

2/1-1.20.1 НАСЛОВНА СТРАНА

2/1-1.20 МОСТ на km 110+351,26

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/4, Београд
Објекат:	Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	ИДП Идејни пројекат
Назив и ознака дела пројекта:	2/1-1.20 Мост на км 110+351,26
За грађење / извођење радова:	Нова градња и реконструкција
Пројектант:	Саобраћајни институт ЦИП, д.о.о Немањина 6/ IV, Београд 351-02-02009/2017-07
Одговорно лице пројектанта:	Генерални директор: Милутин Игњатовић, дипл.инж
Потпис:	
Одговорни пројектант:	Дејан Срејић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр.310 F110 07
Потпис:	
Број дела пројекта:	2017-728-КОН-2/1-1.20
Место и датум:	Београд, јул 2020.

2/1-1.20.2. САДРЖАЈ

2/1-1.20.1.	Насловна страна
2/1-1.20.2.	Садржај
2/1-1.20.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/1-1.20.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/1-1.20.5.	Текстуална документација
2/1-1.20.5.1	Технички извештај
2/1-1.20.6.	Нумеричка документација
2/1-1.20.6.1	Статички прорачун
2/1-1.20.6.2	Предмер и предрачун
2/1-1.20.7.	Графичка документација
2/1-1.20.7.1	Диспозиција
2/1-1.20.7.2	Ситуција са постојећим мостом

2/1-1.20.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128 Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09 - исправка, 64/10 - УС, 24/11, 121/12, 42/13 - УС, 50/2013 - УС, 98/2013 - УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019 и 37/2019 -др.закон 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС" бр 73/2019) као:

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

за израду **2/1-1.20 Мост на km 110+351,26**, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Мали Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, одређује се:

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

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

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

Потпис:



Број техничке документације: 2017 - 728

Место и датум: Београд, мај 2020.год.

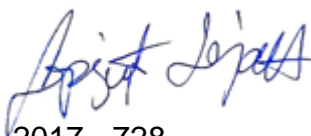
2/1-1.20.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА

Одговорни пројектант пројекта **2/1-1.20 Мост на км 110+351,26**, који је део ИДП - Идејног пројекта Модернизација, реконструкција и изградња пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Мали Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град

Дејан Срејић, дипл. инж. грађ.

ИЗЈАВЉУЈЕМ

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

Одговорни пројектант ИДП:	Дејан Срејић, дипл. инж. грађ.
Број лиценце:	310 F110 07
Потпис:	
Број техничке документације:	2017 - 728
Место и датум:	Београд, мај 2020.год.

**2/1-1.20.5 ТЕКСТУАЛНА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/1-1.20.5.1 Технички опис

ТЕХНИЧКИ ОПИС

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

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

ПРОЈЕКАТ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ МОСТА на стационажи км 110+351,26

1. УВОД

На новој траси двоколосечне пруге Нови Сад – Суботица (Мађарска граница), која је пројектована за брзину од 200 km/h, пројеткован је нови мост на стационажи км 110+351,26 (по десном колосеку).

Подлоге за пројектовање су:

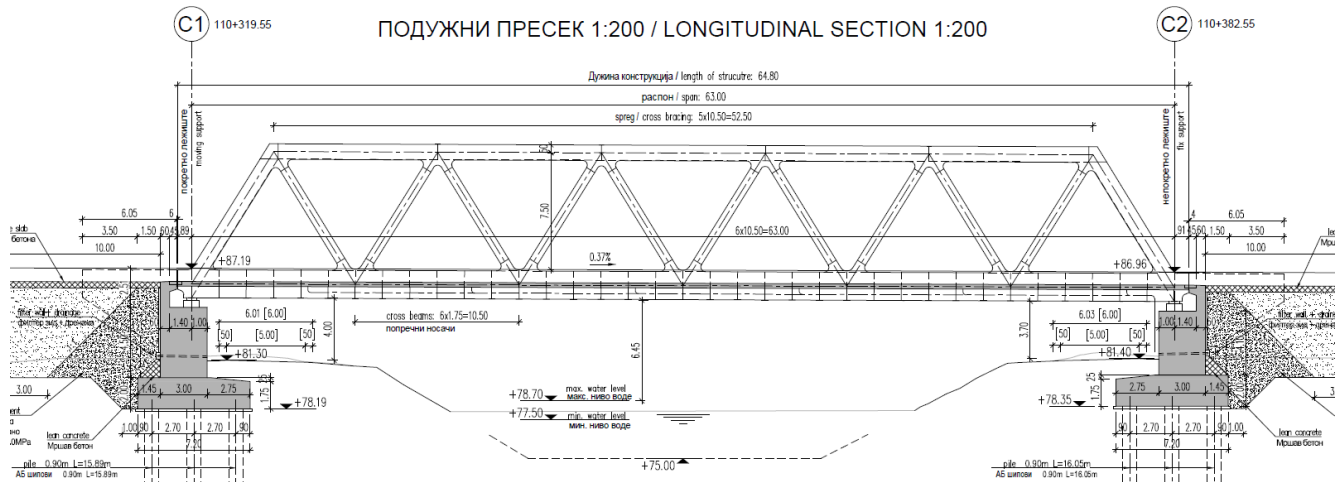
- Пројектни задатак
- Подаци из железничког сектора
- Подаци из сектора за путеве
- Геотехничке подлоге
- Остали релевантни подаци

Пројектним задатком је предвиђено да се изгради нови железнички мост на км 110 + 351,26 двоколосечне пруге Нови Сад - Суботица (мађарска граница) који прелази канал Бечеј-Богојево.

Мост је двоколосечни, у правцу, са међусобним размаком колосека 4,50 м. Нивелета је у подужном паду од 0,37%. Укрштање пруге, односно моста са каналом је под углом од 84,50 °. Надморска висина у околини моста износи: ~ 81,40 м

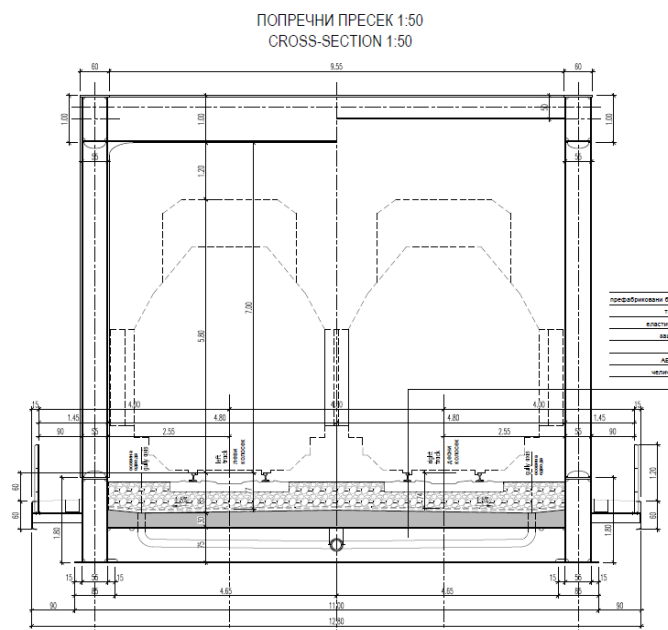
2. ДИСПОЗИЦИЈА

Диспозиционо решење представља челична решеткаста проста греда, распона 63,00 м са покретним ослонцем на стубу С1 и непокретним ослонцем на стубу С2. Челични носач се преко лежишта ослања на АБ стубове, који су фундирани на шиповима. Колосек, који је у туцаничком застору, постављен је преко спрегнуте АБ плоче. Ширина између главних носача предвиђена за одвијање своколосечног железничког саобраћаја је 9,60 м, док је укупна ширина моста $B=12,8$ м, укључујући и две сервисне стазе од по $b=0,9$ м са сваке стране моста. Кота нивелете десног колосека пруге на средини моста, односно на месту укрштања са осом канала износи 87,085 м, док је максимални ниво воде у каналу, на истом месту +78,70 м.



3. КОНСТРУКЦИЈА

Главни носач моста су две паралелне челичне решетке, постављене на међусобном растојању од $V'=10,15$ m. Доњи и горњи појас решетке су паралелни, а висина решетке је $H=8,50$ m. Појасеви решетке су кутијастог попречног пресека. Доњи појас је висине 1,80 m док је горњи висине 1,00 m. Попречни пресеци дијагонала су заварени 'Н' профили висине 55 cm. Горњи спрег са ромбичном испуном (2 x K), постављен је у нивоу горњег појаса. Вертикале спрега, су као и испуна 'I' профили висине 50 cm. На крајевима моста постављени су портали од заварених профили висине 1,00 m. АБ бетонска плоча је спрегнута са попречним носачима који су постављени на сваких 1,75 m. Висина челичног попречног носача је $h=75$ cm. Предвиђено је да сви челични елементи буду израђен од класе челика S355J2/K2+N.



Спрегнута АБ плоча изведи се на лицу места. Дебљина плоче износи 30-36 см и има двоводни пад од 1,50% у односу на подужну осу моста, а такође и пад од 10% који се пружа од ивице плоче, односно од доњег појаса решетке ка сливницима, на дужини од од 70 см. АБ плоча се израђује у класи С35/45, класа изложености ХС4, ХФ1, V-II, уз употребу арматуре В500-В.

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

Обални стуб је дебљине 300 см и ширине 12,30 м. Наглавна греда дебљине 2,00 м преноси оптерећења на 18 шипова пречника Ø 900 mm, постављена у три реда, са међусобним размаком од 2,70 м. Бочни крилни зидови су дебљине од 60 см са конзолном пешачком стазом. Контакт са насипом тла је кроз зид дебљине 60 см. Спрегнута АБ плоча моста је у истом је нивоу са прилазном плочом.

Водоотпорне дилатације су постављене на крајевима моста са капацитетом од ±40 mm код покретног ослонца односно ±20 mm код непокретног ослонца.

Стубови су од класе бетона С30/37, класа изложености ХС4, ХФ1, V-II армирани арматуром В500-В.

Предвиђена је изградња моста без железничког саобраћаја

4. ОСТАЛИ РАДОВИ

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

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

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

Везе између мостовске конструкције и насипа железничке пруге ће се извести помоћу шљунчаних клина који ће се налазити испод прелазних плоча. Ови радови морају бити обављени у складу са смерницама „Richtlinie 836“.

Нису предвиђени уређаји за дилатацију шина, зато што је дилатациона дужина ≈ 60 m. Прецизнија анализа везе колосека и конструкције " Track bridge interaction" биће урађена у следећој фази пројекта.

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

5. ТЕМЕЉИ

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

С обзиром на срачунато оптерећење моста као и на резултате геотехничких испитивања, предвиђено је да темељи конструкције буду на бушеним шиповима. Предвиђени су шипови пречника $\varnothing 0.90$ m и наглавне греде са арматуром В500-В. Темељи су изграђени од бетона С30/37, класе изложености ХС2., V-II.

Максимална номинална сила у шипу пречника $\varnothing 0,90$ m износи 4559 kN, што је мање од капацитета носивости шипова по стандарду „EN 1997-1“ и „EN 1997-2“.

Оснoвни подаци темеља приказани у табели:

Бр. Ослонца	Кота дна наглавка шипова	Пречник шипа	Кота основе шипа	Дужина	Бр. шипова
С1	78.19	0,9	62.30	15.89	18
С2	78.35	0,9	62.30	16.05	18

6. СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

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

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

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

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

- Сопствена тежина горњег строја;
- Додатно стално оптерећење (елементи пешачке стазе, заштитних ограда, ограда пешачких стаза, хидроизолација, застора од асфалт бетона, ...);
- Скупљање и течење бетона;
Утицај скупљања бетонске конструкције одређен је према стандарду „EN 1992-1-1“.
Узета у обзир само за спрегнуте елементе..
- Саобраћајно оптерећење је усвојено према „EN 1991-2 Traffic loads on bridges“, поглавље 4.

Вертикална оптерећења:

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

Хоризонтална оптерећења:

- Силе покретања и кочења – силе делују у равни горње ивице асфалтног застора, у подужном правцу моста;
 - Активни притисак тла на обалне стубове - опорац;
 - Корисно оптерећење на насипу
- Температурни утицаји;

Прорачун оптерећења услед дејства температуре је спроведен у складу са стандардом „EN 1991-1-5 Thermal actions“. Равномерна температурна промена у оси штапа износи $\Delta T_{N.con}=38^\circ\text{C}$ и $\Delta T_{N.exp}=28^\circ\text{C}$ под претпоставком да је $T_0=10^\circ\text{C}$ почетна температура. Као резултат, температурна промена од и 51°C је усвојена за прорачун лежајева и дилатационих спојева. Компоненте температурне промене су такође узете у обзир током пројектовања горњег строја.

- Оптерећење ветром је срачунато у складу са стандардом „EN 1991-1-4 Wind Actions”. Разматрана су дејства ветра на мост х правцу, и ветар на мост са и без саобраћајног оптерећења.
- Од инцидентних оптерећења прорачуном у идејном пројекту су обухваћене: Сеизмичке силе у складу са стандардима “EN 1998-1 и 1998-2”. Према карти сеизмичког хазарда за макс хор. убрзање на тлу типа А, са вероватноћом превазилажења 10% у 50 година, за повратни период од 475год, изражено у јединицамагравитационог убрзања г, Републичког сеизмолошког завода, предметни мост спада у зону сеизмичности 0,05 г.

Исклизнуће воза није обухваћено идејним пројектом.

7. ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Употребљени материјали:

Рачунске класе бетона:

Коловозна плоча	C 35/45, XC4, XF1, V-II
Ивичњак	C 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200
Квадери	C 40/50, XC4, XF1, V-II
АБ потпорни зид	C 30/37, XC4, XF1, V-II
Наглавне греде и шипови	C 30/37, XC2, V-II
Мршав бетон	C 12/15 и C 16/20, X0
Арматура В 500В	
Конструктивни челик:	
Челична конструкција:	S355J2/K2+N
Челична констр. стазе	S235JR

мај 2020, Београд

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ



Дејан Срејић, дипл. грађ. инж..

Бр. лиценце: 310 F110 07

**2/1-1.20.6 НУМЕРИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/1-1.20.6.1 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Садржај

ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

СТАНДАРДА И ПРОПИСА

ПОДАЦИ

МАТЕРИЈАЛА

И УТИЦАЈИ НА КОНСТРУКЦИЈУ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, СОПСТВЕНА ТЕЖИНА

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТЕЧЕЊЕ И СКУПЉАЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ - САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

САОБРАЋАЈНА ОПТЕРЕЋЕЊА НА ЖЕЛЕЗНИЧКОМ МОСТУ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ОПТЕРЕЋЕЊЕ

САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЊЕ НА ПУТЕВИМА

ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТЕМПЕРАТУРА

ОПТЕРЕЋЕЊА

СТАЊЕ НОСИВОСТИ

И СЕИЗМИЧКА ОПТЕРЕЋЕЊА

СТАЊЕ УПОТРЕБЉИВОСТИ

ВРЕДНОСТИ ψ

КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Примењен софтвер коначних елемената

ЕЛЕМЕНАТА НАГЛАВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ШИПОВА

СИЛЕ И МОМЕНТИ

АРМИРАЊА

РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА

I. УНОСНИ ПОДАЦИ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

1. ЛИСТА СТАНДАРДА И ПРОПИСА

Следећи стандарди ће бити употребљени за статички прорачун:

ЕВРОКОД 0 (EN 1990) – Основе прорачуна конструкција

ЕВРОКОД 1 (EN 1991) – Дејства на конструкције

ЕВРОКОД 2 (EN 1992) – Пројектовање бетонских конструкција

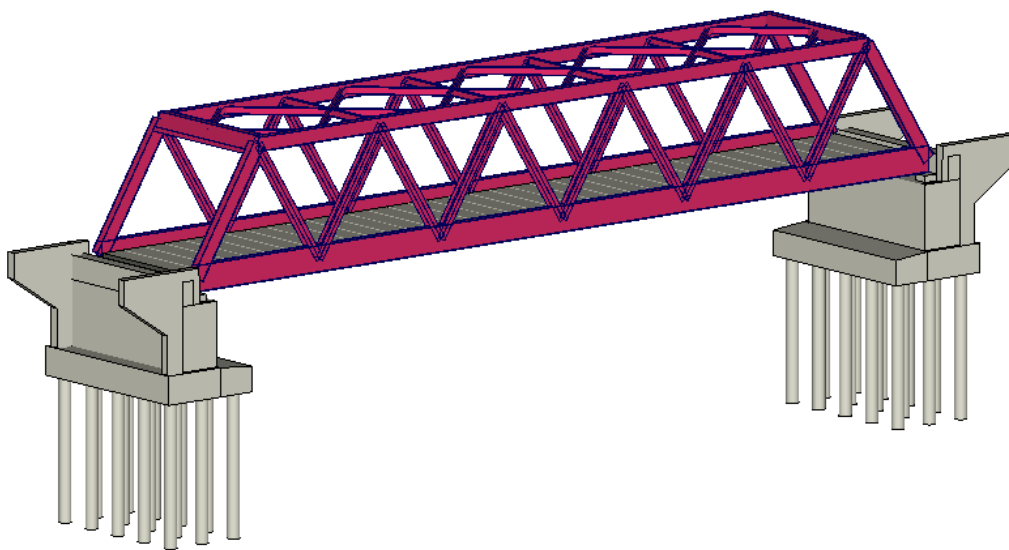
ЕВРОКОД Е 7 (EN 1997) – Геотехничко пројектовање

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

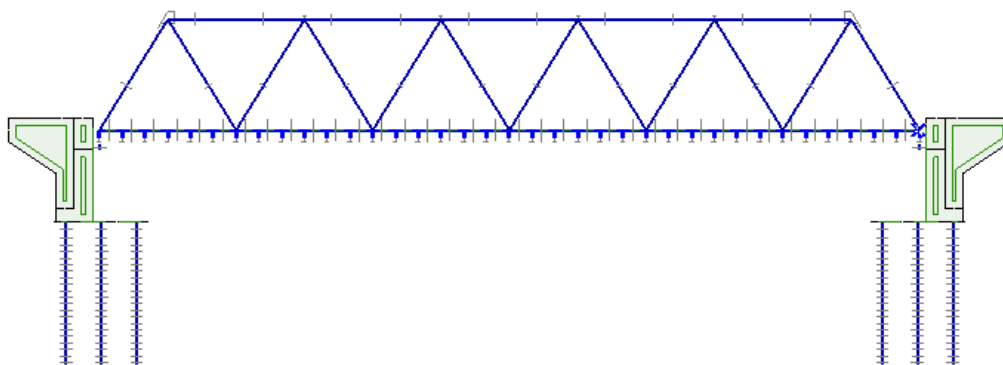
Уз горе наведене стандарде, сви додатци, промене као и сви српски национални анекси бити ће поново додати за сваки појединачни део еврокода.

2. ОПШТИ ПОДАЦИ

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

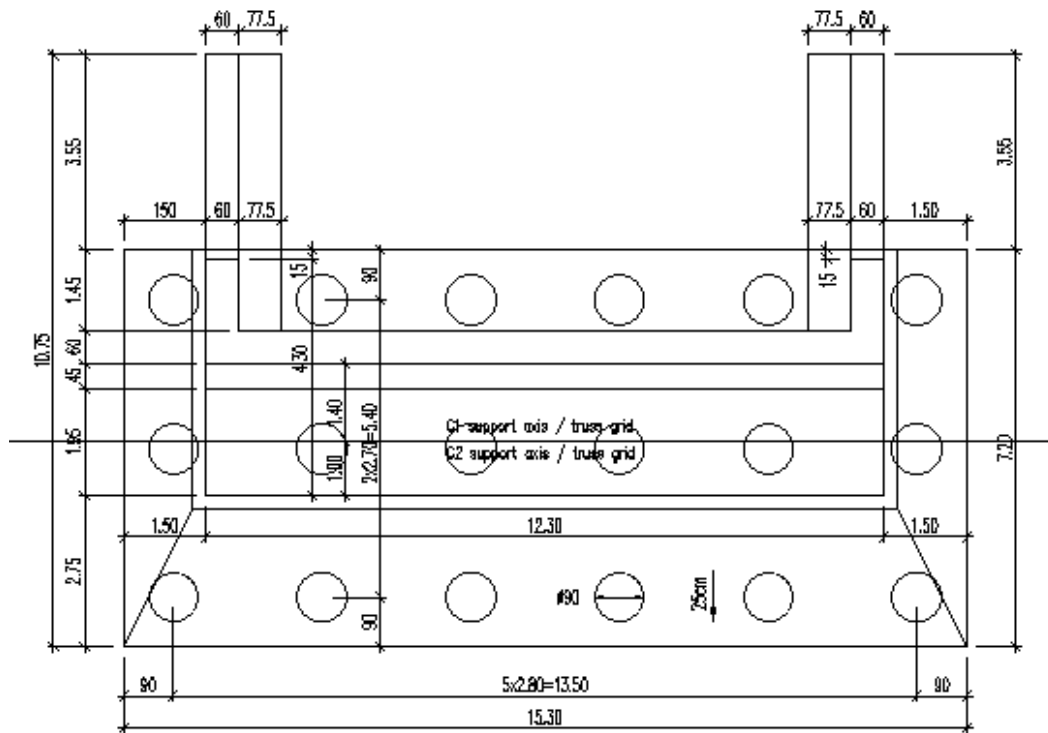


3D поглед

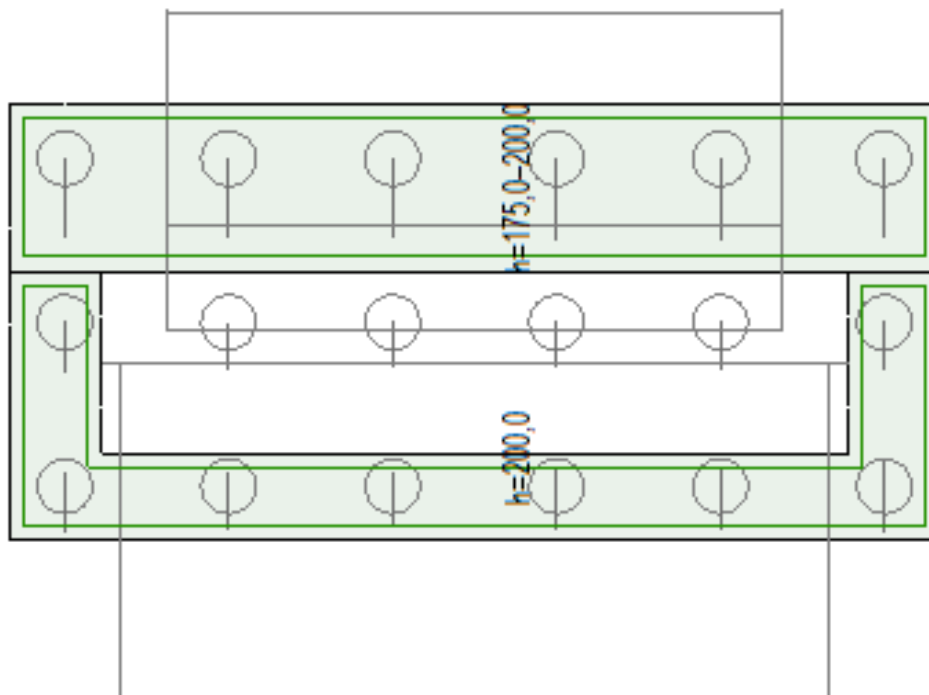


2D бочни поглед

(C1) AND (C2) ABUTMENT FOUNDATION LAYOUT 1:100



Основа темелѝа – потпорна конструкција



Девбљина елемента – Наглавна конструкција

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

3.1. Бетон

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

АБ стубови и потпорни зидови	C 30/37, XC4, XF1, V-II
Наглавне конструкције и шипови	C 30/37, XC4, XF1, V-II

3.2. Арматура

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

Арматура В 500В

4. ДЕЈСТВА И УТИЦАЈИ НА КОНСТРУКЦИЈУ

4.1. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, СОПСТВЕНА ТЕЖИНА

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

4.1.1. Вертикално потерећење

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

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

Железнице:

- Шине: $2.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Електрична опрема: $1.00 \text{ kN} / \text{m}$
- Прагови: $3.68 \text{ kN} / 0.6 \text{ m} = 6.13 \text{ kN} / \text{m}$
- Ширином од 3.00 m $3.04 \text{ kN} / \text{m}^2$ (одузета запремина застора $\rightarrow 1.24 \text{ kN} / \text{m}^2$)

- Застор: $0.55 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 11.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Будуће стално оптерећење: $0.10 \text{ m} \times 20.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 2.0 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Заштитни слој: $0.05 \text{ m} \times 24.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 1.2 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Изолација: $2 \times 0.01 \text{ m} \times 16.00 \text{ kN} / \text{m}^3 = 0.32 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Слој бетона за пад: $\text{min.} : 0.03 \text{ m} \times 24 \text{ kN} / \text{m}^3 = 0.72 \text{ kN} / \text{m}^2$
 $\text{max.} : 0.64 \text{ m} \times 24 \text{ kN} / \text{m}^3 = 15.36 \text{ kN} / \text{m}^2$

$$\text{мин.} : 15.24 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\text{макс.} : 29.88 \text{ kN} / \text{m}^2$$

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

Инсталације, разно:

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

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

4.1.2. ХОРИЗОНТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Притисак земљишта

Геотехнички параметри за оптерећење од притиска земљишта на конструкцију:

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

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

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

4.2. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, течење и скупљање

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

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

4.3. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Разматрано саобраћајно оптерећење на друмском мосту:

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

4.3.1. Саобраћајна оптерећења на железничком мосту

Коефицијент класификације

Класификована вертикална оптерећења: $\alpha = 1.00$

Динамички фактор

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

- За пажљиво одржавање колосека $1.00 \leq \Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.82 \leq 1.67$

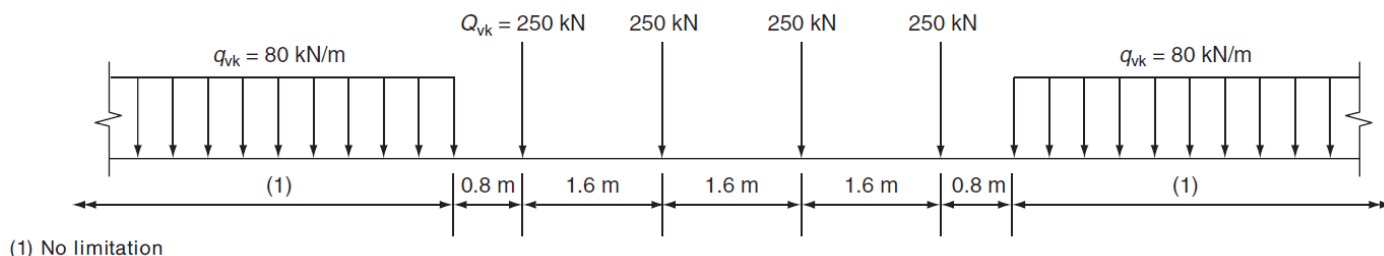
- За стандардно одржавање колосека $1.00 \leq \Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \leq 2.00$

4.3.1.1. Вертикално оптерећење

Модел оптерећења 71

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

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



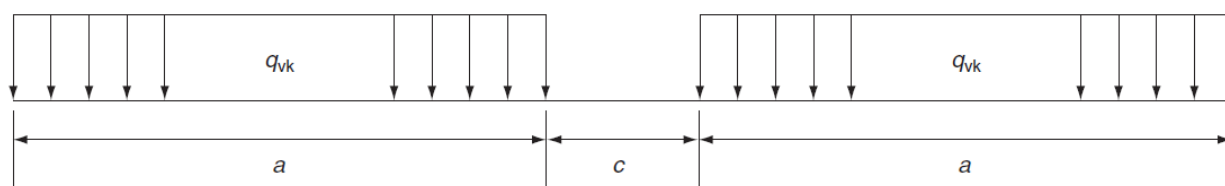
$$q_{LM71q} = 80 \text{ kN/m} / 3.0 \text{ m} = 26.6 \text{ kN/m}^2$$

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

Модел оптерећења SW/0 и SW/2

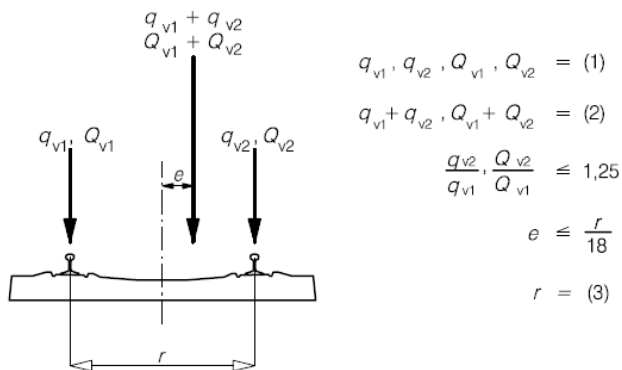
Модел оптерећења SW/0 представља статички утицај вертикалног оптерећења као резултат нормалног железничког саобраћаја на континуалним гредама.

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



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

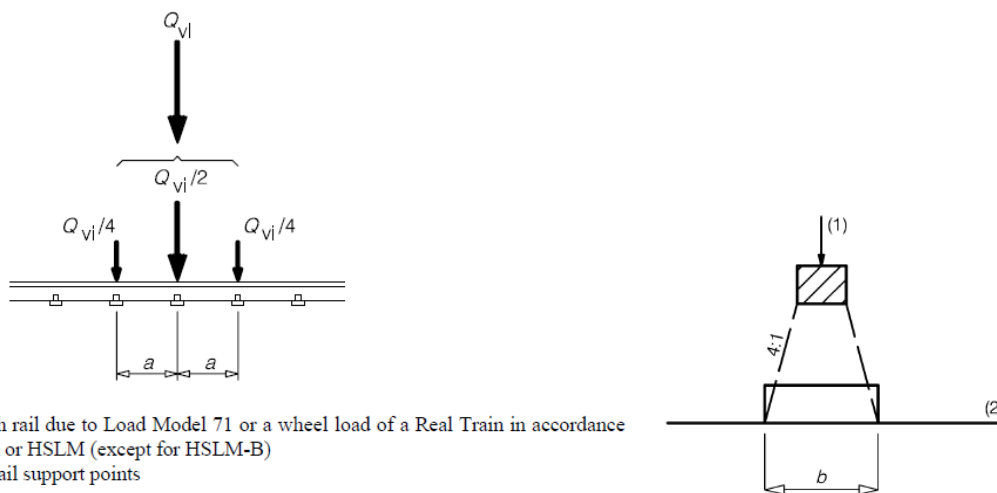
Ексцентрицитет вертикалних оптерећења (Модел оптерећења 71 и SW/0)



Key

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

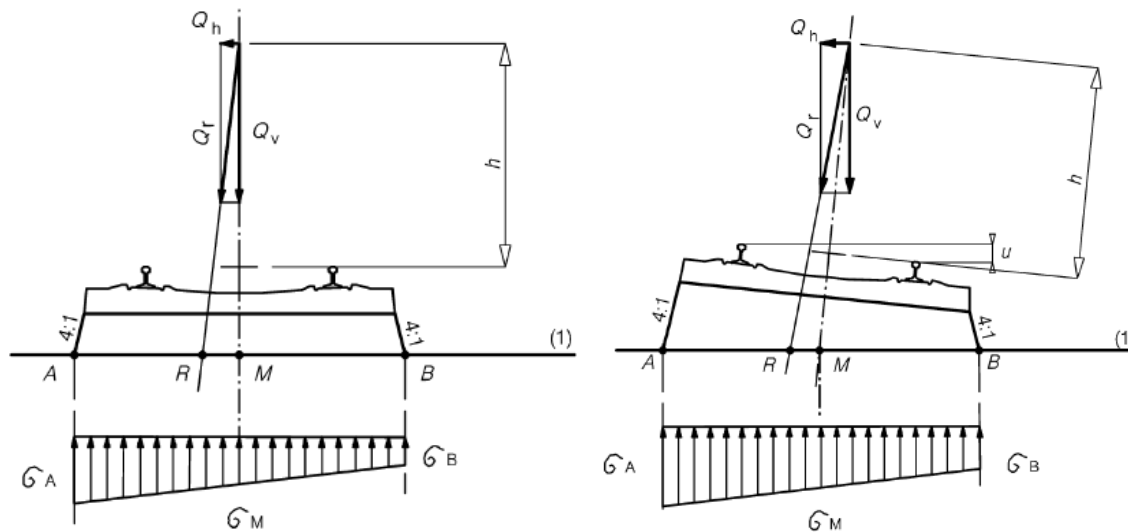
Лонгитудинална расподела концентрисаних оптерећења по шинама, праговима и по застору.



Key

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

Попречна дистрибуција утицаја по праговима и по застору.



4.3.1.2. Хоризонтално оптерећење

Центрифугалне силе

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

Центрифугалне силе требале би се предпоставити да делују у хоризонталном смеру висином од 1.80 m изнад проходне површине.

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

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

Дејство буке

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

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

Утицаји услед трења и кочења

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

Смер дејства силе трења и кочења мора узети у обзир дозвољене смерове путања на сваком посебном колосеку.

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

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

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

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

Саобраћајна оптерећења на насип иза потпора и крилних зидова

LM71

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

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

SW/2

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

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

4.4. ПРОМЕНЉИВО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, температура

ДЕЈСТВО ТЕМПЕРАТУРЕ

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

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

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

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

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

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

Разматрана комбинација униформне и линеарне температуре:

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

5. КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

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

5.1. Гранично стање носивости

Рачунске вредности дејстава за EQU (Set A):

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

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

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

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

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

Прорачун конструктивних елемената биће потврђене употребом следећих комбинација оптерећења.

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

Следеће вредности за γ су предложене:

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

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

Отпор тла ће се проверавати употребом следњих комбинација оптерећења:

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

The recommended set of values for γ are:

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

5.2. Неочекивана и сеизмичка дејства

Рачунске вредности за неочекивана дејстава:

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

Рачунске вредности сеизмичких дејстава:

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

5.3. Гранично стање употребљивости

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

5.4. Вредности ψ фактора

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

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

^a If deformation is being considered for persistent and transient design situations, 2 should be taken equal to 1.00 for rail traffic actions. For seismic design situations, see Table 8.9 of this Designers' Guide (EN 1990: 2002/A1, Table A2.5).

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

^c See EN 1991-1-5.

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

Number of tracks on structure	Groups of loads			Vertical forces			Horizontal forces			Comment			
	Reference: sections of this Guide	Reference: EN 1991-2		6.7.2/6.7.3	6.7.3	6.7.4	6.9.3	6.9.1	6.9.2				
1	2	≥3	Number of tracks loaded	Load group ⁽⁸⁾	Loaded track	LM71 ⁽¹⁾ SW/0 ^{(1),(2)} HSLM ^{(6),(7)}	SW/2 ^{(1),(3)}	Unloaded train	Traction, braking ⁽¹⁾	Centrifugal force ⁽¹⁾	Nosing force ⁽¹⁾		
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 100%; background-color: #cccccc; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 100%; background-color: #808080; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 100%; background-color: #404040; margin-bottom: 5px;"></div> </div>			1	gr 11	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 with max. longitudinal	
			1	gr 12	T ₁	1			0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 with max. transverse	
			1	gr 13	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal	
			1	gr 14	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0.5 ⁽⁵⁾	1	1	Max. lateral	
			1	gr 15	T ₁				1	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Lateral stability with "unloaded train"	
			1	gr 16	T ₁			1	1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. longitudinal	
			1	gr 17	T ₁			1	0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. transverse	
			2	gr 21	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 with max longitudinal	
					T ₂	1			1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾		
			2	gr 22	T ₁	1			0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 with max. transverse	
					T ₂	1			0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾		
			2	gr 23	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal	
					T ₂	1 ⁽⁴⁾			1	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾		
			2	gr 24	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0.5 ⁽⁵⁾	1	1	Max. lateral	
					T ₂	1 ⁽⁴⁾			0.5 ⁽⁵⁾	1	1		
			2	gr 26	T ₁			1	1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. longitudinal	
					T ₂	1			1 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾	0.5 ⁽⁵⁾		
			2	gr 27	T ₁			1	0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. transverse	
					T ₂	1			0.5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾		
			≥ 3	gr 31	T _i		0.75			0.75 ⁽⁵⁾	0.75 ⁽⁵⁾	0.75 ⁽⁵⁾	Additional load case

(1) All relevant factors (α , Φ , f , ...) have to be taken into account.

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

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

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

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

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

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

(8) See also EN 1990: 2002/A1, Table A.2.3.³

Dominant component action as appropriate

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

to be considered in designing a structure supporting two tracks (Load Groups 11–27 except 15). Each of the two tracks have to be considered as either T₁ (Track 1) or T₂ (Track 2)

to be considered in designing a structure supporting three or more tracks; (Load Groups 11 to 31 except 15). Any one track has to be taken as T₁, any other track as T₂ with all other tracks unloaded. In addition the Load Group 31 has to be considered as an additional load case where all unfavourable lengths of track T₁ are loaded.

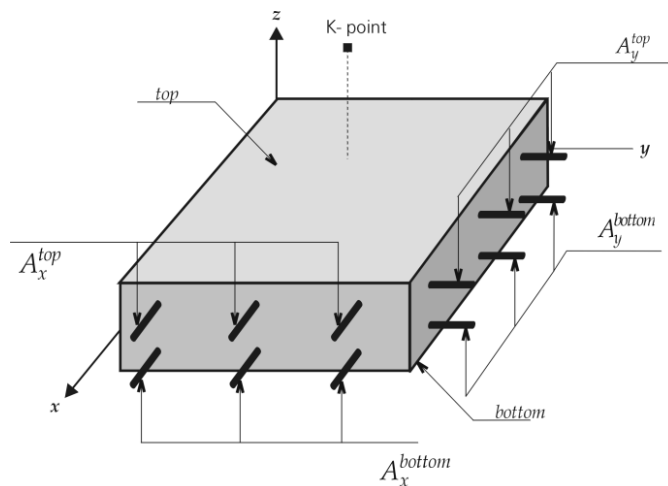
II. АНАЛИЗА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНАТА

1. Примењен софтвер коначних елемената – AXIS VM

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

Општи параметри армирања и прорачун потребне арматуре – модул RC1

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



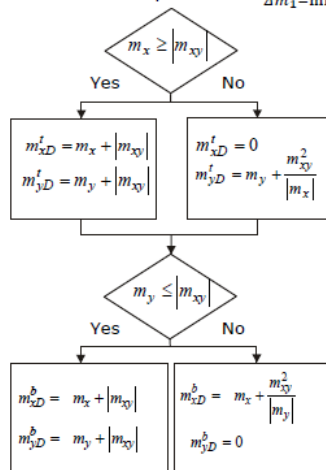
Резултујући компоненти

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

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

Прорачун ортогоналне x/y арматуре по Еврокоду 2

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



Софтвер одређује потребну затезну и притиснуту арматуру.

Следеће вредности су представљене као резултати: axb, axt, ayb, ayt.

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

Локалне координате система коначних елемената у 3D моделу.

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



Узети у обзир минималну површину армирања

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

Униформне боје су представљене за количину армирања.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

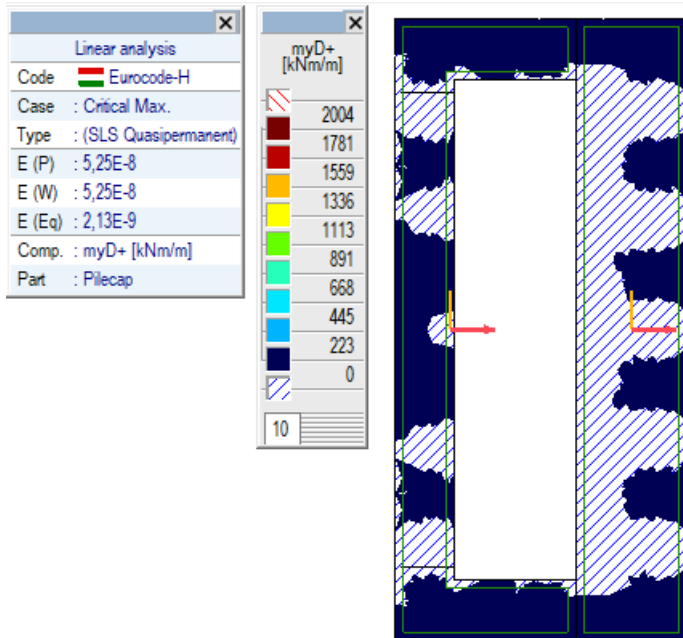
$$\emptyset 16/20 \text{ cm} \rightarrow 1005 \text{ mm}^2$$

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

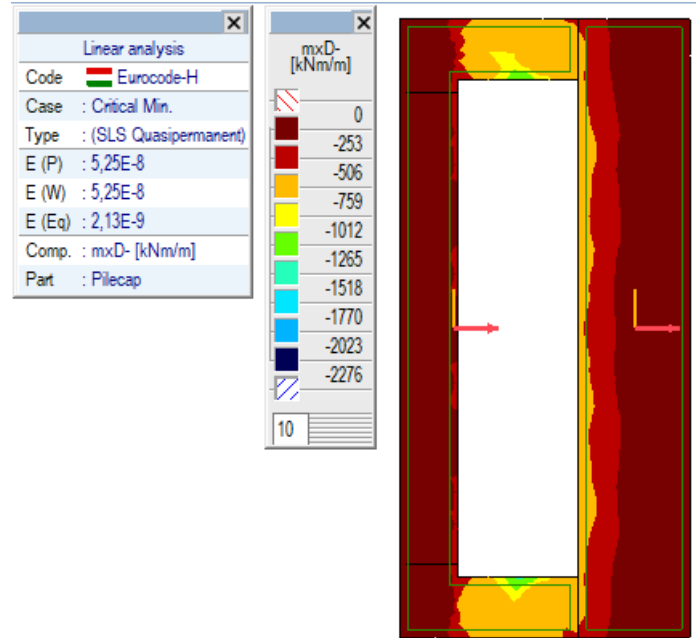
2. АНАЛИЗА ЕЛЕМЕНАТА НАГЛАВНЕ КОНСТРИКЦИЈЕ ШИПОВА

2.1. УНУТРАШЊЕ СИЛЕ И МОМЕНТИ

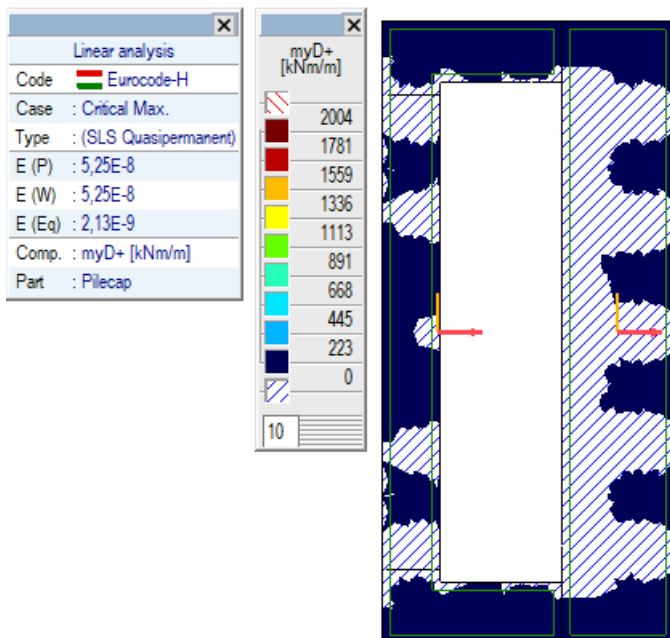
Скице испод представљају једну половину конструкције као резултат осне симетрије.



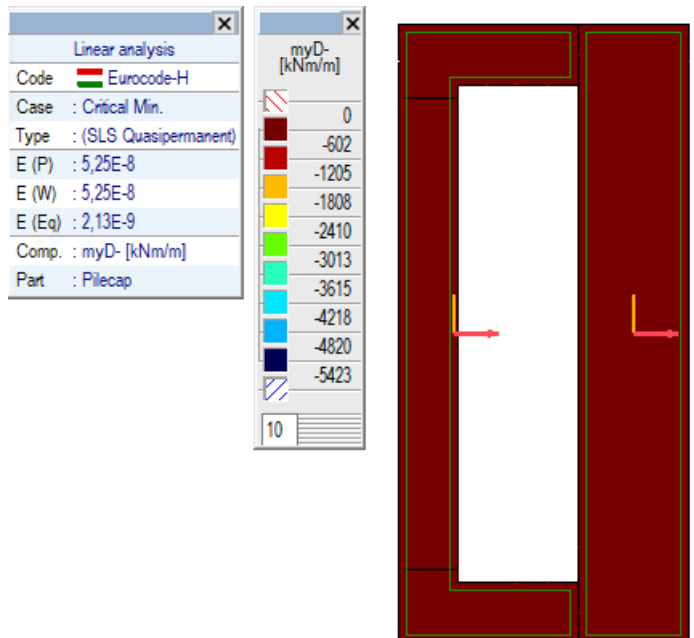
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит. Мах., $mxD+$, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



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



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



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

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

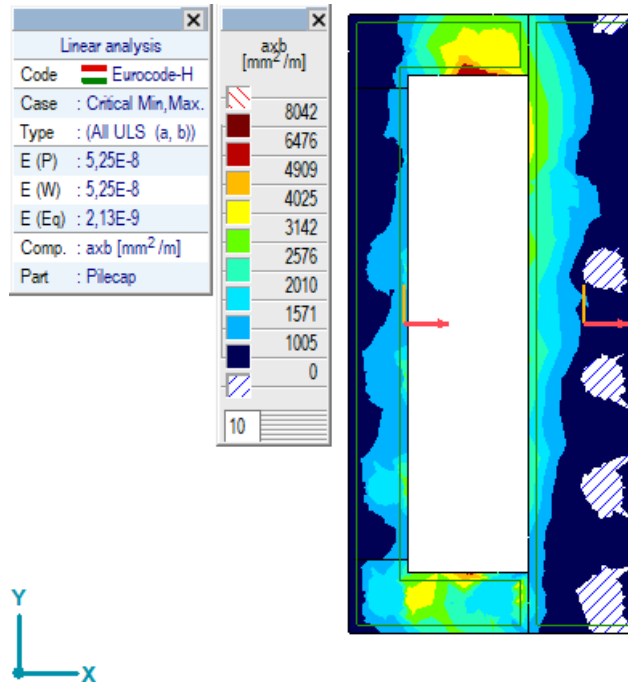
2.2 КОЛИЧИНА АРМИРАЊА

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

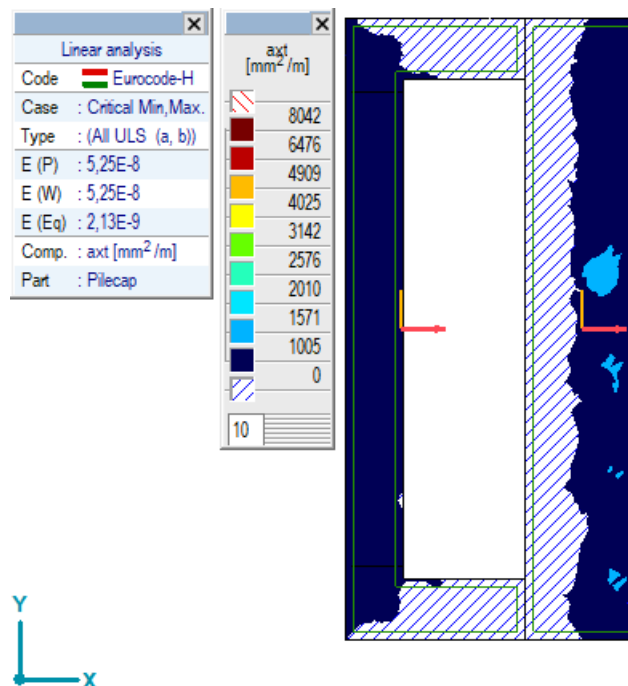
Дебљина елемента: 200cm или у опсегу од 200cm до 175cm

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

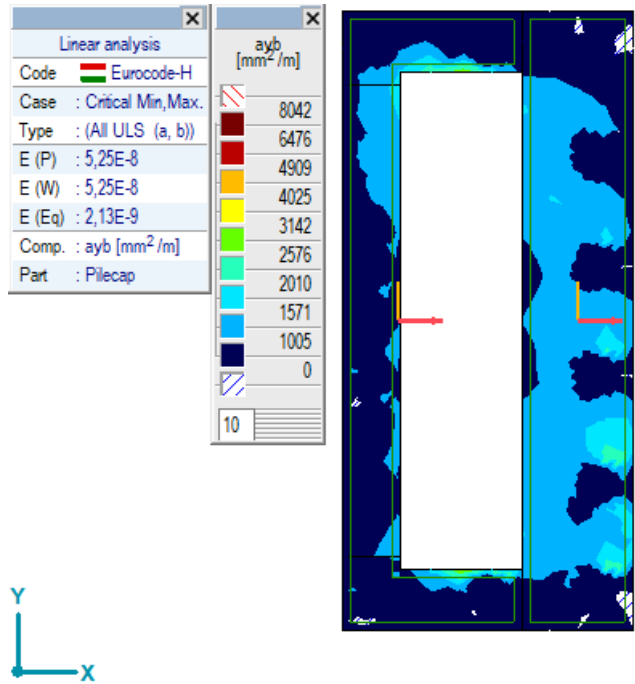
Количина армирања



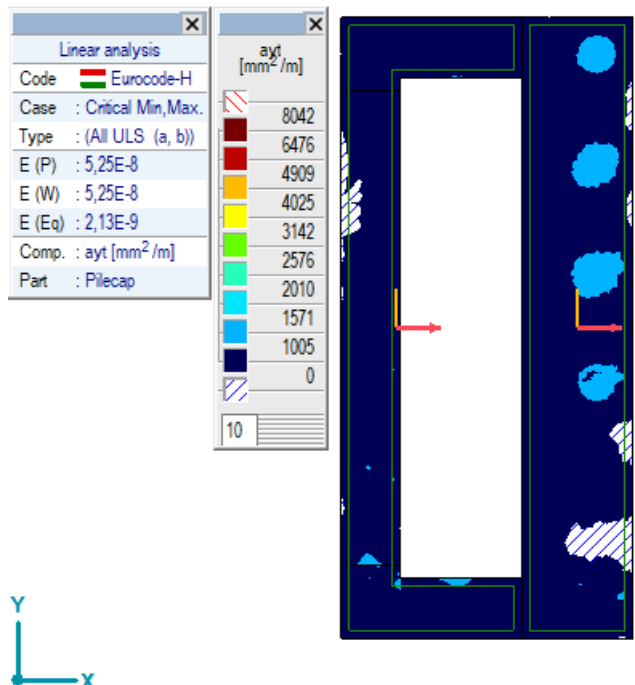
Наглавна конст., Лиенарно,(Auto) Крит., axb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



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



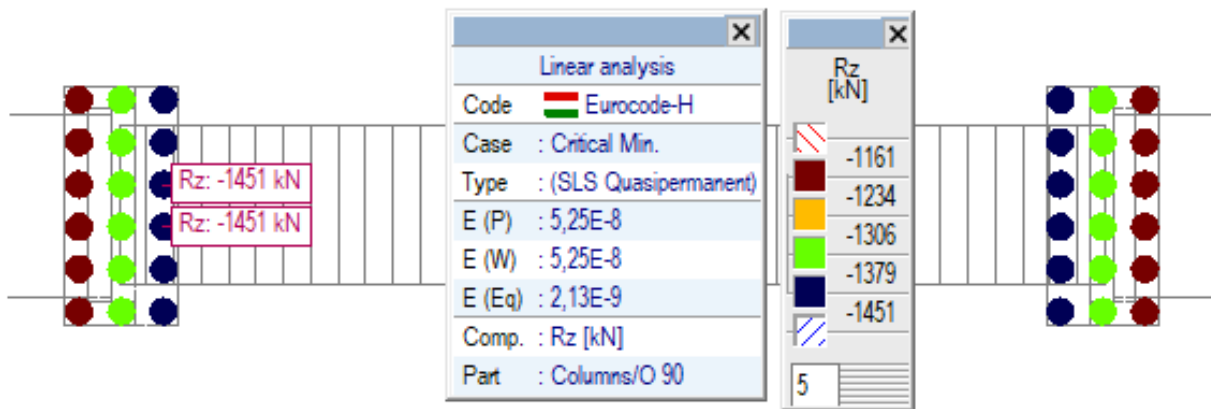
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Критично, ayb, Isosurfaces 2D, Горњи поглед



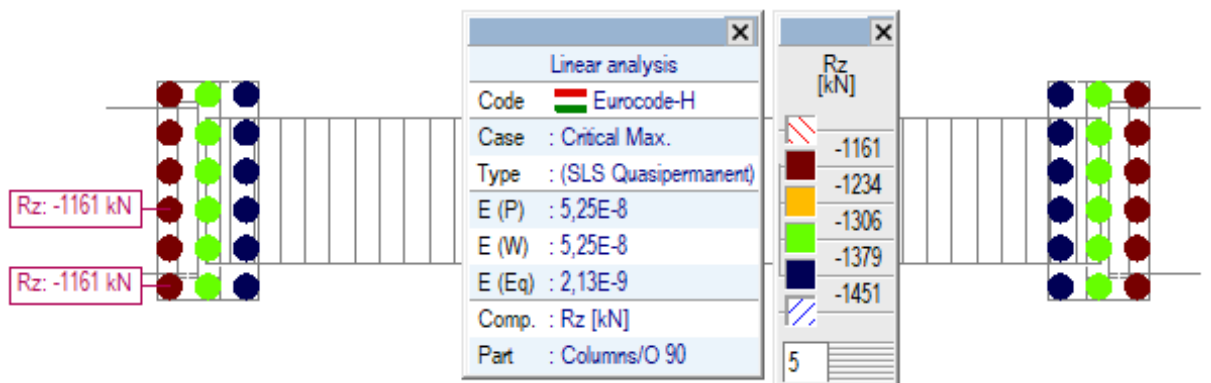
Наглавна конст., Линеарно,(Auto) Крит., ayt, Isosurfaces 2D, Горњи поглед

III. РЕАКЦИЈЕ ОСЛОНАЦА

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

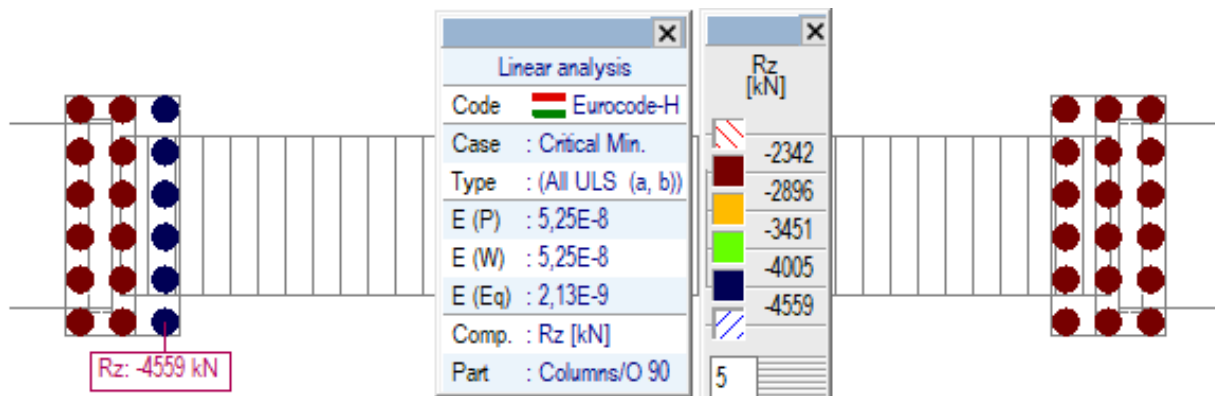


Шип, Линеарно,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед

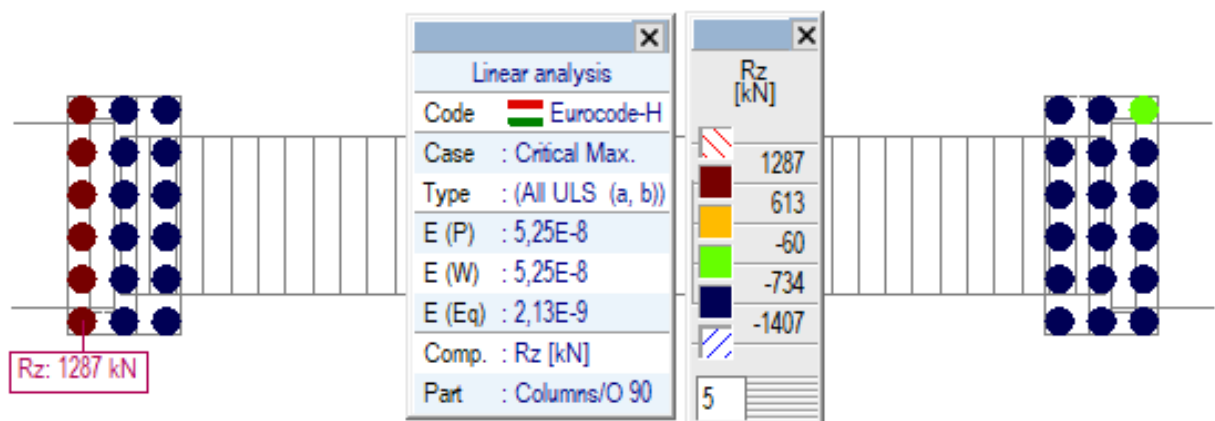


Шип, Линеарно,(ГСУ Квази-стално) Крит. мин., Rz (зглобни осл.), Isosurfaces 2D, Горњи поглед

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



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



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

Отпорност шипова у ситнозрном тлу

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

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

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

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

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

μ_b Фактор отпорности основе у зависности од технологије.

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

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

μ_s фактор отпора омотача у зависности од технологије уградње

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

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

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

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

Отпорност шипова за крупнозрно тло

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

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

α_b Фактор отпорности основе шипа

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

За отпорност омотача је такође употребљена квадратна формула:

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

α_{sq} фактор отпорности омотача, зависно од технологиј

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

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

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

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

Прорачун у складу са СРТ - т5 за мост В1103 (С1 ослонац)		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

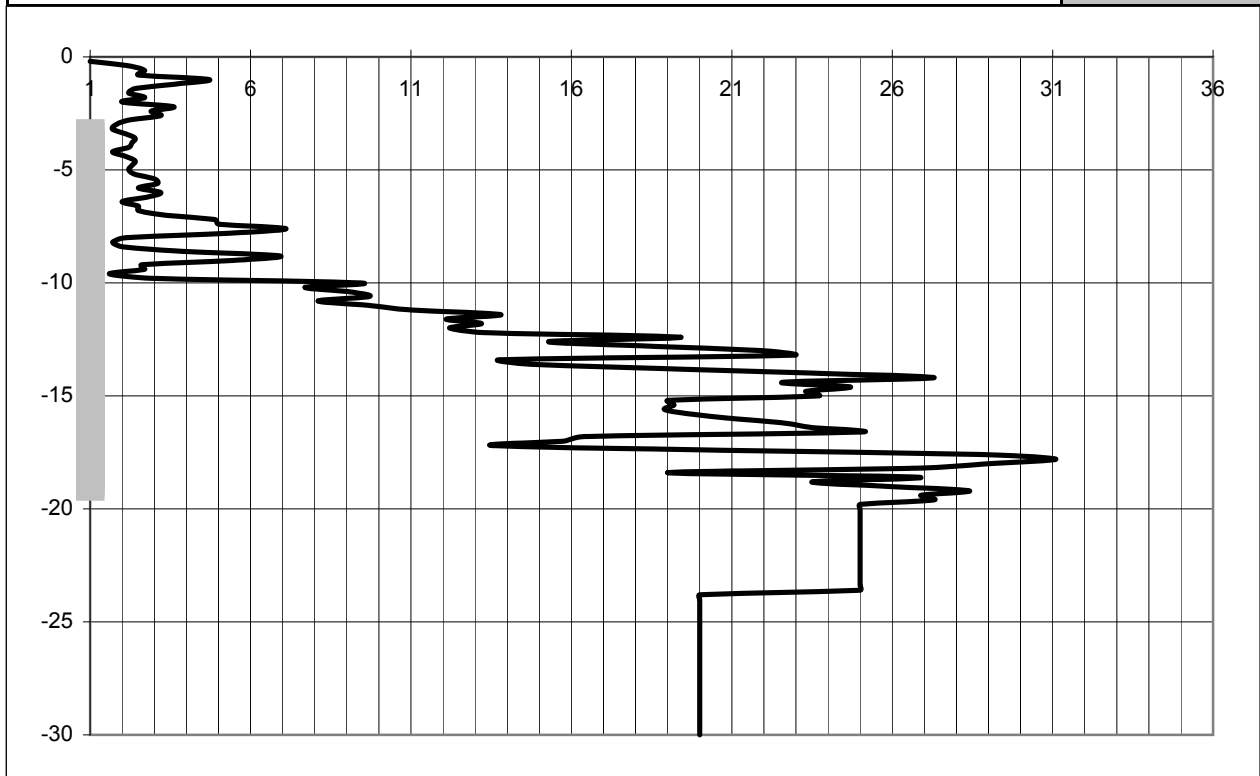
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	78.19
Кота основе шипа (m)	62.30
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	58.70
Дужина шипа (m)	15.89

Rs.cal [kN]	qc.k.m [MPa]	qc.i [MPa]	qc.ii [MPa]	qc.iii [MPa]	Rb.cal [kN]
2490	25.4	25.4	25.0	13.3	3672
	qb.cal [MPa]	8.00	Фино тло		
		5.78	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

Rs.k = 2264 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
Rb.k = 2938 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
Rc.d = 5202 kN	ξ_{min}	1.40	1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



Прорачун у складу са СРТ - т5 за мост В1103 (С1 ослонац)		Парцијални факт.		Факт. отп. осн.		Факт. отп. омо.		Макс. отп. омо.	
		осн.	омо.	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г
Побијени префабр. бетонски шипови	1	1.10	1.10	1.00	1.00	1.05	0.90	85	150
Побијање челичне цеви затвореног дна, бетонирање на лицу места	2	1.25	1.10	1.00	1.00	0.80	0.75	70	120
Побијање челичне цеви затвореног дна, sukcesивно извлачење цеви уз додавање бетона	3	1.25	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	90	160
Бушени шипови без челичне цеви	4	1.25	1.10	0.90	0.80	1.25	0.75	100	160
СФА шипови	5	1.20	1.10	0.90	0.70	1.00	0.55	80	120
Бушени шипови	6	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.55	80	100
Бушени шипови са челичном зашт.	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80
Предвиђени тип шипа:	7	1.25	1.10	0.80	0.50	1.00	0.45	80	80

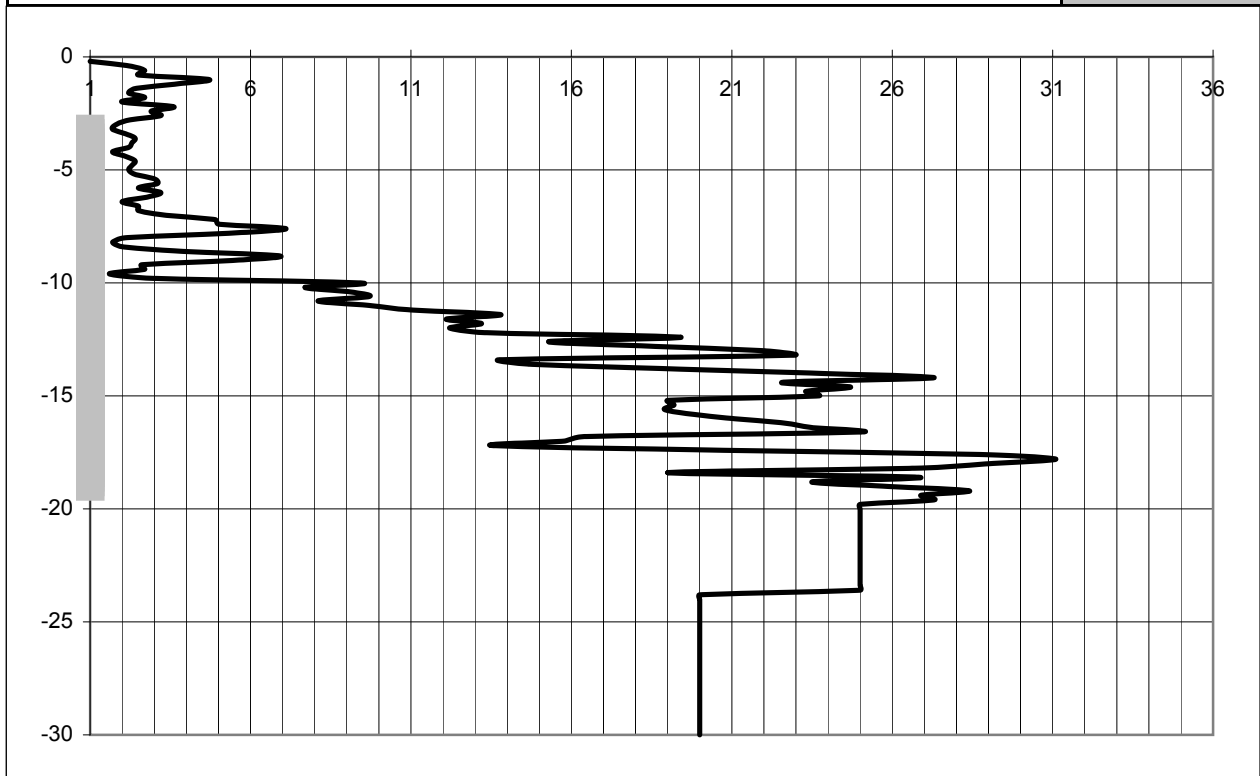
Пречник шипа (m)	0.90
Кота наглавка шипова (m)	78.35
Кота основе шипа (m)	62.30
Конусни фактор (Nk)	15.5
Фактор редукције наглавка (lb)	0.60
Критична кота основе шипа (m)	58.70
Дужина шипа (m)	16.05

$R_{s.cal}$ [kN]	$q_{c.k.m}$ [MPa]	$q_{c.I}$ [MPa]	$q_{c.II}$ [MPa]	$q_{c.III}$ [MPa]	$R_{b.cal}$ [kN]
2518	25.4	25.4	25.0	13.3	3672
	$q_{b.cal}$ [MPa]	8.00		Фино тло	
		5.78	Грубо тло		
Врста тла на коти основе шипа (Ф / Г)					Г

$R_{s.k} =$ 2289 kN	ξ_{appl}	1.00	1	2	3	4	5	7	10
$R_{b.k} =$ 2938 kN	ξ_{mean}	1.40	1.40	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25
$R_{c.d} =$ 5227 kN	ξ_{min}		1.40	1.27	1.23	1.20	1.15	1.12	1.08

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

ДА



**СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН
КОНСТРУКЦИЈЕ МОСТА**

САДРЖАЈ

- 1.0. Улазни подаци
- 1.1. Главни подаци
- 1.2. Примењени стандарди
- 1.3. Карактеристике материјала и фактори сигурности
- 1.4. Оптерећења
 - 1.4.1. Стално оптерећење
 - 1.4.2. Саобраћајно оптерећење
 - 1.4.2.1. Типвозила за ГСН и замор
 - 1.4.2.2. Фактор амплификације
 - 1.4.2.3. Динамички фактор за попречни носач
 - 1.4.2.4. Хоризонталне силе услед дејства саобраћаја
 - 1.4.2.5. Дејства на службеним стазама
 - 1.4.3. Дејствоветра
 - 1.4.4. Температурне разлике
 - 1.4.5. Скупљање
- 2.0. Прорачун попречног носача
 - 2.1. Конструктивни модел за анализу, попречни пресек, мерне јединице
 - 2.2. Оптерећења
 - 2.3. Гранично стање носивости (ГСН)
 - 2.3.1. Прорачун унутрашњих сила и момената (стално + променљиво оптерећење)
 - 2.3.2. Класификација попречног пресека
 - 2.3.3. Савијање спрегнутог попречног пресека
 - 2.3.4. Смицање
 - 2.3.5. Интеракцијасавијања и смицања
 - 2.4. Замор (Модел оптерећења 71 са динамичким фактором)
 - 2.5. Угиб
 - 2.6. Прорачун смичуће везе
- 3.0. Прорачун АБ плоче
 - 3.1. Уносни подаци
 - 3.2. Гранично стање носивости
 - 3.2.1. Затезање и савијање
 - 3.3. Граничностање употребљивости
 - 3.3.1. Провера пукотина
- 4.0. Прорачун главног носача
 - 4.1. Улазни подаци
 - 4.2. Прорачун штапова
 - 4.2.1. Прорачун горњег појаса
 - 4.2.2. Прорачун дијагонала
 - 4.2.3. Прорачун доњег појаса
 - 4.3. Замор
 - 4.4. Угиб
- 5.0. Прорачун спрега против ветра

1.0. Уносни подаци

1.1. Главни подаци

Тип возила:	LM71 and SW2
Год. саобраћаја [$10^6 t/track$] = 40	$\alpha := 1$ (Фактор умножавања)
Распон решеткастог носача	$L := 63m$
Распон попречног носача:	$L_e := 10.15m$
Размак попречних носача:	$a := 1.75 \cdot m$

1.2. Примењени стандарди

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

1.3. Карактеристике материјала и фактори сигурности

Конструктивни челик:

Попречни носач:	$\gamma_{M0} := 1.0$	$\gamma_{M1} := 1.1$	$\gamma_{M2} := 1.25$	
S 235	$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$	$f_u := 360 \frac{N}{mm^2}$	$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$f_{yd} = 235 \frac{N}{mm^2}$ $E := 210000 \frac{N}{mm^2}$
	$\varepsilon := \sqrt{\frac{235N \div mm^2}{f_y}}$	$\varepsilon = 1$	$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$\lambda_1 = 93.913$

Главни нос

S 355	$f_{y,355} := 355 \frac{N}{mm^2}$	$f_u := 360 \frac{N}{mm^2}$	$f_{y,355} := \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$f_{y,355} := \frac{N}{mm^2}$ $E := 210000 \frac{N}{mm^2}$
	$\varepsilon := \sqrt{\frac{235N \div mm^2}{f_{y,355}}}$	$\varepsilon = 0.814$	$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,355}}}$	$\lambda_1 = 76.409$

Арамтура

$\gamma_s := 1.15$

Горе $\phi 16/150$ Доле $\phi 16/150$

$$S500 \quad f_{y,s} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{sd} := \frac{f_{y,s}}{\gamma_s} \quad f_{sd} = 434.783 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_s := 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Бетон:

C35/45

$\gamma_c := 1.5$

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 23.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cm} := 43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctm} := 3.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{cm} := 34000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Завртњи

$$\text{Челик: } S275 \quad f_{y275} := 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 430 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Сигурносни/парцијални фактори

$$\gamma_G := 1.35 \quad \gamma_j := 1.45 \quad \gamma_{M0} := 1.0 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \gamma_s = 1.15 \quad \gamma_c = 1.5 \quad \gamma_{M2} := 1.25 \quad \gamma_V := 1.25$$

1.4. Оптерећења**1.4.1. Стално оптерећење**

- Сопствена тежина конструкције
- Застор (нпр. гранит, гнајс)

- Бетонкса плоча (30 см)

- Прагови 2,8 кН

$$\text{Дужина прага} \quad L_{\text{праг}} := 2.8\text{m}$$

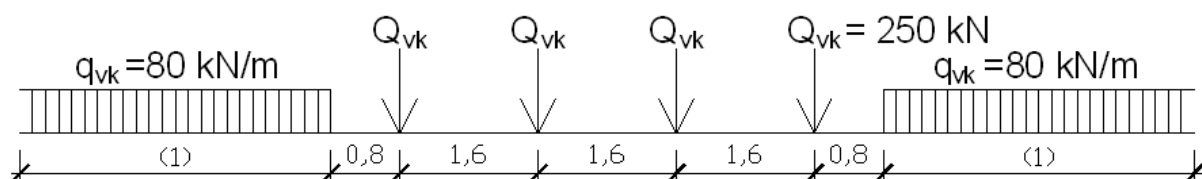
- Шина + опрема 2,0 кН/м

- Разно 1,0 кН/м

- Службене стазе 1,0 кН/м

1.4.2 Саобраћајно оптерећење**1.4.2.1. Тип возила за ГСН, замор**

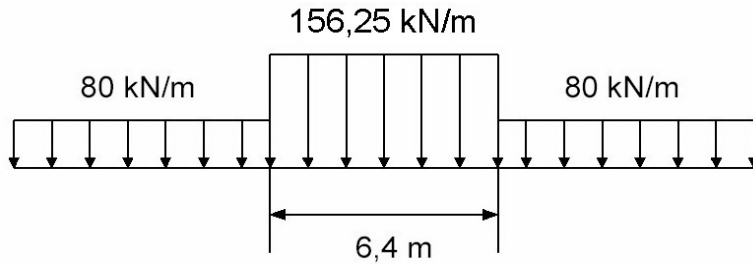
$$q_{vk} := 80 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad Q_{vk} := 250\text{kN} \quad (\text{тежина осовине возила})$$



(1) Неограничено

Извор: EN1991-2. Замор 6.1

Модел оптерећења 71



Модел оптерећења 71
-поједностављено

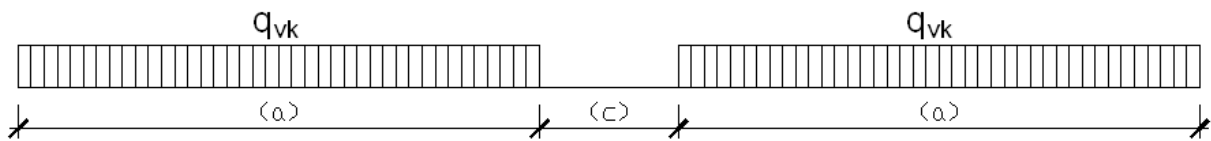
$$\frac{250 \text{ kN}}{1.6 \text{ m}} = 156.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Парцијални фактори:

$$\gamma_{\text{LM71}} := 1.45 \quad (\gamma_{\text{SW2}} := 1.20)$$

$$q_{\text{train}} := 156.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{a}{L_{\text{sleeper}}} \quad q_{\text{train}} = 97.656 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_{\text{LM71.Ed}} := \gamma_{\text{LM71}} \cdot \alpha \cdot q_{\text{train}} \quad q_{\text{LM71.Ed}} = 141.602 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

SW/2 - Извор: EN 1991-2. Једначина 6.2 и табела 6.1.



Модел оптерећења SW2

Напомена $q_{\text{vk}} = 150 \text{ kN/m}$, $a = 25 \text{ m}$, $c = 7,0 \text{ m}$.

1.4.2.2. Динамички фактор за попречни носач

Одређене дужине L_{Φ}

Конструктивни елемент	Одређене дужине L_{Φ}
Плоча (оба правца)	растојање попречних носача (3 пута)
Попречни носач	Двострука дужина носача
Крај попречног носача	3,6 m ^{a)}
Прости главни носачи	Распон у правцу главног носача

^{a)} Препоручује се примена Φ_3

Извор: EN 1991-2:2003. Table 6.

$$L_e = 10.15 \text{ m}$$

$$L_{\Phi} := 2 \cdot L_e$$

$$L_{\Phi} = 20.3 \text{ m}$$

$$\alpha = 1$$

$$\Phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{\frac{L_{\Phi}}{\text{m}} - 0.2}} + 0.73$$

$$\Phi_3 = 1.232$$

$$\Phi =: \Phi_3$$

Φ_3 за колосек са стандардним одржавањем. Извор EN1991-2. 6.4.5.2

$$\text{Услов} := \text{if}(1 < \Phi_3 \leq 2.0, \text{"Зад.!"}, \text{"Не зад.!"})$$

Услов = "Задовољен!"

$$q_{\text{воз.Ed}} := \alpha \cdot \Phi \cdot q_{\text{LM71.Ed}}$$

$$q_{\text{воз.Ed}} = 174.408 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.4.2.3. Фактор амплификације

$$\alpha := 1.00$$

1.4.2.4. Хоризонталне силе услед дејства саобраћаја

Сила буке

Карактеристичну вредност силе буке усвојити према $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$, на површини шина, управно на централну осу колосека. Применити на обе колосека.

Дејства услед трења и кочења

EN 1991-2, 6.5.2, Једначина 6.20, 6.21, 6.22.

$$L = 63 \text{ m} \quad L_{SW0} := 30 \text{ m} \quad L_{SW2} := 50 \text{ m}$$

$$F_{\text{traction.LM71}} := \begin{cases} 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L & \text{if } 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L \leq 1000 \text{ kN} \\ 1000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{traction.LM71}} = 1000 \text{ kN}$$

$$F_{\text{traction.SW0}} := \begin{cases} 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW0} & \text{if } 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW0} \leq 1000 \text{ kN} \\ 1000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{traction.SW0}} = 990 \text{ kN}$$

$$F_{\text{traction.SW2}} := \begin{cases} 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW2} & \text{if } 33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW2} \leq 1000 \text{ kN} \\ 1000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{traction.SW2}} = 1000 \text{ kN}$$

$$F_{\text{brake.LM71}} := \begin{cases} 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L & \text{if } 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L \leq 6000 \text{ kN} \\ 6000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{brake.LM71}} = 1260 \text{ kN}$$

$$F_{\text{brake.SW0}} := \begin{cases} 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW0} & \text{if } 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW0} \leq 6000 \text{ kN} \\ 6000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{brake.SW0}} = 600 \text{ kN}$$

$$F_{\text{brake_SW2}} := \begin{cases} 35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW2} & \text{if } 35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L_{SW2} \leq 6000 \text{ kN} \\ 6000 \text{ kN} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_{\text{brake_SW2}} = 1750 \text{ kN}$$

1.4.2.5. Дејства на службеним стазама

"Пешачка, бициклистичка стаза и генерална оптерећења потребно је представити са једнакорасподељеним оптерећењем $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$. За прорачун локалних елемената узети у обзир једно концентрисано оптерећење $Q_k = 2,0 \text{ kN}$ на квадратној површини са страницом од 200 mm ." (EN 1991-2, 6.3.7.)

1.4.3. Дејство ветра

$$\gamma_{\text{ветар}} := 1.5$$

$$\text{Укупна висина моста: } d_{\text{tot}} := 9.9 \cdot \text{m} \quad \text{Укупна ширина моста: } b := 12.8 \text{ m}$$

$$v_{b,0} := 28 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c_{\text{dir}} := 1.0 \quad c_{\text{сезона}} := 1.0 \quad \rho_{\text{ваздух}} := 1.25 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad z_e := 18 \text{ m}$$

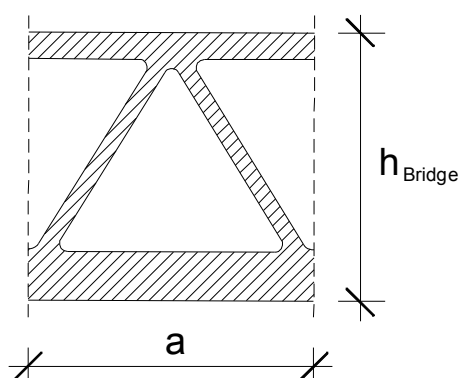
$$v_b := c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{сезона}} \cdot v_{b,0} \quad v_b = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Препоручене вредности фактора силе С за мостове

b/d_{tot}	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$z_e = 50 \text{ m}$
$\leq 0,5$	6,70	8,30
$\geq 4,0$	3,60	4,50

$$\text{Ratio} := \frac{b}{d_{tot}} \quad \text{Ratio} = 1.293 \quad C := \text{interp}\left(\left(0.5 \quad 4.0\right)^T, \left(6.70 \quad 3.60\right)^T, \text{Ratio}\right) \quad C = 5.998$$

$$w_k := \frac{1}{2} \cdot \rho_{air} \cdot v_b^2 \cdot C \quad w_k = 2.939 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



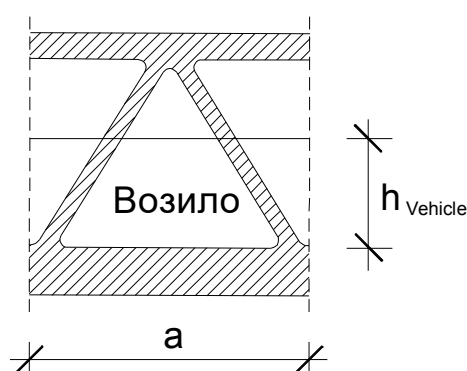
Неоптерећ мост

$$h_{bridge} = 9.9 \text{ m}$$

$$A_{bridge} = 39.414 \text{ m}^2$$

$$\text{Wind}_{Bridge} := \frac{A_{bridge}}{L \div 6} \cdot w_k$$

$$\text{Wind}_{Bridge} = 11.032 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Возило на мосту

$$h_{vehicle} := 4.0 \text{ m}$$

$$A_{vehicle} := \frac{L}{6} \cdot h_{vehicle} \quad A_{vehicle} = 42 \text{ m}^2$$

$$\text{Wind}_{Vehicle} := \frac{A_{vehicle}}{L \div 6} \cdot w_k$$

$$\text{Wind}_{Vehicle} = 11.755 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Дејство ветра на горњи појас АБ плоче:

$$h := h_{bridge} - 110 \text{ cm} \quad h = 8.8 \text{ m} \quad h_1 := 3.8 \text{ m}$$

$$H_1 := \text{Wind}_{Vehicle} + \text{Wind}_{Bridge} \cdot \frac{h_1}{h} \quad H_1 = 16.519 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Дејство ветра на спрегове:

$$H_2 := \text{Wind}_{Bridge} \cdot \frac{h - h_1}{h} \quad H_2 = 6.268 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.4.4. Температурна разлика

$\Delta T = \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ температурна разлика између АБ плоче и челичног попречног носача је узета у обзир.

1.4.5. Скупљање

$$\varepsilon_{Sh} := 0.00048$$

$$\alpha_T := 0.000012 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\gamma_{sh} := 1.0$$

$$\gamma_{sh} := 0$$

Непожељно

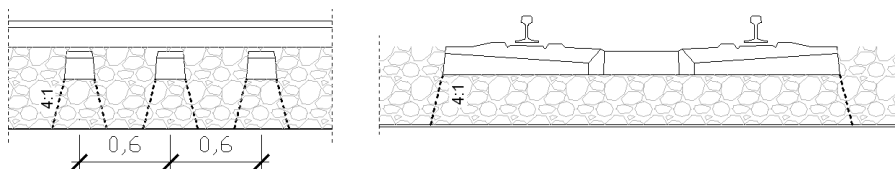
Скупљање је узето у обзир као резултат температуре

$$\Delta T := \frac{\varepsilon_{Sh}}{\alpha_T} \quad \Delta T = 40^\circ\text{C}$$

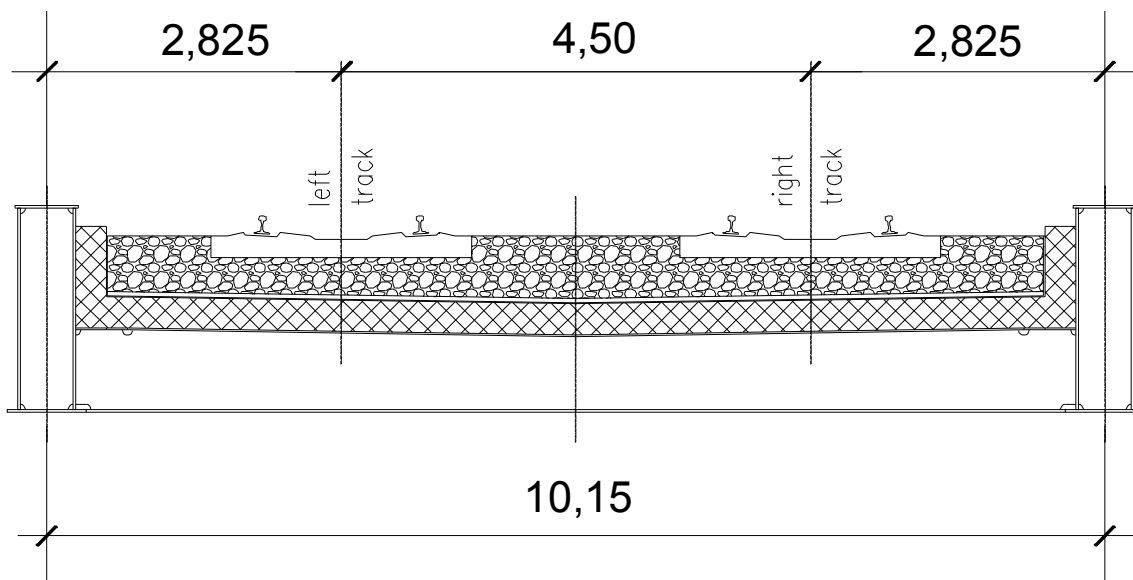
2. Прорачун попречног носача

2.1. Конструктивни модел за анализу, попречни пресек, мерне јединице

Расподела саобраћајног оптерећења (4:1)



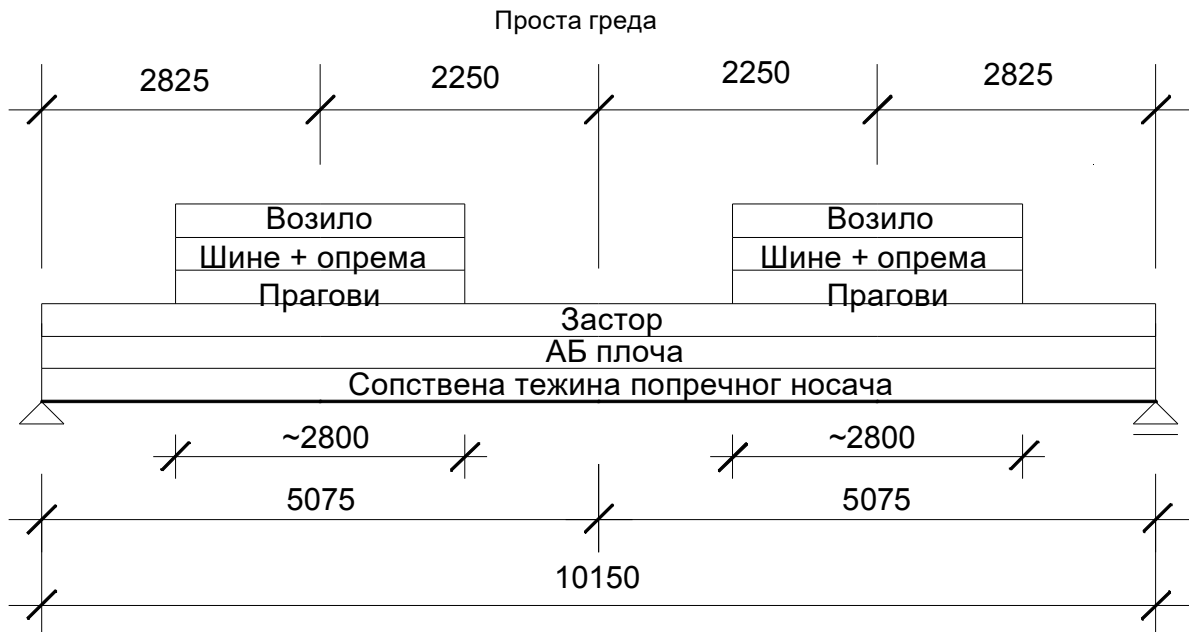
Расподела оптерећења (4:1)



Растојање поп. носача: $a := 1750\text{mm}$

$L_e = 10150\text{ mm}$ за поп. пресек

$L_e := 10.15\text{m}$



Растојање прагова, шина + опреме и возила д осне линије моста:

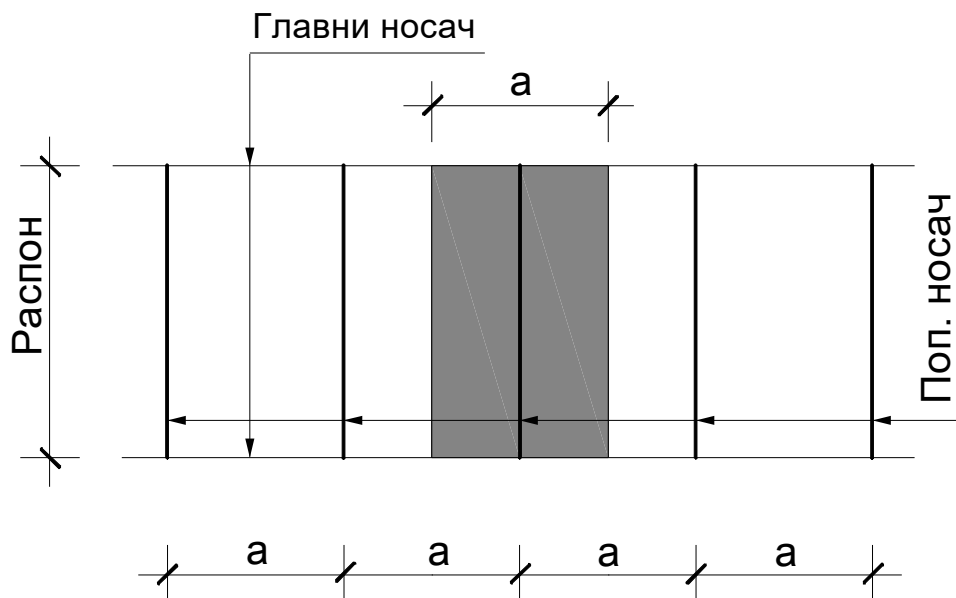
$$k := 2.25\text{m}$$

$$L_{\text{праг}} = 2.8\text{m}$$

$$a = 1.75\text{m}$$

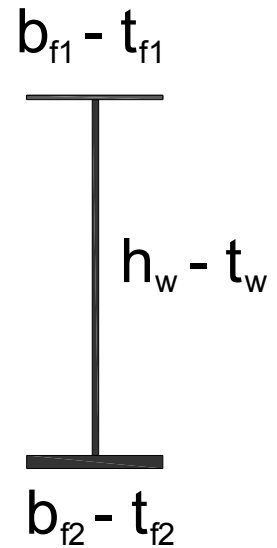
$$k_2 := 2.825\text{m}$$

$$k_3 := 5.075\text{m}$$



Димензије попречног пресека

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} := 20\text{mm}$	$t_w := 16\text{mm}$	$t_{f2} := 40\text{mm}$	Thickness
$b_{f1} := 300\text{mm}$	$h_w := 690\text{mm}$	$b_{f2} := 400\text{mm}$	Breath
$A_{f1} := t_{f1} \cdot b_{f1}$	$A_w := h_w \cdot t_w$	$A_{f2} := t_{f2} \cdot b_{f2}$	Area
$A_{f1} = 60\text{cm}^2$	$A_w = 110.4\text{cm}^2$	$A_{f2} = 160\text{cm}^2$	
$h := t_{f1} + h_w + t_{f2}$	$h = 750\text{mm}$	$h_{\text{cross}} := h$	
$A_a := A_{f1} + A_{f2} + A_w$	$A_a = 330.4\text{cm}^2$	$b_w := h_w$	$h_w = 690\text{mm}$



Растојање између тежишта и највише тачке горње фланше:

$$y_{sa} := \frac{1}{A_a} \left[\frac{1}{2} \cdot b_{f1} \cdot t_{f1}^2 + t_w \cdot h_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} + t_{f1} \right) + b_{f2} \cdot t_{f2} \cdot \left(h_w + t_{f1} + \frac{t_{f2}}{2} \right) \right]$$

$$y_{sa} = 47.729\text{cm}$$

Момент инерције попречног носача:

$$I_{\text{cross}} := \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{3} + \frac{b_{f2} \cdot (h_w + t_{f2})^3}{3} - \frac{(b_{f2} - t_w) \cdot h_w^3}{3} \dots$$

$$+ -A_a \cdot (y_{sa} - t_{f1})^2$$

$$I_{\text{cross}} = 291150.635\text{cm}^4$$

$$y_{\text{max.top}} := y_{sa} \quad y_{\text{max.bottom}} := h - y_{\text{max.top}} \quad I_y := I_{\text{cross}}$$

Горња фланша: $y_{\text{max.top}} = 47.729\text{cm}$

Доња фланша: $y_{\text{max.bottom}} = 27.271\text{cm}$ $y_{\text{max.bottom.cross}} := y_{\text{max.bottom}}$

$$y_{\text{max}} := \max(y_{\text{max.top}}, y_{\text{max.bottom}}) \quad y_{\text{max}} = 47.729\text{cm}$$

Секантни модул: $W_{el} := \frac{I_{\text{cross}}}{y_{\text{max}}} \quad W_{el} = 6100.102\text{cm}^3$

$$I_z := \frac{b_{f1}^3 \cdot t_{f1}}{12} + \frac{t_w^3 \cdot h_w}{12} + \frac{b_{f2}^3 \cdot t_{f2}}{12}$$

$$I_z = 25856.9\text{cm}^4$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad i_y = 29.685\text{cm} \quad i_z := \sqrt{\frac{I_z}{A}} \quad i_z = 8.846\text{cm} \quad A := A_a$$

2.2. Оптерећења

Стално оптерећење

Сопствена тежина поп. носача

$$A_{\text{cross}} := A_{f1} + A_w + A_{f2}$$

$$g_{\text{cross}} := A_{\text{cross}} \cdot \rho_{\text{steel}}$$

$$\gamma_G := 1.35$$

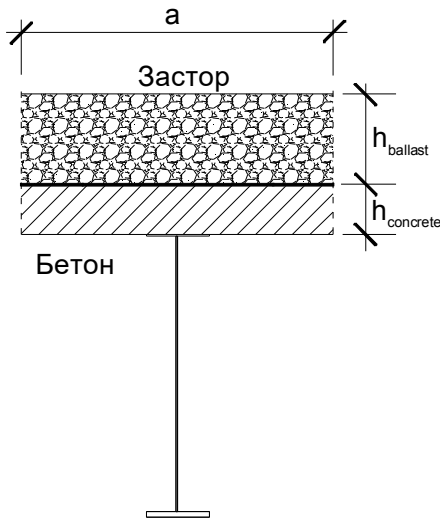
$$A_{\text{cross}} = 330.4 \text{ cm}^2$$

$$g_{\text{cross}} = 2.594 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

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

(Density of steel)

Застор и АБ плоча



$$h_{\text{ballast}} := 60 \text{ cm}$$

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

$$g_{\text{ballastz}} := \rho_{\text{ballast}} \cdot a \cdot h_{\text{ballast}}$$

$$g_{\text{ballastz}} = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$h_{\text{concrete}} := 30 \text{ cm}$$

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

$$g_{\text{concrete}} := \rho_{\text{concrete}} \cdot a \cdot h_{\text{concrete}} \quad g_{\text{concrete}} = 13.125 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_1 := g_{\text{cross}} + g_{\text{ballastz}} + g_{\text{concrete}}$$

$$g_1 = 36.719 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

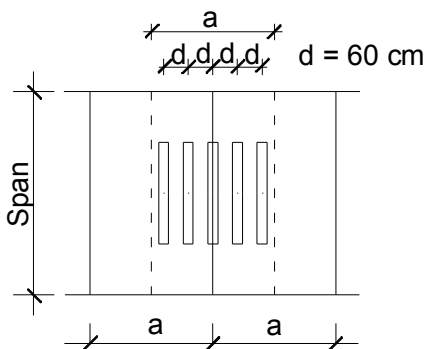
$$\gamma_G = 1.35$$

$$g_{1.Ed} := \gamma_G \cdot g_1$$

$$g_{1.Ed} = 49.57 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Застор

$$G_{\text{sleeper}} := 2.8 \text{ kN} \quad (\text{Сопствена тежина прага})$$



L_{sleeper} садржи расподељено оптерећење 4:1.

$$L_e = 10150 \text{ mm}$$

$$g_{\text{sleeper}} := \frac{G_{\text{sleeper}} \cdot \text{ceil}\left(\frac{a}{60 \text{ cm}}\right)}{L_{\text{sleeper}}}$$

$$g_{\text{sleeper}} = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Шина + опрема

$$g_{\text{rail}} := \frac{2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot a}{L_{\text{sleeper}}}$$

$$g_{\text{rail}} = 1.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$L_e = 10150 \text{ mm}$$

$$g_{\text{misc}} := \frac{1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot a}{L_{\text{sleeper}}} \quad g_{\text{misc}} = 0.625 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_G = 1.35$$

$$g_2 := g_{\text{sleeper}} + g_{\text{rail}} + g_{\text{misc}} \quad g_2 = 4.875 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{2,\text{Ed}} := \gamma_G \cdot g_2 \quad g_{2,\text{Ed}} = 6.581 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.3. Гранично стање носивости (ГСН)

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\gamma_{\text{LM71}} = 1.45$$

2.3.1. Прорачун унутрашњих сила и момената (стално + променљиво оптерећење)

$$L_e = 10.15 \text{ m} \quad L_{\text{sleeper}} = 2.8 \text{ m} \quad g_1 = 36.719 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Макс трансверзална сила:

$$g_{1,\text{Ed}} = 49.57 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{2,\text{Ed}} = 6.581 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_{\text{train,Ed}} = 174.408 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{Ed,max}} := g_{1,\text{Ed}} \cdot \frac{L_e}{2} + g_{2,\text{Ed}} \cdot L_{\text{sleeper}} + q_{\text{train,Ed}} \cdot L_{\text{sleeper}} \quad V_{\text{Ed,max}} = 758.337 \text{ kN}$$

Лева реакциона сила:

$$A_{\text{Ed,left}} := V_{\text{Ed,max}} \quad A_{\text{Ed,left}} = 758.337 \text{ kN}$$

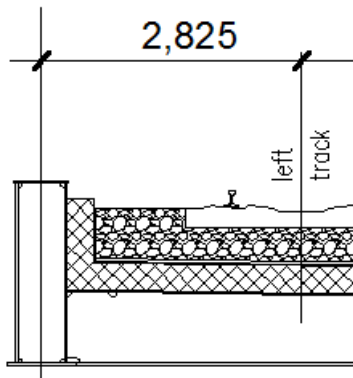
Макс момент:

$$k = 2.25 \text{ m}$$

$$M_{\text{Ed,max}} := V_{\text{Ed,max}} \cdot \frac{L_e}{2} - \frac{g_{1,\text{Ed}} \cdot L_e^2}{8} - g_{2,\text{Ed}} \cdot L_{\text{sleeper}} \cdot k - q_{\text{train,Ed}} \cdot L_{\text{sleeper}} \cdot k \quad M_{\text{Ed,max}} = 2069.976 \text{ kNm}$$

Дејства на левом колос:

$$k_2 = 2825 \text{ mm}$$



(растојање између ослоња и осе колосека)

$$x_{s1} := k_2 \quad x_{s1} = 2.825 \text{ m}$$

(Растојање између ивице прага и осе колосека)

$$x_{s2} := \frac{L_{\text{sleeper}}}{2} \quad x_{s2} = 140 \text{ cm}$$

$$V_{\text{Ed,Track}} := A_{\text{Ed,left}} - g_{1,\text{Ed}} \cdot x_{s1} - g_{2,\text{Ed}} \cdot x_{s2} - q_{\text{train,Ed}} \cdot x_{s2} \quad V_{\text{Ed,Track}} = 364.917 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Ed,Track}} := A_{\text{Ed,left}} \cdot x_{s1} - g_{1,\text{Ed}} \cdot \frac{x_{s1}^2}{2} - g_{2,\text{Ed}} \cdot \frac{x_{s2}^2}{2} - q_{\text{train,Ed}} \cdot \frac{x_{s2}^2}{2} \quad M_{\text{Ed,Track}} = 1767.133 \text{ kNm}$$

2.3.2. Класификација попречног пресека

Ребро $h_w = 690 \text{ mm}$ $t_w = 16 \text{ mm}$
 $c_{web} := h_w - 2 \cdot 4 \text{ mm} \cdot \sqrt{2}$ $c_{web} = 678.686 \text{ mm}$ **дебљина вара 4 mm**

Клас_ребра :=
$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ if } \frac{c_{web}}{t_w} \leq 72\varepsilon \\ 2 \text{ if } 72\varepsilon \leq \frac{c_{web}}{t_w} \leq 83\varepsilon \\ 3 \text{ if } 83\varepsilon \leq \frac{c_{web}}{t_w} \leq 124\varepsilon \\ 4 \text{ otherwise} \end{array} \right\} \text{Класа_ребра} = 1$$

(Извор: EN 1993-1-1: 2005. Табела 5.2)

Горња фланша $b_{f1} = 300 \text{ mm}$ $t_{f1} = 20 \text{ mm}$
 $c_{tf} := \frac{b_{f1}}{2} - \frac{t_w}{2} - 4 \text{ mm} \cdot \sqrt{2}$ $c_{tf} = 136.343 \text{ mm}$ $t_{f1} = 20 \text{ mm}$

Класа_горње_фланше :=
$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ if } \frac{c_{tf}}{t_{f1}} \leq 9\varepsilon \\ 2 \text{ if } 9\varepsilon \leq \frac{c_{tf}}{t_{f1}} \leq 10\varepsilon \\ 3 \text{ if } 10\varepsilon \leq \frac{c_{tf}}{t_{f1}} \leq 14\varepsilon \\ 4 \text{ otherwise} \end{array} \right\} \text{Класа_горње_фланше} = 1$$

(Извор: EN 1993-1-1: 2005. Табела 5.2)

Доња фланша $c_{bf} := \frac{b_{f2}}{2} - \frac{t_w}{2} - 4 \text{ mm} \cdot \sqrt{2}$ $c_{bf} = 186.343 \text{ mm}$ $t_{f2} = 40 \text{ mm}$

Класа_доње_фланше :=
$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ if } \frac{c_{bf}}{t_{f2}} \leq 9\varepsilon \\ 2 \text{ if } 9\varepsilon \leq \frac{c_{bf}}{t_{f2}} \leq 10\varepsilon \\ 3 \text{ if } 10\varepsilon \leq \frac{c_{bf}}{t_{f2}} \leq 14\varepsilon \\ 4 \text{ otherwise} \end{array} \right\} \text{Класа_доње_фланше} = 1$$

(Извор: EN 1993-1-1: 2005. Табела 5.2)

Класа попречног пресека

Класа_поп_пресека := $\max(\text{Web_class_is}, \text{Класа_горње_фланше}, \text{Класа_доње_фланше})$

Класа_поп_пресека = 1

2.3.3. Савијање спрегнутог попречног пресека

$$L_e = 10.15 \text{ m} \quad a = 1.75 \text{ m} \quad (\text{размак попречних пресека})$$

$$b_{\text{eff},1} := 2 \cdot \frac{L_e}{8} \quad b_{\text{eff},1} = 2.538 \text{ m} \quad b_{\text{eff}} := \min(b_{\text{eff},1}, a) \quad b_{\text{eff}} = 1.75 \text{ m}$$

$$E_a := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_{\text{cm}} = 34000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Краткотрајно оптерећење

$$n_0 := \frac{E_a}{E_{\text{cm}}} \quad n_0 = 6.176$$

Дуготрајна оптерећења

$$\psi := 1.1 \quad \phi_t := 2.5 \quad n_t := n_0 \cdot (1 + \psi \cdot \phi_t) \quad n_t = 23.162$$

Скупљање

$$\psi_{\text{Sh}} := 0.55 \quad \phi_t := 2.5 \quad n_{\text{Sh}} := n_0 \cdot (1 + \psi_{\text{Sh}} \cdot \phi_t) \quad n_{\text{Sh}} = 14.669$$

$$h_c := 30 \text{ cm} \quad A_c := h_c \cdot b_{\text{eff}} \quad A_c = 5250 \text{ cm}^2 \quad b_{\text{eff}} = 1.75 \text{ m}$$

Момент инерције АБ плоче:

$$I_c := \frac{b_{\text{eff}} \cdot h_c^3}{12} \quad I_c = 393750 \text{ cm}^4$$

Момент инерције конст. челика:

$$I_{\text{cross}} = 291150.635 \text{ cm}^4$$

$$I_a := I_{\text{cross}}$$

$b_{f1} - t_{f1}$

$$t_{f1} = 20 \text{ mm}$$



$$b_{f1} = 300 \text{ mm}$$

$h_w - t_w$

$$t_w = 16 \text{ mm}$$

$$b_w := h_w$$

$$h_w = 690 \text{ mm}$$

$b_{f2} - t_{f2}$

$$t_{f2} = 40 \text{ mm}$$

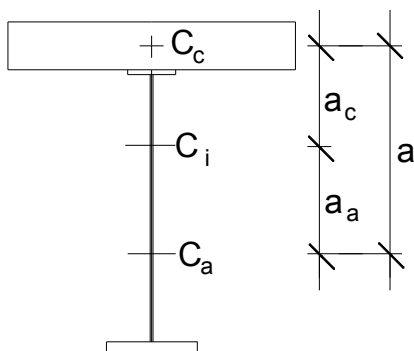
$$b_{f2} = 400 \text{ mm}$$

Фланше:

Горња фланша: $y_{\text{max.top}} = 47.729 \text{ cm}$

Доња фланша: $y_{\text{max.bottom}} := h - y_{\text{max.top}} \quad y_{\text{max.bottom}} = 27.271 \text{ cm}$

Растојање између АБ плоче и конст. челика, карактеристике попречног пресека ($t = 0$):



($t = 0$)

$$a_0 := y_{\text{max.top}} + \frac{h_c}{2} \quad n_0 = 6.176$$

Површина $A_{i0} := A_a + \frac{A_c}{n_0} \quad A_{i0} = 1180.4 \text{ cm}^2$

$$a_{c0} := \frac{A_a \cdot a_0}{A_{i0}}$$

$$a_{c0} = 17.558 \text{ cm}$$

$$a_{a0} := \frac{\frac{A_c}{n_0}}{A_{i0}} \cdot a_0$$

$$a_{a0} = 45.171 \text{ cm}$$

Момент инерције:

$$I_{i.0} := I_a + \frac{I_c}{n_0} + A_a \cdot a_{a0}^2 + \frac{A_c \cdot a_{c0}^2}{n_0} \quad I_{i.0} = 1291090.4 \text{ cm}^4$$

$$(t = \infty) \quad n_t = 23.162$$

$$A_{it} := A_a + \frac{A_c}{n_t} \quad A_{it} = 557.067 \text{ cm}^2 \quad a_t := a_0$$

$$a_{ct} := \frac{A_a \cdot a_t}{A_{it}} \quad a_{ct} = 37.205 \text{ cm} \quad a_{at} := \frac{\frac{A_c}{n_t}}{A_{it}} \cdot a_t \quad a_{at} = 25.524 \text{ cm}$$

$$I_{i.t} := I_a + \frac{I_c}{n_t} + A_a \cdot a_{at}^2 + \frac{A_c \cdot a_{ct}^2}{n_t} \quad I_{i.t} = 837149.4 \text{ cm}^4$$

Скупљање

$$a_{Sh} := a_0$$

$$A_{iSh} := A_a + \frac{A_c}{n_{Sh}} \quad A_{iSh} = 688.295 \text{ cm}^2 \quad n_{Sh} = 14.669$$

$$a_{cSh} := \frac{A_a \cdot a_{Sh}}{A_{iSh}} \quad a_{cSh} = 30.112 \text{ cm} \quad a_{aSh} := \frac{\frac{A_c}{n_{Sh}}}{A_{iSh}} \cdot a_{Sh} \quad a_{aSh} = 32.617 \text{ cm}$$

$$I_{i.Sh} := I_a + \frac{I_c}{n_{Sh}} + A_a \cdot a_{aSh}^2 + \frac{A_c \cdot a_{cSh}^2}{n_{Sh}} \quad I_{i.Sh} = 994005.7 \text{ cm}^4$$

Краткотрајни утицаји: (t = 0)

Секантни модул:

$$W_{c.top} := \frac{I_{i.0}}{a_{c0} + \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.top} = 39654.95 \text{ cm}^3 \quad W_{c.bottom} := \frac{I_{i.0}}{a_{c0} - \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.bottom} = 504703.657 \text{ cm}^3$$

$$W_{a.top} := W_{c.bottom} \quad W_{a.bottom} := \frac{I_{i.0}}{h + h_c - \left(a_{c0} + \frac{h_c}{2} \right)} \quad W_{a.bottom} = 17822.431 \text{ cm}^3$$

Нормални напони услед дејства момента савијања (t = 0):

$$\sigma_{c.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_0 \cdot W_{c.top}} \quad \sigma_{c.top} = -8.451 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Горњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{c.bottom} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_0 \cdot W_{c.bottom}} \quad \sigma_{c.bottom} = -0.664 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Доњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{a.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{W_{a.top}} \quad \sigma_{a.top} = -4.101 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Горња фланша})$$

$$\sigma_{a.bottom} := \frac{M_{Ed.max}}{W_{a.bottom}} \quad \sigma_{a.bottom} = 116.144 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Горња фланша})$$

Искориштеност:
 $\frac{\sigma_{a.bottom}}{f_y \div \gamma_{M0}} = 49\%$

Нормални напони спрегнутог пресека су унутар дозвољених граница!

Дуготрајна оптерећења: ($t = \infty$) $n_t = 23.162$

Секантни модул:

$$W_{c.top} := \frac{I_{i,t}}{a_{ct} + \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.top} = 16035.845 \text{ cm}^3 \quad W_{c.bottom} := \frac{I_{i,t}}{a_{ct} - \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.bottom} = 37701.141 \text{ cm}^3$$

$$W_{a.top} := W_{c.bottom} \quad W_{a.bottom} := \frac{I_{i,t}}{h + h_c - \left(a_{ct} + \frac{h_c}{2}\right)} \quad W_{a.bottom} = 15856.569 \text{ cm}^3$$

Нормални напони услед дејства момента савијања ($t = \infty$):

$$\sigma_{c.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_t \cdot W_{c.top}} \quad \sigma_{c.top} = -5.573 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Горњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{c.bottom} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_t \cdot W_{c.bottom}} \quad \sigma_{c.bottom} = -2.37 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Доњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{a.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{W_{a.top}} \quad \sigma_{a.top} = -54.905 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Горња фланша})$$

$$\sigma_{a.bottom} := \frac{M_{Ed.max}}{W_{a.bottom}} \quad \sigma_{a.bottom} = 130.544 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{Доња фланша})$$

$$f_{cd} = 23.333 \frac{N}{mm^2} \quad f_{yd} = 235 \frac{N}{mm^2}$$

Искориштеност:
 $\frac{\sigma_{a.bottom}}{f_y \div \gamma_{M0}} = 56\%$

Нормални напони спрегнутог пресека су унутар дозвољених граница!

Скупљање $n_{Sh} = 14.669$

Секантни модул:

$$W_{c.top} := \frac{I_{i.Sh}}{a_c Sh + \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.top} = 22034.411 \text{ cm}^3 \quad W_{c.bottom} := \frac{I_{i.Sh}}{a_c Sh - \frac{h_c}{2}} \quad W_{c.bottom} = 65778.017 \text{ cm}^3$$

$$W_{a.top} := W_{c.bottom} \quad W_{a.bottom} := \frac{I_{i.Sh}}{h + h_c - \left(a_c Sh + \frac{h_c}{2} \right)} \quad W_{a.bottom} = 16597.611 \text{ cm}^3$$

Нормални напони услед момента савијања (Скупљање):

$$\sigma_{c.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_{Sh} \cdot W_{c.top}} \quad \sigma_{c.top} = -6.404 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Горњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{c.bottom} := \frac{-M_{Ed.max}}{n_{Sh} \cdot W_{c.bottom}} \quad \sigma_{c.bottom} = -2.145 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Доњи појас бетонског пресека})$$

$$\sigma_{a.top} := \frac{-M_{Ed.max}}{W_{a.top}} \quad \sigma_{a.top} = -31.469 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Горња фланша})$$

$$\sigma_{a.bottom} := \frac{M_{Ed.max}}{W_{a.bottom}} \quad \sigma_{a.bottom} = 124.715 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Доња фланша})$$

Искориштеност:
 $\frac{\sigma_{a.bottom}}{f_y \cdot \gamma_{M0}} = 53\%$

Нормални напони спрегнутог пресека су унутар дозвољених граница!

Пластични опторни момент поп. пресека $\alpha_c := 0.85$ $f_{cm} = 43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$N_{pla.Rd.} := A_a \cdot \gamma_{M0} \cdot f_y \quad N_{pla.Rd.} = 7764.4 \text{ kN} \quad N_{cd} := b_{eff} \cdot h_c \cdot \alpha_c \cdot \gamma_c \cdot f_{cm}$$

Положај неутралне осе

$$N_{cd} = 28783.125 \text{ kN}$$

$$\text{Положај_неутралне_осе} := \begin{cases} \text{"АБ плоча"} & \text{if } N_{pla.Rd.} \leq N_{cd} \\ \text{"Челик"} & \text{if } N_{cd} \leq \frac{c_{tf}}{t_{fl}} \leq N_{pla.Rd.} \end{cases}$$

Положај_неутралне_осе = "АБ плоча"

Пластична неутрална оса:

$$z_{pl} := \frac{N_{pla.Rd.}}{\alpha_c \cdot b_{eff} \cdot \gamma_c \cdot f_{cm}} \quad z_{pl} = 8.093 \text{ cm}$$

$$z_a := y_{\max.\text{top}} + h_c \quad z_a = 77.729 \text{ cm}$$

Пластични отпорни момент спрегнутог пресека:

$$M_{\text{pl.Rd}} := N_{\text{pl.Rd}} \cdot \left(z_a - \frac{z_{\text{pl}}}{2} \right) \quad M_{\text{pl.Rd}} = 5721.003 \text{ kNm} \quad M_{\text{Ed.max}} = 2069.976 \text{ kNm}$$

Отпорни момент по носача := if($M_{\text{Ed.max}} < M_{\text{pl.Rd}}$, "Зад.!", "Не зад.!") Искориштеност:

$$\frac{M_{\text{Ed.max}}}{M_{\text{pl.Rd}}} = 36\%$$

Отпорни момент по носача = "Задовољава!"

2.3.4. Смицање (Челични пресек је узет у обзир)

$$V_{\text{Ed.max}} = 758.337 \text{ kN}$$

$$S_{x.\text{max}} := b_{f2} \cdot t_{f2} \cdot \left(y_{\max.\text{bottom}} - \frac{t_{f2}}{2} \right) + t_w \cdot \frac{(y_{\max.\text{bottom}} - t_{f2})^2}{2}$$

$$\tau_{\text{Rd.max}} := \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} > \tau_{\text{Ed.max}} := \frac{V_{\text{Ed.max}} \cdot S_{x.\text{max}}}{I_{\text{cross}} \cdot t_w} \quad \tau_{\text{Ed.max}} = 72.875 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Смичући напон пресека := if($\tau_{\text{Ed.max}} < \tau_{\text{Rd.max}}$, "Зад.!", "Не зад.!")

Искориштеност:

$$\frac{\tau_{\text{Ed.max}}}{\tau_{\text{Rd.max}}} = 53.712\%$$

Смичући напон пресека = "Задовољава!"

2.3.5. Интеракција смицања и савијања

(Челични носач је узет у обзир)

Провера левог желез. колосека, доњи појас попречног пресека:

$$\sigma_{\text{Rail}} := \frac{M_{\text{Ed.Track}}}{I_{\text{cross}}} \cdot (y_{\max.\text{bottom}} - t_{f2}) \quad \sigma_{\text{Rail}} = 141.244 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_x := b_{f2} \cdot t_{f2} \cdot \left(y_{\max.\text{bottom}} - \frac{t_{f2}}{2} \right) \quad S_x = 4043.39 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{\text{Rail}} := \frac{V_{\text{Ed.Track}} \cdot S_x}{I_{\text{cross}} \cdot t_w} \quad \tau_{\text{Rail}} = 31.674 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Интеракција:

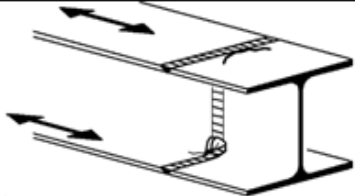
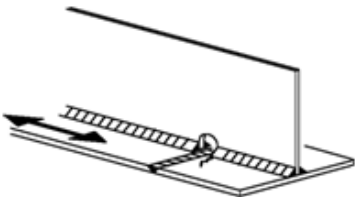
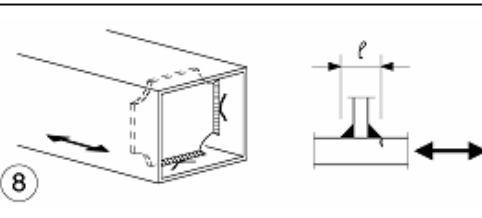
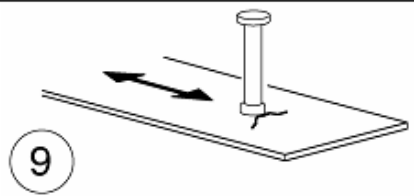
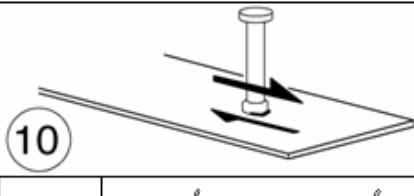
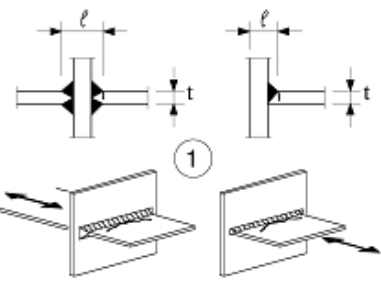
$$\sigma_o := \left(\frac{\sigma_{\text{Rail}}}{f_y} \right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{\text{Rail}}}{f_y} \right)^2 \quad \sigma_o = 41.575\%$$

Искориштеност:

σ_{τ} интеракција := if($\sigma_o < 1$, "Safe!", "Not safe!") σ_{τ} интеракција = "Задовољава!"

$$\frac{\sigma_o}{1} = 41.575\%$$

2.4. Замор (Модел оптерећења 71, помножен са Ф3)

Category	Constructional detail		Requirements
	Representation	Description	
80		Full cross-section butt welds of rolled sections with cope holes.	The height of the weld convexity to be not greater than 10% of the weld width, with smooth transition to the plate surface.
71		Longitudinal butt weld, fillet weld or intermittent weld with a cope hole height not greater than 60 mm.	$\Delta\sigma$ based on direct stress in flange.
71	50 mm < l ≤ 80 mm 	8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections.	$\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.
80		The effect of welded shear studs on base material.	
see EN 1994-2 (90 m=8)		Welded stud shear connectors: (10) For composite application	$\Delta\tau$ to be calculated from the nominal cross section of the stud.
80	k < 50 mm	all t [mm] 	Cruciform and Tee joints: 1) Toe failure in full penetration butt welds and all partial penetration joints.
71	50 mm < l ≤ 80 mm		

Source: EN 1993-1-9: 2005 Table 8.1- Table 8.5

Извор: EN 1993-1-9: 2005 Табела 8.1- Табела 8.5

Фактор λ

L - распон попречног носача

Фактор λ_1 за железнички саобраћај

L [m]	λ_1	L [m]	λ_1	L [m]	λ_1	L [m]	λ_1
0,5	1,60	4,0	1,07	10,0	0,85	35,0	0,64
1,0	1,60	4,5	1,02	12,5	0,82	40,0	0,64
1,5	1,60	5,0	1,03	15,0	0,76	45,0	0,64
2,0	1,46	6,0	1,03	17,5	0,70	50,0	0,63
2,5	1,38	7,0	0,97	20,0	0,67	60,0	0,63
3,0	1,35	8,0	0,92	25,0	0,66	70,0	0,62
3,5	1,17	9,0	0,88	30,0	0,65	80,0	0,61

Фактор λ_2

Саобраћај/год. [10^6 t / кол.]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

Фактор λ_3

Design life [years]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,790	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

Factor λ_4

$\Delta \sigma_1 / \Delta \sigma_{1+2}$	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
λ_4	1,00	0,91	0,84	0,77	0,72	0,71

$\Delta \sigma_1$ је опсег напона у делу провере напона услед модела опт. 71 на колосеку;
 $\Delta \sigma_1 / \Delta \sigma_{1+2}$ је опсег напона на истом делу услед модела опт. 71 у складу са EN 1991-2 на једном од два колосека .

НАПОМЕНА табела је валидна ако је $\Delta \sigma_1$ и $\Delta \sigma_{1+2}$ истог предзнака.

Извор: EN 1993-2. Табела 9.3, Табела 9.5 и Табела 9.6.

$$L_e = 10.15 \text{ m} \quad L_\Phi = 20.3 \text{ m} \quad \gamma_{Ff} := 1.00 \quad \gamma_{Mf=1,35} \Delta \sigma_{c.1} := 71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Phi_3 := \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \quad \Phi_3 = 1.23 \quad 1.00 < \Phi_3 < 2.0 \quad \text{ОК!}$$

Φ_3 за стандардно одржане колосека. Извор: EN1991-2. 6.4.5.2

Заварени наставак на средини распона - "category 71"

$$V_{Ed.fat} := \alpha \cdot q_{train} \cdot L_{sleeper} \cdot \frac{L_e - k_2}{L_e} \quad V_{Ed.fat} = 197.333 \text{ kN} \quad (\text{LM71})$$

$$M_{Ed.fat} := V_{Ed.fat} \cdot \frac{L_e}{2} - \alpha \cdot q_{train} \cdot L_{sleeper} \cdot k \quad M_{Ed.fat} = 386.23 \text{ kNm}$$

$$\Delta \sigma_{p.1} := \frac{M_{Ed.fat}}{I_{1.0}} \cdot (y_{\text{max.bottom}}) \quad \Delta \sigma_{p.1} = 8.158 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_1 := 0.85 \quad (10,15 \text{ m распон})$$

$$\lambda_2 := 1.1 \quad (\text{Год. саобраћај } 40 \cdot 10^6 \text{ t})$$

$$\lambda_3 := 1.0 \quad (\text{Пројектни век } 100 \text{ год})$$

$$\lambda_4 := 1 \quad (\text{Два кол., приближна вредност})$$

$$\lambda_{\max.1} := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \lambda_{\max.1} = 0.935$$

$$\lambda := \min(\lambda_{\max.1}, 1.4) \quad \lambda = 0.935$$

$$\text{Effect} = \lambda \Phi_3 \gamma_{FF} \sigma_{\Delta \cdot p.1} \quad \text{Effect} = 9.386 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Resistance} := \frac{\Delta \sigma_{c.1}}{\gamma_{Mf=1,35}} \quad \text{Resistance} = 52.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Искориштеност:

$$\frac{\text{Effect}}{\text{Resistance}} = 18\%$$

$$\text{Замор_носача_среди́на_распона} := \text{if}(\text{Effect} < \text{Resistance}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

$$\text{Замор_носача_среди́на_распона} = \text{"Задовољава!"}$$

$$\text{Ослонац - заварена веза - "категорија 80"} \quad \Delta \sigma_{c.2} := 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Површина вара: } A_w := t_w \cdot h_w \quad A_w = 11040 \text{ mm}^2 \quad t_w = 16 \text{ mm} \quad h_w = 690 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} := \frac{V_{Ed.fat}}{A_w} \quad \tau_{II} = 17.874 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Effect} = \lambda \Phi_3 \gamma_{FF} \tau_{II} \quad \text{Effect} = 20.454 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Resistance} := \frac{\Delta \sigma_{c.2}}{\gamma_{Mf=1.35}} \quad \text{Resistance} = 59.26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Usability:

$$\frac{\text{Effect}}{\text{Resistance}} = 35\%$$

$$\text{Замор_носача_изнад_ослонца} := \text{if}(\text{Effect} < \text{Resistance}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

$$\text{Замор_носача_изнад_ослонца} = \text{"Задовољава!"}$$

2.5. Угиб

Деформације су резултат споредних фактора

$$e_{z.limit} := \frac{L}{2600}$$

$$e_{z.max.1} := \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{Ed.max} \cdot L_e^2}{E \cdot I_{i,0}} \quad e_{z.max.1} = 8.193 \text{ mm}$$

$$e_{z.limit} = 24.231 \text{ mm}$$

$$e_{z.max.2} := \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{Ed.max} \cdot L_e^2}{E \cdot I_{i,t}} \quad e_{z.max.2} = 12.636 \text{ mm}$$

$$e_{z.zmax} := \max(e_{z.max.1}, e_{z.max.2})$$

$$\text{Угиб} := \text{if}(e_{z.zmax} < e_{z.limit}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

$$e_{z.zmax} = 12.636 \text{ mm}$$

$$\text{Угиб} = \text{"Задовољава!"}$$

2.6. Прорачун смичуће везе

Рачунска отпорност смичуће везе

Завртањ

$$h_{\text{stud}} := 95 \cdot \text{mm} \quad (\text{укупна дужина})$$

$$d_{\text{stud}} := 22 \cdot \text{mm} \quad (\text{пречник завртња, макс. 22 mm})$$

$$f_u = 430 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{чврстоћа завртња, S235})$$

$$\gamma_v := 1.25 \quad (\text{Фактор сигурности})$$

$$E_{\text{cm}} = 34000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{Модул еластичности бетона})$$

$$P_{\text{Rd.1}} := \frac{0.8 \cdot f_u \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{\text{stud}}^2}{4} \right)}{\gamma_v} \quad P_{\text{Rd.1}} = 104.613 \text{ kN}$$

$$\alpha := \begin{cases} \left[0.2 \cdot \left(\frac{h_{\text{stud}}}{d_{\text{stud}}} + 1 \right) \right] & \text{if } 3 \leq \frac{h_{\text{stud}}}{d_{\text{stud}}} < 4 \\ 1 & \text{if } \frac{h_{\text{stud}}}{d_{\text{stud}}} > 4 \end{cases} \quad \alpha = 1$$

$$P_{\text{Rd.2}} := \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d_{\text{stud}}^2}{\gamma_v} \cdot \sqrt{f_{\text{ck}} \cdot E_{\text{cm}}} \quad P_{\text{Rd.2}} = 122.492 \text{ kN}$$

$$P_{\text{Rd}} := \min \left(\left(P_{\text{Rd.1}} \right) \right) \quad P_{\text{Rd}} = 104.613 \text{ kN}$$

Прорачун трансверзалне силе између тачака максималних моменат савијања и простог ослоња
(половина распона)

Дужина смицања (Пластичан приступ)

$$N_{\text{cf.1}} := \frac{A_a \cdot f_y}{\gamma_{\text{M0}}} \quad N_{\text{cf.1}} = 7764.4 \text{ kN}$$

Нормална сила пластичности -
челик

$$A_c := b_{\text{eff}} \cdot h_c \quad A_c = 5250 \text{ cm}^2$$

$$N_{cf.2} := \frac{0.85}{\gamma_c} \cdot A_c \cdot f_{ck}$$

$$N_{cf.2} = 10412.5 \text{ kN}$$

Нормалана сила пластичности -
АБ плоча

Трансверзална сила:

$$V_L := \min \left(\left(\begin{matrix} N_{cf.1} \\ N_{cf.2} \end{matrix} \right) \right)$$

$$V_L = 7764.4 \text{ kN}$$

$$\frac{L_e}{2 \cdot 0.11 \text{ m}} = 46.136$$

Број завртња:

$$N_{\text{poz.max.V}} := \frac{V_L}{P_{Rd}}$$

$$N_{\text{poz.max.V}} = 74.221$$

$$N_{\text{poz.max.applied.V}} := \text{ceil}(N_{\text{poz.max.V}})$$

$$N_{\text{poz.max.applied.V}} = 75$$

Конструктивна правила

$$W_{pl.y} := 8316.6 \cdot \text{cm}^3$$

$$M_{\text{pla.Rd}} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{\text{pla.Rd}} = 1954.401 \text{ kNm} \quad \text{Steel alone}$$

$$M_{\text{pl.Rd}} = 5721.003 \text{ kNm} \quad \text{Composite section}$$

Равномерна_расподела_завртња = if($M_{\text{pl.Rd}} \leq 2.5 \cdot M_{\text{pla.Rd}}$, "Зад.!", "Пластична анализа је потребна!")

Равномерна_расподела_завртња = "Пластична анализа је потребна!"

Мин. размак завртња: $5 \cdot d_{\text{stud}} = 110 \text{ mm}$

Прорачун трансверзалне силе

Уносни подаци: $V_{\text{Ed.max}} = 758.337 \text{ kN}$ $V_{\text{Ed.Track}} = 364.917 \text{ kN}$ $b_{\text{eff}} = 1.75 \text{ m}$

Статички момент

$$S_{y0} := \frac{A_c}{n_0} \cdot a_{c0}$$

$$S_{y0} = 14924.399 \text{ cm}^3$$

$$S_{yt} := \frac{A_c}{n_t} \cdot a_{c0}$$

$$S_{yt} = 3979.84 \text{ cm}^3$$

Прорачун трансверзалне силе

Ослонац

$$v_{L0} := \frac{S_{y0} \cdot V_{\text{Ed.max}}}{I_{i0}}$$

$$v_{L0} = 8.766 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$$v_{Lt} := \frac{S_{y0} \cdot V_{\text{Ed.max}}}{I_{i,t}}$$

$$v_{Lt} = 13.519 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Поп. пресек траке

$$v_{L0t} := \frac{S_{y0} \cdot V_{\text{Ed.Track}}}{I_{i0}}$$

$$v_{L0t} = 4.218 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$$v_{Ltt} := \frac{S_{y0} \cdot V_{\text{Ed.Track}}}{I_{i,t}}$$

$$v_{Ltt} = 6.506 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Трансверзална сила услед промене температуре:

$$\alpha_T := 0.000012 \cdot \frac{1}{\text{K}}$$

$$\Delta T := 10 \cdot \text{K}$$

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

$$\varepsilon_{\text{temp}} = 0.00012$$

$$V_{L.Ed.Temp} := \varepsilon_{temp} \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot \frac{a_{c0}}{a} \cdot \frac{I_a + \frac{I_c}{n_0}}{I_{i,0}} \quad V_{L.Ed.Temp} = 59.08 \text{ kN}$$

Правоугаони облик Т силе услед температурне промене (EN 1994-2 израз: 6.6.2.4)

$$v_{L.Ed.Temp} := \frac{V_{L.Ed.Temp}}{b_{eff}} \quad v_{L.Ed.Temp} = 0.338 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \quad (\text{Negligible})$$

Трансверзална сила услед скупљања греде:

$$\varepsilon_{sh} := 0.0004$$

$$V_{L.Ed.Sh} := \varepsilon_{sh} \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot \frac{a_{ct}}{a} \cdot \frac{I_a + \frac{I_c}{n_0}}{I_{i,0}} \quad V_{L.Ed.Sh} = 417.26 \text{ kN}$$

Правоугаони облик Т силе услед температурне промене (EN 1994-2 израз 6.6.2.4)

$$v_{L.Ed.Sh} := \frac{V_{L.Ed.Sh}}{b_{eff}} \quad v_{L.Ed.Sh} = 2.384 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \quad \text{Супротан смер. Занемарљиво.}$$

Распоред завртња лево од ослонца

$$n_1 := 2 \quad e_{L1} := 150 \text{ mm} \quad v_{Rd1} := \frac{n_1 \cdot P_{Rd}}{e_{L1}} \quad v_{Rd1} = 13.948 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \quad 10 \cdot e_{L1} = 1500 \text{ mm}$$

$$n_2 := 2 \quad e_{L2} := 200 \text{ mm} \quad v_{Rd2} := \frac{n_2 \cdot P_{Rd}}{e_{L2}} \quad v_{Rd2} = 10.461 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \quad 10 \cdot e_{L2} = 2000 \text{ mm}$$

$$n_3 := 2 \quad e_{L3} := 300 \text{ mm} \quad v_{Rd3} := \frac{n_3 \cdot P_{Rd}}{e_{L3}} \quad v_{Rd3} = 6.974 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} \quad 8 \cdot e_{L3} = 2400 \text{ mm}$$

20 ком

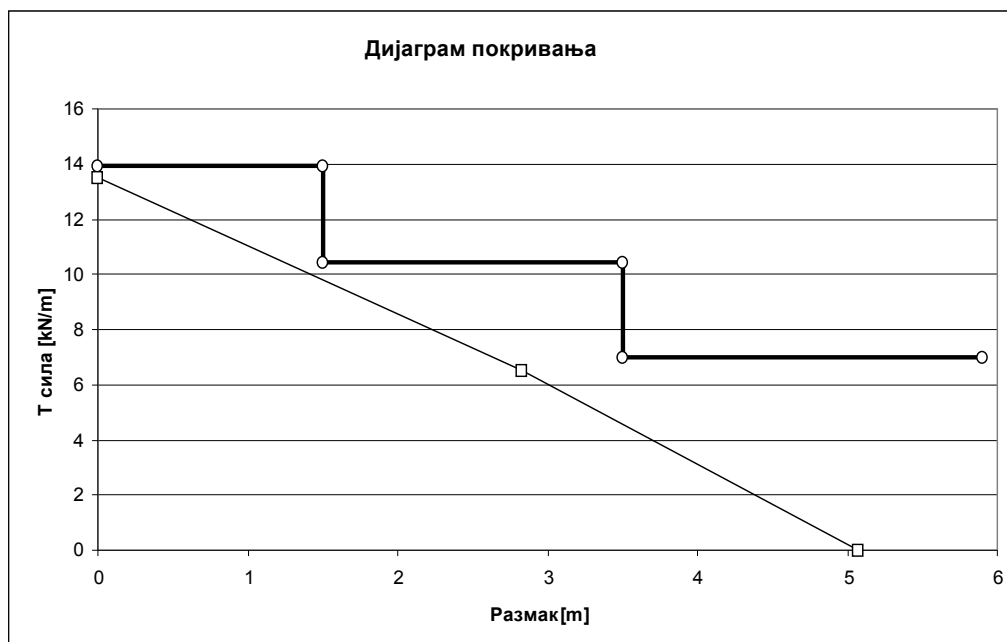
20 ком

16 ком

10 * 2 ком $\phi 22/150$ mm

10 * 2 ком $\phi 22/200$ mm

8 * 2 ком $\phi 22/300$ mm



Еластична метода:

Σ завртањ := 56 / половина распона

(Утицај попречне греде)

Завртњи, еластична метода:

$N_{\text{poz.max.applied.V}} = 75$ / половина распона

Применити 90 (3*30) комада завртња за половину распона. Повећан број завртња узима у обзир утицај деформације (подизање) АБ бетонске плоче. Минималан размак је 110 mm.

3.0. Прорачун АБ плоче

3.1. Улазни подаци

Парцијални фактори:

$$\gamma_c := 1.50 \quad \gamma_s := 1.15$$

Узимајући у обзир време трајања оптерећења, смањујемо вредност затезне чврстоће бетона као и чврстоћу бетона на притисак.

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

Арматура (EN 10080)

$$\gamma_s := 1.15$$

B500B(B60.50)

Карактеристична затезна чврстоћа арматуре:

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

Карактеристична вредност границе развлачења:

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

Рачунска вредност границе развлачења:

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

Рачунска вредност модула еластичности челика:

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

Карактеристична вредност дилатације арматуре при макс оптерећењу:

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



Бетон - АБ плоча (EN 1992 и EN 206)

C35/45

Секантни модул еластичности:

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

Ефективни модул еластичности:

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

Mean value of axial tensile strength of concrete

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

Средња вредност чврстоће бет.на притисак:

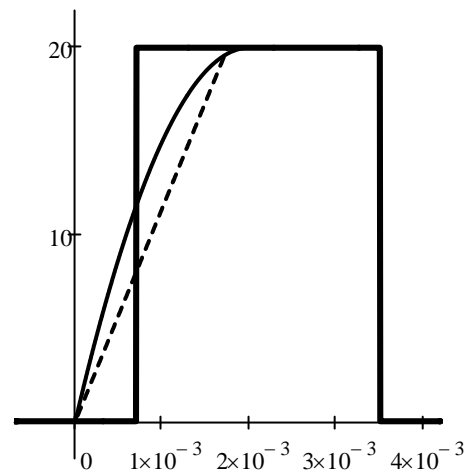
$$f_{cm} = 43.00 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Каракт. чврстоћа на притисак након 28 дана:

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

Рачунска вредност чврстоће на притисак:

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



Рачунска вредност аксијалног напрезања:

Фактор пропорцијалности бетона за правоугаони облик расподеле напона:

$$c = 0.80$$

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

Геометријски подаци АБ плоче:

$$h := 30\text{cm}$$

$$b := 1.00\text{m}$$

Арматура:

$$\phi_{s,b} := 16\text{mm}$$

$$t_{s,b} := 15\text{cm}$$

$$c_{s,b} := 35\text{mm}$$

$$\phi_{s,t} := 16\text{mm}$$

$$t_{s,t} := 15\text{cm}$$

$$c_{s,t} := 35\text{mm}$$

$$A_{s,\text{доле}} := \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{t_{s,b}} \cdot \phi_{s,b}^2 \pi$$

$$A_{s,\text{top}} := \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{t_{s,t}} \cdot \phi_{s,t}^2 \pi$$

$$u_b := c_{s,b} + 0.5 \cdot \phi_{s,b} + 10\text{mm}$$

$$u_t := c_{s,t} + 0.5 \cdot \phi_{s,t} + 10\text{mm}$$

$$d_{\text{eff}} := h - u_b \quad d_{\text{eff}} = 24.70 \cdot \text{cm}$$

$$A_c := h \cdot b \quad A_c = 3000 \cdot \text{cm}^2$$

3.2. Гранично стање носивости

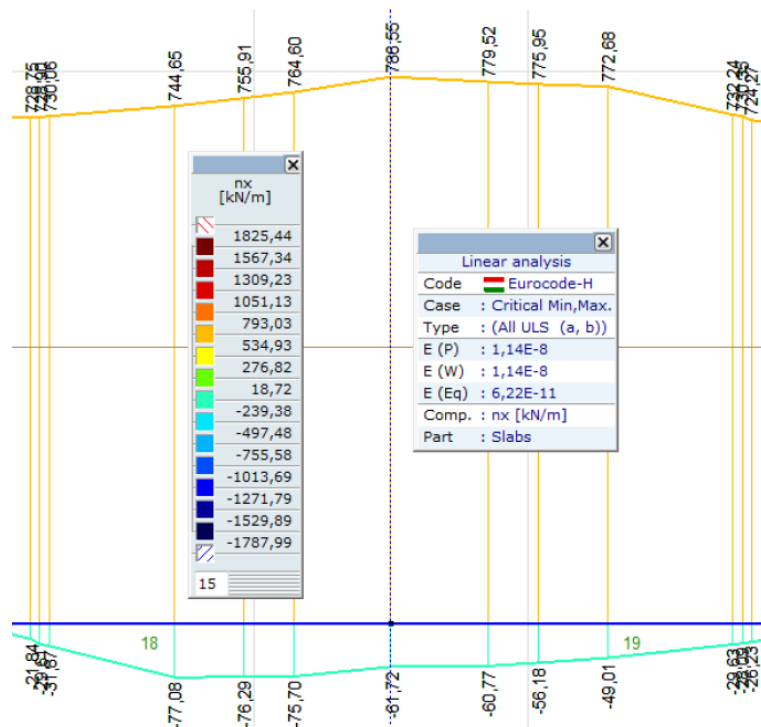
3.2.1. Затезање и савијање

Напон затезања прекорачује границу f_{ctm} . Дакле, појављују се пукотине у АБ плочи.

Унутрашње силе и моменти услед анализе пукотина

Подужни поп. пресек носача - средина распона

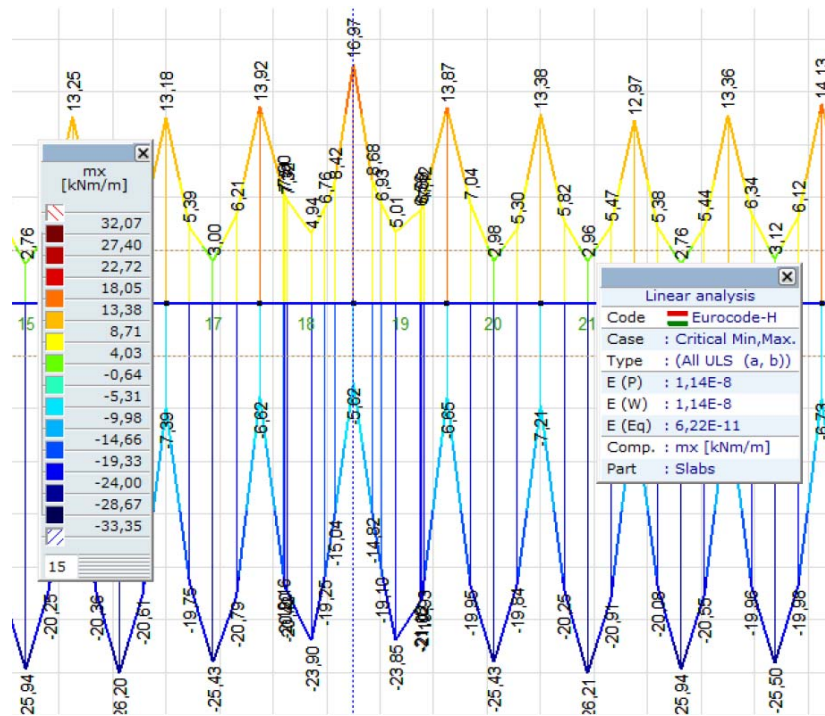
ГСН: Nx [kN] - Анализа пукотина



Унутрашње силе и моменти услед анализе пукотина

Подужни поп. пресек носача -
средина распона

ГСН комбинација: Mx [kNm] - Анализа пукотина



Унутрашње силе
за проверу-ГСН :

$$M_{Ed} := 17 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} := 788.6 \text{ kN}$$

Отпорни мом. савијања за ГСН проверу:

Притиснута површина:

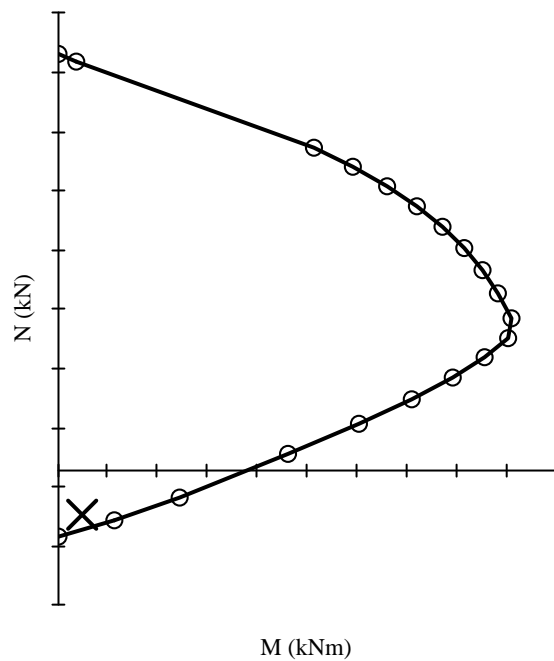
$$x_c = 1.9 \text{ cm}$$

Релативно обртање поп. пресека:

$$\kappa_c = 0.1473 \cdot \frac{1}{\text{m}}$$

$$M_{Ed} = 17.0 \cdot \text{kNm} < M_H = 53.0 \cdot \text{kNm}$$

Задовољава!



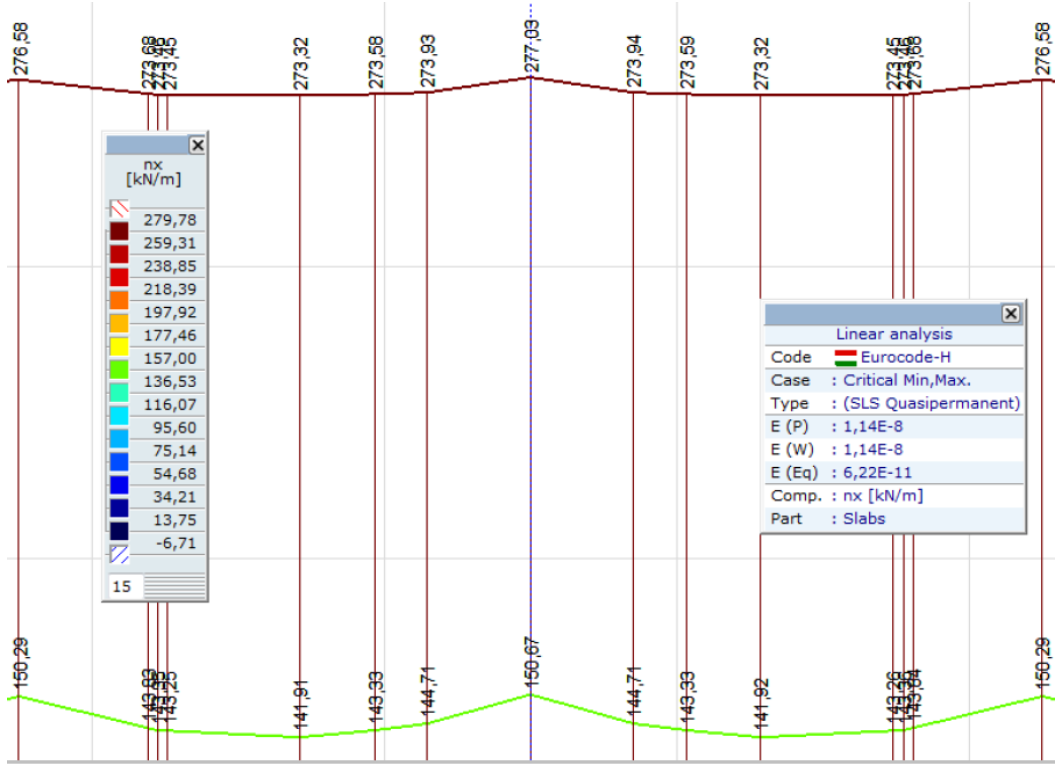
3.3. Гранично стање употребљивости

3.3.1 Провера пукотина

Унутрашње силе и моменти услед провере пукотина

Подужни поп. пресек носача -
средина распона

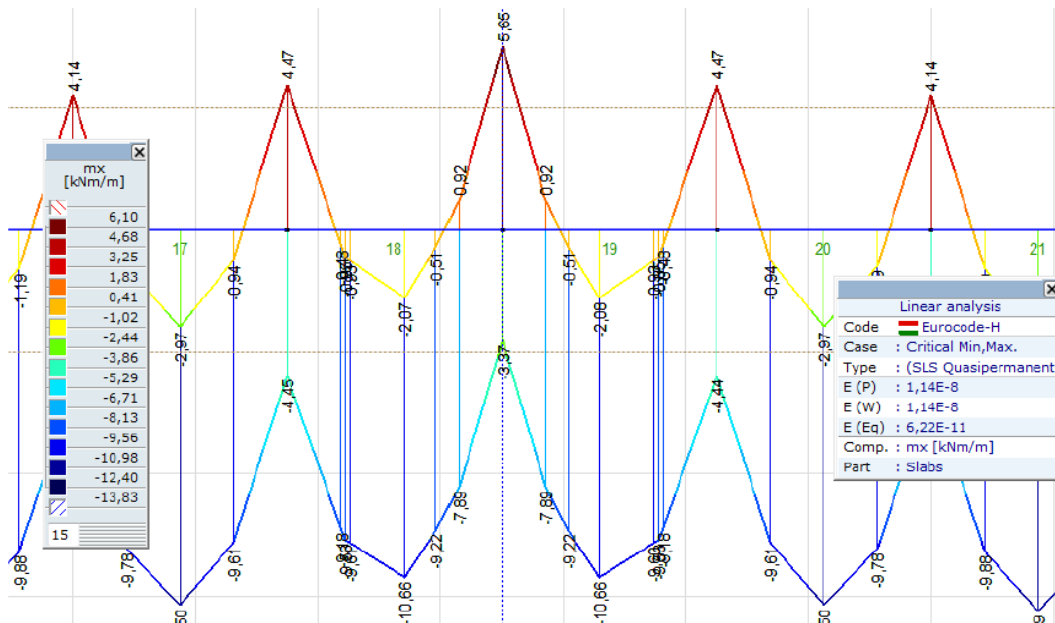
ГСУ комбинација: Nx [kN] - Провера пукотина



Унутрашње силе и моменти услед провере пукотина

Подужни поп. пресек носача -
средина распона

ГСУ комбинација: Mx [kNm] - Провера пукотина



Унутрашње силе за
ГСУ - провера:

$$M_{QP} := 10.5 \text{ kNm}$$

$$N_{QP} := 277 \text{ kN}$$

Резултати провере:

Притиснута висина пресека: $x_{II} = -9.8 \text{ cm}$

Релативно обртање по
пресека: $\kappa_{II} = 0.0021 \cdot \frac{1}{\text{m}}$

$$\varepsilon_{c.top} = 0.020 \cdot \% \quad \varepsilon_{c.bottom} = 0.083 \cdot \%$$

$$\varepsilon_{s.top} = 0.031 \cdot \% \quad \varepsilon_{s.bottom} = 0.072 \cdot \%$$

$$\sigma_{s.top} = 62.95 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{s.bottom} = 143.70 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

**Ширина
пукотина:** $k_t := 0.40 \quad k_1 = 0.80$

$$k_2 := \frac{\max(\varepsilon_{c.top}, \varepsilon_{c.bottom}) + \min(\varepsilon_{c.top}, \varepsilon_{c.bottom})}{2 \cdot \max(\varepsilon_{c.top}, \varepsilon_{c.bottom})}$$

$$\varepsilon_{sm.cm}(\sigma_s, \rho_{eff}) := \max \left[\frac{|\sigma_s| - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot \left(1 + \frac{E_s \cdot \rho_{eff}}{E_{cm}} \right)}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right]$$

$$h_{c.eff.top} := 2 \cdot u_t \quad h_{c.eff.bottom} := 2 \cdot u_b$$

$$\rho_{eff.top} := \frac{A_{s.top}}{b \cdot h_{c.eff.top}} \quad \rho_{eff.bottom} := \frac{A_{s.bottom}}{b \cdot h_{c.eff.bottom}}$$

$$\varepsilon_{sm.cm.top} := \varepsilon_{sm.cm}(\sigma_{s.top}, \rho_{eff.top})$$

$$\varepsilon_{sm.cm.bottom} := \varepsilon_{sm.cm}(\sigma_{s.bottom}, \rho_{eff.bottom})$$

$$s_{r.max.top} := 3.40 \cdot u_t + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi_{s.t}}{\rho_{eff.top}}$$

$$s_{r.max.bottom} := 3.40 \cdot u_b + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi_{s.b}}{\rho_{eff.bottom}}$$

$$w_k := \max(s_{r.max.top} \cdot \varepsilon_{sm.cm.top}, s_{r.max.bottom} \cdot \varepsilon_{sm.cm.bottom})$$

$$w_k = 0.193 \cdot \text{mm} \quad < \quad w_{eng} := 0.200 \text{ mm} \quad \text{Задовољава!}$$

4.0. Прорачун главног носача

4.1. Уносни подаци

Распон жел. моста: $L := 63\text{m}$ Фактор умножавања $\alpha_1 := 1$

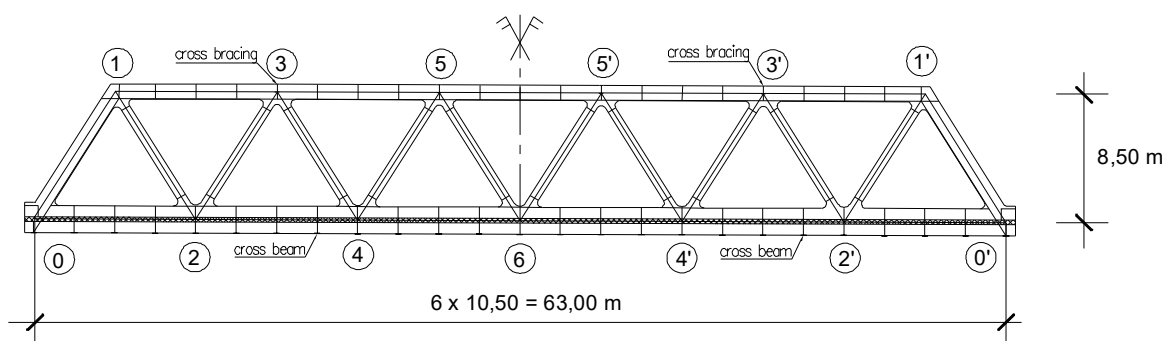
Материјал Конструктивни челик: S355

$$f_{yS355} := 35.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{u0} := 51.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon := \sqrt{\frac{235\text{N} \div \text{mm}^2}{f_{yS355}}} \quad \varepsilon = 0.81 \quad E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yS355.40\text{mm}} := 33.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{u0.40\text{mm}} := 49.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_{40\text{mm}} := \sqrt{\frac{235\text{N} \div \text{mm}^2}{f_{yS355.40\text{mm}}}} \quad \varepsilon_{40\text{mm}} = 0.84$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yS355}}} \quad \lambda_1 = 76.41 \quad \gamma_G := 1.35 \quad \gamma_j := 1.45 \quad \gamma_{M0} := 1.0 \quad \gamma_{M1} := 1.10 \quad \gamma_{M2} := 1.25$$

$$\lambda_{1.40\text{mm}} := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yS355.40\text{mm}}}} \quad \lambda_{1.40\text{mm}} = 78.66 \quad (\text{дебљина већа од } 40\text{ mm})$$



Двоструки број поља доњег појаса решеткастог носача: $n := 12$ $L = 63\text{m}$

Размак чворова доњег појаса, подељен са два: $a := \frac{L}{n}$ $a = 5.25\text{m}$ $2 \cdot a = 10.5\text{m}$

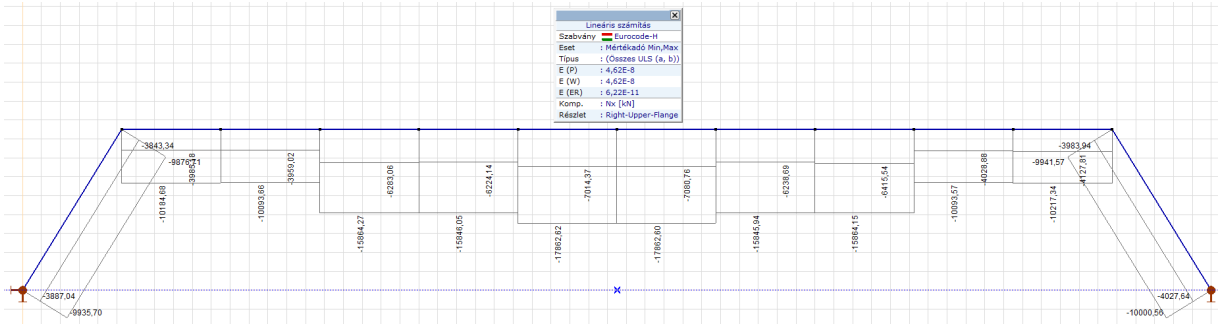
Висина моста: $H := 8.5\text{m}$

Углови дијагонала: $\beta := \text{atan}\left(\frac{H}{a}\right)$ $\beta = 58.3^\circ$

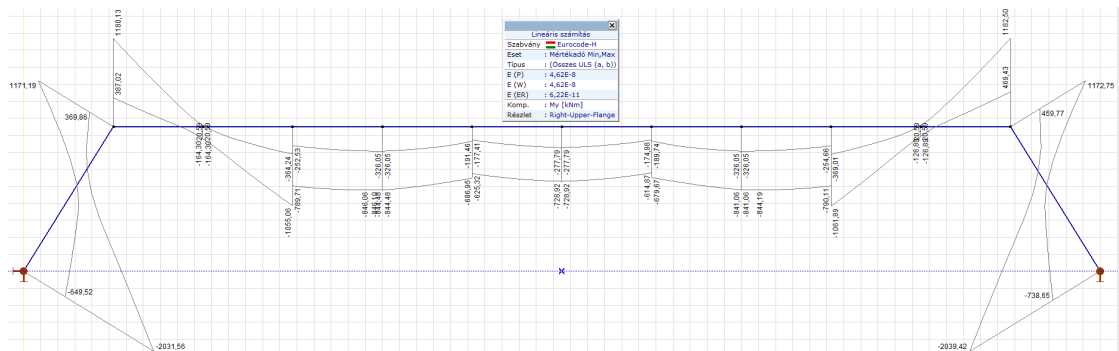
Дужина дијагонала: $l_0 := \frac{H}{\sin(\beta)}$ $l_0 = 9.99\text{m}$

4.2. Прорачун штапова решетке

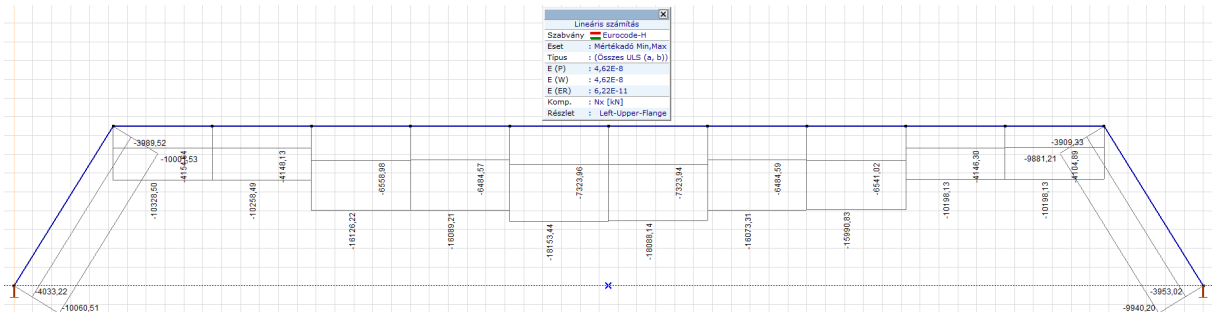
4.2.1. Прорачун горњег појаса



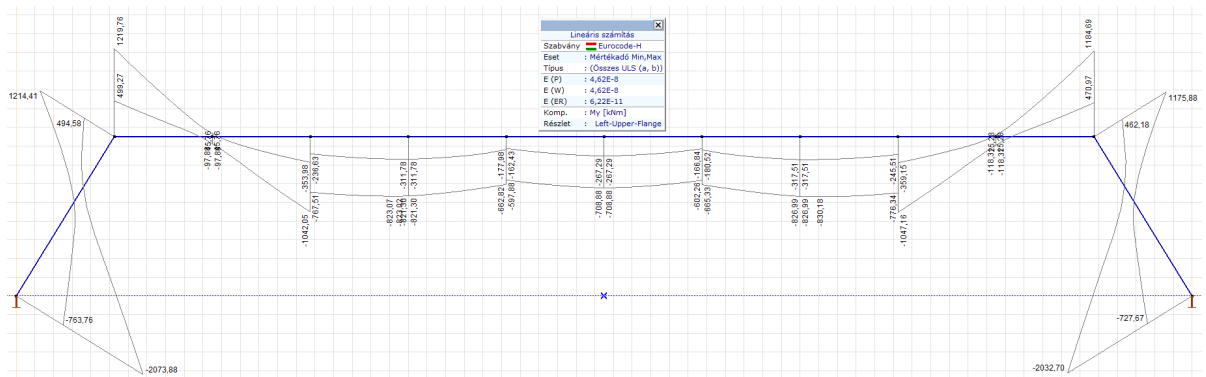
Десни горњи појас. Нормална сила



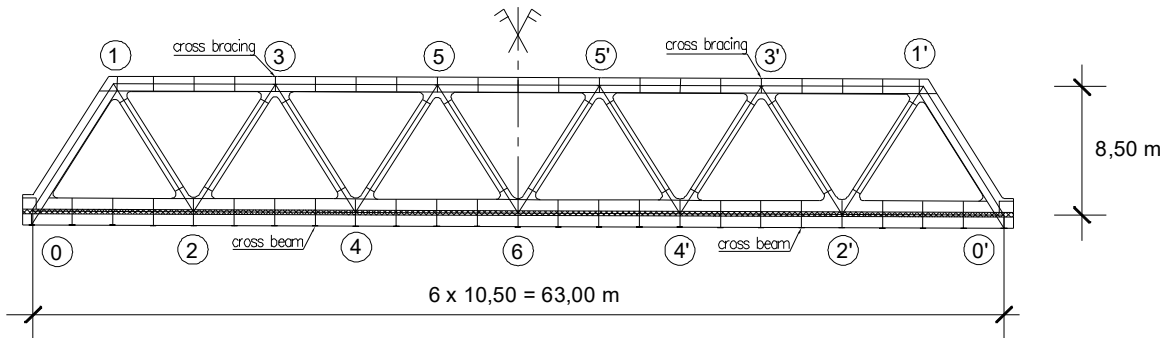
Десни горњи појас - Момент Mx



Леви горњи појас - Нормална сила



Леви горњи појас - Момент



Прорачун горњег појаса (5-5')

$$S_{55.Ed} := -18153 \cdot \text{kN} \quad M_{y55.Ed} := -709 \text{kNm} \quad M_{z55.Ed} := -738 \text{kNm}$$

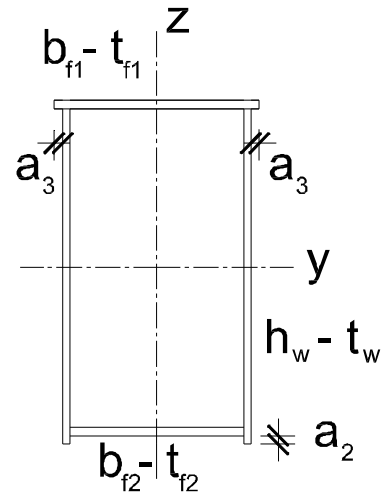
Димензије поп. пресека

$$V_{55.Ed} := 280 \text{kN}$$

Горња фланша: $b_{f1} = 600 \text{ mm}$ $t_{f1} = 25 \text{ mm}$

Ребро: $h_w = 975 \text{ mm}$ $t_w = 25 \text{ mm}$

Доња фланша: $b_{f2} = 500 \text{ mm}$ $t_{f2} := 25 \text{ mm}$



$$a_2 := 25 \text{ mm} \quad a_3 := 25 \text{ mm}$$

Карактеристике попречног пресека

Горњи појас (5-5)

$$A = 762.5 \text{ cm}^2 \quad A_{\text{eff}} = 718.93 \text{ cm}^2 \quad I_y = 1009848.98 \text{ cm}^4 \quad I_z = 407213.54 \text{ cm}^4 \quad i_y = 36.39 \text{ cm} \quad i_z = 23.11 \text{ cm}$$

$$W_y = 20697.45 \text{ cm}^3 \quad W_z = 13573.78 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.\text{top}} = 21815.24 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.\text{bot}} = 20732.28 \text{ cm}^3$$

Додатни момент услед ексцентричности око централне осе је занемарен.

Класификација поп. пресека

Горњи појас (5-5)

$$\text{Класа ребра} = 4 \quad \text{Класа горње фланше} = 1 \quad \text{Класа доње фланше} = 1$$

Класа попречног пресека

$$\text{Класа_штапа_55} := \max(\text{Класа_ребра}, \text{Горња_фланша}, \text{Доња_фланша})$$

$$\text{Класа_штапа_55} = 4$$

Притисак:

Горњи појас (5-5)

$$S_{55.Ed} = -18153 \text{ kN}$$

$$f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{M0} = 1$$

$$\sigma_{55.Ed} := \frac{S_{55.Ed}}{A_{eff}} \quad \sigma_{55.Ed} = -252.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Макс_притисак_штапа_55} := \text{if}(|\sigma_{55.Ed}| < f_{yS355} \div \gamma_{M0}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"}) \quad \text{Искориштеност:}$$

$$\text{Макс_притисак_штапа_55} = \text{"Задовољава!"}$$

$$\frac{|\sigma_{55.Ed}|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 71 \%$$

Извијање

Извор: EN 1993-1-1 извор 6.3.1.3, једначина (6.51)

$$v_y := 1$$

$$v_z := 0.5$$

$$L_0 := \frac{L}{6}$$

$$L_0 = 10.5 \text{ m}$$

$$\lambda_{55.y} := \frac{v_y \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{i_y}$$

$$\lambda_{55.z} := \frac{v_z \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{i_z}$$

$$\lambda_1 = 76.41$$

$$\lambda_{55.y} = 28.02$$

$$\lambda_{55.z} = 22.06$$

$$f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{max} := \max(\lambda_{55.y}, \lambda_{55.z})$$

$$\lambda_B := \frac{\lambda_{max}}{\lambda_1}$$

$$\lambda_B = 0.37$$

$$\text{Крива b: } \alpha_f := 0.34$$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f(\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2}$$

$$\chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}}$$

$$\chi_B = 0.94$$

$$S_{55.Ed} = -18153 \text{ kN}$$

Usability:

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A_{eff} \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b.Rd} = 21788.95 \text{ kN}$$

$$\frac{|S_{55.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 83 \%$$

$$\text{Извијање_штапа_55} := \text{if}(|S_{55.Ed}| < N_{b.Rd}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

$$\text{Извијање_штапа_55} = \text{"Задовољава!"}$$

Притисак, савијање и смицање горњег појаса (штап 5-5)

$$S_{55.Ed} = -18153 \text{ kN}$$

$$M_{y55.Ed} = -709 \text{ kNm}$$

$$M_{z55.Ed} = -738 \text{ kNm}$$

$$A = 762.5 \text{ cm}^2$$

Резултати: Методасмањеног напона

Интеракц_{N_M_T} := if($\sigma'_{N_M_V_5.5.Top.Flange} < 1$, "Safe!", "Not Safe!") Горња фланша

Интеракц_{N_M_T} = "Задовољава!"

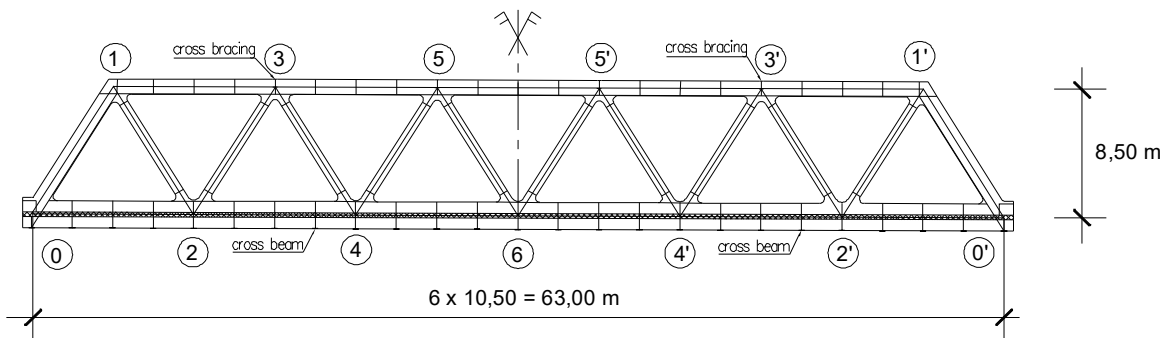
$\sigma'_{N_M_T_5.5.Top.Flange} = 98.93\%$

Горњи појас (5-5)

Интеракц_{N_M_T_горњи_појас_ребра} := if($\sigma'_{N_M_V_55.Web} < 1$, "Safe!", "Not Safe!")

Интеракц_{N_M_T_горњи_појас_ребра} = "Задовољава!"

$\sigma'_{N_M_T_55.Web} = 98.66\%$



Прорачун горњег појаса (3-5)

$S_{35.Ed} := -16126\text{kN}$ $M_{y35.Ed} := -821\text{kNm}$ $M_{z35.Ed} := -664\text{kNm}$

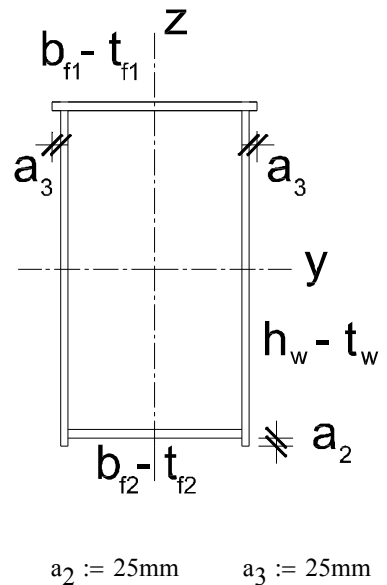
$V_{35.Ed} := 248\text{kN}$

Димензије поп. пресека

Горња фланша: $b_{f1} = 600\text{ mm}$ $t_{f1} = 25\text{ mm}$

Ребро: $h_w = 975\text{ mm}$ $t_w = 25\text{ mm}$

Доња фланша: $b_{f2} = 500\text{ mm}$ $t_{f2} = 25\text{ mm}$



Карактеристике поп. пресека

Горњи појас (3-5)

$A = 762.5\text{ cm}^2$ $A_{eff} = 718.93\text{ cm}^2$ $I_y = 1009848.98\text{ cm}^4$ $I_z = 407213.54\text{ cm}^4$ $i_y = 36.39\text{ cm}$ $i_z = 23.11\text{ cm}$

$W_y = 20697.45\text{ cm}^3$ $W_z = 13573.78\text{ cm}^3$ $W_{y.w.top} = 21815.24\text{ cm}^3$ $W_{y.w.bot} = 20732.28\text{ cm}^3$

Додатни момент услед ексцентричности око централне осе је занемарен.

Класификација поп. пресека

Горњи појас (3-5)

Клас ребра = 4 Класа горње фланше = 1 Класа доње фланше = 1

Класа поп. пресека

Класа_штапа_55 := max (Класа_ребра, Горња_фланша, Доња_фланша)

Класа_штапа_55 = 4

Притисак:

$$S_{35.Ed} = -16126 \text{ kN}$$

$$f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{M0} = 1$$

$$\sigma_{35.Ed} := \frac{S_{35.Ed}}{A_{eff}}$$

$$\sigma_{35.Ed} = -224.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Upper chord (3-5)

Макс_притисак_штапа_35 := if (| $\sigma_{35.Ed}$ | < $f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!") Искориштеност:

Макс_притисак_штапа_35 = "Задовољава!"

$$\frac{|\sigma_{35.Ed}|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 63\%$$

Извијање

Извор: EN 1993-1-1 израз 6.3.1.3, једначина (6.51)

$$v := 1 \quad L_0 := \frac{L}{6} \quad L_0 = 10.5 \text{ m} \quad \lambda_{55.y} := \frac{v_y \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{i_y} \quad \lambda_{55.z} := \frac{v_z \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{i_z} \quad \lambda_1 = 76.41$$

$$v_z = 0.5 \quad \lambda_{55.y} = 28.02 \quad \lambda_{55.z} = 22.06 \quad f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{max} := \max(\lambda_{55.y}, \lambda_{55.z})$$

$$\lambda_B := \frac{\lambda_{max}}{\lambda_1} \quad \lambda_B = 0.37$$

Крива b: $\alpha_f := 0.34$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f (\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2}$$

$$\chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}} \quad \chi_B = 0.94$$

$$S_{55.Ed} = -18153 \text{ kN}$$

Искориштеност:

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A_{eff} \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b.Rd} = 21788.95 \text{ kN}$$

$$\frac{|S_{55.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 74\%$$

Извијање_штапа_35 := if (| $S_{55.Ed}$ | < $N_{b.Rd}$, "Safe!", "Not safe!")

Извијање_штапа_35 = "Задовољава!"

Горњи појас (3-5)

Притисак, савијање и смицање горњег појаса (Штап 3-5)

$$S_{35.Ed} = -16126 \text{ kN} \quad M_{y35.Ed} = -821 \text{ kNm} \quad M_{z35.Ed} = -664 \text{ kNm}$$

$$A = 762.5 \text{ cm}^2$$

Горњи појас (3-5)

Притисак, савијање и смицање горњег појаса (Штап 3-5)

Метода смањеног напона.

$$\text{Интеракц_N_M_T} := \text{if}(\sigma'_{N_M_V_3.5.Top.Flange} < 1, \text{"Safe!"}, \text{"Not Safe!"})$$

$$\text{Интеракц_N_M_T} = \text{"Задовољава!"}$$

(Горња фланша)

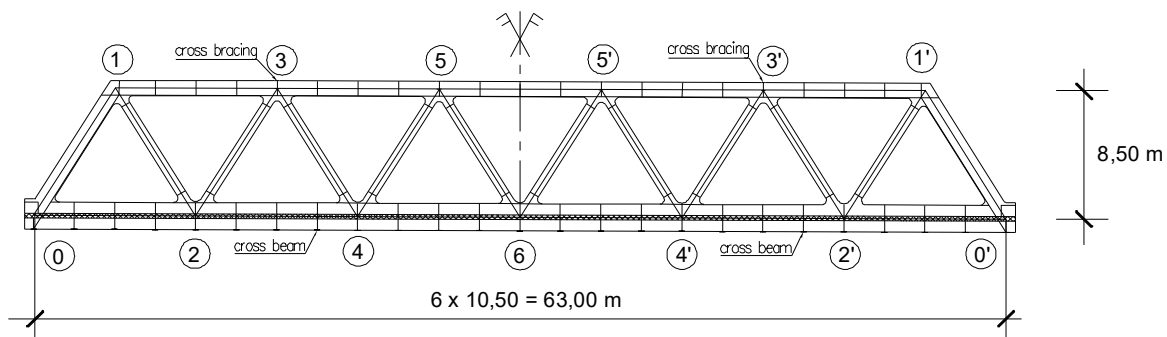
$$\sigma'_{N_M_V_3.5.Top.Flange} = 86.75\%$$

$$\text{Интеракц_N_M_T_горњи_део_ребра} := \text{if}(\sigma'_{N_M_V_35.Web} < 1, \text{"Safe!"}, \text{"Not Safe!"})$$

$$\text{Интеракц_N_M_T_горњи_део_ребра} = \text{"Задовољава!"}$$

(Горњи део ребра)

$$\sigma'_{N_M_V_35.Web} = 85.58\%$$



Прорачун горњег појаса (1-3)

$$S_{13.Ed} := -10328 \cdot \text{kN} \quad M_{y13.Ed} := 1220 \text{ kNm} \quad M_{z13.Ed} := 470 \text{ kNm}$$

$$V_{13.Ed} := 186 \cdot \text{kN}$$

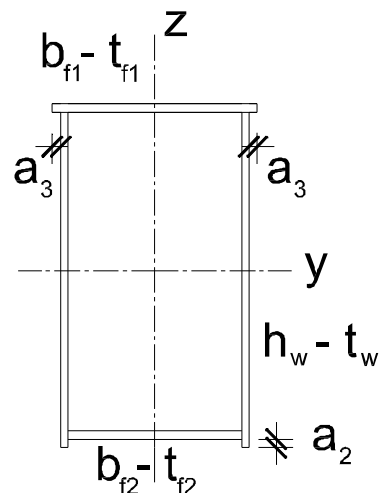
Димензије поп. пресека

Горњи појас: $b_{f1} = 600 \text{ mm}$ $t_{f1} = 25 \text{ mm}$

Ребро: $h_w = 975 \text{ mm}$ $t_w = 20 \text{ mm}$

Доњи појас: $b_{f2} = 510 \text{ mm}$ $t_{f2} = 25 \text{ mm}$

$$a_2 := 25 \text{ mm} \quad a_3 := 25 \text{ mm}$$



Класификација поп. пресека

Горњи појас (1-3)

Класа ребра = 4 Класа горње фланше = 1 Класа доње фланше = 1

Класа поп. пресека

Класа_штапа_13 := max (Класа_ребра, Класа_горње_фланше, Класа_доње_фланше)

Класа_штапа_13 = 4

Карактеристике поп. пресека

Горњи појас (1-3)

$$A = 667.5 \text{ cm}^2 \quad A_{\text{eff}} = 585.94 \text{ cm}^2 \quad I_y = 937631.36 \text{ cm}^4 \quad I_z = 346643.13 \text{ cm}^4 \quad i_y = 37.48 \text{ cm} \quad i_z = 22.79 \text{ cm}$$

$$W_y = 19289.04 \text{ cm}^3 \quad W_z = 13593.85 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.top} = 20334.86 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.bot} = 19178.21 \text{ cm}^3$$

Додатни момент услед ексцентричности око централне осе је занемарен.

Притисак:

Горњи појас (1-3)

$$S_{13.Ed} = -10328 \text{ kN} \quad M_{y13.Ed} = 1220 \text{ kNm} \quad M_{z13.Ed} = 470 \text{ kNm} \quad V_{13.Ed} = 186 \text{ kN}$$

$$\sigma_{13.Ed} := \frac{S_{13.Ed}}{A_{\text{eff}}} \quad \sigma_{13.Ed} = -176.26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad A = 667.5 \text{ cm}^2 \quad \text{Горњи појас(1-3)}$$

$$\text{Макс_притисак_штапа_13} := \text{if} \left(\left| \sigma_{13.Ed} \right| < f_{yS355} \div \gamma_{M0}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"} \right) \quad \text{Искориштеност:}$$

$$\text{Макс_притисак_штапа_13} = \text{"Задовољава!"} \quad \frac{\left| \sigma_{13.Ed} \right|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 50\%$$

Извијање

Извор: EN 1993-1-1 израз 6.3.1.3, једначина (6.51)

$$v_y = 1 \quad L_0 := \frac{L}{6} \quad L_0 = 10.5 \text{ m} \quad \lambda_{13.y} := \frac{v_y \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_y} \quad \lambda_{13.z} := \frac{v_z \cdot L_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_z} \quad \lambda_1 = 76.41$$

$$v_z = 0.5 \quad \lambda_{13.y} = 26.25 \quad \lambda_{13.z} = 21.58 \quad f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_{13.y}, \lambda_{13.z}) \quad \lambda_B := \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_1} \quad \lambda_B = 0.34 \quad \text{Горњи појас (1-3)}$$

$$\text{Крива b: } \alpha_f := 0.34$$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f(\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2} \quad \chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}} \quad \chi_B = 0.95$$

$$S_{55.Ed} = -18153 \text{ kN}$$

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A_{eff} \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd} = 17924.91 \text{ kN}$$

Горњи појас (1-3)

Искориштеност:

$$\frac{|S_{13.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 58\%$$

Избочавање_штапа_13 := if(|S_{13.Ed}| < N_{b.Rd}, "Safe!", "Not safe!")

Избачавање_штапа_13 = "Задовољава!"

Притисак, савијање и смицање горњег појаса (Штапа 1-3)

Метода смањеног напона.

Интеракц_Н_М_Т_горња_фланша := if($\sigma'_{N_M_V_13_Top_flange} < 1$, "Safe!", "Not Safe!")

Интеракц_Н_М_Т_горња_фланша = "Задовољава!" (Горња фланша)

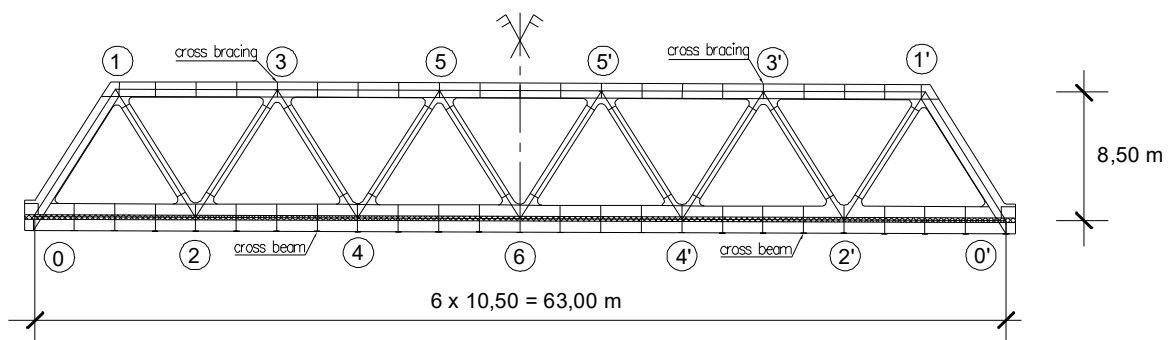
$$\sigma'_{N_M_T_13_горња_фланша} = 56.56\%$$

Интеракц_Н_М_Т_горњи_део_ребра := if($\sigma'_{N_M_V_13_Web} < 1$, "Safe!", "Not Safe!")

Интеракц_Н_М_Т_горњи_део_ребра = "Задовољава!" (Горњи део ребра)

$$\sigma'_{N_M_V_13_Web} = 60.16\%$$

4.2.2. Прорачун дијагонала



Прорачун дијагонала (0-1)

$$S_{01.Ed} := -10061 \cdot \text{kN} \quad M_{y01.Ed} := -2074 \text{ kNm} \quad M_{z01.Ed} := -284 \text{ kNm} \quad V_{01.Ed} := 78 \cdot \text{kN}$$

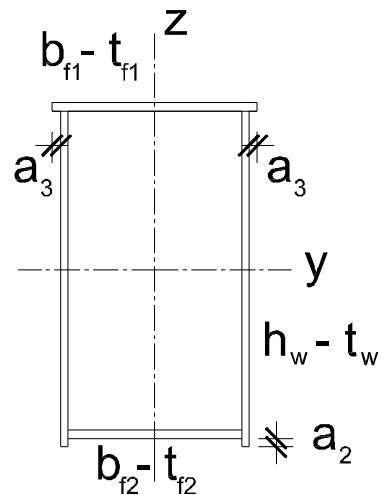
Димензије поп. пресека

Горња фланша: $b_{f1} = 600 \text{ mm}$ $t_{f1} = 25 \text{ mm}$

Ребро: $h_w = 975 \text{ mm}$ $t_w = 20 \text{ mm}$

Доња фланша: $b_{f2} = 510 \text{ mm}$ $t_{f2} = 25 \text{ mm}$

$a_2 := 25 \text{ mm}$ $a_3 := 25 \text{ mm}$



Карактеристике поп. пресека

Дијагонала (0-1)

$$A = 667.5 \text{ cm}^2 \quad A_{\text{eff}} = 585.9 \text{ cm}^2 \quad I_y = 937631.36 \text{ cm}^4 \quad I_z = 346643.13 \text{ cm}^4 \quad i_y = 37.48 \text{ cm} \quad i_z = 22.79 \text{ cm}$$

$$W_y = 19289.04 \text{ cm}^3 \quad W_z = 11554.77 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.\text{top}} = 20334.86 \text{ cm}^3 \quad W_{y.w.\text{bot}} = 19178.21 \text{ cm}^3$$

Додатни момент услед ексцентрицитета око централне осе је занемарен.

Карактеристике поп. пресека

Дијагонала (0-1)

Класа ребра = 4 Класа горње фланше = 1 Класа доње фланше = 1

Класа поп пресека

Класа_штапа_01 := max(Класа_ребра, Класа_горње_фланше, Класа_доње_фланше)

Класа_штапа_01 = 4

Притисак:

$$S_{01.Ed} = -10061 \text{ kN} \quad M_{y01.Ed} = -2074 \text{ kNm} \quad M_{z01.Ed} = -284 \text{ m kN} \quad V_{01.Ed} = 78 \text{ kN}$$

$$\sigma_{01.Ed} := \frac{S_{01.Ed}}{A_{\text{eff}}} \quad \sigma_{01.Ed} = -171.71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Дијагонала (0-1)}$$

Макс_притисак_штапа_01 := if(| $\sigma_{01.Ed}$ | < $f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!") Искориштеност:

$$\text{Макс_притисак_штапа_01} = \text{"Задовољава!"} \quad \frac{|\sigma_{01.Ed}|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 48\%$$

Извијање

Извор: EN 1993-1-1 израз 6.3.1.3, једначина (6.51)

$$v_y := 1 \quad v_z := 0.9 \quad l_0 = 9.99 \text{ m}$$

$$\lambda_{13.y} := \frac{v_y \cdot l_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_y} \quad \lambda_{13.z} := \frac{v_z \cdot l_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_z} \quad \lambda_1 = 76.41$$

$$\lambda_{13.y} = 26.25 \quad \lambda_{13.z} = 21.58 \quad f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_{13.y}, \lambda_{13.z}) \quad \lambda_B := \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_1} \quad \lambda_B = 0.34 \quad \text{Diagonal (0-1)}$$

Крива b: $\alpha_f := 0.34$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f (\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2} \quad \chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}} \quad \chi_B = 0.95$$

$$S_{01.Ed} = -10061 \text{ kN}$$

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A_{\text{eff}} \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd} = 17924.91 \text{ kN}$$

Дијагонала (0-1)
Usability:

$$\frac{|S_{13.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 58\%$$

Извијање_дијагонале_01 = if (|S_{13.Ed}| < N_{b.Rd} , "Safe!" , "Not safe!")
Извијање_дијагонале_01 = "Задовољава!"

Притисак, савијање и смицање дијагонале (0-1)

Метода смањеног напона.

Дијагонала (0-1)

$$\text{Интеракц}_N_M_T_горња_фланша := \text{if}(\sigma'_{N_M_V_01_Top_flange} < 1, \text{"Safe!"}, \text{"Not Safe!"})$$

$$\text{Интеракц}_N_M_T_горња_фланша = \text{"Задовољава!"} \quad (\text{Горња фланша})$$

$$\sigma'_{N_M_V_01_горња_фланша} = 75.71\%$$

$$\text{Интеракц}_N_M_T_горњи_део_ребро := \text{if}(\sigma'_{N_M_V_01_Web} < 1, \text{"Safe!"}, \text{"Not Safe!"})$$

$$\text{Interaction}_N_M_V_Top_Fibre_of_web_panel = \text{"Safe!"} \quad (\text{Top fibre of web panel})$$

$$\sigma'_{N_M_V_01_Web} = 72.75\%$$

Прорачун дијагонале (1-2)

$$S_{12.Ed} := 9403 \cdot \text{kN} \quad M_{y12.Ed} := 28 \cdot \text{kNm} \quad M_{z12.Ed} := 310 \cdot \text{kNm} \quad V_{12.Ed} := 8 \cdot \text{kN}$$

Димензије поп пресека

Горња фланша:

$$t_{f1} = 25 \text{ mm}$$

$$b_{f1} = 600 \text{ mm}$$

Ребро:

$$t_w = 16 \text{ mm}$$

$$h_w = 500 \text{ mm}$$

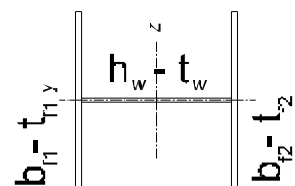
Доња фланша:

$$t_{f2} = 25 \text{ mm}$$

$$b_{f2} = 600 \text{ mm}$$

Дебљина

Дужина



Карактеристике поп. пресека

Дијагонала 1-2

$$A = 380 \text{ cm}^2 \quad I_y = 90017.07 \text{ cm}^4 \quad I_z = 223541.7 \text{ cm}^4 \quad i_y = 15.39 \text{ cm} \quad i_z = 24.25 \text{ cm}$$

$$W_y = 3000.57 \text{ cm}^3 \quad W_z = 8128.79 \text{ cm}^3$$

Дијагонала 1-2

Класификација дијагонале (1-2)

Класа поп пресека

Класа ребро = 4 Класа горње фланше = 4 Класа доње фланше = 4

Класа_дијагонале_12 := max (Класа_ребра, Класа_горње_фланше, Класа_доње_фланше)

Класа_дијагонале_12 = 4

Штап 1-2 је затегнут!**Затезање (дијагонала 1-2):**

$$\sigma_{12.Ed} := \frac{S_{12.Ed}}{A} \quad \sigma_{12.Ed} = 247.45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{M0} = 1$$

Макс_притисак_штапа_12 := if($\sigma_{12.Ed} < f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!") Искориштеност:

Макс_притисак_штапа_12 = "Задовољава!"

$$\frac{\sigma_{12.Ed}}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 70\%$$

Затезање и сасијање (дијагонала 1-2):

$$S_{12.Ed} = 9403 \text{ kN} \quad M_{y12.Ed} = 28 \text{ kNm} \quad M_{z12.Ed} = 310 \text{ kNm}$$

Дијагонала 1-2

$$\sigma_{x.Ed.1} := \frac{S_{12.Ed}}{A} + \frac{M_{y12.Ed}}{W_y} \quad \sigma_{x.Ed.1} = 256.78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{x.Ed.2} := \frac{S_{12.Ed}}{A} + \frac{M_{z12.Ed}}{W_z} \quad \sigma_{x.Ed.2} = 285.58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{x.Ed} := \max(\sigma_{x.Ed.1}, \sigma_{x.Ed.2}) \quad \sigma_{x.Ed} = 285.58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

N_M_штапа_12 := if($\sigma_{x.Ed} < f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!")

Употребљивост:

N_M_штапа_12 = "Задовољава!"

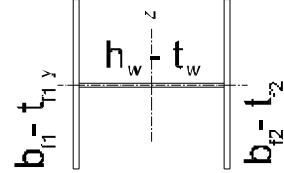
$$\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 80\%$$

Прорачун дијагонале (2-3)

$$S_{23.Ed} := -5903 \cdot \text{kN} \quad M_{y23.Ed} := 67 \cdot \text{kNm} \quad M_{z23.Ed} := -19 \cdot \text{kNm} \quad V_{23.Ed} := 3 \cdot \text{kN}$$

Димензије поп. пресека

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} = 20 \text{ mm}$	$t_w = 16 \text{ mm}$	$t_{f2} = 20 \text{ mm}$	Дебљина
$b_{f1} = 600 \text{ mm}$	$h_w = 510 \text{ mm}$	$b_{f2} = 600 \text{ mm}$	Дужина



Карактеристике поп пресека

$$A = 321.6 \text{ cm}^2 \quad A_{eff} = 297.7 \text{ cm}^2 \quad I_y = 72017.41 \text{ cm}^4 \quad I_z = 186306.8 \text{ cm}^4 \quad i_y = 14.96 \text{ cm} \quad i_z = 24.07 \text{ cm}$$

$$W_y = 2400.58 \text{ cm}^3 \quad W_z = 6774.79 \text{ cm}^3$$

Класификација дијагонале

Дијагонала (2-3)

Класа поп пресека

Класа ребра = 3 Класа горње фланше = 4 Класа доње фланше = 4

Класа_штапа_23 := max (Класа_ребра, Класа_горње_фланше, Класа_доње_фланше)

Класа_штапа_23 = 4

Дијагонала (2-3)

Притисак (Штап 2-3):

$$S_{23.Ed} = -5903 \text{ kN} \quad M_{y23.Ed} = 178 \text{ kNm} \quad M_{z23.Ed} = -19 \text{ kNm} \quad V_{23.Ed} = 3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{23.Ed} := \frac{S_{23.Ed}}{A_{eff}} \quad \sigma_{23.Ed} = -198.26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Макс_притисак_штапа_23 := if (| $\sigma_{23.Ed}$ | < $f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!") Искориштеност:

Макс_притисак_штапа_23 = "Задовољава!" $\frac{|\sigma_{23.Ed}|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 56\%$

Извијање

Дијагонала (2-3)

$$v_y := 0.9 \quad v_z := 1 \quad l_0 = 9.99 \text{ m}$$

Source: EN 1993-1-1 Clause 6.3.1.3, Equation (6.51)

$$\lambda_{23.y} := \frac{v_y \cdot l_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_y} \quad \lambda_{23.y} = 57.81 \quad \lambda_{23.z} := \frac{v_z \cdot l_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{eff}}}{A}}}{i_z} \quad \lambda_{23.z} = 39.94$$

$$\lambda_1 = 76.41$$

$$f_{yS355} = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_{23.y}, \lambda_{23.z}) \quad \lambda_B := \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_1} \quad \lambda_B = 0.76$$

Крива с: $\alpha_f := 0.49$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f (\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2} \quad \chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}}$$

$$\chi_B = 0.69$$

$$S_{23.Ed} = -5903 \text{ kN}$$

Искориштеност:

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A_{\text{eff}} \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad N_{b.Rd} = 6624.11 \text{ kN}$$

$$\frac{|S_{23.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 89\%$$

Извијање_штапа_23 := if (|S_{23.Ed}| < N_{b.Rd}, "Safe!", "Not safe!")

Дијагонала (2-3)

Извијање_штапа_23 = "Задовољава!"

Притисак + савијање поп. пресека класа 3

Дијагонала (2-3)

$$S_{23.Ed} = -5903 \text{ kN} \quad M_{y23.Ed} = 178 \text{ kNm} \quad M_{z23.Ed} = -19 \text{ kNm} \quad V_{23.Ed} = 3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{N.M.Ed} := \frac{S_{23.Ed}}{A} + \frac{M_{y23.Ed}}{W_y} + \frac{M_{z23.Ed}}{W_z} \quad \sigma_{N.M.Ed} = -112.21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{N.M.Rd} := \frac{f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad \sigma_{N.M.Rd} = 322.73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Искориштеност:

$$\frac{|\sigma_{N.M.Ed}|}{\sigma_{N.M.Rd}} = 34.77\%$$

Притисак_и_савијање := if (|σ_{N.M.Ed}| < σ_{N.M.Rd}, "Safe!", "Not safe!")

Притисак_и_савијање = "Задовољава!"

Притисак, савијање и смицање дијагонале (2-3)

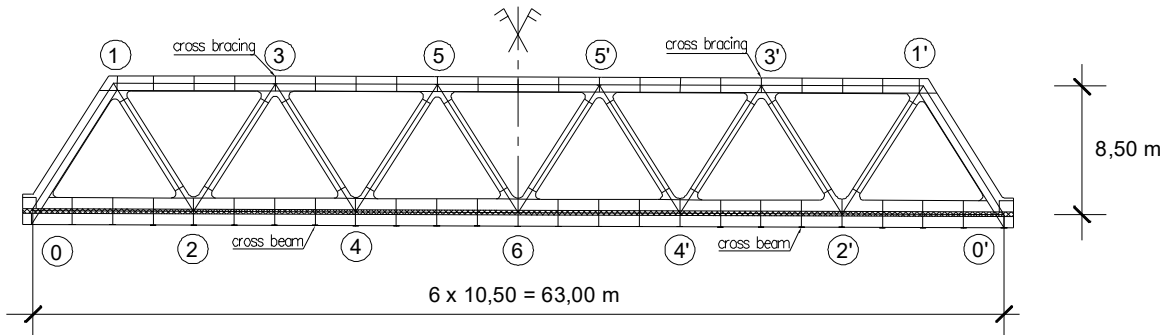
Метода смањеног напона.

Фланша

Интеракц_{N_M_T_фланша} := if ($\sigma'_{N_M_V_35.Web} < 1$, "Safe!", "Not Safe!")

Интеракц_{N_M_T_фланша} = "Задовољава!"

$\sigma'_{N_M_V_35.Ребрп} = 12.09\%$



Прорачун дијагонале (3-4)

$S_{34.Ed} := 5903\text{kN}$ $M_{y34.Ed} := -178\cdot\text{kNm}$ $M_{z34.Ed} := 19\text{kNm}$ $V_{34.Ed} := 3\text{kN}$

Димензије поп. пресека

Горња фланша:

$t_{f1} = 20\text{ mm}$

$b_{f1} = 600\text{ mm}$

Ребро:

$t_w = 16\text{ mm}$

$h_w = 510\text{ mm}$

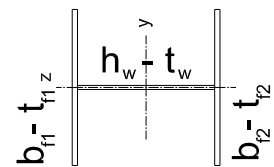
Доња фланша:

$t_{f2} = 20\text{ mm}$

$b_{f2} = 600\text{ mm}$

Дебљина

Дужина



Класификација поп. пресека дијагонале

Дијагонале (3-4)

Затегнут елемент, класификација попречног пресека није потребна.

Карактеристике поп. пресека

$A = 321.6\text{ cm}^2$ $I_y = 72017.41\text{ cm}^4$ $I_z = 186306.8\text{ cm}^4$ $i_y = 14.96\text{ cm}$ $i_z = 24.07\text{ cm}$

$W_y = 2400.58\text{ cm}^3$ $W_z = 6774.79\text{ cm}^3$

Затезање (Штап 3-4):

Дијагонале (3-4)

$$S_{34.Ed} = 5903 \text{ kN} \quad M_{y34.Ed} = -178 \text{ kNm} \quad M_{z34.Ed} = 19 \text{ kNm} \quad V_{34.Ed} = 3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{34.Ed} := \frac{S_{34.Ed}}{A} \quad \sigma_{34.Ed} = 183.55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Искориштеност:

$$\text{Макс_затезање_штапа_34} := \text{if}\left(\left|\sigma_{34.Ed}\right| < f_{yS355} \div \gamma_{M0}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"}\right) \quad \frac{\left|\sigma_{34.Ed}\right|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 52\%$$

Макс_затезање_штапа_34 = "Задовољава!"

Дијагонала (3-4)

Затезање + савијање

$$S_{34.Ed} = 5903 \text{ kN} \quad M_{y34.Ed} = -178 \text{ kNm} \quad M_{z34.Ed} = 19 \text{ kNm} \quad V_{34.Ed} = 3 \text{ kN}$$

AxisVM - вредности

$$\sigma_{N.M.Ed} := \frac{S_{34.Ed}}{A} + \frac{M_{y34.Ed}}{W_y} + \frac{M_{z34.Ed}}{W_z} \quad \sigma_{N.M.Ed} = 112.21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Искориштеност:

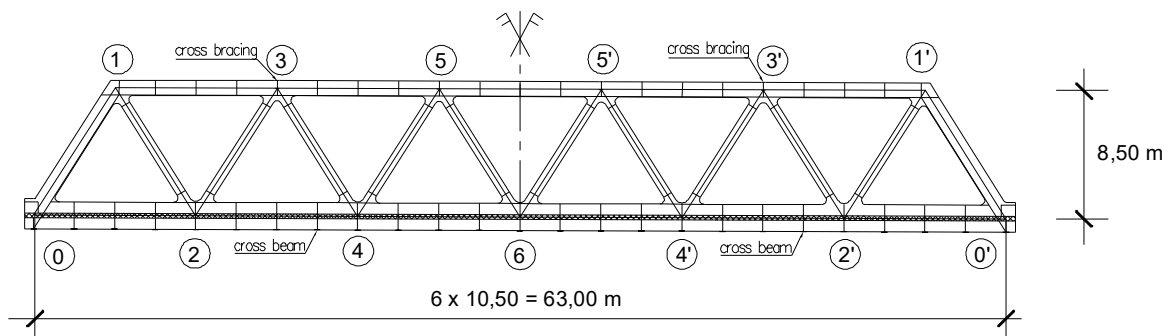
$$\sigma_{N.M.Rd} := \frac{f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad \sigma_{N.M.Rd} = 322.73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \frac{\left|\sigma_{N.M.Ed}\right|}{\sigma_{N.M.Rd}} = 34.77\%$$

Савијање (дијагонала 3-4) око z-z осе са минималним моментом:

$$M_{34.min.z.Ed} := -403 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{34.min.Ed} := \frac{M_{34.min.z.Ed}}{W_z} \quad \sigma_{34.min.Ed} = -59.49 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

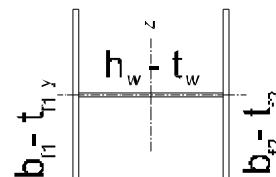
Дијагонала (3-4)

**Прорачун дијагонале (4-5)**

$$S_{45.Ed} := -2914 \text{ kN} \quad M_{y45.Ed} := -120 \text{ kNm} \quad M_{z45.Ed} := -31 \text{ kNm} \quad V_{45.Ed} := 9 \text{ kN}$$

Димензије поп пресека

Горња дијагонала:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} = 25 \text{ mm}$	$t_w = 16 \text{ mm}$	$t_{f2} = 25 \text{ mm}$	Дебљина:
$b_{f1} = 600 \text{ mm}$	$h_w = 500 \text{ mm}$	$b_{f2} = 600 \text{ mm}$	Дужина



Класификација дијагонале

Класа поп пресека

Дијагонала (4-5)

Класа ребра = 3 N_Класа горње фланше = 3 N_M_Горња фланша = 3

N_Доња фланша = 3

Класа_дијагонале_45 := max (Класа_ребра, N_M_класа_горње_фланше, N_класа_доње_фланше)

Класа_дијагонале_45 = 3

Карактеристике поп. пресека

Дијагонала (4-5)

$$A = 380 \text{ cm}^2 \quad A_{\text{eff}} = 374.1 \text{ cm}^2 \quad I_y = 90017.07 \text{ cm}^4 \quad I_z = 223541.7 \text{ cm}^4 \quad i_y = 15.39 \text{ cm} \quad i_z = 24.25 \text{ cm}$$

$$W_y = 3000.57 \text{ cm}^3 \quad W_z = 8128.79 \text{ cm}^3$$

Притисак (Штап 4-5):

(Попречни пресек - класа 3)

$$S_{45.Ed} = -2914 \text{ kN} \quad M_{y45.Ed} = -120 \text{ kNm} \quad M_{z45.Ed} = -31 \text{ kNm} \quad V_{45.Ed} = 9 \text{ kN}$$

$$\sigma_{45.Ed} := \frac{S_{45.Ed}}{A} \quad \sigma_{45.Ed} = -76.68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Макс_притисак_штапа_45 := if (| $\sigma_{45.Ed}$ | < $f_y S355 \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!")

Макс_притисак_штапа_45 = "Задовољава!"

Искориштеност: $\frac{|\sigma_{45.Ed}|}{f_y S355 \div \gamma_{M0}} = 22\%$

Извијање

(Класа попречног пресека - класа 3)

Дијагонала (4-5)

$$v_y := 0.9 \quad v_z := 1.0 \quad l_0 = 9.99 \text{ m}$$

$$\lambda_{23.y} := \frac{v_y \cdot l_0}{i_y} \quad \lambda_{23.y} = 58.42 \quad \lambda_{23.z} := \frac{v_z \cdot l_0}{i_z} \quad \lambda_{23.z} = 41.19 \quad f_y S355 = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\max} := \max(\lambda_{23.y}, \lambda_{23.z})$$

$$\lambda_B := \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_1} \quad \lambda_B = 0.76$$

Крива с: $\alpha_f := 0.49$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f(\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2}$$

$$\chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}} \quad \chi_B = 0.68$$

$$S_{45.Ed} = -2914 \text{ kN}$$

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b.Rd} = 8393.25 \text{ kN}$$

Искориштеност:

$$\frac{|S_{45.Ed}|}{N_{b.Rd}} = 35\%$$

Извијање_штапа_45 := if ($|S_{23.Ed}| < N_{b.Rd}$, "Safe!", "Not safe!")

Извијање_штапа_45 = "Задовољава!"

Дијагонала (4-5)

Притисак, савијање и смицање дијагонале (4-5)

Дијагонала (4-5)

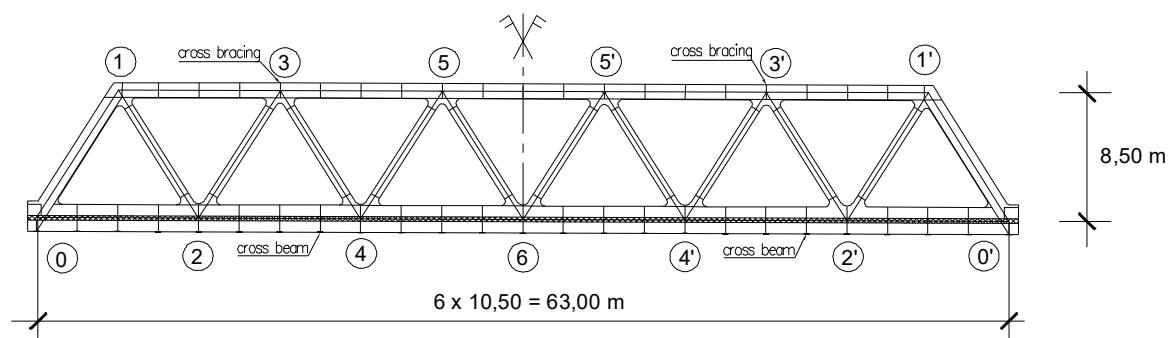
Метода смањеног напона.

Фланша

Интеракц_Н_М_Т_фланша := if ($\sigma'_{N_M_V_45.Web} < 1$, "Safe!", "Not Safe!")

Интеракц_Н_М_Т_фланша = "Задовољава!"

$$\sigma'_{N_M_V_45.Web} = 13.94\%$$



Прорачун дијагонале (5-6)

$$S_{56.Ed} := 2728 \text{ kN}$$

$$M_{y56.Ed} := 36 \text{ kNm}$$

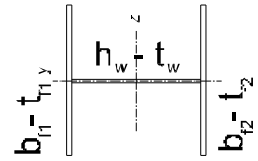
$$M_{z56.Ed} := 190 \text{ kNm}$$

$$V_{56.Ed} := 11 \text{ kN}$$

Димензије попречног пресека

Дијагонала (5-6)

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} := 20\text{mm}$	$t_w := 16\text{mm}$	$t_{f2} := 20\text{mm}$	Дебљина
$b_{f1} := 600\text{mm}$	$h_w := 510\text{mm}$	$b_{f2} := 600\text{mm}$	Дужина



Класификација дијагонала

Дијагонала (5-6)

Затегнут елемент. Задовољава услове!

Карактеристике попречног пресека

$$A = 321.6\text{cm}^2 \quad I_y = 186306.8\text{cm}^4 \quad I_z = 72017.4\text{cm}^4 \quad i_y = 22.14\text{cm} \quad i_z = 13.77\text{cm}$$

$$W_y = 2400.58\text{cm}^3 \quad W_z = 6774.79\text{cm}^3$$

Дијагонала (5-6)

Затезање (Штапа 5-6):

$$S_{56.Ed} = 2728\text{kN} \quad M_{y56.Ed} = 36\text{kNm} \quad M_{z56.Ed} = 190\text{kNm} \quad V_{56.Ed} = 11\text{kN}$$

$$\sigma_{56.Ed} := \frac{S_{56.Ed}}{A} \quad \sigma_{56.Ed} = 84.83 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Макс_притисак_штапа_56 := if(| $\sigma_{56.Ed}$ | < $f_{yS355} \div \gamma_{M0}$, "Safe!", "Not safe!") Искориштеност:

$$\text{Макс_притисак_штапа_56} = \text{"Задовољава!"} \quad \frac{|\sigma_{56.Ed}|}{f_{yS355} \div \gamma_{M0}} = 24\%$$

Затезање + савијање (штапа 5-6) $S_{45.Ed} = -2914\text{kN}$ $M_{y45.Ed} = -120\text{kNm}$ $M_{z45.Ed} = -31\text{kNm}$

$$\sigma_{N.M.Ed} := \frac{S_{45.Ed}}{A} + \frac{M_{y45.Ed}}{W_y} + \frac{M_{z45.Ed}}{W_z} \quad \sigma_{N.M.Ed} = -145.17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Дијагонала (5-6)

$$\sigma_{N.M.Rd} := \frac{f_{yS355}}{\gamma_{M1}} \quad \sigma_{N.M.Rd} = 322.73 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Искориштеност:}$$

Притисак_и_савијање := if(| $\sigma_{N.M.Ed}$ | < $\sigma_{N.M.Rd}$, "Safe!", "Not safe!") $\frac{|\sigma_{N.M.Ed}|}{\sigma_{N.M.Rd}} = 44.98\%$

Притисак_и_савијање = "Задовољавање!"

Савијање (дијагонала 5-6) око z-z осе са МИНИМАЛНИМ МОМЕНТОМ:

$$M_{56.min.z.Ed} := -512 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{56.min.Ed} := \frac{M_{56.min.z.Ed}}{W_z}$$

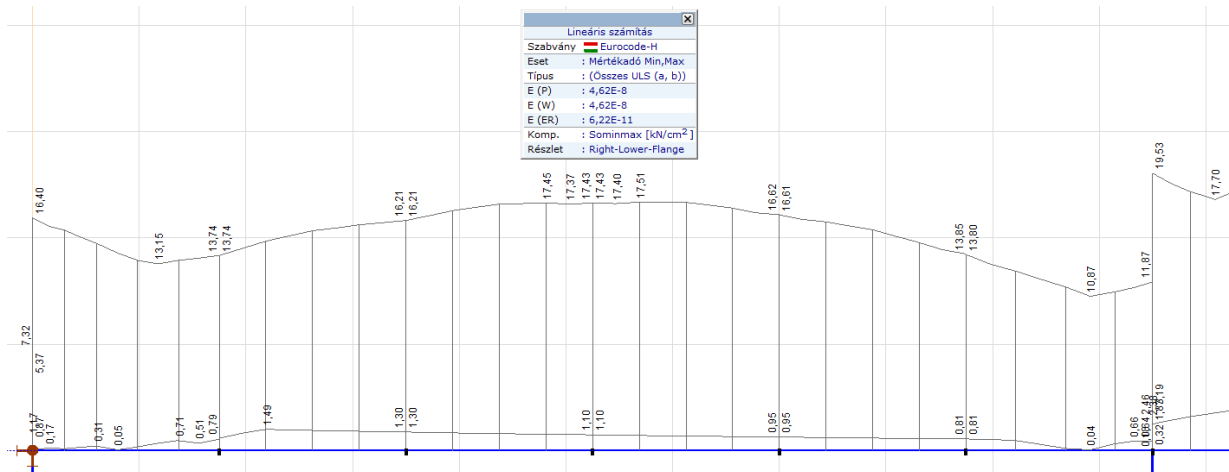
$$\sigma_{56.min.Ed} = -75.57 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Дијагонала (5-6)

4.2.3. Прорачун доњег појаса

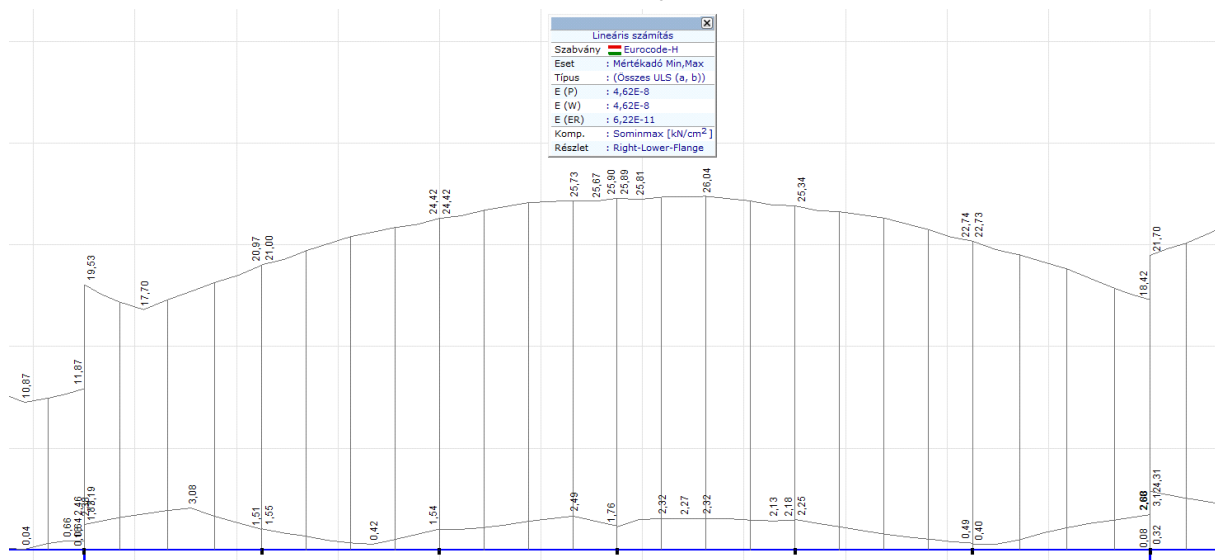
Напони доњег појаса - Von Miseses

ГСН комбинације - напони



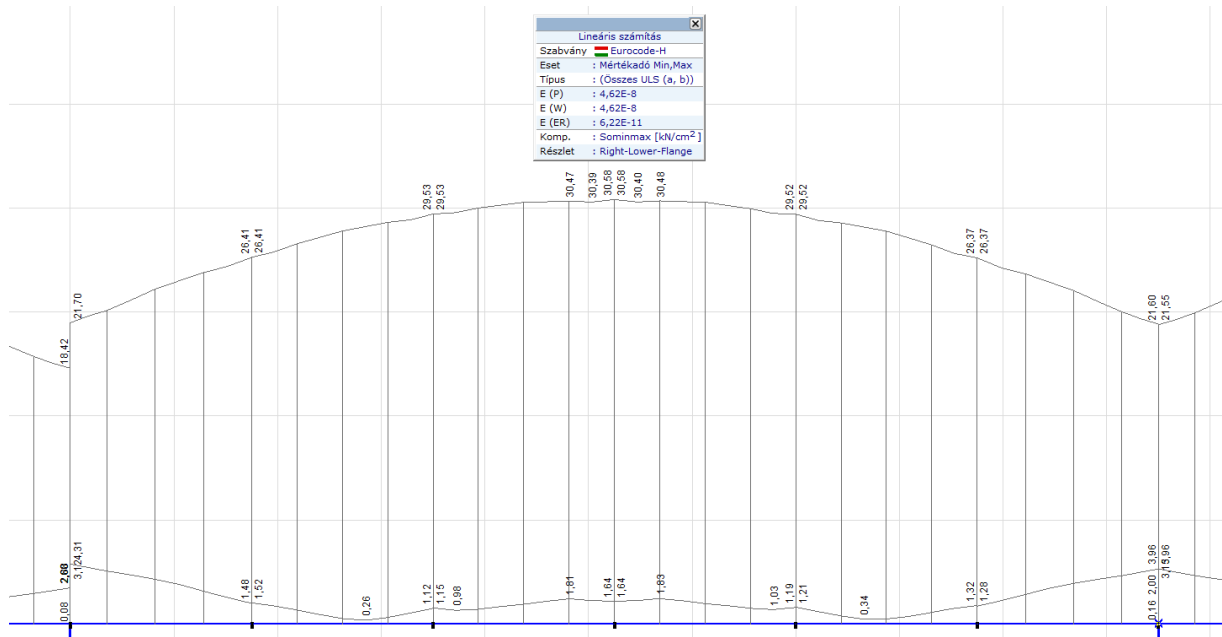
Напони - Von Miseses σ_0 [kN/cm²] Шап 0-2

ГСН комбинације - напони



Напони - Von Miseses σ_0 [kN/cm²] шап 2-4

ГСН комбинације - напони



Напони- Von Miseses σ_0 [kN/cm²] штап 4-6

Пошто су напони по методи von Miseses унутар дозвољених граница

$$\frac{f_{yS355}}{\gamma_{M0}} = 355 \frac{N}{mm^2},$$

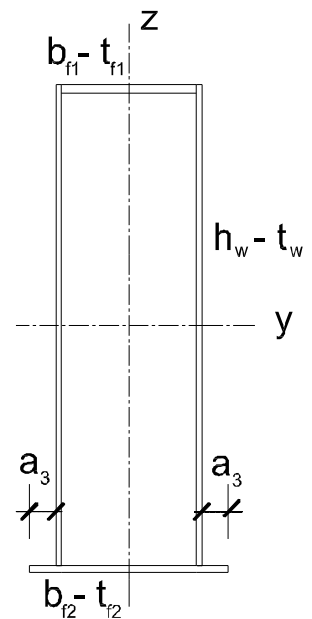
штапови доњег појаса задовољавају све услове.

Резиме димензија, карактеристика и класификација попречних пресека.

Доња фланша 4-6:

Димензије попречног пресека

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} := 30\text{mm}$	$t_w := 20\text{mm}$	$t_{f2} := 25\text{mm}$	Дебљина
$b_{f1} := 510\text{mm}$	$h_w := 1775\text{mm}$	$b_{f2} := 750\text{mm}$	Дужина
		$a_3 := 100\text{mm}$	



Карактеристике попречних пресека

Доњи појас 4-6

$$A = 1050.5 \text{ cm}^2 \quad I_y = 4535970.93 \text{ cm}^4 \quad I_z = 619887.54 \text{ cm}^4 \quad i_y = 65.71 \text{ cm} \quad i_z = 24.29 \text{ cm}$$

$$A_{f.bottom} := A \quad A_{f.bottom} = 1050.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Секантни модул} \quad W_{y.top} = 49247.15 \text{ cm}^3 \quad W_{y.bottom} = 51607.44 \text{ cm}^3$$

Класификација попречног пресека

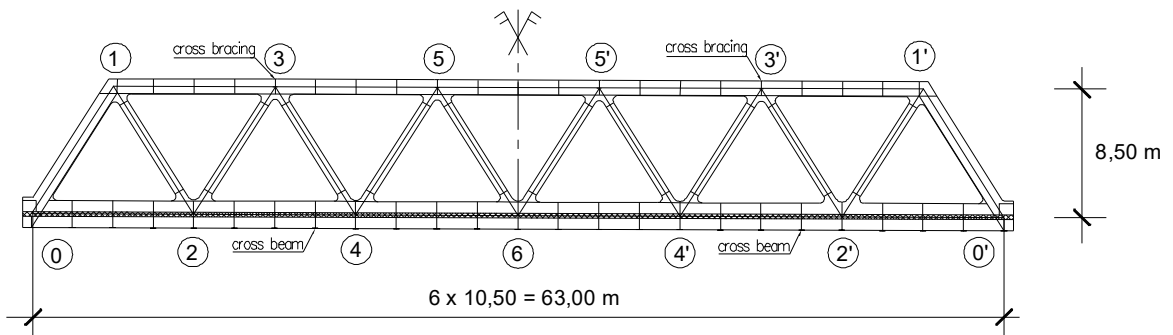
Доњи појас 4-6

Класа ребра = 3 Класа горње фланше = 3 Класа доње фланше = 4
(Затезање!)
N_M_класа_ребра = 4

Класа попречног пресека

Класа_штапа_46 := max (Класа_ребра, Класа_горње_фланше, Класа_доње_фланше)

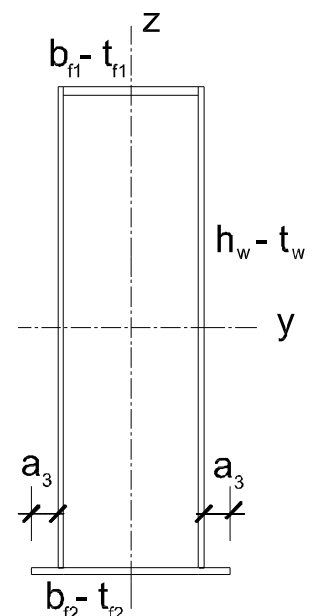
Класа_штапа_46 = 4 **Затегнут елемент!**



Доња фланша 2-4

Димензије попречног

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:	
$t_{f1} := 30\text{mm}$	$t_w := 20\text{mm}$	$t_{f2} := 25\text{mm}$	Дебљина
$b_{f1} := 510\text{mm}$	$h_w := 1775\text{mm}$	$b_{f2} := 750\text{mm}$	Дужина
		$a_3 := 100\text{mm}$	



Карактеристике попречног пресека

Доњи појас 4-6

$$A = 1050.5 \text{ cm}^2 \quad I_y = 4535970.93 \text{ cm}^4 \quad I_z = 619887.54 \text{ cm}^4 \quad i_y = 65.71 \text{ cm} \quad i_z = 24.29 \text{ cm}$$

$$A_{f.\text{bottom}} := A \quad A_{f.\text{bottom}} = 1050.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Секантни модул} \quad W_{y.\text{top}} = 49247.15 \text{ cm}^3 \quad W_{y.\text{bottom}} = 51607.44 \text{ cm}^3$$

Класификација попречног пресека

Lower Chord 2-4

Класа ребра = 3 Класа горње фланше = 3 Клас доње фланше = 4

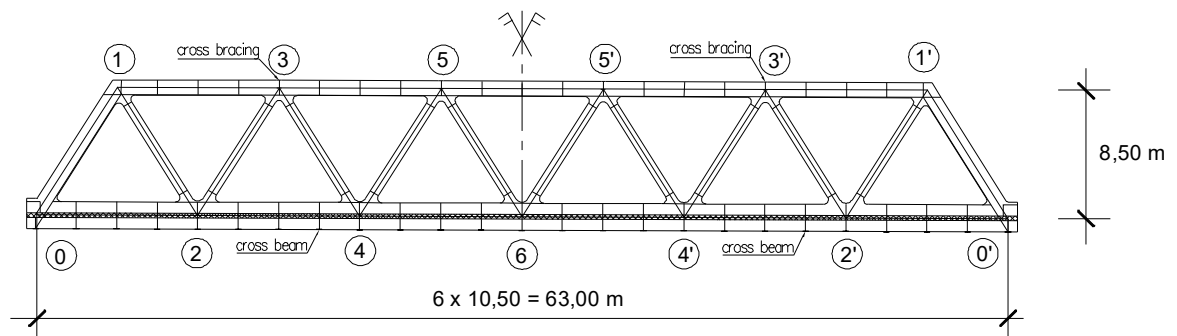
(Затезање)

Класа попречног пресека

N_M_Класа_ребра = 4

Класа_штапа_24 := max (Класа_ребра, класа_горње_фланше, класа_доње_фланше, N_M_класа_ребра)

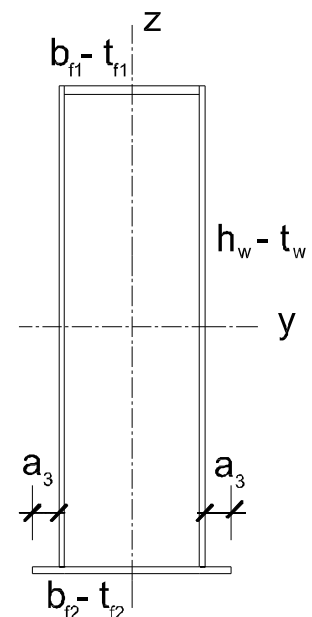
Класа_штапа_24 = **4 (Затегнут елемент)**



Доња фланша 0-2

Димензије попречног пресека

Горња фланша:	Ребро:	Доња фланша:
$t_{f1} := 30\text{mm}$	$t_w := 20\text{mm}$	$t_{f2} := 25\text{mm}$ Дебљина
$b_{f1} := 510\text{mm}$	$h_w := 1775\text{mm}$	$b_{f2} := 750\text{mm}$ Дужина
		$a_3 := 100\text{mm}$



Карактеристике попречног пресека

Доњи појас 0-2

$$A = 1050.5 \text{ cm}^2 \quad I_y = 4535973.02 \text{ cm}^4 \quad I_z = 619887.54 \text{ cm}^4 \quad i_y = 65.71 \text{ cm} \quad i_z = 24.29 \text{ cm}$$

$$A_{f,\text{bottom}} := A \quad A_{f,\text{bottom}} = 1050.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Секантни модул} \quad W_{y,\text{top}} = 49223.33 \text{ cm}^3 \quad W_{y,\text{bottom}} = 51633.68 \text{ cm}^3$$

Класификација попречног пресека

Доњи појас 0-2

Класа ребра = 3 Класа горњег појаса = 3 Класа доњег појаса = 4

(Затезање)

Класа попречног пресека

$N_M_класа_ребра = 4$

Класа_штапова_24 := max (Класа_ребра, класа_горње_фланше, класа_доње_фланше, $N_M_класа_ребра$)

Класа_штапова_24 = 4 **(Затегнут елемент)**

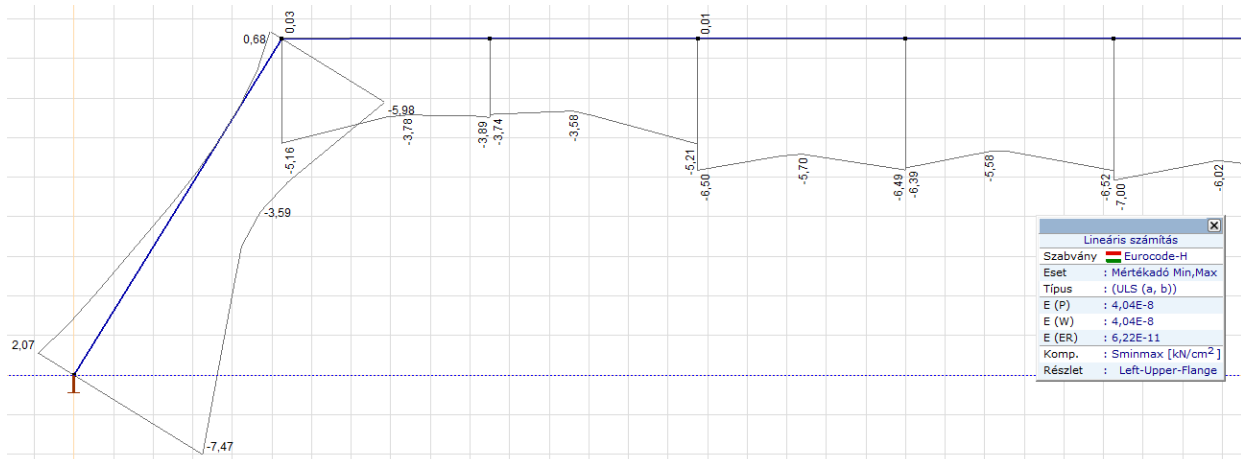
Штапови доњег појаса су истих карактеристика због дозвољених угиба.

4.3. Замор

Динамичи фактор

$$\Phi_3 = 1.009$$

Замор - напон σ_x [kN/cm^2]



Заварени носачи - фалнша, ребро (детал 71)

$$\Delta\sigma_{c.1} := 71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Delta\sigma_{p.1} := 70 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\gamma_{Mf} = 1.35 \quad \Phi_3 = 1.009$$

$\lambda_1 = 0.633$ (63 m распон)
 $\lambda_2 := 1.1$ (Саобраћај/год. $40 \cdot 10^6$ t)
 $\lambda_3 := 1.0$ (Пројектни век 100 год)
 $\lambda_4 := 1$ (Два колосека, 1 - приближна вредност)

$$\lambda_{\max.1} := \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \lambda_{\max.1} = 0.7$$

$$\lambda := \min(\lambda_{\max.1}, 1.4) \quad \lambda = 0.7$$

$$\text{Effect} = \lambda \Phi_3 \gamma_{FF} \sigma_{\Delta} \cdot p.1 \quad \text{Effect} = 49.04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Resistance} := \frac{\Delta \sigma_{c.1}}{\gamma_{Mf=1.35}} \quad \text{Resistance} = 52.59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

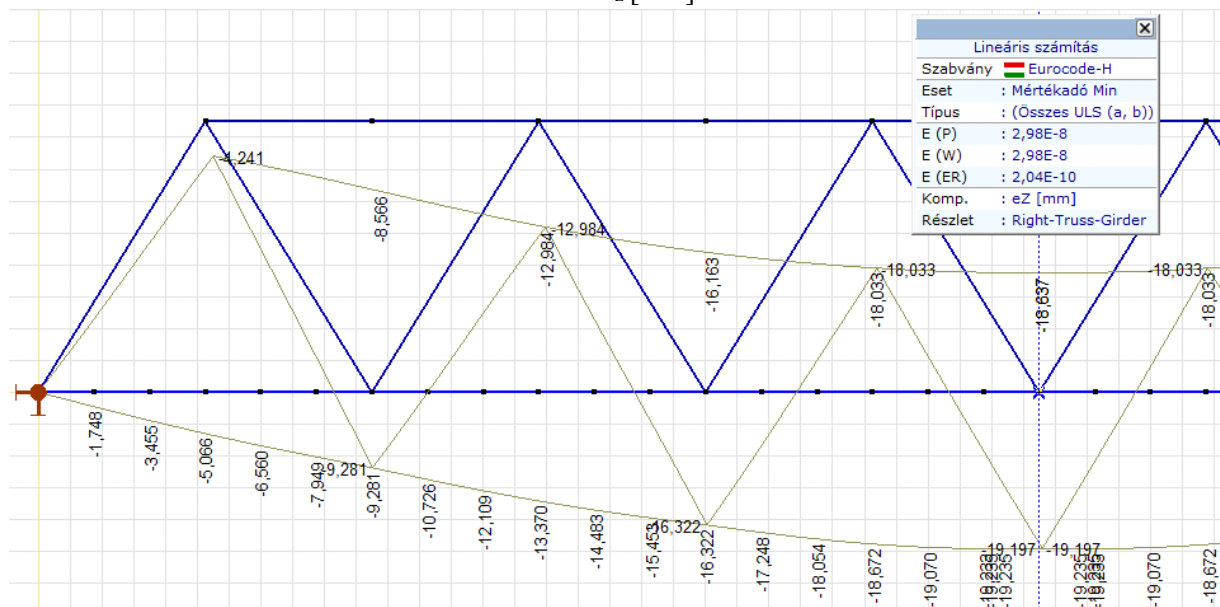
Искориштеност:

$$\text{Заммор_носача_средина_распона} := \text{if}(\text{Effect} < \text{Resistance}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"}) \frac{\text{Утицај}}{\text{Оптор}} \quad 93\%$$

Замор_носача = "Safe!"

4.4. Угиб

Угиб e_z [mm]



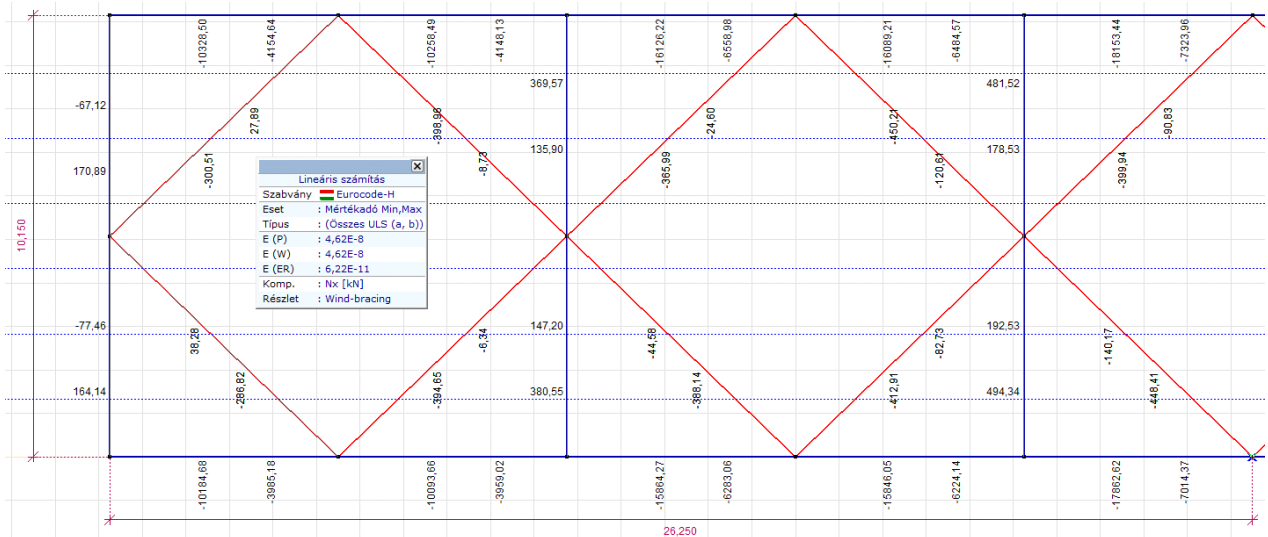
$$e_z := 19.24 \text{ mm} \quad e_{z.\text{limit}} := \frac{L}{2600} \quad e_{z.\text{limit}} = 24.23 \text{ mm}$$

$$\text{Угиб} := \text{if}(e_z < e_{z.\text{limit}}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

Угиб = "Задовољава!"

5.0. Прорачун затега горњег појаса

Спрег против ветра

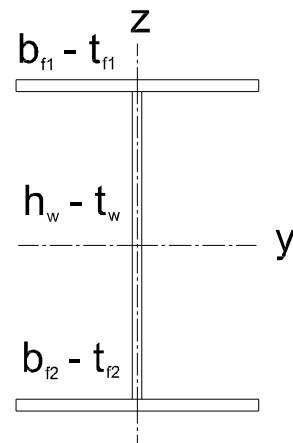


Провера дијагонале

$$N_{Ed} := -450 \text{ kN} \quad L_1 = 5.71 \text{ m}$$

Димензије попречног пресека

$$\begin{aligned} t_{f1} &= 16 \text{ mm} & t_w &= 12 \text{ mm} & t_{f2} &= 16 \text{ mm} \\ b_{f1} &= 300 \text{ mm} & h_w &= 468 \text{ mm} & b_{f2} &= 300 \text{ mm} \\ A &= 152.16 \text{ cm}^2 & i_y &= 20.9 \text{ cm} & i_z &= 6.88 \text{ cm} \end{aligned}$$



Избочавање

$$\begin{aligned} v_y &:= 1 & v_z &:= 1 & L_1 &= 5.71 \text{ m} & i_y &= 20.9 \text{ cm} & i_z &= 6.88 \text{ cm} & \lambda_1 &= 76.41 \\ \lambda_{WB,y} &:= \frac{v_y \cdot L_1}{i_y} & \lambda_{WB,y} &= 27.33 & \lambda_{WB,z} &:= \frac{v_z \cdot L_1}{i_z} & \lambda_{WB,z} &= 83.01 & f_{yS355} &= 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \lambda_{\max} &:= \max(\lambda_{WB,y}, \lambda_{WB,z}) & \lambda_B &:= \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_1} & \lambda_B &= 1.09 & \text{Крива "c": } & \alpha_f &:= 0.49 \end{aligned}$$

$$\Phi_f := \frac{1 + \alpha_f(\lambda_B - 0.2) + \lambda_B^2}{2}$$

$$\chi_B := \frac{1}{\Phi_f + \sqrt{\Phi_f^2 - \lambda_B^2}}$$

$$\chi_B = 0.49$$

$$N_{Ed} = -450 \text{ kN}$$

Спрег против ветра

$$N_{b.WB.Rd} := \frac{\chi_B \cdot A \cdot f_{yS355}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b.WB.Rd} = 2413.69 \text{ kN}$$

Искориштеност:

$$\text{Избочавање_спрега} := \text{if}(|N_{Ed}| < N_{b.WB.Rd}, \text{"Safe!"}, \text{"Not safe!"})$$

$$\frac{|N_{Ed}|}{N_{b.WB.Rd}} = 19\%$$

$$\text{Избочавање_спрега} = \text{"Задовољава!"}$$

срачунао:



János Szabó



Одговорни пројектант:



Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.
лиценца бр.: 3310 F110 07

2/1-1.20.6.2 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.1 ПРИПРЕМНИ РАДОВИ					
	ОПШТИ И ЗАЈЕДНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ПРИПРЕМНЕ И ПРЕТХОДНЕ РАДОВЕ Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки сав рад и материјал који је потребан за комплетан и квалитетан завршетак радова описане позиције. ОБРАЧУН ИЗВРШЕНИХ РАДОВА Обрачун количина стварно изведених радова извршиће се према одредбама које прописују нормативи и стандарди рада у грађевинарству.				
2/1-1.20.1.1	Припрема градилишта.	пауш			400,000.00
2/1-1.20.1.2	Рушити постојећу конструкцију подвожњака и одвести рушевине до депоније према упутству надзорног инжењера.	пауш			16,650,000.00

УКУПНО ПРИПРЕМНИ РАДОВИ:					17,050,000.00
---------------------------------	--	--	--	--	----------------------

2/1-1.20.2 ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА					
	Извођење НВ бушених шипова од бетона С 30/37, ХС2, V-II У цену радова је укључен сав рад на извођењу, а плаћа се готов шип по м'. Арматура се плаћа посебно.				
2/1-1.20.2.1	Ø90 cm	м'	575.00	30,000.00	17,250,000.00
2/1-1.20.2.2	Израда, уградња и монтажа арматуре НВ шипова. Плаћа се по kg уграђене арматуре. В 500В	kg	54,870.00	120.00	6,584,400.00
2/1-1.20.2.3	Пробно оптерећење шипова, испитивање носивости шипова. Плаћа се паушално.		паушално		3,600,000.00

УКУПНО ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА:					27,434,400.00
-----------------------------------	--	--	--	--	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.3.3 ЗЕМЉАНИ РАДОВИ					
2/1-1.20.3.1	Ископ темеља у материјалу I и II категорије, са свом потешном подградом и транспортом ископаног материјала до 5 km. Плаћа се по m ³ ископаног материјала - на дубини 0-2 m - на дубини 2-4 m	m ³ m ³	1,170.00 440.00	890.00 1,200.00	1,041,300.00 528,000.00
2/1-1.20.3.2	Додатак за копање темеља при црпљењу воде од 30 lit/min до 120 lit/min. Плаћа се по m ³ ископаног материјала	m ³	220.00	400.00	88,000.00
2/1-1.20.3.3	Насипање материјала / затрпавање темеља стубова, из ископа или позајмишта, у слојевима по 30 cm, земљаним материјалом, са набијањем слојева до модула стшљивости Ms=30MPa. Плаћа се по m ³ набијеног материјала	m ³	1,230.00	1,000.00	1,230,000.00
2/1-1.20.3.4	Израда клина од крупнозрног тла иза стубова моста са набијањем у слојевима, дебљине d=30cm, до вредности збијања D _{pr} ≥0,98 и q _u ≥ 1MPa. Ово тло се побољшава материјалом за везивање (цементом). Плаћа се по m ³ наб	m ³	1,300.00	3,000.00	3,900,000.00
2/1-1.20.3.5	Израда испуне од крупнозрног материјала, са набијањем у слојевима, дебљине d=30cm, до вредности збијања D _{pr} ≥1. Плаћа се по m ³ набијеног материјала.	m ³	710.00	3,000.00	2,130,000.00
2/1-1.20.3.6	Израда кегли, према пројекту, материјалом добијеним из усека или позајмишта са механичким набијањем у слојевима од по 30cm.	m ³	1,120.00	2,900.00	3,248,000.00

УКУПНО ЗЕМЉАНИ РАДОВИ:	12,165,300.00
-------------------------------	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.4	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ				
	Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки и следеће заједничке услове : - Бетонски радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. SRPS EN 206 - Бетон ће бити справљен од агрегата и цемента атестираних по важећим српским стандардима. -Мешање бетона мора се вршити машинским путем, а набијање вибрирањем -Арматура се плаћа посебно -Каблови се плаћају посебно -У цену бетона је урачуната оплата и скела -Плаћа се за потпуно готов посао од m ³ уграђеног бетона				
	Неармирани бетон				
2/1-1.20.4.1	Мршави бетон - изравњавајући слој, дебљине 15 см, С12/16, испод темеља стубова, крилних зидова, темељних плоча, наглавних греда, прелазних плоча од бетона.	m ³	70.00	12,000.00	840,000.00
2/1-1.20.4.2	Израда заштитног слоја хидроизолације коловозне конструкције, од бетона С 25/30, дебљине 5 см са поцинкованом мрежом. У цену је урачуната утрошена арматура, а плаћа се по m ² заштићене површине.	m ²	740.00	1,800.00	1,332,000.00
	Армирано бетонске темељне конструкције				
2/1-1.20.4.3	Армирани бетон темеља стубова и темеља потпорних зидова, тракастих темеља, контра греда, плочастих темеља, јастука, наглавних греда и бунара. Бетон класе : С 30/37, XC2, V-II	m ³	500.00	25,000.00	12,500,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

	Стубови као ослонци распонских конструкција разних система и лежишне греде				
2/1-1.20.4.4	Тело крајњих стубова (зидова отворене) од бетона класе С 30/37, XC4, XF1, V-II	m ³	340.00	27,600.00	9,384,000.00
2/1-1.20.4.5	Крила и крилни зидови крајњих стубова од бетона класе С 30/37, XC4, XF1, V-II	m ³	60.00	27,600.00	1,656,000.00
2/1-1.20.4.6	Парапети, маске крајњих стубова од бетона класе С 30/37, XC4, XF1, V-II	m ³	40.00	27,600.00	1,104,000.00
2/1-1.20.4.7	Лежишне греде крајњих стубова од бетона класе С 30/37, XC4, XF1, V-II	m ³	10.00	30,600.00	306,000.00
	Распонска конструкција моста од армираног бетона				
2/1-1.20.4.8	Коловозна плоча од армираног бетона преко монтажних носача Бетон класе С 35/45, XC4, XF1, V-II	m ³	210.00	30,600.00	6,426,000.00
2/1-1.20.4.9	Ивични венци пешачких стаза ливени на лицу места, (укључујући и ревизионе шахтове) од бетона класе С 30/37, XC4, XF3, V-II, M-200	m ³	20.00	37,200.00	744,000.00

УКУПНО БЕТОНСКИ РАДОВИ:	34,292,000.00
--------------------------------	----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.5	РАДОВИ ОД МЕТАЛА				
	Све позиције обухватају поред описа појединачних ставки и следеће заједничке услове: - Армирачки радови ће бити изведени у свему по пројекту, статичком прорачуну и важећим правилницима. - Арматуру очистити од рђе и прљавштине, исправити, исећи, савити и уградити по детаљима (арматурним нацртима) и статичком прорачуну. - За квалитет уграђене арматуре одговара извођач радова. - Јединична цена садржи и постављање подметача од челика, пластике или бетона за постизање предвиђених заштитних слојева и правилног положаја арматуре у конструкцији. Сва подеона гвожђа и узенгије ће бити чврсто везани за главну арматуру тако да не може доћи до промене положаја арматуре за време бетонирања конструкције. - У цену радова на преднапрезању урачуната је набавка свог потребног материјала (ужад, котве, пресе, заштитне цеви, подложне плочице, ињекциона маса), постављање ужади у пројектован положај, монтирање и сам процес урезања и ињектирања. - Стварно уграђена количина арматуре свих квалитета обрачунава се по kg без обзира на сложеност и пречнике шипки арматуре. - Обрачун количина извршити према табличним тежинама арматуре и ужади и дужинама из арматурних нацрта.				
2/1-1.20.5.1	Набавка, чишћење, сечење, машинско савијање и монтажа арматуре према пропису, пројекту и статичким детаљима. Плаћа се по kg уграђене арматуре. Ребраста арматура В 500В	kg	192,000.00	120.00	23,040,000.00
УКУПНО АРМИРАЧКИ РАДОВИ:					23,040,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.6 КОНСТРУКЦИЈСКИ ЧЕЛИК					
	Елементи имају своје појединачне описе као и следеће опште услове: - Израда конструкцијског челика мора бити обављена у складу са пројектом, статичким прорачуном и релевантним прописима. SRPS EN 1090 Цене ће покрити све активности, утрошене материјале, алате и скеле. - Са челичних профила и лимова се мора очистити рђа и прљавштина и морају бити исечени, савијени и позиционирани као што је предвиђено у цртежу израде челичних елемената и статичком прорачуну. - Извођач сноси одговорност за квалитет челичних профила и лимова. - Конструкцијски челик мора бити тестиран на узорцима који су наведени у одговарајућим техничким прописима за челичне профиле и лимове. - Цена по елементу ће такође покрити и додатне, помоћне елементе који се користе при изградњи конструкције, конструкцијске спојеве (заварене и ушрафљене), клинове са главом и проверу заварених спојева. - Одступања изведених радова морају бити проверена у складу са кодексом норматива и стандарда у грађевинарству.				
2/1-1.20.6.1	Израда и подизање челичних структура. Цена ће покрити набавку материјала, израду, транспорт, подизање и антикорозивну заштиту у складу са EN ISO 12944-5, класа С5-І . Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конструкција.				
	Горњи строј од челика, класе S355J2/K2+N	t	366.00	360000.00	131,760,000.00
	Челична конструкција тротоара, класе S235JR	t	35.00	300000.00	10,500,000.00
2/1-1.20.6.2	Израда и постављање челичних решетки и газишта од лима, класа S235JR. Цена ће покрити набавку материјала, израду, транспорт, подизање и антикорозивну заштиту у складу са EN ISO 12944-5, класа С5-І . Плаћање изведених радова се врши по тони изведених конструкција.				
		m ²	120.00	21000.00	2,520,000.00

TOTAL KONSTRUKCIJSKI ČELIK:	144,780,000.00
------------------------------------	-----------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.7 ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ					
	- Сви изолатерски радови морају бити изведени педантно и тачно према захтевима из пројекта, предрачуна радова и детаљима. - Употребљени материјали морају одговарати важећим стандардима и прописима, снабдевени атестима овлашћене установе, проверени у употреби, трајни колико и објекат или пројектовани тако да је њихова замена могућа. - Све грешке на конструкцији морају се на одговарајући начин отклонити или санирати пре почетка доношења изолационог материјала. - У јединичну цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, транспорт и израда. - Плаћа се за потпуно готов посао по m ² урађене изолације и/или заштите.				
2/1-1.20.7.1	Хидроизолација. Рад се врши у складу са одговарајућим техничким условима (Ril 804) и стандардима и производном технологијом. Цена обухвата набавку, транспорт и уградњу материјала.	m ²	830.00	3,000.00	2,490,000.00
2/1-1.20.7.2	Израда хидроизолације од једног хладног премаза битулитом и једног премаза врућим битуменом бетонских површина које су у контакту са земљом.	m ²	900.00	1,200.00	1,080,000.00
2/1-1.20.7.3	Израда заштите бетонских површина заштитним хидрофобним премазом за бетон, на бази пенетрата. Површине морају бити претходно очишћене и суве. Премазивање подразумева заштиту и импрегнацију свих видљивих бетонских површина моста које су у додиру са атмосфере	m ²	250.00	2,000.00	500,000.00
2/1-1.20.7.4	Заштитни премаз бетона на пешачким стазама, степеницама и подестима, d=3-3.5 mm, формираног од 4 слоја: епокси прајмер, водоотпорни слој пур смоле, основни премаз пур смоле (полиуретан) са кварц песком (0.5-1 mm) и завршни слој пур смоле.	m ²	40.00	2,500.00	100,000.00
УКУПНО ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ:					4,170,000.00

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.8 ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ					
2/1-1.20.8.1	Израда и уградња потпорних лежајева.				
	Плаћа се по комаду кревета.				
	покретна у свим правцима	ком	1.00	250,000.00	250,000.00
	непокретна у свим правцима	ком	1.00	300,000.00	300,000.00
2/1-1.20.8.2	попречно покретна	ком	1.00	500,000.00	500,000.00
	попречно непокретна	ком	1.00	500,000.00	500,000.00
2/1-1.20.8.2	Израда и постављање челичне плоче са анкерима у главне носаче на местима налегања на лежишта.				
	Плаћа се по кг челика.	kg	1,600.00	250.00	400,000.00
2/1-1.20.8.3	Армиране еластомерне дилатационе спојнице, набавка и уградња према пројекту				
	Плаћа се по м' уграђене дилатационе спојнице.				
	средња померања	м'	12.00	100,000.00	1,200,000.00
	мала померања	м'	12.00	45,000.00	540,000.00

УКУПНО ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ:	3,690,000.00
-------------------------------------	---------------------

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге

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

2/1-1.20.9 ОСТАЛИ РАДОВИ					
	За све позиције наведених радова важи: * у цену је урачуната набавка свог потребног материјала, алата, механизације, транспорт, израда и монтажа према пројекту, а за комплетно завршен посао Сливници од ливеног гвожђа, набавка и уградња према пројекту. Ливене цеви за одвод воде из сливника укључујући и сав причврсни прибор.				
2/1-1.20.9.1	Постављање еластичног тепиха (простирке) за заштиту од буке и пригушење вибрација, између засторне призме и бетонске конструкције. У цену урачуната набавка, транспорт и уградња. Плаћа се по m ² постављене ела	m ²	738.24	1,800.00	1,328,832.00
2/1-1.20.9.2	Израда и постављање оgrade од челика S 235 JRG1. У цену је урачуната набавка материјала, израда, транспорт, монтажа, антикорозиона заштита са два основна и два завршна премаза покривном бојом, а у свему према пројекту. -цевне или од профила	kg	6,400.00	250.00	1,600,000.00
2/1-1.20.9.3	Израда заштите хидроизолације, површина, стиродур плочама дебљине 3 цм.	m ²	900.00	2,700.00	2,430,000.00
2/1-1.20.9.4	Испитивање готовог моста.		lump sum		1,000,000.00
2/1-1.20.9.5	Фотографско снимање у току изградње моста.		lump sum		100,000.00
2/1-1.20.9.6	Израда и уграђивање плоче са годином изградње моста.		lump sum		10,000.00
УКУПНО ОСТАЛИ РАДОВИ:					6,468,832.00

**ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
КЊИГА 2/1-1.20
МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ПРУЖНИ НАДВОЖЊАК - ГАЛЕРИЈА на km 110+351.26 пруге**

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

ЗБИРНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА


2/1-1.20.1	ПРИПРЕМНИ РАДОВИ	17,050,000.00
2/1-1.20.2	ИЗВОЂЕЊЕ НВ ШИПОВА	27,434,400.00
2/1-1.20.3	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ	12,165,300.00
2/1-1.20.4	БЕТОНСКИ И АРМИРАНОБЕТОНСКИ РАДОВИ	34,292,000.00
2/1-1.20.5	РАДОВИ ОД МЕТАЛА	23,040,000.00
2/1-1.20.6	KONSTRUKCIJSKI ČELIK	144,780,000.00
2/1-1.20.7	ИЗОЛАТЕРСКИ РАДОВИ	4,170,000.00
2/1-1.20.8	ЛЕЖИШТА И ДИЛАТАЦИЈЕ	3,690,000.00
2/1-1.20.9	ОСТАЛИ РАДОВИ	6,468,832.00

УКУПНО (дин): **273,090,532**

Београд, јул 2020. год.



Одговорни пројектант:


Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.
лиценца бр.: 3310 F110 07

**2/1-1.20.7. ГРАФИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**



03		
02		
01		

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
-------------	--------------	--------------------

Ревизиони блок: / Revision block:

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

Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ /Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT

Одговорни пројектант / Responsible designers:
Дејан Срејић, дипл. грађ. инж.
 лиценца број: / license No.: 310 F110 07

Сарадници: / Associates:
Јános Szabó

Ивеститор пројекта: / Investor:
ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ "А.Д.
"INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA" JSC
 Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
 Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре
 Немањина 22-26; 11000 Београд; Србија
 web site: www.mgsi.gov.rs
 Ministry of Construction, Transport and Infrastructure
 Nemanjina 22-26 Street; 11000 Belgrade; Serbia
 web site: www.mgsi.gov.rs

Објекат: / Structure:
 МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ
 БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
 БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
 DEONICA NOVI SAD - SUBOTICA - DRZAVNA GRANICA (KELEBIJA)
 MODERNIZATION OF
 BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIJA) RAILWAY LINE
 SECTION - NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIJA)
 Део пројекта: / Part of Design:
ПРОЈЕКАТ МОСТОВА
Мост на км 110+351,26
DESIGN OF BRIDGES
Bridge at km 110+351,26

Унутрашња контрола: / Internal control:
Слободан Јаховић, дипл. грађ. инж.

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

Руководилац организационе јединице:
 Manager of organization unit:
Љиљана Мишковић, дипл. грађ. инж.

Цртеж: / Drawing:
 Ситуација са постојећим мостом
Plan of existing structure

Фаза пројекта:
 Design phase:
ИДП / PD

датум/date:
12.2018.

Цртеж бр./Drawing No.:
2017-728-КОН-2/1-1.20.7.2

Размера:
 Scale:
1:200