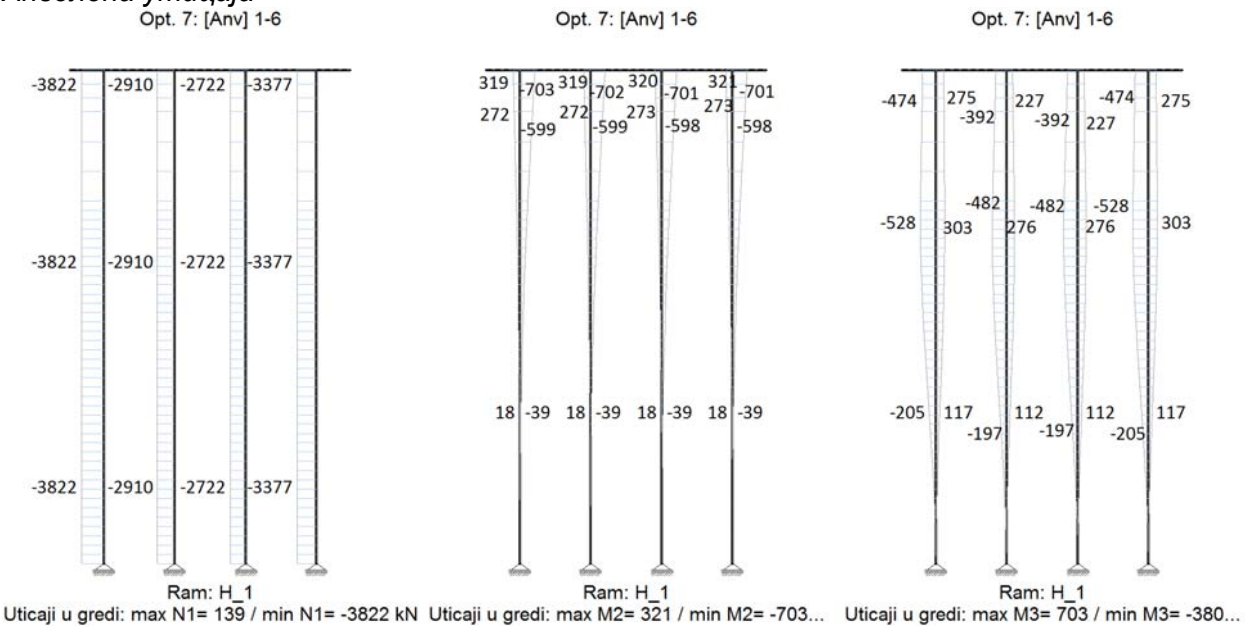
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 703 / min M3= -329...

Анвелопа утицаја



Из анвелопе утицаја види се да се највећи моменти савијања у шиповима јављају у врху шипова за случај оптерећења 6 – сеизмичко оптерећење у попречном правцу.
За овај случај оптерећења у врху шипова су додате силе од момента савијања у попречном раму:

$$M2 = \pm 5488.7 kNm$$

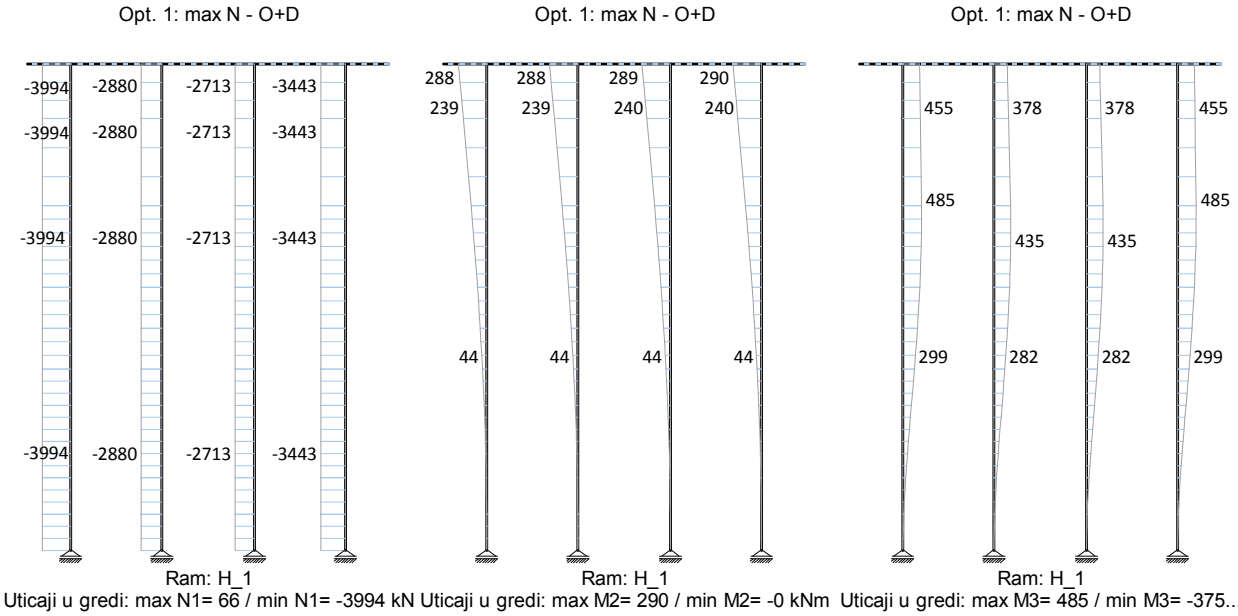
додатна сила у ивичном шипу

$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{5488.7 \cdot 1.9}{8.04} = \pm 1297 kN$$

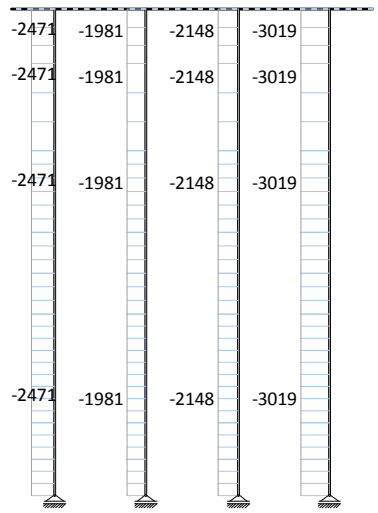
додатна сила у средњем шипу

$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{5488.7 \cdot 1.9}{8.04} 0.64 = \pm 437 kN$$

Шипови стуба С6



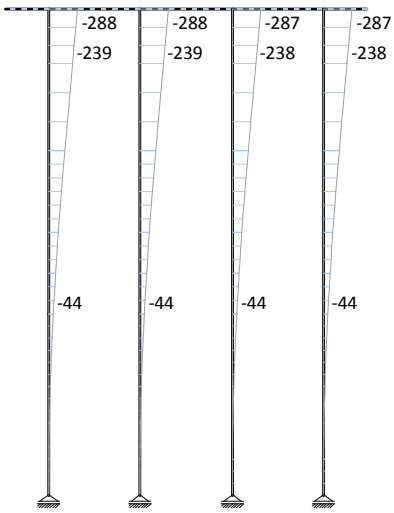
Opt. 2: min N - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 65 / min N1= -3019 kN

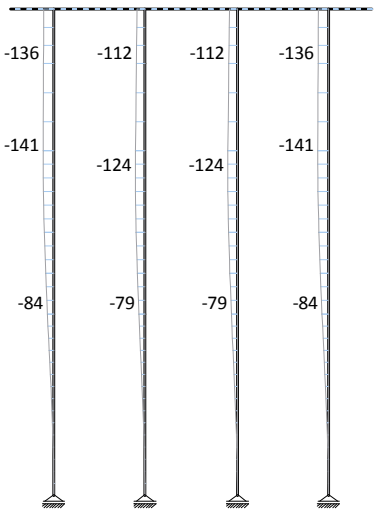
Opt. 2: min N - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= -288 kNm

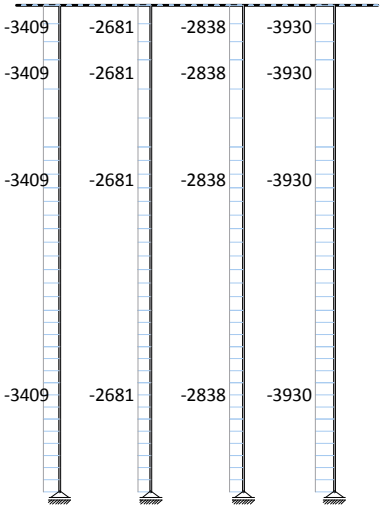
Opt. 2: min N - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 288 / min M3= -282...

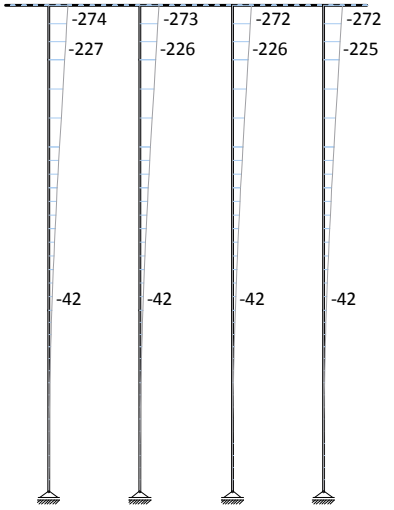
Opt. 3: max M3 - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 62 / min N1= -3930 kN

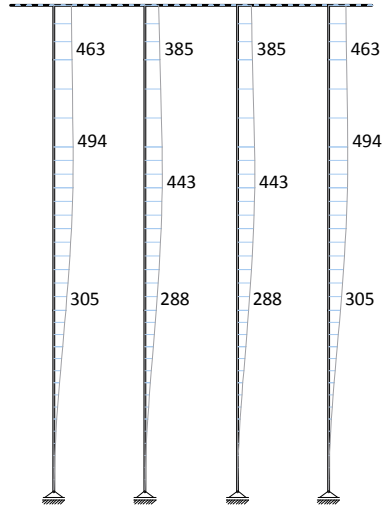
Opt. 3: max M3 - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 57 / min M2= -274...

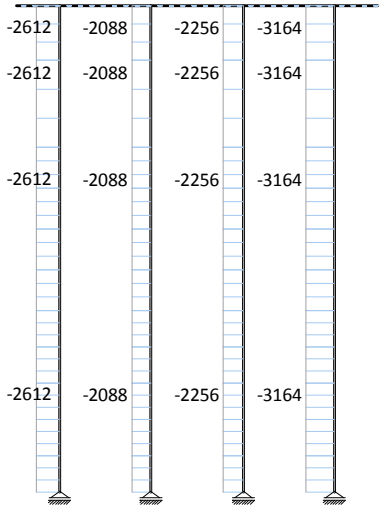
Opt. 3: max M3 - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 494 / min M3= -369...

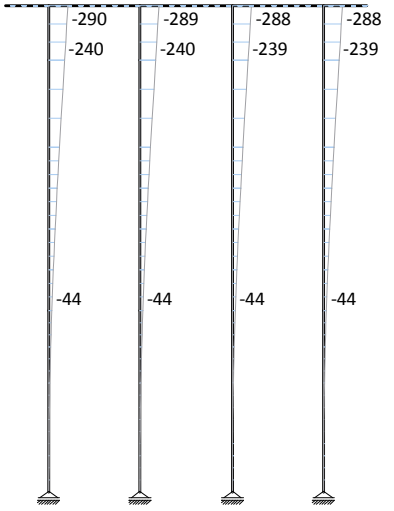
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 66 / min N1= -3164 kN

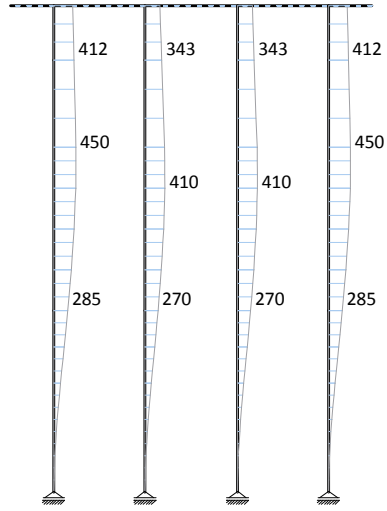
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 62 / min M2= -290...

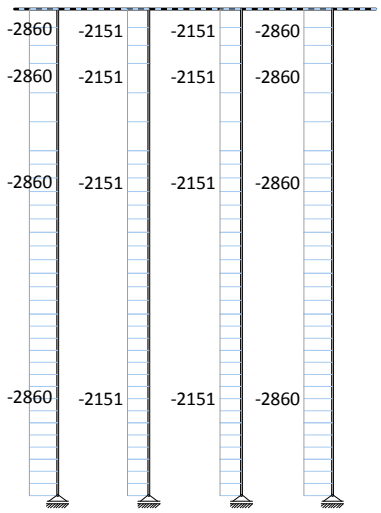
Opt. 4: maxT - O+D



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 450 / min M3= -296...

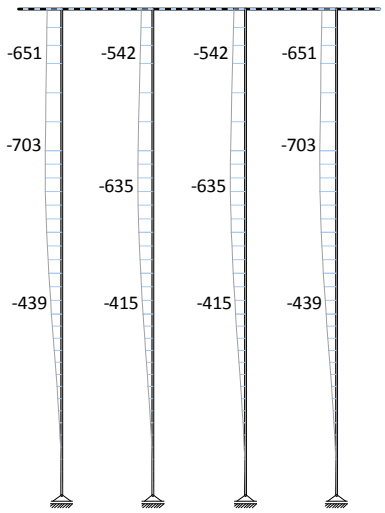
Opt. 5: seizmika Sx -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 0 / min N1= -2860 kN

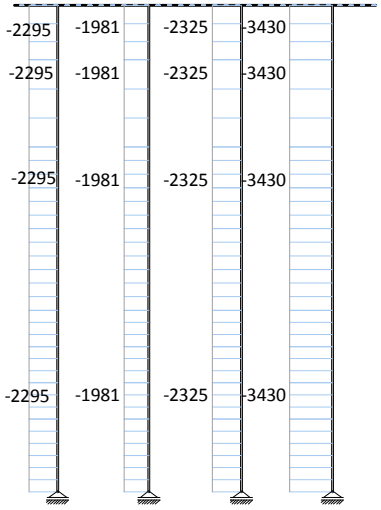
Opt. 5: seizmika Sx -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 1 / min M3= -2709...

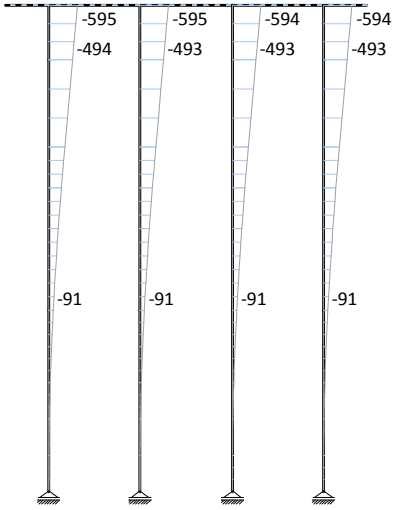
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 135 / min N1= -343...

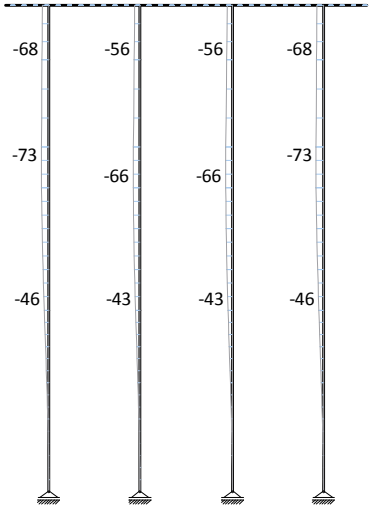
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 0 / min M2= -595 kNm

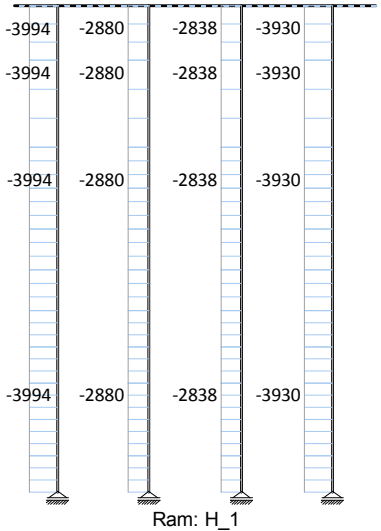
Opt. 6: seizmika Sy -Z2



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 595 / min M3= -318...

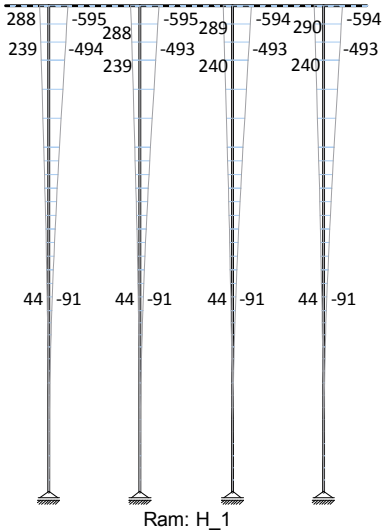
Opt. 7: [Anv] 1-6



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max N1= 135 / min N1= -399...

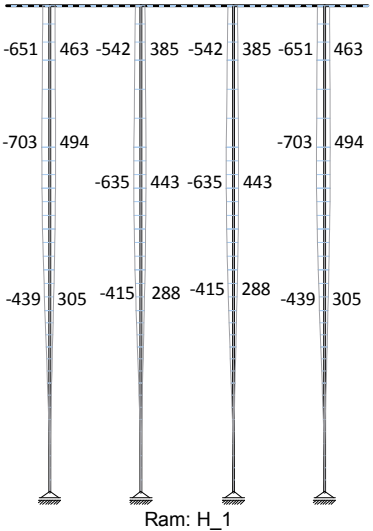
Opt. 7: [Anv] 1-6



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M2= 290 / min M2= -59...

Opt. 7: [Anv] 1-6



Ram: H_1

Uticaji u gredi: max M3= 595 / min M3= -375...

Из дијаграма се види да се највећи моменти савијања у шиповима јављају у врху шипова и то за случај оптерећења 6 - сеизмичко оптерећење у попречном правцу. За овај случај оптерећења у врху шипова су додате силе од момента савијања у попречном раму:

$M2 = \pm 5670.3 kNm$

додатна сила у ивичном шипу

$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{5670.3 \cdot 1.9}{8.04} = \pm 1339.9 kN$$

додатна сила у средњем шипу

$$\max/\min N_{M2} = \pm\frac{5670.3 \cdot 0.64}{8.04} = \pm 451.4 kN$$

С обзиром да су шипови стубова С5 и С6 истог пресека и са истом арматуром проверена је носивост шипа са већим утицајима - С5

Ивични шип – max M2, odg M3

N1,max = 2039 +1297= 3336 kN

Presek elementa <> je KRUZNI - MALI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 599.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 127.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 3336.00 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig1= 6.0 (MPa)**
MINIMALNI IVICNI NAPON U BETONU JE **Sig2= -0.5 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc=111.1 (cm)

N1,min = 2039 -1297= 742 kN

Presek elementa <> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 599.00 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 127.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 742.00 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE **SigA= -107.3 (MPa)**
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE **SigB= 6.5 (MPa)**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 42.9 (cm)

Шипови стуба С7

С обзиром да су шипови стуба С7 кратки и целом дужином у стени нема савијања у тлу. Контрола носивости ових шипова спроведена је за момента у врху шипова за меродавно оптерећење а то је случај оптерећења 5 - сеизмичко оптерећење у подужном правцу

Стално+Sx (Z2)

N1 =	***-9774.2***	kN			
odg M3 =	***6276.0***	kNm	T3odg=	***0.0***	kN
odg M2 =	***0.0***	kNm	T2odg=	***-672.0***	kN

нормална сила у шипу:

$$N_{s1} = \frac{9774.2}{4} = 2443.6kN \qquad M_{s1} = \frac{6276}{4} = 1569.0kN$$

додатна нормална сила у шиповима:

.. од доградње наглавне греде :

постојећа наглавна греда – 120/150/500cm – Gng,s= 225kN
дограђена наглавна греда – 160/150/540cm - Gng,n = 324kN $\rightarrow \Delta$ Gng= 99kN

.. од земље изнад наглавне греде:

Gz = (5.4x1.6 – 2x1.5^{2}xπ/4)x3.0x18.0=276kN

додатна нормална сила у појединачном шипу: $\Delta Ns = \frac{276+99}{4} = 94kN$

укупна нормална сила у врху шипа: $N_{s1} = 2443.6 + 94 = 2537.6kN$

<u>Контрола постојећег бетонског пресека и арматуре у шипу</u>

Presek elementa <> je KRUZNI - VELIKI EKSCENTRICITET
DIMENZIJE STUBA I BROJ SIPKI Do= 120.0 cm Da= 108.0 cm No= 24 kom
POVRSINA JEDNE OD KONCENTRICNIH SIPKI A1= (cm2)
As= 3.80 (cm2)
UKUPNA ARMATURA JE Fa= 91.20 (cm2)
MARKA BETONA (Upisi <0> za TEMELJ) MB= 22.00 (MPa)
CELIK NAPON VELIKIH IZDUZENJA (0 bez ARMa) Sig= 240.00 (MPa)
MOMENT OKO OSE X Mx= 1569.0 kNm
MOMENT OKO OSE Y My= 0.00 kNm
NORMALNA SILA Ns= 2537.6 kN

****** REZULTATI PRORACUNA ******
MAKSIMALNI NAPON U ARMATURI JE **SigA= -210.9 (MPa) < σdoz=0.9x240=-216MPa**
MAKSIMALNI NAPON U BETONU JE **SigB= 15.8 (MPa) < βk =22 MPa**
ODSTOJANJE NEUTRALNE LINIJE OD PRITISNUTE IVICE JE Xc= 48.9 (cm)

Максималне силе у појединачним шиповима

стуб	max Nš (kN)					
	Основни пројекат		Пројекат санације			
	основно	осн.+доп	основно	осн.+доп	ΔN (%)	
C5	3195	3444	3456	4115	8.2	19.5
C6	3177	3343	3535	4251	11.3	27.2
C7	3087	3229	3462	4020	12.2	24.5

Силе у шиповима за основно оптерећење су веће у односу на Основни пројекат за 8 -12%, а за основно+допунско оптерећење за 19 - 27%. Ово прекорачење сила потиче од повећања сталног оптерећења и промене рачунских оптерећења у складу са Пројектним задатком.

Максимална напрезања на тло -шип стуба C6, О+Д

$$\sigma_{s1} = \frac{4251}{1.131} = \mathbf{3759} kN/m2$$

је мање од напрезања на тло шипова стуба C2 ($3800.0 kN/m2$) па се дозвољена прекорачења сила у шиповима могу прихватити.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ
Ненад Д. Јаковљевић
дипл. грађ. инж.
310 0205 03
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Одговорни пројектант:

Ненад Јаковљевић, дипл.инж.грађ.

Срачунали:

Иванка Јонић, дипл.инж.грађ.

Никола Ђорђевић, дипл.инж.грађ.

2/1.6.2 ПРОЦЕНА ВРЕДНОСТИ ПРОЈЕКТОВАНИХ РАДОВА

Друмски мост Каракај преко реке Дрине на државном путу IБ реда бр.26, гранични прелаз Мали Зворник

ПРОЦЕНА ВРЕДНОСТИ ПРОЈЕКТОВАНИХ РАДОВА

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
01	**ПРИПРЕМНИ РАДОВИ**				
01.1	ФОРМИРАЊЕ ГРАДИЛИШТА	паушално			2 000 000.00
01.2	Монтажа и демонтажа радне скеле у пуној ширини моста. Радови се изводе у две фазе.	паушално			12 500 000.00
01.3	Пре почетка радова Извођач је дужан да изради нулти Геодетски снимак који треба да упореди са Геодетским елаборатом.	паушално			200 000.00
	УКУПНО ПРИПРЕМНИ РАДОВИ				14 700 000.00
02	**ЗЕМЉАНИ РАДОВИ**				
02.1	Машински или ручни ископ од постојеће коте терена до потребног нивоа за предвиђено ојачање стубова. Јединичном ценом по m3 ископаног тла обухваћен је сав потребан алат и рад људи и машина на обављању широког ископа у материјалу II категорије.				
02.1.1	ископ од 0 - 2m				
02.1.1.1	Стубови С2 ,С3, С7 120+103+475=	m^3	698.0	1 000.00	698 000.00
02.1.2	ископ >2m				
02.1.2.1	Стуб С7 190=	m^3	190.0	2 000.00	380 000.00
02.2	Затрпавање стубова земљом из ископа након обављених радова на ојачању стубова и наглавне греде. Насипање, уграђивање и набијање земљаног материјала. Плаћа се све по m3 затрпаних стубова.				
02.2.1	Стубови С2 ,С3, С7 118+101+655=	m^3	874.0	1 800.00	1 573 200.00
	УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ				2 651 200.00
03	**УКЛАЊАЊЕ / ДЕМОНТАЖА ПОСТОЈЕЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ ПРОФИЛА**				
	Радови на уклањању, рушењу и демонтажи постојећег саобраћајног профила одвијају се у две фазе по ширини саобраћајног профила у складу са пројектом привремене саобраћајне сигнализације. Сви порушени / демонтирани делови саобраћајног профила одвозе се на депонију коју одреди Инвеститор.				
03.1	Уклањање постојећих дилатационих справа				
	Постојеће дилатационе спојнице се у потпуности уклањају. Демонтажа челичних чешљева на коловозу и клизних плоча на пешачким стазама и потконструкција за ношење дилатационих спојница и бетона дилатационих греда. Приликом демонтаже потконструкција водити рачуна да не дође до оштећења постојеће арматуре попречних носача, коловозних плоча и конзола, уз обавезну примену заштитних мера од последица уклањања. Плаћа се све готово по m' уклоњене дилатационе справе.				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
03.1.1	Дилатационе справе изнад стубова C1,C4,C8 3x10.6=	m'	31.8	20 000.00	636 000.00
03.2	Уклањање постојећих ивичњака				
	Уклањање постојећих ивичњака на целој дужини моста изводи се помоћу ручних и пнеуматских алата. Јединичном ценом по m' уклоњених ивичњака обухваћен је сав потребан алат и рад људи и машина на уклањању и транспорту уклоњеног материјала на депонију. 2x327.6=	m'	655	625.00	409 500.00
03.3	Уклањање постојећег асфалтног застора и хидроизолације са коловоза и пешачких стаза.				
	Постојећи асфалтни застор на коловозу је пројектоване дебљине 5 cm, а на пешачким стазама ливени асфалт дебљине 2cm. Уклањање асфалта и хидроизолације са коловоза изводи се механичким путем помоћу пнеуматског алата са широком кашиком и "утоваривача" са равном корпом са целе дужине моста. Није дозвољена примена пнеуматског алата са ударним шпицем или коришћење топлог поступка, у циљу заштите од оштећења носеће коловозне конструкције. Уколико током рада дође до оштећења конструкције, у мери која захтева поправке, трошкове поправке сноси Извођач. Постојећи застор на пешачким стазама и хидроизолација уклањају се са целе дужине моста помоћу ручног или пнеуматског алата. Јединичном ценом по m2 уклоњеног застора обухваћен је сав потребан алат и рад на уклањању и транспорту уклоњеног материјала на депонију.				
03.3.1	Уклањање застора и хидроизолације са коловоза обухваћено пројектом уклапања пута, свеска 2/2.				
03.3.2	Уклањање застора и хидроизолације са пешачких стаза. 2x1.62x322=	m^2	1043	500.00	521 640.00
03.4	Демонтажа постојећих челичних ограда на пешачким стазама				
	Постојеће челичне ограде на пешачким стазама су просечне тежине 45kg/m. Уклањање ограде обухвата сечење стубића ограде изнад горње површине пешачке стазе, прихватање дела ограде који се демонтира и транспорт демонтираних делова на депонију. Јединичном ценом по m' демонтиране ограде обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад на обављању наведених активности. 2x326.4=	m'	652.8	625.00	408 000.00
03.5	Демонтажа постојећих сливника				
	Обухваћено пројектом одводњавања моста, свеска 3.				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
03.6	Демонтажа постојећих стубова расвете				
	Демонтажа стубова обухвата ослобађање везе стубова са оградом и бетоном пешачке стазе сечењем уз придржавање дизалицом. Демонтирани стубови се одвозе на депонију. Јединичном ценом је обухваћено све готово по комаду демонтираног стуба.	ком	34	10 000.00	340 000.00
03.7	Рушење и уклањање монтажних аб плоча пешачких стаза пројектоване дебљине 5cm са целе дужине моста и транспорт на депонију. Плаћа се све готово по m2 уклоњених плоча 2x2x0.81x326.4=	m2	1058.0	500.00	529 000.00
03.8	Рушење и уклањање АБ гредица потконструкције пешачких стаза са постојећом арматуром и парапетних плоча на ивичним венцима стаза у пуној дужини моста са транспортом порушених елемената на депонију. Плаћа се све готово по m3 уклоњених бетонских гредица (2x3x0.2x0.15+0.05x0.5x2)x326.4=	m3	75.3	18 000.00	1 355 400.00
03.9	Рушење ивичних делова коловозне плоче по целој дебљини плоче, штемовањем у дужини ≈25cm и ширине min5cm на размаку од ≈20cm за уградњу нових анкера за пешачке стазе. Приликом штемовања водити рачуна да се не оштете котве попречних каблова у плочи. Сва евентуална оштећења санира Извођач о свом трошку и на начин одобрен од стране Надзора. Плаћа се по комаду оштемованих места. 326.4x2/0.2=	ком	3264	150.00	489 600.00
03.10	Обострано штемовање постојеће коловозне плоче у ширини од ~ 45cm и дебљини 0÷2cm, извести ручно или машинским путем, водећи рачуна да се не оштети или прекине постојећа арматура. 2x0.43x322.4=	m^2	277.0	1 000.00	277 000.00
	УКУПНО УКЛАЊАЊЕ / ДЕМОНТАЖА ПОСТОЈЕЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ ПРОФИЛА				4 966 140.00
04	**ИЗРАДА НОВОГ САОБРАЋАЈНОГ ПРОФИЛА**				
	Радови на изради новог саобраћајног профила одвијају се у две фазе по ширини саобраћајног профила у складу са пројектом привремене саобраћајне сигнализације.				
04.1	Нивелациони слој на коловозној плочи				
04.1.1	Израда нивелационог слоја од санационог малтера дебљине 2-6 cm (просечна дебљина 3.5cm) у ширини од 2x2.3m на конзолама коловозне плоче за формирање попречног пада, у свему према детаљима из Графичке документације. Ценом по m2 изведеног слоја обухваћен је сав потребан материјал и рад на справљању и уградњи санационог малтера нивелационог слоја. 2x2.33x322.4=	m^2	1502.4	5 000.00	7 512 000.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
04.2	Израда нових пешачких стаза				
04.2.1	Бетонски радови				
	Бетонирање на лицу места пешачке стазе, бетоном МБ 40, М 200, V-6 у свему према детаљима из Графичке документације. Ценом по m3 обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад људи и машина на изради и уградњи бетона.	m^3	304.0	25 000.00	7 600 000.00
04.2.2	Армирачки радови				
	Набавка, транспорт, сечење, обликовање и уградња арматурног челика B500B, у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	kg	49000.0	120.00	5 880 000.00
04.2.3	ПВЦ цеви за инсталације				
	Набавка, транспорт, сечење и уградња ПВЦ цеви Ø110 за пролаз инсталација у свему према графичкој документацији. Плаћа се по m' уграђених цеви 2x3x326.4=	m'	1958.4	450.00	881 280.00
04.2.4	Ревизиони поклопци на пешачким стазама				
04.2.4.1	Набавка и уградња цевчица за оцеђивање ревизионих окана уз стубове расвете. 2x17=	ком	34	1 500.00	51 000.00
04.2.4.2	Израда и монтажа аб монтажних поклопаца ревизионих окана уз стубове расвете. Монтажне плоче изводе се од бетона МБ 40, М200, V-6. Пре монтаже, ревизиона окна и монтажне поклопце премазати хидроизолационим "Anti-skid' премазом. Заптивање спојева монтажних поклопаца, ревизионих окна уз стубове расвете. 2x17=	ком	34	5 000.00	170 000.00
04.3.1	Израда хидроизолације, у виду битуменских трака на горњој површини армиранобетонске коловозне плоче. Ценом по m2 изведене хидроизолације обухваћена је припрема површина, набавка материјала и уградња у свему према Графичкој документацији и условима примењеног система. 10.6x326.4=	m^2	3460.0	2 500.00	8 650 000.00
04.3.2	Израда новог коловозног застора обухваћена пројектом уклапања пута, свеска 2/2.				
04.4	Застор на пешачким стазама				
04.4.1	Изводи се у виду хидроизолационог "Anti-skid" слоја, све у једном дебљине 4mm, на целој дужини моста у свему према детаљима из Графичке документације и условима примењеног система. Плаћа се по m2 изведеног премаза. 2x326.4x1.95=	m^2	1273.0	4 000.00	5 092 000.00
04.5	Дилатационе спојнице				
04.5.1	Бетонски радови				
	Доградња постојећих дилатационих греда на стубовима С1, С4 и С8, бетоном МБ45, М200, V-8, у свему према детаљима из Графичке документације. Плаћа се по m3 уграђеног бетона.	m^3	15.0	28 000.00	420 000.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
04.5.2	Армирачки радови				
	Набавка, транспорт, сечење, обликовање и уградња арматурног челика B500B у дилатационим гредама у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	kg	1800.0	120.00	216 000.00
04.5.3	Набавка, транспорт и уградња трансфлекс водонепропусних дилатационих спојница на коловозу и пешачким стазама (у пуном профилу моста) у свему према Пројекту. Плаћа се по m' уграђене спојнице.				
04.5.3.1	На стубу С1 - капацитета померања ± 35mm	m'	11.4	110 000.00	1 249 600.00
04.5.3.2	На стубу С4 - капацитета померања ± 80mm	m'	11.4	180 000.00	2 044 800.00
04.5.3.3	На стубу С8 - капацитета померања ± 60mm	m'	11.4	150 000.00	1 704 000.00
04.6	Ивичњаци				
04.6.1	Набавка, транспорт и уградња нових камених ивичњака димензија 13x20cm на подливци од цементног малтера. Плаћа се по m' уграђених ивичњака. 2x327.6=	m'	655.2	2 600.00	1 703 520.00
04.7	Израда и затварање спојница на асфалту				
	Набавка материјала, транспорт и испуна спојница на асфалту трајно еластичном битуменском траком или трајно еластичном битуменском масом. Плаћа се све готово по m' заптивеног споја.				
04.7.1	Заптивање спојева ивичњака и асфалта на коловозу дуж конструкције моста. 2x327.6=	m'	655.2	850.00	556 920.00
04.7.2	Заптивање спојева ивичњака и АБ плоче на пешачким стазама дуж конструкције моста. 2x327.6=	m'	655.2	850.00	556 920.00
04.7.3	Спојеви сливника и асфалта 36x2x(0.48+0.3)=	m'	56.2	850.00	47 736.00
04.7.4	Спојеви анкерних плоча заштитне ограде и АБ плоче пешачке стазе, заливају се трајно еластичном масом. 500x1.2=	m'	600.0	450.00	270 000.00
04.7.5	Спојеви дилатационих спојница и асфалта. 2x3x11.4 =	m'	68.4	850.00	58 140.00
04.8	Заштитна ограда				
	Набавка, транспорт и уградња ограде степена задржавања H2-W4. Плаћа се по m' уграђене ограде. 2x327.6=	m'	12000.0	655.20	7 862 400.00
04.9	Сливници				
	Обухваћено пројектом одводњавања моста, свеска 3.				
04.10	Расвета				
	Обухваћено посебним пројектом.				
УКУПНО ИЗРАДА НОВОГ САОБРАЋАЈНОГ ПРОФИЛА					52 526 316.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
05	**САНАЦИЈА И ЗАШТИТА БЕТОНСКИХ ПОВРШИНА**				
	Ова позиција радова обухвата штемовање оштећеног дела конструкције до здравог бетона, санацију (евент. додавање нове арматуре) и заштиту оштећене арматуре и жица где је то потребно, припрему површина за санацију, набавку материјала, справљање и наношење санационог малтера/бетона у свему према технолошком поступку који је прописан за примењене материјале. Површина за санирање је процењена и приказана у Графичкој документацији, стварна количина утврдиће се према овереној грађевинској књизи. Јединичном ценом по m2 саниране конструкције обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад на извођењу наведених активности.				
05.1	Санација оштећених бетонских површина без видљиве арматуре и жица за преднапрезање.	m^2	70.0	3 750.00	262 500.00
05.2	Санација оштећених бетонских површина са видљивом арматуром и жицама за преднапрезање.	m^2	9.0	5 625.00	50 625.00
05.3	Санација оштећења на горњој површини коловозне плоче.				
	Након уклањања застора и хидроизолације са коловоза, утврдити стање и степен оштећења горње површине коловозне плоче. Површина за санирање је процењена на 10% површине плоче, стварна количина утврдиће се према овереној грађевинској књизи.	m^2	350.0	3 950.00	1 382 500.00
05.4	Инјектирање прслина				
	Ова позиција радова обухвата преглед стања и картирање прслина дуж горње површине коловозне плоче, инјектирање прслина и пукотина већих од 2.0mm и запуњавање прслина од 0.3mm до 2.0mm епоксидном смолом, у свему према технолошком поступку прописаном за примењене материјале. По уклањању застора са површине коловоза, извршити картирање евентуалних прслина на горњој површини коловозне плоче. Дужина прслина је процењена и приказана у Графичкој документацији, а стварна количина утврдиће се према овереној грађевинској књизи. Јединичном ценом по m' инјектиране прслине обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад на извођењу наведених активности.				
05.4.1	Инјектирање прслина и пукотина већих од 2.0mm.	m'	50.0	4 350.00	217 500.00
05.4.2	Запуњавање прслина од 0.3mm до 2.0mm.	m'	250.0	750.00	187 500.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
05.5	Заштитни премаз бетонских површина				
	Радови на наношењу заштитних премаза обављају се по завршетку радова на санацији бетонских површина, инјектирању прслина и извођењу армиранобетонских радова на ојачању конструкције и обухватају набавку материјала, справљање и наношење заштитних премаза у свему према техничким условима примењеног система. Јединичном ценом по m2 заштићене конструкције обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад на извођењу наведених активности.				
05.5.1	Заштитни премаз бетонских површина испод коте терена.				
	Заштита бетонских површина делова ојачаних стубова испод коте терена премазима на бази битумена, у свему према условима примењеног система. 18.0+16.0+52.0=	m^2	86.0	1 800.00	154 800.00
05.5.2	Заштитни премаз бетонских површина изнад терена.				
	Заштита свих спољних површина бетонске конструкције и стубова изнад коте терена премазима на бази цемента, у свему према техничким условима примењеног система. конструкција К1 - 1479m2 конструкција К2 - 3143m2 стубови - 354m2	m^2	4980.0	1 500.00	7 470 000.00
	УКУПНО САНАЦИЈА И ЗАШТИТА БЕТОНСКИХ ПОВРШИНА				9 725 425.00

06	ОЈАЧАЊЕ ГЛАВНОГ НОСАЧА				
06.1	Припремни радови на ојачању главног носача.				
06.1.1	Картирање каблова				
	Снимање и утврђивање положаја, броја и степена оштећења првобитних каблова 6Ø7 и 6ø5 дуж конструкције моста. Израда записника овереног од стране Надзорног инжењера. Плаћа се све готово паушално.	Паушално			150 000.00
6.1.2	Храпављење бетонских површина				
	Храпављење постојећих бетонских елемената на местима везе са новим бетоном у зонама и обиму датом у Графичкој документацији. Јединичном ценом по m2 охрапављене површине бетона обухваћен је алат и рад на извођењу наведених активности.				
06.1.2.1	Храпављење главног носача на месту анкер блокова. 2x(2x18.5+8.5+15.3)=	m^2	121.6	37 500.00	4 560 000.00
06.1.2.2	Храпављење главног и попречних носача над стубовима С2 и С3 на месту ојачања попречних носача. 2x(1.19x(5.2+2x0.2)x2=	m^2	26.7	37 500.00	1 001 250.00
06.2	Бушење отвора у постојећим бетонским елементима.				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
	Обележавање и бушење отвора у постојећим бетонским елементима у зонама и обиму приказаним у детаљима из Графичке документације, водећи рачуна да се не прекину постојећа арматура и жице. Сва евентуална оштећења санира Извођач о свом трошку и на начин одобрен од стране Надзора. Јединичном ценом по комаду избушеног отвора обухваћен је сав потребан материјал, алат и рад људи и машина на извођењу наведене активности.				
06.2.1	Бушење отвора Ø200mm дужине ~18cm у коловозној плочи за бетонирање анкерних блокова и попречних носача. АБ: 2x5+2x(5+3+5)=36 ОПН: 4x2=8	ком.	44	12 000.00	528 000.00
06.2.2	Бушење отвора на секундарним попречним носачима пречника Ø75mm дужине 20cm за постављање девијатора од челичних цеви К1: 36 К2: 96	ком.	132	5 000.00	660 000.00
06.2.3	Бушење отвора на ослоначким попречним носачима пречника Ø100mm дужине 100cm за постављање девијатора од челичних цеви К1: 12 К2: 20	ком.	32	10 000.00	320 000.00
06.2.4	Бушење рупа Ø50mm просечне дужине 35cm на ребрима главног носача, за уградњу крутих "Dywidag" анкера Ø36mm. К1: 44ком К2: 84ком	ком.	128	2 000.00	256 000.00
06.2.5	Бушење отвора Ø35mm дужине ~40 cm у доњој плочи сандука за уградњу арматуре за ојачање стубова С2 и С3. 4x10=	ком.	40	1 500.00	60 000.00
06.2.6	Бушење отвора Ø35mm дужине ~100 cm у доњој плочи и попречном носачу за уградњу арматуре за ојачање стубова С2 и С3. 4x14=	ком.	56	3 500.00	196 000.00
06.2.7	Бушење рупа Ø25mm дужине 20cm на секундарним попречним носачима, за уградњу брезона Ø20mm на местима девијатора.	ком.	200	450.00	90 000.00
06.3	Радови на преднапрезању				
06.3.1	Каблови за преднапрезање				
	Набавка, транспорт, постављање у пројектовани положај, утезање и заштита каблова система SPB SUPER (или слично) у свему према Графичкој документацији и спецификацијама произвођача. Пројектом санације предвиђени су каблови са границом кидања 1860 MPa. Јединичном ценом по тони уграђених и заштићених каблова обухваћен је сав потребан материјал алат и рад на монтажи, утезању и заштити каблова. Дужине каблова обрачунате су од котве до котве.				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
06.3.1.1	Каблови 7Ø16- К1	t	4.92	600 000.00	2 952 000.00
06.3.1.2	Каблови 7Ø16- К2	t	12.25	600 000.00	7 350 000.00
06.3.2	Крути анкери				
	Набавка и уградња крутих анкера Ø36mm, (комплет према каталогу произвођача, "Dywidag" 36WR или слично), номиналне затезне чврстоће 1049MPa, са максималном силом притезања $0.7F_{pk}$=734kN. К1: 44ком К2: 84ком	ком.	128	18 000.00	2 304 000.00
06.4	Бетонски радови				
	Набавка потребног материјала, израда оплате, справљање, транспорт, уградња, нега и завршна обрада бетона. Плаћа се по m^3 уграђеног бетона.				
06.4.1	Бетонирање анкерних блокова, бетоном МБ45, М200, V-6. 23.04+23.22+9.66+9.52x2=	m^3	75.0	32 000.00	2 400 000.00
06.4.2	Бетонирање заштите котви подужних каблова, бетоном МБ45, М200, V-6. 0.12x2+0.14+0.17x2=	m^3	0.7	32 000.00	22 400.00
06.4.3	Бетонирање ојачања попречних носача над стубовима С2 и С3, бетоном МБ35, М200, V-6. 2x2x1.22x5.2x0.2=	m^3	5.1	30 000.00	153 000.00
06.5	Армирачки радови				
	Набавка, транспорт, сечење, обликовање и уградња арматурног челика B500B у анкерним блоковима и попречним носачима у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	kg	12960.0	120.00	1 555 200.00
06.6	Контакни премаз				
	Површине постојеће бетонске конструкције неопходно је припремити и премазати средствима за везу стари нови бетон (контакти премаз).	m^2	147.0	500.00	73 500.00
	УКУПНО ОЈАЧАЊЕ ГЛАВНОГ НОСАЧА				24 631 350.00

07	**ОЈАЧАЊЕ СТУБОВА**				
7.1	Храпављење бетонских површина				
	Храпављење бетонских површина на местима везе са новим бетоном у зонама и обиму датом у Графичкој документацији. Јединичном ценом по m2 охрапављене површине бетона обухваћен је алат и рад на извођењу наведених активности.				
07.1.1	Храпављење стубова на месту ојачања. 2x(27.2+ 30.2+11.3)+18.6 =	m^2	156.0	37 500.00	5 850 000.00
07.2	Бушење отвора у постојећим стубовима				
	Бушење отвора за уградњу анкера у постојећим аб стубовима у зонама и обиму приказаним у детаљима из Графичке документације, водећи рачуна да се не прекине постојећа арматура. Сва евентуална оштећења санира Извођач о свом трошку . Јединичном ценом по комаду избушеног отвора обухваћен је сав потребан алат и рад људи и машина на извођењу наведене активности.				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
07.2.1	Бушење отвора Ø22mm дужине 25cm за уградњу анкерне арматуре Ø16mm.	ком.	1224	450.00	550 800.00
07.2.2	Бушење отвора Ø34mm на наглавној греди стуба С7 дужине 110cm за уградњу арматуре Ø28mm за ојачање стуба С7. 2x6=	ком.	18	1 500.00	27 000.00
07.3	Уградња анкера				
07.3.1	Уградња анкера Ø16mm B500B у избушене отворе на стубовима и инјектирање отвора око анкера експанзионим малтерима, у свему према Графичкој документацији и спецификацијама произвођача.	ком.	1224	200.00	244 800.00
07.3.2	Уградња анкера Ø28mm B500B у избушене отворе на наглавној греди и инјектирање експанзионим малтерима, у свему према Графичкој документацији и спецификацијама произвођача.	ком.	18	1 800.00	32 400.00
07.3.3	Уградња анкера Ø25mm B500B у избушене отворе у попречном носачу и инјектирање експанзионим малтерима, у свему према Графичкој документацији и спецификацијама произвођача.	ком.	56	1 800.00	100 800.00
07.4	Бетонски радови				
	Набавка потребног материјала, израда оплате, справљање, транспорт, уградња, нега и завршна обрада бетона за ојачање стубова и наглавне греде. Плаћа се по m3 уграђеног бетона. Пре извођења радова на овој позицији неопходно је извршити припрему бетонских површина, обележавање и бушење рупа, уградњу анкера и постављање арматуре у свему према детаљима из графичке документације.				
07.4.1	Бетон ојачања MB30, M200,V-6 у слоју дебљине 15cm. 9.6+10.6+9.5=	m^3	29.7	25 000.00	742 500.00
07.5	Армирачки радови				
07.5.1	Набавка, транспорт, сечење, обликовање и уградња арматурног челика B500B у стубовима у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	kg	8100.0	120.00	972 000.00
07.6	Контакни премаз				
	Површине постојеће бетонске конструкције неопходно је припремити и премазати средствима за везу стари нови бетон (контакти премаз).	m^2	162.0	500.00	81 000.00
	УКУПНО ОЈАЧАЊЕ СТУБОВА				8 601 300.00

08	**РАДОВИ ОД ЧЕЛИКА**				
	Набавка материјала, транспорт, радионичка израда, уградња и заштита од корозије челичне конструкције у свему према Графичкој документацији.				
08.1	Ограда пешачке стазе				
	Челична ограда заштићена топлоцинчењем са дебљином цинка од 80µ. Плаћа се по kg намонтиране и заштићене ограде. 15884	kg	15884.0	500.00	7 942 000.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
08.2	Девијатори				
	Челичне цеви Ø63.5x2.9mm са укруђењима и брезонима, заштита од корозије за степен корозивности С-3. Плаћа се по kg уграђеног и заштићеног челика.	kg	3750.0	500.00	1 875 000.00
	УКУПНО РАДОВИ ОД ЧЕЛИКА				9 817 000.00

09	**ОСЛОНЦИ И ЛЕЖИШТА**				
09.1	Сервис аб пендела на обалним стубовима С1 и С8.				
	Радови ове позиције обухватају обезбеђење приступа пенделима на обалним стубовима, рушењем постојећих аб маски, чишћење зона око лежишта, преглед стања, снимање положаја и утврђивања стања бетонских пендела. Након утврђивања стања евентуална оштећења бетонских површина се санирају на начин дат у поз.05 овог Предмера.				
09.1.1	Рушење аб бочних маски димензија 1.1x2.45x0.2m и фронталних маски димензија 0.85x2.5x0.1m у пуном обиму са сечењем и уклањањем постојеће арматуре и одвожењем порушеног материјала на депонију, у свему према детаљима из Графичке документације. Плаћа се по m^3 порушеног бетона. 2x2x1.1x2.45x0.2 + 2x2x0.85x2.5x0.1=	m^3	3.0	18 000.00	54 108.00
09.1.2	Санација оштећених површина пендела санационим малтерима у свему према условима примењеног система. Површина за санацију је процењена, стварна количина утврдиће се према овереној грађевинској књизи. Плаћа се по m^2 саниране површине.	m^2	2.0	5 625.00	11 250.00
09.2	Замена лежишта на стубу С4				
	Радови ове позиције обухватају израду, монтажу и демонтажу помоћне конструкције, јарма, за ослањање конструкције К2 у фази замене лежишта, рушење горњег дела ослоначког попречног носача К2 изнад стуба С4 ради обезбеђења приступа лежиштима, уклањање постојећих лежишта, набавку и уградњу нових лежишта, бушење отвора у ПН К1 у зони лежишта за уградњу анкерне арматуре, санацију и површинску заштиту спољних површина ПН К1, израду и уградњу нове арматуре и каблова за преднапрезање за ПН К2, уградњу бетона и преднапрезање нових каблова. Радови се изводе према детаљима из Графичке документације. Сви радови осим израде јарма изводе се у две фазе у складу са пројектом привремене саобраћајне сигнализације.				
09.2.1	Израда, монтажа и демонтажа помоћне челичне конструкције поред стуба С4, за ослањање К2 у фази замене лежишта. Потребна носивост јарма је за реакцију од min 2000kN по једном лежишту, а просечна висина изнад терена 7.2m. Радови се изводе према пројекту Извођача радова. Плаћа се све готово паушално.	паушално			12 000 000.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
09.2.2	Рушење и уклањање горњег дела попречног носача конструкције К2 димензија 0.81x1.0m са припадајућом коловозном плочом у пуној дужини попречног носача и кабловима са транспортом порушених елемената на депонију. При рушењу сачувати само попречну анкерну арматуру из дела попречног носача који се не руши. Плаћа се све готово по m3 уклоњеног бетона. 1.0x6.0=	m^3	6.0	20 000.00	120 000.00
09.2.3	Демонтажа постојећих лежишта, у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по комаду демонтираног лежишта.	ком.	2	10 000.00	20 000.00
09.2.4	Обележавање положаја каблова у горњој зони ПН К1, бушење 2x4 рупе за анкеровање нових лежишта у ПН К1, водећи рачуна да се не оштете постојећи каблови у горњој зони ПН К1. Пречник и дубину отвора усагласити са усвојеним лежиштем.	ком.	8	1 000.00	8 000.00
09.2.5	Припрема горње површине ПН К1 за уградњу нових лежишта - чишћење, санација површинских оштећења санационим малтерима. Плаћа се по m^2 саниране површине. Површина за санацију је процењена, стварна количина утврдиће се према овереној грађевинској књизи.	m^2	3.0	5 625.00	16 875.00
09.2.6	Површинска заштита свих доступних спољних површина ПН К1 премазима на бази цемента у свему према условима примењеног система. Плаћа се по m^2 заштићене површине. 6.0x(0.81+1.2+0.95) =	m^2	17.8	1 500.00	26 640.00
09.2.7	Набавка и уградња нових лежишта типа NGe 250, носивости 2500kN, капацитета померања +/- 75mm из производног програма ГП Мостоградња или слично, у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по комаду уграђеног лежишта.	ком.	2	200 000.00	400 000.00
09.2.8	Контакни премаз				
	Површине постојеће бетонске конструкције у зони доградње новог бетона неопходно је припремити и премазати средствима за везу стари нови бетон (контакти премаз).	m^2	6.0	500.00	3 000.00
09.2.9	Армирачки радови				
	Набавка, транспорт, сечење, обликовање и уградња арматурног челика B500B у попречном носачу у свему према Графичкој документацији. Плаћа се по kg уграђене арматуре.	kg	1100.0	120.00	132 000.00
09.2.10	Радови на преднапрезању				

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
	Набавка, транспорт, монтажа, утезање и инјектирање каблова 7Ø16 система SPB SUPER (или слично) у свему према Графичкој документацији и спецификацијама произвођача. Пројектом санације предвиђени су каблови са границом кидања 1860 MPa. Јединичном ценом по тони уграђених и заштићених каблова обухваћен је сав потребан материјал алат и рад на монтажи, утезању и заштити каблова. Дужине каблова обрачунате су од котве до котве. Каблови 7Ø16	t	0.10	600 000.00	60 000.00
09.2.11	Бетонски радови				
	Набавка потребног материјала, израда оплате, справљање, транспорт, уградња, нега и завршна обрада бетона МВ45, М200,V-6 за израду попречног носача К2 у свему према детаљима из Графичке документације. Плаћа се по m3 уграђеног бетона.	m^3	6.0	32 000.00	192 000.00
	УКУПНО ОСЛОНЦИ И ЛЕЖИШТА				13 043 873.00

10	**ПОСЕБНИ РАДОВИ**				
10.1	Поправка и надоградња постојећих кегли.				
10.1.1	Чишћење од корова и другог растиња.	ком.	2	40 000.00	80 000.00
10.1.2	Доградња кегли према Графичкој документацији. С1: 75m3 С8: 150m3	m^3	225.0	2 900.00	652 500.00
10.1.3	Израда темеља кегли димензија 50x80cm. С1: 35m1 С8: 40m1	m'	75.0	8 000.00	600 000.00
10.1.4	Облагање кегли - облагање на земљаним равним и кривим површинама, бетонским плочама 50x50x8cm, МБ25, у свему према Графичкој документацији. С1: 90m3 С8: 180m3	m^2	270.0	12 000.00	3 240 000.00
10.2	Чишћење и уређење терена у зони испод и око моста.	паушално			50 000.00
10.3	Уклањање привремених објеката код обалног стуба С8.	паушално			250 000.00
10.4	Привремена заштита објекта код обалног стуба С1 на низводној страни за време извођење радова на санацији моста.	паушално			100 000.00
10.5	Уклањање / чишћење и одвоз на депонију: остатака оплате, шута и прљавштине из сандука.	паушално			100 000.00
10.6	Фотографско снимање у току извођења радова на реконструкцији моста.	паушално			50 000.00
10.7	Испитивање моста пробним оптерећењем.				
10.7.1	Испитивање конструкције К1.	паушално			1 500 000.00
10.7.2	Испитивање конструкције К2.	паушално			2 000 000.00
10.8	Израда пројекта изведеног стања.	паушално			2 000 000.00
	УКУПНО ПОСЕБНИ РАДОВИ				10 622 500.00

11	**НАКНАДНИ И НЕПРЕДВИЂЕНИ РАДОВИ**		
	За накнадне и непредвиђене радове предвиђа се паушална сума у износу од 10% вредности свих осталих радова.	паушално	15 128 511.00
	УКУПНО НАКНАДНИ И НЕПРЕДВИЂЕНИ РАДОВИ		15 128 511.00

поз. рада	ОПИС РАДОВА	јед. мере	количина	јед. цена	цена
01	ПРИПРЕМНИ РАДОВИ				14 700 000.00
02	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ				2 651 200.00
03	УКЛАЊАЊЕ / ДЕМОНТАЖА ПОСТОЈЕЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ				4 966 140.00
04	ИЗРАДА НОВОГ САОБРАЋАЈНОГ ПРОФИЛА				52 526 316.00
05	САНАЦИЈА И ЗАШТИТА БЕТОНСКИХ ПОВРШИНА				9 725 425.00
06	ОЈАЧАЊЕ ГЛАВНОГ НОСАЧА				24 631 350.00
07	ОЈАЧАЊЕ СТУБОВА				8 601 300.00
08	РАДОВИ ОД ЧЕЛИКА				9 817 000.00
09	ОСЛОНЦИ И ЛЕЖИШТА				13 043 873.00
10	ПОСЕБНИ РАДОВИ				10 622 500.00
11	НАКНАДНИ И НЕПРЕДВИЂЕНИ РАДОВИ				15 128 511.00
				УКУПНО	**166 413 615.00**

Одговорни пројектант:

Ненад Јаковљевић, дипл.инж.грађ.

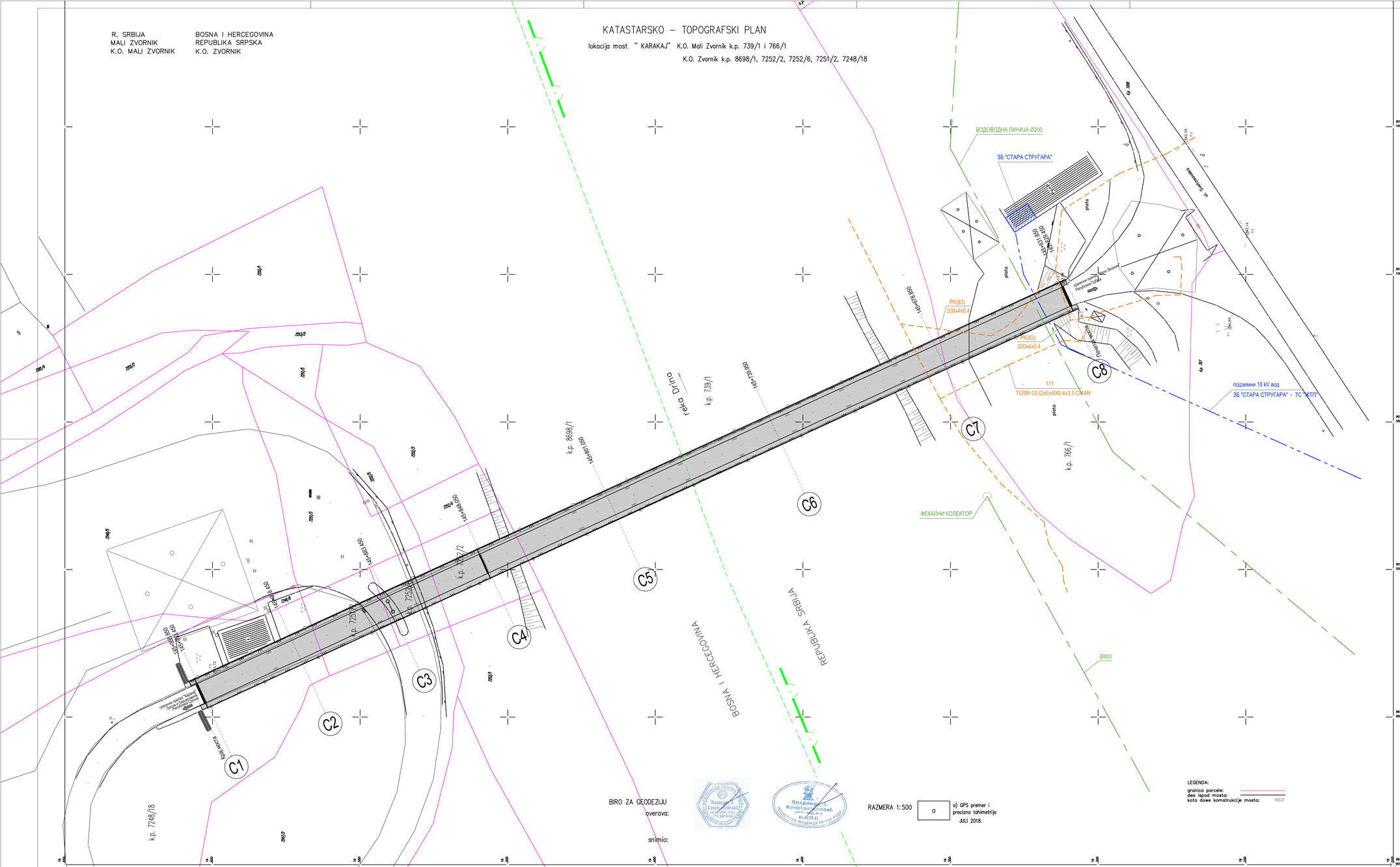
2/1.7. ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

R. SRBIJA
MALI ZVORNIK
K.O. MALI ZVORNIK

BOSNA I HERCEGOVINA
REPUBLIKA SRPSKA
K.O. ZVORNIK

KATASTARSKO – TOPOGRAFSKI PLAN

lokacija most " KARAKAJ" K.O. Mali Zvornik k.p. 739/1 i 766/1
K.O. Zvornik k.p. 8698/1, 7252/2, 7252/6, 7251/2, 7248/18



BIRO ZA GEODEZIJU
overava:

snimio:

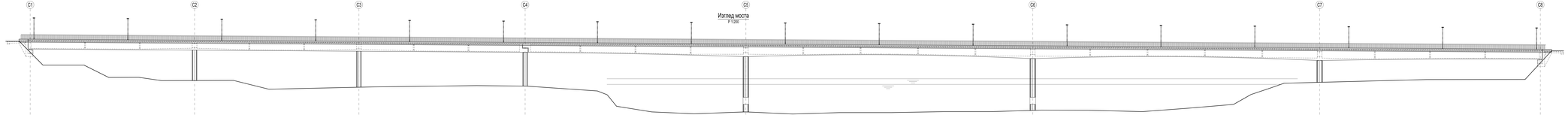
RAZMERA 1:500

a) GPS premer i precizna tahimetrija
JUU 2018.

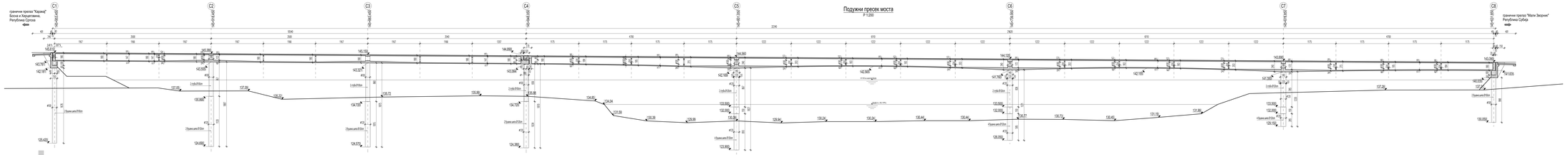
LEGENDA:
granica parcele:
deo lapod mosta:
kota donje konstrukcije mosta: 143.07

Saglasnosti :			
	3		
	2		
	1		
	Revizija	Opis	Datum

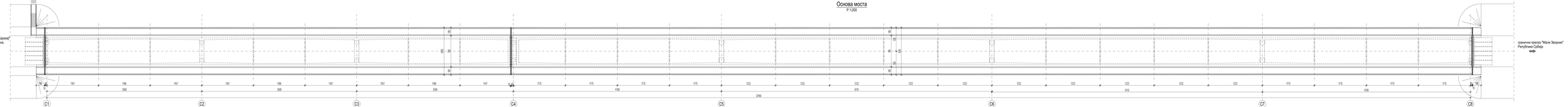
Investitor : REPUBLIKA SRBIJA JAVNO PREDUZEĆE PUTEVI SRBIJE	Vrsta tehničke dokumentacije : IDEJNI PROJEKAT (IDP)	Br. tek. dokumentacije: 18-382-2/1-IDP
		Datum : 12.2018.
Projektna organizacija : MOSTPROJEKT	Sadržaj : SITUACIONI PLAN MOSTA -	Sveska : 2/1
OBJEKAT: REKONSTRUKCIJA MOSTA KARAKAJ PREKO REKE DRINE NA DRŽAVNOM PUTU IB REDA BR.26 NA GRANIČNOM PRELAZU MALI ZVORNIK	Odgovorni projektant : N. Jakovljević, dipl. inž. građ. Br. licence: 310 0205 03	Broj crteža : 2/1.7.1
	Saradnici : I. Jonić, dipl. inž. građ, N. Đorđević, dipl. inž. građ,	Razmera : 1:500



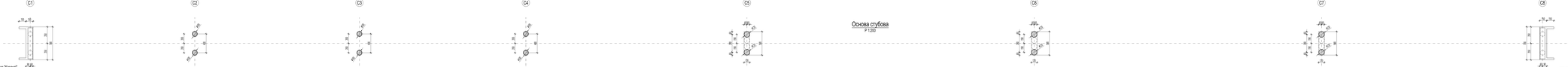
Изглед моста
P 1:200



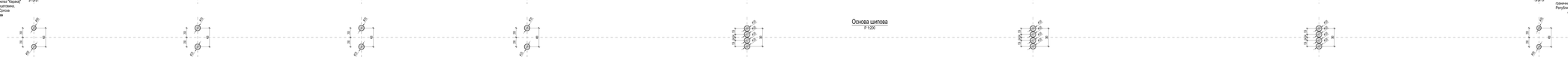
Подужни пресек моста
P 1:200



Основа моста
P 1:200



Основа стубова
P 1:200



Основа шипова
P 1:200

Сагласности :			
	3		
	2		
	1		
	Ревизија	Опис	Датум

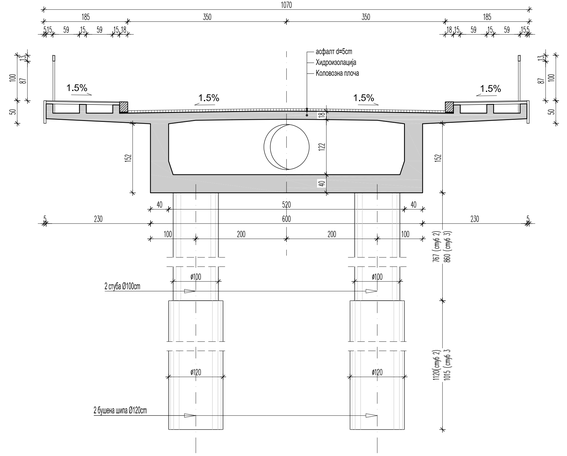
Инвеститор : РЕПУБЛИКА СРБИЈА ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ	Врста техничке документације : ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ (ИДП)
Пројектна организација : МОСТПРОЈЕКТ	Садржај : Диспозиција - преглед , изглед и основа моста - подужни пресек
ОБЈЕКАТ: РЕКОНСТРУКЦИЈА МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ IБ РЕДА БР.26 НА ПАНЧИЧКОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК	Одговорни пројектант : Н. Јакшић, дипл. инж. грађ. Бр. лиценце 310 0205 03 Сарадници : К. Јовић, дипл. инж. грађ. Н. Тодуровић, дипл. инж. грађ.

Бр. тех. документације : ЈП-01-21-ИДП-2018	
Датум : 13.2018.	Свеска : 2/1
Бр. цртежа : 2/1.7.2	Размера : 1:200

попречни пресек над стубовима 2 и 3

КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК

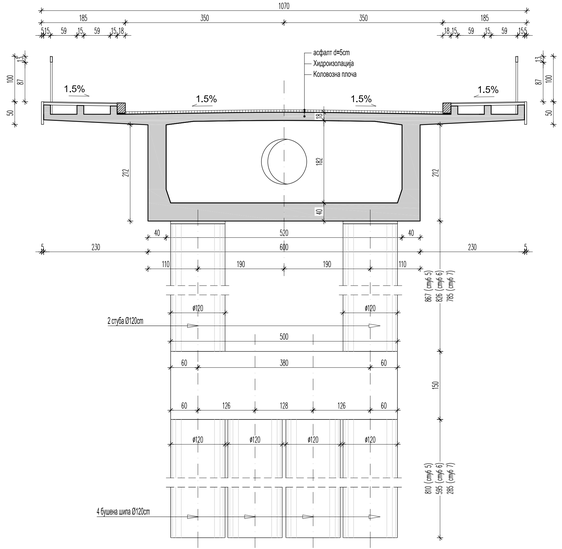
Р-1:50



попречни пресек над стубовима 5, 6 и 7

КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК

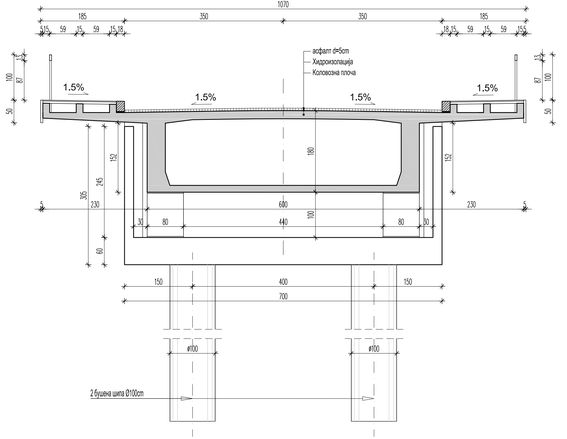
Р-1:50



попречни пресек над стубом 1

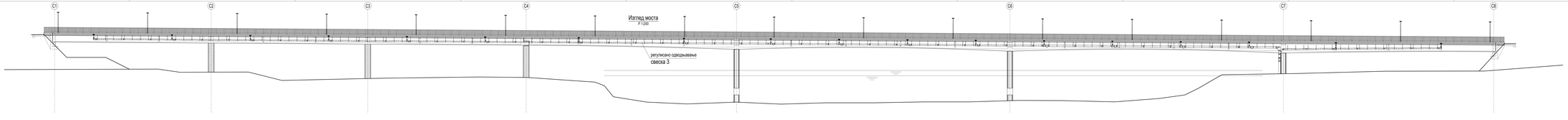
КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК

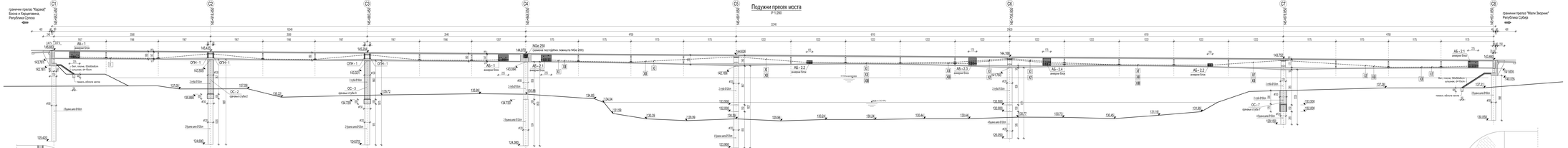
Р-1:50

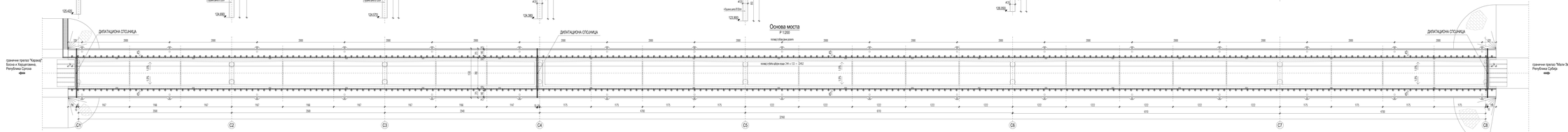


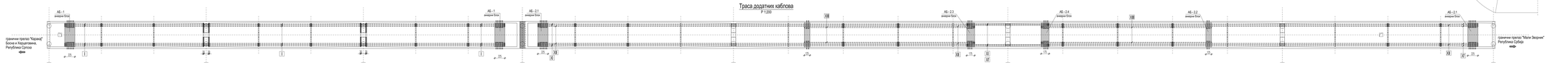
Сагласности :			
	3		
	2		
	1		
	Ревизија	Опис	Датум

Инвеститор : РЕПУБЛИКА СРБИЈА ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ	Врста техничке документације : ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ (ИДП)	Бр. тех. документације: 18-382-2/1-ИДП
		Датум : 12.2018.
Пројектна организација : МОСТПРОЈЕКТ	Садржај : Попречни пресеци моста над стубовима - постојеће стање	Свеска : 2/1
ОБЈЕКАТ: РЕКОНСТРУКЦИЈА МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ IБ РЕДА БР.26 НА ГРАНИЧНОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК	Одговорни пројектант : Н. Јаковљевић, дипл. инж. грађ. Бр. лиценце: 310 0205 03	Број цртежа : 2/1.7.3
	Сарадници : И. Јокић, дипл. инж. грађ. Н. Ђорђевић, дипл. инж. грађ.	Размера : 1:50









Додатни каблови

КАБЛ	ТИП КАДЛА	БРОЈ КАБЛОВА	ДУЖИНА КАБЛА	ТЕЖ.КАБЛОВА	ТИП КОТВЕ	БР.ЖИЦА
тип 8	7Ø16	6	98.20 m'	4920 kg	S7/16	12
тип X8	7Ø16	4	114.10 m'	3810 kg	S7/16	8
тип X7	7Ø16	4	114.10 m'	3810 kg	S7/16	8
тип X8	7Ø16	4	97.50 m'	3256 kg	S7/16	8
тип X88	7Ø16	4	38.00 m'	1270 kg	S7/16	8

Сагласност :			
	3		
	2		
	1		
	Ревизија	Опис	Датум

Инвеститор :
РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ

Пројектни организатор :
МОСТПРОЈЕКТ

Врста техничке документације :
ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ (ИДП)

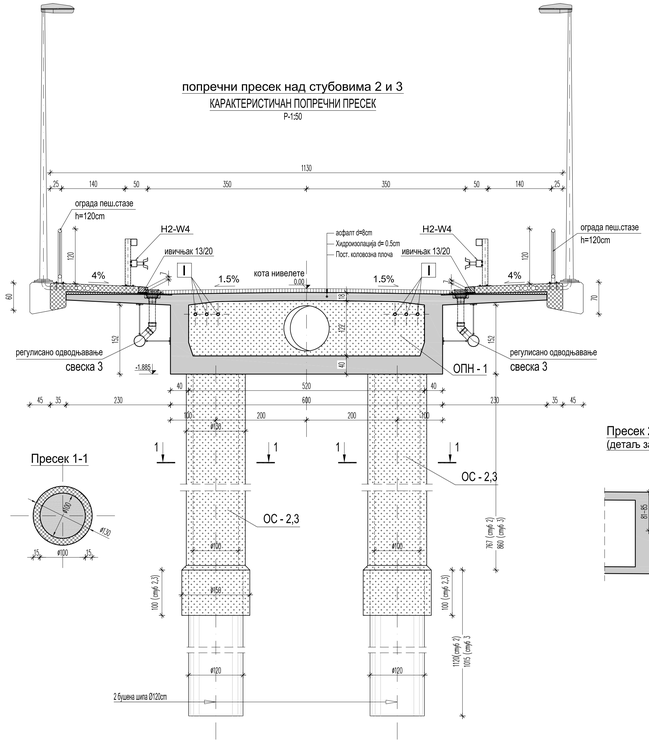
Садржај :
Диспозиција - пресек , изглед и основа моста - конструкција

Потписник пројектанта :
Н. Јакшић, дипл. инж. грађ.
Бр. лиценце :
310 0205 03

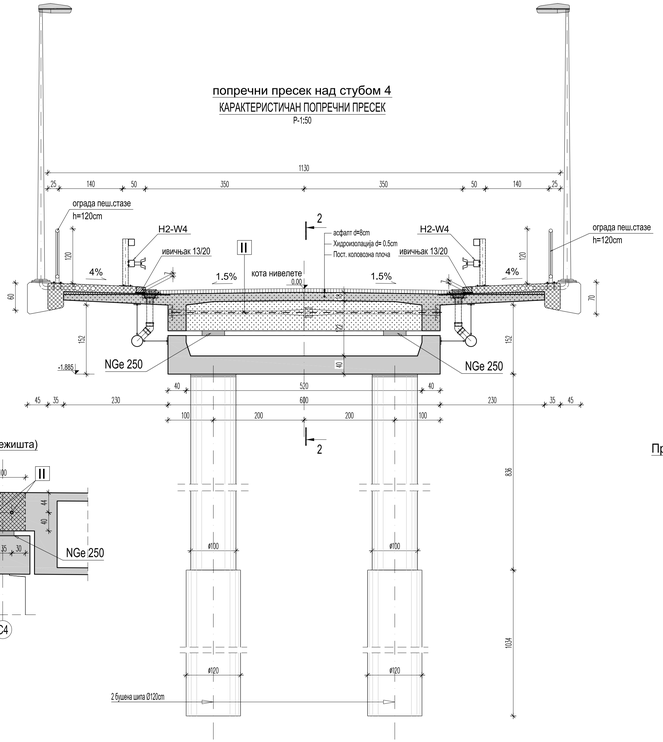
Сарадници :
К. Јовић, дипл. инж. грађ.
Н. Тодуровић, дипл. инж. грађ.

Бр. тех. документације :
2/1.1-ИДП
Датум :
13.2018.
Свеска :
2/1
Број цртежа :
2/1.7.4
Размера :
1:200

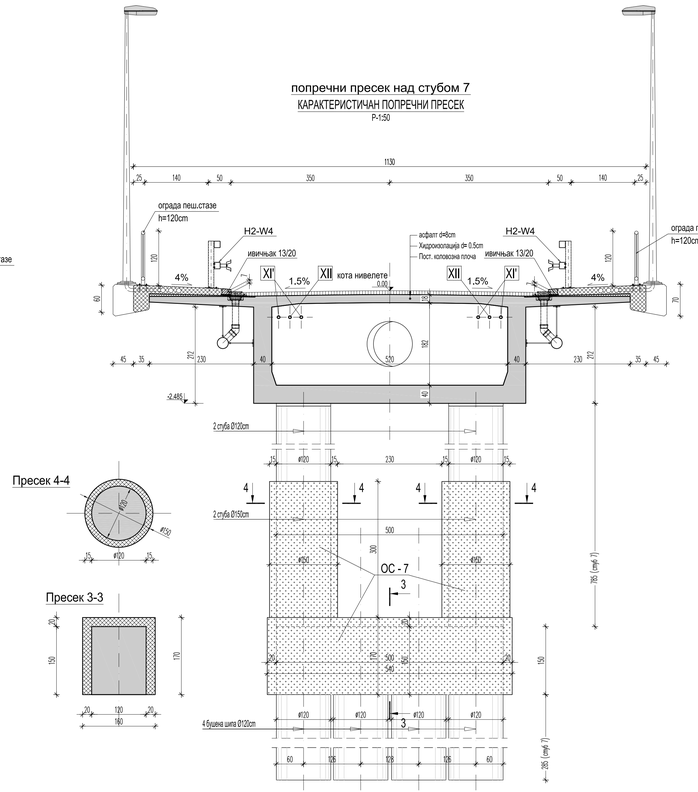
попречни пресек над стубовима 2 и 3
КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК
P-1:50



попречни пресек над стубом 4
КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК
P-1:50



попречни пресек над стубом 7
КАРАКТЕРИСТИЧАН ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК
P-1:50



КАБЛ	ТИП КАБЛА	БРОЈ КАБЛОВА	ДУЖИНА КАБЛА	ТЕЖ.КАБЛОВА	ТИП КОТВЕ	БР.КОТВИ
тип II	7Ø16	2	6,00 m'	100 kg	S7/16	8

Сагласности :

Ревизија	Опис	Датум
3		
2		
1		

Инвеститор :
РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ

Пројектна организација :
МОСТПРОЈЕКТ

ОБЈЕКАТ:
РЕКОНСТРУКЦИЈА МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ IБ РЕДА БР.26 НА ГРАНИЧНОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК

Врста техничке документације :
ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ (ИДП)

Садржај :
Попречни пресеци моста над стубовима - новопројектовано стање

Одговорни пројектант :
Н. Јаковљевић, дипл. инж. грађ.
Бр. лиценце:
310 0205 03

Сарадници :
И. Јокић, дипл. инж. грађ.
Н. Ђорђевић, дипл. инж. грађ.

Бр. тех. документације:
18-382-2/1-ИДП
Датум :
12.2018.
Свеска :
2/1
Број цртежа :
2/1.7.5
Размера :
1:50

граничен прелаз "Каракај"
Босна и Херцеговина,
Република Српска

граничен прелаз "Мали Зворник"
Република Србија

Подужни пресек моста - постојеће стање

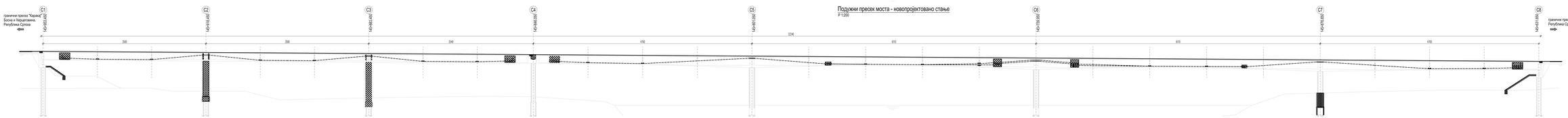
P 1:200

Руши се

- уклањање асфалтног застора и хидроизолације
- уклањање постојећих дилатационих справа и потконструкција за носеће дилатационе справе
- рушење аб зидова на обалним стубовима
- рушење пријат дела попречног носача конструкције К2

Подужни пресек моста - новопројектовано стање

P 1:200



Зида се

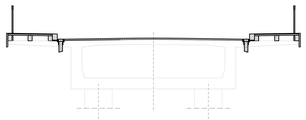
- ротациона постојећих дилатационих греда и уградња нових дилатација
- израда темеља котви
- обезглављење котви
- израда аб венца бетонска
- постављање дивергатора од челичних шина
- брушење новопројектованих засторних површина
- бетонирање ојачања попречних носача на крајевима
- бетонирање ојачања попречних носача на средњим стубовима, конструкција К1
- бетонирање дела попречног носача, конструкција К2
- уградња нових лежишта
- израда нових коловозног застора

Основа стубова - новопројектовано стање

P 1:200

Попречни пресек моста - постојеће стање

P 1:50

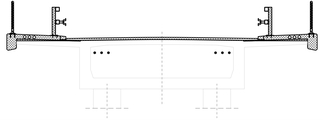


Руши се

- демонтажа ограде тешњача стаза
- уклањање лежног асфалта и хидроизолације тешњача стаза
- уклањање монтажних плоча тешњача стаза
- уклањање гарнитура плоча тешњача стаза
- уклањање аб зида тешњача стаза
- уклањање постојећих ивичњака
- уклањање асфалтног застора и хидроизолације
- демонтажа сливника

Попречни пресек моста - новопројектовано стање

P 1:50



Зида се

- уградња нове ограде тешњача стаза
- уградња нове заштитне ограде
- израда нивелационог слоја
- израда хидроизолације
- израда новог коловозног застора
- израда нових ивичњака
- израда нове тешњача стаза
- израда недилатационих "АЛБАБ" спојева на тешњачким стазама
- уградња нових есктерних каблова

Сагласности :			
	3		
	2		
	1		
	Ревизија	Опис	Датум

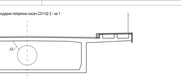
Инвеститор : РЕПУБЛИКА СРБИЈА ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ	Врста техничке документације : ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ (ИДП)	Бр. тех. документације : 16-382-21/ИДП. Датум : 12.2016.
Пројектна организација : МОСТПРОЈЕКТ	Садржај : Уклањање постојећих стаза/ новопројектовано стање (руши се - зида се)	Свеска : 2/1
ОБЈЕКАТ: РЕКОНСТРУКЦИЈА МОСТА КАРАКАЈ ПРЕКО РЕКЕ ДРИНЕ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ ІБ РЕДА БР.26 НАТПАЊИМОМ ПРЕЛАЗУ МАЛИ ЗВОРНИК	Одговорни пројектант : Н. Јакшић, дип. инж. грађ. Бр. лиценце 310 0200 03	Број цртежа : 2/1.7.6
	Сарадници : Р. Јочић, дип. инж. грађ. Н. Тодрић, дип. инж. грађ.	Размера : 1:200/50

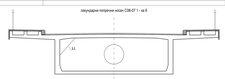
Подужни пресек моста - Низводни носач

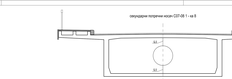
Подужни пресек моста - Узводни носач

Основа горње плоче сандука

Основа доње плоче сандука







ПОЗ	ОБЈЕКТИ/А	ЈЕД. МЕРЕ
	ОБЈЕКТИ/А АРМАТУРЕ	
А.1	Ивице и лежишни хоризонтални армирани зид	m2
А.2	Ивице и дубински хоризонтални армирани	m2
А.3	Ивице анкери	m2
	ОБЈЕКТИ/А У БЕТОНУ	
Б.1	Заштитна слој бетона завршетак ивичњака	m2
Б.2	Олучасти бетон	m2
Б.3	Одводњени део ивичњака са завршетком	m2
Б.4	Завршетак бетона у доњу тетурасте воде	m2
Б.5	Преливи до 2 mm - без пратећих тетурасте воде	m
Б.6	Преливи до 2 mm - са пратећима тетурасте воде	m
Б.7	Противклизна трака 2 mm - са пратећима тетурасте воде	m
Б.8	Олучаста жар уливања	-
	ПРЕДФАБРИЦИРАНЕ	
С.1	Чеоне зидове бочних зидова, завршне плоче	ком.
	ДИЛАТАЦИОНЕ СПОЉАШЊЕ И АСФАЛТ	
Д.1	Преко воде зоне дилатационе спојнице - чеде обезбеђења водонепропусно	m
Д.2	На постојећи дилатационе спојнице на обезбеђења дело	m
Д.3	Уградња и асфалта	m
Д.4	Рупа у асфалту	-
Д.5	Металопластика асфалта	-
	СПЕЦИЈАЛНО ОБЈЕКТЕЛЬЕ	
С.1	Металопласт бољшебетона	-

Сагласности:	0		
	1		
	2		
	Ревизија	Опис	Датум

Инвеститор:
ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ

Носилац пројекта:
МОСТПРОЈЕКТ

Назив објекта:
РЕКОНСТРУКЦИЈА МОСТА КАПИЈА ПРЕКО РЕКЕ ДУНАВ НА ДРЖАВНОМ ПУТУ IБ РЕДА БР 26 НА ГРАНИЦИ СРБИЈЕ/ МАЂАРСКА

Врста техничке документације:
ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ ГЕОДЕТА

Фаза:
ИДП

Назив:
Снимак оцртежа

Број техничке документације:
78-362-01-ИДП
Књига:
1/2-2015

Свеска:
2/1

Лист:
2/1.7.7

Размера:
1:200

Пројектант:
Д. Јовановић, дипл. инж. грађ.
370 0205 03

Сарадник:
Н. Ђурђевић, дипл. инж. грађ.

Контролисао:
Н. Ђурђевић, дипл. инж. грађ.