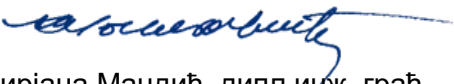



2/8.1 НАСЛОВНА СТРАНА

2/8 ПРОЈЕКАТ СТУБОВА ЗА ПОТРЕБЕ GSMR-СИСТЕМА

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:	2/8 Пројекат стубова за потребе GSMR-система
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:	Мирјана Мандић, дипл.инж. грађ.
Број лиценце:	лиценца бр. 310 F112 07
Потпис:	
Број дела пројекта:	2017-728 -КОН-2/8
Место и датум:	Београд, мај 2020.

2/8.2. САДРЖАЈ

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ СТУБОВА ЗА ПОТРЕБЕ GSMR СИСТЕМА

2/8.1.	Насловна страна
2/8.2.	Садржај
2/8.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/8.4.	Изјава одговорног пројектанта
2/8.5.	Текстуална документација
2/8.5.1.	Технички извештај
2/8.6.	Нумеричка документација
2/8.6.1.	Процена инвестиционе вредности радова
2/8.6.2.	Статички прорачун
2/8.7.	Графичка документација
2/8.7.1.	Диспозиција антенских стубова

2/8.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

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

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

за израду **2/8 Пројекат стубова за потребе GSMR-система**, 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:

Мирјана Мандић, дипл.инж. грађ. _____ 310 F112 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.

2/8.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА ПРОЈЕКТА

Одговорни пројектант пројекта **2/8 Пројекат стубова за потребе GSMR-система**, 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

Мирјана Мандић, дипл.грађ.инж.

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

Одговорни пројектант ИДП:

Мирјана Мандић, дипл.инж. грађ

Број лиценце:

310 F112 07

Потпис:



Број техничке документације:

2017 - 728

Место и датум:

Београд, мај 2020.год.

**2/8.5. ТЕКСТУАЛНА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/8.5.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

ТЕХНИЧКИ ОПИС

уз Пројекат стубова за потребе GSM-R система

На прузи Нови Сад - Суботица, за потребе GSM-R система, пројектовано је деветнаест стубова на различитим локацијама дуж пруге. Укупно се изводи петнаест стубова висине 36 m и четири стуба висине 42 m. Такође су предвиђена и три нова стуба за постојећи РДВ систем висине 20 m.

За стубове GSMR су усвојени тропојасни решеткасти стубови, пројектовани као челична сегментна просторна конструкција, променеивог троугаоног попречног пресека у основи. Димензије страница троугла на коти +0,00 су 2.8 m, док су на коти +30.00 m 1,8 m, одакле крећу сегменти са константном дужином страница троугла 1.8 m. Сви сегменти су дужине 6 m.

СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

Стуб је моделиран у програмском пакету SAP2000. Димензионисање пресека стуба и темеља рађено је за следећа оптерећења:

- сопствена тежина и остало стално оптерећење на стубу (антене, мердевине и платформе)
- оптерећење ветром: фундаментална брзина ветра 21 m/s,
- оптерећење ледом: 0.33 x сопствена тежина стуба,
- оптерећење ветром на залеђену конструкцију,
- корисно оптерећење,

Димензионисање конструкције је извршено за најнеповољнију комбинацију оптерећења према EN стандардима за челичне конструкције.

На основу реакција стубова просторног модела извршена је контрола напона у тлу.

Како произвођач антена није доставио пројектанту стуба неке посебне деформацијске услове које конструкција треба да задовољи, стуб је димензионисан тако да задовољи услове стабилности и деформабилности у конструктивном (грађевинском) смислу.

Максимална промена нагиба стуба на месту постављања антене износи $\alpha=0.35^\circ$ за стуб 36 m и $\alpha=0.51^\circ$ за стуб 42 m и о томе податку треба водити рачуна приликом избора и постављања антена.

ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ

Конструкција антене је подељена на 8 монтажних комада. Први монтажни комад иде од врха стуба и он се уграђује само код антене висине 42,0 m. Остали монтажни комади се уграђују у све антене и од 42,0 и од 36,0 m. Посљедњи монтажни комад је шаблон који се уграђује у бетонски темељ, код обе висине стубова.

Појас као и испуна решеткастог стуба је пројектован од елемената који су израђени од бешавних цевастих профила од челика квалитета S355.

Монтажни комад 1 (МК1) је формиран од цеви $\varnothing 88,9 \times 12,5$, са испуном од цеви $\varnothing 48,3 \times 4$, следећи МК 2 од $\varnothing 114,3 \times 12,5$, а испуна $\varnothing 60,3 \times 4$. Код МК3 штапови појаса и испуне су исти као код МК2. Код МК4 појас је формиран од $\varnothing 133 \times 14,2$ а испуна од $\varnothing 60,3 \times 4$, код МК 5 појас $\varnothing 159 \times 14,2$ а испуна од $\varnothing 76,1 \times 4$. Код МК 6 појас $\varnothing 168,3 \times 14,2$ а испуна од $\varnothing 76,1 \times 4$, а МК7 појас $\varnothing 177,8 \times 14,2$ а испуна од $\varnothing 88,9 \times 4$. Шаблон је формиран од цеви $\varnothing 193 \times 16$, које уједно представљају и анкере за пренос оптерећења са стуба на темељ. У и L профилима конструкција шаблона је формирана као просторни монтажни

комад који ће уједно бити и шаблон како за монтажу следећих сегмената конструкције тако и за остварење пројектоване геометрије стуба.

За вертикалну комуникацију предвиђене су пењалице са сигурносним системом типа SOLL без леђобрана или неки други тип истих карактеристика који постоји на тржишту. Подести су постављени на 13,5 m и 31,5 m (ПЛ 1 и ПЛ3) за стуб 36,0 m, а на 13,5m, 25,5m и 37,5m (ПЛ1, ПЛ2 и ПЛ4) за стуб висине 42,0 m. Носач пењалица се ослања на АБ темељ и на носаче пењалица који се постављају на сваких 3000 mm на појасном штапу. Пењалице истовремено имају функцију да придржавају хенгере за електро каблове који су неопходни за функционисање опреме, односно антена и других уређаја. Отвори на подестима су међусобно смакнути тако да вођице са сигурносним ситемом треба поставити тако да радник не мора да се одвезује приликом стајања на подесту.

Према стандардима ICAO (International Civil Aviation Organization) за обележавање високих конструкција користе се правила из Анекса 14 - ДЕО I -Конвенције о међународном цивилном ваздухопловству. Конструкције висине до 210 m деле се на 7 делова и боје се наизменично црвено и белом бојом, с тиме да први и последњи део мора да буде црвене боје.

ЗАШТИТА ОД КОРОЗИЈЕ

Заштита од корозије челичне конструкције урадити у свему према стандарду SRPS ISO 12944 Делови од 1-8.

За чишћење површина од продукта корозије, коварине и остатка од механичке обраде примењује се поступак чишћења у млазу абразивног материјала које се врши са специјалним уређајима према упутствима произвођача.

Овако очишћене површине морају имати метално чист изглед, без остатака мркоцрвених корозионих продуката (према SRPS ISO 12944/ 2002, степен припреме Sa 2 ½). Одмах, а најкасније 4 часа након овако изведеног чишћења на површине се мора наносити основни премаз.

Све површине очишћене наведеним поступком, морају се још очистити од прашине, заосталог абразивног материјала и сл. употребом сувог компринованог ваздуха.

Уколико овако очишћене површине нису на било који начин замашћене, приступа се даљим фазама рада. У супротном мора се најпре извести одмашћивање.

Категорија корозивности је С4 са веком трајања > 15 год. Изабран је систем епоксид/полиуретан са 4 премаза укупне дебљине 320 µm. Основни премаз дебљине 80 µm је епоксидна боја богата цинком. Два покривна епоксидна премаза су укупне дебљине 160 µm. Завршни премаз је полиуретан дебљине 80 µm. Укупна дебљина свих епоксидних премаза је 320 µm.

Први слој или основни премаз наноси се после чишћења конструкције а по пријему ових радова од стране надзорног органа. Свако премазивање и бојење сме се вршити само по повољном сувом и топлим времену, када нема прашине.

Бојењу се не сме приступити пре прегледа и издатог одобрења од надзорног органа за сваки премаз посебно.

Надзорни орган има право да у току бојења врши контролу да ли извођач употребљава одговарајући материјал и може узимати нове узорке за испитивање. Ако би се показало да материјал не одговара, извођач га мора заменити исправним и сносиће сву одговорност за већ употребљени неисправни материјал. У том случају извођач сноси и трошкове тог контролног испитивања материјала. За све наведене радове Извођач мора претходно урадити Технолошки елаборат о антикорозионој заштити, са свим потребним техничким детаљима. Елаборат мора садржати и списак референтних површина.

ТЕМЕЉ АНТЕНСКОГ СТУБА

Темељна конструкција је јединствена, у основи је кружног попречног пресека димензија $\varnothing 9.2\text{m}$ за стуб висине 42.0m , односно $\varnothing 8.2\text{m}$ за стуб висине 36.0m . Висина темеља је 2.40m . Дебљина темељне плоче је 1.0 m . Горњи део темеља је ужи и то пречника $\varnothing 7.00\text{m}$ и висине 1.40m за стуб 42.0m , односно $\varnothing 6.0\text{m}$ за стуб висине 36.0m . Након уградње шаблона и монтаже стуба предвиђено је да се простор око све три ноге залије бетоном, у свему према пројектној документацији.

Сви бетонски елементи се изводе од армираног бетона С30/37(МВ30). Армирање је арматуром В500-В. Употребљени армирани бетон треба да задовољи марку отпорности на мраз и со М150, и марку водонепропустљивости V6.

Део темеља бетонске конструкције која је у додиру са земљом премазати 1 премаз битулитом и 2 врућа премаза битуменом.

ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Пре почетка радова Извођач је дужан да уради Пројекат Технологије извођења радова, да се детаљно упозна са Главним пројектом и направи динамички план извршења, у зависности од његове могућности, опреме, људства и материјала. За време извођења радова у радионици, као и на монтажи, Извођач треба да обезбеди стручан надзор. Радове поверити квалификованом Извођачу, са одговарајућим референцама.

Челична конструкција је челик квалитета S355 према стандардима SRPS EN 10025-1:2011, SRPS EN 10025-2:2011, SRPS EN 10025-3:2011, SRPS EN 10025-4:2013, SRPS EN 10025-5:2014, SRPS EN 10025-6:2014, SRPS EN 10027-1:2015, SRPS EN 10027-2:2015. Извођач радова, према техничкој документацији, а после обраде и припреме у радионици, саставља наруцбену спецификацију челичног материјала, у коју уноси квалитет материјала предвиђен пројектом. Сав материјал, основни, додатни и везни мора да поседује атест произвођача. У атесту мора да стоји, на коју шаржу и на који сортимент се односи, који стандард и који квалитет, као и све прописане и остварене вредности при утврђивању хемијских и механичких особина материјала. У обзир се не смеју узети, као доказ квалитета материјала, атести у виду изјаве да материјал одговара траженом квалитету. Извођач не сме да угради ни један материјал за који нема доказ о квалитету.

При изради у радионици и на монтажи, извођач радова се мора придржавати одредби важећих стандарда, прописа и закона за ову врсту конструкција.

Београд, децембар 2018 г.



ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Мирјана
П. Мандић
дипл. грађ. инж.
310 F112 07

Мирјана Мандић, дипл. грађ.инж.

Лиценца број: 310 F112 07

**2/8.6 НУМЕРИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**

2/8.6.1 ПРОЦЕНА ИНВЕСТИЦИОНЕ ВРЕДНОСТИ

ПРОЦЕНА ИНВЕСТИЦИОНЕ ВРЕДНОСТИ
2/8: ПРОЈЕКАТ СТУБОВА ЗА ПОТРЕБЕ GSM-R СИСТЕМА

1.	Стуб висине 36 m 15 ком	119,861,850.00
2.	Стуб висине 42 m 4 ком	39,902,940.00
3.	Стуб висине 20 m 3 ком за потребе постојећег РДВ система	11,063,610.00

УКУПНО (дин): **170,828,400.00**

Београд

децембар, 2018. год.



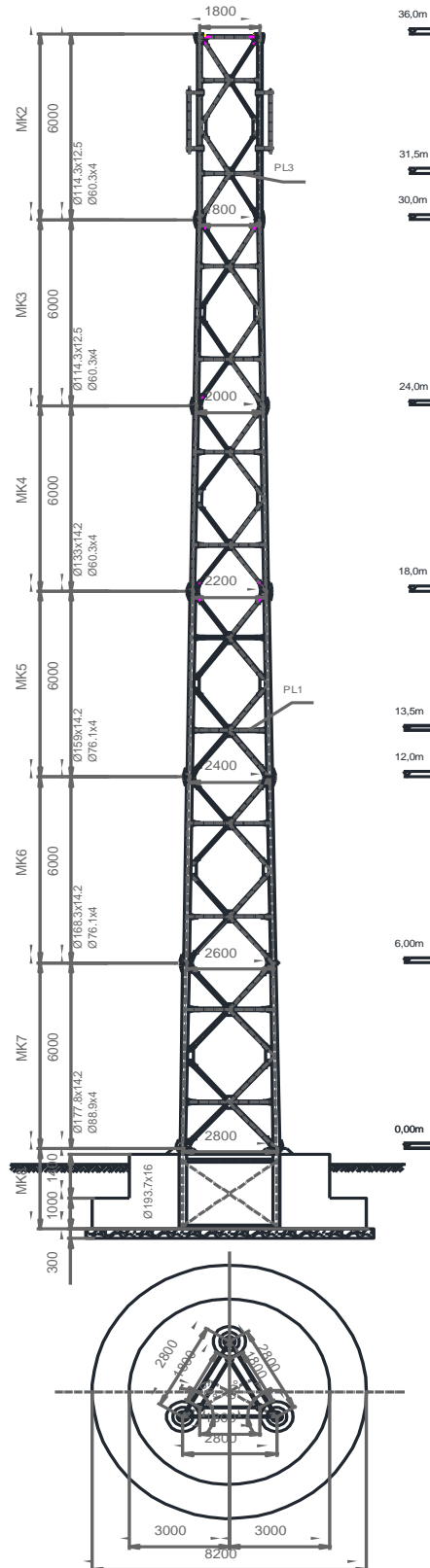
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ:

Mirjana Mandić
Мирјана Мандић, дипл. грађ. инж.
лиценца бр.: 310 F112 07

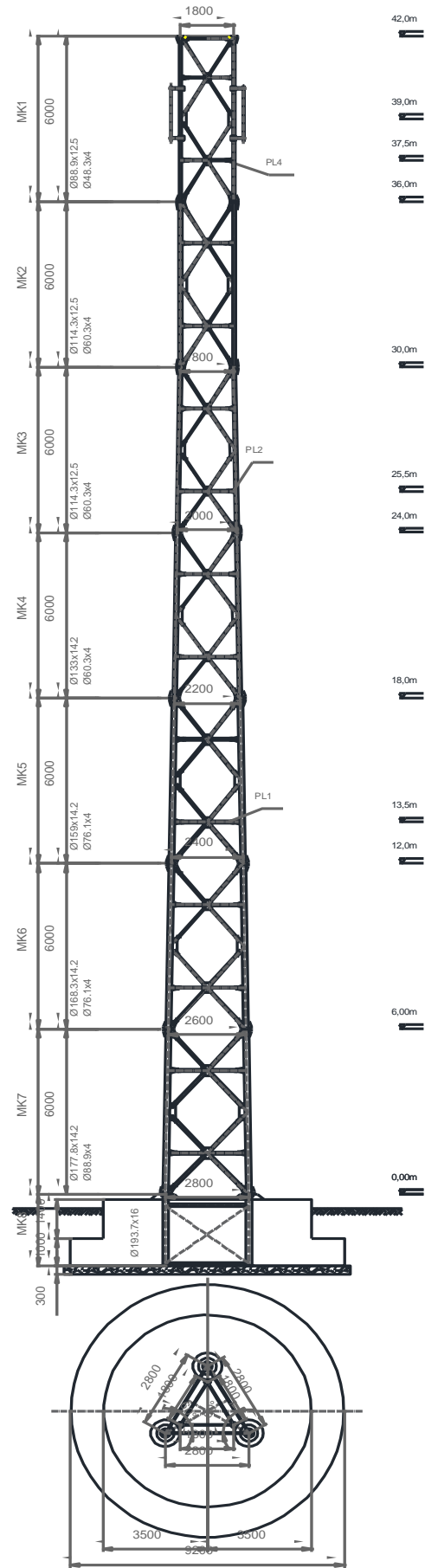
2/8.6.2 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

СТУБ ВИСИНЕ 36 m



СТУБ ВИСИНЕ 42 m



АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

1. Стална оптерећења

СОПСТВЕНА ТЕЖИНА

1. Сопствена тежина елемената стуба срачуната у програмском пакету SAP2000:

Сопствена тежина челичне конструкције стуба срачуната је у програмском пакету SAP2000 увећана за 10% (10% је увећање за чворне лимове и монтажне наставке).

2. Тежина платформе-одморишта	$g_p =$	1.00	kN/m ²
- платформа ПЛ1 на 13,5 m		$A =$	2.40 m ²
		$G_{\text{ПЛ1}_U} =$	2.4 kN
Сила у сваком чвору:		0.80	kN
- платформа ПЛ2 на 25,5 m		$A =$	1.65 m ²
		$G_{\text{ПЛ1}_U} =$	1.65 kN
Сила у сваком чвору:		0.55	kN
- платформа ПЛ4 на 37,5 m		$A =$	1.43 m ²
		$G_{\text{ПЛ1}_U} =$	1.144 kN
Сила у сваком чвору:		0.38	kN
3. Тежина пењалица и каблова	$g_m =$	1.00	kN/m
- веза мердевина са конструкцијом на растојањима 3 m:		$d =$	3.00 m
Сила у сваком чвору:		3.00	kN
4. Тежина антена	$g_a =$	0.50	kN
Сила у два чвора на коти 40,5 m:		0.50	kN
- За случај потребе постављања и додатних антена које нису предвиђене пројектом силу ћемо поставити у чвору на 37,5m.			

2. Промењива оптерећења

ВЕТАР

Фундаментална основна брзина ветра: Локација Нови Сад - Суботица

$$v_{b,0} = 21.00 \text{ m/s} \quad \text{-Фундаментална брзина ветра, SRPS EN 1991-1-4/NA:2017}$$

Основна брзина ветра:

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} \quad (\text{Препоручено } c_{dir} = c_{season} = 1.00)$$

$$v_b = 21.00 \text{ m/s}$$

c_{dir}	c_{season}
1.00	1.00

Осредњена брзина ветра:

$$v_m(z) = c_r(z) c_o(z) v_b$$

Категорија терена II

$$z_0 = 0.05 \text{ m}$$

SRPS EN 1991-1-4, Прилог А, Табела 4.1

$$z_{min} = 2.00 \text{ m}$$

$$z_{max} = 200.00 \text{ m}$$

$$z = 42 \text{ m}$$

Коефицијент терена

$$k_r = 0.19$$

Коефицијент храпавости

$$c_r(z) = k_r \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

	Висина сегменат а z _e [m]	Коефицијент храпавости
1.	6	0.910
2.	12	1.041
3.	18	1.118
4.	24	1.173
5.	30	1.215
6.	36	1.250
7.	42	1.279

Коефицијент топографије терена

$$c_0(z) = 1.000$$

Средња брзина ветра

$$v_m(z) = c_r(z) c_0(z) v_b =$$

	Висина сегменат а z _e [m]	Средња брзина ветра	
1.	6	19.10	m/s
2.	12	21.87	m/s
3.	18	23.49	m/s
4.	24	24.63	m/s
5.	30	25.52	m/s
6.	36	26.25	m/s
7.	42	26.87	m/s

Интензитет турбуленције I_v(z):

$$k_I = 1.00 \quad \text{SRPS EN 1991-1-4, 4.4(1)}$$

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} =$$

	Висина сегменат а z _e [m]	Интензитет турбуленције
1.	6	0.209
2.	12	0.182
3.	18	0.170
4.	24	0.162
5.	30	0.156
6.	36	0.152
7.	42	0.149

Ударни притисак ветра

$$\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3 \quad \text{SRPS EN 1991-1-4, 4.5(1)}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_{z_e}^2 m(z) =$$

	Висина сегменат		Ударни притисак ветра		
	a	z _e [m]			
1.	6		561.51	N/m ²	0.562 kN/m ²
2.	12		680.60	N/m ²	0.681 kN/m ²
3.	18		754.70	N/m ²	0.755 kN/m ²
4.	24		809.26	N/m ²	0.809 kN/m ²
5.	30		852.71	N/m ²	0.853 kN/m ²
6.	36		888.95	N/m ²	0.889 kN/m ²
7.	42		920.11	N/m ²	0.920 kN/m ²

Ударна брзина ветра

$$v_{(z_e)} = \sqrt{\frac{2 \times q_p}{\rho}}$$

	Висина сегменат		Ударна брзина ветра	
	a	z _e [m]		
1.	6		29.97	m/s
2.	12		33.00	m/s
3.	18		34.75	m/s
4.	24		35.98	m/s
5.	30		36.94	m/s
6.	36		37.71	m/s
7.	42		38.37	m/s

Одређивање Рејнолдсовог броја R_e

$$v = 15 \times 10^{-6} \quad \text{m}^2/\text{s}$$

	Висина сегменат		Попречни пресек штапова сегмената		b [m]	R _e	R _e = $\frac{b \times v_{(z_e)}}{v}$
	a	z _e [m]					
1.	6		Ø177.8×14.2	0.1778	355286.02	<4×10 ⁵	
			Ø88.9×4	0.0889	177643.01		
2.	12		Ø168.3×14.2	0.1683	370254.00		
			Ø76.1×4	0.0761	167417.29		
3.	18		Ø159×14.2	0.1590	368343.95		
			Ø76.1×4	0.0761	176295.44		
4.	24		Ø133×14.2	0.1330	319054.13		
			Ø60.3×4	0.0603	144653.87		
5.	30		Ø114.3×12.5	0.1143	281459.75		
			Ø60.3×4	0.0603	148486.64		
6.	36		Ø114.3×12.5	0.1143	287378.33		
			Ø60.3×4	0.0603	151609.04		
7.	42		Ø88.9×12.5	0.0889	227399.62		
			Ø48.3×4	0.0483	123547.82		

ВЕТАР НА КОНСТРУКЦИЈУ

1. УПРАВАН ВЕТАР $\theta=0^\circ$

ПОВРШИНЕ ЗА УПРАВАН ВЕТАР $\theta=0^\circ$

	Висина сегменат а z_e [m]	Пов.окру глих проф. A_c [m ²]	Пов. чвор. лимова A_f [m ²]	Пов. помоћн их еле. A_A [m ²]	Пов. оивичена контуром A_c [m ²]	A_c+A_f [m ²]	$A_s=A_c+A_f+A_A$ [m ²]
1.	6	3.457	1.049	0.497	17.361	4.506	5.003
2.	12	3.127	0.854	0.498	16.091	3.981	4.479
3.	18	2.954	0.843	0.500	14.838	3.797	4.297
4.	24	2.406	0.692	0.503	13.483	3.098	3.601
5.	30	2.140	0.666	0.506	12.174	2.806	3.312
6.	36	2.107	0.693	0.501	11.562	2.800	3.301
7.	42	1.813	0.626	0.501	11.407	2.439	2.940
	Σ	18.004	5.423	3.506	96.916		
	$A_s=$	23.427					
	$\Sigma A_{ref}=$	26.933					

$$\theta = 0^\circ$$

$$C_1 = 1.9 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$C_2 = 1.4 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad c_{f,0,c} = C_1 \times (1 - C_2 \times \varphi) + (C_1 + 0.875) \times \varphi^2, \quad c_{f,s,0,j} = C_{f,0,f} \times \frac{A_f}{A_s} + C_{f,0,c} \times \frac{A_c}{A_s} + C_{f,0,c,sup} \times \frac{A_{c,sup}}{A_s}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	φ	$C_{f,0,c}$	$C_{f,s,0,j}$
1.	6	0.260	1.397	1.397
2.	12	0.247	1.412	1.412
3.	18	0.256	1.401	1.401
4.	24	0.230	1.435	1.435
5.	30	0.230	1.434	1.434
6.	36	0.242	1.419	1.419
7.	42	0.214	1.458	1.458

Инцидентни фактор верта

$$K_\theta = \frac{A_c + A_{c,sup}}{A_s} + \frac{A_f}{A_s} \times (1 - 0.1 \times \sin^2 1.5\theta) = 2.000$$

Коефицијент силе за конструктивне елементе

$$c_{f,s} = K_\theta \times C_{f,s,0} \times \frac{A_s}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	$C_{f,s,0,j}$
1.	6	2.143
2.	12	2.218
3.	18	2.180
4.	24	2.229
5.	30	2.188
6.	36	2.135
7.	42	2.168

Фактор редукције

$K_A = 0.8$ - за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.2

Општи коефицијент нормалне силе за неконструктивне елементе

$C_{f,A,0} = 0.85$ - SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.1

Угао правца деловања ветра у односу на подужну осу неконструктивног елемента

$\psi = 90^\circ$

Коефицијент силе за неконструктивне елементе

$$C_{f,A} = K_A \times C_{f,A,0} \times \sin^2 \psi \times \frac{A_A}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	$C_{f,A}$
1.	6	0.075
2.	12	0.085
3.	18	0.090
4.	24	0.110
5.	30	0.123
6.	36	0.122
7.	42	0.140

Укупан коефицијент силе за управни ветар $\theta=0^\circ$

	Висина сегменат а z_e [m]	C_f
1.	6	2.218
2.	12	2.303
3.	18	2.269
4.	24	2.340
5.	30	2.310
6.	36	2.257
7.	42	2.307

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)}$$

Турбулентна дужина

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \times \ln(z_0) = 0.5202$$

$$L(z_s) = L_t \times \left(\frac{z}{z_t}\right)^\alpha = 102.12$$

$$z_t = 200.00 \text{ m}$$

$$L_t = 300.00 \text{ m}$$

$$z_s = 0.6 \times z = 25.2 \text{ m}$$

Густина спектралне енергије

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$f_L(z, n) = \frac{n \times L(z)}{v_m(z)} = 7.23$$

$$S_L(z, n) = \frac{6.8 \times f_L(z, n)}{(1 + 10.2 \times f_L(z, n))^{5/3}} = 0.037$$

$$v_m(z) = 24.83$$

$$n = 1.76 \text{ Hz}$$

Коефицијент изворног дејства

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 \times \left(\frac{b+h}{L(z_s)}\right)^{0.63}} = 0.651$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$h = 42.00 \text{ m}$$

Функција аеродинамичког приступа:

$$\eta_h = \frac{4.6 \times h}{L(z_s)} \times f_L(z_s, n, x) = 13.6799$$

$$\eta_b = \frac{4.6 \times b}{L(z_s)} \times f_L(z_s, n, x) = 0.9120$$

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \times \eta_h^2} \times (1 - e^{-2\eta_h}) = 0.0704$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \times \eta_b^2} \times (1 - e^{-2\eta_b}) = 0.5924$$

Логаритамски декремент пригушења:

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d =$$

$$\delta_s = 0.05 \text{ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F5}$$

$$\delta_d = 0.00$$

$$\zeta = 2.50 \text{ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F3}$$

Висина
средине
сегменат
а z_e
[m]

1.	3	0.177
2.	9	2.756
3.	15	9.882
4.	21	22.918
5.	27	42.957
6.	33	70.943
7.	39	107.717

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h}\right)^\zeta$$

Еквивалентна маса по јединици дужине

	Висина средине сегменат а z_e [m]	m [kg]	m [kg/m]
1.	6	2354.4	392.40
2.	12	2053.7	342.28
3.	18	1923.1	320.52
4.	24	1578.4	263.07
5.	30	1272.7	212.12
6.	36	1292.6	215.43
7.	42	1005.3	167.55

$$\mu_e = \frac{\int_0^b \mu(z) \times \Phi_1^2(z) dz}{\int_0^b \Phi_1^2(z) dz} = \frac{m_1 \times \Phi_1^2(z) + m_2 \times \Phi_2^2(z) + \dots + m_6 \times \Phi_6^2(z)}{\Phi_1^2(z) + \dots + \Phi_6^2(z)} = 187.94 \text{ kg/m}$$

Коефицијент силе $c_f > 0 = 2.286$

$$\delta_a = \frac{c_f \times \rho \times b \times v_m(z_s)}{2 \times n_1 \times \mu_e} = 0.301$$

$\delta = 0.351$

Коефицијент резонантног одговора
 $c_f > 0 =$

$$R^2 = \frac{\pi}{2 \times \delta} \times S_L(z_s, n_{1,x}) \times R_h(\eta_h) \times R_b(\eta_b) = 0.0069$$

Учесталост прекорачења v :

$$c_f > 0 = v = n_1 \times \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} = 0.1803$$

Ударни коефицијент k_p :

$T = 600.00 \text{ s}$

$$c_f > 0 = k_p = \sqrt{2 \times \ln(v \times T)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \times \ln(v \times T)}} = 3.257$$

Интензитет турбуленције $I_v(z_s)$:

$$I_v(z_s) = 0.16071$$

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_f > 0 = c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)} = 0.870$$

УСВОЈЕНО $c_s c_d = 1.0$

Критеријум за еквивалентну статичку методу

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 < 1$$

$$h_T = \frac{1}{3} h = 14 \quad \text{m}$$

$$m_T = m_5/3 + m_6 + m_7 = 2722.1 \text{ kg}$$

$$c_{f,T} = \frac{c_{f,6} + c_{f,7}}{2} = 2.28202$$

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

$$A_T = A_5/3 + A_6 + A_7 = 7.345 \text{ m}^2$$

$$d_B = 0.75 \times b = 2.10 \text{ m}$$

- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, Б.3.1

$$\tau_o = 0.001 \text{ m}$$

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 = 0.790 < 1$$

Средње оптерећење ветром:

$$F_{m,W(z)} = \frac{q_p}{1 + 7 \times I_{y(z_e)}} \sum c_f \times A_{ref}$$

Висина срдине сегменат а z _e [m]		c _f × A _{ref}	∑ c _f × A _{ref}	F _{m,W(z)} [kN]
1.	6	11.096		14.019
2.	12	10.315		18.373
3.	18	9.752		21.192
4.	24	8.426	61.473	23.314
5.	30	7.652		25.030
6.	36	7.449		26.477
7.	42	6.784		27.732

Еквивалентно ударно оптерећење ветром:

$$F_{T,W(z)} = F_{m,W(z)} \times \left[1 + \left(1 + 0.2 \times \left(\frac{z_m}{h} \right)^2 \right) \times \frac{[1 + 7 \times I_{y(z_e)}] \times c_s c_d - 1}{c_{o(z_m)}} \right]$$

Висина срдине сегменат а z _e [m]	F _{T,W(z)} [kN]	q [kN/m]	по појасу q [kN/m]
1.	34.601	0.824	0.412
2.	42.222	1.005	0.503
3.	47.320	1.127	0.563
4.	51.474	1.226	0.613
5.	55.214	1.315	0.657
6.	58.786	1.400	0.700
7.	62.328	1.484	0.742

2. КОСИ ВЕТАР $\theta=60^\circ$

 ПОВРШИНЕ ЗА КОСИ ВЕТАР $\theta=60^\circ$

	Висина сегменат а z_e [m]	Пов.окру глих проф. A_c [m ²]	Пов. чвор. лимова A_f [m ²]	Пов. помоћн их еле. A_A [m ²]	Пов. оивичена контуром A_c [m ²]	A_c+A_f [m ²]	$A_s=A_c+A_f+A_A$ [m ²]
1.	6	5.459	0.500	0.497	17.481	5.959	6.456
2.	12	4.924	0.474	0.498	16.092	5.398	5.896
3.	18	4.711	0.472	0.500	14.838	5.183	5.683
4.	24	3.858	0.511	0.503	13.482	4.369	4.872
5.	30	3.496	0.495	0.506	12.169	3.991	4.497
6.	36	3.558	0.408	0.501	11.569	3.966	4.467
7.	42	2.854	0.534	0.501	11.425	3.388	3.889
	Σ	28.860	3.394	3.506	97.056		

$$A_s = 32.254$$

$$\Sigma A_{ref} = 35.760$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$C_1 = 1.9 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$C_2 = 1.4 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad c_{f,0,c} = C_1 \times (1 - C_2 \times \varphi) + (C_1 + 0.875) \times \varphi^2, \quad c_{f,s,0,j} = C_{f,0,f} \times \frac{A_f}{A_s} + C_{f,0,c} \times \frac{A_c}{A_s} + C_{f,0,c,sup} \times \frac{A_{c,sup}}{A_s}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	φ	$C_{f,0,c}$	$C_{f,s,0,j}$
1.	6	0.341	1.316	1.316
2.	12	0.335	1.320	1.320
3.	18	0.349	1.309	1.309
4.	24	0.324	1.329	1.329
5.	30	0.328	1.326	1.326
6.	36	0.343	1.314	1.314
7.	42	0.297	1.355	1.355

Инцидентни фактор верта

$$K_\theta = \frac{A_c + A_{c,sup}}{A_s} + \frac{A_f}{A_s} \times (1 - 0.1 \times \sin^2 1.5\theta) = 1.900$$

Коэффициент силе за конструктивне елементе

$$c_{f,s} = K_\theta \times C_{f,s,0} \times \frac{A_s}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	$C_{f,s,0,j}$
1.	6	2.290
2.	12	2.288
3.	18	2.261
4.	24	2.230
5.	30	2.207
6.	36	2.240
7.	42	2.169

Фактор редукције

$$K_A = 0.8 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.2}$$

Општи коефицијент нормалне силе за неконструктивне елементе

$$C_{f,A,0} = 0.85 \quad \text{- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.1}$$

Угао правца деловања ветра у односу на подужну осу неконструктивног елемента

$$\psi = 120^\circ$$

Коефицијент силе за неконструктивне елементе

$$C_{f,A} = K_A \times C_{f,A,0} \times \sin^2 \psi \times \frac{A_A}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z_e [m]	$C_{f,A}$
1.	6	0.043
2.	12	0.047
3.	18	0.049
4.	24	0.059
5.	30	0.065
6.	36	0.064
7.	42	0.075

Укупан коефицијент силе за коси ветар $\theta=60^\circ$

	Висина сегменат а z_e [m]	C_f
1.	6	2.333
2.	12	2.335
3.	18	2.311
4.	24	2.289
5.	30	2.272
6.	36	2.305
7.	42	2.244

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)}$$

Турбулентна дужина

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \times \ln(z_0) = 0.5202$$

$$z_t = 200.00 \text{ m}$$

$$L_t = 300.00 \text{ m}$$

$$z_s = 0.6 \times z = 25.2 \text{ m}$$

$$L(z_s) = L_t \times \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha = 102.12$$

Густина спектралне енергије

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$f_L(z, n) = \frac{n \times L(z)}{v_m(z)} = 7.24$$

$$v_m(z) = 24.83$$

$$n = 1.76 \text{ Hz}$$

$$S_L(z, n) = \frac{6.8 \times f_L(z, n)}{(1 + 10.2 \times f_L(z, n))^{5/3}} = 0.037$$

Коефицијент изворног дејства

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 \times \left(\frac{b+h}{L(z_s)}\right)^{0.63}} = 0.651$$

b= 2.80 m
h= 42.00 m

Функција аеродинамичког приступа:

$$\eta_h = \frac{4.6 \times h}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 13.6955$$

$$\eta_b = \frac{4.6 \times b}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 0.9130$$

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \times \eta_h^2} \times (1 - e^{-2\eta_h}) = 0.0704$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \times \eta_b^2} \times (1 - e^{-2\eta_b}) = 0.5921$$

Логаритамски декремент пригушења:

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d =$$

$\delta_s = 0.05$ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F5
 $\delta_d = 0.00$
 $\zeta = 2.50$ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F3

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h}\right)^\zeta$$

	Висина средине сегменат а z_e [m]	$\Phi_{1(z)}$
1.	3	0.177
2.	9	2.756
3.	15	9.882
4.	21	22.918
5.	27	42.957
6.	33	70.943
7.	39	107.717

Еквивалентна маса по јединици дужине

	Висина средине сегменат а z_e [m]	m [kg]	m [kg/m]
1.	6	2354.4	392.40
2.	12	2053.7	342.28
3.	18	1923.1	320.52
4.	24	1578.4	263.07
5.	30	1272.7	212.12
6.	36	1292.6	215.43
7.	42	1005.3	167.55

$$\mu_e = \frac{\int_0^b \mu(z) \times \Phi_1^2(z) dz}{\int_0^b \Phi_1^2(z) dz} = \frac{m_1 \times \Phi_1^2(z) + m_2 \times \Phi_2^2(z) + \dots + m_6 \times \Phi_6^2(z)}{\Phi_1^2(z) + \dots + \Phi_6^2(z)} = 187.94 \text{ kg/m}$$

Коефицијент силе $c_f > 0 = 2.298$

$$\delta_a = \frac{c_f \times \rho \times b \times v_m(z_s)}{2 \times n_1 \times \mu_e} = 0.302$$

$\delta = 0.352$

Коефицијент резонантног одговора

$c_f > 0 =$

$$R^2 = \frac{\pi}{2 \times \delta} \times S_L(z_s, n_{1,x}) \times R_h(\eta_h) \times R_b(\eta_b) = 0.0069$$

Учесталост прекорачења v :

$$c_f > 0 = v = n_1 \times \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} = 0.1800$$

Ударни коефицијент k_p :

$T = 600.00 \text{ s}$

$$c_f > 0 = k_p = \sqrt{2 \times \ln(v \times T)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \times \ln(v \times T)}} = 3.256$$

Интензитет турбуленције $I_v(z_s)$:

$$I_v(z_s) = 0.16071$$

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_f > 0 = c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)} = 0.870$$

УСВОЈЕНО $c_s c_d = 1.0$

Критеријум за еквивалентну статичку методу

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_0}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 < 1$$

$$h_T = \frac{1}{3} h = 14 \text{ m}$$

$$m_T = m_5/3 + m_6 + m_7 = 2722.1 \text{ kg}$$

$$c_{f,T} = \frac{c_{f,6} + c_{f,7}}{2} = 2.27454$$

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

$$A_T = A_5/3 + A_6 + A_7 = 9.855 \text{ m}^2$$

$$d_B = 0.75 \times b = 2.10 \text{ m} \quad \text{- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, Б.3.1}$$

$$\tau_0 = 0.001 \text{ m}$$

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_0}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 = 0.591 < 1$$

Средње оптерећење ветром:

	Висина срдине сегменат а z _e [m]	c _f × A _{ref}	∑ c _f × A _{ref}	F _{m,W(z)} [kN]	$F_{m,W(z)} = \frac{q_p}{1 + 7 \times I_{V(z_e)}} \sum c_f \times A_{ref}$
1.	6	15.059		18.780	
2.	12	13.766		24.612	
3.	18	13.131		28.388	
4.	24	11.153	82.348	31.231	
5.	30	10.216		33.529	
6.	36	10.295		35.468	
7.	42	8.729		37.149	

Еквивалентно ударно оптерећење ветром:

$$F_{T,W(z)} = F_{m,W(z)} \times \left[1 + \left(1 + 0.2 \times \left(\frac{z_m}{h} \right)^2 \right) \times \frac{[1 + 7 \times I_{V(z_e)}] \times c_s c_d - 1}{c_{o(z_m)}} \right]$$

	Висина срдине сегменат а z _e [m]	F _{T,W(z)} [kN]	q [kN/m]	по појасу q [kN/m]
1.	6	46.351	1.104	0.368
2.	12	56.560	1.347	0.449
3.	18	63.389	1.509	0.503
4.	24	68.954	1.642	0.547
5.	30	73.963	1.761	0.587
6.	36	78.749	1.875	0.625
7.	42	83.493	1.988	0.663

ВЕТАР НА АНТЕНЕ

1. УПРАВАН ВЕТАР θ=0°

- Антене су разматране као табле за означавање.

$$z_{e1,2} = 40.5 \quad \text{m}$$

$$z_{e3,4} = 37.5 \quad \text{m}$$

$$A_{ref,1,2,3,4} = 2.58 \times 0.59 = 1.52 \quad \text{m}^2$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f = 1.8 \quad \text{- SRPS EN 1991-1-4, 7.4.3}$$

$$q_{p(z_{e1,2,3,4})} = 0.92 \quad \text{kN/m}^2$$

$$F_w = c_s c_d \times c_f \times q_{p(z_e)} \times A_{ref}$$

$$F_{1,2,3,4} = 2.52 \quad \text{kN}$$

2. КОСИ ВЕТАР θ=60°

- Антене су разматране као табле за означавање.

$$z_{e1,2} = 40.5 \quad \text{m}$$

$$z_{e3,4} = 37.5 \quad \text{m}$$

$$A_{ref,1,2,3,4} = 2.58 \times 0.614 = 1.58 \quad \text{m}^2$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f = 1.8 \quad \text{- SRPS EN 1991-1-4, 7.4.3}$$

$$q_{p(z_{e1,2,3,4})} = 0.92 \quad \text{kN/m}^2$$

$$F_w = c_s c_d \times c_f \times q_{p(z_e)} \times A_{ref}$$

$$F_{1,2,3,4} = 2.62 \quad \text{kN}$$

ЛЕД
1. ТЕЖИНА ЛЕДА

Дебљина леда

$$\Delta = 152 \text{ mm} \quad \text{- надморска висина врха стуба}$$

$$K_j = 1.2 \quad \text{- за кружне профиле, SRPS EN 1993-3-1/NA, 2.32}$$

$$r_b = K_j \times \left[25 + \frac{\Delta - 200}{25} \right] = 27.696 \text{ mm}$$

 Специфична тежина леда 900 kg/m^3

	Висина сегменат a z _e [m]	Попречни пресек штапова сегмената	b [m]	m _{ceлика} [kg/m]	m _{leда} [kg/m]	m _{укупно} [kg/m]	Увећање	Просек увећања
1.	6	Ø177.8×14.2	0.1778	57.30	16.84	74.14	1.29	
2.	12	Ø168.3×14.2	0.1683	54.00	16.05	70.05	1.30	
3.	18	Ø159×14.2	0.1590	50.70	15.48	66.18	1.31	
4.	24	Ø133×14.2	0.1330	41.60	13.08	54.68	1.31	1.34
5.	30	Ø114.3×12.5	0.1143	31.40	11.75	43.15	1.37	
6.	36	Ø114.3×12.5	0.1143	31.40	11.75	43.15	1.37	
7.	42	Ø88.9×12.5	0.0889	23.60	9.13	32.73	1.39	

- Увећање сопствене тежине конструкције услед тежине леда је 34 %.

ВЕТАР НА ЗАЛЕЂЕНУ КОНСТРУКЦИЈУ
1. УПРАВАН ВЕТАР $\theta=0^\circ$

 ПОВРШИНЕ ЗА УПРАВАН ВЕТАР $\theta=0^\circ$

	Висина сегменат a z _e [m]	Пов.округлих проф. A _c [m ²]	Пов.чвор. лимова A _f [m ²]	Пов. помоћних еле. A _A [m ²]	Пов. оивичена контуром A _c [m ²]	A _c +A _f [m ²]	A _s =A _c +A _f +A _A [m ²]
1.	6	5.125	0.971	0.913	17.891	6.096	7.009
2.	12	4.770	0.836	0.916	16.609	5.606	6.522
3.	18	4.547	0.823	0.918	15.344	5.370	6.288
4.	24	3.970	0.683	0.924	13.976	4.653	5.577
5.	30	3.659	0.655	0.929	12.654	4.314	5.243
6.	36	3.595	0.686	0.921	12.035	4.281	5.202
7.	42	3.192	0.800	0.929	11.407	3.992	4.921
	Σ	28.858	5.454	6.450	99.916		

$$A_s = 34.312$$

$$\Sigma A_{ref} = 40.762$$

$$\theta = 0^\circ$$

$$C_1 = 1.9 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$C_2 = 1.4 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad c_{f,0,c} = C_1 \times (1 - C_2 \times \varphi) + (C_1 + 0.875) \times \varphi^2, \quad c_{f,s,0,j} = C_{f,0,f} \times \frac{A_f}{A_s} + C_{f,0,c} \times \frac{A_c}{A_s} + C_{f,0,c,sup} \times \frac{A_{c,sup}}{A_s}$$

	Висина сегменат а z _e [m]	φ	C _{f,0,c}	C _{f,s,0,j}
1.	6	0.341	1.316	1.316
2.	12	0.338	1.318	1.318
3.	18	0.350	1.309	1.309
4.	24	0.333	1.322	1.322
5.	30	0.341	1.316	1.316
6.	36	0.356	1.305	1.305
7.	42	0.350	1.309	1.309

Инцидентни фактор верта

$$K_{\theta} = \frac{A_c + A_{c,sup}}{A_s} + \frac{A_f}{A_s} \times (1 - 0.1 \times \sin^2 1.5\theta) = 2.000$$

Коефицијент силе за конструктивне елементе

$$c_{f,s} = K_{\theta} \times C_{f,s,0} \times \frac{A_s}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z _e [m]	C _{f,s,0,j}
1.	6	2.212
2.	12	2.243
3.	18	2.217
4.	24	2.256
5.	30	2.232
6.	36	2.192
7.	42	2.093

Фактор редукције

$$K_A = 0.8 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.2}$$

Општи коефицијент нормалне силе за неконструктивне елементе

$$C_{f,A,0} = 1.05 \quad \text{- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.1}$$

Угао правца деловања ветра у односу на подужну осу неконструктивног елемента

$$\psi = 90^{\circ}$$

Коефицијент силе за неконструктивне елементе

$$c_{f,A} = K_A \times C_{f,A,0} \times \sin^2 \psi \times \frac{A_A}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z _e [m]	C _{f,A}
1.	6	0.126
2.	12	0.137
3.	18	0.144
4.	24	0.167
5.	30	0.181
6.	36	0.181
7.	42	0.195

Укупан коефицијент силе за управни ветар $\theta=0^\circ$

	Висина сегменат a z_e [m]	C_f
1.	6	2.338
2.	12	2.381
3.	18	2.360
4.	24	2.423
5.	30	2.413
6.	36	2.372
7.	42	2.289

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)}$$

Турбулентна дужина

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \times \ln(z_0) = 0.5202$$

$$L(z_s) = L_t \times \left(\frac{z}{z_t}\right)^\alpha = 102.12$$

$z_t = 200.00 \text{ m}$
 $L_t = 300.00 \text{ m}$
 $z_s = 0.6 \times z = 25.2 \text{ m}$

Густина спектралне енергије

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$f_L(z, n) = \frac{n \times L(z)}{v_m(z)} = 6.25$$

$$S_L(z, n) = \frac{6.8 \times f_L(z, n)}{(1 + 10.2 \times f_L(z, n))^{5/3}} = 0.041$$

$v_m(z) = 24.83$
 $n = 1.52 \text{ Hz}$

Коефицијент изворног дејства

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 \times \left(\frac{b+h}{L(z_s)}\right)^{0.63}} = 0.651$$

$b = 2.80 \text{ m}$
 $h = 42.00 \text{ m}$

Функција аеродинамичког приступа:

$$\eta_h = \frac{4.6 \times h}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 11.8279$$

$$\eta_b = \frac{4.6 \times b}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 0.7885$$

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \times \eta_h^2} \times (1 - e^{-2\eta_h}) = 0.0810$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \times \eta_b^2} \times (1 - e^{-2\eta_b}) = 0.6302$$

Логаритамски декремент пригушења:

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d =$$

$\delta_s = 0.05$ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F5
 $\delta_d = 0.00$
 $\zeta = 2.50$ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F3

	Висина средине сегменат а z_e [m]	$\Phi_{1(z)}$
1.	3	0.177
2.	9	2.756
3.	15	9.882
4.	21	22.918
5.	27	42.957
6.	33	70.943
7.	39	107.717

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h}\right)^\zeta$$

Еквивалентна маса по јединици дужине

	Висина средине сегменат а z_e [m]	m [kg]	m [kg/m]
1.	6	3154.9	525.82
2.	12	2752.0	458.66
3.	18	2577.0	429.49
4.	24	2115.1	352.51
5.	30	1705.4	284.24
6.	36	1732.1	288.68
7.	42	1347.1	224.52

$$\mu_e = \frac{\int_0^b \mu(z) \times \Phi_1^2(z) dz}{\int_0^b \Phi_1^2(z) dz} = \frac{m_1 \times \Phi_1^2(z) + m_2 \times \Phi_2^2(z) + \dots + m_6 \times \Phi_6^2(z)}{\Phi_1^2(z) + \dots + \Phi_6^2(z)} = 251.84 \text{ kg/m}$$

Коефицијент силе $c_f > 0 = 2.381$

$$\delta_a = \frac{c_f \times \rho \times b \times v_m(z_s)}{2 \times n_1 \times \mu_e} = 0.270$$

$\delta = 0.320$

Коефицијент резонантног одговора
 $c_f > 0 =$

$$R^2 = \frac{\pi}{2 \times \delta} \times S_L(z_s, n_{1,x}) \times R_h(\eta_h) \times R_b(\eta_b) = 0.0102$$

Учесталост прекорачења v :

$$c_f > 0 = v = n_1 \times \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} = 0.1886$$

Ударни коефицијент k_p :

$T = 600.00 \text{ s}$

$$c_f > 0 = k_p = \sqrt{2 \times \ln(v \times T)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \times \ln(v \times T)}} = 3.270$$

Интензитет турбуленције $I_v(z_s)$:

$$I_v(z_s) = 0.16071$$

Коефицијент конструкције $c_s c_d$

$$c_{f>0} = c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)} = 0.873$$

УСВОЈЕНО $c_s c_d = 1.0$

Критеријум за еквивалентну статичку методу

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 < 1$$

$$h_T = \frac{1}{3} h = 14 \quad \text{m}$$

$$m_T = m_5/3 + m_6 + m_7 = 3647.7 \text{ kg}$$

$$c_{f,T} = \frac{c_{f,5} + c_{f,6}}{2} = 2.33057$$

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

$$A_T = A_5/3 + A_6 + A_7 = 11.871 \text{ m}^2$$

$$d_B = 0.75 \times b = 2.10 \text{ m}$$

$$\tau_o = 0.001 \text{ m}$$

- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, Б.3.1

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 = 0.641 < 1$$

Средње оптерећење ветром:

$$F_{m,W(z)} = \frac{q_p}{1 + 7 \times I_{v(z_e)}} \sum c_f \times A_{ref}$$

Висина средине сегманат а z_e [m]	$c_f \times A_{ref}$	$\sum c_f \times A_{ref}$	$F_{m,W(z)}$ [kN]
1. 6	16.389		22.012
2. 12	15.526		28.848
3. 18	14.842		33.274
4. 24	13.511	96.521	36.606
5. 30	12.650		39.300
6. 36	12.341		41.572
7. 42	11.263		43.543

Еквивалентно ударно оптерећење ветром:

$$F_{T,W(z)} = F_{m,W(z)} \times \left[1 + \left(1 + 0.2 \times \left(\frac{z_m}{h} \right)^2 \right) \times \frac{[1 + 7 \times I_{y(z_e)}] \times C_s C_d - 1}{C_{o(zm)}} \right]$$

	Висина средине сегменат а z_e [m]	$F_{T,W(z)}$ [kN]	q [kN/m]	по појасу q [kN/m]
1.	6	47.413	1.317	0.659
2.	12	57.809	1.606	0.803
3.	18	64.701	1.797	0.899
4.	24	70.246	1.951	0.976
5.	30	75.166	2.088	1.044
6.	36	79.795	2.217	1.108
7.	42	84.319	2.342	1.171

2. КОСИ ВЕТАР $\theta=60^\circ$

 ПОВРШИНЕ ЗА КОСИ ВЕТАР $\theta=60^\circ$

Висина сегменат а z_e [m]	Пов.окру глих проф. A_c [m ²]	Пов. чвор. лимова A_f [m ²]	Пов. помоћн их еле. A_A [m ²]	Пов. оивичена контуром A_c [m ²]	A_c+A_f [m ²]	$A_s=A_c+A_f+A_A$ [m ²]	
1.	6	7.827	0.448	0.913	18.014	8.275	9.188
2.	12	7.255	0.410	0.916	16.609	7.665	8.581
3.	18	6.979	0.410	0.918	15.343	7.389	8.307
4.	24	6.123	0.461	0.925	13.975	6.584	7.509
5.	30	5.718	0.353	0.929	12.649	6.071	7.000
6.	36	5.820	0.403	0.921	12.041	6.223	7.144
7.	42	5.094	0.410	0.904	11.425	5.504	6.408
	Σ	44.816	2.895	6.426	100.056		

$$A_s = 47.711$$

$$\Sigma A_{ref} = 54.137$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$C_1 = 1.9 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$C_2 = 1.4 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б}$$

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad c_{f,0,c} = C_1 \times (1 - C_2 \times \varphi) + (C_1 + 0.875) \times \varphi^2, \quad c_{f,s,0,j} = C_{f,0,f} \times \frac{A_f}{A_s} + C_{f,0,c} \times \frac{A_c}{A_s} + C_{f,0,c,sup} \times \frac{A_{c,sup}}{A_s}$$

Висина сегменат а z_e [m]	φ	$C_{f,0,c}$	$C_{f,s,0,j}$
1.	6	0.459	1.264
2.	12	0.461	1.263
3.	18	0.482	1.263
4.	24	0.471	1.263
5.	30	0.480	1.263
6.	36	0.517	1.266
7.	42	0.482	1.263

Инцидентни фактор верта

$$K_{\theta} = \frac{A_c + A_{c,sup}}{A_s} + \frac{A_f}{A_s} \times (1 - 0.1 \times \sin^2 1.5\theta) = 1.900$$

Коефицијент силе за конструктивне елементе

$$c_{f,S} = K_{\theta} \times C_{f,S,0} \times \frac{A_s}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z _e [m]	C _{f,S,0,j}
1.	6	2.271
2.	12	2.272
3.	18	2.266
4.	24	2.231
5.	30	2.259
6.	36	2.250
7.	42	2.220

Фактор редукције

$$K_A = 0.8 \quad \text{- за троугаону основу SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.2}$$

Општи коефицијент нормалне силе за неконструктивне елементе

$$C_{f,A,0} = 1.05 \quad \text{- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, табела Б.2.1}$$

Угао правца деловања ветра у односу на подужну осу неконструктивног елемента

$$\psi = 120^\circ$$

Коефицијент силе за неконструктивне елементе

$$c_{f,A} = K_A \times C_{f,A,0} \times \sin^2 \psi \times \frac{A_A}{\Sigma A}$$

	Висина сегменат а z _e [m]	C _{f,A}
1.	6	0.070
2.	12	0.075
3.	18	0.078
4.	24	0.089
5.	30	0.096
6.	36	0.093
7.	42	0.103

Укупан коефицијент силе за коси ветар θ=60°

	Висина сегменат а z _e [m]	C _f
1.	6	2.340
2.	12	2.347
3.	18	2.344
4.	24	2.320
5.	30	2.356
6.	36	2.344
7.	42	2.324

Коэффициент конструкције $c_s c_d$

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)}$$

Турбулентна дужина

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \times \ln(z_0) = 0.5202$$

$$L(z_s) = L_t \times \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha = 102.12$$

$$z_t = 200.00 \text{ m}$$

$$L_t = 300.00 \text{ m}$$

$$z_s = 0.6 \times z = 25.2 \text{ m}$$

Густина спектралне енергије

SRPS EN 1991-1-4, Прилог Б1, Б1

$$f_L(z, n) = \frac{n \times L(z)}{v_m(z)} = 6.25$$

$$v_m(z) = 24.83$$

$$n = 1.52 \text{ Hz}$$

$$S_L(z, n) = \frac{6.8 \times f_L(z, n)}{(1 + 10.2 \times f_L(z, n))^{5/3}} = 0.041$$

Коэффициент изворног дејства

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 \times \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0.63}} = 0.651$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$h = 42.00 \text{ m}$$

Функција аеродинамичког приступа:

$$\eta_h = \frac{4.6 \times h}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 11.8279$$

$$\eta_b = \frac{4.6 \times b}{L(z_s)} \times f_L(z_{s,n1,x}) = 0.7885$$

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \times \eta_h^2} \times (1 - e^{-2\eta_h}) = 0.0810$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \times \eta_b^2} \times (1 - e^{-2\eta_b}) = 0.6302$$

Логаритамски декремент пригушења:

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d = \delta_s = 0.05 \text{ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F5}$$

$$\delta_d = 0.00$$

$$\zeta = 2.50 \text{ SRPS EN 1991-1-4, Прилог F3}$$

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h} \right)^\zeta$$

Висина
срдине
сегманат
а z_e
[m]

	Висина срдине сегманат а z_e [m]	$\Phi_{1(z)}$
1.	3	0.177
2.	9	2.756
3.	15	9.882
4.	21	22.918
5.	27	42.957
6.	33	70.943
7.	39	107.717

Еквивалентна маса по јединици дужине

	Висина средине сегменат a z _e [m]	m [kg]	m [kg/m]
1.	6	3131.4	521.89
2.	12	2731.4	455.24
3.	18	2557.7	426.29
4.	24	2099.3	349.88
5.	30	1692.7	282.12
6.	36	1719.2	286.53
7.	42	1347.1	224.52

$$\mu_e = \frac{\int_0^b \mu(z) \times \Phi_1^2(z) dz}{\int_0^b \Phi_1^2(z) dz} = \frac{m_1 \times \Phi_1^2(z) + m_2 \times \Phi_2^2(z) + \dots + m_6 \times \Phi_6^2(z)}{\Phi_1^2(z) + \dots + \Phi_6^2(z)} = 250.98 \text{ kg/m}$$

Коефицијент силе $c_f > 0 = 2.342$

$$\delta_a = \frac{c_f \times \rho \times b \times v_m(z_s)}{2 \times n_1 \times \mu_e} = 0.267$$

$\delta = 0.317$

Коефицијент резонантног одговора

$c_f > 0 =$

$$R^2 = \frac{\pi}{2 \times \delta} \times S_L(z_s, n_{1,x}) \times R_h(\eta_h) \times R_b(\eta_b) = 0.0103$$

Учесталост прекорачења v:

$$c_f > 0 = v = n_1 \times \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} = 0.1897$$

Ударни коефицијент k_p:

T= 600.00 s

$$c_f > 0 = k_p = \sqrt{2 \times \ln(v \times T)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \times \ln(v \times T)}} = 3.272$$

Интензитет турбуленције I_v(z_s):

$$I_v(z_s) = 0.16071$$

Коефицијент конструкције c_sc_d

$$c_f > 0 = c_s c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \times I_v(z_s)} = 0.873$$

УСВОЈЕНО $c_s c_d = 1.0$

Критеријум за еквивалентну статичку методу

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 < 1$$

$$h_T = \frac{1}{3} h = 14 \quad \text{m}$$

$$m_T = m_5/3 + m_6 + m_7 = 3630.5 \text{ kg}$$

$$c_{f,T} = \frac{c_{f,5} + c_{f,6}}{2} = 2.33369$$

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

$$A_T = A_5/3 + A_6 + A_7 = 15.885 \text{ m}^2$$

$$d_B = 0.75 \times b = 2.10 \text{ m}$$

- SRPS EN 1993-3-1, Анекс Б, Б.3.1

$$\tau_o = 0.001 \text{ m}$$

$$\frac{7 \times m_T}{\rho_s \times c_{f,T} \times A_T \times \sqrt{d_B \times \tau_o}} \times \left(\frac{5}{6} - \frac{h_T}{h} \right)^2 = 0.476 < 1$$

Средње оптерећење ветром:

$$F_{m,W(z)} = \frac{q_p}{1 + 7 \times I_{v(z_e)}} \sum c_f \times A_{ref}$$

Висина срдине сегменат а z_e [m]	$c_f \times A_{ref}$	$\sum c_f \times A_{ref}$	$F_{m,W(z)}$ [kN]
1. 6	21.504		28.886
2. 12	20.143		37.856
3. 18	19.472		43.665
4. 24	17.419	126.66	48.037
5. 30	16.490		51.572
6. 36	16.743		54.554
7. 42	14.890		57.140

Еквивалентно ударно оптерећење ветром:

$$F_{T,W(z)} = F_{m,W(z)} \times \left[1 + \left(1 + 0.2 \times \left(\frac{z_m}{h} \right)^2 \right) \times \frac{[1 + 7 \times I_{y(z_e)}] \times c_s c_d - 1}{c_{o(zm)}} \right]$$

Висина срдине сегменат а z_e [m]	$F_{T,W(z)}$ [kN]	q [kN/m]	по појасу
			q [kN/m]
1. 6	71.294	1.980	0.660
2. 12	86.996	2.417	0.806
3. 18	97.500	2.708	0.903
4. 24	106.060	2.946	0.982
5. 30	113.765	3.160	1.053
6. 36	121.125	3.365	1.122
7. 42	128.423	3.567	1.189

ВЕТАР НА ЗАЛЕЂЕНЕ АНТЕНЕ

1. УПРАВАН ВЕТАР $\theta=0^\circ$

- Антене су разматране као табле за означавање.

$$z_{e1,2} = 40.5 \quad \text{m}$$

$$z_{e3,4} = 37.5 \quad \text{m}$$

$$A_{ref,1,2,3,4} = 2.65 \times 0.65 = 1.72 \quad \text{m}^2$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f = 1.8 \quad \text{- SRPS EN 1991-1-4, 7.4.3}$$

$$q_{p(z_{e1,2,3,4})} = 0.92 \quad \text{kN/m}^2$$

$$F_w = c_s c_d \times c_f \times q_{p(z_e)} \times A_{ref}$$

$$F_{1,2,3,4} = 2.85 \quad \text{kN}$$

2. КОСИ ВЕТАР $\theta=60^\circ$

- Антене су разматране као табле за означавање.

$$z_{e1,2} = 40.5 \quad \text{m}$$

$$z_{e3,4} = 37.5 \quad \text{m}$$

$$A_{ref,1,2,3,4} = 2.65 \times 0.672 = 1.78 \quad \text{m}^2$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f = 1.8 \quad \text{- SRPS EN 1991-1-4, 7.4.3}$$

$$q_{p(z_{e1,2,3,4})} = 0.92 \quad \text{kN/m}^2$$

$$F_w = c_s c_d \times c_f \times q_{p(z_e)} \times A_{ref}$$

$$F_{1,2,3,4} = 2.95 \quad \text{kN}$$

КОРИСНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ НА ПОДЕСТИМА

1. Корисно оптерећење на подестима

$$g_p = 2.00 \quad \text{kN/m}^2$$

- платформа ПЛ1 на 13,5 m

$$A = 2.40 \quad \text{m}^2$$

$$G_{пл1_u} = 4.8 \quad \text{kN}$$

Сила у сваком чвору:

$$1.60 \quad \text{kN}$$

- платформа ПЛ2 на 25,5 m

$$A = 1.65 \quad \text{m}^2$$

$$G_{пл1_u} = 3.3 \quad \text{kN}$$

Сила у сваком чвору:

$$1.10 \quad \text{kN}$$

- платформа ПЛ4 на 37,5 m

$$A = 1.43 \quad \text{m}^2$$

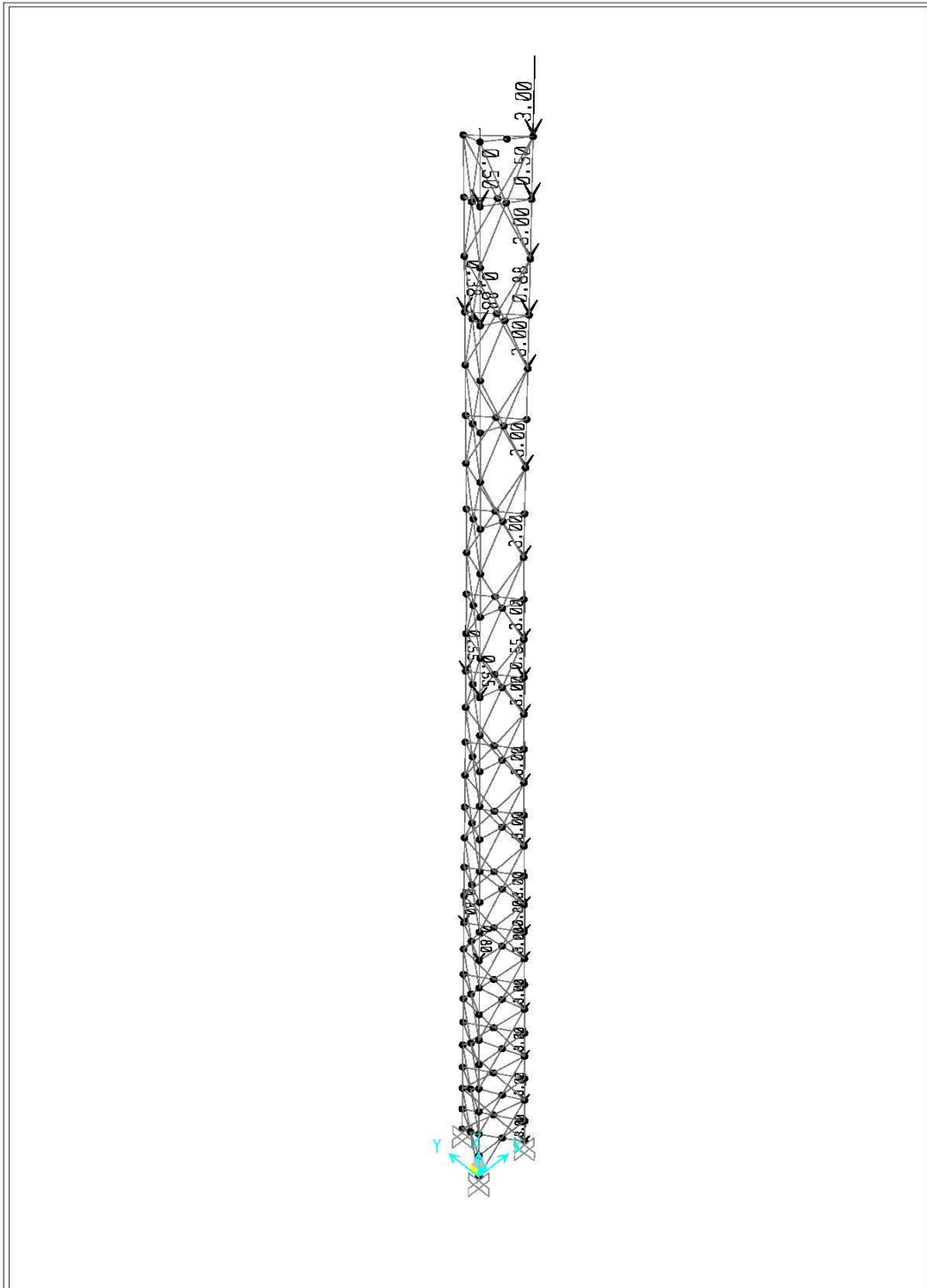
$$G_{пл1_u} = 2.86 \quad \text{kN}$$

Сила у сваком чвору:

$$0.95 \quad \text{kN}$$

SAP2000

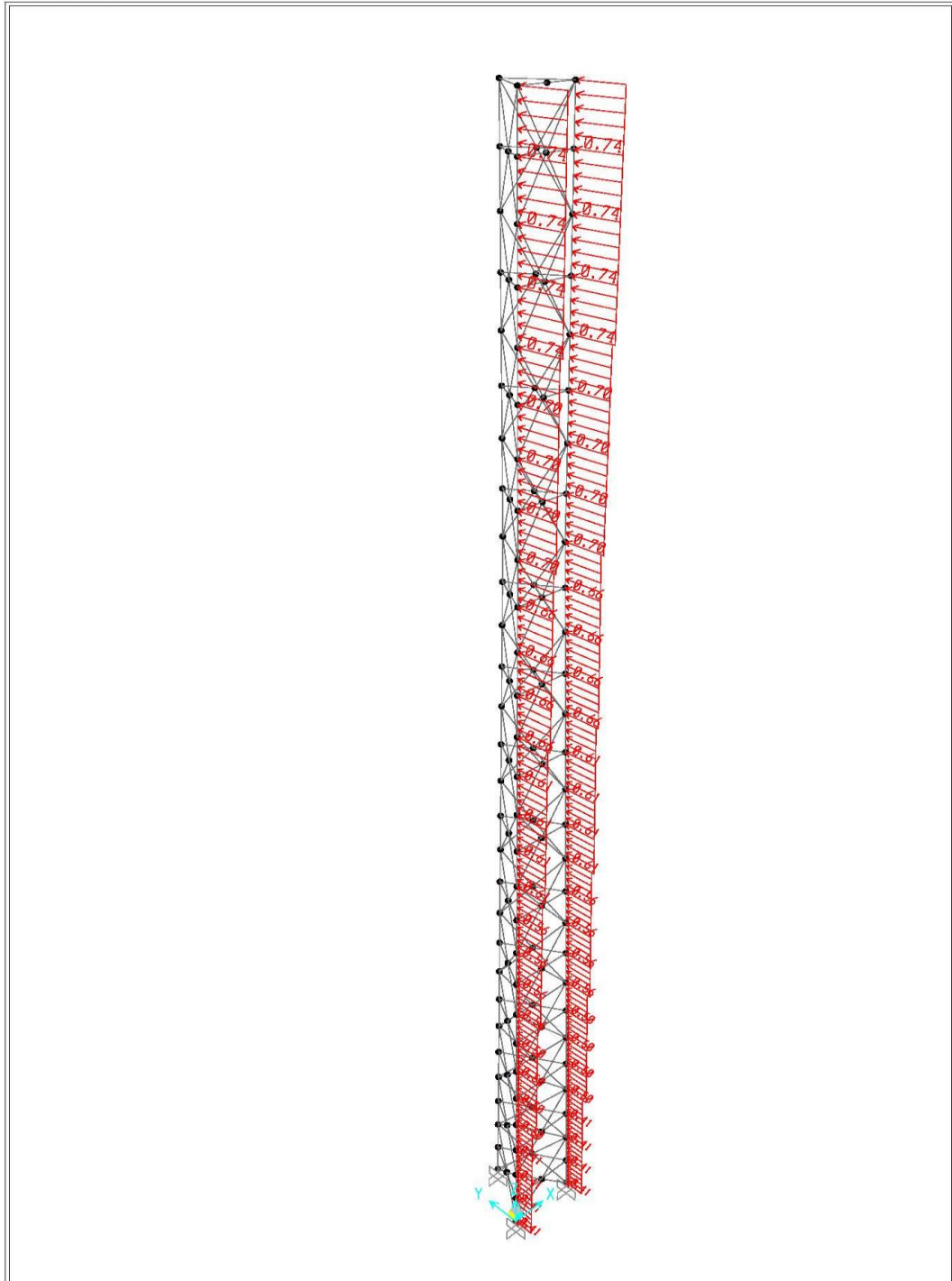
12.14.18 8:40:08



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (SOP_TEZINA_OSTALIH DELOVA) (As Defined) - KN

SAP2000

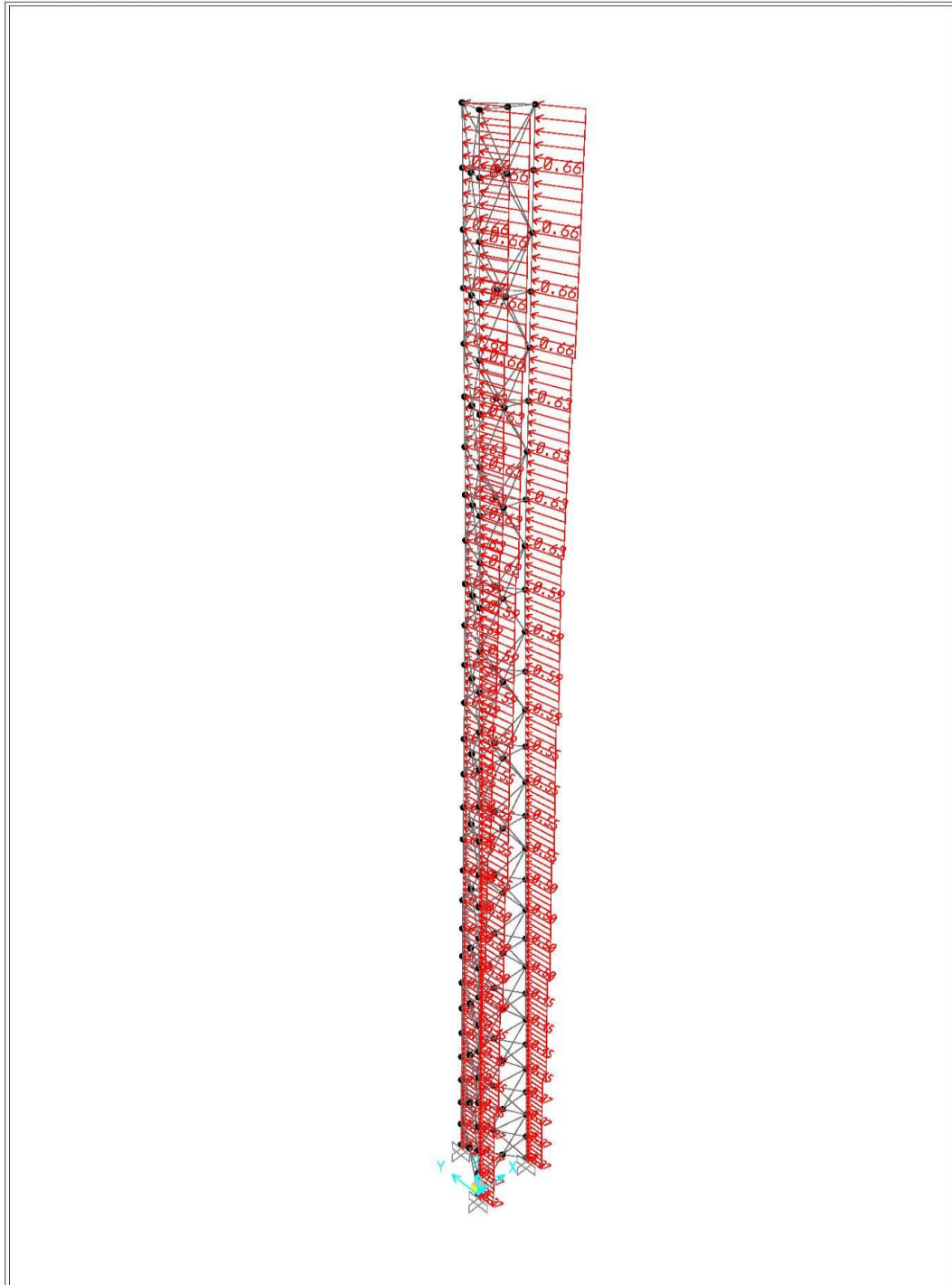
12.14.18 8:44:31



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Frame Span Loads (VETAR_0) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

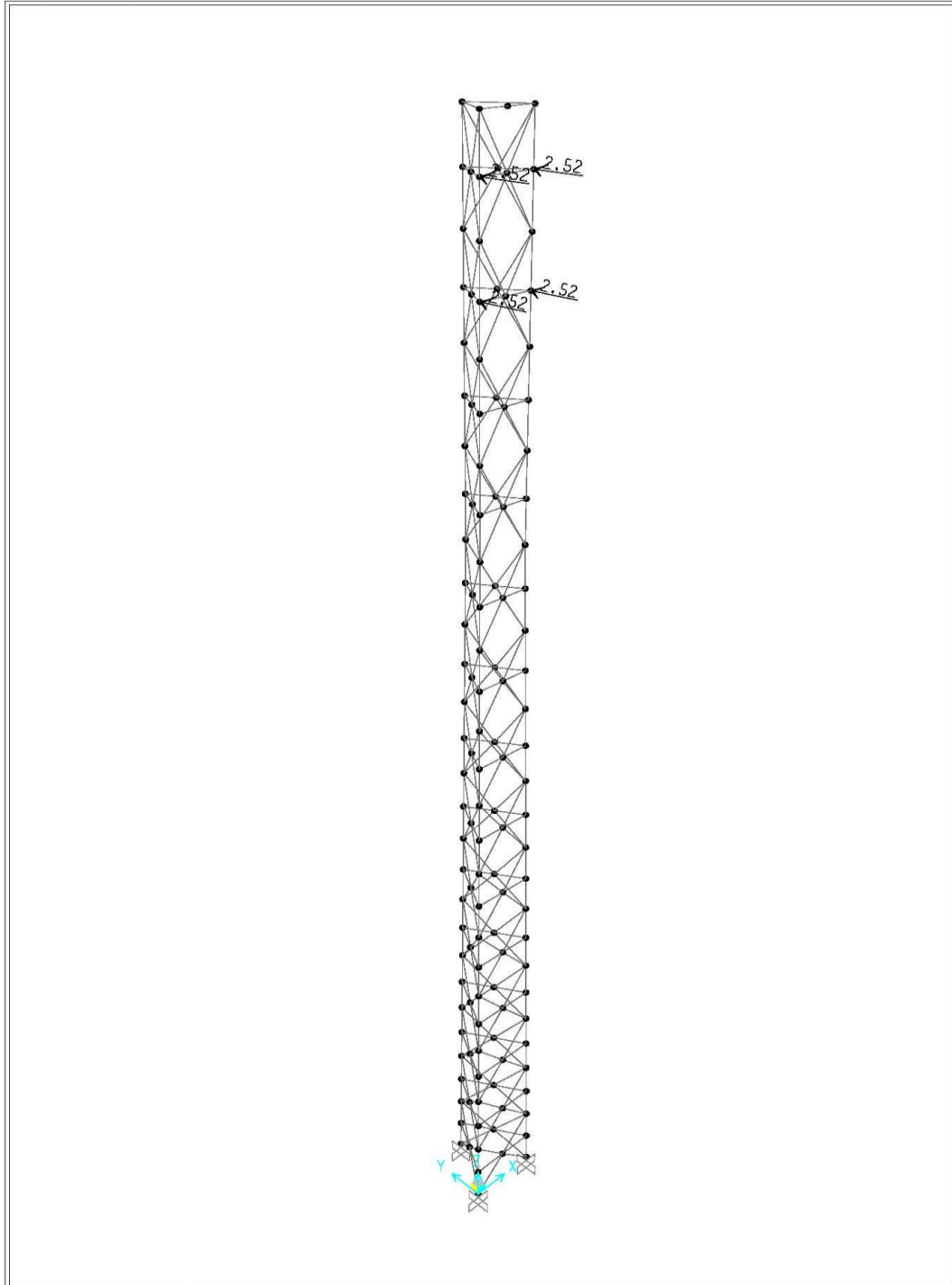
12.14.18 8:46:22



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Frame Span Loads (VETAR_60) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

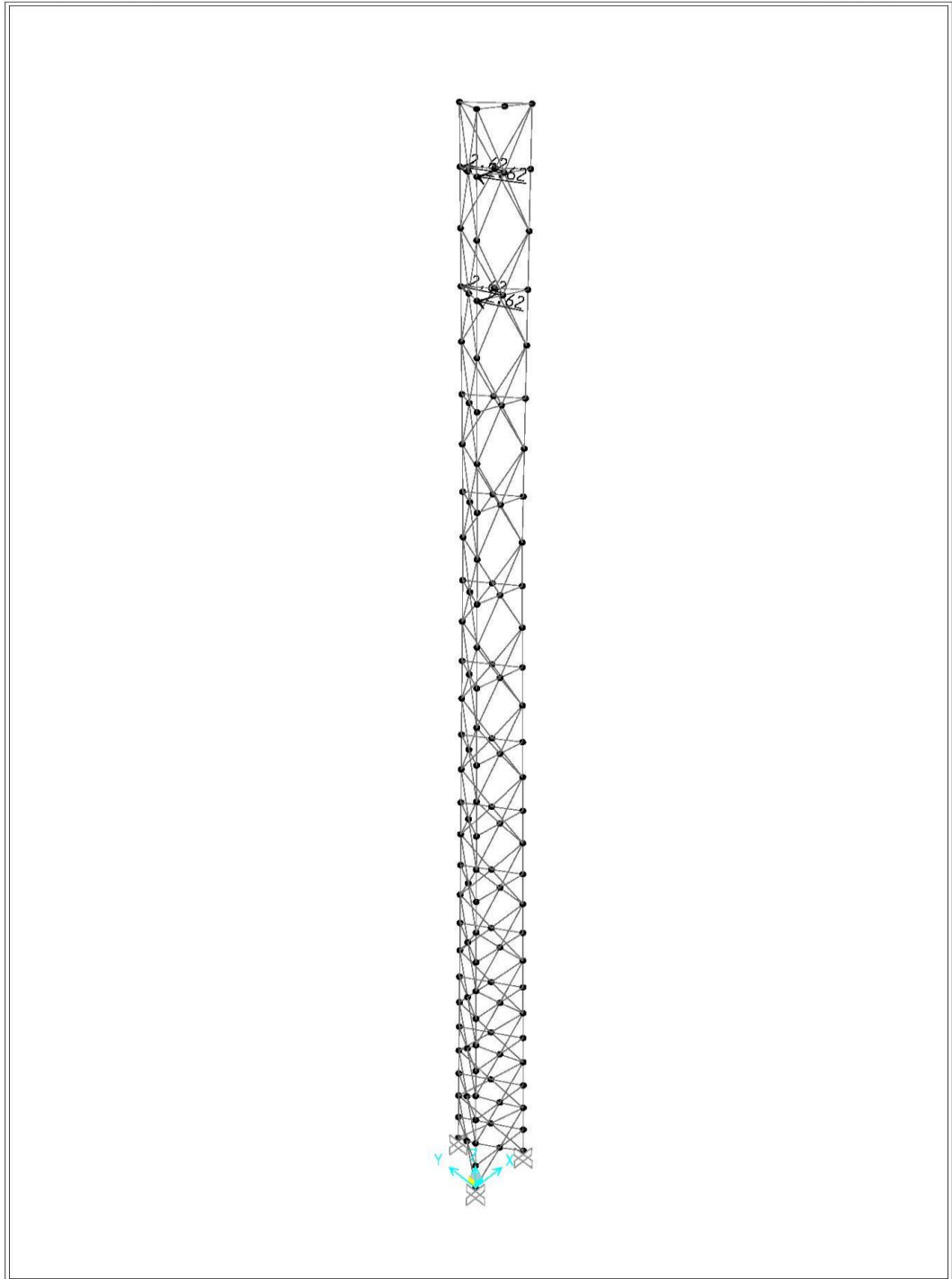
12.14.18 8:47:35



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (VETAR_0_ANTENA) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

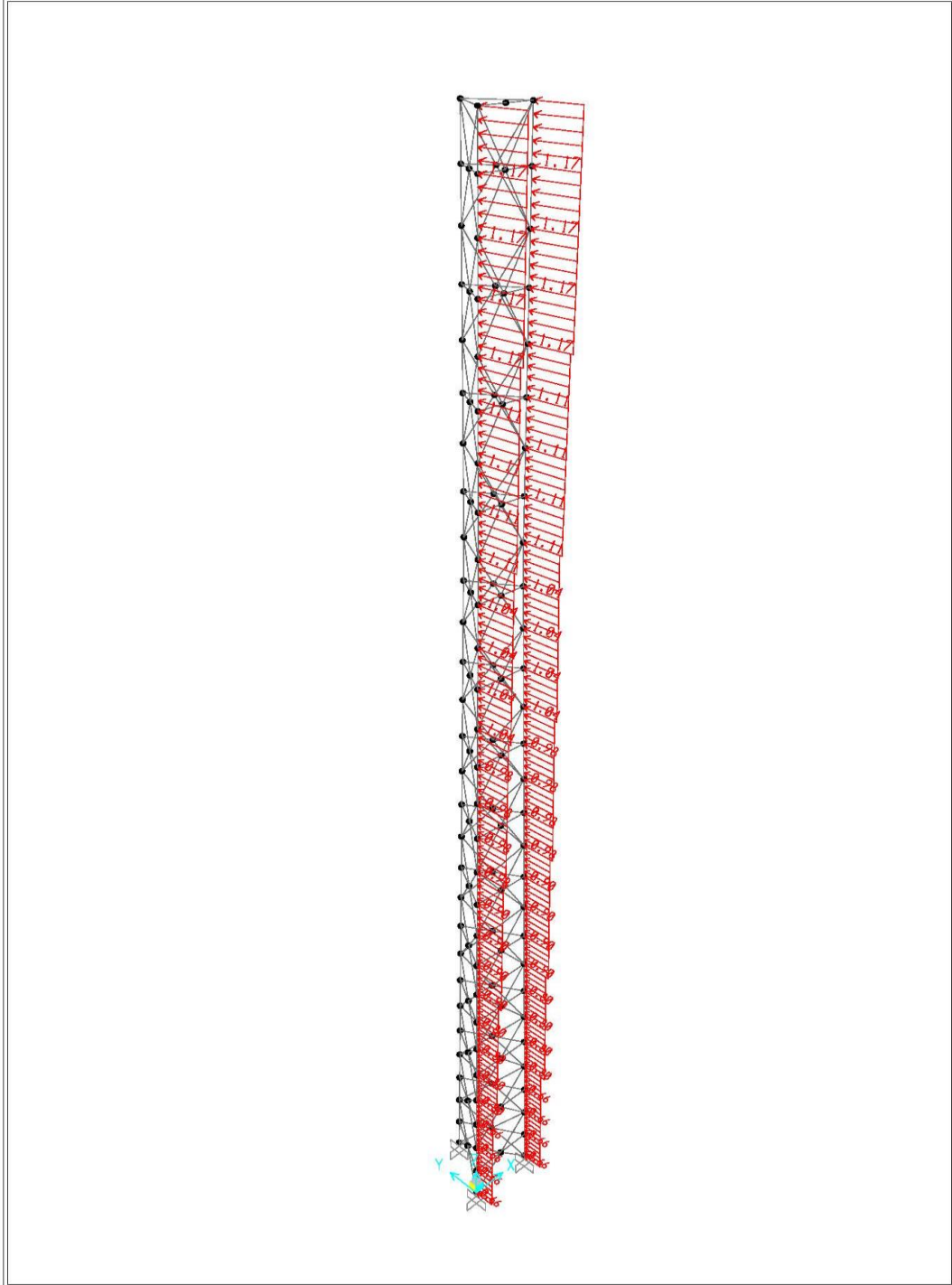
12.14.18 8:48:51



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (VETAR_60_ANTENA) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

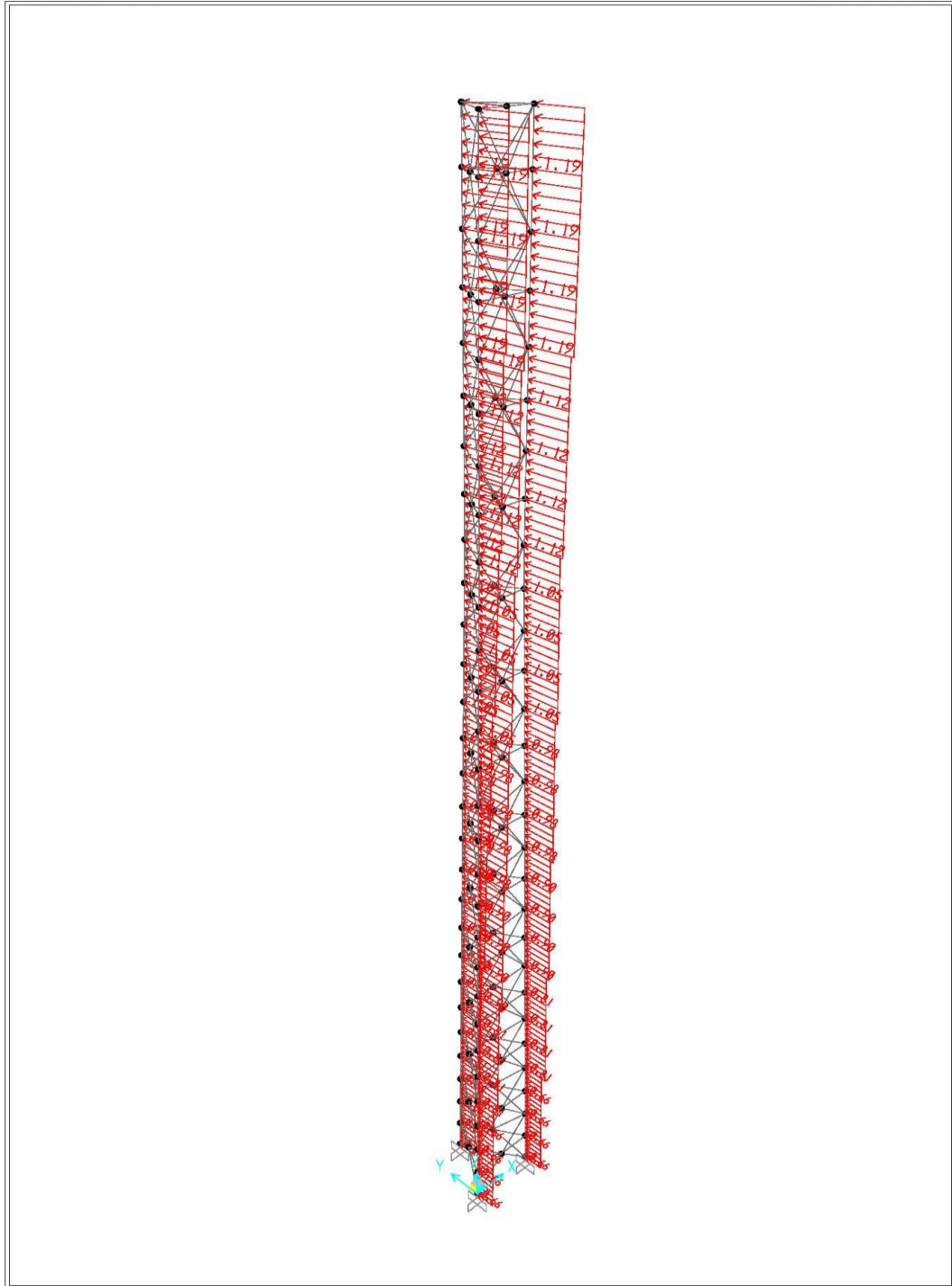
12.14.18 8:50:08



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Frame Span Loads (VETAR_0_LED) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

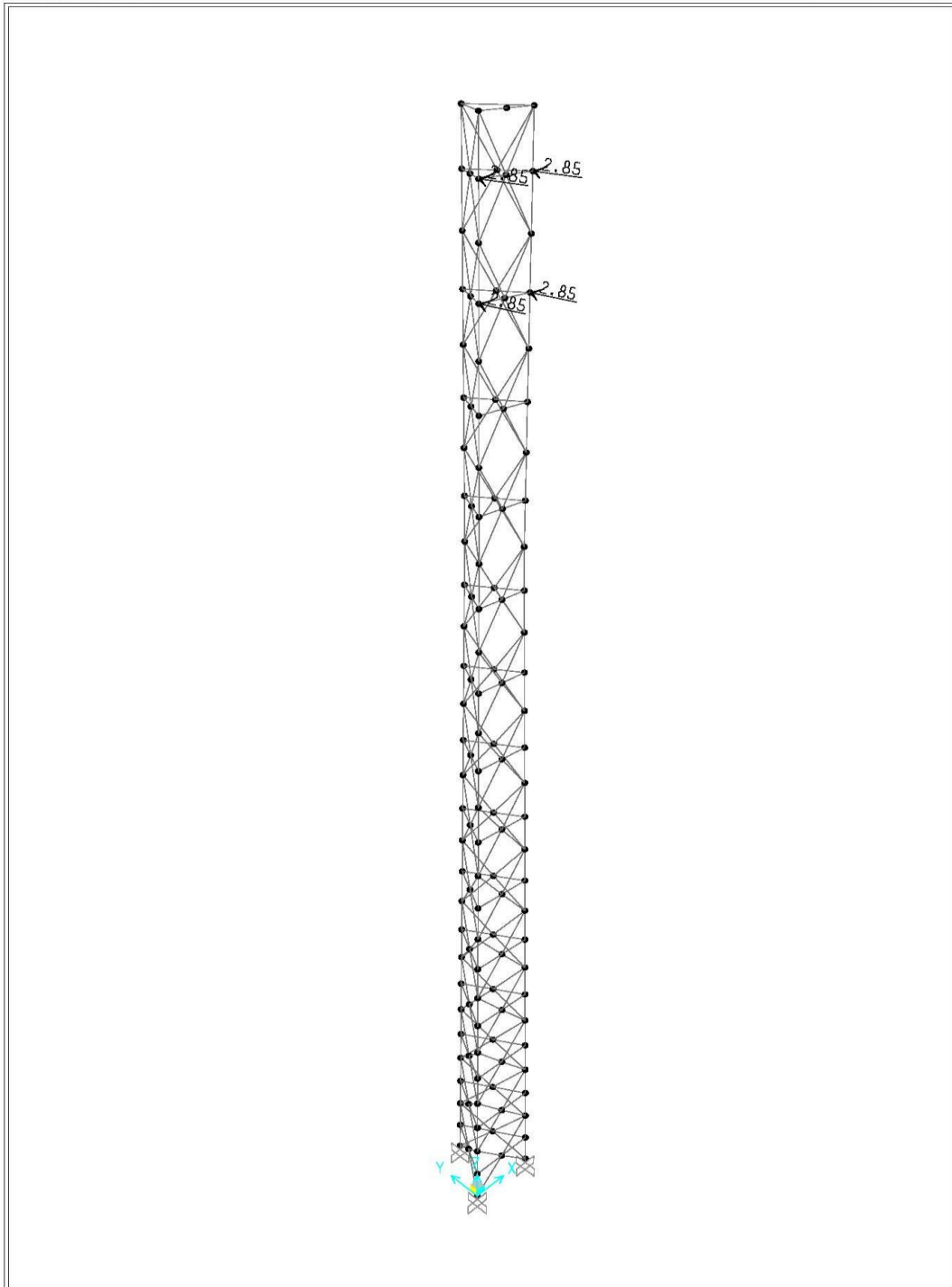
12.14.18 8:54:49



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Frame Span Loads (VETAR_60_LED) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

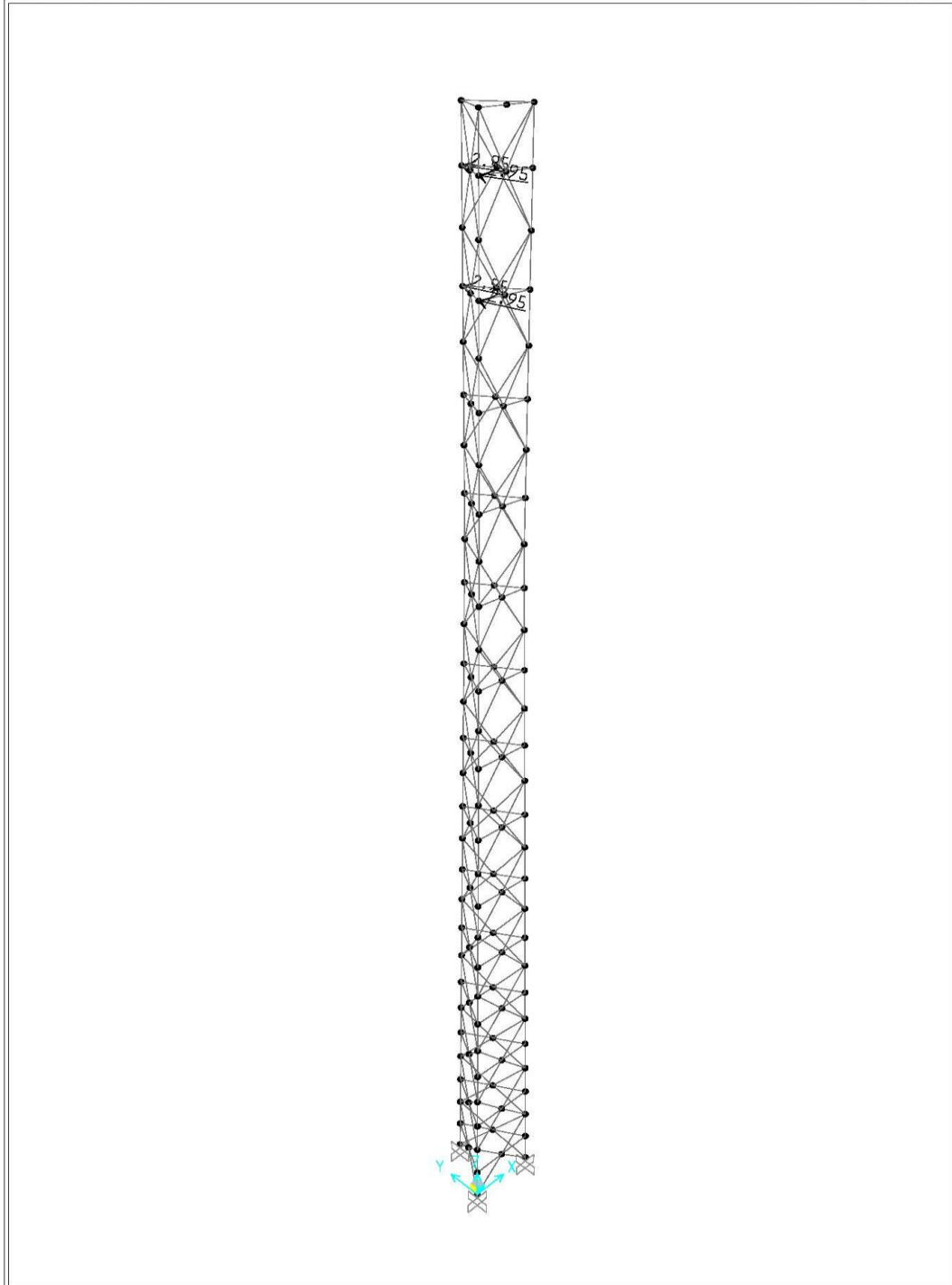
12.14.18 8:55:55



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (VETAR_0_ANTENA_LED) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

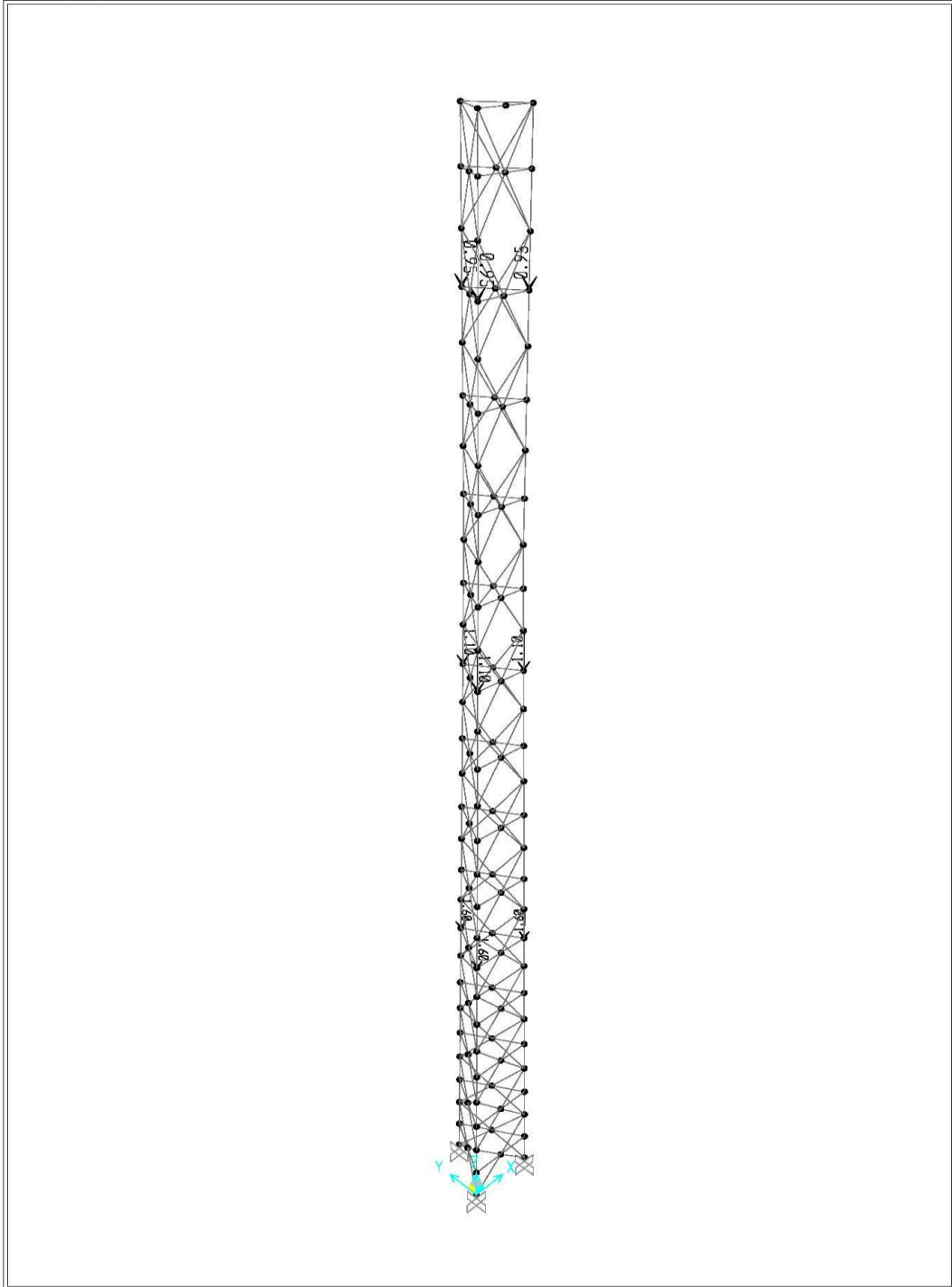
12.14.18 8:56:48



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (VETAR_60_ANTENA_LED) (As Defined) - KN, m, C Units

SAP2000

12.14.18 8:57:50



SAP2000 v14.2.2 - File:STUB 42m_EN - Joint Loads (KORISNO OPTERECENJE) (As Defined) - KN, m, C Units

КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА

- С обзиром да се неки од антенских торњева налазе у градским срединама (станице у местима од Новог Сада до Суботице) класа поузданости је 3. према Анексу А, SRPS EN 1993-3-1:2006. Што значи да су према Табели А.2 SRPS EN 1993-3-1:2006, парцијални коефицијенти сигурности за стална и промењива оптерећења:

$$Y_G = 1.2$$

$$Y_Q = 1.6$$

- Комбинације за лед и ветар, SRPS EN 1993-3-1:2006 С.6

$$\psi_w = 0.5$$

$$\psi_{ice} = 0.5$$

- Коефицијент k, ISO 12494

$$k = 0.45$$

КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ПРОРАЧУН ГРАНИЧНИХ СТАЊА НОСИВОСТИ

1. $1.2 \times G + 1.6 \times P$
2. $1.2 \times G + 1.6 \times (W + W_{ant})$
3. $1.2 \times G + 1.6 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
4. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.6 \times k \times \psi_w \times (W + W_{ant})$
5. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.6 \times k \times \psi_w \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
6. $1.2 \times G + 1.6 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.6 \times k \times (W + W_{ant})$
7. $1.2 \times G + 1.6 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.6 \times k \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$

Односно:

- | | |
|--|--------|
| 1. $1.2 \times G + 1.6 \times P$ | COMB 1 |
| 2. $1.2 \times G + 1.6 \times (W + W_{ant})$ | COMB 2 |
| 3. $1.2 \times G + 1.6 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 3 |
| 4. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.52 \times (W + W_{ant})$ | COMB 4 |
| 5. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.52 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 5 |
| 6. $1.2 \times G + 0.8 \times Q_{led} + 0.72 \times (W + W_{ant})$ | COMB 6 |
| 7. $1.2 \times G + 0.8 \times Q_{led} + 0.72 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 7 |

КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ПРОРАЧУН ГРАНИЧНИХ СТАЊА УПОТРЕБЉИВОСТИ

1. $G + P$
2. $G + (W + W_{ant})$
3. $G + (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
4. $G + Q_{led} + k \times \psi_w \times (W + W_{ant})$
5. $G + Q_{led} + k \times \psi_w \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
6. $G + \psi_{ice} \times Q_{led} + k \times (W + W_{ant})$
7. $G + \psi_{ice} \times Q_{led} + k \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$

Односно:

- | | |
|---|---------|
| 1. $G + P$ | COMB 8 |
| 2. $G + (W + W_{ant})$ | COMB 9 |
| 3. $G + (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 10 |
| 4. $G + Q_{led} + 0.225 \times (W + W_{ant})$ | COMB 11 |
| 5. $G + Q_{led} + 0.225 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 12 |
| 6. $G + 0.5 \times Q_{led} + 0.45 \times (W + W_{ant})$ | COMB 13 |
| 7. $G + 0.5 \times Q_{led} + 0.45 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 14 |

УТИЦАЈИ У ПОЈАСНИМ ШТАПОВИМА

	Висина сегменат а z_e [m]	Попречни пресек штапова сегмената
1.	0-6	Ø177.8×14.2
2.	6-12	Ø168.3×14.2
3.	12-18	Ø159×14.2
4.	18-24	Ø133×14.2
5.	24-36	Ø114.3×12.5
6.	36-42	Ø88.9×12.5

СТАЛНА ОПТЕРЕЋЕЊА						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed} [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-} [kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2		-28.87				ШТАП 26
		-33.30				ШТАП 33
Ø168.3×14.2		-23.45				ШТАП 132
		-25.97				ШТАП 140
Ø159×14.2		-17.46				ШТАП 186
		-19.15				ШТАП 194
Ø133×14.2		-14.27				ШТАП 239
		-13.69				ШТАП 248
Ø114.3×12.5		-8.65				ШТАП 294
		-8.63				ШТАП 302
Ø88.9×12.5		-1.76				ШТАП 402
		-2.43				ШТАП 409
ТЕЖИНА ЛЕДА						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed} [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-} [kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2		-7.43				ШТАП 26
		-8.49				ШТАП 33
Ø168.3×14.2		-5.90				ШТАП 132
		-4.46				ШТАП 140
Ø159×14.2		-4.72				ШТАП 186
		-4.93				ШТАП 194
Ø133×14.2		-3.62				ШТАП 239
		-3.51				ШТАП 248
Ø114.3×12.5		-2.18				ШТАП 294
		-2.38				ШТАП 302
Ø88.9×12.5		-0.41				ШТАП 402
		-0.66				ШТАП 409
ВЕТАР ПРАВИ						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed} [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-} [kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2	302.80			-3.88	2.79	ШТАП 26
		-605.28	4.71		-3.20	ШТАП 33
Ø168.3×14.2	253.76			-2.44	2.13	ШТАП 132
		-506.92	4.42		4.56	ШТАП 140

Ø159×14.2	202.53			-1.79	1.76	ШТАП 186
		-404.24	3.58		3.64	ШТАП 194
Ø133×14.2	151.69			-1.45	-1.52	ШТАП 239
		-302.31	2.12		2.17	ШТАП 248
Ø114.3×12.5	101.58			-0.80	1.03	ШТАП 294
		-201.97	1.27		1.32	ШТАП 302
Ø88.9×12.5	9.94					ШТАП 402
		-18.82				ШТАП 409
ВЕТАР КОСИ						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed}- [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-}[kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2	382.17			-4.89	3.45	ШТАП 26
		-764.29	6.00		-4.25	ШТАП 33
Ø168.3×14.2	318.41			-3.05	2.58	ШТАП 132
		-636.58	5.65		6.08	ШТАП 140
Ø159×14.2	252.20			-2.2	2.09	ШТАП 186
		-504.03	4.58		4.94	ШТАП 194
Ø133×14.2	186.97			-1.82	-1.82	ШТАП 239
		-373.43	2.74		3.12	ШТАП 248
Ø114.3×12.5	123.43			-0.96	1.15	ШТАП 294
		-246.42		1.68	2.08	ШТАП 302
Ø88.9×12.5	11.57					ШТАП 402
		-23.24				ШТАП 409
ВЕТАР ПРАВИ ЛЕД						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed}- [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-}[kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2	444.63			-5.70	4.13	ШТАП 26
		-888.77	6.88		-4.60	ШТАП 33
Ø168.3×14.2	369.64			-3.55	3.13	ШТАП 132
		-738.34	6.43		6.62	ШТАП 140
Ø159×14.2	291.98			-2.58	2.58	ШТАП 186
		-582.70	5.15		5.23	ШТАП 194
Ø133×14.2	215.73			-2.08	-2.23	ШТАП 239
		-429.83	3.00		3.07	ШТАП 248
Ø114.3×12.5	141.84			-1.12	1.51	ШТАП 294
		-281.86	1.77		1.83	ШТАП 302
Ø88.9×12.5	13.43					ШТАП 402
		-25.18				ШТАП 409
ВЕТАР КОСИ ЛЕД						
	N_{Ed} [kN]+	N_{Ed}- [kN]-	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-}[kNm]	V_{Ed} [kN]	
Ø177.8×14.2	631.51			-8.08	5.73	ШТАП 26
		-1263.0	9.87		-6.91	ШТАП 33
Ø168.3×14.2	521.59			-5.00	4.26	ШТАП 132
		-1042.8	9.25		10.00	ШТАП 140
Ø159×14.2	408.42			-3.59	3.43	ШТАП 186
		-816.26	7.42		8.04	ШТАП 194
Ø133×14.2	298.12			-2.91	-2.96	ШТАП 239
		-595.42	4.38		5.04	ШТАП 248
Ø114.3×12.5	192.55			-1.50	1.87	ШТАП 294
		-384.39	2.64		3.34	ШТАП 302

Ø88.9×12.5	17.23					ШТАП 402	
		-34.64				ШТАП 409	
КОРИСНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ							
	N _{Ed} [kN]+	N _{Ed} - [kN]-	M _{Ed+} [kNm]	M _{Ed-} [kNm]	V _{Ed} [kN]		
Ø177.8×14.2		-3.43				ШТАП 26	
		-3.69				ШТАП 33	
Ø168.3×14.2		-3.49				ШТАП 132	
		-3.69				ШТАП 140	
Ø159×14.2		-1.93				ШТАП 186	
		-2.05				ШТАП 194	
Ø133×14.2		-1.97				ШТАП 239	
		-2.05				ШТАП 248	
Ø114.3×12.5		-0.91				ШТАП 294	
		-0.93				ШТАП 302	
Ø88.9×12.5		-0.92				ШТАП 402	
		-0.93				ШТАП 409	
МАКСИМАЛНИ УТИЦАЈИ							
	N _{Ed} [kN]+	N _{Ed} - [kN]-	M _{Ed+} [kNm]	M _{Ed-} [kNm]	V _{Ed} [kN]		
Ø177.8×14.2	913.37			-12.03	8.52	ШТАП 26	COMB 5
		-1973.2	15.47		-10.92	ШТАП 33	COMB 5
Ø168.3×14.2	755.24			-7.43	6.34	ШТАП 132	COMB 5
		-1626.6	14.51		15.90	ШТАП 140	COMB 5
Ø159×14.2	592.71			-5.33	5.10	ШТАП 186	COMB 5
		-1271.6	11.65		12.76	ШТАП 194	COMB 5
Ø133×14.2	430.23			-4.34	-4.42	ШТАП 239	COMB 5
		-927.1	6.87		8.00	ШТАП 248	COMB 5
Ø114.3×12.5	278.81			-2.21	-2.76	ШТАП 294	COMB 5
		-598.4	4.16		5.29	ШТАП 302	COMB 5
Ø88.9×12.5	23.42			-0.40	-1.49	ШТАП 402	COMB 5
		-56.63	0.34		-1.45	ШТАП 409	COMB 5

ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ПОЈАСНИХ ШТАПОВА

	A	I _{x-x}	I _{y-y}	W _{x-xg}	W _{x-xd}	i	W _{pl}	I _t
	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ⁴
Ø177.8×14.2	73.0	2460.1	2460.1	276.7	276.7	5.81	381.0	4920.0
Ø168.3×14.2	68.8	2057.9	2057.9	244.6	244.6	5.47	338.0	4116.0
Ø159×14.2	64.6	1709.3	1709.3	215.0	215.0	5.14	299.0	3419.0
Ø133×14.2	53.0	948.3	948.3	142.6	142.6	4.23	201.0	1897.0
Ø114.3×12.5	40.0	525.7	525.7	92.0	92.0	3.63	130.0	1051.0
Ø88.9×12.5	30.0	225.0	225.0	50.6	50.6	2.74	73.6	450.0

Одређивање класе пресека

 Материјал S355: $f_y = 35.50 \text{ kN/cm}^2$ $\epsilon = 0.81$ $\epsilon^2 = 0.66$

	d/t				
Ø177.8×14.2	12.52	≤	33	$\lambda_{k1} = 50 \times \epsilon^2$	Класа пресека 1
Ø168.3×14.2	11.85	≤	33		
Ø159×14.2	11.20	≤	33		
Ø133×14.2	9.37	≤	33		
Ø114.3×12.5	9.14	≤	33		
Ø88.9×12.5	7.11	≤	33		

НОСИВОСТ НА ЗАТЕЗАЊЕ

	$N_{t,Rd}$ [kN]	$\gamma_{M0} =$	N_{Ed} [kN]		
Ø177.8×14.2	2591.5	>	913.37	0.35	< 1
Ø168.3×14.2	2442.4	>	755.24	0.31	
Ø159×14.2	2293.3	>	592.71	0.26	
Ø133×14.2	1881.5	>	430.23	0.23	
Ø114.3×12.5	1420.0	>	278.81	0.20	
Ø88.9×12.5	1065.0	>	23.42	0.02	

Потребна провера интеракције савијање, аксијална сила.
Није потребна.
Није потребна.

НОСИВОСТ НА ПРИТИСАК

	$N_{c,Rd}$ [kN]	$\gamma_{M0} =$	N_{Ed} [kN]		
Ø177.8×14.2	-2591.5	>	-1973.2	0.76	< 1
Ø168.3×14.2	-2442.4	>	-1626.6	0.67	
Ø159×14.2	-2293.3	>	-1271.6	0.55	
Ø133×14.2	-1881.5	>	-927.1	0.49	
Ø114.3×12.5	-1420.0	>	-598.4	0.42	
Ø88.9×12.5	-1065.0	>	-56.6	0.05	

Потребна провера интеракције савијање, аксијална сила.
Није потребна.

НОСИВОСТ НА САВИЈАЊЕ

	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$\gamma_{M0} =$	M_{Ed+} [kNm]	M_{Ed-} [kNm]		
Ø177.8×14.2	135.3	>	15.47	-12.03	0.11	0.09
Ø168.3×14.2	120.0	>	14.51	-7.43	0.12	0.06
Ø159×14.2	106.1	>	11.65	-5.33	0.11	0.05
Ø133×14.2	71.4	>	6.87	-4.34	0.10	0.06
Ø114.3×12.5	46.2	>	4.16	-2.21	0.09	0.05
Ø88.9×12.5	26.1	>	0.34	-0.40	0.01	0.02

< 1

НОСИВОСТ НА СМИЦАЊЕ

	$V_{c,Rd}$ [kN]	$\gamma_{M0} =$	V_{Ed} [kN]		
Ø177.8×14.2	1496.2	>	-10.9	0.01	Није потребна провера интеракције смицање, савијање.
Ø168.3×14.2	1410.1	>	15.9	0.01	
Ø159×14.2	1324.0	>	12.8	0.01	
Ø133×14.2	1086.3	>	8.0	0.01	
Ø114.3×12.5	819.8	>	5.3	0.01	
Ø88.9×12.5	614.9	>	-1.5	0.00	

ИНТЕРАКЦИЈА УТИЦАЈА СИЛА ЗАТЕЗАЊА И САВИЈАЊЕ

	n	$M_{N,Rd}$ [kNm]	$0.5 \times M_{N,Rd}$ [kNm]		M_{Ed-} [kNm]
Ø177.8×14.2	0.352	118.454	59.23	>	-12.03
Ø168.3×14.2	0.309	108.517	54.26	>	-7.43
Ø159×14.2	0.258	99.0547	49.53	>	-5.33

ИНТЕРАКЦИЈА УТИЦАЈА СИЛА ПРИТИСКА И САВИЈАЊЕ

	n	$M_{N,Rd}$ [kNm]	$0.5 \times M_{N,Rd}$ [kNm]		M_{Ed+} [kNm]
Ø177.8×14.2	0.761	56.8395	28.42	>	15.47
Ø168.3×14.2	0.666	66.7689	33.38	>	14.51
Ø159×14.2	0.554	73.5114	36.76	>	11.65
Ø133×14.2	0.493	54.0309	27.02	>	6.87
Ø114.3×12.5	0.421	37.9534	18.98	>	4.16

СТАБИЛНОСТ ЕКСЦЕНТРИЧНО ПРИТИСНУТОГ ЕЛЕМЕНТА

Према Прилогу А SRPS EN 1993-1-1:2012

G	E
kN/cm ²	kN/cm ²
8100.0	21000

Флексионо извијање око x-x осе

$$L = 150 \text{ cm}$$

$$N_{cr} = \pi^2 \times \frac{E \times I}{L^2} \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{Rk}}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_{eff} = k \times \bar{\lambda} \quad \text{Анекс G SRPS EN 1993-3-1}$$

	N_{cr} [kN]	$\bar{\lambda}$	k	$\bar{\lambda}_{eff}$	
Ø177.8×14.2	22661.5	0.338	1	0.338	Tabela 6.2 SRPS EN 1993-1-1 крива извијања с $\alpha = 0.49$
Ø168.3×14.2	18956.6	0.359	1	0.359	
Ø159×14.2	15745.4	0.382	1	0.382	
Ø133×14.2	8735.4	0.464	1	0.464	
Ø114.3×12.5	4842.6	0.542	1	0.542	
Ø88.9×12.5	2072.6	0.717	1	0.717	

$$\Phi = 0.5 \times \left[1 + \alpha \times (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right] \quad \chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \gamma_{M1} = 1.0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \times N_{c,Rk}}{\gamma_{M1}}$$

	Φ	χ	$N_{b,Rd}$ [kN]
Ø177.8x14.2	0.591	0.930	2409.0
Ø168.3x14.2	0.603	0.919	2244.1
Ø159x14.2	0.617	0.907	2080.0
Ø133x14.2	0.672	0.863	1623.5
Ø114.3x12.5	0.730	0.819	1163.7
Ø88.9x12.5	0.884	0.714	760.7

Одређивање коефицијената

$$w_x = \frac{W_{pl,x}}{W_{el,y}}$$

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \times \sqrt{C1} \times \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$

испуњен је услов бочно-торзионо крут пресек па следи

$$C_{mx} = c_{mx,0}$$

$$C_{mLT} = 1.0$$

$$C_{mx,0} = 0.79 + 0.21 \times \psi + 0.36 \times (\psi - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,x}} \quad n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M1}}$$

$$C_{xx} = 1 + (w_x - 1) \times \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_x} \times c_{mx}^2 \times \bar{\lambda}_{max} - 1.6 \times c_{mx}^2 \times \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \times n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,x}}{W_{pl,x}}$$

	$b_{LT} = 0$ - торзионо крут пресек					$\frac{W_{el,x}}{W_{pl,x}}$
	w_x	ψ	$C_{mx,0}$	n_{pl}	C_{xx}	
Ø177.8x14.2	1.377	0.013	0.783	0.761	1.48	0.726
Ø168.3x14.2	1.382	-0.551	0.647	0.666	1.45	0.724
Ø159x14.2	1.391	-0.512	0.658	0.554	1.38	0.719
Ø133x14.2	1.410	-0.502	0.653	0.493	1.34	0.709
Ø114.3x12.5	1.413	-0.478	0.654	0.421	1.28	0.708
Ø88.9x12.5	1.455	0.588	0.916	0.053	1.02	0.688

$$\mu_x = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr,x}}{1 - \chi_x N_{Ed} / N_{cr,x}}$$

$$k_{xx} = C_{mx} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_x}{1 - N_{Ed} / N_{cr,x}} \times \frac{1}{C_{xx}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,x,Rd}} + k_{xx} \frac{M_{x,Ed}}{M_{b,Rd}}$$

	μ_x	k_{xx}	
Ø177.8x14.2	0.993	0.575	0.885
Ø168.3x14.2	0.992	0.485	0.783
Ø159x14.2	0.992	0.516	0.668
Ø133x14.2	0.984	0.537	0.623
Ø114.3x12.5	0.975	0.569	0.566
Ø88.9x12.5	0.992	0.915	0.086

<1 **СТАБИЛНОСТ ЈЕ ЗАДОВОЉЕНА**

ДЕФОМАЦИЈА ВРХА СТУБА
-МАКСИМАЛНО ПОМЕРАЊЕ ВРХА СТУБА

TABLE: Joint Displacements					
Joint	Output Case	Case Type	U1	U2	U3
Text	Text	Text	m	m	m
	STALNO OPTEREC				
20	ENJE	Combin.	0.0068	-0.0039	-0.0005
20	COMB8	Combin.	0.0068	-0.0038	-0.0006
20	COMB9	Combin.	0.0068	0.1922	0.0028
20	COMB10	Combin.	0.0057	0.2422	0.0036
20	COMB11	Combin.	0.0068	0.0597	0.0005
20	COMB12	Combin.	0.0066	0.0855	0.0009
20	COMB13	Combin.	0.0068	0.1232	0.0016
20	COMB14	Combin.	0.0063	0.1748	0.0024
	STALNO OPTEREC				
22	ENJE	Combin.	0.0068	-0.0038	-0.0011
22	COMB8	Combin.	0.0068	-0.0038	-0.0011
22	COMB9	Combin.	0.0068	0.1923	0.0023
22	COMB10	Combin.	0.0057	0.2385	0.0031
22	COMB11	Combin.	0.0068	0.0598	-0.0001
22	COMB12	Combin.	0.0066	0.0846	0.0003
22	COMB13	Combin.	0.0068	0.1233	0.0010
22	COMB14	Combin.	0.0063	0.1730	0.0018
	STALNO OPTEREC				
24	ENJE	Combin.	0.0068	-0.0038	-0.0005
24	COMB8	Combin.	0.0068	-0.0038	-0.0006
24	COMB9	Combin.	0.0068	0.1923	-0.0078
24	COMB10	Combin.	0.0088	0.2404	-0.0095
24	COMB11	Combin.	0.0068	0.0598	-0.0030
24	COMB12	Combin.	0.0073	0.0851	-0.0039
24	COMB13	Combin.	0.0068	0.1232	-0.0052
24	COMB14	Combin.	0.0078	0.1739	-0.0071

Максимално померање врха стуба је $h/175 \approx 42/175 \approx 0.2422$ m.

-МАКСИМАЛНА ПРОМЕНА НАГИБА СТУБА НА МЕСТУ ХВАТАЊА АНТЕНЕ

TABLE: Joint Displacements					
Joint	Output Case	Case Type	U1	U2	U3
Text	Text	Text	m	m	m
	STALNO OPTEREC				
122	ENJE	Combin.	0.0055	-0.0030	-0.0005
122	COMB8	Combin.	0.0055	-0.0030	-0.0006
122	COMB9	Combin.	0.0055	0.1602	0.0028
122	COMB10	Combin.	0.0045	0.2022	0.0036
122	COMB11	Combin.	0.0055	0.0500	0.0005
122	COMB12	Combin.	0.0052	0.0717	0.0009
122	COMB13	Combin.	0.0055	0.1030	0.0016
122	COMB14	Combin.	0.0050	0.1463	0.0024
	STALNO OPTEREC				
123	ENJE	Combin.	0.0059	-0.0033	-0.0005
123	COMB8	Combin.	0.0059	-0.0033	-0.0006
123	COMB9	Combin.	0.0059	0.1710	0.0028
123	COMB10	Combin.	0.0049	0.2157	0.0036
123	COMB11	Combin.	0.0059	0.0533	0.0005
123	COMB12	Combin.	0.0056	0.0763	0.0009
123	COMB13	Combin.	0.0059	0.1098	0.0016
123	COMB14	Combin.	0.0054	0.1559	0.0024

$$s_{\max} = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{s_{\max}}{h_{107-108}}\right)$$

$$s_{\max} = 0.01345 \text{ m}$$

$$s_{\max} = 1.34 \text{ cm}$$

$$h_{107-108} = 1.5 \text{ m}$$

$$h_{107-108} = 150 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0.51^\circ$$

КОНТРОЛА ТЕМЕЉА
КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ТЕМЕЉЕ
КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ПРОРАЧУН ГРАНИЧНИХ СТАЊА НОСИВОСТИ

1. $1.2 \times G + 1.6 \times P$
2. $1.2 \times G + 1.6 \times (W + W_{ant})$
3. $1.2 \times G + 1.6 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
4. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.6 \times k \times \psi_w \times (W + W_{ant})$
5. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.6 \times k \times \psi_w \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
6. $1.2 \times G + 1.6 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.6 \times k \times (W + W_{ant})$
7. $1.2 \times G + 1.6 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.6 \times k \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$

Односно:

- | | |
|--|--------|
| 1. $1.2 \times G + 1.6 \times P$ | COMB 1 |
| 2. $1.2 \times G + 1.6 \times (W + W_{ant})$ | COMB 2 |
| 3. $1.2 \times G + 1.6 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 3 |
| 4. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.52 \times (W + W_{ant})$ | COMB 4 |
| 5. $1.2 \times G + 1.6 \times Q_{led} + 1.52 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 5 |
| 6. $1.2 \times G + 0.8 \times Q_{led} + 0.72 \times (W + W_{ant})$ | COMB 6 |
| 7. $1.2 \times G + 0.8 \times Q_{led} + 0.72 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 7 |

КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ПРОРАЧУН ГРАНИЧНИХ СТАЊА РАВНОТЕЖЕ

1. $1.1 \times G + 1.5 \times P$
2. $1.1 \times G + 1.5 \times (W + W_{ant})$
3. $1.1 \times G + 1.5 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
4. $1.1 \times G + 1.5 \times Q_{led} + 1.5 \times k \times \psi_w \times (W + W_{ant})$
5. $1.1 \times G + 1.5 \times Q_{led} + 1.5 \times k \times \psi_w \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$
6. $1.1 \times G + 1.5 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.5 \times k \times (W + W_{ant})$
7. $1.1 \times G + 1.5 \times \psi_{ice} \times Q_{led} + 1.5 \times k \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$

Односно:

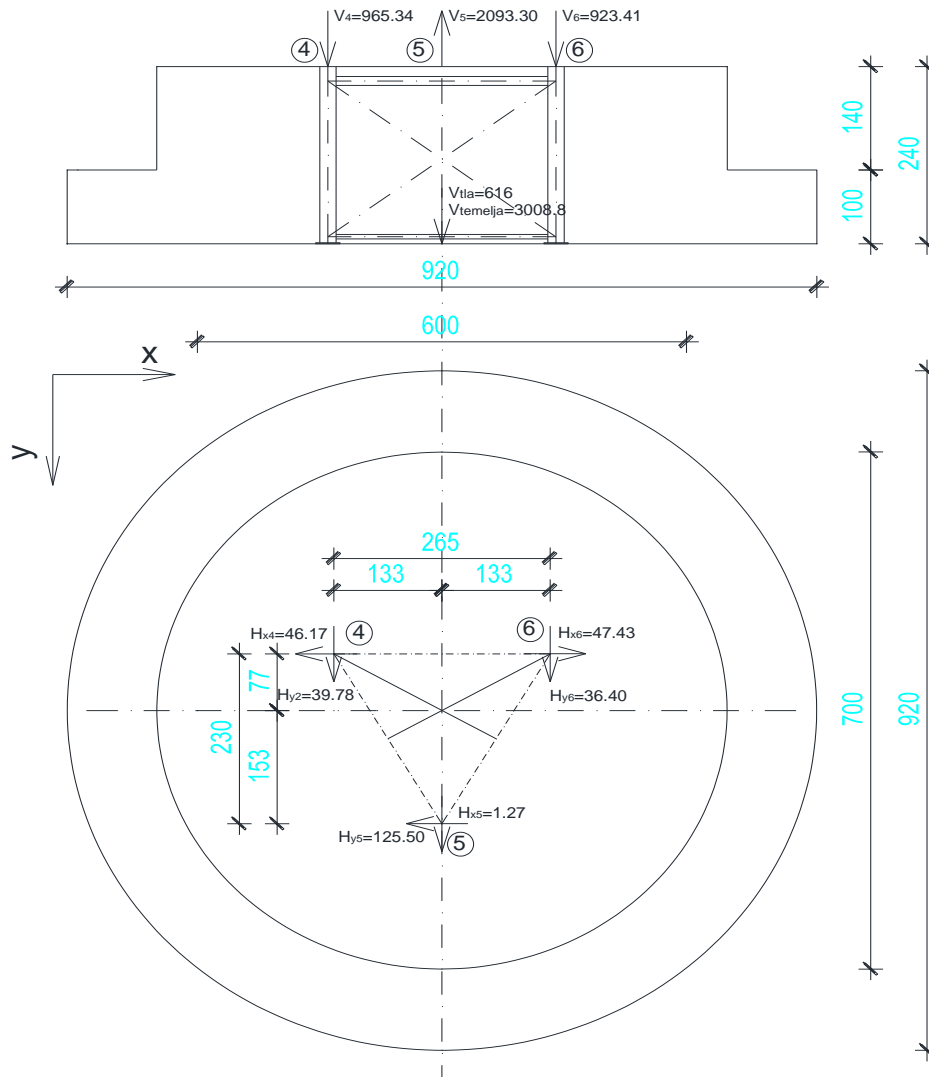
- | | |
|--|---------|
| 1. $1.1 \times G + 1.5 \times P$ | COMB 15 |
| 2. $1.1 \times G + 1.5 \times (W + W_{ant})$ | COMB 16 |
| 3. $1.1 \times G + 1.5 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 17 |
| 4. $1.1 \times G + 1.5 \times Q_{led} + 1.275 \times (W + W_{ant})$ | COMB 18 |
| 5. $1.1 \times G + 1.5 \times Q_{led} + 1.275 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 19 |
| 6. $1.1 \times G + 0.75 \times Q_{led} + 0.675 \times (W + W_{ant})$ | COMB 20 |
| 7. $1.1 \times G + 0.75 \times Q_{led} + 0.675 \times (W_{kosi} + W_{ant,kosi})$ | COMB 21 |

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	COMB1	Combinati	2.17	1.02	45.00	0.13	-0.16	0.00
4	COMB2	Combinati	-22.28	-17.84	-473.08	2.13	1.04	-0.12
4	COMB3	Combinati	-28.27	-24.64	-608.23	2.99	1.50	-0.06
4	COMB4	Combinati	-31.87	-25.95	-663.04	3.15	1.44	-0.17
4	COMB5	Combinati	-46.17	-39.78	-965.34	4.79	2.28	-0.14
4	COMB6	Combinati	-14.04	-11.81	-293.03	1.56	0.61	-0.08
4	COMB7	Combinati	-20.82	-18.36	-436.22	2.34	1.01	-0.07
5	COMB1	Combinati	0.34	-2.64	48.72	-0.19	0.04	0.00
5	COMB2	Combinati	0.34	-61.50	1067.37	-0.36	0.04	0.00
5	COMB3	Combinati	-1.16	-78.46	1337.67	-0.15	-0.31	0.08
5	COMB4	Combinati	0.34	-87.52	1488.70	-0.31	0.04	0.00
5	COMB5	Combinati	-1.27	-125.50	2093.30	0.09	-0.33	0.09
5	COMB6	Combinati	0.34	-42.73	727.97	-0.24	0.04	0.00
5	COMB7	Combinati	-0.42	-60.72	1014.35	-0.05	-0.14	0.04
6	COMB1	Combinati	-2.51	1.62	86.93	0.20	0.32	0.00
6	COMB2	Combinati	21.94	-17.24	-431.16	2.20	-0.88	0.11
6	COMB3	Combinati	29.43	-21.45	-566.31	2.47	-1.00	0.24
6	COMB4	Combinati	31.52	-25.35	-621.12	3.22	-1.28	0.16
6	COMB5	Combinati	47.43	-36.40	-923.41	4.23	-1.76	0.33
6	COMB6	Combinati	13.70	-11.22	-251.10	1.63	-0.45	0.08
6	COMB7	Combinati	21.24	-16.45	-394.30	2.11	-0.67	0.16

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	COMB15	Combinati	1.99	0.94	41.37	0.12	-0.15	0.00
4	COMB16	Combinati	-20.93	-16.75	-444.34	1.99	0.97	-0.11
4	COMB17	Combinati	-26.55	-23.12	-571.04	2.80	1.41	-0.06
4	COMB18	Combinati	-26.52	-21.67	-551.77	2.66	1.19	-0.14
4	COMB19	Combinati	-38.52	-33.26	-805.34	4.03	1.90	-0.12
4	COMB20	Combinati	-13.21	-11.09	-275.53	1.46	0.57	-0.07
4	COMB21	Combinati	-19.56	-17.23	-409.77	2.19	0.95	-0.06
5	COMB15	Combinati	0.31	-2.43	44.79	-0.18	0.03	0.00
5	COMB16	Combinati	0.31	-57.61	999.78	-0.33	0.03	0.00
5	COMB17	Combinati	-1.10	-73.50	1253.18	-0.14	-0.29	0.08
5	COMB18	Combinati	0.31	-73.67	1253.48	-0.28	0.03	0.00
5	COMB19	Combinati	-1.03	-105.53	1760.62	0.05	-0.28	0.07
5	COMB20	Combinati	0.31	-40.01	681.58	-0.22	0.03	0.00
5	COMB21	Combinati	-0.40	-56.88	950.07	-0.05	-0.13	0.04
6	COMB15	Combinati	-2.30	1.49	79.80	0.19	0.29	0.00
6	COMB16	Combinati	20.62	-16.20	-405.91	2.06	-0.83	0.11
6	COMB17	Combinati	27.64	-20.14	-532.61	2.31	-0.94	0.22
6	COMB18	Combinati	26.21	-21.12	-513.34	2.72	-1.05	0.14
6	COMB19	Combinati	39.55	-30.39	-766.91	3.57	-1.45	0.28
6	COMB20	Combinati	12.89	-10.55	-237.10	1.52	-0.43	0.07
6	COMB21	Combinati	19.96	-15.45	-371.34	1.97	-0.64	0.15

-Одређивање напона на темељној стопи


-Сопствена тежина тла на темељ

$$V_{tla} = (66,48 - 38,48) \times 1,1 \times 20 = 616 \text{ kN}$$

-Сопствена тежина темеља

$$V_g = (66,48 \times 1,00 + 38,48 \times 1,40) \times 25 = 3008,8 \text{ kN}$$

-Провера напона на темељној стопи

$$M_x = 2093,30 \times 1,53 + (965,34 + 923,41) \times 0,77 - (125,50 + 39,78 + 36,40) \times 2,40 = 4173,05 \text{ kNm}$$

$$4173,05 \text{ kNm}$$

$$N = 2093,30 + 616,00 + 3008,8 - 965,34 - 923,41 = 3829,35 \text{ kN}$$

$$3829,35 \text{ kN}$$

$$R = 4,6 \text{ m}$$

$$F = 66,48 \text{ m}^2$$

$$I_x = 351,66 \text{ m}^4$$

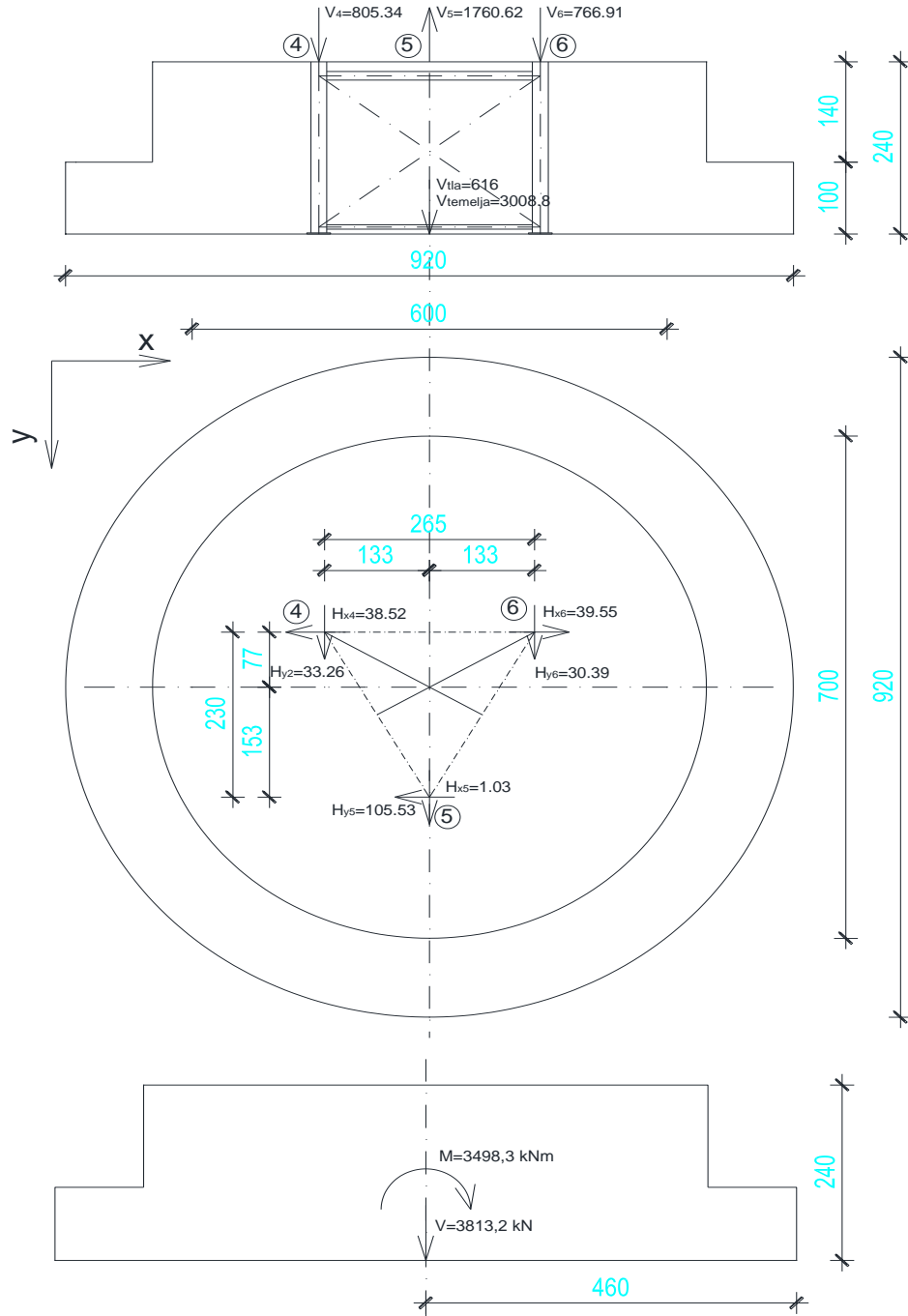
$$W_x = 76,45 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{W_x} = 112,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{F} - \frac{M_x}{W_x} = 3,0177 \text{ kN/m}^2$$

Прорачуном добијамо ниске вредности напона на темељној спојници, а посто се ради о више локација дуж целе трасе, детаљније сагледавање сваке локације биће утврђено наредним фазама пројектовања.

-Контрола темеља на претурање



$$M_x = 1760,62 \times 1,53 + (805,34 + 766,91) \times 0,77 - (30,39 + 33,26 + 105,53) \times 2,40 = 3498.3 \text{ kNm}$$

$$N = 1760,62 + 616,00 + 3008,8 - 805,34 - 766,91 = 3813.2 \text{ kN}$$

$$M_p = 3498.349 \text{ kNm}$$

$$M_v = 17540.58 \text{ kNm}$$

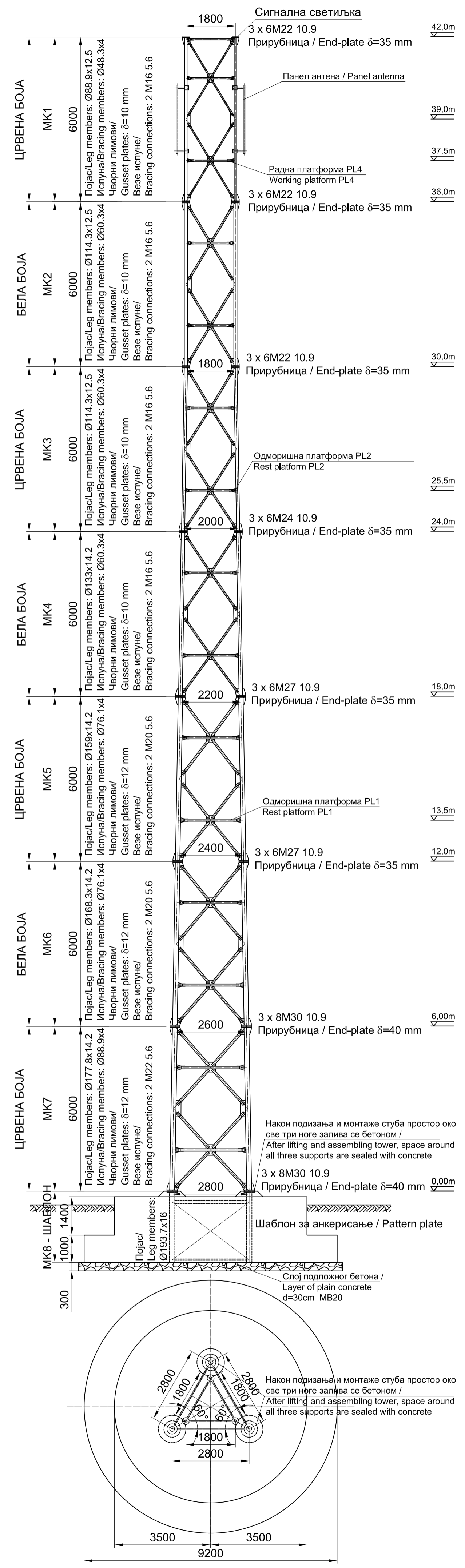
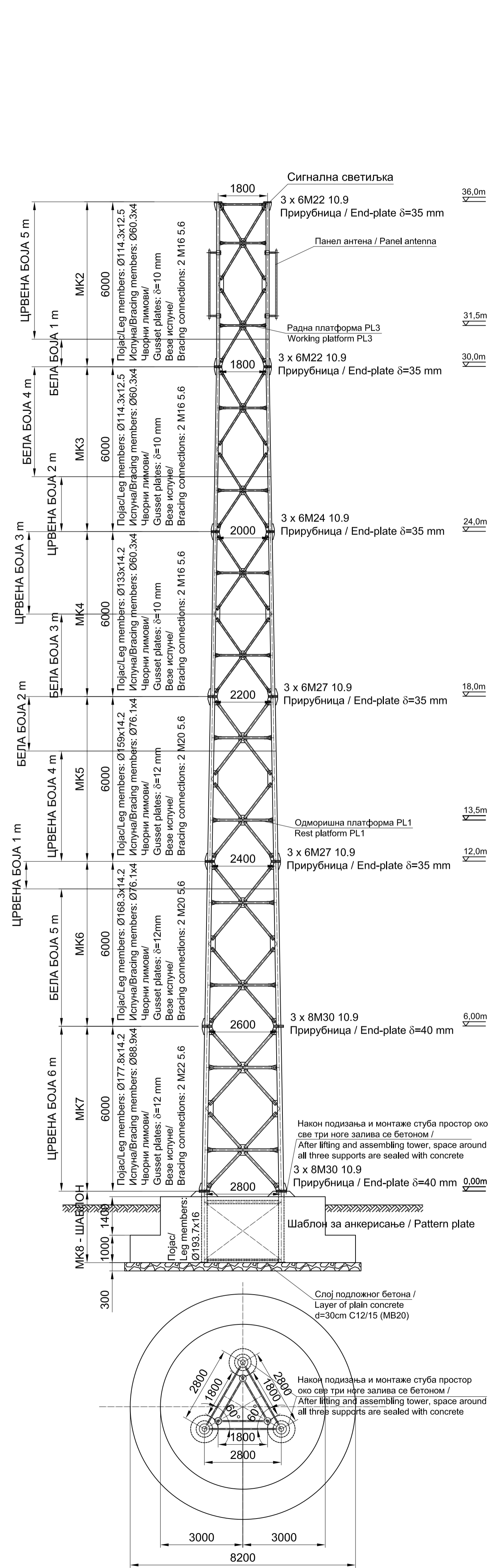
$$\frac{M_v}{M_p} = 5.01$$



ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

Мирјана Мандић
 дипл. грађ. инж.
 310 F112 07
 Мирјана Мандић дипл. грађ. инж.
 Лиценца број: 310 F112 07

**2/8.7 ГРАФИЧКА
ДОКУМЕНТАЦИЈА**



КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА (MATERIAL CHARACTERISTIC)			
Елемент (Structure element)	Врста челика (Steel grade)		
Челична конструкција (Steel)	S335 JR		
Елемент (Structure element)	Бетон (Concrete)	Арматура Reinforcement	Заштитни слој Protection layer
Темељи самци (Foundation)	C 25/30 (MB 30)	B 500 B (C)	5.0 cm
Мршав бетон (Lean concrete)	C 12/15 (MB 15)		

03		
02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
Ревизиони блок: / Revision block:		
<p>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</p>		
Организациона јединица: КОНСТРУКЦИЈЕ / Organization unit: STRUCTURE DEPARTMENT		
Одговорни пројектант / Responsible designer:	Мирјана Мандић, дипл. грађ. инж.	Инвеститор пројекта / Investor: ИИ "ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈА" А.Д. / INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA JSC Лиценца број / License No.: 310 F112 07 Немањина 6/1, Београд, Србија / Nemanjina Street 6/1, Belgrade, Serbia
Сарадници / Associates:		Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре Београд - Суботица - Државна граница (Келебија) Модернизација железнице Србије Министарство транспорта и инфраструктуре Немањина 22-28 Street: 11000 Belgrade, Serbia www.mg.gov.rs
Унутрашња контрола / Internal control:		Објекат / Structure: БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА) ДЕСИЈА НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА) МОДЕРНИЗАЦИЈА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈА BEOGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE SECTION: NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) Део пројекта / Part of Design: 2/8 Пројекат стубова за потребе GSMR система 2/8 Design of GSMR towers
Главни пројектант / Chief designer:	Милан Јелкић, дипл. грађ. инж.	Цртеж / Drawing: ДИСПОЗИЦИЈА челичне конструкције стуба Layout of steel construction
Руководилац организационе јединице / Manager of organization unit:	Љилјана Мишковић, дипл. грађ. инж.	Размера / Scale: 1:100
Фазе пројекта / Design phase: ИДП / PD	Датум / Date: 12.2018.	Цртеж бр. / Drawing No.: 2017-728-КОИ-2/8.1