

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



Výměna ocelového mostu přes nádrž
Hracholusky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Vojtěch Drábek

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Drábek Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 438104
Zadávající katedra: K134
Studijní program: SI
Studijní obor: K

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Výměna ocelového mostu přes nádrž Hrachousky
Název diplomové práce anglicky: Replacement of the Steel Bridge over Hracholusky Dam

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte podrobný statický výpočet výměny ocelového mostu pomocí otáčení. Nakreslete dispoziční výkresy a hlavní detaily s důrazem na montážní prvky. Vypracujte podrobnou technickou zprávu zaměřenou na montáž.

Seznam doporučené literatury:
předán osobně

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Datum zadání diplomové práce: 24.9.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce

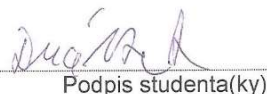

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

24.9.2019

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 6. ledna 2020

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

- Chtěl bych poděkovat doc. Dr. Ing. Jakubu Dolejšovi, vedoucímu mé diplomové práce, za trpělivost, čas strávený při konzultacích a poskytnutí rad při zpracování této práce.
- Dále bych rád poděkoval Doc. Ing. Matěji Lepšovi, Ph.D. za konzultaci ohledně aplikace zatížení do hlavního modelu.
- Také musím poděkovat Ing. Ludvíkovi Kolpaskému, za poskytnutí deskostěnového modelu otáčedla.
- Další díky míří Ing. Martinovi Werunskému za konzultace a předání zkušeností s návrhem technologie. A také poskytnutí modelu pro účely kontroly.
- A také musím poděkovat Ing. Petrovi Červenkovvi za konzultace ohledně problematických spojů na konstrukcích.
- Poslední díky patří mé rodině za podporu a pomoc při kompletování práce.

Abstrakt

Anotace

Diplomová práce se zabývá výměnou mostních konstrukcí pomocí otáčení kolem podélné osy, chováním ocelových mostních konstrukcí po naklonění do nepřírozené polohy, podrobnou analýzou otáčení soustavy dvou mostních objektů. Dále práce řeší detailní posouzení hlavních prvků nosných konstrukcí a návrh hlavních detailů během výměny mostů. Zahrnuto je i variantní posouzení uspořádání konstrukce se závěsy a bez a jejich porovnání. V závěru se práce snaží odhalit slabá místa a části konstrukcí s velkým vlivem na dobré fungování otáčené soustavy.

Jméno a příjmení autora:

Vojtěch Drábek

Název práce:

Výměna ocelového mostu přes nádrž Hracholusky

Typ práce:

Diplomová práce

Pracoviště:

ČVUT Praha, Fakulta Stavební, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, K134 Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Rok obhajoby:

2020

Klíčová slova

Most, montáž, otáčení konstrukce, zatížení, fáze výstavby, model, modelování, Hracholusky

Jazyk:

Čeština

Abstract

Annotation

The diploma thesis deals with the replacement of the bridge structures by rotating it around a longitudinal axis, the behavior of steel bridge structures after tilting to an unnatural position, a detailed analysis of the rotation of a system made from two bridge structures. Furthermore, the work deals with a detailed assessment of the main elements of load-bearing structures and the design of the main details during the replacement of bridges. Included is also a variant design assessment of the structure with and without bridge hangers and their comparison. In conclusion, the thesis tries to detect weak points and parts of structures with a great influence on the good functionality of the rotated system.

Author's first name and surname:

Vojtěch Drábek

Title:

Replacement of the Steel Bridge over Hracholusky Dam

Type of thesis:

diploma thesis

Department:

Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, The Department of Steel and Timber Structures, Thákurova 7, 166 29 Prague 6

Supervisor:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

The year of presentation:

2020

Keywords

Bridge, replacement, rotation of structure, load, construction phase, model, modeling, Hracholusky

Language:

Czech

Obsah

PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
ABSTRAKT	7
ABSTRACT	8
1.) ÚVOD	11
1.1 LITERATURA A PODKLADY.....	11
1.2 SEZNAM TABULEK	12
1.3 SEZNAM OBRÁZKŮ	13
2.) POPIS KONSTRUKCE	16
2.1 OBECNĚ	16
2.2 SOK.....	16
2.3 NOK.....	17
2.4 ROŠT.....	18
2.5 ZÁVĚSY	19
2.6 OTÁČEDLO	20
2.7 MATERIÁLY.....	20
3.) VARIANTY HLAVNÍHO MODELU	21
4.) CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	23
5.) MODEL Y KONSTRUKCÍ	24
5.1 HLAVNÍ MODEL – FÁZE VÝSTAVBY.....	24
5.2 MODEL STATORU	30
5.3 MODEL NOK PRO VÝSUV	30
6.) ZATÍŽENÍ:	31
6.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ:.....	31
6.2 APLIKACE STÁLÉHO ZATÍŽENÍ DO VÝPOČETNÍHO MODELU:	32
6.3 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ:	40
6.4 KOMBINACE.....	41
7.) VNITŘNÍ SÍLY	42
7.1 SOK.....	42
7.2 NOK.....	48
7.3 ROŠT.....	53
7.4 REAKCE NA STATOR OTÁČEDLA.....	59

7.5	VNITŘNÍ SÍLY V DETAILECH	62
8.)	POSOUZENÍ HLAVNÍCH KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ.....	63
8.1	SOK.....	63
8.2	NOK.....	98
8.3	ROŠT.....	134
8.4	OTÁČEDLO	149
9.)	POSOUZENÍ HLAVNÍCH DETAILŮ	152
10.)	DEFORMACE KONSTRUKCE.....	197
11.)	SROVNÁNÍ VARIANT	203
11.1	OBEČNĚ	203
11.2	VARIANTA Č.2	203
11.3	VARIANTA Č.3	213
12.)	ZÁVĚR.....	223
12.1	REKAPITULACE.....	223
12.2	SROVNÁNÍ VÝHOD A NEVÝHOD JEDNOTLIVÝCH VARIANT USPOŘÁDÁNÍ ZÁVĚSŮ	223
12.3	VLIV JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ ROŠTU NA VNITŘNÍ SÍLY V KONSTRUKCÍCH	224
12.4	ODHALENÍ SLABÝCH A POTENCIÁLNĚ NEBEZPEČNÝCH MÍST BĚHEM OTÁČENÍ MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ	224
12.5	BUDOUCNOST MONTÁŽNÍHO POSTUPU OTÁČENÍ MOSTŮ KOLEM PODÉLNÉ OSY	225
13.)	PŘÍLOHA A - VÝKRESY
14.)	PŘÍLOHA B - DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ.....
15.)	PŘÍLOHA C - DIGITÁLNÍ ARCHIV POSOUZENÍ PRUTŮ

1.) Úvod

1.1 Literatura a podklady

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČNI 2004, vč. změn a oprav.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČNI 2004.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČNI 2007, vč. změn a oprav.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou, ČNI 2007, vč. změn a oprav.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 2006, vč. změn a oprav.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- [7] Oprava mostu v km 1,429 trati Pňovany – Bezručice, SO 01 – Oprava mostu. Starý stav – Archivní dokumentace. TOP CON servis, s. r. o., 03/2016
- [8] Korozní průzkum ocelové konstrukce mostu Hracholusky na stavbě “Oprava mostu v km 1,429 trati Pňovany – Bezručice”. ČVUT v Praze, 03/2018
- [9] Korozní oslabení OK, TOP CON servis, s. r. o., 2016
- [10] Oprava mostu v km 1,429 trati Pňovany – Bezručice, SO 01 – Oprava mostu. TOP CON servis, s. r. o., 11/2016
- [11] Statický výpočet montáže rekonstrukce ocelových konstrukcí mostu v km 1,429 – Hracholusky
- [12] Deskostěnový model otáčedla „90°_FINAL_plast_ER_v2018-05-29.esa“ poskytnutý Ing. Ludvíkem Kolpaským
- [13] Prutový model soumostí „Hracholuzzz.esad“ poskytnutý Ing. Martinem Werunským

1.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - hodnoty násobků tíhového zrychlení v modelu	33
Tabulka 2 - Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.1	47
Tabulka 3 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.1	52
Tabulka 4 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.1	58
Tabulka 5 - reakce na model statoru	61
Tabulka 6 - Extrémy vnitřních sil působících ve spojích varianty 1	62
Tabulka 7 - využití SOK var.1	63
Tabulka 8 – využití NOK var.1	98
Tabulka 9 - využití roštu var.1	134
Tabulka 10 - Využití hlavních detailů.....	152
Tabulka 11- Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.2.....	205
Tabulka 12 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.2.....	207
Tabulka 13 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.2	209
Tabulka 14 - Extrémy vnitřních sil pro jednotlivé detaily pro variantu č.2	212
Tabulka 15 - Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.3	215
Tabulka 16 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.3.....	217
Tabulka 17 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.3	219
Tabulka 18 - Srovnání N na roštu pro všechny varianty.....	220
Tabulka 19 - Srovnání My na roštu pro všechny varianty	220
Tabulka 20 - Srovnání Mz na roštu pro všechny varianty	220
Tabulka 21 - Extrémy vnitřních sil pro jednotlivé detaily pro variantu č.3	222

1.3 Seznam obrázků

Obrázek 1 - podélný pohled na stávající most (z archivní dokumentace).....	16
Obrázek 2 - půdorys (SOK)	16
Obrázek 3 - podélný pohled	17
Obrázek 4 - popis jednotlivých prvků SOK	17
Obrázek 5 - půdorys NOK	17
Obrázek 6 - podélný pohled	17
Obrázek 7 - popis jednotlivých prvků NOK (most je v obrácené poloze o 180°)	18
Obrázek 8 - půdorys roštu	18
Obrázek 9 - popis jednotlivých prvků roštu	19
Obrázek 10 - axonometrický pohled na samotný rošt.....	19
Obrázek 11 - popis otáčedla v poloze otočení o 90°	20
Obrázek 12 - varianta č.1	21
Obrázek 13 - pohled na konstrukci v poloze 90°	21
Obrázek 14 - axonometrický pohled na variantu č.2.....	21
Obrázek 15 - pohled na konstrukci v poloze 90°	22
Obrázek 16 - axonometrický pohled na variantu č.3.....	22
Obrázek 17 - rotor otáčedla v hlavním modelu.....	24
Obrázek 18 - fáze 1 - výchozí stav SOK.....	25
Obrázek 19 - fáze 2 - montáž roštu	25
Obrázek 20 - fáze 3,4 - výsun NOK.....	26
Obrázek 21 - fáze 5 – sepnutí.....	26
Obrázek 22 – fáze 6 až 23 – otáčení po 10° (10° až 180°).....	27
Obrázek 23 - fáze 24 – demontáž otáčedla	28
Obrázek 24 - fáze 25 – demontáž SOK.....	28
Obrázek 25 - fáze 26 - demontáž roštu.....	29
Obrázek 26 - fáze 27 – finální stav	29
Obrázek 27 - zjednodušený model statorů otáčedla.....	30
Obrázek 28 - jednoduchý model NOK.....	30
Obrázek 29 – výpočet odpovídající plochy pro reprezentaci ostatního zatížení.....	31
Obrázek 30 - zadání zatížení v programu SCIA (1. fáze – SOK)	32
Obrázek 31 - princip otáčení soumostí pomocí zatěžování.....	34
Obrázek 32 - výchozí stav (SOK)	35
Obrázek 33 - fáze montáž roštu.....	35
Obrázek 34 - výsun (1.stav) proměnné zatížení.....	36
Obrázek 35 - výsun (2.stav) proměnné zatížení.....	36
Obrázek 36 - fáze sepnutí SOK a NOK	37
Obrázek 37 - Zatížení při otočení 10°	37

Obrázek 38 - Zatížení při otočení 90°	38
Obrázek 39 - Zatížení při otočení 120°	38
Obrázek 40 - Zatížení při otočení 180°	39
Obrázek 41 - fáze 27 - finální stav	39
Obrázek 42 - Výsledný vítr v okamžiku montáže podle poskytnutého statického výpočtu	40
Obrázek 43 - reakce působící na SOK během výsunu	41
Obrázek 44 - ST5 - sepnutí	149
Obrázek 45 - ST9 - 40°	149
Obrázek 46 - ST14 - 90°	149
Obrázek 47 - ST19 - 140°	150
Obrázek 48 - ST23 - 180°	150
Obrázek 49 – ST5 - sepnutí.....	151
Obrázek 50 - ST13 - 80°	151
Obrázek 51 - rozvržení montážního spoje na roštu.....	196
Obrázek 52 - fáze - ST3 - výsun - varianta č.2	203
Obrázek 53 – fáze - ST4 - sepnutí varianta č.2	203
Obrázek 54 - fáze - ST5 - předpětí varianta č.2	204
Obrázek 55 - Základní parametry předpínacích tyčí var.č.2	204
Obrázek 56 - normálová síla na SOK - fáze ST14 - 90° var.č.2	206
Obrázek 57 - normálová síla na SOK - fáze ST14 - 90° var.č.1	206
Obrázek 58 - normálová síla na NOK - fáze ST15 - 100° var.č.2	208
Obrázek 59 - normálová síla na NOK - fáze ST15 - 100° var.č.1	208
Obrázek 60 - normálová síla na roštu - fáze ST14 - 90° var.č.2	210
Obrázek 61 - normálová síla na roštu - fáze ST14 - 90° var.č.1	210
Obrázek 62 - ST14 - 90° - varianta č.2	211
Obrázek 63 - ST14 - 90° - varianta č.1	211
Obrázek 64 - fáze - ST3 - výsun - varianta č.3	213
Obrázek 65 – fáze - ST4 - sepnutí varianta č.3	213
Obrázek 66 - fáze - ST5 - předpětí varianta č.3	214
Obrázek 67 - Základní parametry předpínacích tyčí var.č.3	214
Obrázek 68 – Srovnání N na SOK pro všechny varianty.....	216
Obrázek 69- Srovnání My na SOK pro všechny varianty.....	216
Obrázek 70 - Srovnání Mz na SOK pro všechny varianty.....	216
Obrázek 71 - Srovnání N na NOK pro všechny varianty.....	218
Obrázek 72 - Srovnání My na NOK pro všechny varianty	218
Obrázek 73 - Srovnání Mz na NOK pro všechny varianty	218
Obrázek 74 - ST14 - 90° - varianta č.3	221
Obrázek 75 - ST14 - 90° - varianta č.1	221

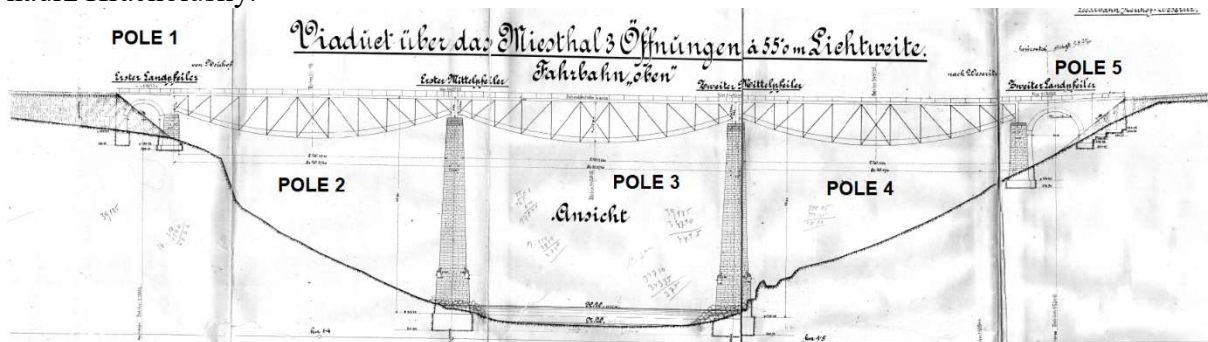
Použitý software

- SCIA Engineer 19.0 – studentská licence
- AutoCad 2019 - studentská licence
- IDEA StatiCa 10.1, modul Connection - studentská licence
- PTC Mathcad Prime 5.0.0.0 – studentská licence
- Microsoft Office 2016 – Excel, Word - studentská licence

2.) Popis konstrukce

2.1 Obecně

Objekt diplomové práce je tvořen pěti samostatnými prostými poli, které přemostují vodní nádrž Hracholusky.

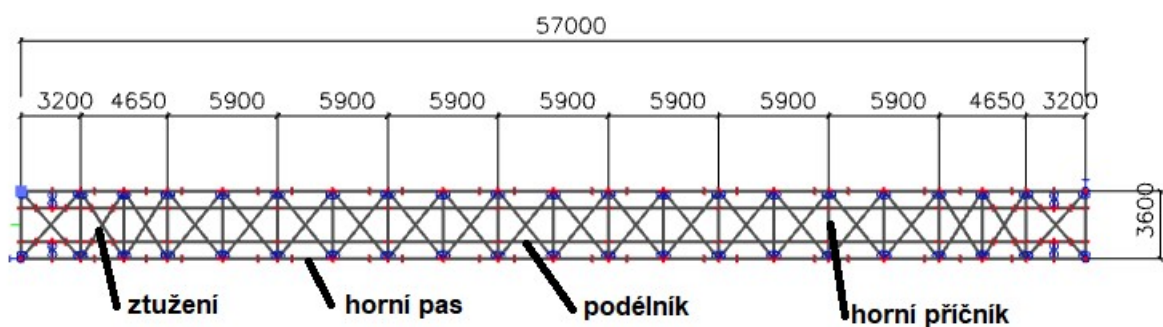


Obrázek 1 - podélný pohled na stávající most (z archivní dokumentace)

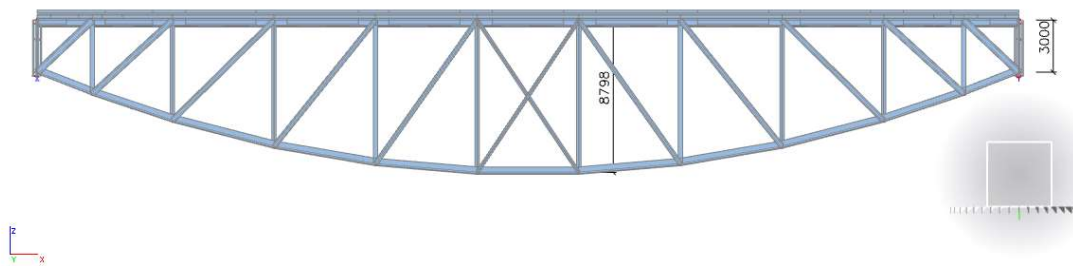
Tato práce se zabývá pouze rekonstrukcí pole 3, u kterého nebylo bráno v potaz korozní oslabení stávající ocelové konstrukce (dále jen SOK). Rozhodnutí zanedbat korozní oslabení, které místy dosahovalo až 100 %, padlo po konzultaci s vedoucím diplomové práce. Hlavním důvodem pro zanedbání korozního oslabení je ambice této práce porovnat několik variant uspořádání roštu při sepnutí konstrukcí. Navíc si tato práce neklade za cíl být srovnávána se skutečným prováděcím statickým posudkem, ale spíše má analyzovat chování sepnutých konstrukcí během otáčení a ukázat na citlivost jednotlivých komponent (roštu, uspořádání závěsů a dalších) při dimenzování.

2.2 SOK

Základní geometrie mostu:

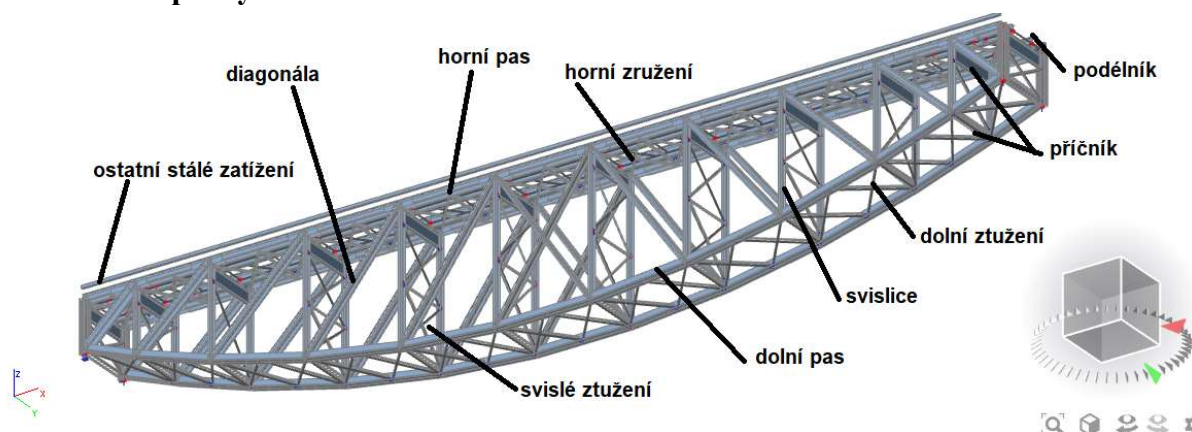


Obrázek 2 - půdorys (SOK)



Obrázek 3 - podélný pohled

Konstrukční prvky SOK

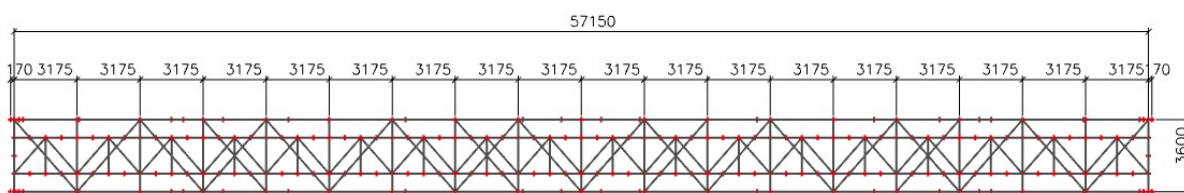


Obrázek 4 - popis jednotlivých prvků SOK

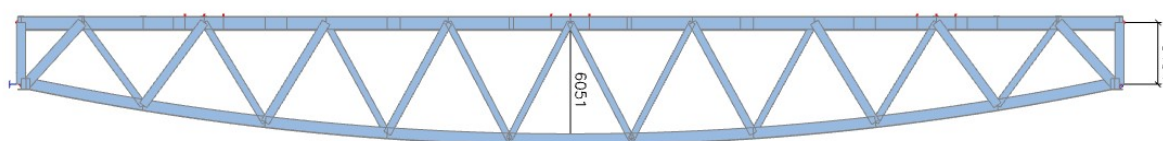
SOK tvoří příhradový most s horní mostovkou a dolním zakřiveným pasem. Mostní svršek stávající konstrukce je tvořen mostnicemi. Spodní stavba konstrukce je v těžko přístupném terénu ve vodní nádrži. Vzhledem k nízké hladině v nádrži je konvenční způsob rekonstrukce mostu obtížný (rekonstrukce pomocí spuštění SOK do přehrady a odvezení po vodní ploše). Proto je navržen postup otáčení mostů SOK a NOK společně kolem podélné osy souměstí.

2.3 NOK

Základní geometrie modelu

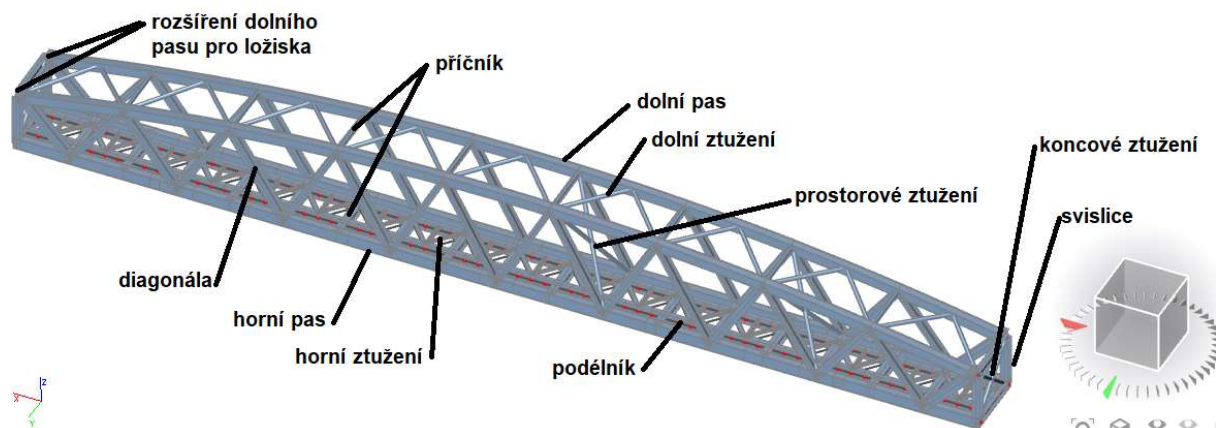


Obrázek 5 - půdorys NOK



Obrázek 6 - podélný pohled

Konstrukční prvky NOK



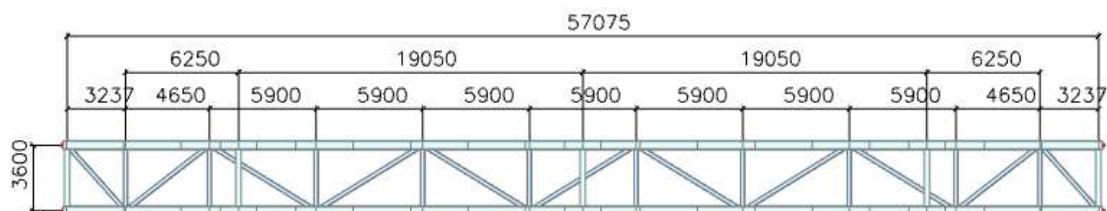
Obrázek 7 - popis jednotlivých prvků NOK (most je v obrácené poloze o 180°)

Novou ocelovou konstrukcí (dále jen NOK) tvoří ocelový příhradový most, který má ovšem menší výšku dolního pasu než konstrukce stávající. Jedná se o svařovanou konstrukci se spolehlivým prostorovým ztužením. Mostní svršek je stejně jako u SOK tvořen mostnicemi, které budou instalovány až po dokončení otáčení konstrukce. Pro spojení soumostí je mezi NOK a SOK navržen ocelový svařovaný rošt.

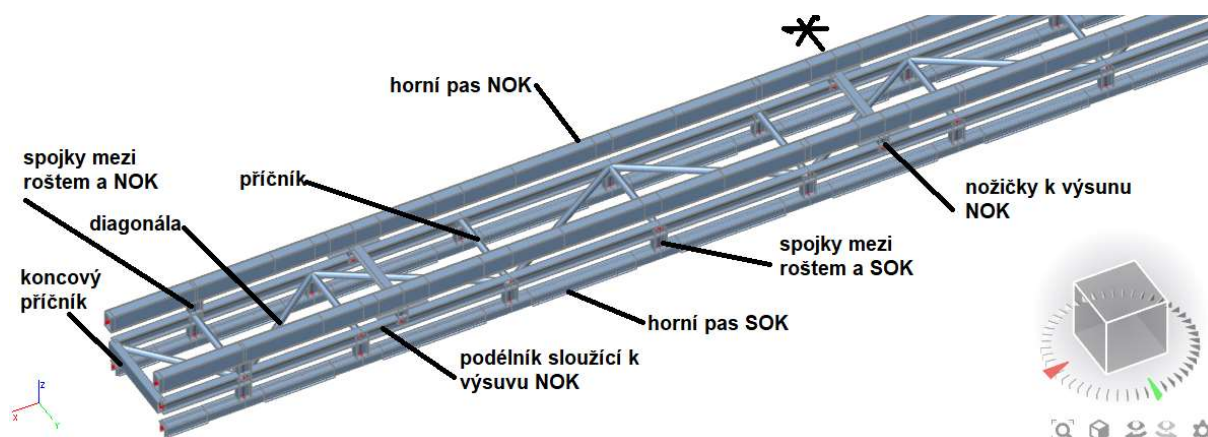
2.4 Rošt

Je svařovaným příhradovým nosníkem z válcovaných profilů.

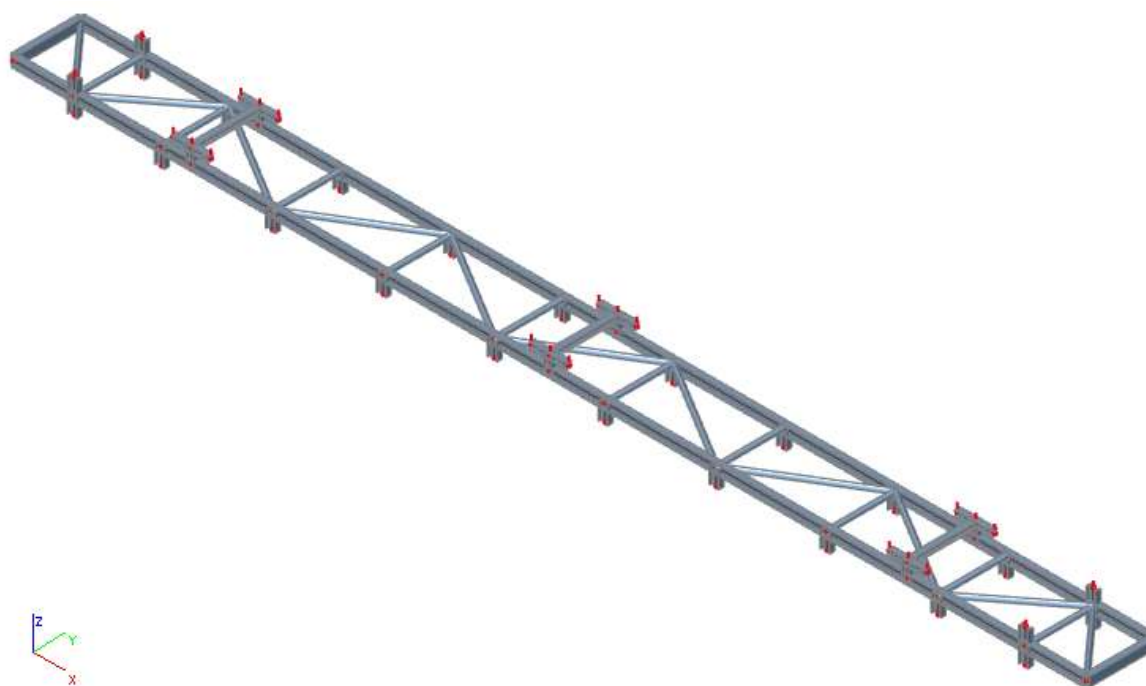
Základní geometrie modelu roštu (geometrie byla vybrána na základě diplomového semináře)



Obrázek 8 - půdorys roštu



Obrázek 9 - popis jednotlivých prvků roštu



Obrázek 10 - axonometrický pohled na samotný rošt

Konstrukce roštu má dvě základní funkce nezbytné pro provedení montáže. Za první díky svým rozměrům leží zhruba v těžišti celé soustavy, kterou je tak možné otočit s poměrně malou silou. A za druhé slouží jako výsuvná dráha pro NOK. Stávající most je nýtovaný, a proto jsou jeho části (podélníky, či hl. nosníky) nevhodné pro výsun. Hladká plocha podélníků roštu slouží tomuto účelu výrazně lépe. Během výsuvu je však nutné rošt dostatečně podepřít a redukovat tím jeho trvalou deformaci. Případné deformace roštu před započítáním otáčení mají velice nepříznivý vliv na obě mostní konstrukce.

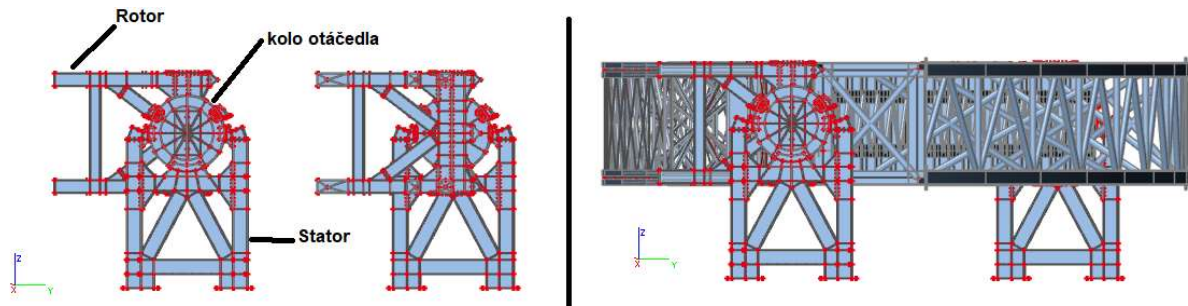
Pás roštu je označován v diplomové práci jako „podélník“.

2.5 Závěsy

Závěsy jsou navrženy ve variantě 2 a 3 pro srovnání jejich vlivu na konstrukci. Jsou zavěšeny na pylony, které jsou vytaženy z příčníků roštu. Viz kapitola 3.

2.6 Otáčedlo

Otáčedlo je konstrukce připevňená k oběma koncům soumostí. Skládá se z pohyblivé části – rotoru, který je připevňen k SOK a statické části – statoru, který následně působí na spodní stavbu. Obě tyto části jsou vzájemně propojeny „kolem“ otáčedla.



Obrázek 11 - popis otáčedla v poloze otočení o 90°

2.7 Materiály

SOK

Výpočet meze kluzu byl proveden v podkladu „Statický výpočet montáže rekonstrukce ocelových konstrukcí mostu v km 1,429 – Hracholusky“ [11] na základě 7 tahových zkoušek. Výsledná hodnota meze kluzu $f_{yk} = 211$ MPa.

NOK

Základní mez kluzu je uvažována $f_{yk} = 355$ MPa. Bližší specifikace je obsažena v projektové dokumentaci „Oprava mostu v km 1,429 trati Pňovany – Bezručice, SO 01 – Oprava mostu. TOP CON servis, s. r. o., 11/2016“ [10].

Rošt

Materiál roštu je navržen jako ocel S355J2, jelikož jde o konstrukci, u které není nutná odolnost vůči mnoho cyklové únavě.

Otáčedlo

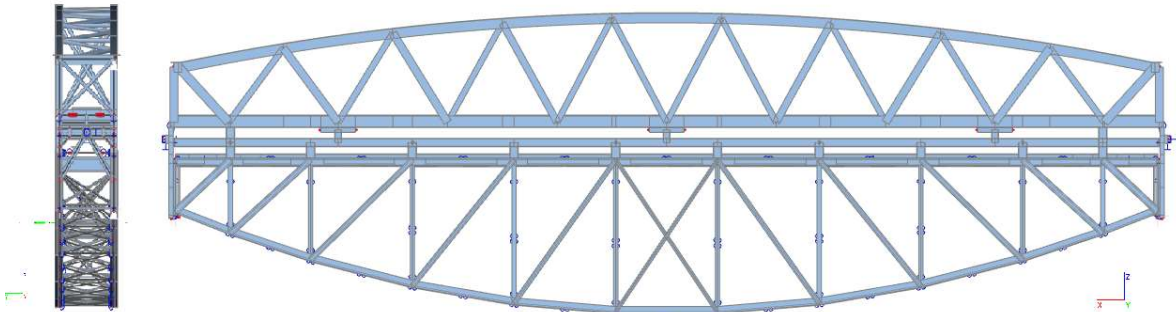
Materiál otáčedla je navržen převážně z oceli S355J2, jelikož jde o konstrukci, u které není nutná odolnost vůči mnoho cyklové únavě. Více namáhané prvky jsou z oceli S460.

3.) Varianty hlavního modelu

Úloha je řešena ve 3 variantách uspořádání závěsů.

Varianta č.1

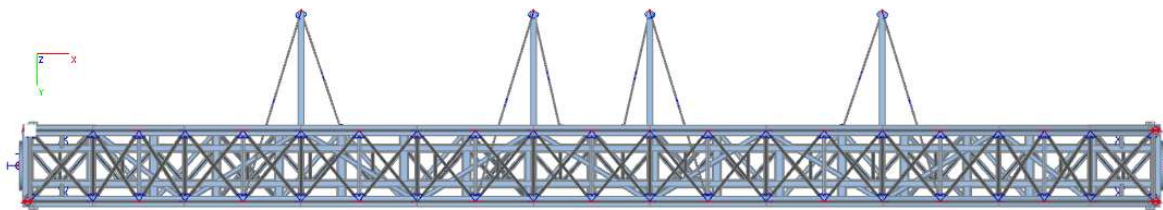
Mosty jsou spojeny rámovými spojkami. Žádné závěsy nejsou využity.



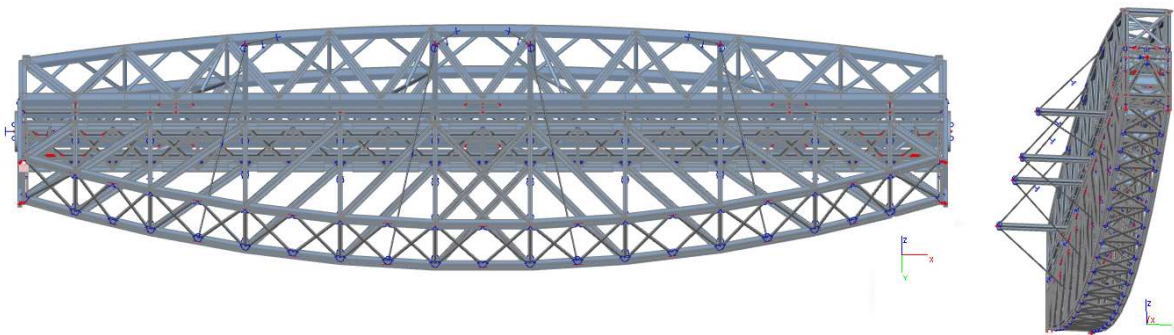
Obrázek 12 - varianta č.1

Varianta č.2

Mosty jsou spojeny rámovými spojkami. Použity jsou 4 dlouhé pylony (6 m od roštu) pro uspořádání s 8 závěsy.



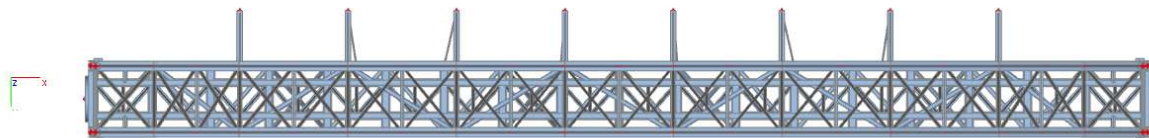
Obrázek 13 - pohled na konstrukci v poloze 90°



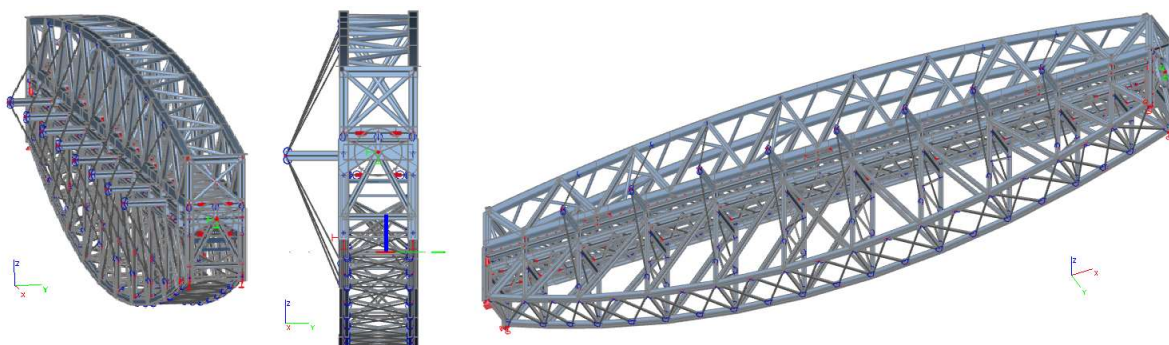
Obrázek 14 - axonometrický pohled na variantu č.2

Varianta č.3

Mosty jsou spojeny rámovými spojkami. Použito je 8 krátkých pylonů (3 m od roštu) pro uspořádání s 16 závěsy.



Obrázek 15 - pohled na konstrukci v poloze 90°



Obrázek 16 - axonometrický pohled na variantu č.3

4.) Cíle diplomové práce

Diplomová práce se snaží analyzovat chování mostních konstrukcí během montáže, především pak během otáčení konstrukcí. Snaží se odhalit případná slabá místa v SOK a ve spojení jednotlivých mostních konstrukcí. Dále posoudit vliv jednotlivých prvků soumostí na dobré fungování soustavy během otáčení.

Jednotlivé body:

- Vyřešení 3 variant.
- Podrobné posouzení varianty č. 1
(Podrobné posouzení hlavních konstrukčních prvků: SOK, NOK a roštu).
- Zjednodušené posouzení otáčedla na základě maximálního napětí.
- Tabulkové srovnání vnitřních sil ostatních variant uspořádání závěsů.
- Posouzení hlavních detailů konstrukce varianty č.1 (především spojení mostů a roštu).
- Tabulkové srovnání vnitřních sil ostatních variant uspořádání závěsů.
- Provést výkresy detailů a přehledné výkresy pro variantu č.1

5.) Modely konstrukcí

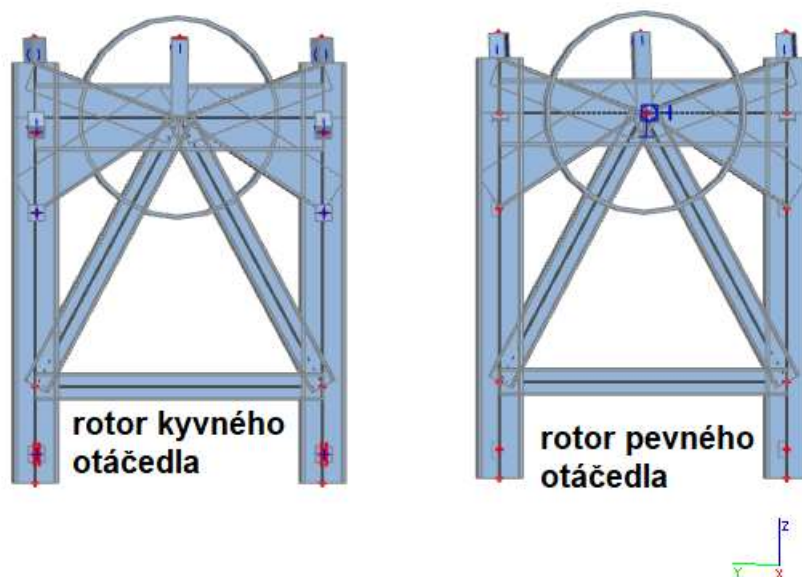
5.1 Hlavní model – fáze výstavby

Hlavní model je společný pro všechny varianty a simuluje celý proces rekonstrukce pole od výsuvu NOK, přes otáčení konstrukcí, demontáž SOK, až po uvedení NOK do provozu. Byl k tomu použit software SCIA Engineer a jeho modul fázové analýzy výstavby. Model obsahuje 27 fází výstavby.

Model je sestaven jako prutový, pro propojení jednotlivých konstrukcí (SOK,NOK,rošt) je použito tuhých prutů. Neuvažuje žádné korozní oslabení u SOK.

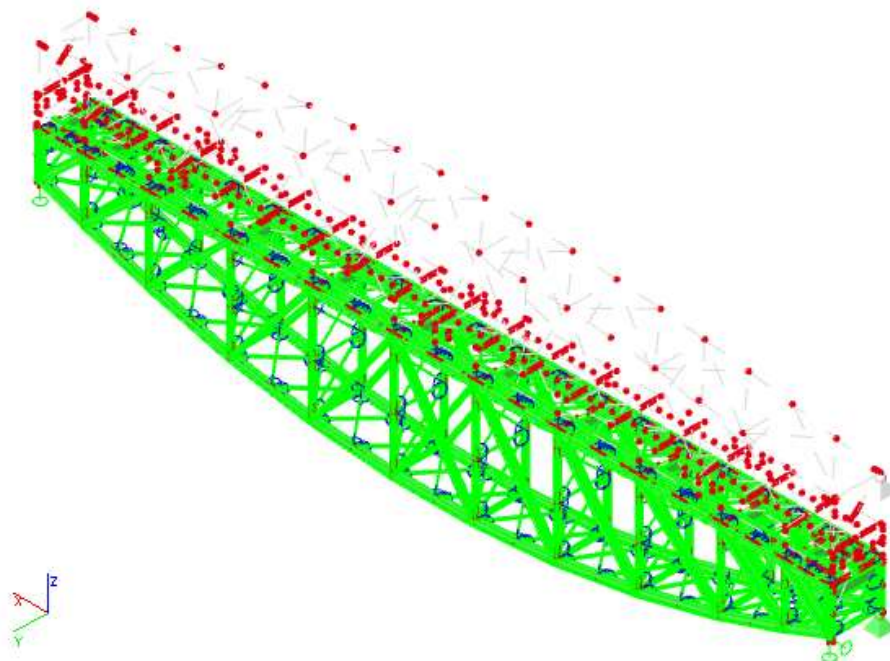
Rotor otáčedla v hlavním modelu

Část otáčedla (rotor) použitá v modelu je velmi zjednodušenou prutovou analogií skutečné konstrukce. Kolo otáčedla je podepřeno ve svém středu. Reakce z fází otáčení jsou posléze aplikovány na model statoru.



Obrázek 17 - rotor otáčedla v hlavním modelu

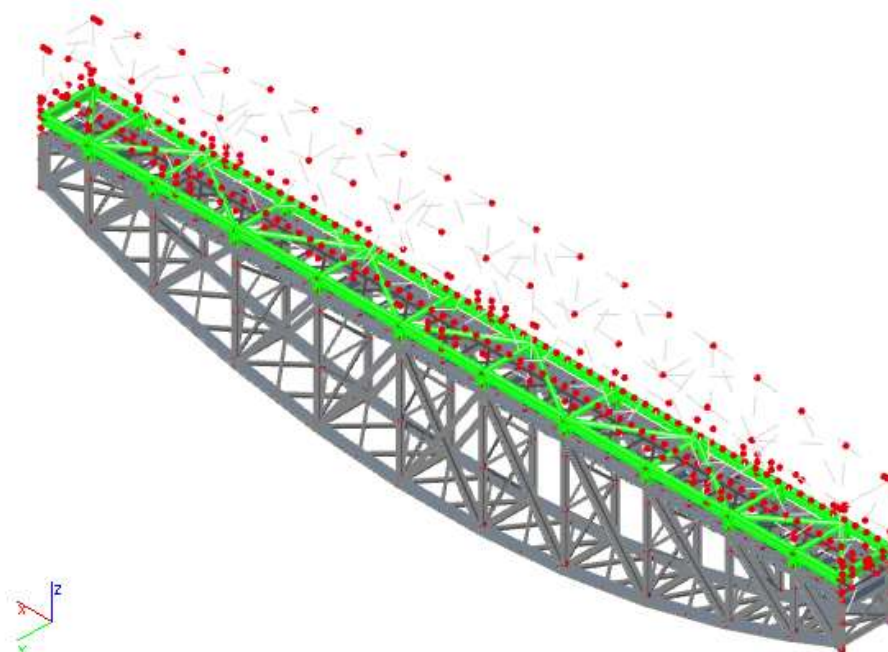
Fáze 1 - výchozí stav SOK



Obrázek 18 - fáze 1 - výchozí stav SOK

SOK – leží na spodní stavbě, - přípoje ztužení jsou uvažovány jako kloubové

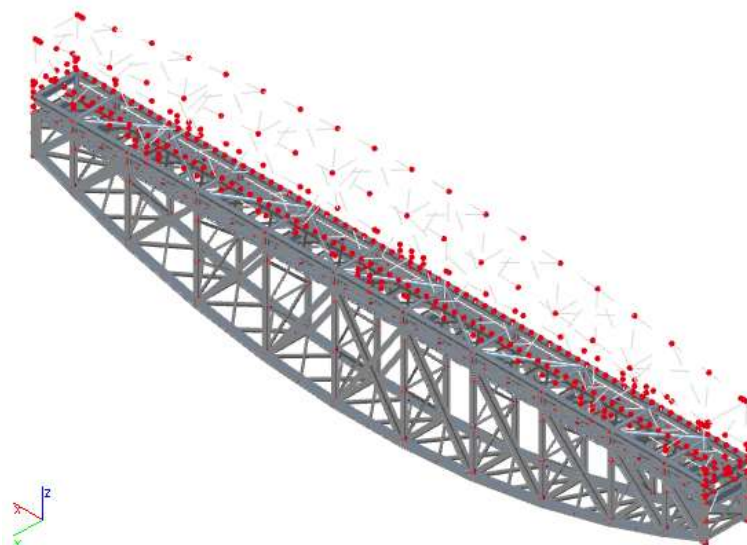
Fáze 2 - montáž roštu



Obrázek 19 - fáze 2 - montáž roštu

SOK + rošt leží na spodní stavbě, - připojení roštu na SOK je uvažováno jako vetknutí

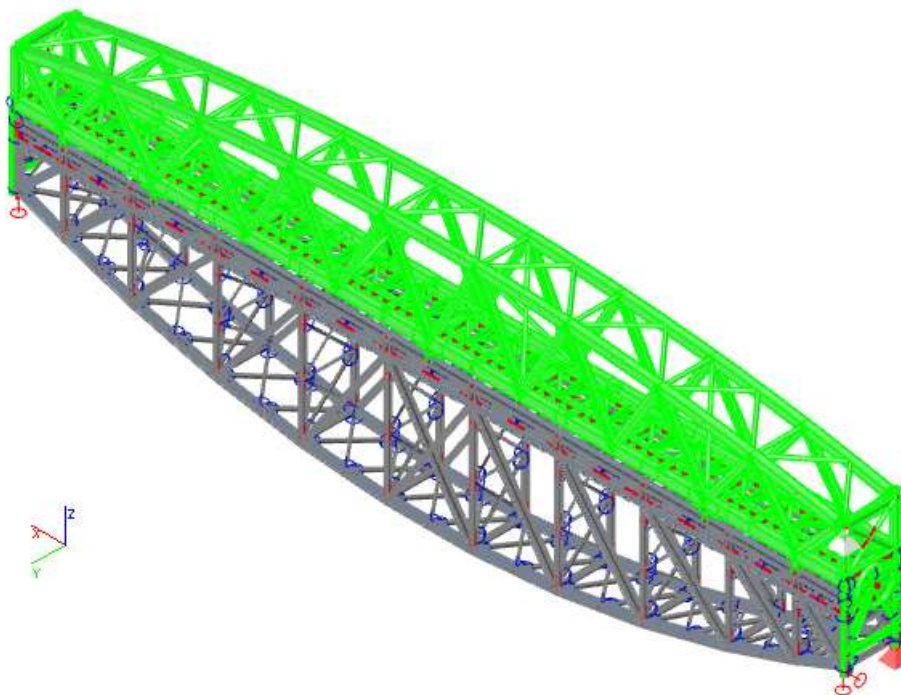
Fáze 3,4 – výsun NOK



Obrázek 20 - fáze 3,4 - výsun NOK

V těchto dvou fázích nepřibývá žádný konstrukční prvek. Konstrukce je pouze zatížena reakcemi od NOK. Toto zatížení je zjednodušeně uvažováno jako proměnné.

Fáze 5 – sepnutí



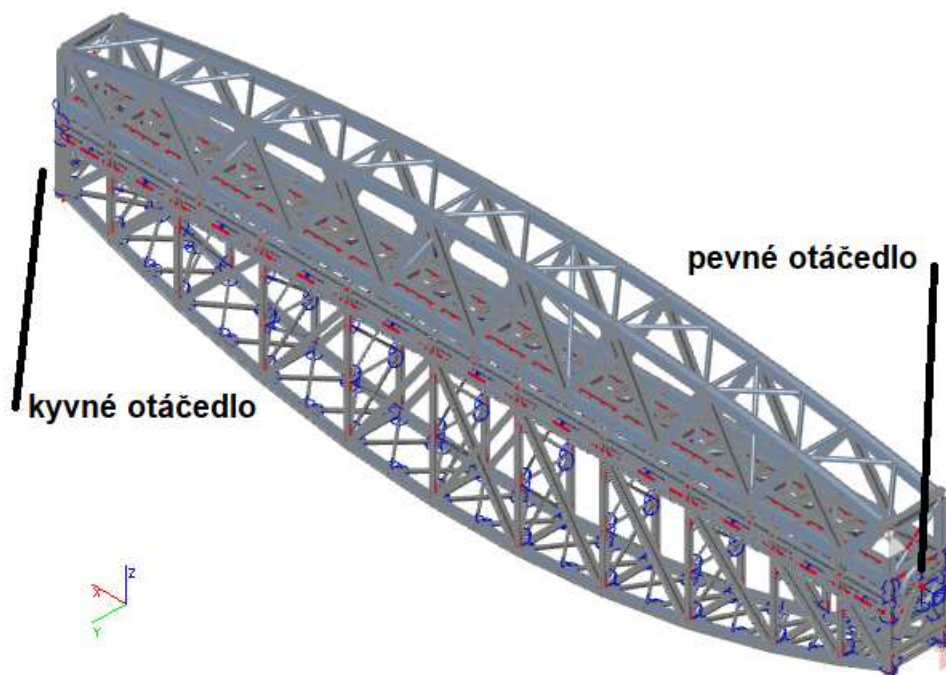
Obrázek 21 - fáze 5 – sepnutí

Ve fázi 5 je NOK spojena s roštem, celá konstrukce je připevněna k takzvaným otáčedlům a vyzdvižena z ložisek. Stávající podpory jsou odebrány a nahrazeny dvojicí podpor ve středu rotoru. Stator otáčedla není součástí tohoto modelu. Statické schéma je stále prostý nosník.

Levé otáčedlo je kyvné a pravé pevné (podle obr. fází výstavby). Díky tomuto uspořádání je vliv změny teploty během montáže minimální.

NOK je k roštu připevněna pomocí tuhých ramen, je uvažováno vetknutí. Rotor otáčedla je rovněž připojen pomocí tuhých ramen, avšak tuhá ramena mají na konci u mostních konstrukcí kloub.

Fáze 6 až 23 – otáčení po 10° (10° až 180°)

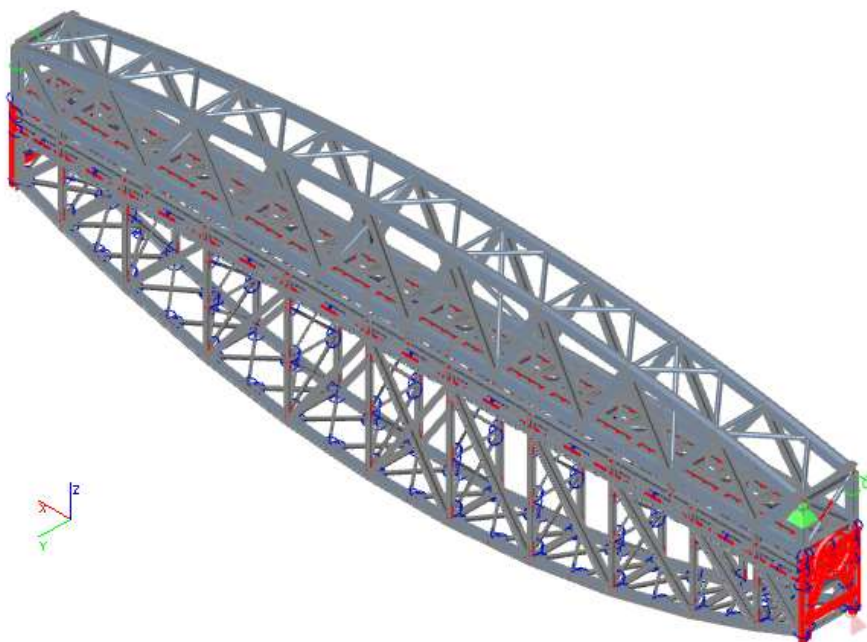


Obrázek 22 – fáze 6 až 23 – otáčení po 10° (10° až 180°)

Celá konstrukce je nyní v modelu držena ve dvou bodech na ose X a kolem této osy se otáčí směr gravitačního zrychlení. Je tedy snadné analyzovat vnitřní síly v příslušném pootočení konstrukce a sledovat změnu vnitřních sil při různém úhlu otočení konstrukce.

Podpora představující kolo otáčedla je nastavená jako kloub. Tato představa je pro fungování modelu lepší a průběh deformací je hladší. Navíc stator není (vzhledem k dimenzím konstrukcí) tak masivní, aby bylo reálné uvažovat vetknutí. Na druhou stranu pro dimenzování statoru je nutné uvažovat vetknutí v kole otáčedla (podrobněji vysvětleno v kapitole 8.4).

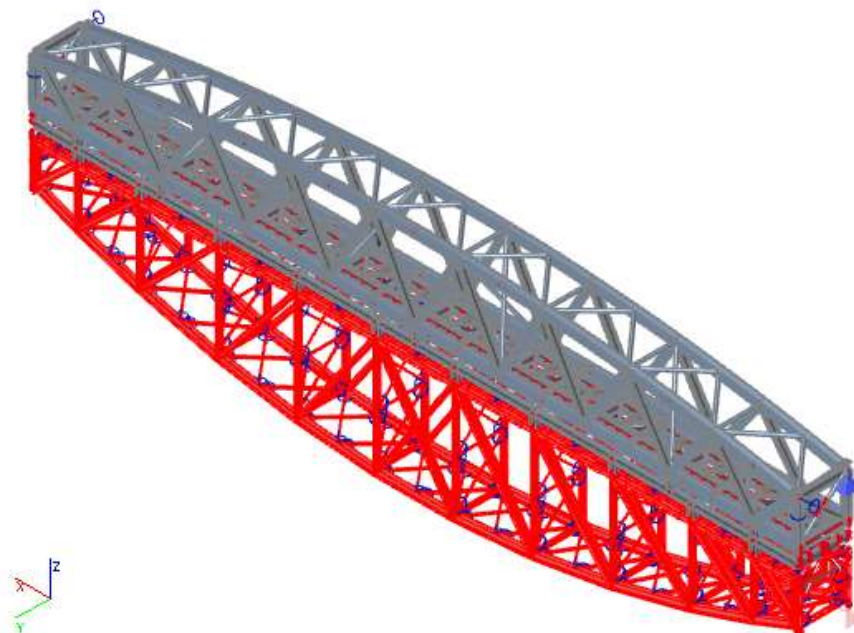
Fáze 24 – demontáž otáčedla



Obrázek 23 - fáze 24 – demontáž otáčedla

V této fázi je už konstrukce otočena o 180° . Gravitační zrychlení v modelu nyní působí v kladném směru osy Z (nahoru). Po dokončení obratu konstrukce je NOK umístěna na ložiska a podpora statoru je odebrána. Rotor je rozebrán a odpojen od konstrukce.

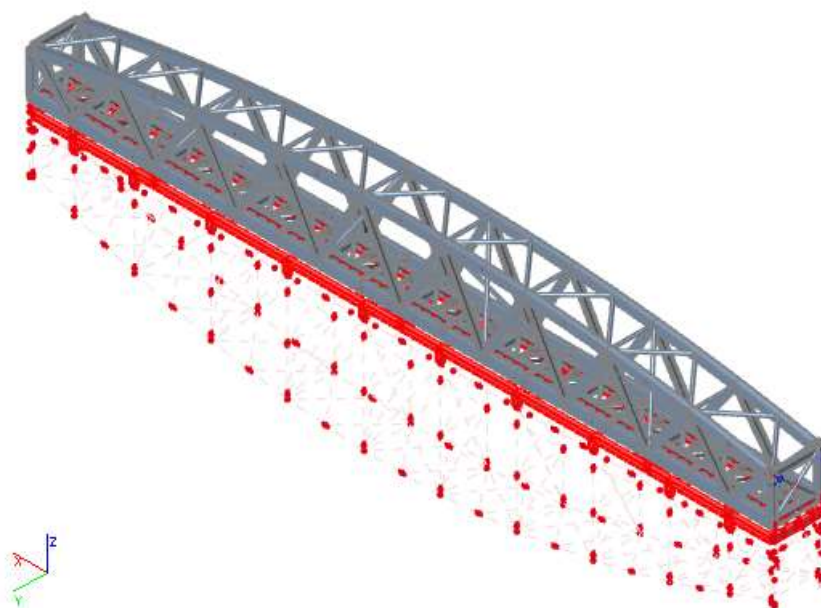
Fáze 25 – demontáž SOK



Obrázek 24 - fáze 25 – demontáž SOK

Ve fázi 25 je demontována SOK.

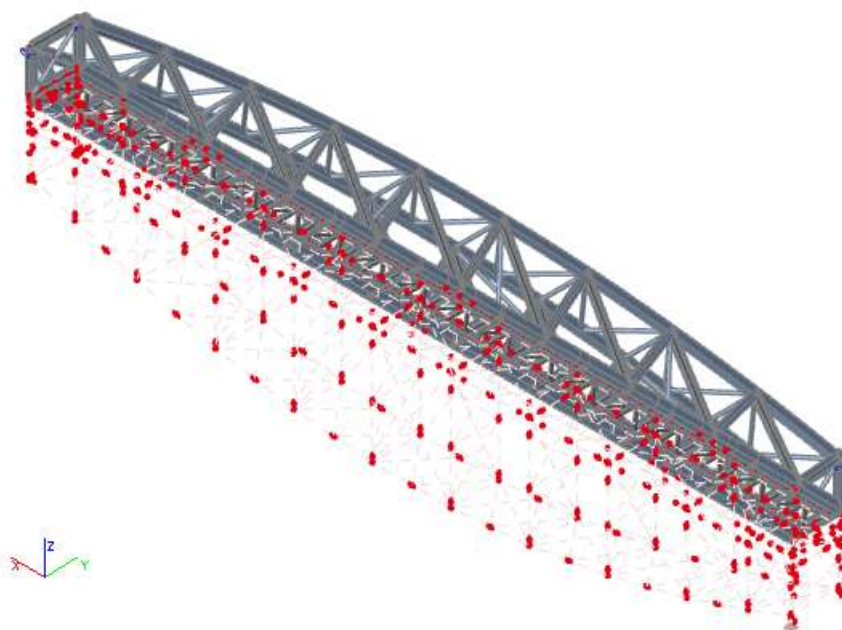
Fáze 26 – demontáž roštu



Obrázek 25 - fáze 26 - demontáž roštu

Nyní už je demontován i rošt

Fáze 27 – finální stav

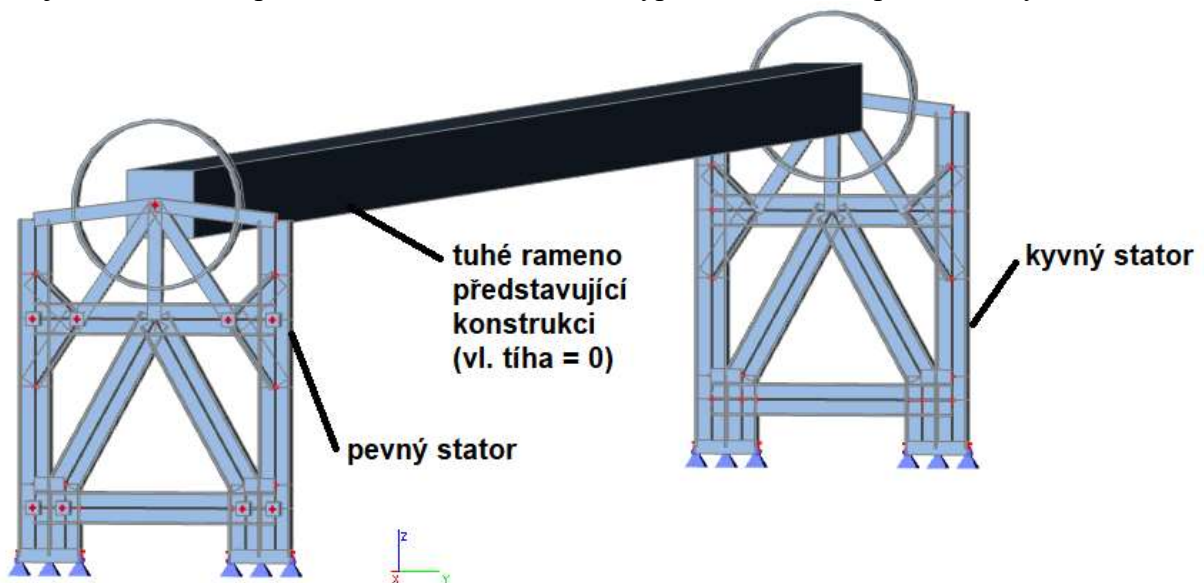


Obrázek 26 - fáze 27 – finální stav

V poslední fázi výstavby je rekonstrukce dokončena. Na most přibývá zatížení představující mostní vybavení a kolejový svršek.

5.2 Model statoru

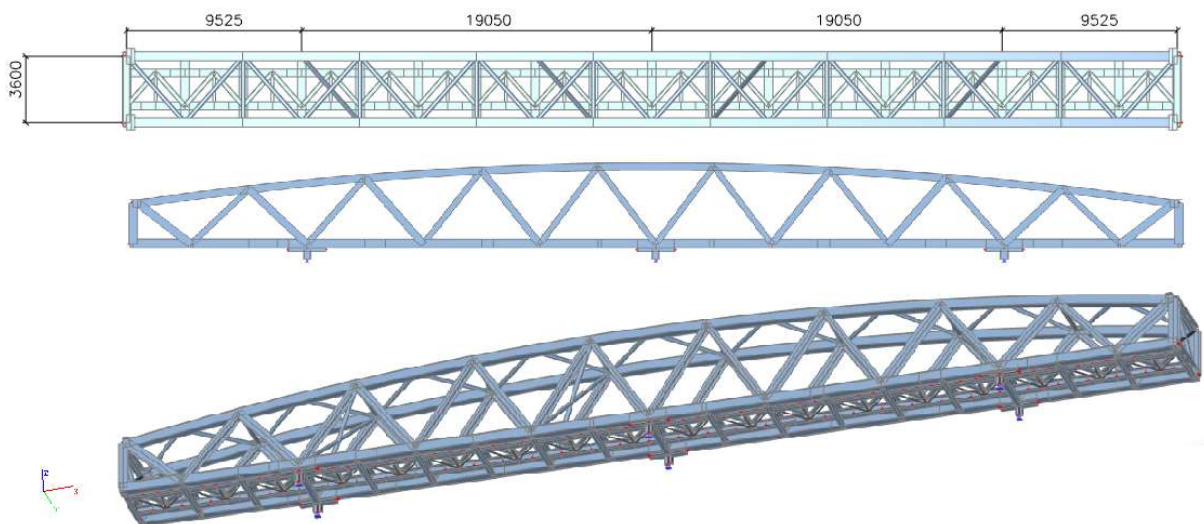
Jednoduchý prutový model, který je zatěžován reakcemi z hlavního modelu konstrukce. Slouží ke zjednodušenému posouzení statoru otáčedla a výpočtu reakcí do spodní stavby.



Obrázek 27 - zjednodušený model statorů otáčedla

5.3 Model NOK pro výsuv

Model byl zatížen pouze vlastní tíhou. Reakce byly použity jako zatížení do hlavního modelu.



Obrázek 28 - jednoduchý model NOK

6.)Zatížení:

6.1 Stálé zatížení:

-Vlastní tíha

Vlastní tíha byla generována programem SCIA Engineer automaticky na základě zadaných průřezových a materiálových charakteristik prvků. Základní tíhové zrychlení bylo uvažováno hodnotou $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Hodnota zatížení vychází z plné plochy, každého průřezu na konstrukci. Pro průřezy platí základní hodnota objemové hmotnosti oceli $\rho = 7,850 \text{ t/m}^3$.

Těžiště konstrukce bylo převzato z poskytnutých výpočetních modelů.

-Ostatní stálé zatížení:

Ostatní stálé zatížení je v modelu představováno prutem s tuhostí blízcí se nule ($E = 1 \text{ Pa}$) a plochou odpovídající zatížení 2 kN/m .

Toto zatížení zahrnuje mostovku a zábradlí stávajícího mostu a je rovněž uvažováno s odpovídající excentricitou v modelu.

$\rho_{oc} := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ MOSTOVKA	
$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$g_{mostovka} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	
$\gamma_{oc} := \rho_{oc} \cdot g = 76.98 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	ZÁBRADLÍ	
EXCENTRICITA PRUTU OD HORNÍHO PASU SOK $e_z := 500$ $e_y := 300$	$g_{zab} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	
	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ NA 1 NOSNÍK	
	$g_{ost} := g_{mostovka} + g_{zab} = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	
	$A_{ost} := \frac{g_{ost}}{\gamma_{oc}} = 0.026 \text{ m}^2$	$a_{ost} := \sqrt[2]{A_{ost}} = 161 \text{ mm}$

Obrázek 29 – výpočet odpovídající plochy pro reprezentaci ostatního zatížení

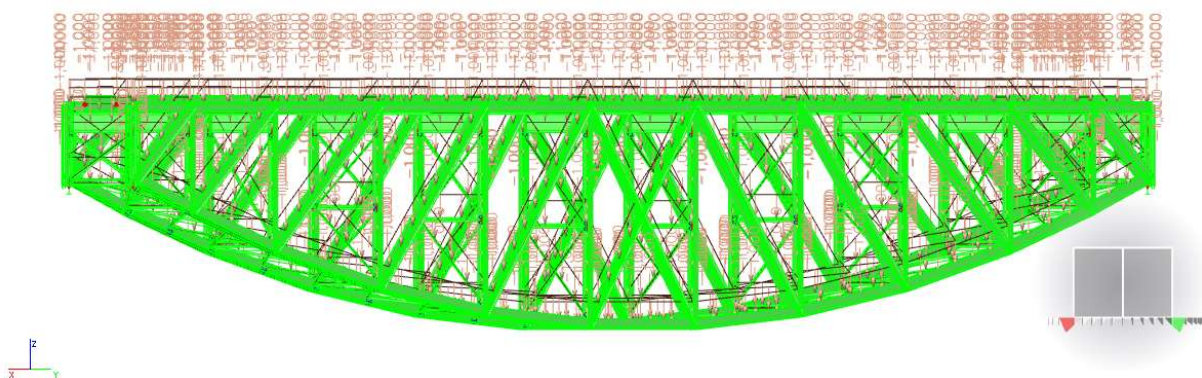
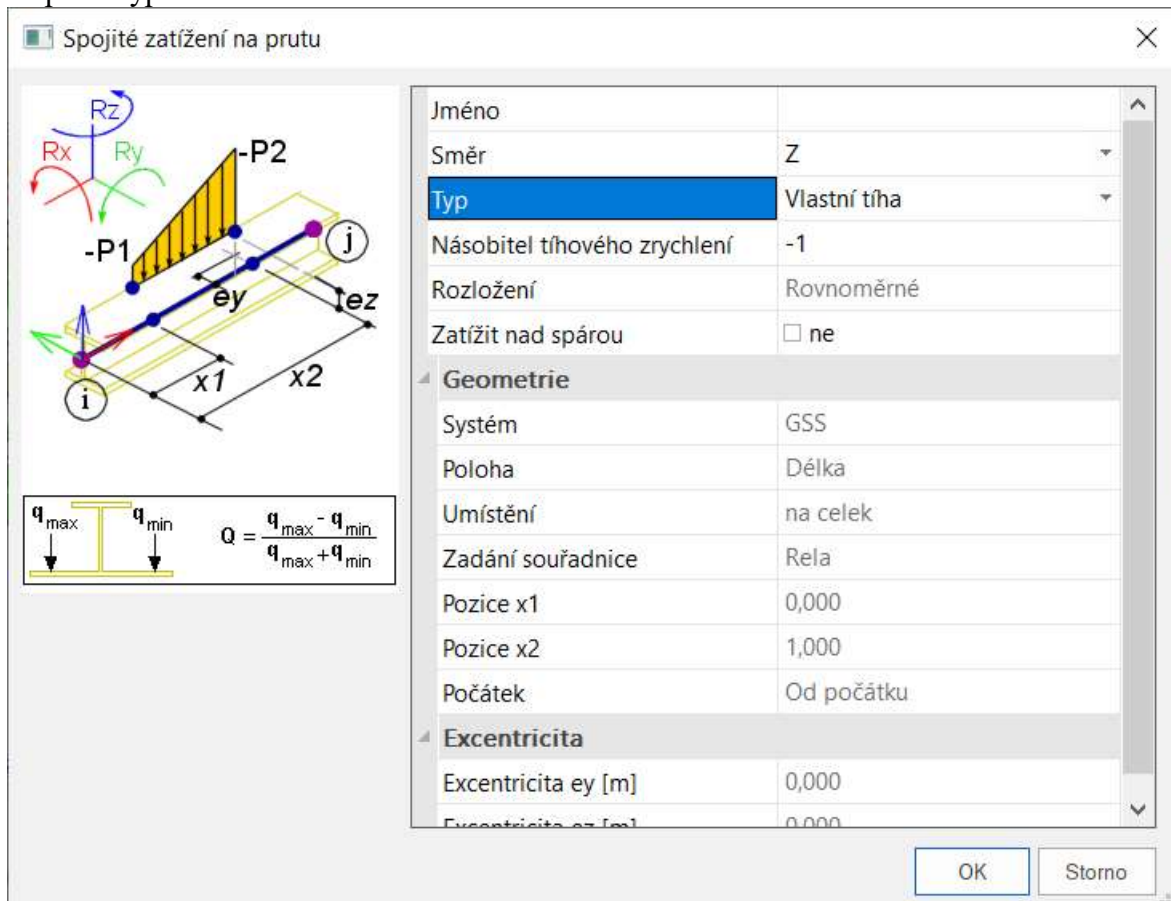
Tyto části konstrukce byly využity během montáže roštu a výsuvu NOK jako pochozí plošina a rovněž byly ponechány na SOK během otáčení.

Součinitel stálého zatížení je uvažován hodnotou: $\gamma_{FG} = 1,35$

6.2 Aplikace stálého zatížení do výpočetního modelu:

Vlastní tíha v počátečních fázích (1-5)

Pro fáze před otáčením konstrukce (samostatná SOK, montáž roštu, výsun NOK, sepnutí konstrukcí) je vlastní tíha všech prvků generována automaticky, za použití spojitého zatížení na prutu typu vlastní tíha.



Obrázek 30 - zadání zatížení v programu SCIA (1. fáze – SOK)

Simulace otáčení soumostí

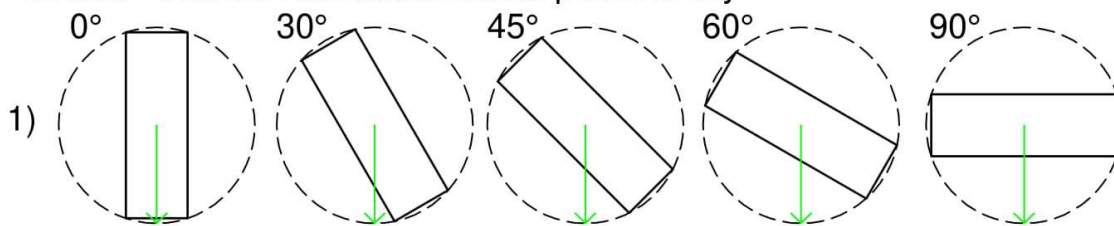
Otáčení konstrukce využívá stejný nástroj, jaký byl využit i pro předchozí fáze (spojité zatížení na prutu). Pro simulaci otáčení modelu je použit princip „otáčení země kolem mostu“. Stálé zatížení skládá vektory z dvou směrů (Z a Y) do příslušné výslednice s hodnotou $1 \cdot g$ a požadovaným směrem (příslušné pootočení). Pro otáčení byl zvolen krok 10° .

Zatížení v modelu			celkový směr gravitace		
	osa z	osa y			hodnota
úhel	cos alfa	sin alfa	suma z	suma y	v rovině
0	-1	0	-1	0	1
10	0,015192	0,173648	-0,98481	0,173648	1
20	0,045115	0,168372	-0,93969	0,34202	1
30	0,073667	0,15798	-0,86603	0,5	1
40	0,099981	0,142788	-0,76604	0,642788	1
50	0,123257	0,123257	-0,64279	0,766044	1
60	0,142788	0,099981	-0,5	0,866025	1
70	0,15798	0,073667	-0,34202	0,939693	1
80	0,168372	0,045115	-0,17365	0,984808	1
90	0,173648	0,015192	0	1	1
100	0,173648	-0,01519	0,173648	0,984808	1
110	0,168372	-0,04512	0,34202	0,939693	1
120	0,15798	-0,07367	0,5	0,866025	1
130	0,142788	-0,09998	0,642788	0,766044	1
140	0,123257	-0,12326	0,766044	0,642788	1
150	0,099981	-0,14279	0,866025	0,5	1
160	0,073667	-0,15798	0,939693	0,34202	1
170	0,045115	-0,16837	0,984808	0,173648	1
180	0,015192	-0,17365	1	0	1

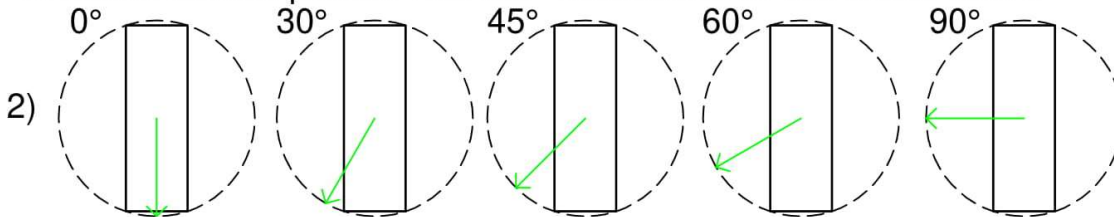
Tabulka 1 - hodnoty násobků tíhového zrychlení v modelu

Grafický výpočet principu otáčení soumostí zatěžováním

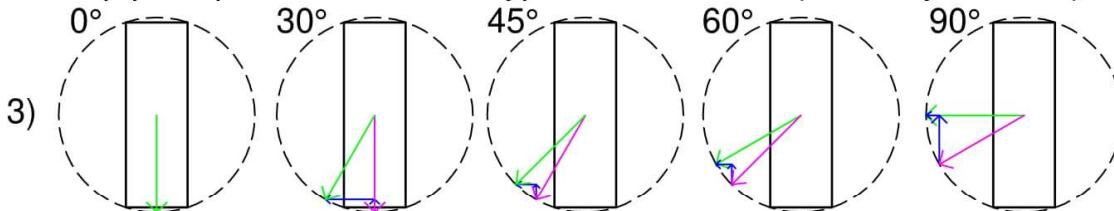
Realita - otáčení konstrukce kolem podélné osy



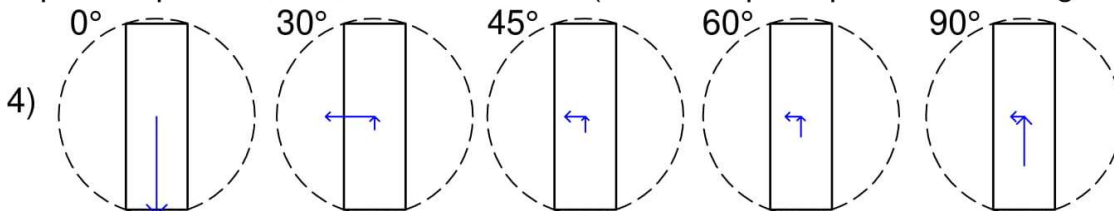
Simulace otáčení pomocí zatížení - zeměkoule se točí kolem mostu



Princip postupného otáčení ve výpočetním modelu (součtový obrazec)

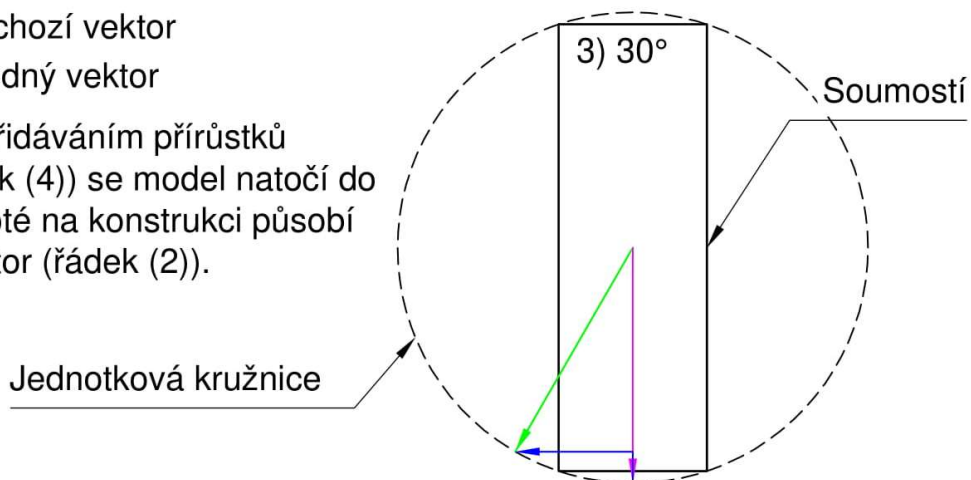


Aplikace přírůstků vektorů do modelu (simulace postupného otáčení gravitace)



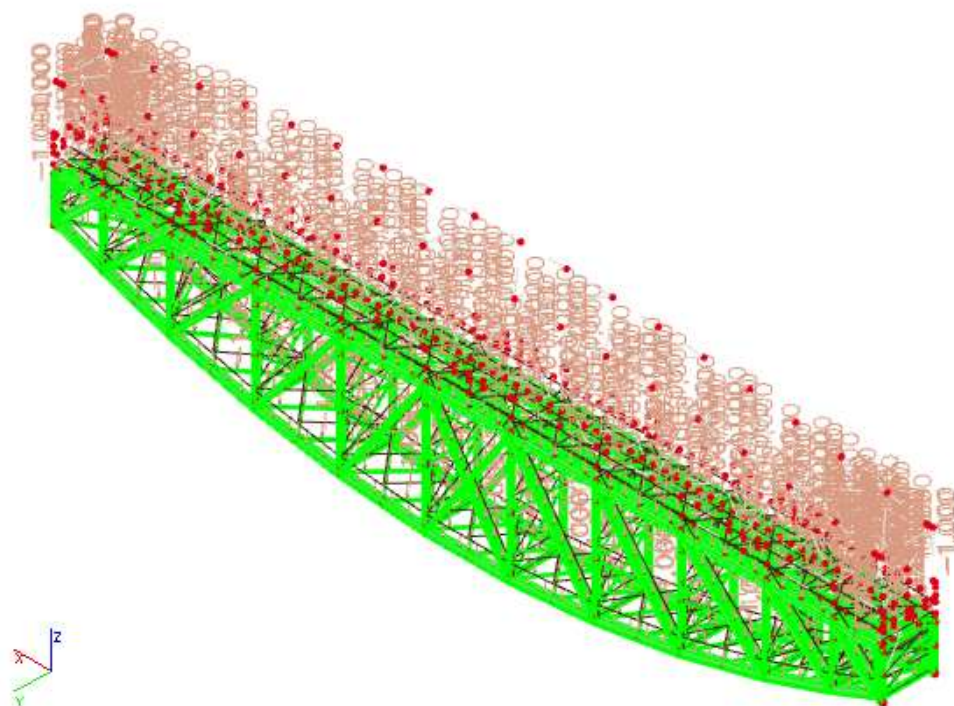
- přírůstek vektoru
- + předchozí vektor
- || výsledný vektor

Postupným přidáváním přírůstků vektorů (řádek (4)) se model natočí do další fáze. Poté na konstrukci působí výsledný vektor (řádek (2)).



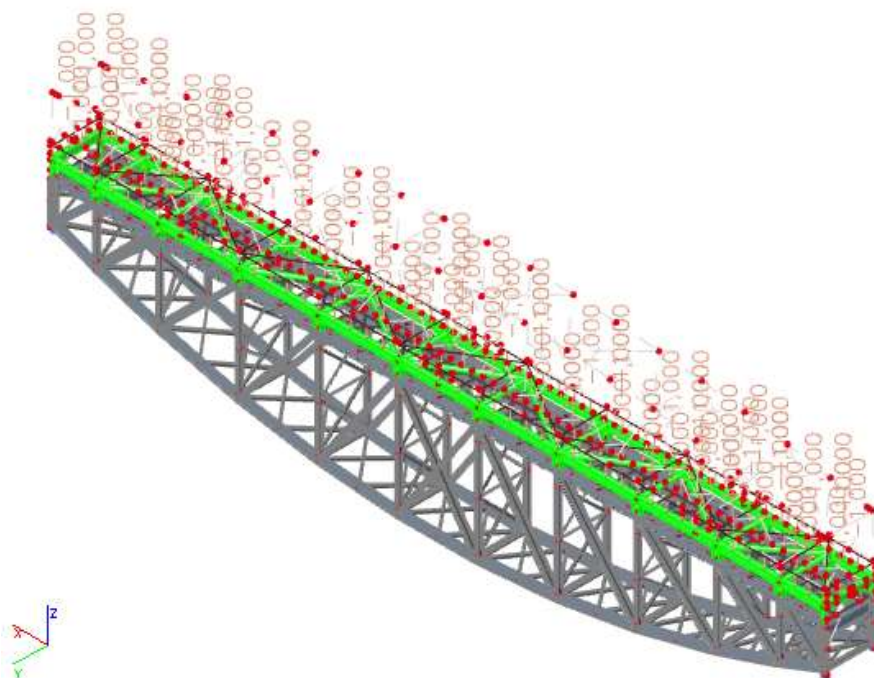
Obrázek 31 - princip otáčení soumostí pomocí zatěžování

Zatížení na modelu

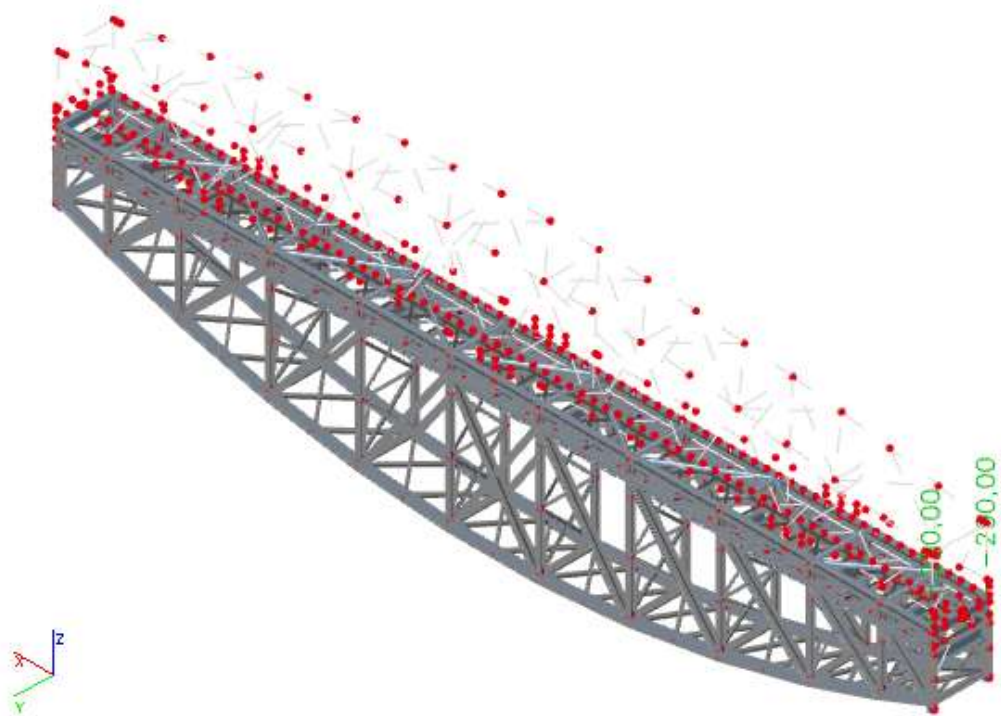


Obrázek 32 - výchozí stav (SOK)

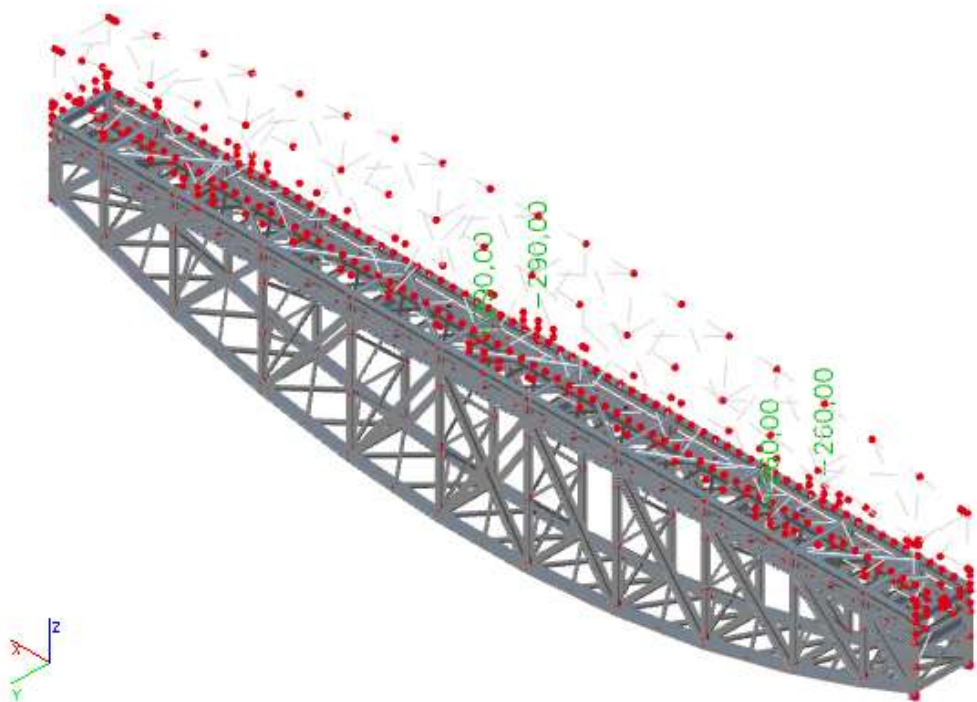
Prutový model zatížen liniovým zatížením typu vl. tíha. Hodnota na obrázcích je násobitel tíhového zrychlení.



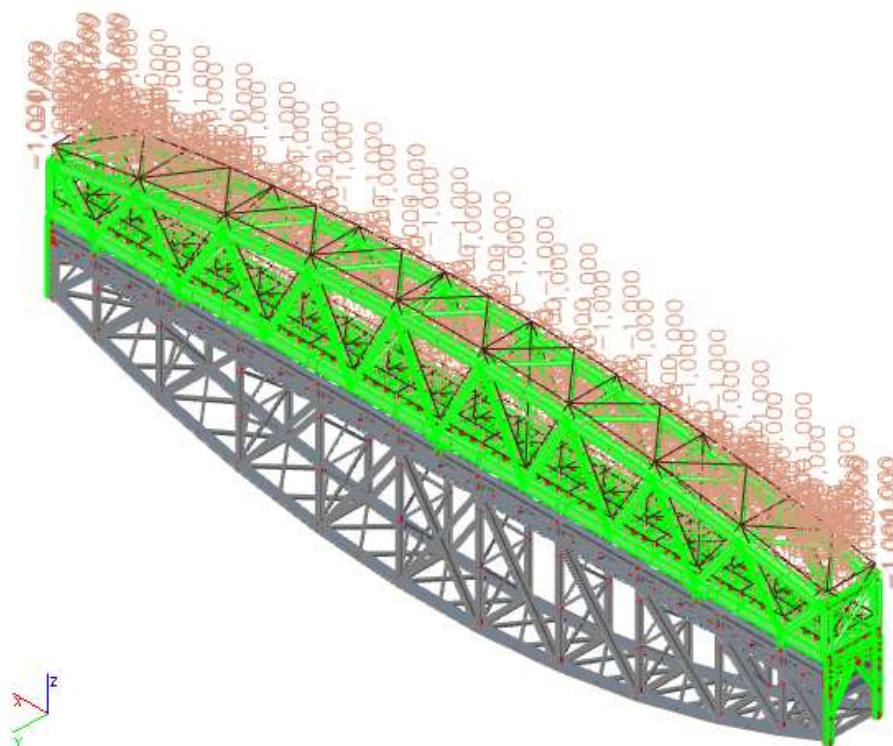
Obrázek 33 - fáze montáž roštu



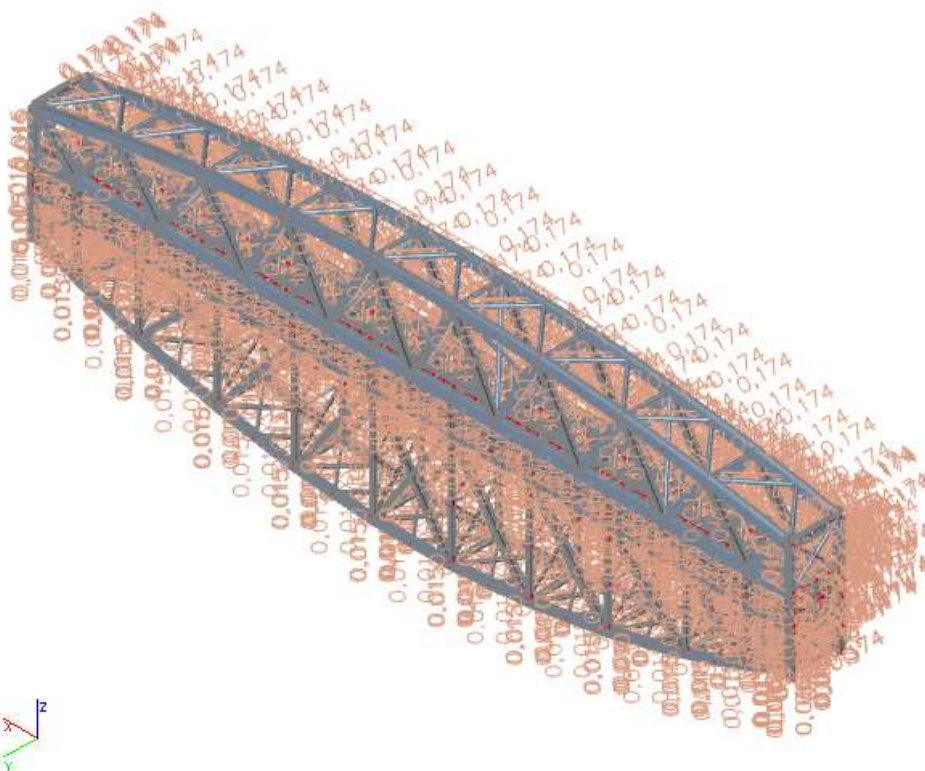
Obrázek 34 - výsun (1.stav) proměnné zatížení



Obrázek 35 - výsun (2.stav) proměnné zatížení

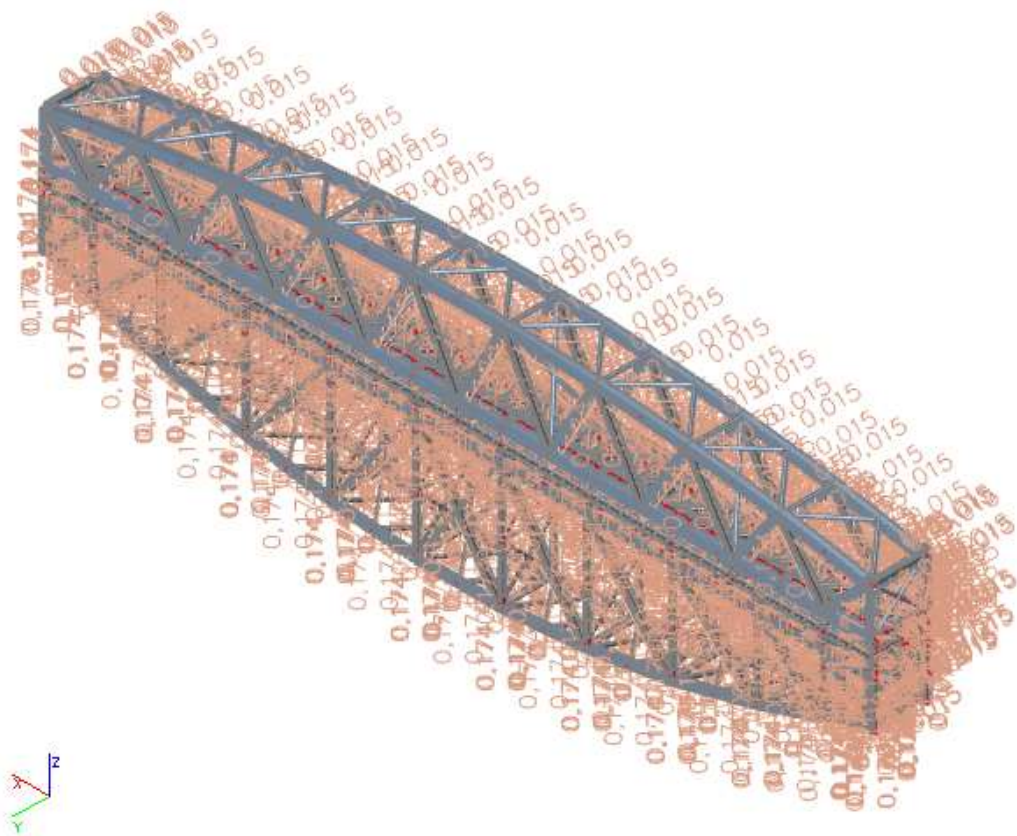


Obrázek 36 - fáze sepnutí SOK a NOK

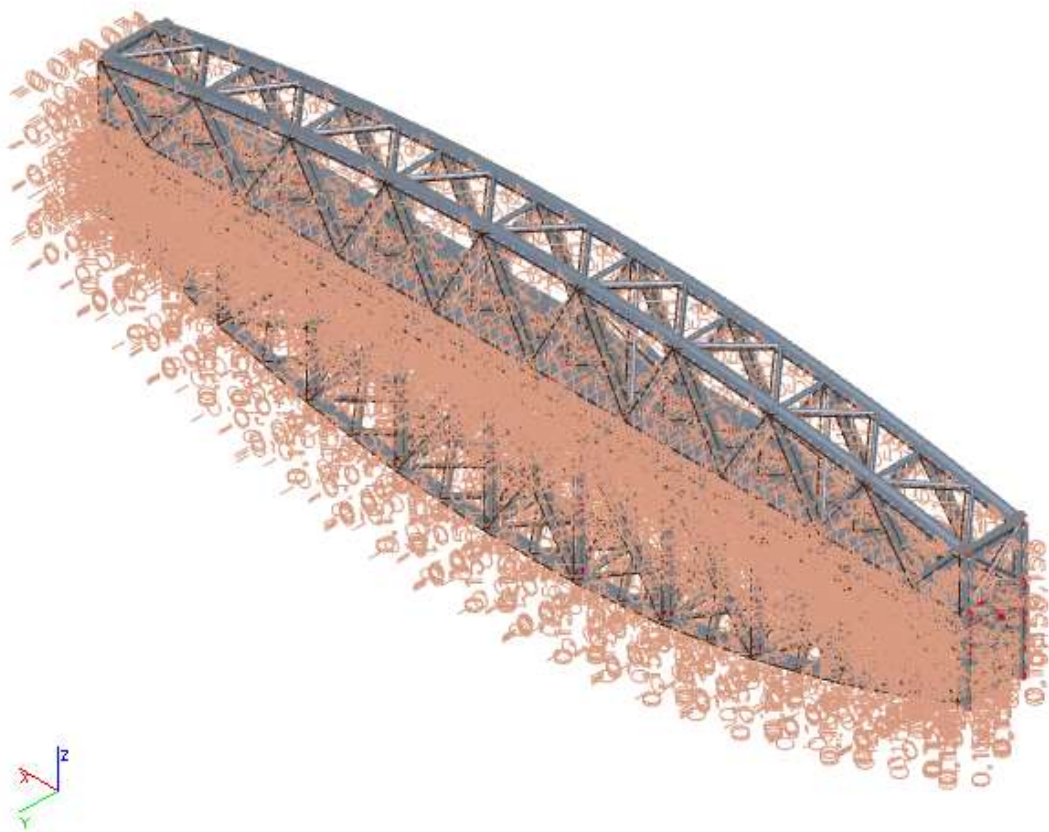


Obrázek 37 - Zatížení při otočení 10°

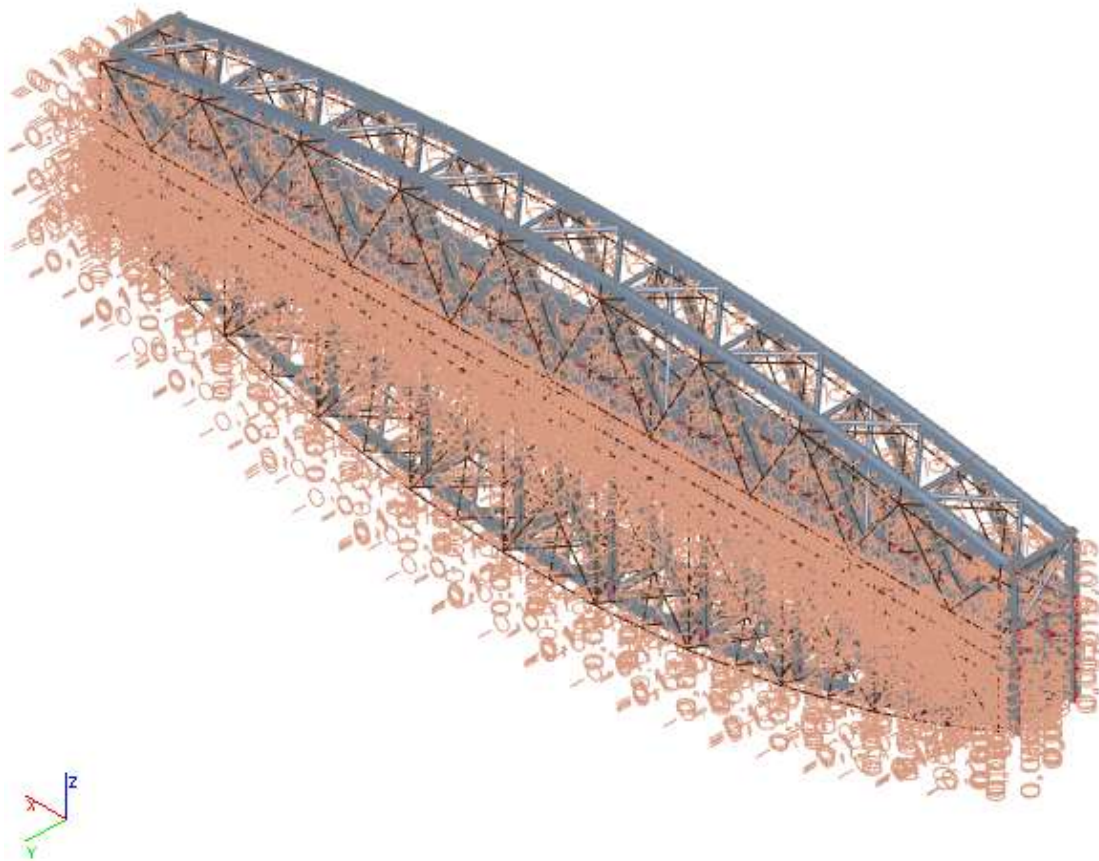
Prutový model zatížen liniovým zatížením typu vl. tíha ve směru osy Y a Z. Hodnota na obrázcích je násobitel tíhového zrychlení podle tabulky 1. Postupná aplikace zatížení simuluje otočení na příslušnou fázi.



Obrázek 38 - Zatížení při otočení 90°

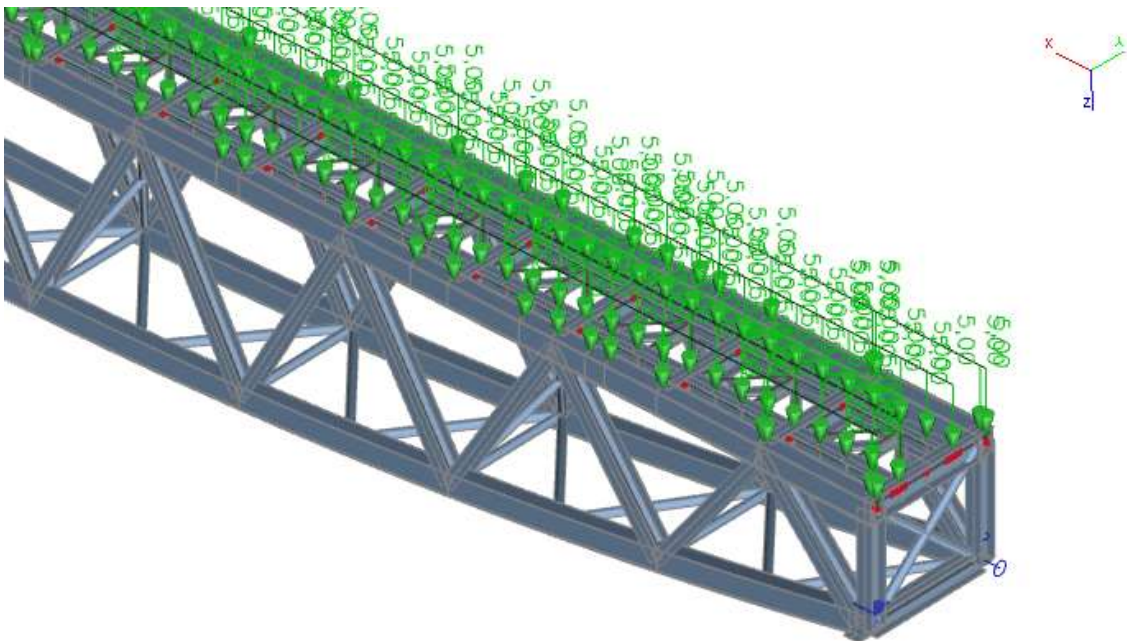


Obrázek 39 - Zatížení při otočení 120°



Obrázek 40 - Zatížení při otočení 180°

V následujících fázích demontáže se už nová stálá zatížení neuvažují až do fáze finální stav, kdy je přidáno ostatní stálé zatížení NOK a most je tak připraven pro provoz.



Obrázek 41 - fáze 27 - finální stav

6.3 Proměnná zatížení:

Rovnoměrná teplota

Je uvažována $\Delta T = \pm 20 \text{ K}$

Konstrukce bude osazena na stator otáčedla až těsně před samotným otáčením.

Vzhledem k dodržení staticky určitého schématu ve všech fázích provádění, vyvolají případné teplotní změny pouze změny objemů na konstrukci. Nicméně je zapotřebí zabránit případnému opření kyvné stojky otáčedla o stávající mostní konstrukci dalšího pole.

Součinitel teplotní roztažnosti pro ocelové konstrukce $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Změna teploty $\Delta T = 20 \text{ K}$ vyvolá změnu délky $\Delta L = 20 \text{ K} \cdot 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 57,5 \text{ m} = 0,014 \text{ m}$

Nerovnoměrná teplota

Není pro montážní stav uvažována.

Zatížení větrem

Vzhledem k veliké redukci větru v montážním stavu, byl vliv větru ve výpočtu zanedbán.

(Redukce větru řešena během skutečného posouzení montáže, byla podložena zkouškami ve větrném tunelu.)

<p>a) Během výsunu a otáčení Výška nad terénem 47 m Kategorie terénu I (nad vodní hladinou) $c_e = 3,77$ základní rychlost větru dle zadavatele $v_b = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ SOK $C_{f,x}$ z tunelu 1,54 $F_w = C_{f,x} \cdot c_e \cdot 0,5 \rho v_b^2 \cdot A_{ref} = 1,54 \cdot 3,77 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 9 A_{ref} = 0,033 A_{ref} \text{ (kN/m}^2\text{)}$ $F_w = 0,033 \cdot 0,63 = 0,021 \text{ kN/m}^2 \dots$ poloha $0^\circ, 180^\circ$ $F_w = 0,033 \cdot 1 = 0,033 \text{ kN/m}^2 \dots$ poloha 90° NOK $C_{f,x}$ z normy 2,4 $F_w = C_{f,x} \cdot c_e \cdot 0,5 \rho v_b^2 \cdot A_{ref} = 2,4 \cdot 3,77 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 9 A_{ref} = 0,051 A_{ref} \text{ (kN/m}^2\text{)}$ $F_w = 0,051 \cdot 0,63 = 0,032 \text{ kN/m}^2 \dots$ poloha $0^\circ, 180^\circ$ $F_w = 0,051 \cdot 1 = 0,051 \text{ kN/m}^2 \dots$ poloha 90°</p>

Obrázek 42 - Výsledný vítr v okamžiku montáže podle poskytnutého statického výpočtu

Hlavním důvodem zanedbání byl malý vliv (3 m/s během otáčení) a vysoká pracnost při aplikaci do jednotlivých fází výstavby.

Dynamický součinitel

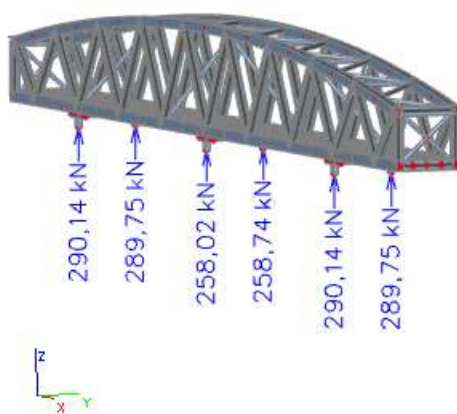
Dynamický součinitel je uvažován hodnotou 1,0 – během provádění nejsou připuštěny žádné

rázy.

Montážní zatížení

Během výsunu je uvažováno schéma zatížení plynoucí ze zjednodušeného modelu NOK. Hodnoty reakcí jsou aplikovány do hlavního modelu jako charakteristické.

Reakce
Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše



Obrázek 43 - reakce působící na SOK během výsunu

Dále je uvažováno zatížení představující pohybující se pracovníky a složený materiál hodnotou $1,5\text{kN/m}^2$ v celé délce SOK v době výsunu a montáží otáčedel. Tato hodnota je uvažována i při demontážních pracích na NOK.

6.4 Kombinace

Pro výpočet MSÚ byly uvažovány součinitele zatížení takto:

- $\gamma_{FG} = 1,35$ pro stálá zatížení
- $\gamma_{FQ} = 1,5$ pro proměnná zatížení
- $\gamma_{FQv} = 1,35$ pro vysouvanou NOK

Pro malý počet zatížení se kombinační součinitele neuplatní.

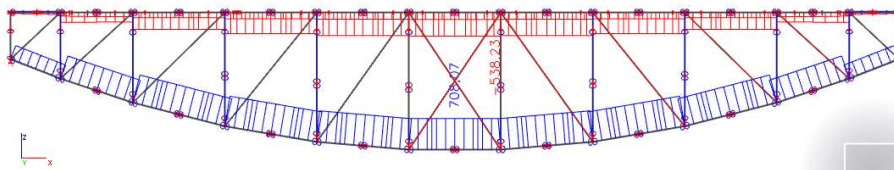
7.) Vnitřní síly

7.1 SOK

Obrázky průběhů vnitřních sil zobrazují výsledky z modelu varianty č.1. Dále jsou tabulkové výstupy s hodnotami extrémů vnitřních sil z hlavního modelu.

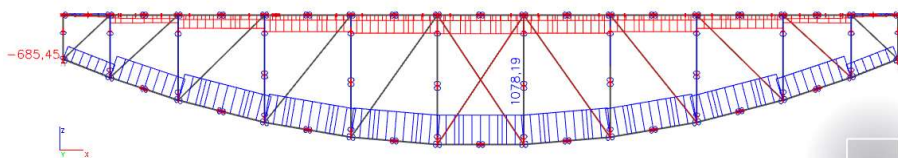
Vývoj výsledné návrhové normálové síly v jednotlivých fázích modelu pro MSÚ

- Fáze 1



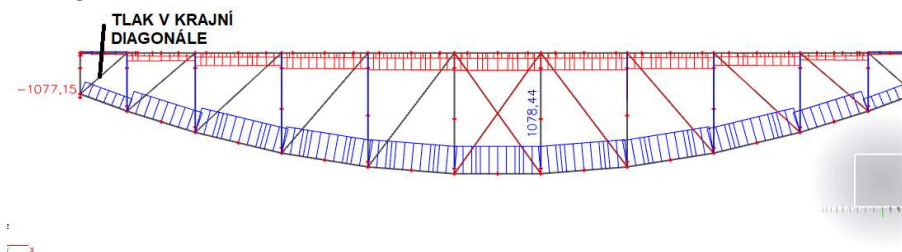
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST1 (ULS) - 0
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 2



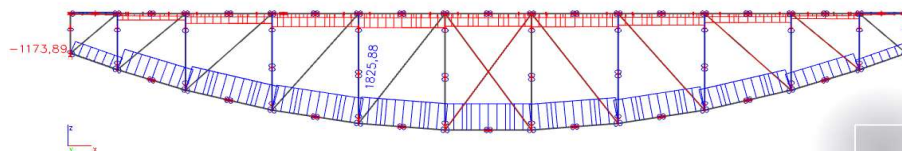
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST2 (ULS) - rošt
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 3



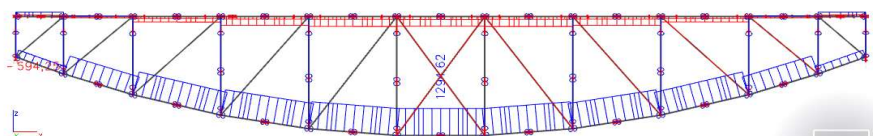
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST3 (ULS) - výsun - 1
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 4



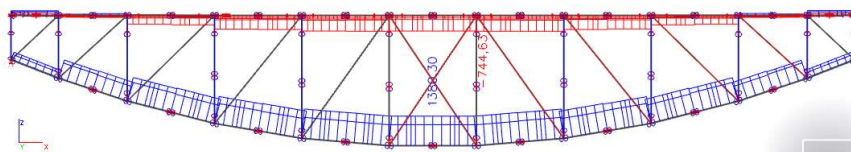
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST4 (ULS) - výsun - 2
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 5



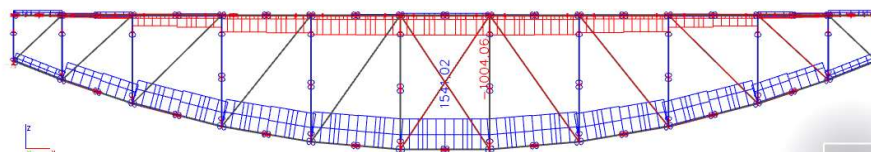
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST5 (ULS) - seprnutí
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 6



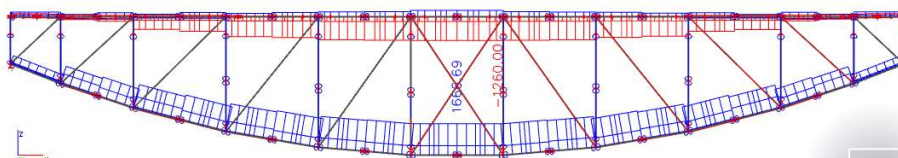
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST6 (ULS) - 10°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 7



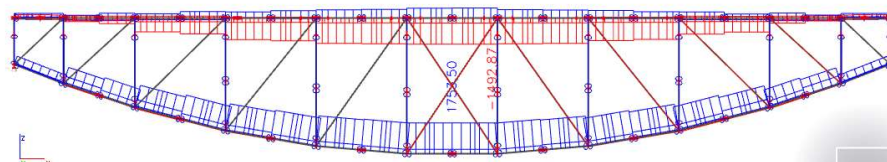
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST7 (ULS) - 20°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 8



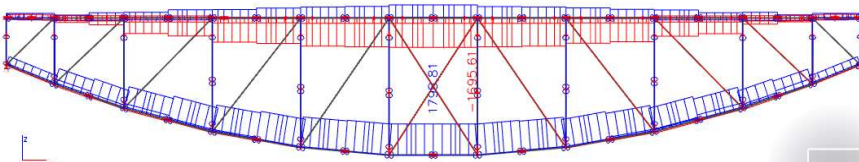
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST8 (ULS) - 30°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 9



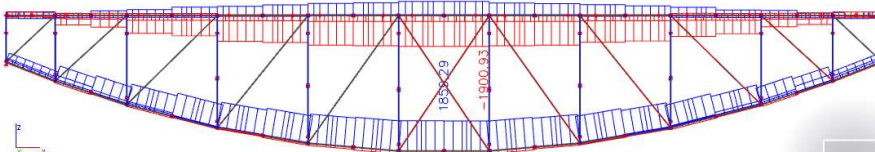
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST9 (ULS) - 40°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 10



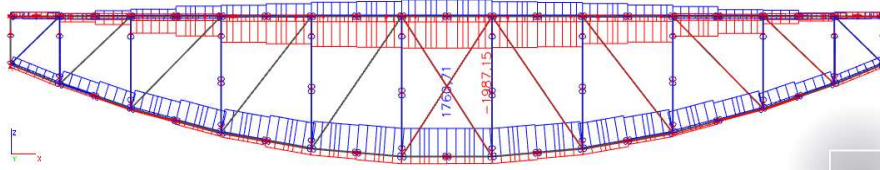
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST10 (ULS) - 50°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 11



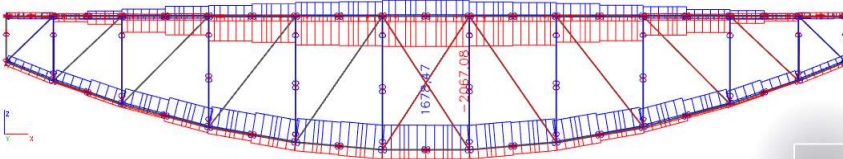
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST11 (ULS) - 60°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 12



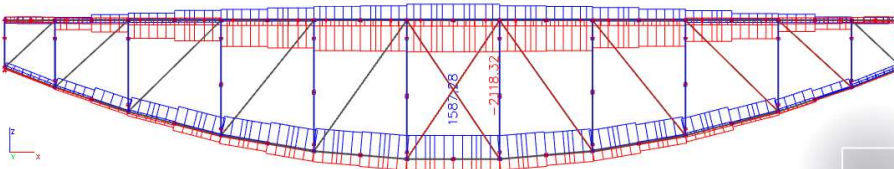
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST12 (ULS) - 70°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 13



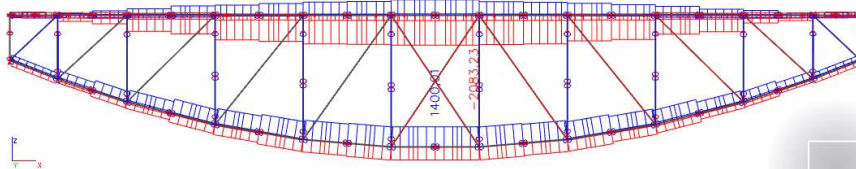
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST13 (ULS) - 80°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 14



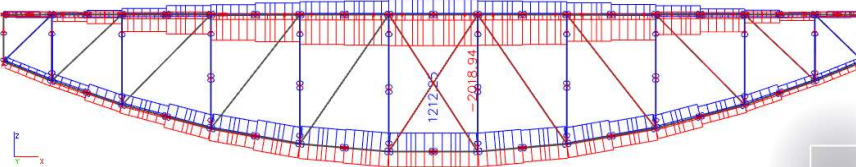
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 15



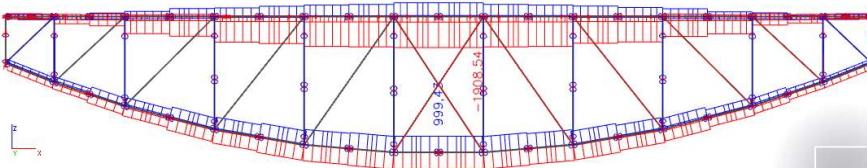
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST15 (ULS) - 100°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 16



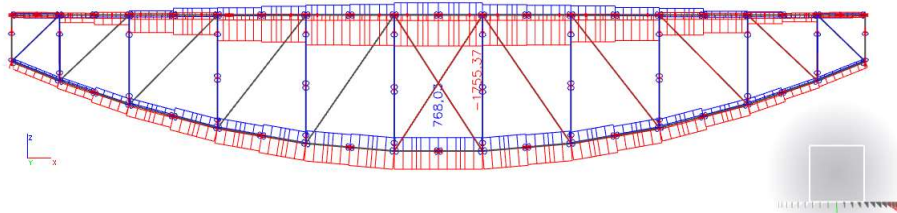
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST16 (ULS) - 110°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 17



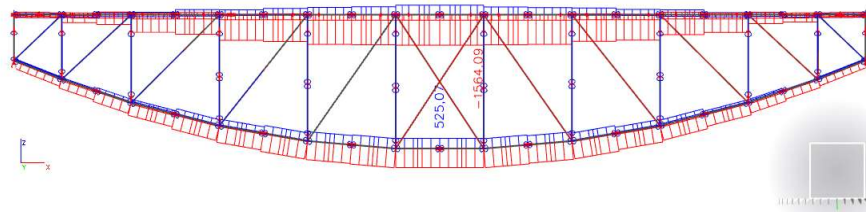
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST17 (ULS) - 120°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 18



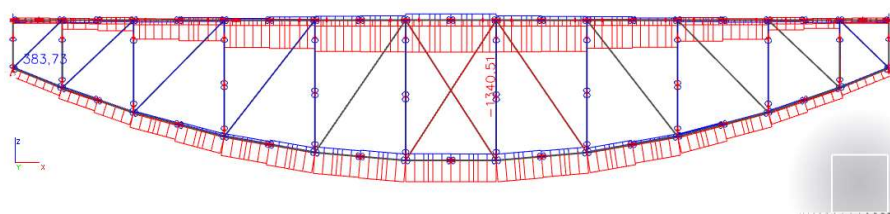
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST18 (ULS) - 130°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 19



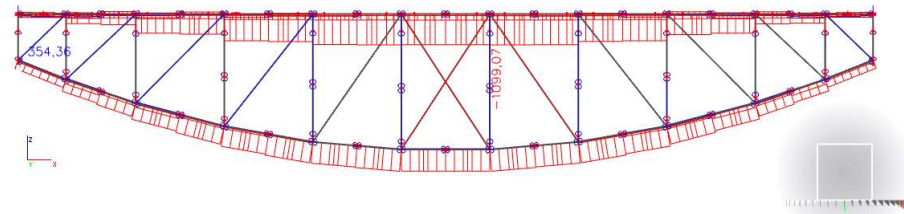
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST19 (ULS) - 140°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 20



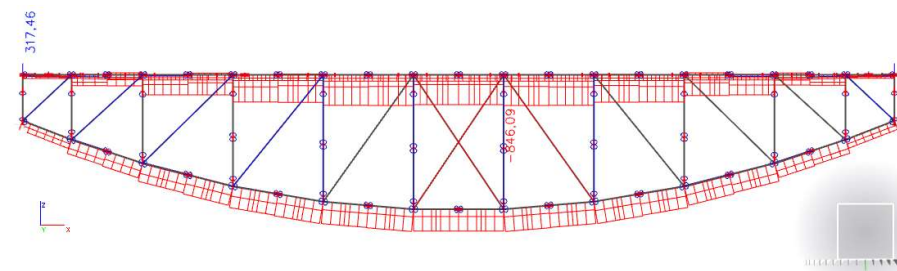
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST20 (ULS) - 150°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 21



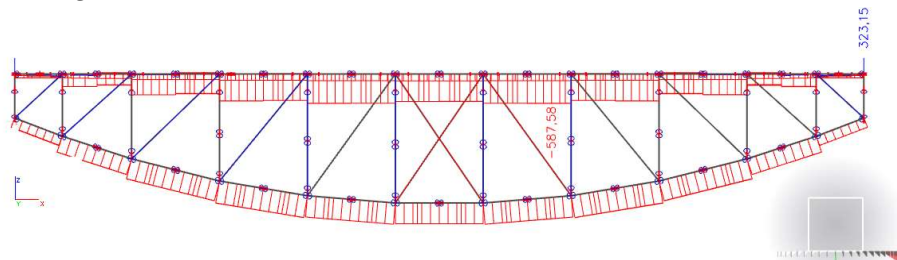
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST21 (ULS) - 160°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 22



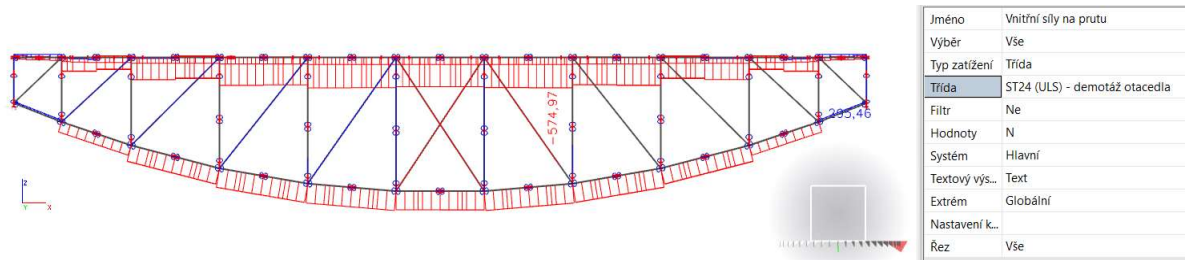
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST22 (ULS) - 170°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 23



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST23 (ULS) - 180°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 24



Z průběhu normálové síly plyne, že extrém tahové síly v dolním pase nastává přibližně okolo 60° natočení. Nejhorší tlakové namáhání nastane v 90° natočení konstrukce. Nárůst vnitřních sil během fáze výsun 2 je způsoben nesymetrickou polohou zatížení, které namáhá jen jednu (bližší) polovinu mostu. Po otočení konstrukce je v konstrukci stále „zamčené“ napětí, které musí být bráno v potaz během demontážních prací.

SOK var.1	průřez	fáze MSÚ	extrém	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
prvek				kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	N	-2118,32	15,61	-0,92	-2,26	-28,08	-24,93
horní pas	horní pas u1,2,3 - kraj	ST24 - demontáž otáčedla	Mv	-258,11	-0,43	-48,01	-0,92	97,55	2,68
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	Mz	-2117,71	-3,26	-0,91	-0,69	26,97	-40,1
dolní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST11 - 60°	N	1859,29	4,76	0,11	-0,71	4,84	21,49
dolní pas	dolní pas u1	ST4 - výsun - 2	Mv	875,06	-0,91	19,09	0	-29,07	2,63
dolní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST14 - 90°	Mz	-751,49	-0,17	-0,47	0,28	2,74	30,86
podélník	podélník	ST14 - 90°	N	-388,44	-5,64	0,25	0	5,88	3,85
podélník	podélník	ST14 - 90°	Mv	-70,68	-11	26,42	-1,27	-51,56	-2,71
podélník	podélník	ST4 - výsun - 2	Mz	-67,41	18,51	16,12	0,49	-23,31	-16,53
diagonála	diagonála d1	ST4 - výsun - 2	N	-1094,89	-5,53	-2,57	0	3,36	16,96
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	Mv	-144,2	9,58	15,8	0	-34,6	-25,73
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	Mz	-94,82	-11,51	-15,06	0	-33,58	-32,1
swislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	N	-1173,89	1,14	0	0	0	0
swislice	stojka v0	ST12 - 70°	Mv	146,81	9,72	-62,84	-0,63	-62,9	12,14
swislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	Mz	-83,49	-32,11	2,27	-0,02	-3,04	51,55
horní příčník	příčník	ST14 - 90°	Mv	39,16	-51,82	71,93	0,02	-117,37	24,7
horní příčník	příčník	ST4 - výsun - 2	Mz	2,05	64,12	-29,92	0,02	-14,03	31,39
dolní příčník	dolní příčník 0	ST14 - 90°	Mv	-4,3	-0,48	4,7	0	-8,49	0,86
horní ztužení	horní ztužení1 - 2LT	ST14 - 90°	N	-240,91	0	0	0	0	0
dolní ztužení	dolní ztužení1	ST14 - 90°	N	-167,74	0	0	0	0	0
swislice ztužení	koncové ztužení	ST14 - 90°	N	-63,23	0	0	0	0	0

Tabulka 2 - Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.1

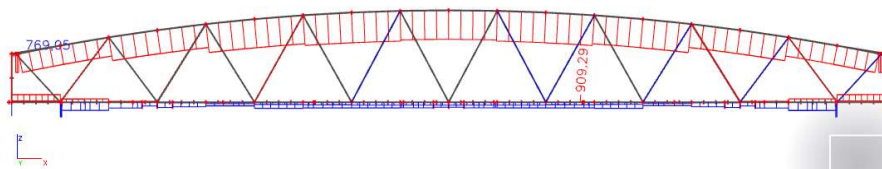
Tabulka extrémních kombinací z fází výstavby. Tyto vnitřní síly (var.1) jsou využity pro posuzování v kapitole 8.

7.2 NOK

Obrázky průběhů vnitřních sil vycházejí z modelu varianty č.1. Dále jsou tabulkové výstupy s hodnotami extrémů vnitřních sil z hlavního modelu.

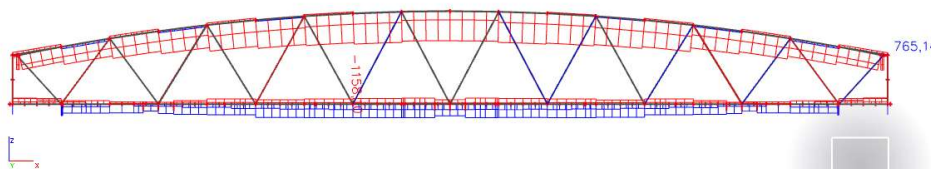
Vývoj výsledné návrhové normálové síly v jednotlivých fázích modelu pro MSÚ

- Fáze 5



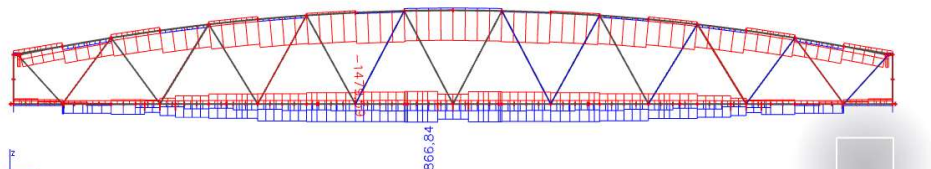
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST5 (ULS) - sepnutí
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 6



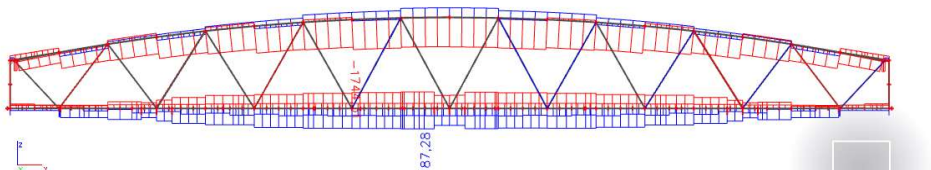
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST6 (ULS) - 10°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 7



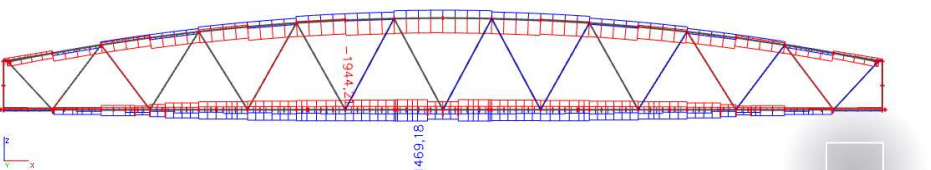
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST7 (ULS) - 20°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 8



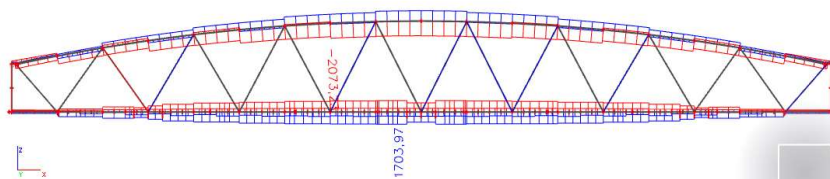
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST8 (ULS) - 30°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 9



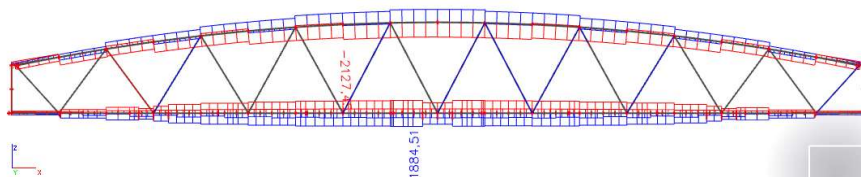
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST9 (ULS) - 40°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 10



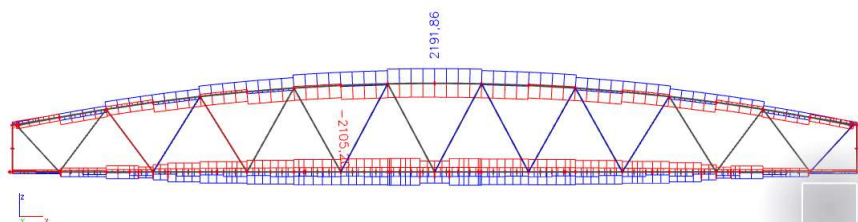
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST10 (ULS) - 50°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 11



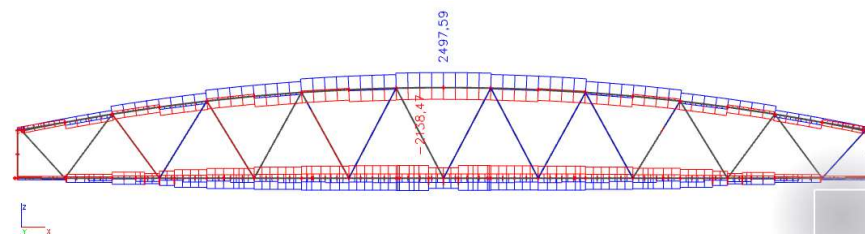
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST11 (ULS) - 60°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 12



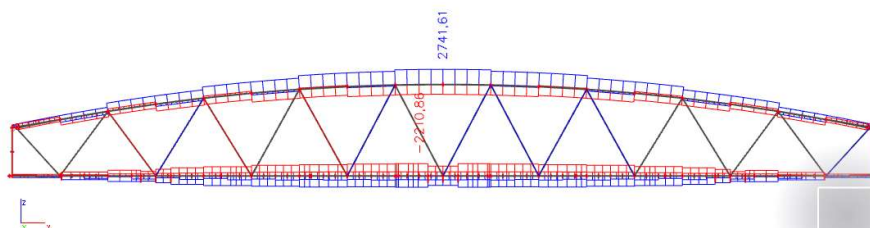
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST12 (ULS) - 70°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 13



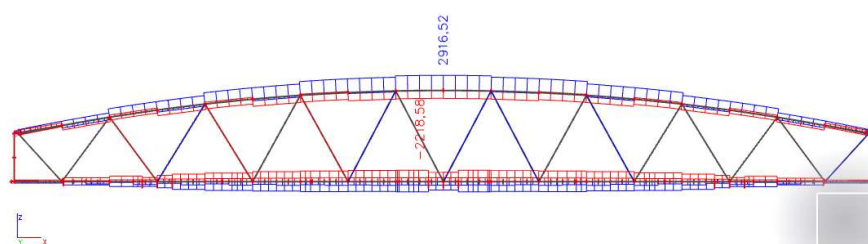
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST13 (ULS) - 80°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 14



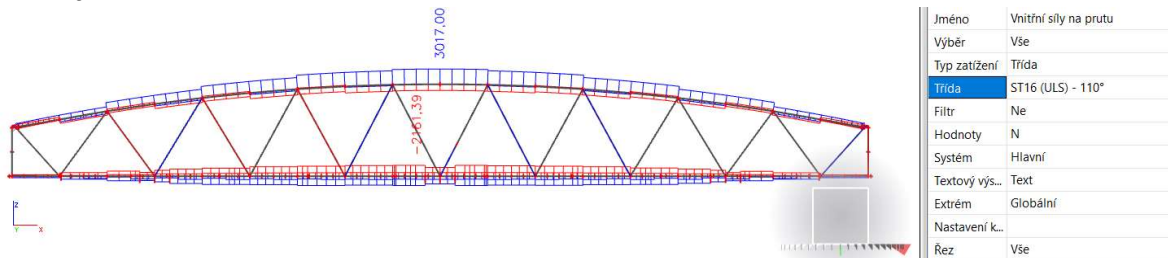
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

• Fáze 15

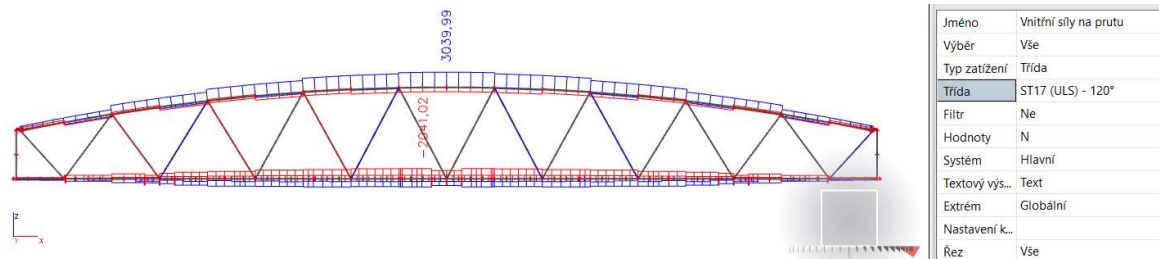


Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST15 (ULS) - 100°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

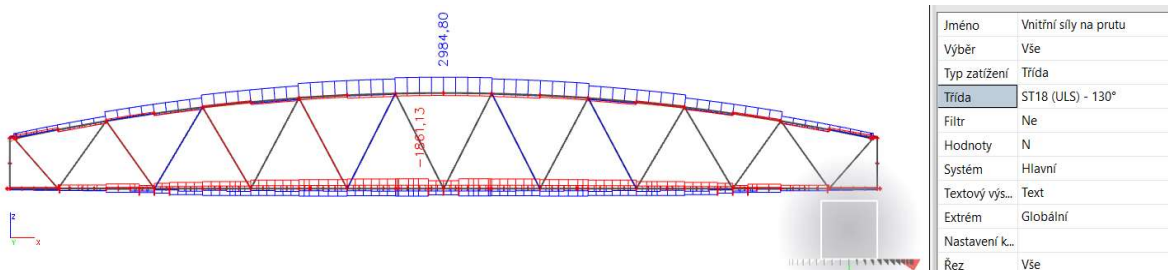
- Fáze 16



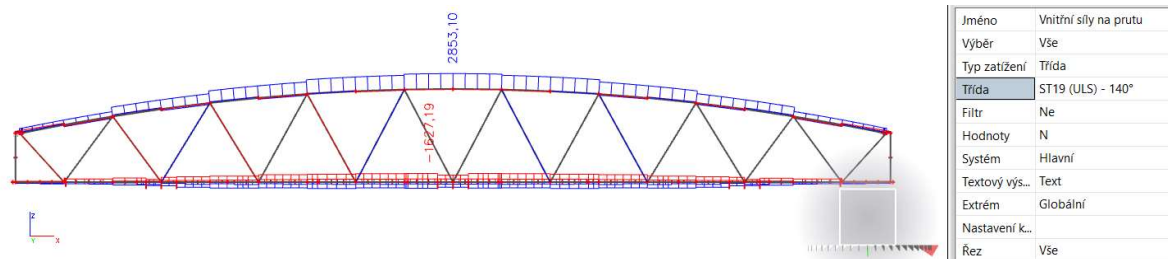
- Fáze 17



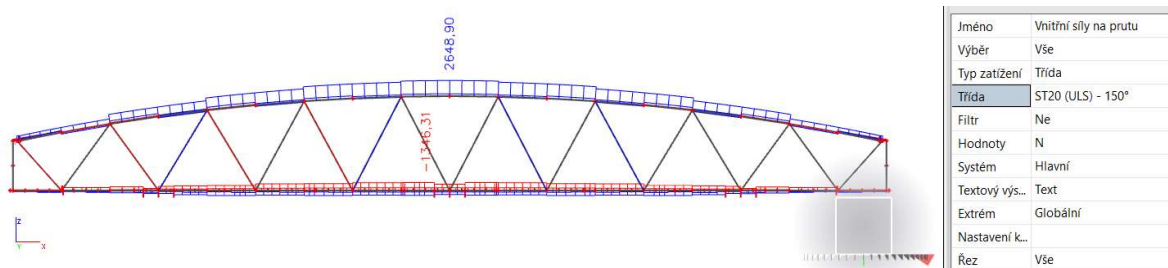
- Fáze 18



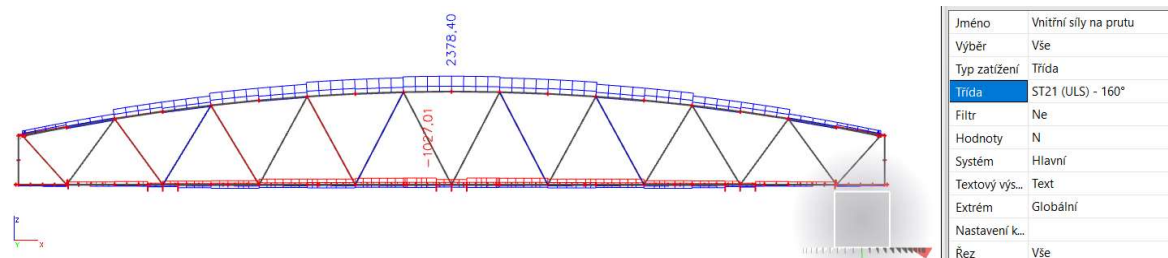
- Fáze 19



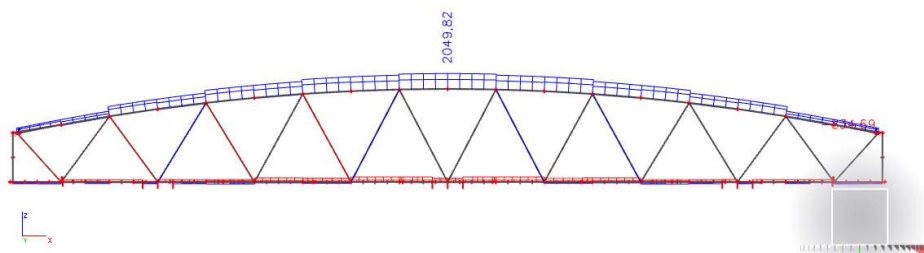
- Fáze 20



- Fáze 21

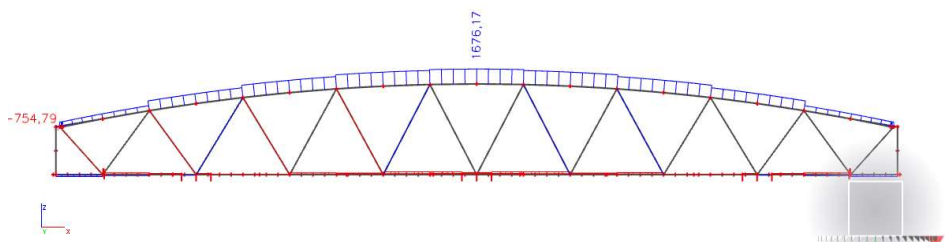


- Fáze 22



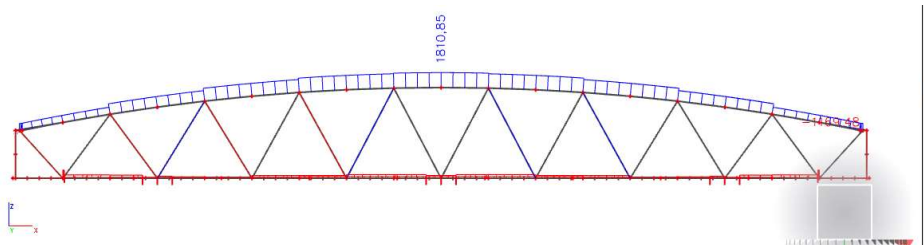
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST22 (ULS) - 170°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 23



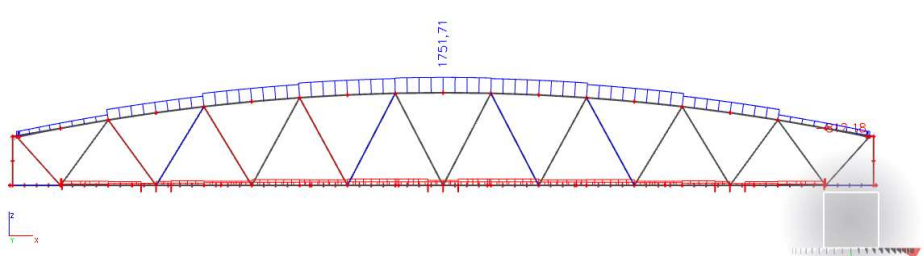
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST23 (ULS) - 180°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 24



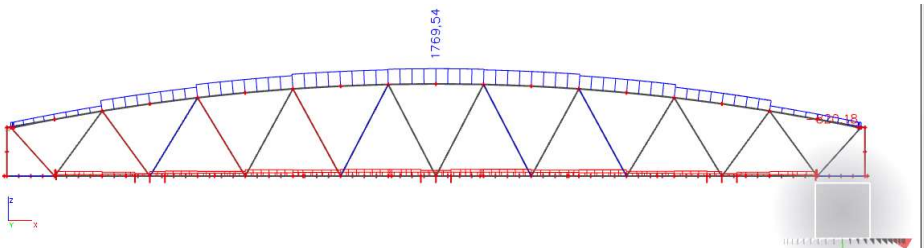
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demontáž otacedla
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 25



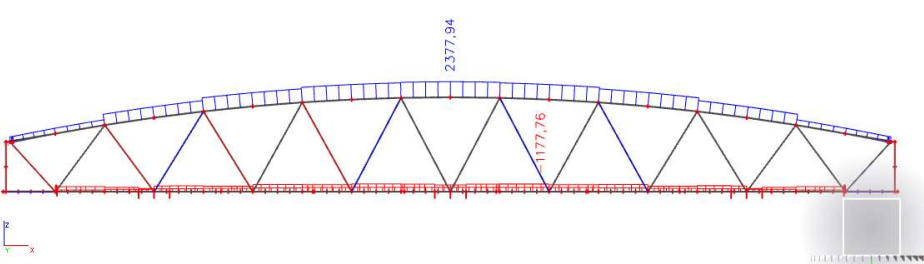
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST25 (ULS) - demontáž SOK
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 26



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST26 (ULS) - demontáž roštu
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 27



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST27 (ULS) - finální stav
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

Z průběhu normálové síly je patrné, že extrém tahové síly v dolním pase (dolní pas je zobrazen navrchu NOK) nastává okolo 120° natočení. Nejhorší tlakové namáhání nastane přibližně v natočení konstrukce na úhel 100° od počáteční polohy.

Nárůst vnitřních sil během fáze 27 finální stav je způsoben ostatním stálým zatížením (5 kN/m²).

NOK var. 1		průřez	MSÚ	extrem							
prvek					N	Vy	Vz	Mx	My	Mz	
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	N	-2223,04	15,51	-26,1	-6,51	39,97	-33,55		
horní pas	nový - horní pas	ST24 - demontáž otáčedla	Mv	-995,36	13,58	601,18	-5,93	381,78	-12,08		
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	Mz	717,39	-57,44	49,1	11,04	4,16	-112,42		
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST17 - 120°	N	3033,29	-0,18	-0,05	1,17	15,26	54,54		
dolní pas	nový - dolní pas 0	ST24 - demontáž otáčedla	Mv	56,57	5,25	-1005,21	-8,78	-152,98	0,96		
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST14 - 90°	Mz	-1791,73	-4,5	-38,55	0,35	32,8	70,95		
dolní pas	nový - podélník	ST15 - 100°	N	-758,8	5,64	-1,87	-0,02	4,61	10,32		
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	Mv	-225,73	45,88	45,61	0,01	75,33	78,62		
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	Mz	-137,19	-79,05	37,64	0	5,21	-108,45		
diagonála	nový - diagonála - 1	ST24 - demontáž otáčedla	N	-1168,01	-8,62	-4,51	0	11,28	50,37		
diagonála	nový - koncová svíslice	ST14 - 90°	Mv	114,96	21,44	-22,64	-0,02	-49,35	37,15		
diagonála	nový - koncová svíslice	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	-153,72	54,72	-0,76	0	1,18	96,38		
horní příčnik	nový - příčnik 1 - horní	ST16 - 110°	Mv	-249,61	-241,48	-155	0	185,97	158,19		
horní příčnik	nový - příčnik 1 - horní	ST15 - 100°	Mz	-28,95	330,98	-43,34	0,17	72,34	-177,83		
dolní příčnik	nový - příčnik dole 0	ST14 - 90°	Mv	176,77	-13,44	-20,27	0,02	39,85	23,48		
dolní příčnik	nový - příčnik dole 0	ST14 - 90°	Mz	185,64	-13,44	-20,27	0,02	-33,14	-24,89		
horní ztužení	nový - horní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-330,93	0,09	3,18	0	-6,95	-0,21		
dolní ztužení	nový - dolní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-572,72	0,35	-0,43	0,13	1,99	1,7		
prostorové ztužení	nový - prostor ztužení 1	ST14 - 90°	N	-271,38	-2,57	-0,32	2,07	0,65	-5,18		

Tabulka 3 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.1

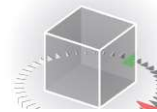
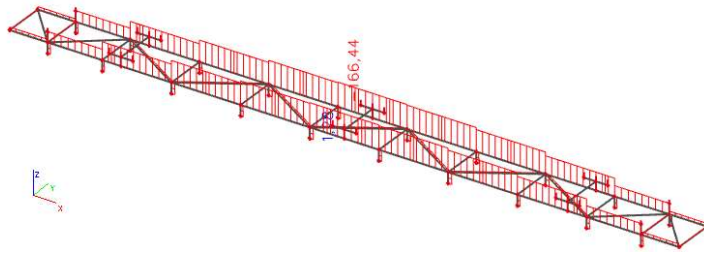
Tabulka extrémních kombinací z fází výstavby. Tyto vnitřní síly (var.1) jsou využity pro posuzování v kapitole 8.

7.3 Rošt

Obrázky průběhů vnitřních sil vycházejí z modelu varianty č.1. Dále jsou tabulkové výstupy s hodnotami extrémů vnitřních sil z hlavního modelu.

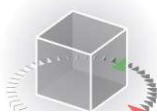
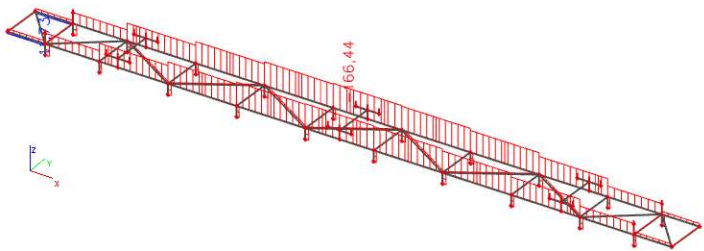
Vývoj výsledné návrhové normálové síly v jednotlivých fázích modelu pro MSÚ

- Fáze 2



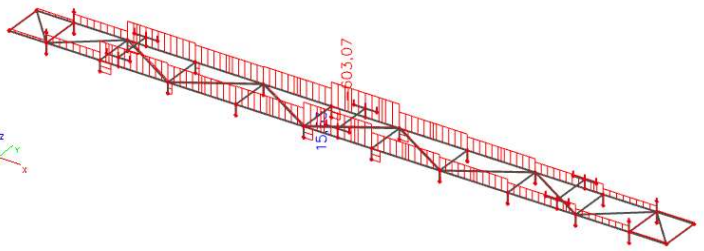
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST2 (ULS) - rošt
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 3



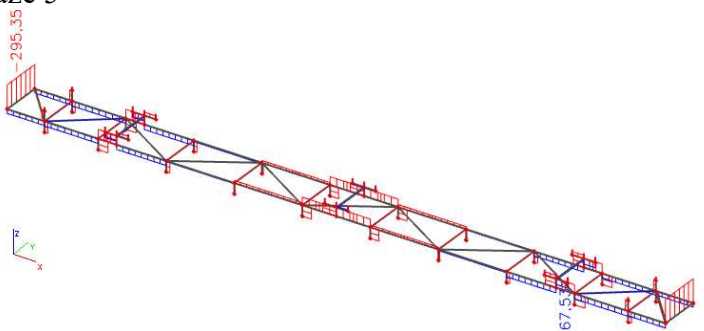
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST3 (ULS) - výsun - 1
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 4



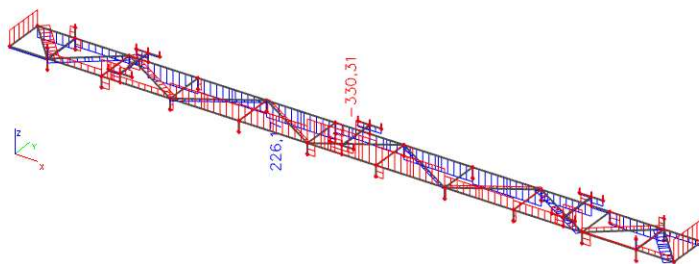
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST4 (ULS) - výsun - 2
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 5



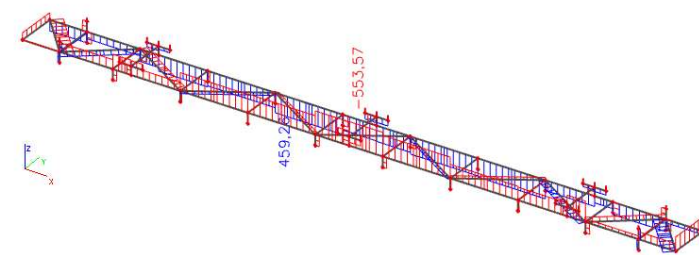
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST5 (ULS) - seprnutí
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 6



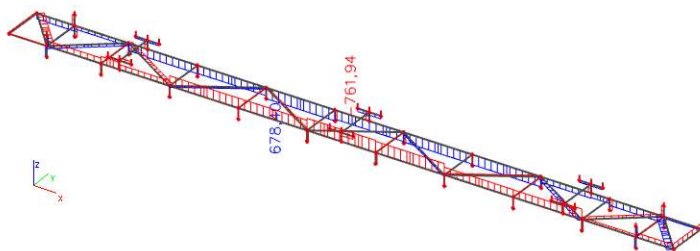
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST6 (ULS) - 10°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 7



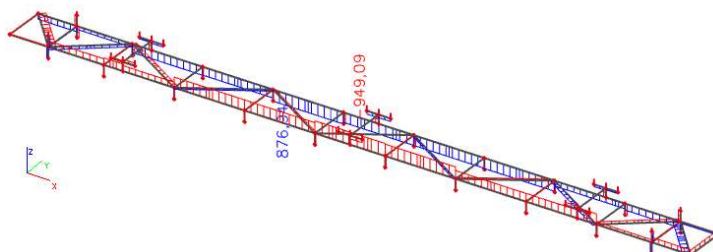
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST7 (ULS) - 20°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 8



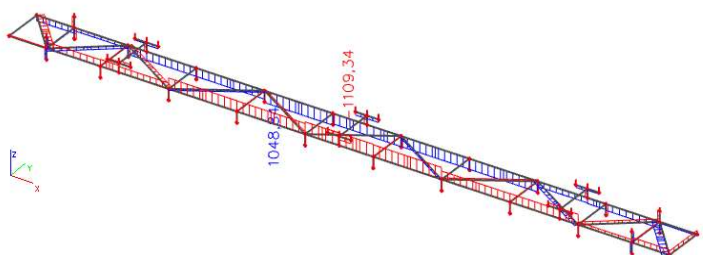
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST8 (ULS) - 30°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 9



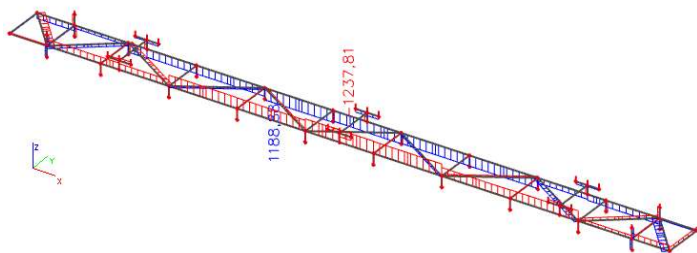
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST9 (ULS) - 40°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 10



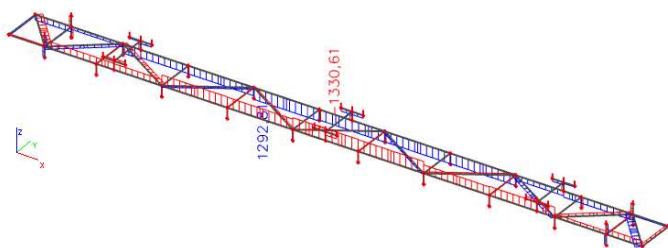
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST10 (ULS) - 50°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 11



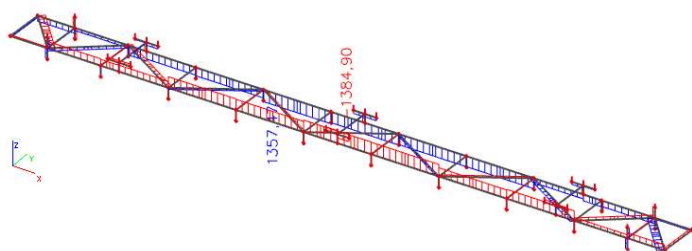
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST11 (ULS) - 60°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 12



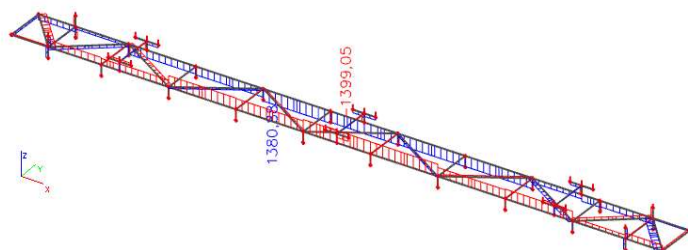
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST12 (ULS) - 70°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 13



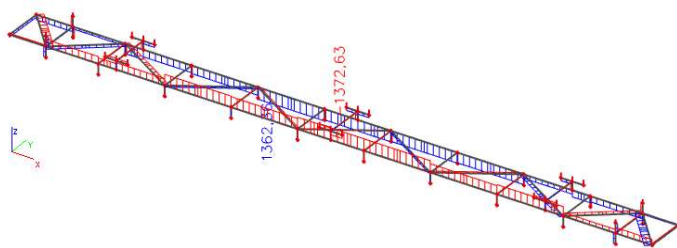
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST13 (ULS) - 80°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 14



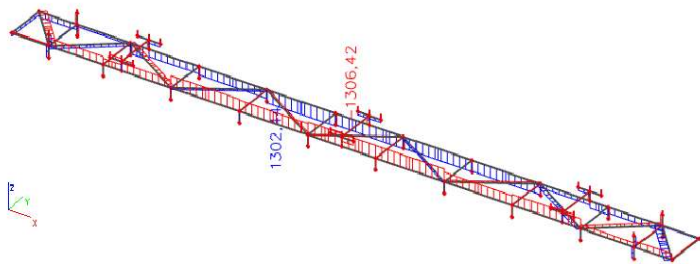
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 15



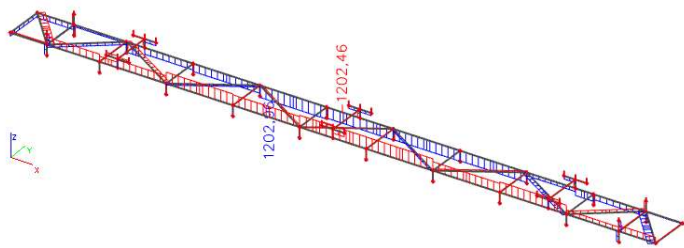
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST15 (ULS) - 100°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 16



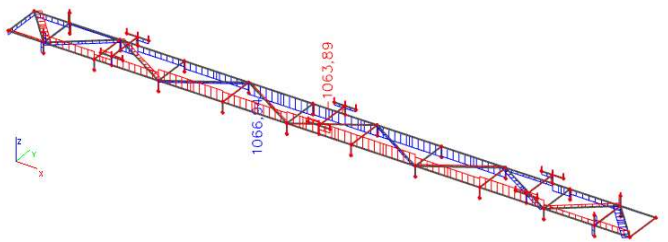
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST16 (ULS) - 110°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 17



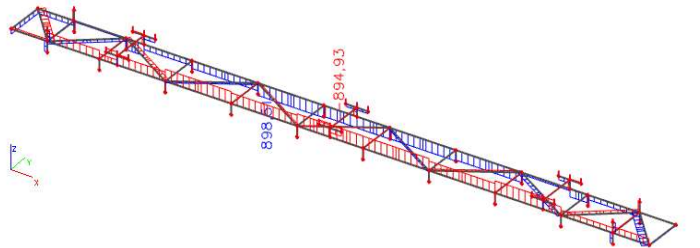
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST17 (ULS) - 120°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 18



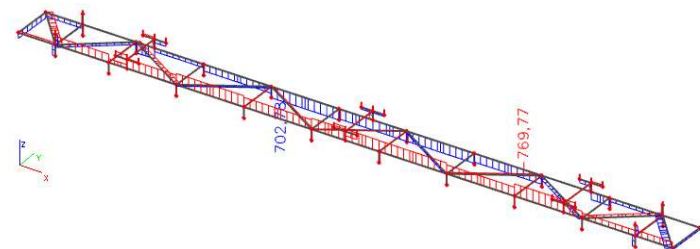
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST18 (ULS) - 130°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 19



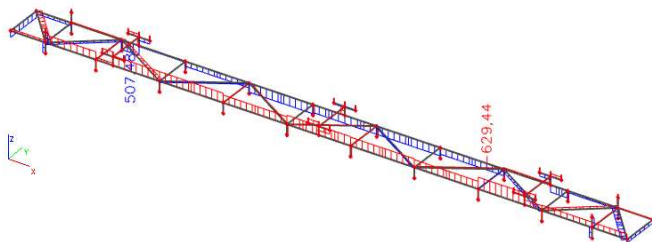
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST19 (ULS) - 140°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 20



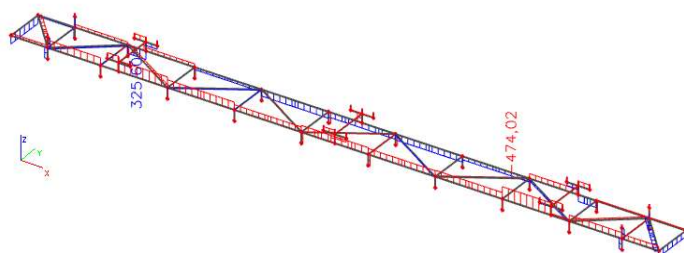
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST20 (ULS) - 150°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 21



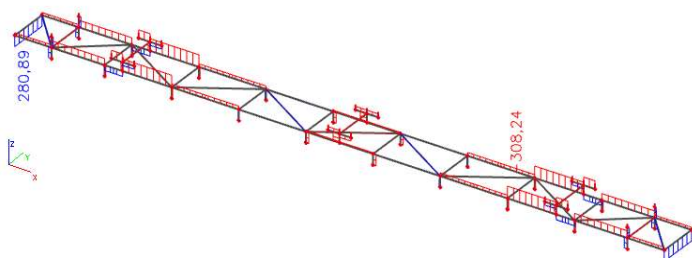
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST21 (ULS) - 160°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 22



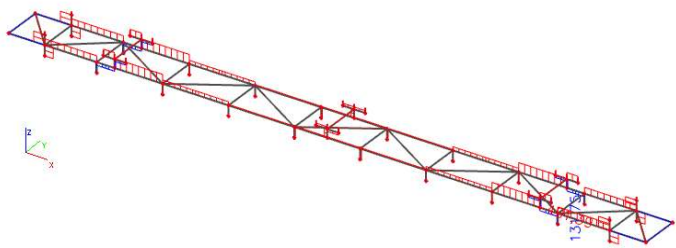
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST22 (ULS) - 170°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 23



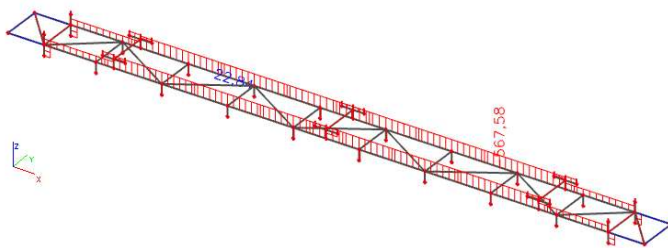
Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST23 (ULS) - 180°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 24



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demontáž otacedla
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

- Fáze 25



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST25 (ULS) - demontáž SOK
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

Extrém normálových sil nastává v 90° natočení.

Nárůst vnitřních sil během fáze 25 demontáž SOK je způsoben tím, že se rošt ocitá na vrchu konstrukce a vytváří horní pas soumostí, tím pádem soustředí tlakové namáhání zbývající konstrukce. Při následné demontáži roštu je tedy nutné počítat se „zamčeným“ napětím do konstrukce.

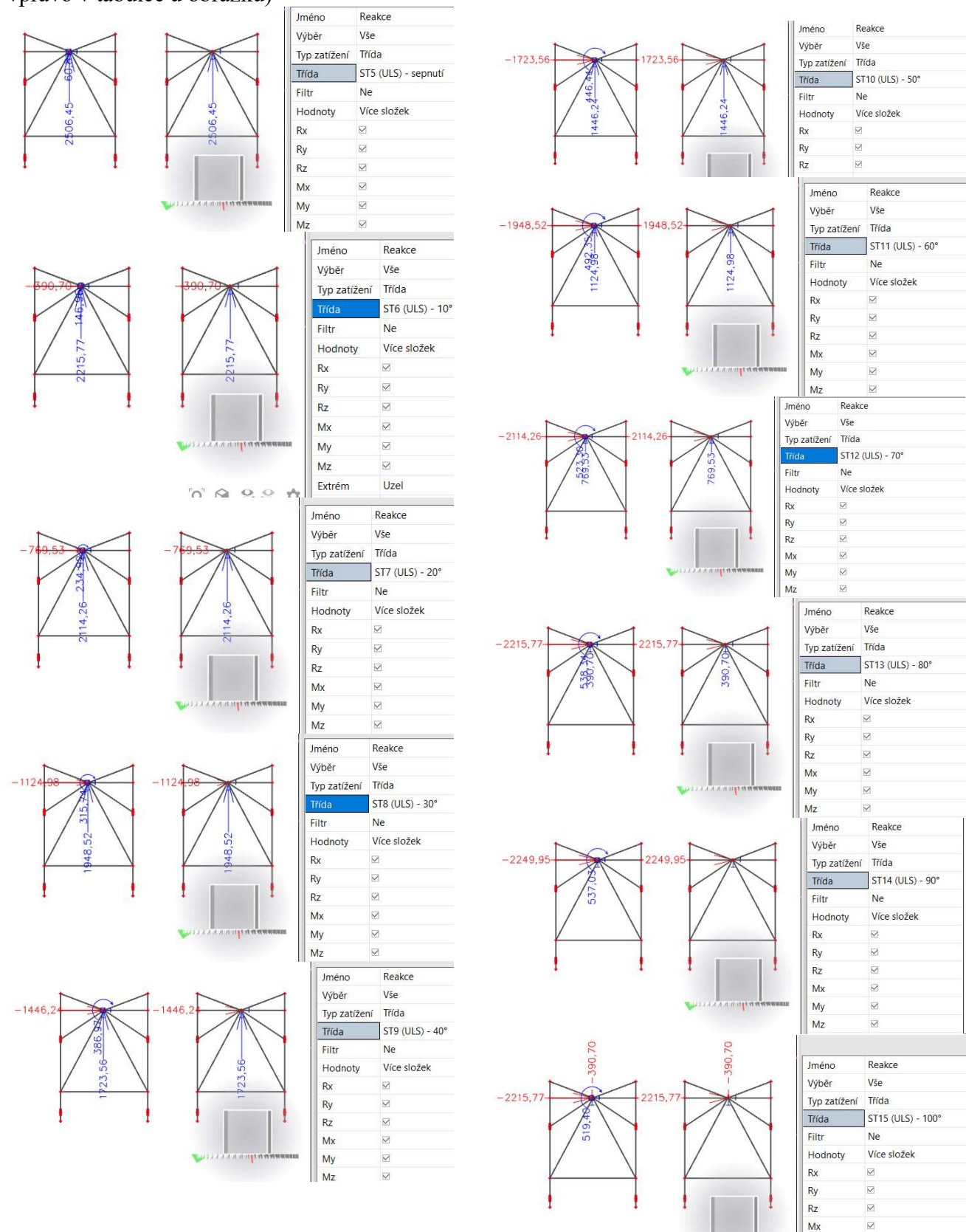
Rošt var. 1		průřez	fáze	extrém	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
průřez	průřez	MSÚ			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
podélník	roštl - HEB500	ST14 - 90°	N	-1399,05	2,06	34,85	-0,12	-57,9	4,85	
podélník	roštl - HEB500	ST4 - výsun - 2	Mv	-600,82	1,15	-194,23	0,02	-349,82	-0,06	
podélník	roštl - HEB500	ST14 - 90°	Mz	119,29	-17,15	-27,04	0,03	-7,1	-26,3	
spojka	rošt nožička1 - HEB300	ST14 - 90°	N	-429,66	3,12	3,47	0	-9,28	2,25	
spojka	roštl2 - HEB500	ST24 - demontáž otáčedla	Mv	-491,39	7,15	581,33	0,02	449,88	5,09	
spojka	roštl2 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	245,01	70,49	92,41	0,06	-74,18	-38,35	
koncový příčník	roštl4 - RHSS00/300/16.0	ST5 - sepnutí	N	-295,35	-0,39	-4,53	-0,2	-11,16	4,87	
koncový příčník	roštl4 - RHSS00/300/16.0	ST23 - 180°	Mv	279,48	-0,35	-0,1	0,09	15,33	3,92	
koncový příčník	roštl4 - RHSS00/300/16.0	ST14 - 90°	Mz	-233,62	9,42	-5,39	-6,31	5,45	-19,94	
ztužidlo	roštl3 - MSRR244.5x16.0	ST14 - 90°	N	-791,27	-0,05	1,59	0,53	-1,51	-1,18	
záves		ne	N	ve variantě č. 1 závěsy nejsou						

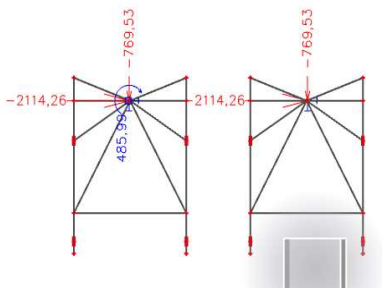
Tabulka 4 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.1

Tabulka extrémních kombinací z fází výstavby. Tyto vnitřní síly (var.1) jsou využity pro posuzování v kapitole 8.

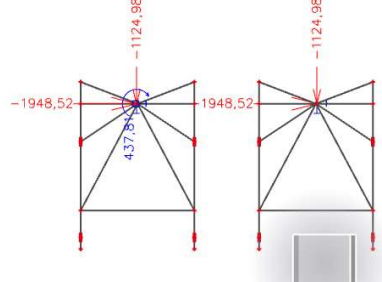
7.4 Reakce na stator otáčedla

Reakce z hlavního modelu (fáze je popsána vpravo v tabulce u obrázků)

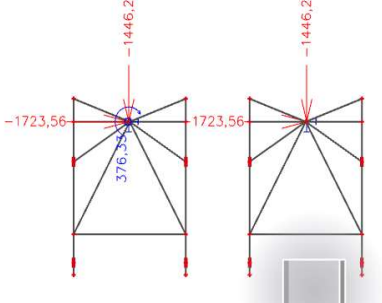




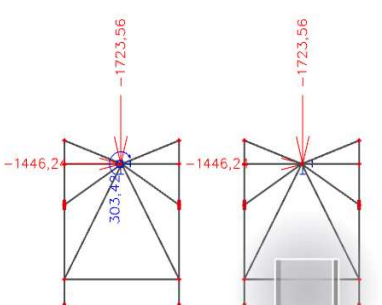
Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST16 (ULS) - 110°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



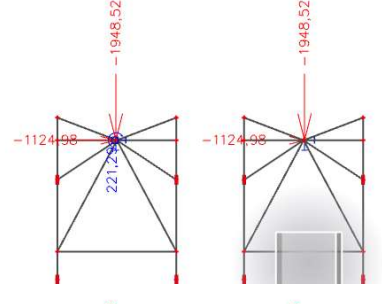
Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST17 (ULS) - 120°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



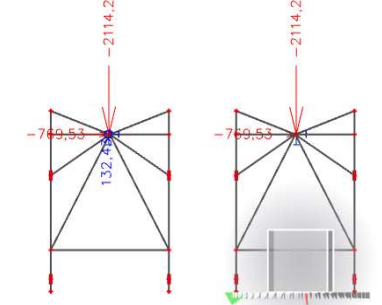
Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST18 (ULS) - 130°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



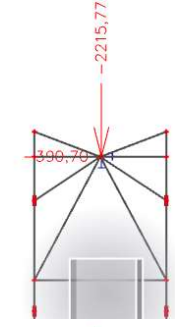
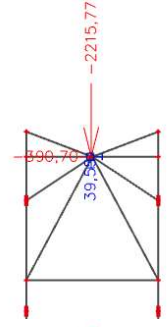
Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST19 (ULS) - 140°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



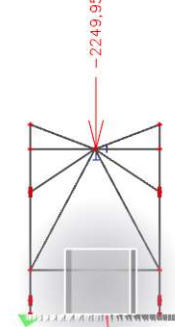
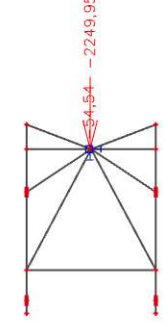
Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST20 (ULS) - 150°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST21 (ULS) - 160°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>
My	<input checked="" type="checkbox"/>



Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST22 (ULS) - 170°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>



Jméno	Reakce
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST23 (ULS) - 180°
Filtr	Ne
Hodnoty	Více složek
Rx	<input checked="" type="checkbox"/>
Ry	<input checked="" type="checkbox"/>
Rz	<input checked="" type="checkbox"/>
Mx	<input checked="" type="checkbox"/>
My	<input checked="" type="checkbox"/>

Reakce ve stavu sepnutí je větší o cca 250 kN než reakce ve fázi 180°. Tento rozdíl plyne z aplikace montážního zatížení na fázi sepnutí. Pro kontrolu velikost reakce Y ve fázi 90° odpovídá velikosti reakce Z ve fázi 180°. Součet reakcí je tedy v pořádku.

Reakce Mx ve fázích sepnutí a 180° je důsledkem imperfekce (12 mm vyosení těžiště oproti ideálnímu stavu).

úhel	Rz	Ry	Rz na stator	Mx
	kN	kN	kN	kNm
0	2506,5	0	2506,5	60,8
10	2215,8	-390,7	2249,95	146,9
20	2114,3	-769,5	2249,95	234,9
30	1948,5	-1125,0	2249,95	315,74
40	1723,6	-1446,2	2249,95	386,97
50	1446,2	-1723,6	2249,95	446,44
60	1125,0	-1948,5	2249,95	492,35
70	769,5	-2114,3	2249,95	532,3
80	390,7	-2215,8	2249,95	538,34
90	0,0	-2250,0	2249,95	537,03
100	-390,7	-2215,8	2249,95	519,4
110	-769,5	-2114,3	2249,95	486
120	-1125,0	-1948,5	2249,95	437,8
130	-1446,2	-1723,6	2249,95	376,33
140	-1723,6	-1446,2	2249,95	303,42
150	-1948,5	-1125,0	2249,95	221,29
160	-2114,3	-769,5	2249,95	132,43
170	-2215,8	-390,7	2249,95	39,5
180	-2250,0	0,0	2249,95	-54,54

Tabulka 5 - reakce na model statoru

Stator bude zatížen ve fázi sepnutí a fázi 80°.

7.5 Vnitřní síly v detailech

Souhrn vnitřních sil použitých pro posouzení detailů.

Detaily	název	fáze	extrém	N		Vy		Vz		Mx		My		Mz	
				kN	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm				
		MSÚ													
	Spojka roštu x SOK	ST16 - 110°	N	258,98	59,57	-323,43	-0,05	-119,99	20,18						
	Spojka roštu x SOK	ST24 - demontáž otáčedla	M _y	-383,19	-10,86	309,5	0	152,26	-7,78						
	Spojka roštu x SOK	ST14 - 90°	M _z	-215,01	65,7	29,37	0,03	38,7	24,17						
	Spojka roštu x NOK	ST15 - 100°	N	248,04	67,96	32,34	0,06	-28,05	22,08						
	Spojka roštu x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	M _y	-491,39	7,15	581,33	0,02	449,88	5,09						
	Spojka roštu x NOK	ST14 - 90°	M _z	-237,94	62,92	484,96	-0,07	215,44	22,43						
	Spojka roštu x rošt	ST16 - 110°	N	258,22	61,67	-323,43	-0,05	171,1	-34,38						
	Spojka roštu x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	M _y	38,17	-9,17	-398,53	0,03	246,41	1,2						
	Spojka roštu x rošt	ST14 - 90°	M _z	250,55	65,87	-241,29	-0,05	131,36	-37,11						
	"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	N	48,92	-1,46	-521,01	-0,03	194,18	0						
	"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	M _y	48,52	3,43	522,65	-0,04	-195,37	-0,05						
	"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	N,M _y	47,42	-1,46	-521,01	-0,03	-186,16	-1,07						
	"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	M _z	-204,34	13,91	-268,21	0,21	-110,44	10,45						
	Montážní spoj roštu	ST14 - 90°	N	1380,88	-6,4	6,32	0	41,09	0,28						
	Montážní spoj roštu	ST4 - výsun - 2	M _y	-600,82	1,15	-194,23	0,02	-349,82	-0,06						

Tabulka 6 - Extrémy vnitřních sil působících ve spojích varianty 1

8.) Posouzení hlavních konstrukčních prvků

8.1 SOK

Využití průřezů:

SOK var.1					
prvek	průřez	fáze	extrém	využití	max
		MSÚ		%	%
horní pas	horni pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	N	54,3	55,2% My
horní pas	horni pas u1,2,3 - kraj	ST24 - demontáž otáčedla	My	55,2	
horní pas	horni pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	Mz	55,0	
dolní pas	dolni pas u3,4,5,6	ST11 - 60°	N	32,3	32,3% N
dolní pas	dolni pas u1	ST4 - výsun - 2	My	23,4	
dolní pas	dolni pas u3,4,5,6	ST14 - 90°	Mz	19,7	
podélník	podelnik	ST14 - 90°	N	24,5	41,0% Mz
podélník	podelnik	ST14 - 90°	My	17,2	
podélník	podelnik	ST4 - výsun - 2	Mz	41	
diagonála	diagonala d1	ST4 - výsun - 2	N	41,6	41,6% N
diagonála	diagonala d1	ST14 - 90°	My	20,5	
diagonála	diagonala d1	ST14 - 90°	Mz	20,6	
svislíce	stojka v0	ST4 - výsun - 2	N	62,7	62,7% N
svislíce	stojka v0	ST12 - 70°	My	43,7	
svislíce	stojka v0	ST4 - výsun - 2	Mz	29,4	
horní příčník	pricník	ST14 - 90°	My	65,9	67%
horní příčník	pricník	ST4 - výsun - 2	Mz	67	Mz
dolní příčník	dolni pricnik 0	ST14 - 90°	My	15,4	15,4%
horní ztužení	horní ztužení1 - 2LT	ST14 - 90°	N	45,9	45,9%
dolní ztužení	dolní ztužení1	ST14 - 90°	N	67,4	67,4%
svislé ztužení	koncové ztužení	ST14 - 90°	N	33,9	33,9%
maximum	dolní ztužení1	ST14 - 90°	N	67,4	67,4%

Tabulka 7 - využití SOK var.1

Z tabulky je patrné, že průřezy SOK vyhovují s maximálním využitím 67,4 % u dolního ztužení. Poměrně velké využití je dosaženo u hlavního příčníku, který je pro několik fází namáhán ohybem na měkčí osu. Pro konstrukci, která je celistvá a netrpí oslabením průřezů, je tak otočení možné bez většího využití průřezů.

Dále následují posudky na kombinace s největším využitím průřezu (sloupec max v tabulce využití), zbylé posudky jsou v příloze C v digitální formě.

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

HORNÍ PAS

Profil: horní pas u1,2,3 - kraj
 Extrém: My ST24 - demontáž otáčedla
 Průřezové charakteristiky:

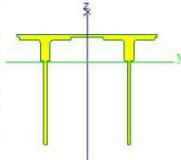
$A := 2.2908 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.42 \text{ m}$ $b := 0.52 \text{ m}$
 $I_y := 3.2952 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $I_z := 5.6279 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 2.0320 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 3.4384 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 1.0702 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 2.1646 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 120 \text{ mm}$
 $i_z := 157 \text{ mm}$

$I_w := 8.0877 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$
 $I_t := 4.1502 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

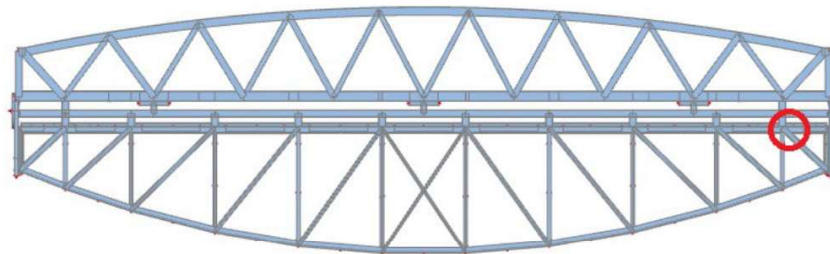
A [m²]	2.2908e-02	
A y, z [m²]	5.7979e-03	1.0653e-02
I y, z [m⁴]	3.2952e-04	5.6279e-04
I w [m⁶], I t [m⁴]	8.0877e-06	4.1502e-06
W _{el} y, z [m³]	1.0702e-03	2.1646e-03
W _{pl} y, z [m³]	2.0320e-03	3.4384e-03
d y, z [mm]	0	185
c YUCS, ZUCS [mm]	31	120
α [deg]	0.00	
A L, D [m²/m]	2.6255e+00	2.6255e+00
M _{pl} +, - [Nm]	4.78e+05	4.78e+05
M _{pl} +, - [Nm]	8.08e+05	8.08e+05

Průřezy

Jméno	horní pas u1,2,3-kraj
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>



$A_{vy} := 5.7979 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 1.0653 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed.y}$	$V_{Ed.z}$	$M_{Ed.x}$	$M_{Ed.y}$	$M_{Ed.z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-258.11	0.43	48.01	0.92	97.55	2.68

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 258.11 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 120 \text{ mm}$ $C_w := 310 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$
 $t_f := 10 \text{ mm}$ $t_w := 12 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 12 \implies 3. \text{ třída}$ $\frac{C_w}{t_w} = 25.833 \implies 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.el} = 0.001 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.el} = 0.002 \text{ m}^3$

MSÚ - SOK - horní pas

vzd. styků:

$$L_y := 4.65 \text{ m}$$

$$L_z := \frac{4.65}{2} \text{ m}$$

$$t_f = 10 \text{ mm} > 40 \text{ mm}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$$

$$\frac{h}{b} = 0.808 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 4.65 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 4.65 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 2.325 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 4.65 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 38.75 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.391$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 14.809 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.149$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.609$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.93 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.93$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.503$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 1.018 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 1$$

prostá únosnost

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 4394.17 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 205.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (4.834 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 415.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu:

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_w = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (8.088 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (4.15 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (5.628 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\left(\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}\right)} = 1.528$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 0.971$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 1.772 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (7.501 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}\right)^{0.5} = 0.174 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.488$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 1.002 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 33.218$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 1$$

Interakce tlak - ohyb

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$M_{Ed.y} = 97.55 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed.c} = 258.11 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.z} = 2.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

$$\text{třída 3,4} \quad k_{yy_34} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

$$\text{třída 1,2} \quad k_{yy_12} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.015$$

$$\text{třída 3,4} \quad k_{zz_34} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

$$\text{třída 1,2} \quad k_{zz_12} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 0.98$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.005$$

$$\text{třída 3,4} \quad k_{zy_34} := \min \left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 1$$

$$\text{třída 1,2; } \lambda_z' > 0.4 \quad k_{zy_12.8} := \min \left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.99$$

$$\text{třída 1,2; } \lambda_z' < 0.4 \quad k_{zy_12.0} := \min \left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.75$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.996$$

$$\text{třída 3,4} \quad k_{yz_34} := k_{zz} = 1.005$$

$$\text{třída 1,2} \quad k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.603$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.005$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.015 \quad k_{yz} = 1.005 \quad k_{zy} = 0.996 \quad k_{zz} = 1.005$$

$$\chi_y = 0.93 \quad \chi_z = 1 \quad \chi_{LT} = 1$$

$$N_{Ed.c} = 258.11 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 97.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 2.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (4.394 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 205.284 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 415.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.552$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.539$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 55.2 (1)\% < 100\% \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.93$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0.063 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.475 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.006 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 48.01 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (1.065 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.298 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 3.699 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 0.43 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (5.798 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 706.305 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.061 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

DOLNÍ PAS

Profil: dolní pas u3,4,5,6

Extrém: N - ST11 - 60°

Průřezové charakteristiky:

$A := 2.7708 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.425 \text{ m} \quad b := 0.512 \text{ m}$

$I_y := 3.7982 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

$I_z := 7.2237 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

$W_{y.pl} := 2.2222 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z.pl} := 4.3226 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{y.el} := 1.1600 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z.el} := 2.8214 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$i_y := 117 \text{ mm}$

$i_z := 161 \text{ mm}$

$I_w := 1.0959 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$

$I_t := 9.567 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

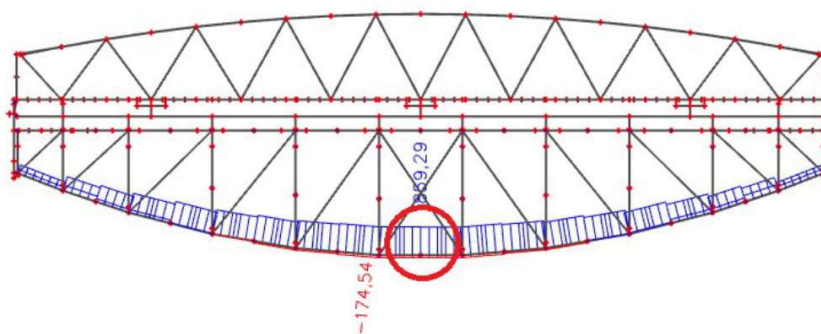
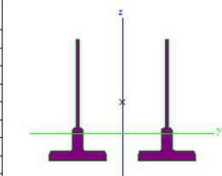
$A_{vy} := 1.6621 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$A_{vz} := 1.1466 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Průřezy

Jméno	dolní pas u3,4,5,6
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	✓

A [m²]	2,7708e-02	
A y, z [m²]	1,6621e-02	1,1466e-02
I y, z [m⁴]	3,7982e-04	7,2237e-04
I w [m⁶], t [m²]	1,0959e-05	9,5670e-06
W _{el} y, z [m³]	1,1600e-03	2,8214e-03
W _{pl} y, z [m³]	2,2222e-03	4,3226e-03
d y, z [mm]	0	109
c YUCS, ZUCS [mm]	15	-119
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,4655e+00	2,4655e+00
M _{pl} +, - [Nm]	5,22e+05	5,22e+05
M _{pl} +, - [Nm]	1,02e+06	1,02e+06



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed.y}$	$V_{Ed.z}$	$M_{Ed.x}$	$M_{Ed.y}$	$M_{Ed.z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
1889.29	4.52	0.11	0.68	5.13	21.42

tlaková normálová síla ==>

$N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 0 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==>

$N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = (1.889 \cdot 10^3) \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$C_f := 72 \text{ mm}$

$t_f := 37 \text{ mm}$

stojna

$C_w := 310 \text{ mm}$

$t_w := 12 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$

$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 1.946 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 25.833 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.pl} = 0.002 \text{ m}^3$

$W_z := W_{z.pl} = 0.004 \text{ m}^3$

MSÚ - SOK - dolní pas

vzd. styků:

$$L_y := 5.9 \text{ m}$$

$$L_z := \frac{5.9}{2} \text{ m}$$

$$t_f = 37 \text{ mm}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\frac{h}{b} = 0.83 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 5.9 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 5.9 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 2.95 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 5.9 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 50.427 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.509$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 18.323 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.185$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.682$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.88 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.88$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.515$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 1.005 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 1$$

prostá únosnost

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 5314.9 \text{ kN} \quad M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 426.26 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (5.846 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 829.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = (1.889 \cdot 10^3) \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0.323 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_w = 1 \quad C_{1.0} := 0.94 \quad C_{1.1} := 0.96$$

$$I_w = (1.096 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^6 \quad I_t = (9.567 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (7.224 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0.923$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 0.958$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 1.305 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (7.485 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.25 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.508$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.944 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 15.963$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.944$$

Interakce tlak - ohyb

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$M_{Ed,y} = 5.13 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 21.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.185$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.785$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.0} = 0.785$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.6$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1 \quad k_{yz} = 0.6 \quad k_{zy} = 0.785 \quad k_{zz} = 1$$

$$\chi_y = 0.88 \quad \chi_z = 1 \quad \chi_{LT} = 0.944$$

$$N_{Ed.c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 5.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 21.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (5.315 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 426.258 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 829.153 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.029$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.037$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 3.7 (1)\% < 100\% \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.88$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.013 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.027 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 0.11 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (1.147 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.397 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.008 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 4.52 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.662 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (2.025 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.223 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

PODÉLNÍK

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

Profil: podélník
 Extrém: Mz - ST4 - výsun - 2
 Průřezové charakteristiky:

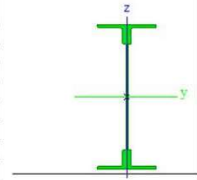
$A := 1.8198 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.66 \text{ m}$ $b := 0.27 \text{ m}$
 $I_y := 1.3371 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 4.6313 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 4.6446 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 5.7613 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 4.0519 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 3.4306 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 271 \text{ mm}$
 $i_z := 50 \text{ mm}$

$I_w := 4.6780 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$
 $I_t := 3.1181 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

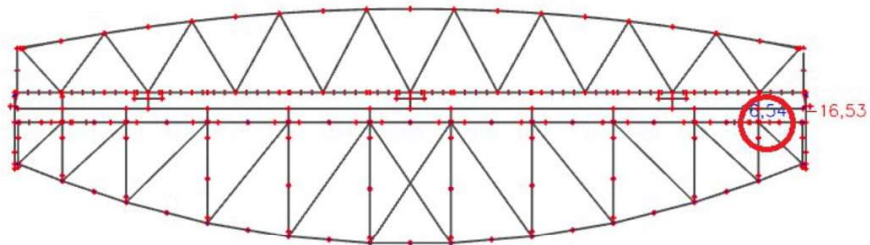
A [m²]	1.8198e-02	
A y, z [m²]	8.6045e-03	7.1661e-03
I y, z [m⁴]	1.3371e-03	4.6313e-05
I w [m⁶], t [m⁴]	4.6780e-06	3.1181e-06
W _{el} y, z [m³]	4.0519e-03	3.4306e-04
W _{pl} y, z [m³]	4.6446e-03	5.7613e-04
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	-206	4
α [deg]	0.00	
A L, D [m²/m]	2.3438e+00	2.3438e+00
M _{pl} +, - [Nm]	1.09e+06	1.09e+06
M _{pl} +, - [Nm]	1.35e+05	1.35e+05

Průřezy

Jméno	podélník
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>



$A_{vy} := 8.6045 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 7.1661 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed.y}$	$V_{Ed.z}$	$M_{Ed.x}$	$M_{Ed.y}$	$M_{Ed.z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-67.41	18.51	16.12	0.49	23.31	16.53

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 67.41 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 105 \text{ mm}$ $C_w := 480 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$
 $t_f := 14 \text{ mm}$ $t_w := 10 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 7.5 \implies 1. \text{ třída}$ $\frac{C_w}{t_w} = 48 \implies 4. \text{ třída}$

odhadnuto z
tvaru My
 $\psi := -0.2$

součinitel kritického napětí
 $k_\sigma := 4$

štíhlost

$$\lambda_{p_0} := \frac{C_w}{\frac{t_w}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot k_\sigma^{0.5}}} = 0.801$$

$$\lambda_{p_{lim}} := 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{0.5} = 0.81$$

$$\Rightarrow \lambda_{p_-} := \max(\lambda_{p_0}, \lambda_{p_{lim}}) = 0.81$$

rekukční součinitel

$$\rho := \frac{\lambda_{p_-} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_{p_-}^2} = 1$$

\Rightarrow redukce stojny

$$C_w \cdot \rho = 480 \text{ mm}$$

$h = 0.66 \text{ m}$
 $b = 0.27 \text{ m}$

$$A_{eff} := A$$

$$I_{y,eff} := I_y$$

$$I_{z,eff} := I_z$$

$$W_{y,eff} := \frac{I_{y,eff}}{\frac{h}{2}} = 0.004 \text{ m}^3$$

$$W_{z,eff} := \frac{I_{z,eff}}{\frac{b}{2}} = (3.431 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$$

\Rightarrow

$$W_y := W_{y,eff} = 0.004 \text{ m}^3 \quad W_z := W_{z,eff} = (3.431 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$$

$$\frac{W_y}{W_{y,el}} = 1$$

MSÚ - SOK - podélník

vzd. styků:

$$L_y := 3.2 \text{ m}$$

$$L_z := 3.2 \text{ m}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\frac{h}{b} = 2.444 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 3.2 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 3.2 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 3.2 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.2 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 11.808 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.119$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 64 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.646$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.493$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1.029 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.784$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.813 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.813$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 3490.71 \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 777.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (3.84 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 65.81 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_w = 1 \quad C_{1.0} := 0.94 \quad C_{1.1} := 0.96$$

$$I_w = (4.678 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (3.118 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (4.631 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 1.948$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 0.979$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 2.144 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (3.278 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.511 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.609$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.734 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 3.835$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.734$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 23.31 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 67.41 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 16.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.001$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.02$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.009$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.646$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.998$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.009$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.606$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.009$$

Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.001 \quad k_{yz} = 1.009 \quad k_{zy} = 0.998 \quad k_{zz} = 1.009$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 0.813 \quad \chi_{LT} = 0.734$$

$$N_{Ed.c} = 67.41 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 23.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 16.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (3.491 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 777.212 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 65.805 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.406$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.41$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 41 (1)\% < 100\% \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.813$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0.024 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.041 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.342 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 16.12 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (7.166 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 872.981 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 1.847 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 18.51 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (8.605 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.048 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 1.766 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

DIAGONÁLA

Profil: diagonala d1
 Extrém: N - ST4 - výsun - 2
 Průřezové charakteristiky:

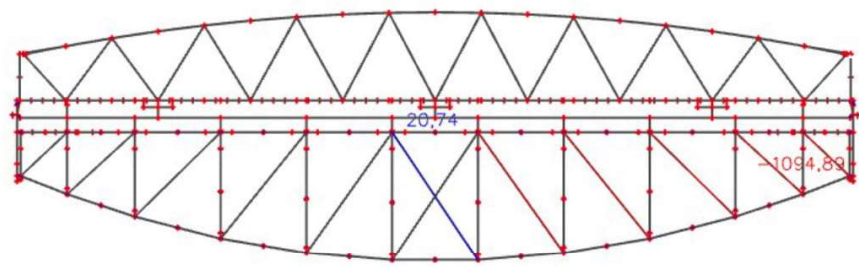
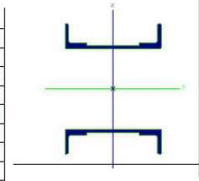
$A := 1.7708 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.544 \text{ m} \quad b := 0.4 \text{ m}$
 $I_y := 6.5633 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $I_z := 3.7762 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 3.3811 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 2.3656 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 2.413 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 1.8881 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 193 \text{ mm}$
 $i_z := 146 \text{ mm}$

$I_{wy} := 9.4045 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$
 $I_t := 1.8954 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
 $A_{vy} := 1.0254 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $A_{vz} := 5.8527 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Průřezy

Jméno	diagonala d1
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>

A [m²]	1,7708e-02	
A _{y, z} [m²]	1,0254e-02	5,8527e-03
I _{y, z} [m⁴]	6,5633e-04	3,7762e-04
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	9,4045e-06	1,8954e-06
W _{pl, y, z} [m³]	2,4130e-03	1,8881e-03
W _{el, y, z} [m³]	3,3811e-03	2,3656e-03
d _{y, z} [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	6	42
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	2,3335e+00	2,3335e+00
M _{pl, y, z} [Nm]	7,95e+05	7,95e+05
M _{pl, y, z} [Nm]	5,56e+05	5,56e+05



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-1094.89	5.53	2.57	0	3.36	16.96

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = (1.095 \cdot 10^3) \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice
 $C_f := 220 \text{ mm}$
 $t_f := 12 \text{ mm}$

stojna
 $C_w := 68 \text{ mm}$
 $t_w := 12 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$

$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 18.333 \implies 4. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 5.667 \implies 1. \text{ třída}$

dominantní
zátížení je tlak
 $\psi := 1$

součinitel kritického napětí
 $k_\sigma := 0.43$

štíhlost

$$\lambda_{p_0} := \frac{C_f}{\frac{t_f}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot k_\sigma^{0.5}}} = 0.933$$

$$\lambda_{p_{lim}} := 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{0.5} = 0.673$$

$$\Rightarrow \lambda_{p_-} := \max(\lambda_{p_0}, \lambda_{p_{lim}}) = 0.933$$

rekukční součinitel

$$\rho := \frac{\lambda_{p_-} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_{p_-}^2} = 0.819$$

\Rightarrow redukce pásnice

$$C_f \cdot \rho = 180 \text{ mm}$$

$h = 0.544 \text{ m}$
 $b = 0.4 \text{ m}$

$$A_{eff} := 0.01674692 \text{ m}^2$$

$$I_{y,eff} := 0.00062656 \text{ m}^4$$

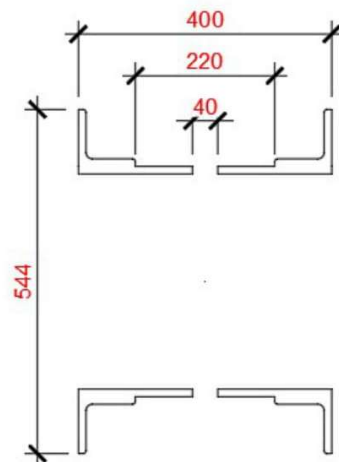
$$I_{z,eff} := 0.00037746 \text{ m}^4$$

$$W_{y,eff} := \frac{I_{y,eff}}{\frac{h}{2}} = 0.002 \text{ m}^3$$

$$W_{z,eff} := \frac{I_{z,eff}}{\frac{b}{2}} = 0.002 \text{ m}^3$$

\Rightarrow

$$W_y := W_{y,eff} = 0.002 \text{ m}^3 \quad W_z := W_{z,eff} = 0.002 \text{ m}^3$$



MSÚ - SOK - Diagonála

vzd. styků:

$$L_y := 4.4 \text{ m}$$

$$L_z := 4.4 \text{ m}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\frac{h}{b} = 1.36 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 4.4 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 4.4 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 4.4 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 4.4 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 22.798 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.23$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 30.137 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.304$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.532$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.989 \quad \Rightarrow \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.989$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.564$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.963 \quad \Rightarrow \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.963$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A_{eff} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 3212.36 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 441.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (3.736 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 362.02 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (9.405 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (1.895 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (3.776 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 2.577$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 0.992$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 2.741 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (6.785 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.268 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.513$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.929 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 13.961$$

$$\Rightarrow \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.929$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 3.36 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = (1.095 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 16.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.05$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.048$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.06$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.065$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min \left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.98$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.304$

$$k_{zy_12.8} := \min \left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.95$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min \left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.9$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.976$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.065$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.639$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.065$$

Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.048 \quad k_{yz} = 1.065 \quad k_{zy} = 0.976 \quad k_{zz} = 1.065$$

$$\chi_y = 0.989 \quad \chi_z = 0.963 \quad \chi_{LT} = 0.929$$

$$N_{Ed.c} = (1.095 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 3.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 16.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (3.212 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 441.859 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 362.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.407$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.416$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 41.6 \text{ (1\%)} < 100\% \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.963$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0.354 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.008 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.05 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

$$V_{Ed.z} = 2.57 \text{ kN}$$

Smyk ve směru Z

$$A_{vz} = (5.853 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 712.981 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.4 \text{ (1\%)} < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 5.53 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.025 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.249 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.4 \text{ (1\%)} < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

vzd. styků:

$$L_y := 3.3 \text{ m}$$

$$L_z := 3.3 \text{ m}$$

 $t_f = 8 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$V_{Ed,y} = 1.14 \text{ kN}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 3.3 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 3.3 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.3 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 21.429 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.216$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 19.298 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.195$$

vzpěř

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.526$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.994 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.994$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.518$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 1.002 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 1$$

prostá únosnost:

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1882.77 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (2.071 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Posouzení: Tah

$$N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.994$$

$$N_{Rd,b} := N_{Rd} \cdot \chi = (1.872 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_{Ed,c} = (1.174 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,c}}{N_{Rd,b}} = 0.627 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$A_{vy} = (8.357 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.018 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,y}}{V_{pl,Rd}} = 0.112 (1)\% < 50\% \quad ==> \quad \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

HORNÍ PŘÍČNÍK

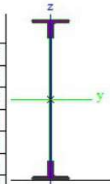
Profil: pricnik
 Extrém: My - ST4 - výsun - 2
 Průřezové charakteristiky:

$A := 1.608 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.8 \text{ m}$ $b := 0.19 \text{ m}$
 $I_y := 1.5628 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 1.4115 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 4.6272 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 2.7647 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 3.9071 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 1.4858 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $i_y := 311 \text{ mm}$
 $i_z := 30 \text{ mm}$
 $I_w := 2.1068 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$
 $I_t := 2.2363 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

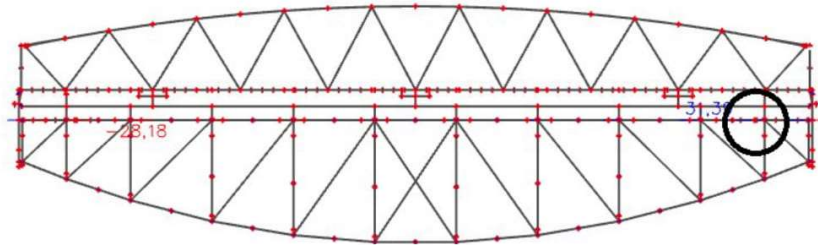
Průřezy

Jméno	pricnik	
Typ	Obecný průřez	
Materiál	S 235	
Výroba	obecný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	d	
Posudek rovinného vzpěru z-z	d	
Klopení	Výchozí	
Použití 2D MKP výpočet	✓	

A [m²]	1,6108e-02	
A _{y, z} [m²]	6,1084e-03	8,1980e-03
I _{y, z} [m⁴]	1,5628e-03	1,4115e-05
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	2,1068e-06	2,2363e-06
W _{el, y, z} [m³]	3,9071e-03	1,4858e-04
W _{pl, y, z} [m³]	4,6272e-03	2,7647e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	-110	-8
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	2,3055e+00	2,3055e+00
M _{pl, y, z} [Nm]	1,09e+06	1,09e+06
M _{pl, z, y} [Nm]	6,50e+04	6,50e+04



$A_{vy} := 6.1084 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 8.198 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	2.05	64.12	29.92	0.02	14.03	31.39

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 0 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 2.05 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice
 $C_f := 68 \text{ mm}$
 $t_f := 12 \text{ mm}$

stojna
 $C_w := 620 \text{ mm}$ $t_w := 10 \text{ mm}$
 tlak.w := $\begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$

tlak.f := $\begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$

ohyb.w := $\begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

Průřez ohýbán

$\frac{C_f}{t_f} = 5.667 \implies 1. \text{ třída}$
 ==>

$\frac{C_w}{t_w} = 62 \implies 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.pl} = 0.005 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.pl} = (2.765 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$

MSÚ - SOK - Horní příčník

vzd. styků:

$$L_y := 1.8 \text{ m}$$

$$L_z := 1.8 \text{ m}$$

$t_f = 12 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 1.8 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 1.8 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 1.8 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 5.788 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.058$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 60 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.605$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.478$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1.051 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.752$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.834 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.834$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 3084.44 \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 887.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (3.393 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 53.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 2.05 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 6.042 \cdot 10^{-4} < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{h}{b} = 4.211 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 1.8 \text{ m}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_w = 1 \quad C_{1.0} := 2.56 \quad C_{1.1} := 2.73$$

$$I_w = (2.107 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (2.236 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (1.412 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 2.745$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 3.027$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 8.841 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (1.124 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.295 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.522$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.907 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 11.509$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.907$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 14.03 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 31.39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového
momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1$$

$$\psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.605$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.8} = 1$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.6$$

Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1 \quad k_{yz} = 0.6 \quad k_{zy} = 1 \quad k_{zz} = 1$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 0.834 \quad \chi_{LT} = 0.907$$

$$N_{Ed.c} = 0 \text{ kN} \quad M_{Ed.y} = 14.03 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y.Rd} \cdot \chi_{LT} = 805.289 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 31.39 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z.Rd} \cdot \chi_{LT} = 48.115 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (3.084 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{y.Rd} = 887.581 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 53.032 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.409$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.67$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 67 \text{ (1\%)} < 100\% \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.834$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0 < 1$$

$$==> \text{ Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.017 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.652 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 29.92 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (8.198 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 998.688 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 3 \text{ (1\%)} < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 64.12 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (6.108 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 744.131 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 8.6 \text{ (1\%)} < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$

DOLNÍ PŘÍČNÍK

Profil: dolni pricnik 0

Extrém: My - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

$A := 4.2677 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $h := 0.3 \text{ m}$ $b := 0.15 \text{ m}$

$I_y := 7.3956 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$
 $I_z := 4.5682 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 5.5458 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 1.0692 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 4.9304 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 6.091 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

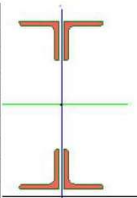
$i_y := 132 \text{ mm}$
 $i_z := 33 \text{ mm}$

$I_w := 7.1907 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$
 $I_t := 9.7995 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

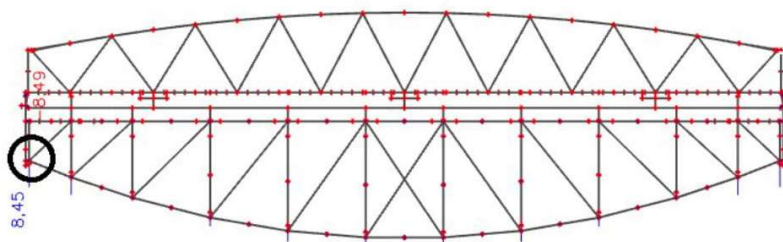
Průřezy

Jméno	dolni pricnik 0
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>

A [m²]	4,2677e-03	
A _{y, z} [m²]	3,5824e-03	3,6762e-03
I _{y, z} [m⁴]	7,3956e-05	4,5682e-06
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	7,1907e-08	9,7995e-08
W _{el, y, z} [m³]	4,9304e-04	6,0910e-05
W _{pl, y, z} [m³]	5,5458e-04	1,0692e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	-20	4
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	1,0855e+00	1,0855e+00
M _{pl, +, -} [Nm]	1,30e+05	1,30e+05
M _{pl, +, -} [Nm]	2,51e+04	2,51e+04



$A_{vy} := 3.5824 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 3.6762 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-4.3	0.48	4.7	0.02	8.49	0.86

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 4.3 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice
 $C_f := 52 \text{ mm}$
 $t_f := 8 \text{ mm}$

stojna
 $C_w := 52 \text{ mm}$ $t_w := 8 \text{ mm}$ tlak.w := $\begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$

tlak.f := $\begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$

ohyb.w := $\begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

Průřez ohýbán

$\frac{C_f}{t_f} = 6.5$ ==> 1. třída
 ==>

$\frac{C_w}{t_w} = 6.5$ ==> 1. třída

$W_y := W_{y.pl} = (5.546 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$

$W_z := W_{z.pl} = (1.069 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$

MSÚ - SOK - Dolní příčník

vzd. styků:

$$L_y := 3.6 \text{ m}$$

$$L_z := 3.6 \text{ m}$$

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\frac{h}{b} = 2 > 2$$

křivka a

$$L_{Lt} = 3.6 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 3.6 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 3.6 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.6 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 27.273 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.275$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 109.091 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.101$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.551$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.973 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.973$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 1.259$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.535 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.535$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 818.62 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 106.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 900.485 \text{ kN}$$

$$M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 20.51 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_w = 1 \quad C_{1.0} := 2.56 \quad C_{1.1} := 2.73$$

$$I_w = (7.191 \cdot 10^{-8}) \text{ m}^6 \quad I_t = (9.8 \cdot 10^{-8}) \text{ m}^4 \quad I_z = (4.568 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 1.211$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 2.766$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 4.344 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = 328.765 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.597 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.654$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.672 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 2.81$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.672$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 8.49 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 4.3 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 0.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := -1 \quad \psi_z := 1$$

$$\psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 0.2$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 0.4$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.4$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.4$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 0.4$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.41$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 0.406$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 1.101$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.8} = 0.999$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 0.406$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.243$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.243$$

Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 0.4 \quad k_{yz} = 0.243 \quad k_{zy} = 0.999 \quad k_{zz} = 0.406$$

$$\chi_y = 0.973 \quad \chi_z = 0.535 \quad \chi_{LT} = 0.672$$

$$N_{Ed.c} = 4.3 \text{ kN} \quad M_{Ed.y} = 8.49 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y.Rd} \cdot \chi_{LT} = 71.507 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 0.86 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z.Rd} \cdot \chi_{LT} = 13.786 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = 818.622 \text{ kN} \quad M_{y.Rd} = 106.379 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 20.509 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.068$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.154$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 15.4 (1)\% < 100\% \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.535$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0.01 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.119 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.062 < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 4.7 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (3.676 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 447.838 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 1 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 0.48 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (3.582 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 436.411 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.1 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{ malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

HORNÍ ZTUŽENÍ

Profil: horní ztužení1 - 2LT

Extrém: N - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

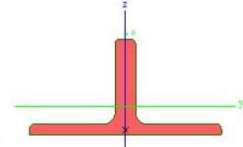
$$A := 3.4219 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$h := 0.09 \text{ m} \quad b := 0.18 \text{ m}$$

Průřezy

Jméno	horní ztužení1
Typ	2LT
Detailní	L90/10; 0
Materiál	S 235
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	c
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	*

A [m²]	3.4219e-03	
A y, z [m²]	1.9908e-03	1.7016e-03
I y, z [m⁴]	2.5456e-06	4.8329e-06
I w [m⁶], t [m⁴]	1.5960e-35	2.8333e-07
W _{el} y, z [m³]	3.9685e-05	5.3699e-05
W _{pl} y, z [m³]	7.2189e-05	8.8468e-05
d y, z [mm]	0	-21
c YUCS, ZUCS [mm]	90	26
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	5,2275e-01	5,2275e-01
M _{ply} +, - [Nm]	1,70e+04	1,70e+04
M _{ply} +, - [Nm]	2,08e+04	2,08e+04



$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$f_y := 211 \text{ MPa}$$

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

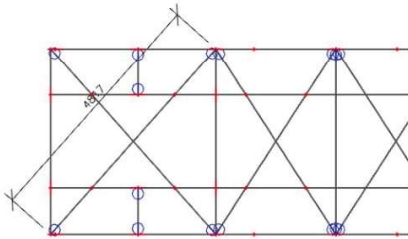
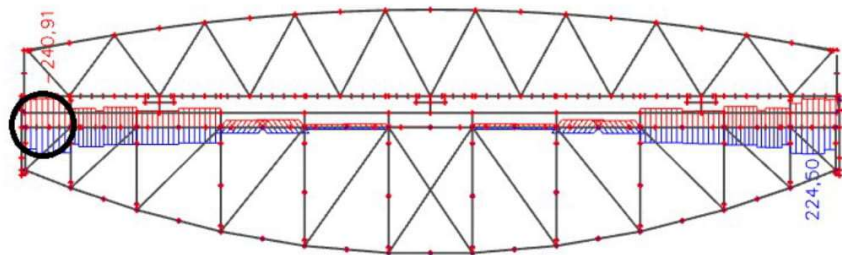
$$\gamma_{M1} := 1.1$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$$

$$i_y := 27 \text{ mm}$$

$$i_z := 38 \text{ mm}$$



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-240.91	0	0	0	0	0

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 240.91 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := 224.5 \cdot \text{kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$$C_f := 80 \text{ mm}$$

$$t_f := 10 \text{ mm}$$

stojna

$$C_w := 80 \text{ mm}$$

$$t_w := 20 \text{ mm}$$

$$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$$

$$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$$

$$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$$

$$\frac{C_f}{t_f} = 8 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

$$\frac{C_w}{t_w} = 4 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

MSÚ - SOK - ztužení

vzd. styků:

$$L_y := 1.8 \text{ m}$$

$$L_z := 1.8 \text{ m}$$

$t_f = 10 \text{ mm}$
křivka b
 $\alpha := 0.34$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 1.8 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 1.8 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 1.8 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 66.667 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.673$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 47.368 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.478$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.807$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.799 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.799$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.662$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.894 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.894$$

prostá únosnost:

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 656.38 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 722.021 \text{ kN}$$

Posouzení: Tah

$$N_{Ed.t} = 224.5 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0.311 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.799$$

$$N_{Rd.b} := N_{Rd} \cdot \chi = 524.368 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.c} = 240.91 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd.b}} = 0.459 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

DOLNÍ ZTUŽENÍ

Profil: dolní ztužení 1

Extrém: N - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

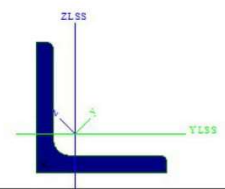
$$A := 2.0306 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$h := 0.09 \text{ m} \quad b := 0.09 \text{ m}$$

Průřezy

Jméno	dolní ztužení1
Typ	LS90X12
Zdroj hodnot	Chinese Standard / GB 9787-88
Materiál	S 235
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	b
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	*

A [m²]	2,0306e-03	
A _{y, z} [m²]	1,7393e-03	1,7117e-03
I _{y, z} [m⁴]	2,3498e-06	6,1809e-07
I _{YLCS, ZLCS} [m⁴]	1,4922e-06	1,4922e-06
I _w [m⁴], I _t [m⁴]	1,0111e-39	9,6768e-08
W _{el, y, z} [m³]	3,6923e-05	1,6410e-05
W _{pl, y, z} [m³]	5,9413e-05	3,0478e-05
d _{y, z} [mm]	-30	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	27	27
α [deg]	45,00	
I _{ZLCS} [m⁴]	-8,6584e-07	
A _{L, D} [m²/m]	3,5200e-01	3,5138e-01
M _{ply, +, -} [Nm]	1,40e+04	1,40e+04
M _{plz, +, -} [Nm]	7,16e+03	7,16e+03



$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$f_y := 211 \text{ MPa}$$

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

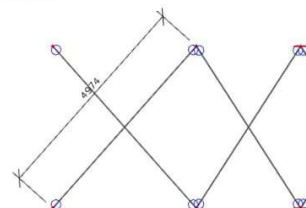
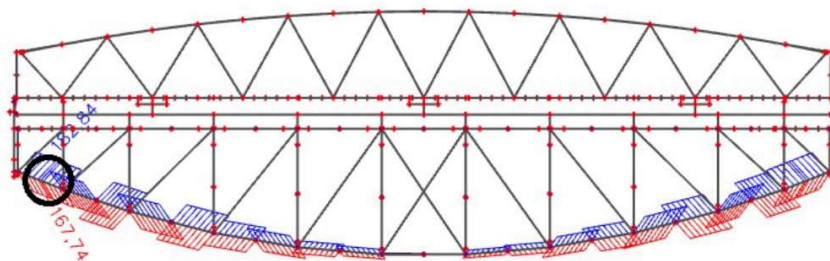
$$\gamma_{M1} := 1.1$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$\epsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$$

$$i_y := 27 \text{ mm}$$

$$i_z := 27 \text{ mm}$$



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-167.74	0	0	0	0	0

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed,c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 167.74 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==> $N_{Ed,t} := 182.84 \cdot \text{kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$$C_f := 78 \text{ mm}$$

$$t_f := 12 \text{ mm}$$

stojna

$$C_w := 78 \text{ mm}$$

$$t_w := 12 \text{ mm}$$

$$\text{tlak.w} := \begin{bmatrix} 33 \cdot \epsilon \\ 38 \cdot \epsilon \\ 42 \cdot \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$$

$$\text{tlak.f} := \begin{bmatrix} 9 \cdot \epsilon \\ 10 \cdot \epsilon \\ 14 \cdot \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$$

$$\text{ohyb.w} := \begin{bmatrix} 72 \cdot \epsilon \\ 83 \cdot \epsilon \\ 124 \cdot \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$$

$$\frac{C_f}{t_f} = 6.5 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

$$\frac{C_w}{t_w} = 6.5 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

MSÚ - SOK - ztužení

vzd. styků:

$$L_y := \frac{5}{2} \text{ m}$$

$$L_z := \frac{5}{2} \text{ m}$$

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

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 2.5 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 2.5 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 2.5 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 92.593 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.934$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 92.593 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.934$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 1.061$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.639 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.639$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 1.061$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.639 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.639$$

prostá únosnost:

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 389.51 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 428.457 \text{ kN}$$

Posouzení: Tah

$$N_{Ed.t} = 182.84 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0.427 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.639$$

$$N_{Rd.b} := N_{Rd} \cdot \chi = 248.917 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.c} = 167.74 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd.b}} = 0.674 < 1 \quad ==> \quad \text{vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

SVISLÉ ZTUŽENÍ

Průřezy

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 211 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

Profil: koncové ztužení

Extrém: N - ST14 - 90°

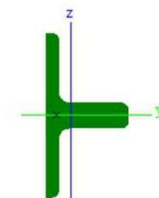
Průřezové charakteristiky:

$A := 3.5835 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$h := 0.16 \text{ m} \quad b := 0.08 \text{ m}$

Jméno	koncové ztužení
Typ	Obecný průřez
Materiál	S 235
Výroba	obecný
Posudek rovinného vzpěru y-y	d
Posudek rovinného vzpěru z-z	d
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	✓

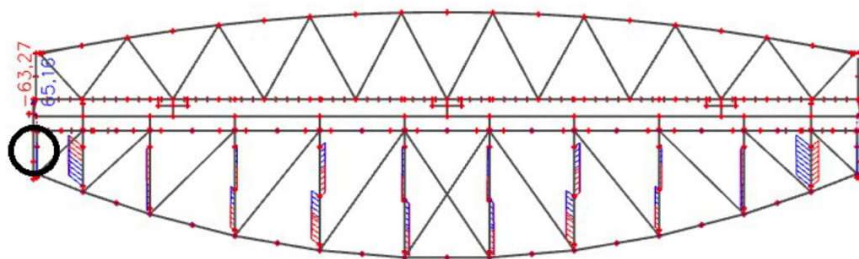
A [m²]	3,5835e-03	
A y, z [m²]	1,8125e-03	2,2650e-03
I y, z [m⁴]	4,0891e-06	2,0198e-06
I w [m⁶], t [m⁴]	1,5268e-10	4,2809e-07
W _{el} y, z [m³]	5,1114e-05	3,6087e-05
W _{pl} y, z [m³]	8,6113e-05	6,6025e-05
d y, z [mm]	-14	0
c YUCS, ZUCS [mm]	22	8
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	4,5930e-01	4,5930e-01
M _{ply} +, - [Nm]	2,02e+04	2,02e+04
M _{plz} +, - [Nm]	1,55e+04	1,55e+04



$i_y := 34 \text{ mm}$

$i_z := 24 \text{ mm}$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 1.055$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-63.27	0	0	0	0	0

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 63.27 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := 65.18 \cdot \text{kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$C_f := 68 \text{ mm}$

$t_f := 24 \text{ mm}$

stojna

$C_w := 68 \text{ mm}$

$t_w := 12 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.826 \\ 40.103 \\ 44.324 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.498 \\ 10.553 \\ 14.775 \end{bmatrix}$

$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75.985 \\ 87.593 \\ 130.862 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 2.833 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 5.667 \quad ==> 1. \text{ třída}$

MSÚ - SOK - ztužení

vzd. styků:

$$L_y := 4.1 \text{ m}$$

$$L_z := 4.1 \text{ m}$$

$$t_f = 24 \text{ mm}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 4.1 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 4.1 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 4.1 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 120.588 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 99.096 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 1.217$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 170.833 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.724$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 1.413$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.469 \quad \Rightarrow \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.469$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 2.245$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.272 \quad \Rightarrow \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.272$$

prostá únosnost:

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 687.38 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 756.119 \text{ kN}$$

Posouzení: Tah

$$N_{Ed,t} = 65.18 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0.086 < 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.272$$

$$N_{Rd,b} := N_{Rd} \cdot \chi = 186.631 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,c} = 63.27 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,c}}{N_{Rd,b}} = 0.339 < 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Vyhovuje}$$

\Rightarrow Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

8.2 NOK

Využití průřezů:

NOK var.1					
prvek	průřez	fáze	extrém	využití	max
		MSÚ		%	%
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	N	21,6	24,3% My
horní pas	nový - horní pas	ST24 - demontáž otáčedla	My	24,3	
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	Mz	9,6	
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST17 - 120°	N	18,8	18,8% N
dolní pas	nový - dolní pas 0	ST24 - demontáž otáčedla	My	14,5	
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST14 - 90°	Mz	17,7	
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	N	10,5	24,0% Mz
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	My	22,9	
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	Mz	24,0	
diagonála	nový - diagonála - 1	ST24 - demontáž otáčedla	N	23,5	26,6% Mz
diagonála	nový - koncová svislice	ST14 - 90°	My	13,3	
diagonála	nový - koncová svislice	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	26,1	
horní příčník	nový - příčník 1 - horní	ST16 - 110°	My	49,5	49,5%
horní příčník	nový - příčník 1 - horní	ST15 - 100°	Mz	46,5	My
dolní příčník	nový - příčník dole 0	ST14 - 90°	My	15,5	15,6%
dolní příčník	nový - příčník dole 0	ST14 - 90°	Mz	15,6	Mz
horní ztužení	nový - horní ztužení 1	ST14 - 90°	N	76,9	76,9%
dolní ztužení	nový - dolní ztužení 1	ST14 - 90°	N	20,7	20,7%
prostorové ztužení	nový - prostorové ztužení 1	ST14 - 90°	N	29,7	29,7%
maximum	nový - horní ztužení 1	ST14 - 90°	N	76,9	76,9%

Tabulka 8 – využití NOK var.1

Namáhání NOK je během montáže velice rozumné. Maximální využití nastává ve ztužení UPN (horní ztužení 76,9 %). Horní pas je však dostatečně tuhý i bez ztužení díky náběhům u příčníků (viz výkresy), které v modelu nejsou zohledněny.

Pokud se podíváme na využití ostatních prvků NOK, je zřejmé, že nová konstrukce není ani na polovině dovoleného namáhání během montážních prací.

Dále následují posudky na kombinace s největším využitím průřezu (sloupec max v tabulce využití), zbylé posudky jsou v příloze C v digitální formě.

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

HORNÍ PAS

Profil: nový horní pas
 Extrém: My - ST24 - demontáž otáčedla
 Průřezové charakteristiky:

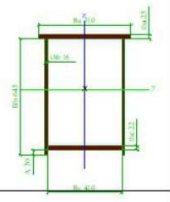
$A := 4.241 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.670 \text{ m}$ $b := 0.51 \text{ m}$
 $I_y := 2.7915 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 1.3396 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 1.003 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 6.9465 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 7.6828 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 5.2532 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 257 \text{ mm}$
 $i_z := 178 \text{ mm}$

$I_w := 9.612 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$
 $I_t := 2.4375 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

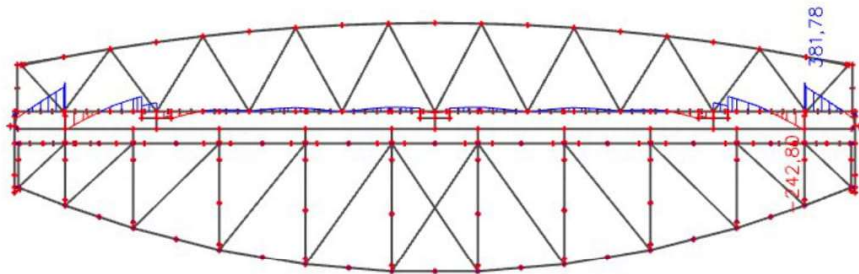
Průřezy

Jméno	nový - horní pas
Typ	Stěna komory
Detailní	510; 25; 645; 16; 410; 22; 30
Materiál	S 355 N (EN 10025-3)
Výroba	svařovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	b
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	

A [m²]	4.2410e-02	
A y, z [m²]	2.0547e-02	2.0412e-02
I y, z [m⁴]	2.7915e-03	1.3396e-03
I w [m⁶], t [m²]	9.6120e-06	2.4375e-03
W _{el} y, z [m³]	7.6828e-03	5.2532e-03
W _{pl} y, z [m³]	1.0030e-02	6.9465e-03
d y, z [mm]	0	7
c YUCS, ZUCS [mm]	255	363
α [deg]	0.00	
A L, D [m²/m]	2.4200e+00	4.4260e+00
M _{plz} +, - [Nm]	3.56e+08	3.56e+06
M _{plz} +, - [Nm]	2.47e+06	2.47e+06



$A_{vy} := 2.0547 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 2.0412 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-995.36	13.58	601.18	5.93	381.78	12.08

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 995.36 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 34 \text{ mm}$ $C_w := 593 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$
 $t_f := 25 \text{ mm}$ $t_w := 16 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 1.36 \implies 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 37.063 \implies 4. \text{ třída}$

MSÚ - NOK - horní pas

odhadnuto z
tvaru My
 $\psi := -0.2$

součinitel kritického napětí
 $k_\sigma := 4$

štíhlost

$$\lambda_{p_0} := \frac{C_w}{\frac{t_w}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot k_\sigma^{0.5}}} = 0.802$$

$$\lambda_{p_{lim}} := 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{0.5} = 0.81$$

$$\Rightarrow \lambda_{p_-} := \max(\lambda_{p_0}, \lambda_{p_{lim}}) = 0.81$$

rekukční součinitel

$$\rho := \frac{\lambda_{p_-} - 0.055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_{p_-}^2} = 1$$

\Rightarrow redukce stojny se neuplatní

$$C_w \cdot \rho = 593 \text{ mm}$$

$$C_w - C_w \cdot \rho = (1.11 \cdot 10^{-16}) \text{ m}$$

$h = 0.67 \text{ m}$
 $b = 0.51 \text{ m}$
 $z_d := 0.3633 \text{ m}$
 $z_h := h - z_d$
 $z_h = 0.307 \text{ m}$

$$A_{eff} := A$$

$$I_{y,eff} := I_y$$

$$I_{z,eff} := I_z$$

$$\frac{I_{y,eff}}{I_y} = 1$$

$$W_{y,eff} := \frac{I_{y,eff}}{z_d} = 0.008 \text{ m}^3$$

$$W_{z,eff} := \frac{I_{z,eff}}{z_d} = 0.004 \text{ m}^3$$

\Rightarrow

$$\frac{W_{y,eff}}{W_{y,el}} = 1$$

$$W_y := W_{y,eff} = 0.008 \text{ m}^3$$

$$W_z := W_{z,eff} = 0.004 \text{ m}^3$$

MSÚ - NOK - horní pas

vzd. styků:

$$L_y := 6.35 \text{ m}$$

$$L_z := \frac{6.35}{2} \text{ m}$$

$t_f = 25 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 6.35 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 3.175 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 6.35 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 24.708 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.323$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 17.837 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.233$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.573$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.955 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.955$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.533$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.988 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.988$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 13686.86 \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 2479.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (1.506 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 1190 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení: ==> uzavřený průřez neklopí

Kroucení:

$$\tau := \frac{M_{Ed.x}}{I_t} \cdot t_f = 0.061 \text{ MPa} \quad ==> \text{Vliv kroucení je zanedbán}$$

Interakce tlak - ohyb

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$M_{Ed.y} = 381.78 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed.c} = 995.36 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.z} = 12.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.015$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.99$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.01$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.233$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.99$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.83$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.995$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.606$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.01$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.015 \quad k_{yz} = 1.01 \quad k_{zy} = 0.995 \quad k_{zz} = 1.01$$

$$\chi_y = 0.955 \quad \chi_z = 0.988 \quad \chi_{LT} := 1$$

$$N_{Ed.c} = 995.36 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 381.78 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 12.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (1.369 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (2.48 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = (1.19 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.243$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.237$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 24.3 (1)\% < 100\% \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.955$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0.076 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.154 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.01 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 601.18 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (2.041 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.184 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 14.37 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 13.58 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (2.055 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.211 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.322 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

DOLNÍ PAS

Profil: nový - dolní pas 2

Extrém: N - ST17 - 120°

Průřezové charakteristiky:

$$A := 4.54 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$h := 0.585 \text{ m} \quad b := 0.51 \text{ m}$$

$$I_y := 2.3894 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_z := 1.4561 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$W_{y.pl} := 9.5682 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{z.pl} := 7.4922 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{y.el} := 7.9184 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{z.el} := 5.7103 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$i_y := 229 \text{ mm}$$

$$i_z := 179 \text{ mm}$$

$$I_w := 3.8893 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$$

$$I_t := 2.3012 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$A_{vy} := 2.2149 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$A_{vz} := 2.3012 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M1} := 1.1$$

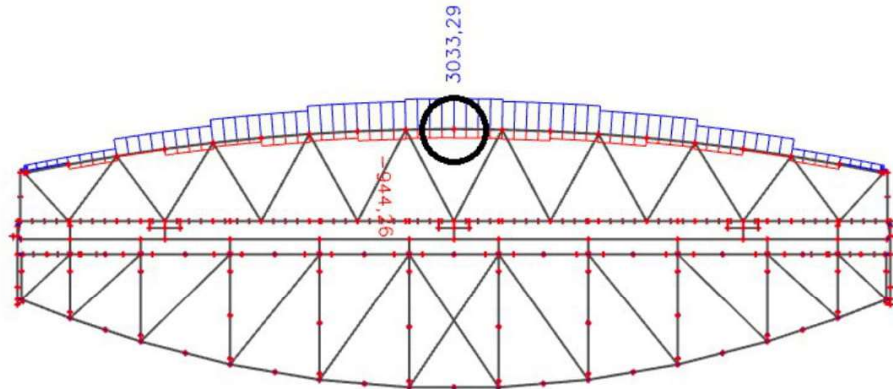
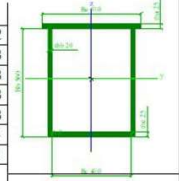
$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$$

Průřezy

Jméno	nový - dolní pas 2
Typ	Stěna komory
Detailní	510; 25; 560; 20; 410; 25; 0
Materiál	S 355 N (EN 10025-3)
Výroba	svařovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	b
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	

A [m²]	4,5400e-02	
A _{y, z} [m²]	2,2149e-02	2,3012e-02
I _{y, z} [m⁴]	2,3894e-03	1,4561e-03
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	3,8893e-06	2,5736e-03
W _{el, y, z} [m³]	7,9184e-03	5,7103e-03
W _{pl, y, z} [m³]	9,5682e-03	7,4922e-03
d _{y, z} [mm]	0	-4
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	255	302
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	2,1900e+00	4,0800e+00
M _{ply +, -} [Nm]	3,40e+06	3,40e+06
M _{piz +, -} [Nm]	2,66e+06	2,66e+06



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	3033.29	0.18	0.05	1.17	15.26	54.54

tlaková normálová síla ==>

$$N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 0 \text{ kN}$$

tahová normálová síla ==>

$$N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = (3.033 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

zatřídění průřezu:

pásnice

$$C_f := 34 \text{ mm}$$

$$t_f := 25 \text{ mm}$$

stojna

$$C_w := 535 \text{ mm}$$

$$t_w := 20 \text{ mm}$$

$$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$$

$$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$$

$$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$$

$$\frac{C_f}{t_f} = 1.36 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

$$\frac{C_w}{t_w} = 26.75 \quad ==> 1. \text{ třída}$$

$$W_y := W_{y.pl} = 0.01 \text{ m}^3$$

$$W_z := W_{z.pl} = 0.007 \text{ m}^3$$

MSÚ - NOK - Dolní pas

vzd. styků:

$$L_y := 6.35 \text{ m}$$

$$L_z := 6.35 \text{ m}$$

$$t_f = 25 \text{ mm}$$

křivka b

$$\alpha := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 6.35 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 6.35 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 6.35 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 27.729 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.363$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 35.475 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.464$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.594$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.941 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.941$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.653$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.9 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.9$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 14651.82 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 3087.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (1.612 \cdot 10^4) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 2417.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = (3.033 \cdot 10^3) \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 18.82\% < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení: ==> uzavřený průřez neklopí

Kroucení:

$$\tau := \frac{M_{Ed,x}}{I_t} \cdot t_f = 0.013 \text{ MPa} \quad ==> \text{Vliv kroucení je zanedbán}$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 15.26 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 54.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.464$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.0} = 1$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.6$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1 \quad k_{yz} = 0.6 \quad k_{zy} = 1 \quad k_{zz} = 1$$

$$\chi_y = 0.941 \quad \chi_z = 0.9 \quad \chi_{LT} := 1$$

$$N_{Ed.c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 15.26 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 54.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (1.465 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (3.088 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = (2.418 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.018$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.027$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 2.7\% < 100\% \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.9$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0 < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.494\% < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 2.256\% < 1 \quad ==> \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 0.05 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (2.301 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.717 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.001 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 0.18 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (2.215 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.54 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.004 (1)\% < 50\% \quad ==> \text{malý smyk vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - NOK - Podélník

PODÉLNÍK

Průřezy

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

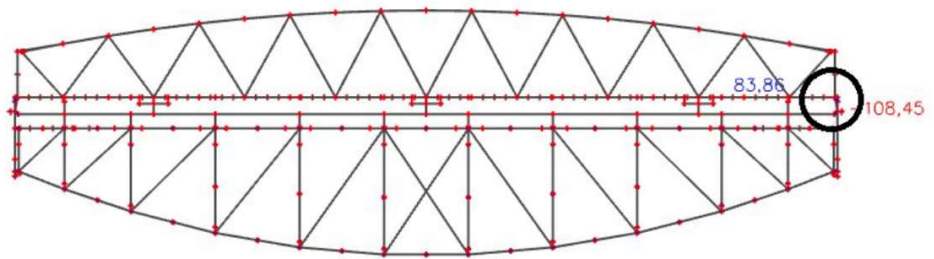
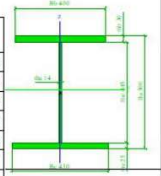
Profil: nový - podélník
 Extrém: Mz - ST15 - 100°
 Průřezové charakteristiky:

$A := 2.898 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.50 \text{ m}$ $b := 0.43 \text{ m}$
 $I_y := 1.3712 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 3.2574 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 6.0414 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 2.3774 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 5.3009 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 1.5151 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 218 \text{ mm}$
 $i_z := 106 \text{ mm}$

$I_w := 1.817 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$
 $I_t := 6.2718 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ $A_{vy} := 2.0716 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 7.0467 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Jméno	nový - podélník		
Typ	lwn		
Detailní	500; 14; 400; 30; 430; 25; 445; 6		
Materiál	S 235		
Výroba	svařovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y	b		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použití 2D MKP výpočet	x		

A [m²]	2.8980e-02	
A _{y, z} [m²]	2.0716e-02	7.0467e-03
I _{y, z} [m⁴]	1.3712e-03	3.2574e-04
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	1.8170e-05	6.2718e-06
W _{el, y, z} [m³]	5.3009e-03	1.5151e-03
W _{pl, y, z} [m³]	6.0414e-03	2.3774e-03
d _{y, z} [mm]	0	-14
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	215	259
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	2.6320e+00	2.6320e+00
M _{ply} +, - [Nm]	1.42e+06	1.42e+06
M _{piz} +, - [Nm]	5.59e+05	5.59e+05



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-137.19	79.05	37.64	0	5.21	108.45

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 137.19 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 208 \text{ mm}$ $C_w := 445 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$
 $t_f := 25 \text{ mm}$ $t_w := 14 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 8.32 \implies > 3. \text{ třída}$ $\frac{C_w}{t_w} = 31.786 \implies > 3. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.el} = 0.005 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.el} = 0.002 \text{ m}^3$

MSÚ - NOK - Podélník

vzd. styků:

$$L_y := 1.6 \text{ m}$$

$$L_z := 1.6 \text{ m}$$

$t_f = 25 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha_y := 0.34$$

křivka c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 1.6 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 1.6 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 1.6 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 1.6 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 7.339 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.096$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 15.094 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.198$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.487$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1.037 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.519$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 1.001 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 1$$

prostá únosnost

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 9352.64 \text{ kN} \quad M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1710.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (1.029 \cdot 10^4) \text{ kN} \quad M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 488.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1.0} := 0.94 \quad C_{1.1} := 0.96$$

$$I_w = (1.817 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^6 \quad I_t = (6.272 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (3.257 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 5.415$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 1.048$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 5.772 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (6.64 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.168 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.486$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 1.006 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 35.284$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 1$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 5.21 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 137.19 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 108.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.001$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.002$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.198$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.8$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.999$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.002$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.601$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.002$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.001 \quad k_{yz} = 1.002 \quad k_{zy} = 0.999 \quad k_{zz} = 1.002$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 1 \quad \chi_{LT} = 1$$

$$N_{Ed.c} = 137.19 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 5.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 108.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (9.353 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (1.711 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 488.964 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.24$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.24$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 24\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 1$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 1.467\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.305\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 22.18\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 37.64 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (7.047 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.444 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 2.606\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 79.05 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (2.072 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.246 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 1.862\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - NOK - Diagonála

vzd. styků:

$$L_y := 3.2 \text{ m}$$

$$L_z := 3.2 \text{ m}$$

$t_f = 20 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha_y := 0.34$$

křivka c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 3.2 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 3.2 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 3.2 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.2 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 16.08 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.21$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 27.119 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.355$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.524$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.996 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.996$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.601$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.921 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.921$$

prostá únosnost

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 7526 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1319.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (8.279 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 455.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (1.5 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^6 \quad I_t = (2.701 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (3.245 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 3.748$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 1.015$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 3.937 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (1.483 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.313 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.528$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.892 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 10.218$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.892$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed.y} = 1.18 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed.c} = 153.72 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.z} = 96.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.003$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.005$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.355$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.95$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.999$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.005$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.603$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.005$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.003 \quad k_{yz} = 1.005 \quad k_{zy} = 0.999 \quad k_{zz} = 1.005$$

$$\chi_y = 0.996 \quad \chi_z = 0.921 \quad \chi_{LT} = 0.892$$

$$N_{Ed.c} = 153.72 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 1.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 96.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (7.526 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (1.32 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 455.336 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.26$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.261$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 26.1\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.921$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 2.2\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.1\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 23.7\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 22.64 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (5.448 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.117 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 2.028\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 54.72 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.665 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (3.412 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 1.604\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

HORNÍ PŘÍČNÍK

Průřezy

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

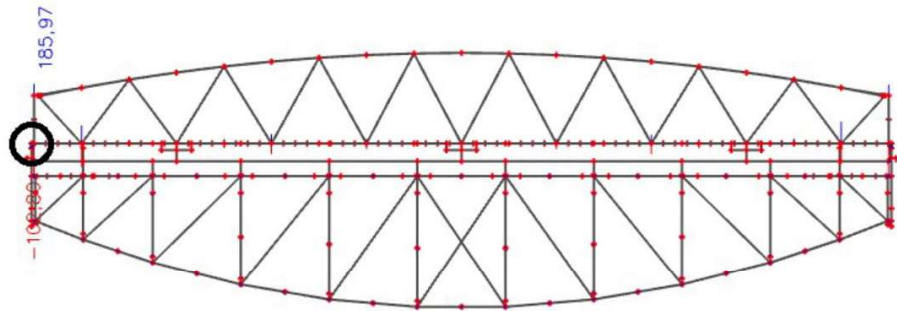
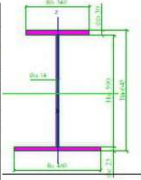
Profil: nový - koncová svislice
 Extrém: My - ST16 - 110°
 Průřezové charakteristiky:

$A := 2.996 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.645 \text{ m}$ $b := 0.46 \text{ m}$
 $I_y := 2.3039 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 3.0118 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 7.8864 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 2.2184 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 6.8266 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 1.3095 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 277 \text{ mm}$
 $i_z := 100 \text{ mm}$

$I_w := 2.5238 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$
 $I_t := 6.0206 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ $A_{vy} := 2.0954 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 9.1288 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Jméno	nový - příčník 1 - horní
Typ	lwn
Detailní	645; 14; 340; 30; 460; 25; 590; 0
Materiál	S 355
Výroba	svařovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použití ZD MKP výpočet	*

A [m²]	2,9960e-02	
A _{y, z} [m²]	2,0954e-02	9,1288e-03
I _{y, z} [m⁴]	2,3039e-03	3,0118e-04
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	2,5238e-05	6,0206e-06
W _{el, y, z} [m³]	6,8266e-03	1,3095e-03
W _{pl, y, z} [m³]	7,8864e-03	2,2184e-03
d _{y, z} [mm]	0	-94
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	230	308
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	2,8620e+00	2,8620e+00
M _{ply, +, -} [Nm]	2,80e+06	2,80e+06
M _{piz, +, -} [Nm]	7,88e+05	7,88e+05



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-249.61	241.48	155	0	185.97	158.19

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 249.61 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 219 \text{ mm}$ $C_w := 570 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$
 $t_f := 20 \text{ mm}$ $t_w := 14 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$
 dominantní je ohyb ==>

$\frac{C_f}{t_f} = 10.95 \implies > 3. \text{ třída}$ $\frac{C_w}{t_w} = 40.714 \implies > 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.el} = 0.007 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.el} = 0.001 \text{ m}^3$

MSÚ - NOK - Horní příčník

vzd. styků:

$$L_y := 1.8 \text{ m}$$

$$L_z := 1.8 \text{ m}$$

$t_f = 20 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha_y := 0.34$$

křivka c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 1.8 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 1.8 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 1.8 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 1.8 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 6.498 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.085$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 18 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.236$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.484$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1.041 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.536$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.982 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.982$$

prostá únosnost

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 9668.91 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 2203.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (1.064 \cdot 10^4) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 422.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (2.524 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^6 \quad I_t = (6.021 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (3.012 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 5.79$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 1.056$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 6.203 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (5.976 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.201 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.494$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.982 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 24.657$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.982$$

Interakce tlak - ohyb

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$M_{Ed.y} = 185.97 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed.c} = 249.61 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.z} = 158.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1.001$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1.004$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.236$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.84$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.998$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.004$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.602$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1.004$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.001 \quad k_{yz} = 1.004 \quad k_{zy} = 0.998 \quad k_{zz} = 1.004$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 0.982 \quad \chi_{LT} = 0.982$$

$$N_{Ed.c} = 249.61 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 185.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 158.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (9.669 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (2.203 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 422.611 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.495$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.495$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 49.5\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.982$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 2.6\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 8.6\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 38.1\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 155 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (9.129 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.871 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 8.284\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 241.48 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (2.095 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (4.295 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 5.623\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

DOLNÍ PŘÍČNÍK

Profil: nový - pricnik dole 0

Extrém: Mz - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

$A := 2.372 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$h := 0.58 \text{ m}$ $b := 0.35 \text{ m}$

$I_y := 1.3343 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

$I_z := 1.4318 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

$W_{y,pl} := 5.2322 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z,pl} := 1.2687 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{y,el} := 4.6009 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z,el} := 8.1817 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$i_y := 237 \text{ mm}$

$i_z := 78 \text{ mm}$

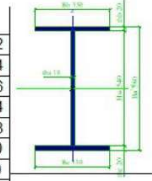
$I_w := 1.1205 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$

$I_t := 2.9553 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

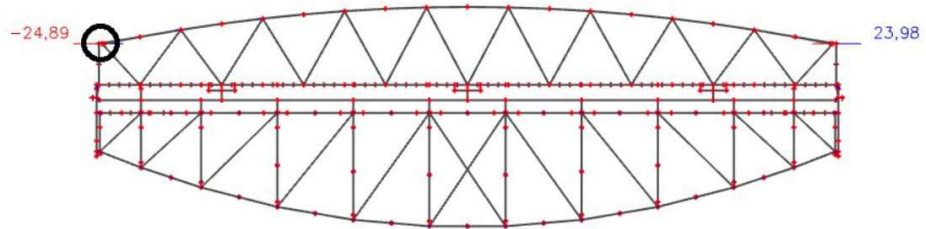
A [m²]	2,3720e-02	
A y, z [m²]	1,3192e-02	1,0524e-02
I y, z [m⁴]	1,3343e-03	1,4318e-04
I w [m⁶], t [m⁴]	1,1205e-05	2,9553e-06
W _{el} y, z [m³]	4,6009e-03	8,1817e-04
W _{pl} y, z [m³]	5,2322e-03	1,2687e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	175	290
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,5240e+00	2,5240e+00
M _{ply} +, - [Nm]	1,86e+06	1,86e+06
M _{plz} +, - [Nm]	4,50e+05	4,50e+05

Průřezy

Jméno	nový - pricnik dole 0
Typ	lwn
Detailní	580; 18; 350; 20; 350; 20; 540; 6
Materiál	S 355 N (EN 10025-3)
Výroba	svařovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	b
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	x



$A_{vy} := 1.3192 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 1.0524 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	185.64	13.44	20.27	0	33.14	24.89

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed,c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 0 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==> $N_{Ed,t} := \max(0, N_{Ed}) = 185.64 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$C_f := 166 \text{ mm}$

$t_f := 20 \text{ mm}$

stojna

$C_w := 540 \text{ mm}$

$t_w := 18 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$

$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$
 průřez je tažen a ohybán ==>

$\frac{C_f}{t_f} = 8.3 \quad ==> 3. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 30 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y,el} = 0.005 \text{ m}^3$

$W_z := W_{z,el} = (8.182 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$

MSÚ - NOK - Dolní příčník

vzd. styků:

$$L_y := 3.6 \text{ m}$$

$$L_z := 3.6 \text{ m}$$

$t_f = 20 \text{ mm}$

křivka b

$$\alpha_y := 0.34$$

křivka c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 3.6 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 3.6 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 3.6 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.6 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 15.19 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.199$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 46.154 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.604$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.52$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.781$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.783 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.783$$

prostá únosnost

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 7655.09 \text{ kN} \quad M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1484.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 8420.6 \text{ kN} \quad M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 264.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 185.64 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 2.205\% < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1.0} := 0.94 \quad C_{1.1} := 0.96$$

$$I_w = (1.121 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^6 \quad I_t = (2.955 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (1.432 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 2.753$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 0.995$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 2.915 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (6.781 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.491 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.6$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.749 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 4.152$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.749$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 33.14 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 24.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 1$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.604$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 1$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 1$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1 \quad k_{yz} = 1 \quad k_{zy} = 1 \quad k_{zz} = 1$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 0.783 \quad \chi_{LT} = 0.749$$

$$N_{Ed.c} = 0 \text{ kN} \quad M_{Ed.y} = 33.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (7.655 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{Ed.z} = 24.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y.Rd} = (1.485 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 264.046 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.156$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.156$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 15.6\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.783$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 0 < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 3\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 12.6\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 20.27 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (1.052 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (2.157 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.94\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 13.44 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.319 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (2.704 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.497\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - NOK - Ztužení

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$
 TR 219.1 x 16
 $f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

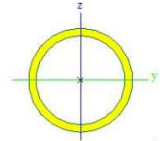
$$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$$

DOLNÍ ZTUŽENÍ

Profil: nový - dolní ztužení 1
 Extrém: N - ST14 - 90°
 Průřezové charakteristiky:
 $A := 1.02 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.22 \text{ m}$ $b := h$

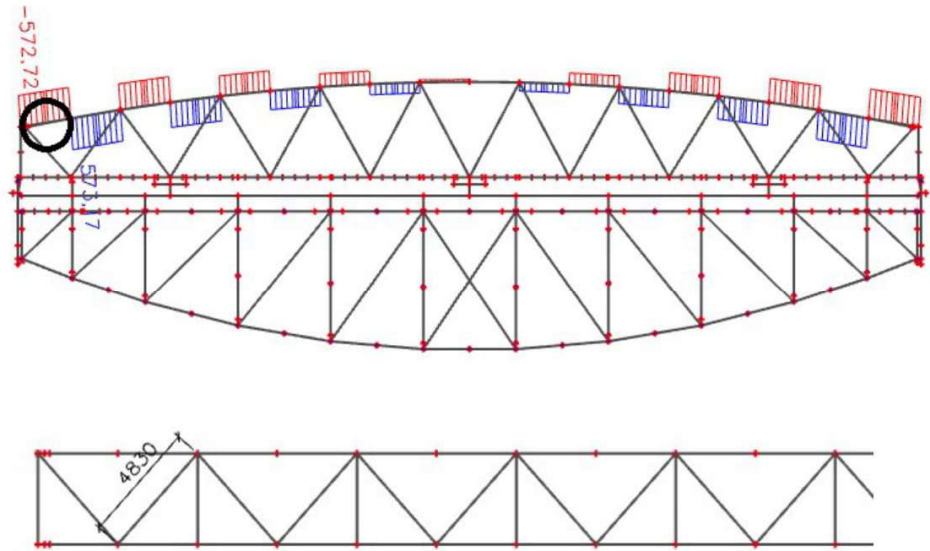
Průřezy

Jméno	nový - dolní ztužení 1
Typ	MSRR219.1x16.0
Zdroj hodnot	Structural hollow sections / Vallourec & Mannesmann Tubes / Ed 1998
Materiál	S 355 N (EN 10025-3)
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	a
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	



$i_y := 92 \text{ mm}$
 $i_z := i_y$

A [m²]	1.0200e-02	
A _{y, z} [m²]	6.4992e-03	6.4992e-03
I _{y, z} [m⁴]	5.3000e-05	5.3000e-05
I _w [m⁴], I _t [m⁴]	1.0151e-39	1.0590e-04
W _{el, y, z} [m³]	4.8300e-04	4.8300e-04
W _{pl, y, z} [m³]	6.6100e-04	6.6100e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	110	110
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	6.8800e-01	1.2761e+00
M _{pl,y} +, - [Nm]	2.35e+05	2.35e+05
M _{pl,z} +, - [Nm]	2.35e+05	2.35e+05



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-572.72	0	0	0	1.99	1.7

Ohyb zanedbán

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed,c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 572.72 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed,t} := 573.17 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

Válcovný - viz. tabulky
 ==> 1. třída

MSÚ - NOK - Ztužení

vzd. styků:

$$L_y := 5 \text{ m}$$

$$L_z := 5 \text{ m}$$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka a

$$\alpha_z := 0.21$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 5 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 5 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 5 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 54.348 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.711$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 54.348 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.711$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.807$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.842 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.842$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.807$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.842 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.842$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 3291.82 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 3621 \text{ kN}$$

Posouzení:

Tah $N_{Ed.t} = 573.17 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 15.829\% < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.842$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 20.7\% < 100\% \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

HORNÍ ZTUŽENÍ

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

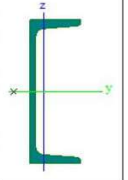
Profil: nový - horni ztuzeni 1
 Extrém: N - ST14 - 90°
 Průřezové charakteristiky: UPN 240

$A := 4.23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $h := 0.24 \text{ m}$ $b := 0.085 \text{ m}$
 $I_y := 3.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$
 $I_z := 2.48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 3.58 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 7.57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 3.96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
 $i_y := 92 \text{ mm}$
 $i_z := 24 \text{ mm}$

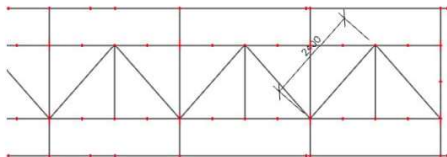
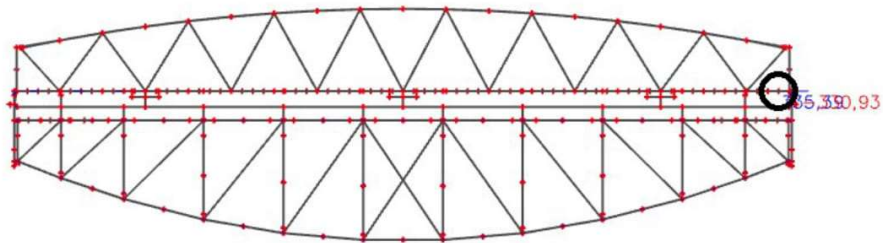
Průřezy

Jméno	nový - horni ztuzeni 1
Typ	UPN240
Zdroj hodnot	ArcelorMittal / Sales Programme / Version 2012-1
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	c
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	x

A [m ²]	4,2300e-03	
A _{y, z} [m ²]	2,1541e-03	2,2612e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,6000e-05	2,4800e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,5514e-08	1,9700e-07
W _{el, y, z} [m ³]	3,0000e-04	3,9600e-05
W _{pl, y, z} [m ³]	3,5800e-04	7,5700e-05
d _{y, z} [mm]	-50	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	22	120
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	7,7546e-01	7,7546e-01
M _{pl, y, z} +, - [Nm]	1,27e+05	1,27e+05
M _{pl, z, y} +, - [Nm]	2,70e+04	2,70e+04



$I_w := 2.5514 \cdot 10^{-8} \text{ m}^6$
 $I_t := 1.97 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$ $A_{vy} := 2.1541 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 2.2612 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-330.93	0	3.18	0	6.95	0.21

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 330.93 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 60 \text{ mm}$ $C_w := 200 \text{ mm}$ tlak.w := $\begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$
 $t_f := 13 \text{ mm}$ $t_w := 9.5 \text{ mm}$

tlak.f := $\begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$ ohyb.w := $\begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

==> u NOK by nemělo dojít k plastifikaci průřezu
 ==> posudek je počítán elasticky

$\frac{C_f}{t_f} = 4.615$ ==> 1. třída

$\frac{C_w}{t_w} = 21.053$ ==> 1. třída

$W_y := W_{y.el} = (3 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.el} = (3.96 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^3$

MSÚ - NOK - Ztužení

vzd. styků:

$$L_y := 2.4 \text{ m}$$

$$L_z := 2.4 \text{ m}$$

$$t_f = 13 \text{ mm}$$

křivka c

$$\alpha_y := 0.49$$

křivka c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 2.4 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 2.4 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 2.4 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 2.4 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 26.087 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.341$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 100 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.309$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.593$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.928 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.928$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 1.628$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.385 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.385$$

prostá únosnost

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1365.14 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 96.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1501.65 \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 12.78 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (2.551 \cdot 10^{-8}) \text{ m}^6 \quad I_t = (1.97 \cdot 10^{-7}) \text{ m}^4 \quad I_z = (2.48 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\left(\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}\right)} = 0.763$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 0.955$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 1.202 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = 142.512 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}\right)^{0.5} = 0.864 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.829$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{(\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5})} = 0.514 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 1.338$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.514$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 6.95 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 330.93 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 0.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := -0.2 \quad \psi_{LT} := -0.2$$

$$\psi_z := -0.3$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 0.52$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 0.52$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 0.48$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 0.48$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 0.52$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 0.52$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.55$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.54$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 0.548$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.66$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.98$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 0.661$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.85$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 1.309$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.69$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.77$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.847$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 0.661$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.397$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 0.661$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 0.548 \quad k_{yz} = 0.661 \quad k_{zy} = 0.847 \quad k_{zz} = 0.661$$

$$\chi_y = 0.928 \quad \chi_z = 0.385 \quad \chi_{LT} = 0.514$$

$$N_{Ed.c} = 330.93 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 6.95 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 0.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (1.365 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 96.818 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 12.78 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.359$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.769$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 76.9\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.385$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 63\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 14\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 3.2\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 3.18 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (2.261 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 463.454 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.686\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 0 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (2.154 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 441.503 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0 < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - NOK - Ztužení

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 80 \text{ GPa}$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M1} := 1.1$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$$

PROSTOROVÉ ZTUŽENÍ

Profil: nový - prostor ztužení 1
 Extrém: N - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

$$A := 4.23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$h := 0.24 \text{ m} \quad b := 0.085 \text{ m}$$

$$I_y := 4.34 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z := I_y$$

$$W_{y.pl} := 5.34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{z.pl} := W_{y.pl}$$

$$W_{y.el} := 3.97 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

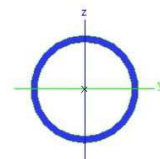
$$W_{z.el} := W_{y.el}$$

$$i_y := 73 \text{ mm}$$

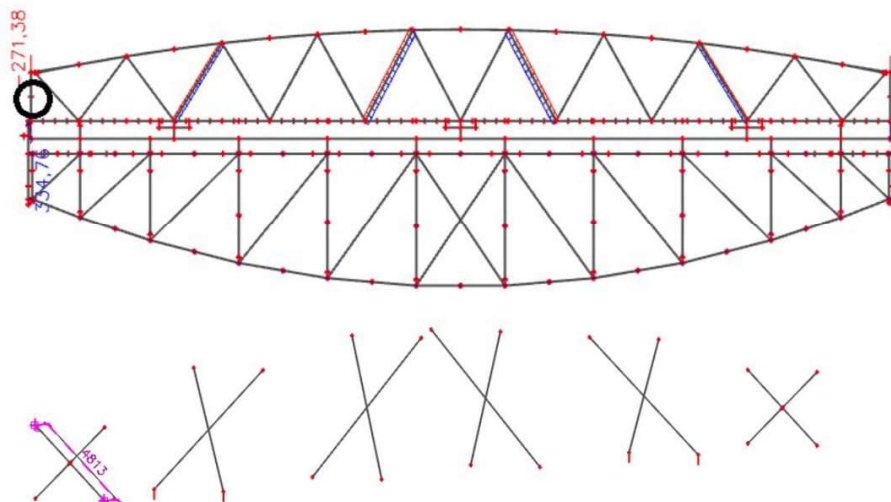
$$i_z := i_y$$

Průřezy

Jméno	nový - prostor ztužení 1
Typ	MSRR219.1x12.5
Zdroj hodnot	Structural hollow sections / Vallourec & Mannesmann Tubes / Ed.1998
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	a
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	*



A [m²]	8,1100e-03	
A _{y, z} [m²]	5,1650e-03	5,1650e-03
I _{y, z} [m⁴]	4,3400e-05	4,3400e-05
I _w [m⁶], I _t [m⁶]	8,3198e-40	8,6900e-05
W _{y, z} [m³]	3,9700e-04	3,9700e-04
W _{y, z} [m³]	5,3400e-04	5,3400e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	110	110
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	6,8800e-01	1,2980e+00
M _{pl,y} +, - [Nm]	1,90e+05	1,90e+05
M _{pl,z} +, - [Nm]	1,90e+05	1,90e+05



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-271.38	0	0	0	0.65	5.18

tlaková normálová síla ==>

$$N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 271.38 \text{ kN}$$

tahová normálová síla ==>

$$N_{Ed.t} := 334.76 \text{ kN}$$

zatřídění průřezu:

Válcový - viz. tabulky

==> 1. třída

==> u NOK by nemělo dojít k plastifikaci průřezů
 ==> posudek je počítán elasticky

$$W_y := W_{y.el} = (3.97 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3 \quad W_z := W_{z.el} = (3.97 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3$$

MSÚ - NOK - Ztužení

vzd. styků:

$$L_y := 5 \text{ m}$$

$$L_z := 5 \text{ m}$$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka a

$$\alpha_z := 0.21$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 5 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 5 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 5 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 68.493 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.897$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 68.493 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.897$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.975$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.736 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.736$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.975$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.736 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.736$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1365.14 \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 128.12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1501.65 \text{ kN}$$

$$M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 128.12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 334.76 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 22.293\% < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení: uzavřený průřez - neklopí $\chi_{LT} := 1$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 0.65 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 271.38 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 5.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := -0.2 \quad \psi_{LT} := -0.2$$

$$\psi_z := -0.3$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 0.52$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 0.48$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 0.52$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 0.52$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 0.48$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 0.52$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.6$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.62$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_34} = 0.596$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.55$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.63$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_34} = 0.55$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.95$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.897$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.9$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.9$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_34} = 0.95$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 0.55$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.33$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_34} = 0.55$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 0.596 \quad k_{yz} = 0.55 \quad k_{zy} = 0.95 \quad k_{zz} = 0.55$$

$$\chi_y = 0.736 \quad \chi_z = 0.736 \quad \chi_{LT} = 1$$

$$N_{Ed.c} = 271.38 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 0.65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 5.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (1.365 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = 128.123 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 128.123 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.295$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.297$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 29.7\% \quad < 100\% \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.736$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 27\% \quad < 1$$

==> Vyhovuje

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.5\% \quad < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 4\% \quad < 1 \quad ==> \text{ Vyhovuje}$$

==> Průřez vyhovuje na posuzované kombinaci

8.3 Rošt

Využití průřezů:

Rošt var.1					
průřez	průřez	fáze	extrém	využití	max
		MSÚ		%	%
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	N	42,4	55,9% My
podélník	rošt1 - HEB500	ST4 - výsun - 2	My	55,9	
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	12,9	
spojka	rost nozicka1 - HEB300	ST14 - 90°	N	12	37,9% My
spojka	rošt2 - HEB500	ST24 - demontáž otáčedla	My	37,9	
spojka	rošt2 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	13,3	
koncový příčník	rošt4 - RHS500/300/16.0	ST5 - sepnutí	N	5,3	5,8% Mz
koncový příčník	rošt4 - RHS500/300/16.0	ST23 - 180°	My	3,2	
koncový příčník	rošt4 - RHS500/300/16.0	ST14 - 90°	Mz	5,8	
ztužidlo	rošt3 - MSRR244.5x16.0	ST14 - 90°	N	26,9	26,9%
záves	není ve var. 1	-	N	-	-
maximum	rošt1 - HEB500	ST4 - výsun - 2	My	55,9	55,9%

Tabulka 9 - využití roštu var.1

Maximální využití na konstrukci roštu je 55,9 %. Toto číslo působí dojmem nevhodného návrhu, avšak pro dobré fungování soumostí během otáčení je klíčové, aby se tuhost roštu blížila tuhostem obou mostních konstrukcí (SOK a NOK).

Pokud jsou tuhosti odlišné, vznikají mezi konstrukcemi v podélném směru velké smykové síly, které mají za následek velkou složitost detailů a vůbec nepříznivé chování konstrukcí.

Dále následují posudky na kombinace s největším využitím průřezu (sloupec max v tabulce využití), zbylé posudky jsou v příloze C v digitální formě.

MSÚ - Rošt - Podélník

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

PODÉLNÍK

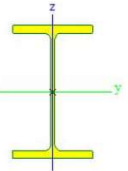
Profil: rošt1 - HEB500
 Extrém: My - ST4 - výsun - 2
 Průřezové charakteristiky:

$A := 2.386 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.5 \text{ m}$ $b := 0.3 \text{ m}$
 $I_y := 1.072 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$
 $I_z := 1.262 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 4.815 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 1.292 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 4.287 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 8.416 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 $i_y := 212 \text{ mm}$
 $i_z := 73 \text{ mm}$

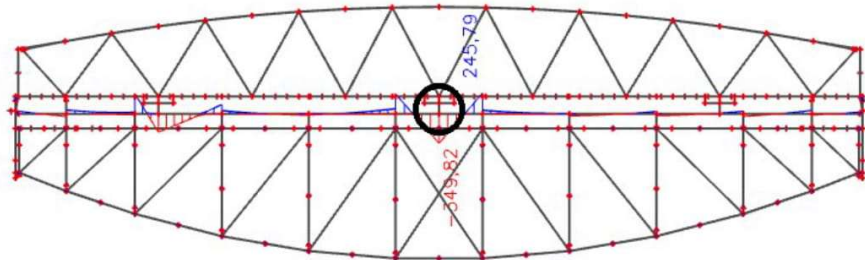
Průřezy

Jméno	rošt1
Typ	HEB500
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	b
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	x

A [m²]	2.3860e-02	
A _{y, z} [m²]	1.6161e-02	7.4905e-03
I _{y, z} [m⁴]	1.0720e-03	1.2620e-04
I _w [m⁴]	7.0177e-06	5.3840e-06
W _{y, z} [m³]	4.2870e-03	8.4160e-04
W _{pl, y, z} [m³]	4.8150e-03	1.2920e-03
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	150	250
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	2.1300e+00	2.1244e+00
M _{pl, y, z} [Nm]	1.71e+06	1.71e+06
M _{el, y, z} [Nm]	4.59e+05	4.59e+05



$I_w := 7.0177 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$ $A_{vy} := 1.6161 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $A_{vz} := 7.4905 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $I_t := 5.384 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-600.82	1.15	194.23	0	349.82	0.06

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 600.82 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice *stojna*
 $C_f := 140 \text{ mm}$ $C_w := 440 \text{ mm}$ $tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$
 $t_f := 28 \text{ mm}$ $t_w := 15 \text{ mm}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 5 \implies 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 29.333 \implies 2. \text{ třída}$

Pro prvky roštu je dovolené zpastizování průřezu

$W_y := W_{y.pl} = 0.005 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.pl} = 0.001 \text{ m}^3$

MSÚ - Rošt - Podélník

vzd. styků:

$$L_y := 5.9 \text{ m}$$

$$L_z := 5.9 \text{ m}$$

$t_f = 28 \text{ mm}$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka b

$$\alpha_z := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 5.9 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 5.9 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 5.9 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 5.9 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 27.83 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.364$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 80.822 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.058$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.584$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.962 \quad \Rightarrow \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.962$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 1.205$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.561 \quad \Rightarrow \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.561$$

prostá únosnost

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 7700.27 \text{ kN} \quad M_{y.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1553.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (8.47 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z.Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 416.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed.t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 0 < 1 \quad \Rightarrow \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1.0} := 0.94 \quad C_{1.1} := 0.96$$

$$I_w = (7.018 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (5.384 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (1.262 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0.985$$

$$C_1 := C_{1.0} + (C_{1.1} - C_{1.0}) \cdot k_{wt} = 0.96$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 1.347 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (2.423 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.84 \quad \lambda'_{LT.0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.811$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.526 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 1.418$$

$$\Rightarrow \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.526$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed.y} = 349.82 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed.c} = 600.82 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.z} = 0.06 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_{34}} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.02$$

třída 1,2

$$k_{yy_{12}} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_{12}} = 1.013$$

třída 3,4

$$k_{zz_{34}} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.08$$

třída 1,2

$$k_{zz_{12}} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.19$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_{12}} = 1.195$$

třída 3,4

$$k_{zy_{34}} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.99$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 1.058$

$$k_{zy_{12.8}} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.98$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_{12.0}} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.98$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_{12.8}} = 0.98$$

třída 3,4

$$k_{yz_{34}} := k_{zz} = 1.195$$

třída 1,2

$$k_{yz_{12}} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.717$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_{12}} = 0.717$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.013 \quad k_{yz} = 0.717 \quad k_{zy} = 0.98 \quad k_{zz} = 1.195$$

$$\chi_y = 0.962 \quad \chi_z = 0.561 \quad \chi_{LT} = 0.526$$

$$N_{Ed.c} = 600.82 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 349.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 0.06 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (7.7 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (1.554 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 416.964 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.515$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.559$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 55.9\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.561$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 13.9\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 42.8\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0 < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 194.23 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (7.491 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.535 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 12.651\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 1.15 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.616 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (3.312 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.035\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - Rošt - Spojka

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

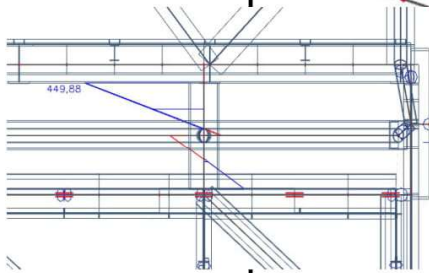
$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$



Spojka

Profil: rošt2 - HEB500
 Extrém: My - ST24 - demontáž otáčedla

Průřezové charakteristiky:

$A := 2.386 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$h := 0.5 \text{ m} \quad b := 0.3 \text{ m}$

$I_y := 1.072 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

$I_z := 1.262 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

$W_{y.pl} := 4.815 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z.pl} := 1.292 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{y.el} := 4.287 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$W_{z.el} := 8.416 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

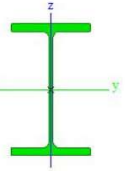
$i_y := 212 \text{ mm}$

$i_z := 73 \text{ mm}$

Průřezy

Jméno	rošt2
Typ	HEB500
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	b
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	*

A [m²]	2.3860e-02	
A _{y, z} [m²]	1.6161e-02	7.4905e-03
I _{y, z} [m⁴]	1.0720e-03	1.2620e-04
I _w [m⁴], I _t [m⁴]	7.0177e-06	5.3840e-06
W _{y, z} [m³]	4.2870e-03	8.4160e-04
W _{pl, y, z} [m³]	4.8150e-03	1.2920e-03
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	150	250
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	2.1300e+00	2.1244e+00
M _{pl, y, z} [Nm]	1.71e+06	1.71e+06
M _{pl, z, y} [Nm]	4.59e+05	4.59e+05

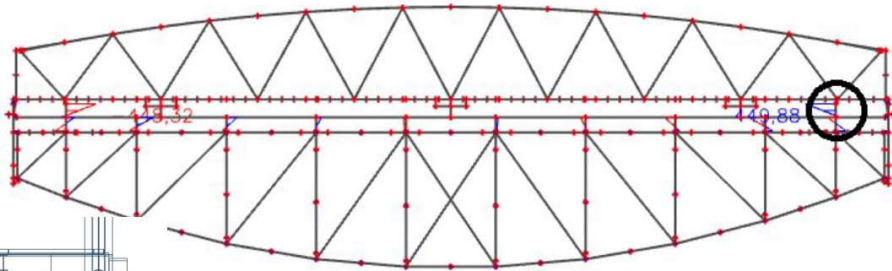


$I_w := 7.0177 \cdot 10^{-6} \text{ m}^6$

$I_t := 5.384 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

$A_{wy} := 1.6161 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$A_{wz} := 7.4905 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$



vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-491.39	7.15	581.33	0	449.88	5.09

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 491.39 \text{ kN}$

tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice

$C_f := 140 \text{ mm}$

$t_f := 28 \text{ mm}$

stojna

$C_w := 440 \text{ mm}$

$t_w := 15 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 9 \cdot \varepsilon \\ 10 \cdot \varepsilon \\ 14 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.323 \\ 8.136 \\ 11.391 \end{bmatrix}$

$ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 5 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 29.333 \quad ==> 2. \text{ třída}$

Pro prvky roštu je dovolené zpastizování průřezu

$W_y := W_{y.pl} = 0.005 \text{ m}^3$

$W_z := W_{z.pl} = 0.001 \text{ m}^3$

MSÚ - Rošt - Spojka

vzd. styků:

$$L_y := 1.2 \text{ m}$$

$$L_z := 1.2 \text{ m}$$

$t_f = 28 \text{ mm}$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka b

$$\alpha_z := 0.34$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

křivka a

$$L_{Lt} = 1.2 \text{ m}$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr,y} := \beta_y \cdot L_y = 1.2 \text{ m} \quad L_{cr,z} := \beta_z \cdot L_z = 1.2 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 1.2 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 5.66 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.074$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 16.438 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.215$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.49$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 1.027 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 1$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.526$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.995 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.995$$

prostá únosnost

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 7700.27 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1553.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (8.47 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 416.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$k_z := \beta_z = 1 \quad k_w := \beta_y = 1 \quad C_{1,0} := 0.94 \quad C_{1,1} := 0.96$$

$$I_w = (7.018 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^6 \quad I_t = (5.384 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4 \quad I_z = (1.262 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_{Lt}} \cdot \sqrt[2]{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 4.843$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 1.037$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot (1 + k_{wt}^2)^{0.5} = 5.127 \quad M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot (E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)^{0.5}}{L_{Lt}} = (4.535 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\lambda'_{LT} := \left(\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}} \right)^{0.5} = 0.194 \quad \lambda'_{LT,0} := 0.4 \quad \beta := 0.75 \quad \alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2) = 0.493$$

$$\chi_{LT-} := \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 + \beta \cdot \lambda'_{LT}{}^2)^{0.5}} = 0.987 < \frac{1}{\lambda'_{LT}{}^2} = 26.53$$

$$==> \quad \chi_{LT} := \min(\chi_{LT-}, 1) = 0.987$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 449.88 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 491.39 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 5.09 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min\left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.99$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 0.992$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min\left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right)\right) = 0.99$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 0.989$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min\left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.215$

$$k_{zy_12.8} := \min\left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.99$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min\left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}\right) = 0.82$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.0} = 0.815$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 0.989$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.593$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.593$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 0.992 \quad k_{yz} = 0.593 \quad k_{zy} = 0.815 \quad k_{zz} = 0.989$$

$$\chi_y = 1 \quad \chi_z = 0.995 \quad \chi_{LT} = 0.987$$

$$N_{Ed.c} = 491.39 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 449.88 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 5.09 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (7.7 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (1.554 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 416.964 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.362$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.315$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 36.2\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.995$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 6.4\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 29.3\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 1.2\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 581.33 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (7.491 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.535 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 37.866\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 7.15 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (1.616 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (3.312 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.216\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$

$\gamma_{M1} := 1.1$

$\gamma_{M2} := 1.25$

$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

KONCOVÝ PŘÍČNÍK

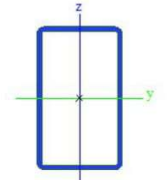
Profil: rošt4 - RHS500/300/16
 Extrém: Mz - ST14 - 90°

Průřezové charakteristiky:

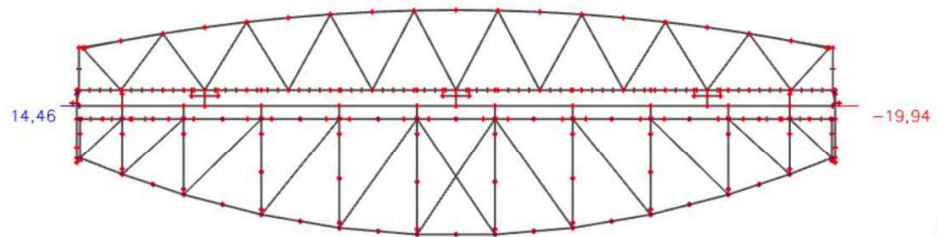
$A := 2.43 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 $h := 0.5 \text{ m} \quad b := 0.3 \text{ m}$
 $I_y := 8.178 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $I_z := 3.677 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $W_{y.pl} := 3.9652 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.pl} := 2.7812 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{y.el} := 3.271 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $W_{z.el} := 2.451 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
 $i_y := 183 \text{ mm}$
 $i_z := 123 \text{ mm}$
 $I_w := 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^6$
 $I_t := 8.033 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 $A_{vy} := 9.0481 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $A_{vz} := 1.508 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Průřezy

Jméno	rošt4
Typ	RHS500/300/16.0
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2
Materiál	S 355
Výroba	válcovaný
Posudek rovinného vzpěru y-y	a
Posudek rovinného vzpěru z-z	a
Klopení	Výchozí
Použit 2D MKP výpočet	x



A [m²]	2.4300e-02	
A y, z [m²]	9.0481e-03	1.5080e-02
I y, z [m⁴]	8.1780e-04	3.6770e-04
I w [m⁶], t [m⁴]	1.2000e-05	8.0330e-04
W _{el} y, z [m³]	3.2710e-03	2.4510e-03
W _{pl} y, z [m³]	3.9652e-03	2.7812e-03
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	150	250
α [deg]	0.00	
A L, D [m²/m]	1.5600e+00	3.0168e+00
M _{pl,y} +, - [Nm]	1.41e+06	1.41e+06
M _{pl,z} +, - [Nm]	9.87e+05	9.87e+05



vnitřní síly:

N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
-233.62	9.42	5.39	6.31	5.45	19.94

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed.c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 233.62 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed.t} := \max(0, N_{Ed}) = 0 \text{ kN}$

zatřídění průřezu:

pásnice $C_f := 220 \text{ mm}$ $t_f := 16 \text{ mm}$ *stojna* $C_w := 420 \text{ mm}$ $t_w := 16 \text{ mm}$

$tlak.w := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$

$tlak.f := \begin{bmatrix} 33 \cdot \varepsilon \\ 38 \cdot \varepsilon \\ 42 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.849 \\ 30.917 \\ 34.172 \end{bmatrix}$ $ohyb.w := \begin{bmatrix} 72 \cdot \varepsilon \\ 83 \cdot \varepsilon \\ 124 \cdot \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58.58 \\ 67.53 \\ 100.888 \end{bmatrix}$

$\frac{C_f}{t_f} = 13.75 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$\frac{C_w}{t_w} = 26.25 \quad ==> 1. \text{ třída}$

$W_y := W_{y.pl} = 0.004 \text{ m}^3$ $W_z := W_{z.pl} = 0.003 \text{ m}^3$

Pro prvky roštu je dovolené zpastizování průřezu

MSÚ - Rošt - Koncový příčník

vzd. styků:

$$L_y := 3.6 \text{ m}$$

$$L_z := 3.6 \text{ m}$$

$t_f = 16 \text{ mm}$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka b

$$\alpha_z := 0.21$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1 \quad \beta_z := 1 \quad \beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 3.6 \text{ m} \quad L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 3.6 \text{ m} \quad L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 3.6 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 19.672 \quad \lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399 \quad \lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.257$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 29.268 \quad \lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.383$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.539$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.987 \quad ==> \quad \chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.987$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.593$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.957 \quad ==> \quad \chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.957$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 7842.27 \text{ kN} \quad M_{y,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_y = 1279.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd,t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (8.627 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad M_{z,Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \cdot W_z = 897.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

posouzení v tahu: $N_{Ed,t} = 0 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0 < 1 \quad ==> \quad \text{Vyhovuje}$$

klopení:

$$\text{uzavřený průřez - neklopí} \quad ==> \quad \chi_{LT} := 1$$

Interakce tlak - ohyb

$$M_{Ed,y} = 5.45 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed,c} = 233.62 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,z} = 19.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

podle tvaru ohybového momentu na prutu:

$$\psi_y := 1 \quad \psi_z := 1 \quad \psi_{LT} := 1$$

$$C_{my_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_y = 1$$

$$C_{mz_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_z = 1$$

$$C_{mLT_} := 0.6 + 0.4 \cdot \psi_{LT} = 1$$

$$C_{my} := \max(C_{my_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mz} := \max(C_{mz_}, 0.4) = 1$$

$$C_{mLT} := \max(C_{mLT_}, 0.4) = 1$$

interakční součinitel:

třída 3,4

$$k_{yy_34} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_y' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1$$

třída 1,2

$$k_{yy_12} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y' - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1$$

$$\Rightarrow k_{yy} := k_{yy_12} = 1.002$$

třída 3,4

$$k_{zz_34} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_z' \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

třída 1,2

$$k_{zz_12} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z' - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) \right) = 1.01$$

$$\Rightarrow k_{zz} := k_{zz_12} = 1.005$$

třída 3,4

$$k_{zy_34} := \min \left(1 - \frac{0.05 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.05}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' > 0.4$
 $\lambda_z' = 0.383$

$$k_{zy_12.8} := \min \left(1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_z'}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}}, 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 1$$

třída 1,2; $\lambda_z' < 0.4$

$$k_{zy_12.0} := \min \left(0.6 + \lambda_z', 1 - \frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{N_{Ed,c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0.98$$

$$\Rightarrow k_{zy} := k_{zy_12.0} = 0.983$$

třída 3,4

$$k_{yz_34} := k_{zz} = 1.005$$

třída 1,2

$$k_{yz_12} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.603$$

$$\Rightarrow k_{yz} := k_{yz_12} = 0.603$$

- Posouzení: Interakce tlak - ohyb

$$k_{yy} = 1.002 \quad k_{yz} = 0.603 \quad k_{zy} = 0.983 \quad k_{zz} = 1.005$$

$$\chi_y = 0.987 \quad \chi_z = 0.957 \quad \chi_{LT} = 1$$

$$N_{Ed.c} = 233.62 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.y} = 5.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed.z} = 19.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} = (7.842 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{y.Rd} = (1.28 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rd} = 897.569 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{yz} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.048$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Ed.c}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 0.058$$

$$\eta_{N.M} := \max(\eta_{yz}, \eta_{zy}) = 5.8\% < 100\% \implies \text{Vyhovuje}$$

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.957$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 3.1\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed.y}}{\chi_{LT} \cdot M_{y.Rd}} = 0.4\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

$$\frac{M_{Ed.z}}{\chi_{LT} \cdot M_{z.Rd}} = 2.2\% < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Smyk ve směru Z

$$V_{Ed.z} = 5.39 \text{ kN}$$

$$A_{vz} = (1.508 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (3.091 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.z}}{V_{pl.Rd}} = 0.174\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

Smyk ve směru Y

$$V_{Ed.y} = 9.42 \text{ kN}$$

$$A_{vy} = (9.048 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_{vy} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.854 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed.y}}{V_{pl.Rd}} = 0.508\% < 50\% \implies \text{malý smyk vyhovuje}$$

\implies Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

MSÚ - Rošt - Ztužidlo

$E := 210 \text{ GPa}$
 $G := 80 \text{ GPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} := 1$
 $\gamma_{M1} := 1.1$
 $\gamma_{M2} := 1.25$

$\epsilon := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_y} \right)^{0.5} = 0.814$

ZTUŽIDLO

Profil: rošt3 - TR244.5x16
 Extrém: N - ST14 - 90°

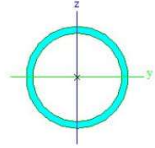
Průřezové charakteristiky:
 $A := 1.15 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$r := \frac{245}{2} \text{ m}$

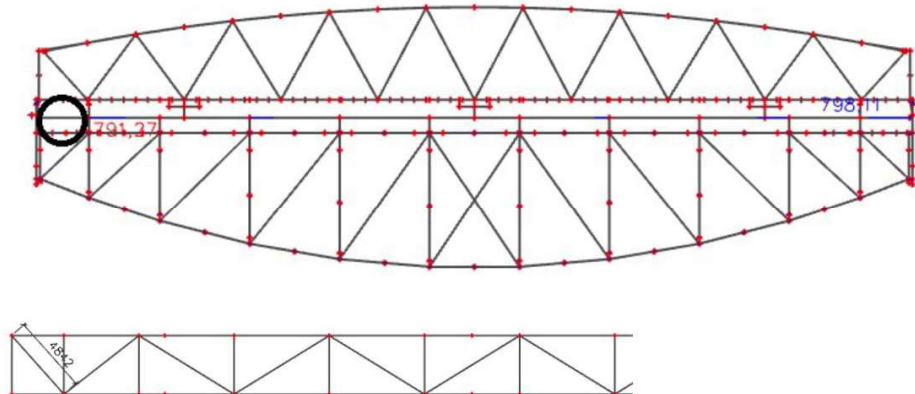
$i_y := 81 \text{ mm}$
 $i_z := i_y$

Průřezy

Jméno	rošt3	
Typ	MSRR244 5x16 0	
Zdroj hodnot	Structural hollow sections / Vallourec & Mannesmann Tubes / Ed 1998	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
Klopení	Výchozí	
Použití 2D MKP výpočet	x	



A [m²]	1.1500e-02	
A _{y, z} [m²]	7.3120e-03	7.3120e-03
I _{y, z} [m⁴]	7.5300e-05	7.5300e-05
I _w [m⁴], I _t [m⁴]	1.0035e-39	1.5070e-04
W _{pl, y, z} [m³]	6.1600e-04	6.1600e-04
W _{el, y, z} [m³]	8.3700e-04	8.3700e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUCS, ZUCS} [mm]	122	122
α [deg]	0.00	
A _{L, D} [m²/m]	7.6800e-01	1.4356e+00
M _{pl, y, z} [Nm]	1.97e+05	1.97e+05
M _{pl, y, z} [Nm]	1.97e+05	1.97e+05



Ohyb zanedbán

vnitřní síly:	N_{Ed}	$V_{Ed,y}$	$V_{Ed,z}$	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)
	-791.27	0	0	0	0	0

tlaková normálová síla ==> $N_{Ed,c} := \min(0, N_{Ed}) \cdot (-1) = 791.27 \text{ kN}$
 tahová normálová síla ==> $N_{Ed,t} := 798.11 \cdot \text{kN}$

Pro prvky roštu je dovolené zpastizování průřezu

zatřídění průřezu: Válcový - viz. tabulky
 ==> 1. třída

MSÚ - Rošt - Ztužidlo

vzd. styků:

$$L_y := 5 \text{ m}$$

$$L_z := 5 \text{ m}$$

křivka a

$$\alpha_y := 0.21$$

křivka a

$$\alpha_z := 0.21$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

vzpěrné délky:

$$\beta_y := 1$$

$$\beta_z := 1$$

$$\beta_w := 1$$

$$L_{cr.y} := \beta_y \cdot L_y = 5 \text{ m}$$

$$L_{cr.z} := \beta_z \cdot L_z = 5 \text{ m}$$

$$L_{Lt} := \beta_w \cdot L_y = 5 \text{ m}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr.y}}{i_y} = 61.728$$

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.399$$

$$\lambda_y' := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.808$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr.z}}{i_z} = 61.728$$

$$\lambda_z' := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.808$$

vzpěr

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y' - 0.2) + \lambda_y'^2) = 0.89$$

$$\chi_{y-} := \frac{1}{(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{0.5})} = 0.791 \quad ==>$$

$$\chi_y := \min(\chi_{y-}, 1) = 0.791$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z' - 0.2) + \lambda_z'^2) = 0.89$$

$$\chi_{z-} := \frac{1}{(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{0.5})} = 0.791 \quad ==>$$

$$\chi_z := \min(\chi_{z-}, 1) = 0.791$$

prostá únosnost

$$N_{Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 3711.36 \text{ kN}$$

$$N_{Rd.t} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 4082.5 \text{ kN}$$

Posouzení:

Tah

$$N_{Ed.t} = 798.11 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.t}}{N_{Rd.t}} = 19.55\% < 100\% \quad ==>$$

Vyhovuje

Tlak

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.791$$

$$\frac{N_{Ed.c}}{N_{Rd} \cdot \chi} = 26.9\% < 100\% \quad ==>$$

Vyhovuje

==> Průřez vyhovuje na posuzovanou kombinaci

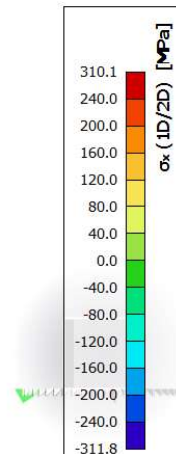
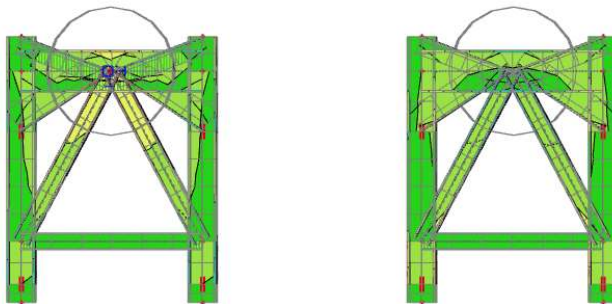
8.4 Otáčedlo

Posouzeno pouze zjednodušeným postupem podle velikosti napětí na prutovém modelu.

Rotor

3D napětí

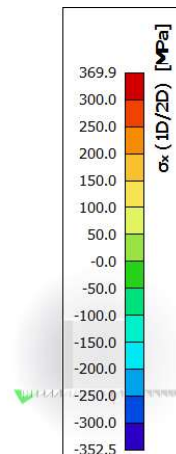
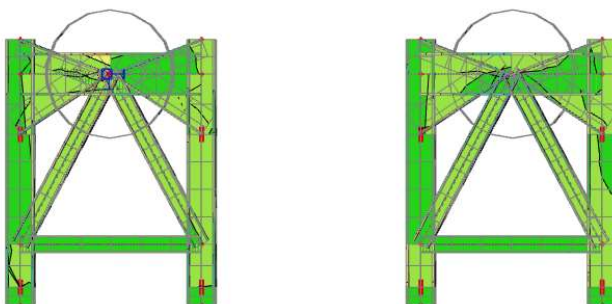
Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST5 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny



Obrázek 44 - ST5 - sepnutí

3D napětí

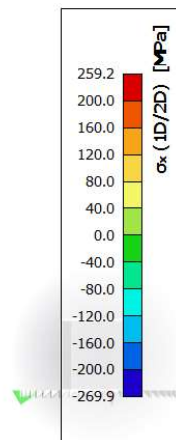
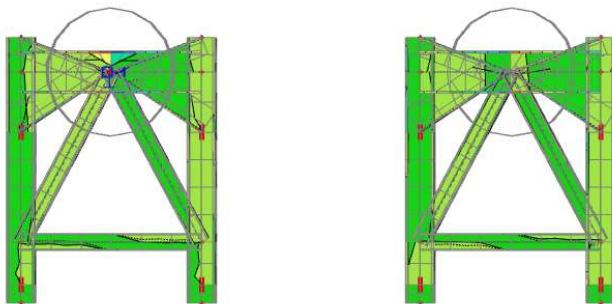
Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST9 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny



Obrázek 45 - ST9 - 40°

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST14 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny



Obrázek 46 - ST14 - 90°

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Lineární výpočet

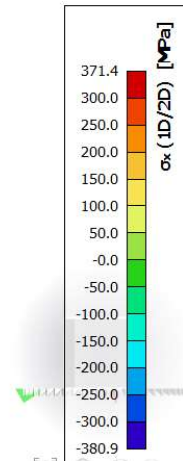
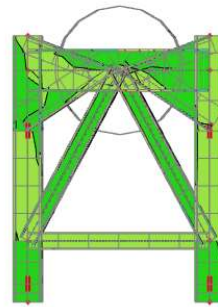
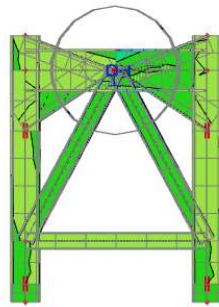
Třída: ST19 (ULS)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech bez průměrování.

Systém: LSS prvku síť

Základní veličiny



Obrázek 47 - ST19 - 140°

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Lineární výpočet

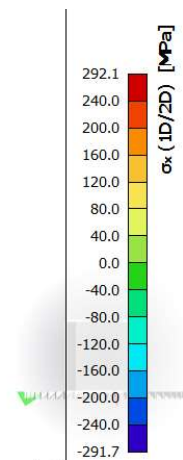
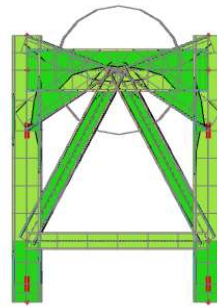
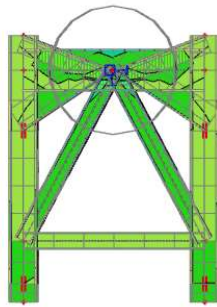
Třída: ST23 (ULS)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech bez průměrování.

Systém: LSS prvku síť

Základní veličiny



Obrázek 48 - ST23 - 180°

Z obrázků je patrné, že rotor je nejvíce namáhaný při otočení o 140°. Špička napětí dosahuje 381 MPa. Vzhledem k tomu, že otáčedlo bude použito 3x, lze připustit případné částečné zplastizování konstrukce. Špičky jsou navíc dosaženy uprostřed kola otáčedla, kde nejsou zahrnuty výztuhy a další zesílení otáčedla.

Nicméně použitý prutový model poměrně nepřesně přenáší síly z kola otáčedla do dalších částí, a proto je třeba brát tento výstup se značným nadhledem a spíše jako představu o možném chování konstrukce v průběhu otáčení.

Maximální napětí v otáčedle. – 381 MPa < 460 MPa

Stator

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Lineární výpočet

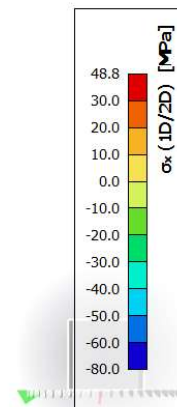
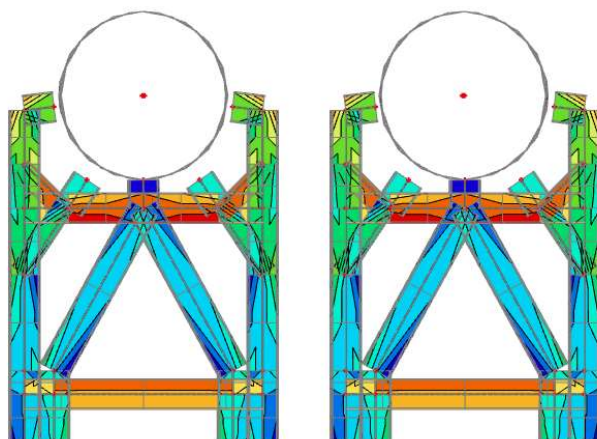
Kombinace: 0

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě

Základní veličiny



Obrázek 49 – ST5 - sepnutí

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)

Lineární výpočet

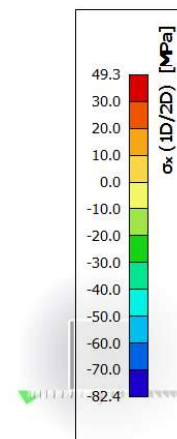
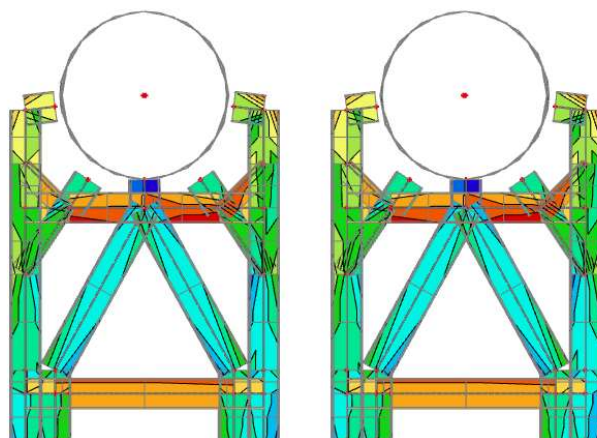
Kombinace: 80

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě

Základní veličiny



Obrázek 50 - ST13 - 80°

Pro posouzení statoru je zapotřebí, aby byl hlavní model uvažován vetknutý do otáčedla. Z velikostí napětí je patrné, že reakce, které jsou uvažovány (R_z a M_x), stator nezatěžují dostatečně. Bylo by chybou prohlásit, že konstrukce nenamáhá stator ohybem kolem osy Y. Proto nelze říci, zda by stator vyhověl.

Závěrem je, že konstrukce otáčedla by měla být posuzována pomocí deskostěnového modelu. Pro natočení soumostí o 0° , 45° , 90° , 135° a 180° .

Nicméně velikosti napětí v modelu napovídají, že by otáčedlo mělo být možné nadimenzovat s „rozumnými“ materiály.

9.) Posouzení hlavních detailů

Využití detailů:

Detaily			
název	fáze	extrém	využití
	MSÚ		%
Spojka roštu x SOK	ST16 - 110°	N	-
Spojka roštu x SOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	30,8
Spojka roštu x SOK	ST14 - 90°	Mz	-
Spojka roštu x NOK	ST15 - 100°	N	-
Spojka roštu x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	98,1
Spojka roštu x NOK	ST14 - 90°	Mz	-
Spojka roštu x rošt	ST16 - 110°	N	-
Spojka roštu x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	-
Spojka roštu x rošt	ST14 - 90°	Mz	61,8
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	N	-
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	66,3
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	N,My	57,8
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	-
Montážní spoj roštu	ST14 - 90°	N	91,2
Montážní spoj roštu	ST4 - výsun - 2	My	92,6
maximum			98,1

Tabulka 10 - Využití hlavních detailů

Posudky byly provedeny v programu Idea StatiCa. Při svařování na SOK je nutné případné nýty, bránící dobrému kontaktu mezi pruty, vyrazit, otvory vyplnit svarem a zabrousit.

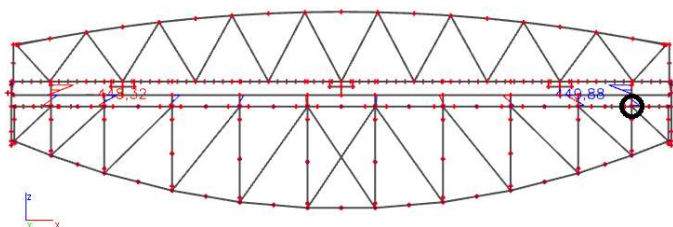
Projekt: Spojka roštu x SOK
Číslo projektu: 001
Autor:

Projektová data

Název projektu Spojka roštu x SOK
Číslo projektu 001
Autor
Popis
Datum 05.10.2019
Norma EN

Materiál

Ocel S 355, S 235



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demotáž otacedla
Filtr	Průřez
Průřez	rošt2 - HEB500
Hodnoty	My
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

Projekt: Spojka roštu x SOK
 Číslo projektu: 001
 Autor:

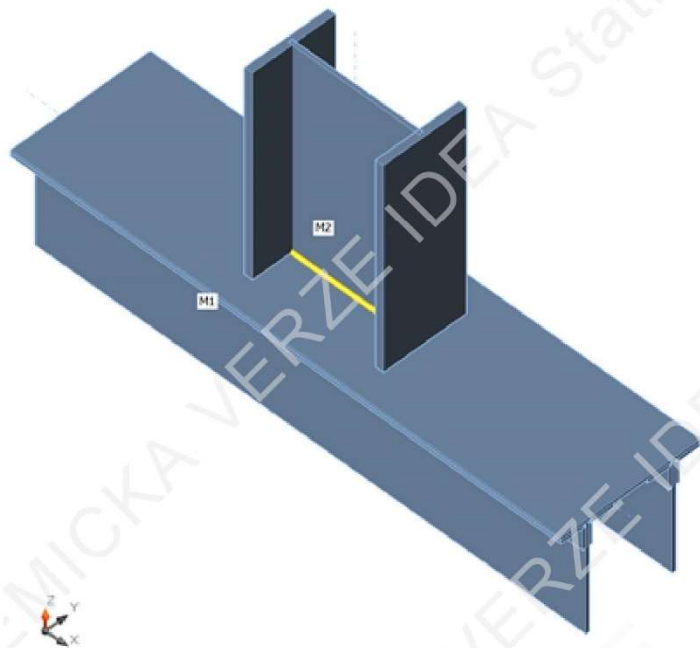
Položka projektu nový

Návrh

Název nový
 Popis 1.0
 Výpočet Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
M1	3 - horní pas (nýtovaný) (General)	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
M2	4 - HEB500	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Uzel

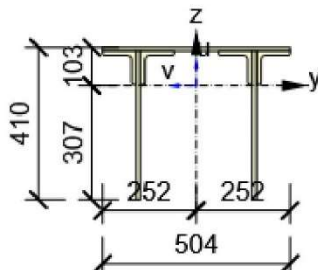
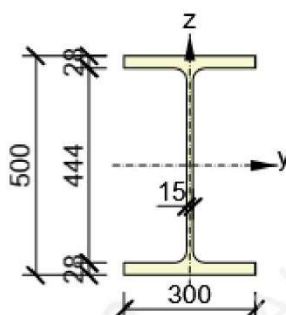


Průřezy

Název	Materiál
3 - horní pas (nýtovaný) (General)	S 235, S 235, S 235, S 235, S 235, S 235, S 235
4 - HEB500	S 355

Projekt: Spojka roštu x SOK
 Číslo projektu: 001
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
3 - horní pas (nýtovaný) (General)	S 235, S 235, S 235, S 235, S 235, S 235, S 235	
4 - HEB500	S 355	

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	M2	258,0	60,0	-323,0	0,0	-120,0	20,0
LE2	M2	-383,0	-11,0	310,0	0,0	152,0	-8,0
LE3	M2	-215,0	66,0	30,0	0,0	39,0	24,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plechy	0,0 < 5%	OK
Svary	30,8 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

Projekt: Spojka roštu x SOK
 Číslo projektu: 001
 Autor:

Plechý

Název	Materiál	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
M1-bfl 1	S 235	10,0	LE2	87,0	0,0	OK
M1-bfl 2	S 235	12,0	LE2	55,3	0,0	OK
M1-w 1	S 235	12,0	LE2	64,3	0,0	OK
M1-bfl 3	S 235	12,0	LE2	49,5	0,0	OK
M1-w 2	S 235	12,0	LE2	58,4	0,0	OK
M1-bfl 4	S 235	12,0	LE2	127,8	0,0	OK
M1-bfl 5	S 235	12,0	LE2	111,2	0,0	OK
M1-bfl 6	S 235	12,0	LE2	81,2	0,0	OK
M1-w 3	S 235	12,0	LE2	145,3	0,0	OK
M1-bfl 7	S 235	12,0	LE2	75,6	0,0	OK
M1-w 4	S 235	12,0	LE2	132,1	0,0	OK
M2-bfl 1	S 355	28,0	LE2	255,3	0,0	OK
M2-tfl 1	S 355	28,0	LE1	126,4	0,0	OK
M2-w 1	S 355	14,5	LE2	119,6	0,0	OK

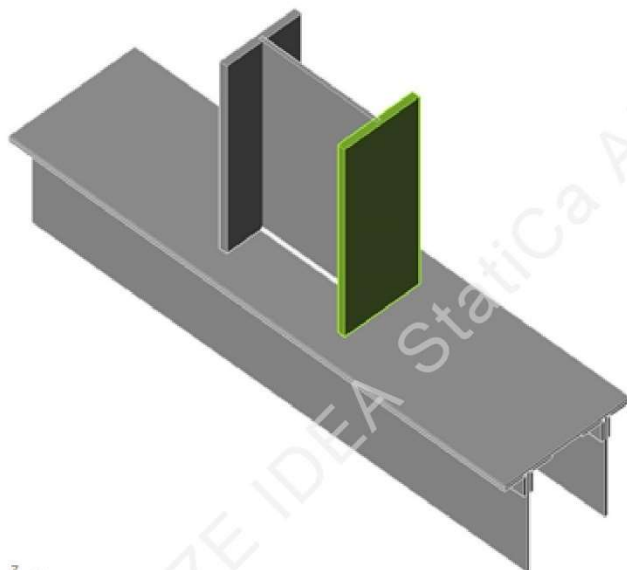
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0

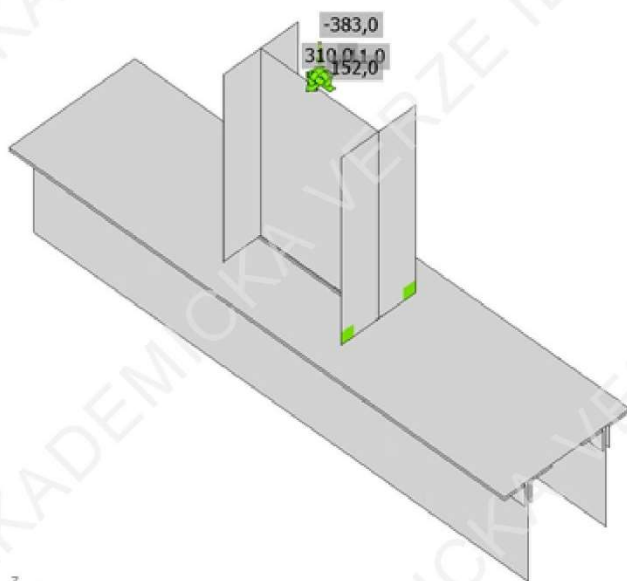
Vysvětlení symbolů

ϵ_{pl}	Přetvoření
σ_{Ed}	Srovn. napětí
f_y	Mez kluzu
ϵ_{lim}	Mezní plastické přetvoření

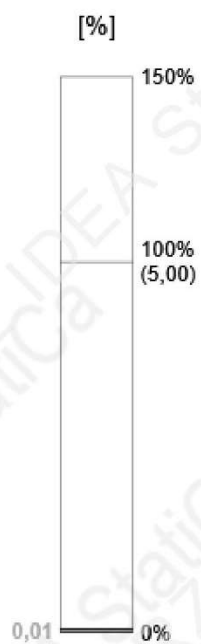
Projekt: Spojka roštu x SOK
Číslo projektu: 001
Autor:



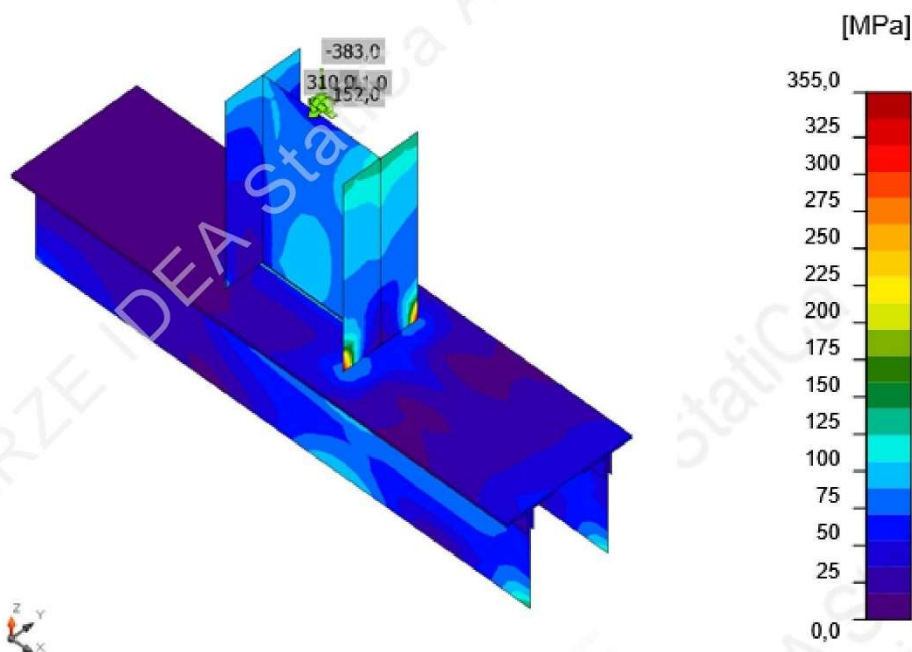
Souhrnný posudek, LE2



Posudek přetvoření, LE2



Projekt: Spojka roštu x SOK
 Číslo projektu: 001
 Autor:



Srovnávací napětí, LE2

Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
M1-bf1 1	M2-bf1 1	10,0	300	LE1								OK
M1-bf1 1	M2-tf1 1	10,0	300	LE1								OK
M1-bf1 1	M2-w 1	▲6,0▲	472	LE2	110,9	0,0	-26,6	56,2	-26,5	30,8	26,0	OK
		▲6,0▲	472	LE2	111,0	0,0	-26,2	-56,5	26,3	30,8	26,0	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0,80	360,0	259,2

Vysvětlení symbolů

ϵ_{pl}	Přetvoření
$\sigma_{w,Ed}$	Ekvivalentní napětí
$\sigma_{w,Rd}$	Únosnost na srovnávací napětí
σ_{\perp}	Kolmé napětí
τ_{\parallel}	Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru
τ_{\perp}	Smykové napětí kolmé k ose svaru
0.9 σ	Únosnost na kolmé napětí - 0.9*fu/γM2
β_w	Součinitel korelace podle EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Využití
Ut _c	Využití únosnosti svaru

Projekt: Spojka roštu x SOK
Číslo projektu: 001
Autor:

Podrobné výsledky pro M1-bfl 1 M2-bfl 1

Tupé svary jsou považovány za plně provařené a nejsou posuzovány. Jejich únosnost se předpokládá jako u svařovaného prvku -EN 1993-1-8-4.7.1.

Podrobné výsledky pro M1-bfl 1 M2-tfl 1

Tupé svary jsou považovány za plně provařené a nejsou posuzovány. Jejich únosnost se předpokládá jako u svařovaného prvku -EN 1993-1-8-4.7.1.

Podrobné výsledky pro M1-bfl 1 M2-w 1

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 360,0 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 110,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 259,2 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 26,6 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 360,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,80 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 30,8 \%$$

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 360,0 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 111,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 259,2 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 26,2 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 360,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,80 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 30,8 \%$$

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

Nastavení normy

Položka	Hodnota	Jednotka	Odkaz
---------	---------	----------	-------

Projekt: Spojka roštu x SOK
 Číslo projektu: 001
 Autor:

Položka	Hodnota	Jednotka	Odkaz
Y _{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M1}	1,10	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Y _C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Y _{inst}	1,20	-	ETAG 001-C: 3.2.1
Součinitel styčnicku β _j	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Účinná plocha - vliv velikosti sítě	0,10	-	
Součinitel tření - beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Součinitel tření pro třecí spoje	0,30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Mezní plastické přetvoření	0,05	-	EN 1993-1-5
Vyhodnocení napětí svarů	Plastická redistribuce		
Konstrukční zásady	Ano		
Vzdálenost mezi šrouby [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Vzdálenost mezi šrouby a hranou [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Únosnost vytržení betonu	Ano		ETAG 001-C
Použít vypočtené ab v posudku otláčení.	Ano		EN 1993-1-8: tab 3.4
Potrhaný beton	Ano		
Kontrola lokální deformace	Ano		
Limita lokální deformace	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrická nelinearita (GMNA)	Ano		Velké deformace pro duté profily

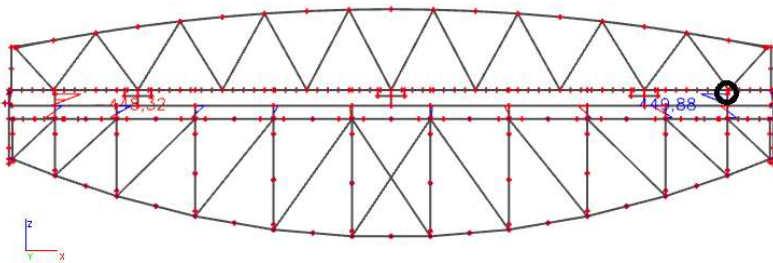
Projekt: Spojka roštu x NOK
Číslo projektu: 002
Autor:

Projektová data

Název projektu Spojka roštu x NOK
Číslo projektu 002
Autor
Popis
Datum 05.10.2019
Norma EN

Materiál

Ocel S 355



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demotáž otacedla
Filtr	Průřez
Průřez	rošt2 - HEB500
Hodnoty	My
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální

Projekt: Spojka roštu x NOK
 Číslo projektu: 002
 Autor:

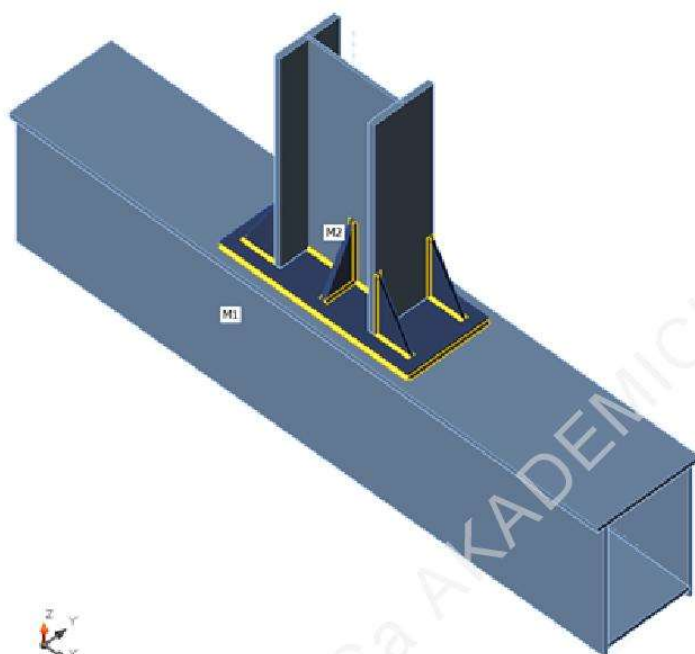
Položka projektu nový

Návrh

Název nový
 Popis 1.0
 Výpočet Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
M1	1 - BoxWeb670x(510/442)	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
M2	3 - HEB500	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Uzel



Průřezy

Název	Materiál
1 - BoxWeb670x(510/442)	S 355
3 - HEB500	S 355

Projekt: Spojka roštu x NOK
 Číslo projektu: 002
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
1 - BoxWeb670x(510/442)	S 355	
3 - HEB500	S 355	

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M2	249,0	63,0	33,0	0,0	-29,0	23,0
LE2	M2	-492,0	8,0	582,0	0,0	450,0	6,0
LE3	M2	-237,0	63,0	485,0	0,0	216,0	23,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,2 < 5%	OK
Svary	98,1 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

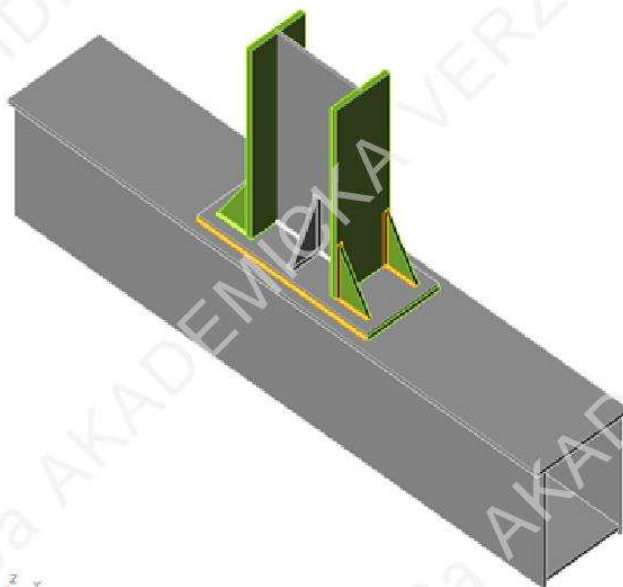
Projekt: Spojka roštu x NOK
 Číslo projektu: 002
 Autor:

Plechý

Název	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
M1-tfl 1	25,0	LE2	255,2	0,0	OK
M1-bfl 1	22,0	LE2	37,4	0,0	OK
M1-w 1	16,0	LE2	225,8	0,0	OK
M1-w 2	16,0	LE2	228,9	0,0	OK
M2-bfl 1	28,0	LE2	326,7	0,2	OK
M2-tfl 1	28,0	LE2	293,5	0,1	OK
M2-w 1	14,5	LE2	295,0	0,0	OK
ČD2	28,0	LE2	286,7	0,0	OK
ŽEB1a	20,0	LE2	128,0	0,0	OK
ŽEB1b	20,0	LE2	128,2	0,0	OK
ŽEB2a	15,0	LE2	355,2	0,1	OK
ŽEB2b	15,0	LE2	355,2	0,1	OK
ŽEB3a	15,0	LE2	333,2	0,0	OK
ŽEB3b	15,0	LE2	336,9	0,0	OK

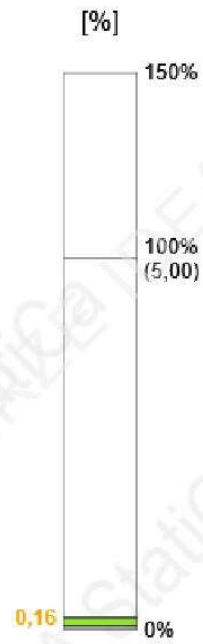
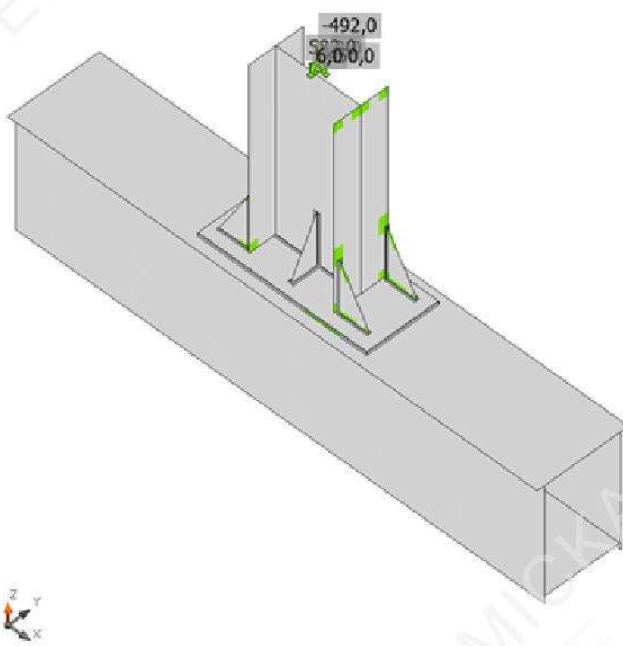
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

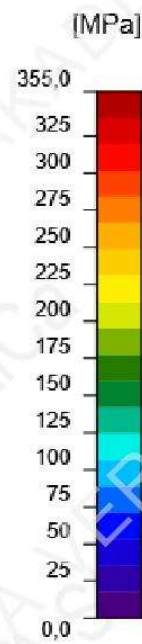
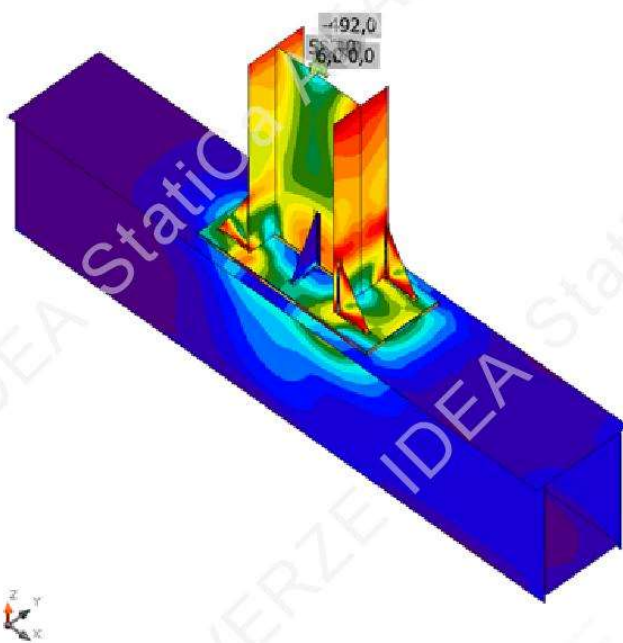


Souhrnný posudek, LE2

Projekt: Spojka roštu x NOK
Číslo projektu: 002
Autor:



Posudek přetvoření, LE2



Srovnávací napětí, LE2

Projekt: Spojka roštu x NOK

Číslo projektu: 002

Autor:

Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
ČD2	M2-bfl 1	28,0	300	LE1								OK
ČD2	M2-tfl 1	28,0	300	LE1								OK
ČD2	M2-w 1	▲8,0▲	472	LE2	242,9	0,0	-8,0	139,9	-7,9	55,8	49,6	OK
		▲8,0▲	472	LE2	245,2	0,0	-8,0	-141,3	8,1	56,3	49,6	OK
M1-tfl 1	ČD2	▲8,0	400	LE2	282,3	0,0	-91,2	-147,0	46,8	64,8	45,8	OK
M1-tfl 1	ČD2	▲8,0	940	LE2	427,3	0,2	-271,7	-143,0	125,7	98,1	65,5	OK
M1-tfl 1	ČD2	▲8,0	400	LE2	128,3	0,0	58,2	63,5	-18,3	29,5	20,0	OK
M1-tfl 1	ČD2	▲8,0	940	LE2	427,2	0,2	-270,8	143,5	125,6	98,1	65,6	OK
ČD2	ŽEB1a	▲8,0▲	150	LE2	95,5	0,0	-77,4	-19,4	-25,8	22,0	14,6	OK
		▲8,0▲	150	LE2	109,6	0,0	7,0	-63,0	4,5	25,2	19,4	OK
M2-w 1	ŽEB1a	▲8,0▲	300	LE2	62,1	0,0	18,8	-33,7	-5,6	14,3	3,5	OK
		▲8,0▲	300	LE2	45,3	0,0	-30,7	11,6	15,3	10,4	5,3	OK
ČD2	ŽEB1b	▲8,0▲	150	LE2	112,8	0,0	7,0	64,8	-4,4	25,9	19,6	OK
		▲8,0▲	150	LE2	96,1	0,0	-77,5	20,2	25,8	22,1	14,6	OK
M2-w 1	ŽEB1b	▲8,0▲	300	LE2	45,0	0,0	-30,8	-11,1	-15,4	10,3	5,4	OK
		▲8,0▲	300	LE2	61,8	0,0	18,6	33,5	5,8	14,2	3,5	OK
ČD2	ŽEB2a	▲7,0▲	170	LE2	289,0	0,0	-102,0	119,3	-100,7	66,4	44,5	OK
		▲7,0▲	170	LE2	426,9	0,0	-171,1	-195,1	113,7	98,0	76,8	OK
M2-bfl 1	ŽEB2a	▲7,0▲	300	LE2	426,9	0,0	-29,0	-245,6	-11,2	98,0	63,2	OK
		▲7,0▲	300	LE2	311,8	0,0	1,7	179,1	18,2	71,6	27,7	OK
ČD2	ŽEB2b	▲7,0▲	170	LE2	426,9	0,0	-169,8	196,4	-112,1	98,0	75,7	OK
		▲7,0▲	170	LE2	289,3	0,0	-102,7	-118,7	101,5	66,4	43,8	OK
M2-bfl 1	ŽEB2b	▲7,0▲	300	LE2	305,6	0,0	1,4	-175,6	-17,5	70,2	27,1	OK
		▲7,0▲	300	LE2	426,9	0,0	-28,4	245,7	10,8	98,0	61,9	OK
ČD2	ŽEB3a	▲7,0▲	170	LE2	342,0	0,0	118,6	-172,7	66,8	78,5	59,6	OK
		▲7,0▲	170	LE2	346,5	0,0	115,5	152,4	-111,1	79,6	41,1	OK
M2-tfl 1	ŽEB3a	▲7,0▲	300	LE2	230,7	0,0	-3,2	-118,9	59,9	53,0	22,4	OK
		▲7,0▲	300	LE2	334,8	0,0	14,7	-193,1	-3,6	76,9	47,8	OK
ČD2	ŽEB3b	▲7,0▲	170	LE2	347,7	0,0	115,4	-153,5	110,9	79,8	41,8	OK
		▲7,0▲	170	LE2	353,5	0,0	124,2	177,6	-70,5	81,2	61,1	OK
M2-tfl 1	ŽEB3b	▲7,0▲	300	LE2	343,8	0,0	15,3	198,2	4,1	78,9	49,3	OK
		▲7,0▲	300	LE2	241,2	0,0	-2,6	124,3	-62,7	55,4	23,0	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0,9 σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Projekt: Spojka roštu x NOK

Číslo projektu: 002

Autor:

Podrobné výsledky pro M1-třl 1 ČD2

Fosouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 427,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 271,7 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 98,1 \%$$

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

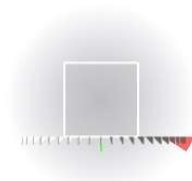
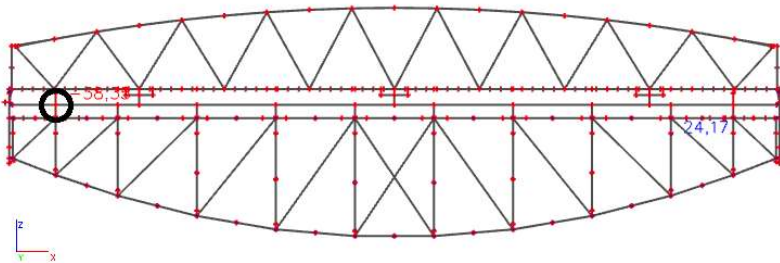
Projekt: Spojka roštu x rošt
Číslo projektu: 003
Autor:

Projektová data

Název projektu Spojka roštu x rošt
Číslo projektu 003
Autor
Popis
Datum 05.10.2019
Norma EN

Materiál

Ocel S 355



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Průřez
Průřez	rošt2 - HEB500
Hodnoty	Mz
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální

Projekt: Spojka roštu x rošt
Číslo projektu: 003
Autor:

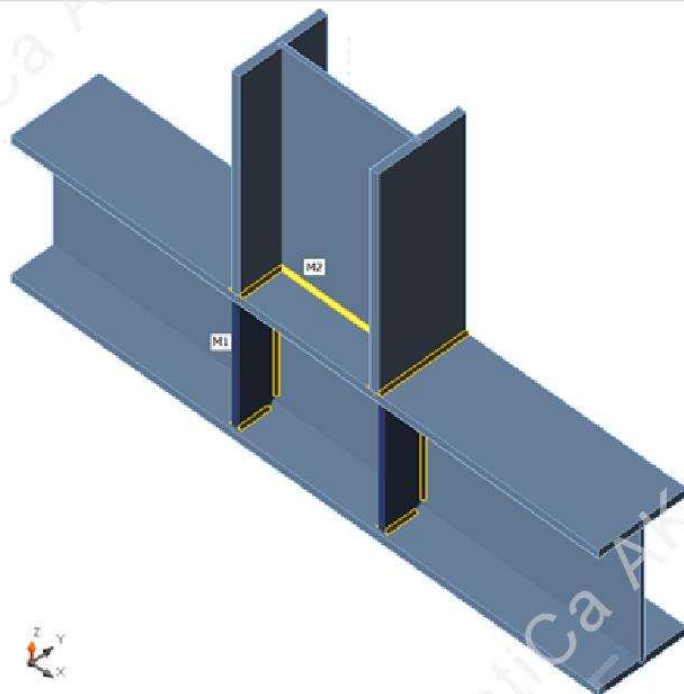
Položka projektu nový

Návrh

Název nový
Popis 1.0
Výpočet Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Sily v
M1	3 - HEB500	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
M2	3 - HEB500	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Pozice



Průřezy

Název	Materiál
3 - HEB500	S 355

Projekt: Spojka roštu x rošt
 Číslo projektu: 003
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
3 - HEB500	S 355	

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M2	259,0	62,0	-324,0	0,1	172,0	-35,0
LE2	M2	38,0	-10,0	-399,0	0,0	247,0	2,0
LE3	M2	251,0	66,0	-241,0	0,0	131,0	-38,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plechý	0,0 < 5%	OK
Svary	61,8 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

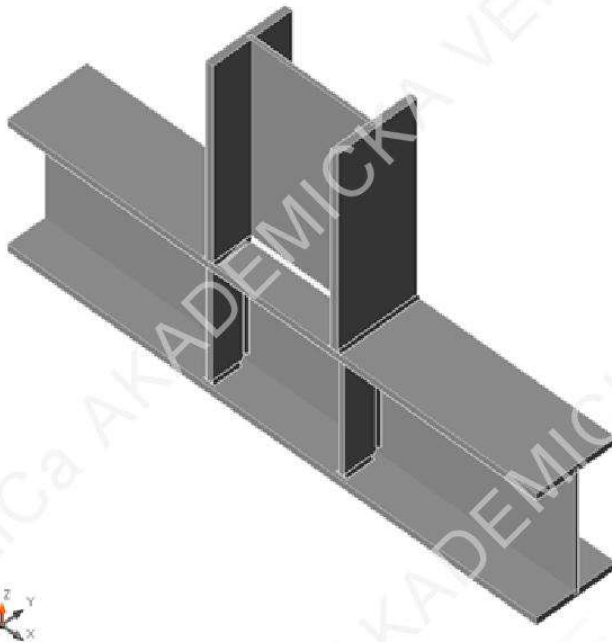
Plechý

Název	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
M1-bfl 1	28,0	LE3	73,0	0,0	OK
M1-tfl 1	28,0	LE1	79,4	0,0	OK
M1-w 1	14,5	LE1	87,7	0,0	OK
M2-bfl 1	28,0	LE1	152,5	0,0	OK
M2-tfl 1	28,0	LE1	128,3	0,0	OK
M2-w 1	14,5	LE2	109,6	0,0	OK
VÝZT1a	20,0	LE3	132,3	0,0	OK
VÝZT1b	20,0	LE3	68,3	0,0	OK
VÝZT1c	20,0	LE3	103,6	0,0	OK
VÝZT1d	20,0	LE3	97,0	0,0	OK

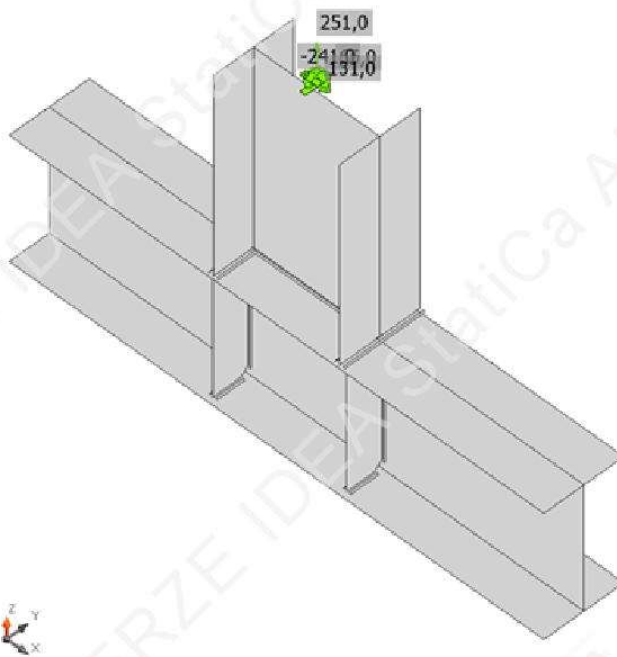
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

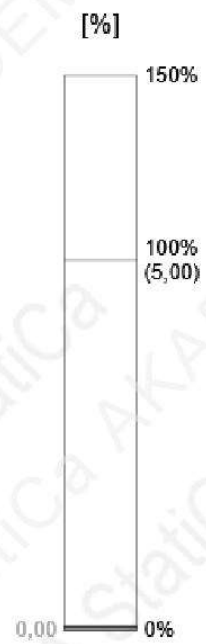
Projekt: Spojka roštu x rošt
Číslo projektu: 003
Autor:



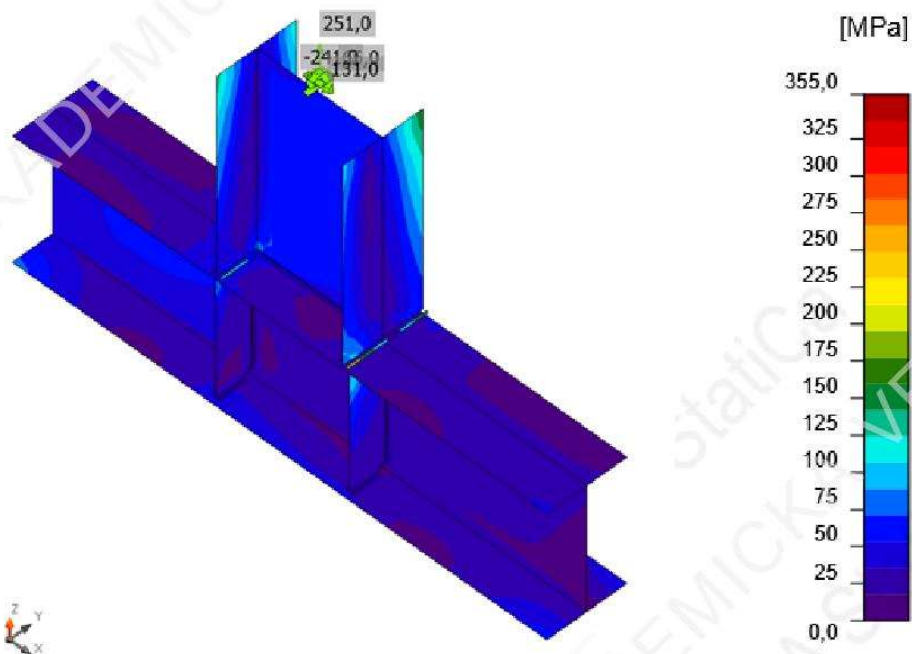
Souhrmný posudek, LE3



Posudek přetvoření, LE3



Projekt: Spojka roštu x rošt
Číslo projektu: 003
Autor:



Srovnávací napětí, LE3

Projekt: Spojka roštu x rošt
 Číslo projektu: 003
 Autor:

Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pI} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
M1-tfl 1	M2-bfl 1	▲7,0▲	300	LE3	146,2	0,0	60,5	-2,0	76,8	33,6	25,3	OK
		▲7,0▲	300	LE2	188,4	0,0	-125,0	-0,1	81,4	43,3	29,9	OK
M1-tfl 1	M2-tfl 1	▲7,0▲	300	LE1	242,7	0,0	137,8	8,0	115,1	55,7	36,6	OK
		▲7,0▲	300	LE1	163,6	0,0	23,9	59,9	-71,8	37,6	28,0	OK
M1-tfl 1	M2-w 1	▲7,0▲	472	LE1	104,7	0,0	23,5	-53,7	24,3	24,0	14,8	OK
		▲7,0▲	472	LE2	103,5	0,0	24,8	52,4	-24,8	23,8	17,5	OK
M1-bfl 1	VÝZT1a	▲7,0▲	103	LE1	62,5	0,0	8,1	34,7	9,0	14,4	8,9	OK
		▲7,0▲	103	LE1	65,3	0,0	14,1	-34,4	-13,1	15,0	9,7	OK
M1-w 1	VÝZT1a	▲7,0▲	390	LE1	75,1	0,0	0,5	-43,4	0,1	17,2	12,9	OK
		▲7,0▲	390	LE3	78,1	0,0	-2,7	45,0	2,3	17,9	14,5	OK
M1-tfl 1	VÝZT1a	▲7,0▲	103	LE3	269,3	0,0	132,4	70,0	115,9	61,8	52,2	OK
		▲7,0▲	103	LE3	234,0	0,0	96,4	-48,8	-113,0	53,7	43,7	OK
M1-bfl 1	VÝZT1b	▲7,0▲	103	LE3	30,6	0,0	4,4	-17,1	3,4	7,0	5,8	OK
		▲7,0▲	103	LE2	29,2	0,0	9,9	-12,9	-9,2	6,7	4,1	OK
M1-w 1	VÝZT1b	▲7,0▲	390	LE3	53,8	0,0	-12,8	28,0	-11,2	12,3	6,8	OK
		▲7,0▲	390	LE3	49,1	0,0	-6,9	-26,8	8,5	11,3	5,4	OK
M1-tfl 1	VÝZT1b	▲7,0▲	103	LE3	131,5	0,0	-49,7	-28,8	-64,1	30,2	19,7	OK
		▲7,0▲	103	LE3	159,5	0,0	-79,4	46,4	65,0	36,6	22,4	OK
M1-bfl 1	VÝZT1c	▲7,0▲	103	LE3	44,2	0,0	8,7	24,1	6,9	10,2	7,1	OK
		▲7,0▲	103	LE3	43,3	0,0	-2,3	-25,0	0,4	10,0	7,0	OK
M1-w 1	VÝZT1c	▲7,0▲	390	LE3	57,2	0,0	18,7	-28,5	12,8	13,1	10,2	OK
		▲7,0▲	390	LE3	49,9	0,0	1,9	27,7	-7,7	11,5	8,7	OK
M1-tfl 1	VÝZT1c	▲7,0▲	103	LE3	176,9	0,0	69,1	38,0	86,0	40,6	27,8	OK
		▲7,0▲	103	LE3	216,9	0,0	107,5	-60,1	-90,6	49,8	37,1	OK
M1-bfl 1	VÝZT1d	▲7,0▲	103	LE3	47,8	0,0	-8,5	-26,3	-6,7	11,0	7,4	OK
		▲7,0▲	103	LE3	48,1	0,0	-0,4	27,7	2,2	11,1	7,9	OK
M1-w 1	VÝZT1d	▲7,0▲	390	LE3	56,5	0,0	9,0	31,7	5,7	13,0	9,4	OK
		▲7,0▲	390	LE3	58,5	0,0	1,4	-33,5	-4,7	13,4	11,0	OK
M1-tfl 1	VÝZT1d	▲7,0▲	103	LE3	211,8	0,0	-104,3	-56,3	-90,3	48,6	37,2	OK
		▲7,0▲	103	LE3	188,5	0,0	-77,0	39,6	91,1	43,3	33,3	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0,9 \sigma$ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Projekt: Spojka roštu x rošt
Číslo projektu: 003
Autor:

Podrobné výsledky pro M1-třl 1 VÝZT1a

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 269,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 132,4 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 61,8 \%$$

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

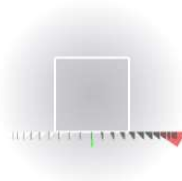
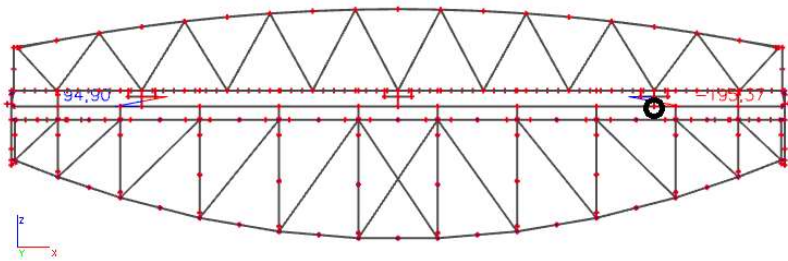
Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
Číslo projektu: 004
Autor:

Projektová data

Název projektu "nožička" pro výsun x rošt
Číslo projektu 004
Autor
Popis
Datum 05.10.2019
Norma EN

Materiál

Ocel S 355



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demotáž otacedla
Filtr	Průřez
Průřez	rost nozicka2 - HEB400
Hodnoty	My
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální

Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
 Číslo projektu: 004
 Autor:

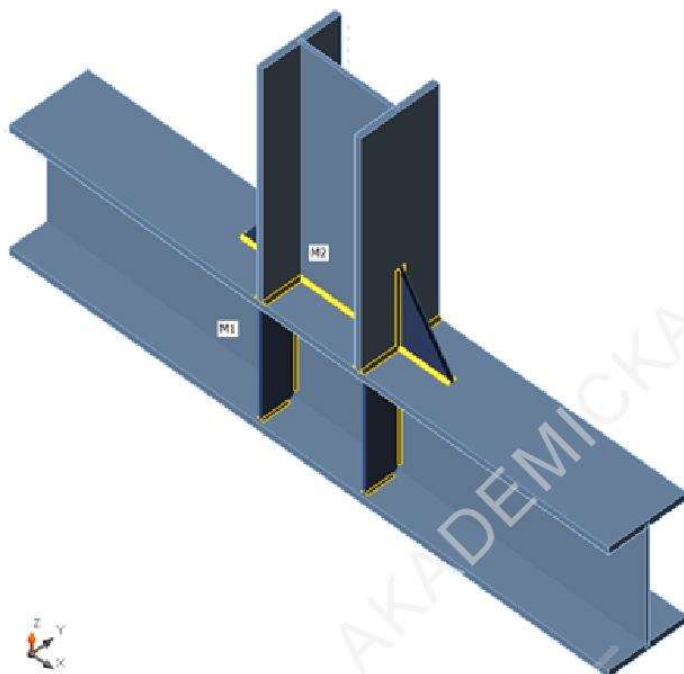
Položka projektu nový

Návrh

Název nový
 Popis 1.0
 Výpočet Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Sily v
M1	3 - HEB500	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
M2	5 - HEB400	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Pozice



Průřezy

Název	Materiál
3 - HEB500	S 355
5 - HEB400	S 355

Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
 Číslo projektu: 004
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
3 - HEB500	S 355	
5 - HEB400	S 355	

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M2	50,0	-2,0	-521,0	0,0	194,0	0,0
LE2	M2	49,0	4,0	523,0	0,0	196,0	0,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,0 < 5%	OK
Svary	66,3 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

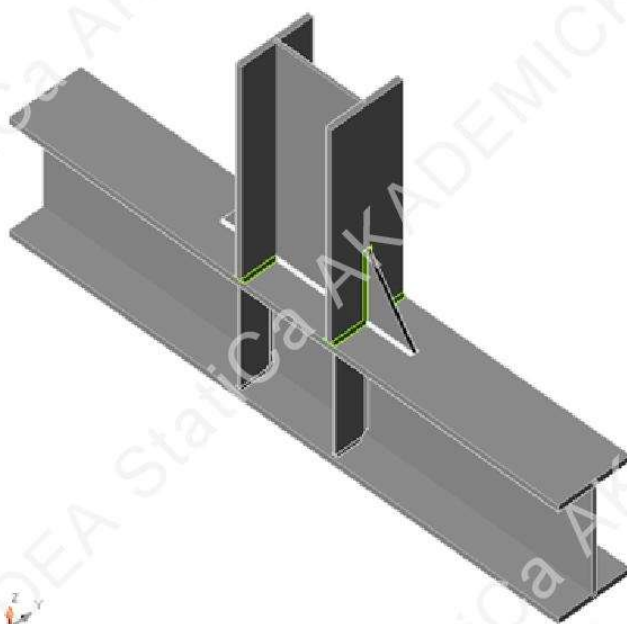
Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
 Číslo projektu: 004
 Autor:

Plechý

Název	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
M1-bfl 1	28,0	LE2	51,6	0,0	OK
M1-tfl 1	28,0	LE2	80,8	0,0	OK
M1-w 1	14,5	LE2	192,4	0,0	OK
M2-bfl 1	24,0	LE2	323,8	0,0	OK
M2-tfl 1	24,0	LE2	328,8	0,0	OK
M2-w 1	13,5	LE2	280,5	0,0	OK
VÝZT1a	10,0	LE2	158,2	0,0	OK
VÝZT1b	10,0	LE2	153,8	0,0	OK
VÝZT1c	10,0	LE2	148,7	0,0	OK
VÝZT1d	10,0	LE2	153,1	0,0	OK
ROZŠ1a	16,0	LE2	213,7	0,0	OK
ROZŠ1b	16,0	LE2	205,2	0,0	OK

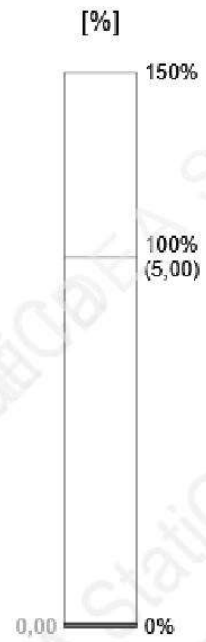
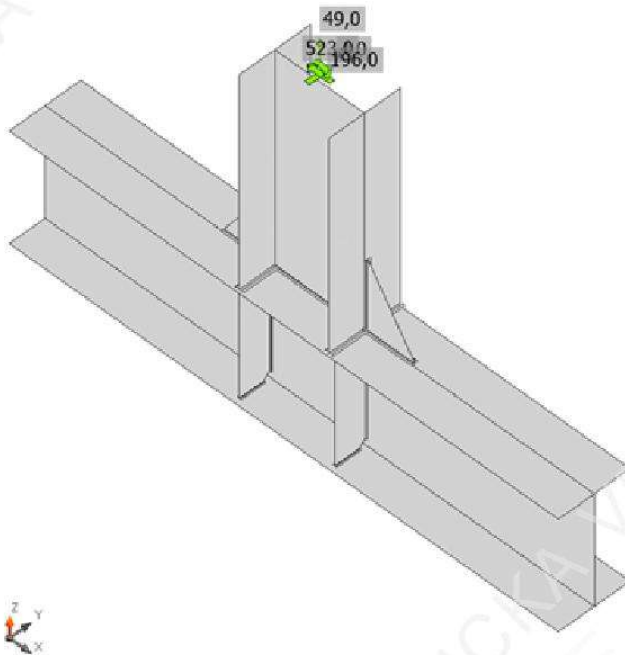
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

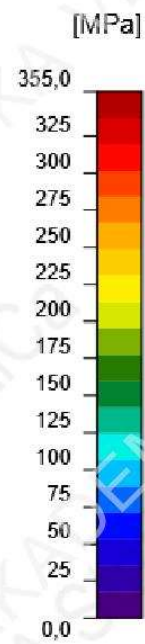
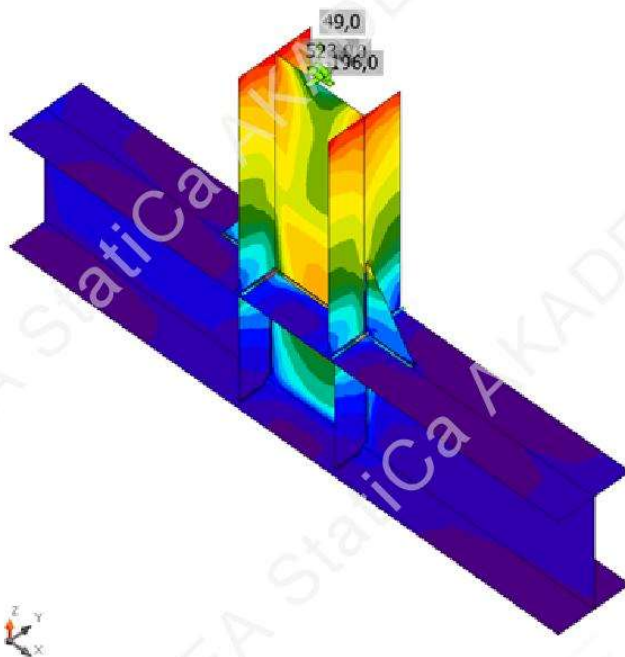


Souhrnný posudek, LE2

Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
Číslo projektu: 004
Autor:



Posudek přetvoření, LE2



Srovnávací napětí, LE2

Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
 Číslo projektu: 004
 Autor:



Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
M1-tfl 1	M2-bfl 1	▲8,0▲	300	LE2	279,2	0,0	-144,0	-72,9	-117,3	64,1	43,1	OK
		▲8,0▲	300	LE2	254,4	0,0	-87,9	76,5	114,6	58,4	38,0	OK
M1-tfl 1	M2-tfl 1	▲8,0▲	300	LE2	263,3	0,0	93,2	-78,3	118,7	60,5	39,5	OK
		▲8,0▲	300	LE2	288,6	0,0	146,8	76,3	-121,5	66,3	44,5	OK
M1-tfl 1	M2-w 1	▲7,0▲	376	LE2	255,6	0,0	29,3	143,7	29,4	58,7	51,4	OK
		▲7,0▲	376	LE2	256,2	0,0	29,5	-143,9	-29,4	58,8	51,3	OK
M1-bfl 1	VÝZT1a	▲5,0▲	103	LE2	58,4	0,0	22,4	22,0	22,0	13,4	8,4	OK
		▲5,0▲	103	LE2	47,5	0,0	11,8	-23,5	-12,4	10,9	6,7	OK
M1-w 1	VÝZT1a	▲5,0▲	390	LE2	97,0	0,0	10,6	-54,5	11,5	22,3	12,9	OK
		▲5,0▲	390	LE2	99,5	0,0	12,3	55,9	-11,3	22,8	13,2	OK
M1-tfl 1	VÝZT1a	▲5,0▲	103	LE2	239,1	0,0	106,3	68,0	103,3	54,9	47,3	OK
		▲5,0▲	103	LE2	239,5	0,0	103,1	-65,3	-106,4	55,0	47,8	OK
M1-bfl 1	VÝZT1b	▲5,0▲	103	LE2	45,3	0,0	11,6	22,2	12,1	10,4	6,5	OK
		▲5,0▲	103	LE2	56,5	0,0	22,1	-20,8	-21,6	13,0	8,2	OK
M1-w 1	VÝZT1b	▲5,0▲	390	LE2	97,5	0,0	12,5	-54,6	11,6	22,4	12,7	OK
		▲5,0▲	390	LE2	95,1	0,0	10,9	53,2	-11,8	21,8	12,5	OK
M1-tfl 1	VÝZT1b	▲5,0▲	103	LE2	229,6	0,0	98,7	63,3	101,6	52,7	46,3	OK
		▲5,0▲	103	LE2	228,9	0,0	101,3	-65,5	-98,7	52,5	45,6	OK
M1-bfl 1	VÝZT1c	▲5,0▲	103	LE2	42,0	0,0	-10,0	-21,0	-10,6	9,6	6,0	OK
		▲5,0▲	103	LE2	54,0	0,0	-21,5	19,4	21,0	12,4	7,8	OK
M1-w 1	VÝZT1c	▲5,0▲	390	LE2	94,0	0,0	-12,2	52,6	-11,3	21,6	12,2	OK
		▲5,0▲	390	LE2	91,6	0,0	-10,6	-51,2	11,5	21,0	12,0	OK
M1-tfl 1	VÝZT1c	▲5,0▲	103	LE2	221,6	0,0	-95,2	-61,5	-97,8	50,9	44,6	OK
		▲5,0▲	103	LE2	220,5	0,0	-97,4	63,6	94,9	50,6	43,7	OK
M1-bfl 1	VÝZT1d	▲5,0▲	103	LE2	55,9	0,0	-21,8	-20,7	-21,3	12,8	8,0	OK
		▲5,0▲	103	LE2	44,2	0,0	-10,3	22,3	10,9	10,2	6,2	OK
M1-w 1	VÝZT1d	▲5,0▲	390	LE2	93,5	0,0	-10,2	52,5	-11,1	21,5	12,5	OK
		▲5,0▲	390	LE2	96,0	0,0	-11,9	-53,9	11,0	22,0	12,7	OK
M1-tfl 1	VÝZT1d	▲5,0▲	103	LE2	230,7	0,0	-102,4	-66,0	-99,4	53,0	45,3	OK
		▲5,0▲	103	LE2	231,5	0,0	-99,6	63,5	102,6	53,2	46,1	OK
M1-tfl 1	ROZŠ1a	▲7,0▲	200	LE1	206,5	0,0	67,3	-90,4	67,3	47,4	23,0	OK
		▲7,0▲	200	LE1	206,6	0,0	67,4	90,4	-67,3	47,4	23,0	OK
M2-tfl 1	ROZŠ1a	▲7,0▲	300	LE2	273,1	0,0	53,0	145,3	53,1	62,7	22,6	OK
		▲7,0▲	300	LE2	273,2	0,0	53,0	-145,4	-52,9	62,7	22,6	OK
M1-tfl 1	ROZŠ1b	▲7,0▲	200	LE1	177,4	0,0	-58,9	76,6	-58,9	40,7	19,3	OK
		▲7,0▲	200	LE1	177,5	0,0	-58,9	-76,6	58,9	40,7	19,4	OK
M2-bfl 1	ROZŠ1b	▲7,0▲	300	LE2	262,4	0,0	-50,9	-139,6	-51,0	60,3	20,6	OK
		▲7,0▲	300	LE2	262,6	0,0	-51,0	139,7	50,9	60,3	20,6	OK

Projekt: "nožička" pro výsun x rošt
Číslo projektu: 004
Autor:

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Podrobné výsledky pro M1-třl 1 M2-třl 1

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 288,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 146,8 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 66,3 \%$$

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
Číslo projektu: 005
Autor:

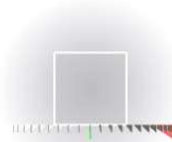
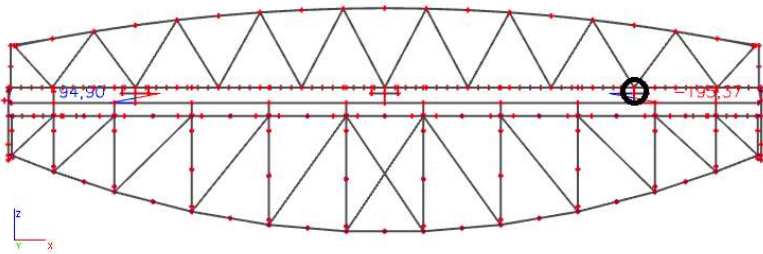


Projektová data

Název projektu "nožička" pro výsun x NOK
Číslo projektu 005
Autor
Popis
Datum 05.10.2019
Norma EN

Materiál

Ocel S 355



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST24 (ULS) - demotáž otacedla
Filtr	Průřez
Průřez	rost nozicka2 - HEB400
Hodnoty	My
System	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
 Číslo projektu: 005
 Autor:

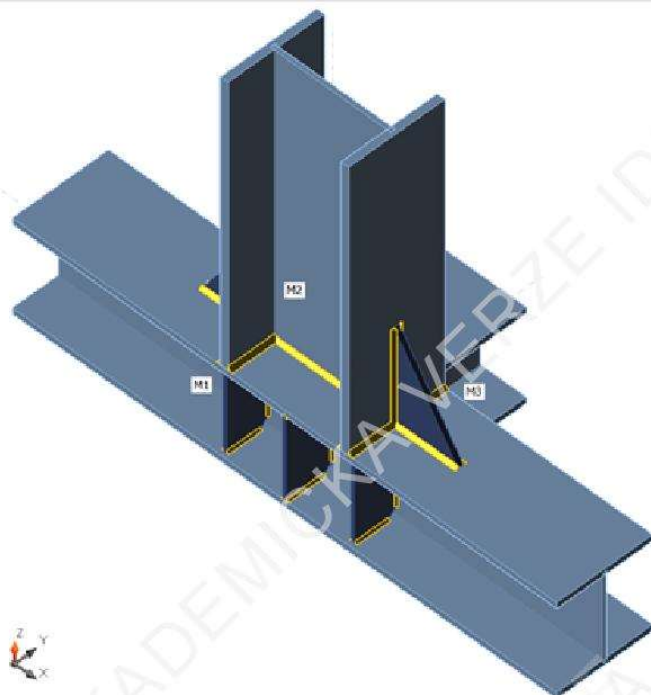
Položka projektu nový

Návrh

Název nový
 Popis 1.0
 Výpočet Napětí, přetvoření / zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Sily v
M1	4 - HEB300	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
M2	5 - HEB400	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Pozice
M3	4 - HEB300	90,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel



Průřezy

Název	Materiál
4 - HEB300	S 355
5 - HEB400	S 355

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
 Číslo projektu: 005
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
4 - HEB300	S 355	
5 - HEB400	S 355	

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	M2	48,0	-2,0	-522,0	0,0	-187,0	-2,0
	M3	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	20,0
LE2	M2	-205,0	14,0	-269,0	0,0	-111,0	11,0
	M3	0,0	20,0	0,0	0,0	1,0	20,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,0 < 5%	OK
Svary	57,8 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

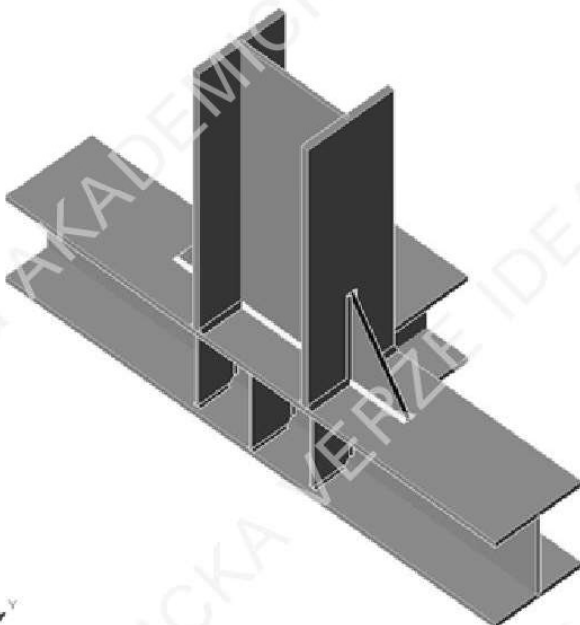
Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
 Číslo projektu: 005
 Autor:

Plechý

Název	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
M1-bfl 1	19,0	LE1	106,6	0,0	OK
M1-tfl 1	19,0	LE1	95,4	0,0	OK
M1-w 1	11,0	LE1	255,4	0,0	OK
M2-bfl 1	24,0	LE1	307,8	0,0	OK
M2-tfl 1	24,0	LE1	302,9	0,0	OK
M2-w 1	13,5	LE1	265,9	0,0	OK
M3-bfl 1	19,0	LE1	47,5	0,0	OK
M3-tfl 1	19,0	LE1	56,6	0,0	OK
M3-w 1	11,0	LE1	62,0	0,0	OK
VÝZT1a	10,0	LE1	114,3	0,0	OK
VÝZT1b	10,0	LE1	124,0	0,0	OK
VÝZT1c	10,0	LE1	127,9	0,0	OK
VÝZT1d	10,0	LE1	119,2	0,0	OK
VÝZT2	10,0	LE1	66,4	0,0	OK
ROZŠ1a	16,0	LE1	186,2	0,0	OK
ROZŠ1b	16,0	LE1	195,9	0,0	OK

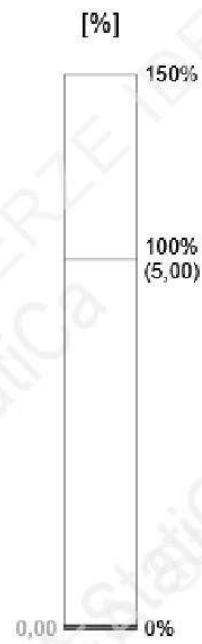
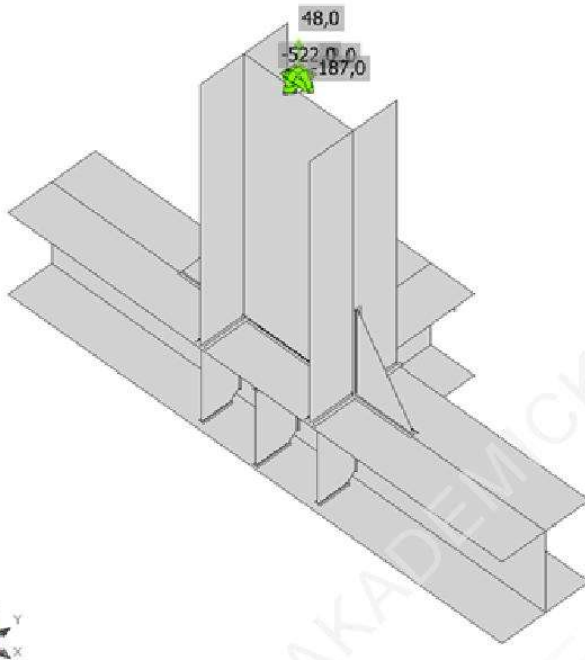
Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

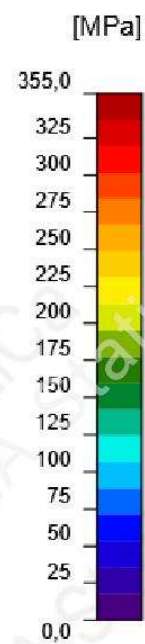
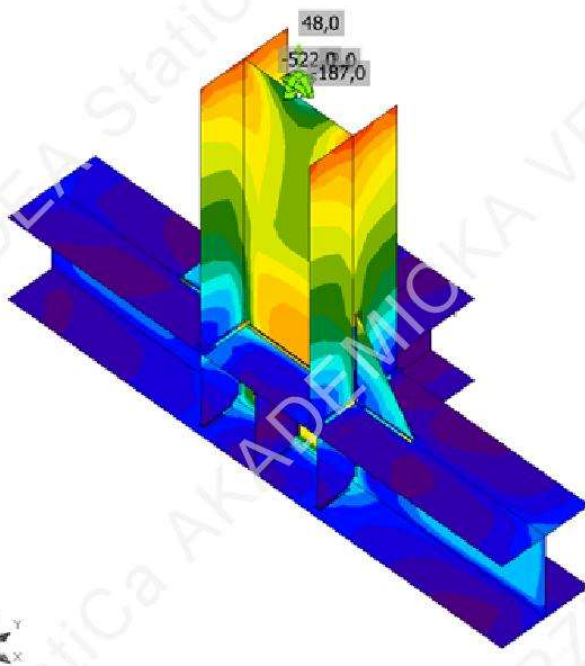


Souhrnný posudek, LE1

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
Číslo projektu: 005
Autor:



Posudek přetvoření, LE1



Srovnávací napětí, LE1

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK
 Číslo projektu: 005
 Autor:

Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{Fl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
M1-w 1	M3-bfl 1	11,0	300	LE1								OK
M1-w 1	M3-tfl 1	11,0	300	LE1								OK
M1-tfl 1	M2-bfl 1	▲9,0▲	300	LE1	241,6	0,0	116,4	79,9	92,5	55,5	30,0	OK
		▲9,0▲	300	LE1	221,1	0,0	70,1	-76,4	-94,0	50,8	27,2	OK
M1-tfl 1	M2-tfl 1	▲9,0▲	300	LE1	213,3	0,0	-65,9	-73,4	-91,3	49,0	26,2	OK
		▲9,0▲	300	LE1	234,9	0,0	-115,0	77,3	89,5	53,9	29,0	OK
M1-tfl 1	M2-w 1	▲7,0▲	376	LE1	251,8	0,0	5,3	-145,2	4,8	57,8	54,4	OK
		▲7,0▲	376	LE1	251,8	0,0	-3,7	145,3	4,0	57,8	54,7	OK
M1-bfl 1	VÝZT1a	▲5,0▲	103	LE1	99,6	0,0	-40,2	-37,3	-37,1	22,9	10,2	OK
		▲5,0▲	103	LE2	77,1	0,0	-15,2	40,0	17,5	17,7	8,1	OK
M1-w 1	VÝZT1a	▲5,0▲	208	LE1	103,4	0,0	-8,4	57,9	-13,8	23,7	16,2	OK
		▲5,0▲	208	LE1	112,8	0,0	-30,2	-57,6	24,9	25,9	16,8	OK
M1-tfl 1	VÝZT1a	▲5,0▲	103	LE1	177,1	0,0	-71,4	-52,0	-77,8	40,7	35,1	OK
		▲5,0▲	103	LE1	177,4	0,0	-83,7	46,3	77,5	40,7	34,9	OK
M1-bfl 1	VÝZT1b	▲5,0▲	103	LE1	84,5	0,0	-15,0	-44,9	-16,9	19,4	8,4	OK
		▲5,0▲	103	LE1	100,1	0,0	-36,1	41,7	34,2	23,0	9,8	OK
M1-w 1	VÝZT1b	▲5,0▲	208	LE1	118,9	0,0	-27,7	63,0	-22,2	27,3	18,2	OK
		▲5,0▲	208	LE1	111,3	0,0	-12,9	-61,1	18,4	25,6	17,8	OK
M1-tfl 1	VÝZT1b	▲5,0▲	103	LE1	196,8	0,0	-84,5	-50,6	-89,3	45,2	37,9	OK
		▲5,0▲	103	LE1	193,7	0,0	-87,1	56,3	82,5	44,5	37,7	OK
M1-bfl 1	VÝZT1c	▲5,0▲	103	LE1	89,8	0,0	16,6	47,0	19,7	20,6	9,2	OK
		▲5,0▲	103	LE1	109,1	0,0	41,1	-44,3	-38,0	25,0	11,0	OK
M1-w 1	VÝZT1c	▲5,0▲	208	LE1	125,7	0,0	30,2	-65,8	25,1	28,9	19,1	OK
		▲5,0▲	208	LE1	117,3	0,0	10,0	65,8	-15,1	26,9	18,2	OK
M1-tfl 1	VÝZT1c	▲5,0▲	103	LE1	198,7	0,0	86,2	47,5	91,8	45,6	38,9	OK
		▲5,0▲	103	LE1	199,6	0,0	92,1	-54,5	-86,5	45,8	40,0	OK
M1-bfl 1	VÝZT1d	▲5,0▲	103	LE1	98,6	0,0	36,5	39,6	35,1	22,6	9,7	OK
		▲5,0▲	103	LE1	82,9	0,0	17,1	-43,0	-18,5	19,0	8,0	OK
M1-w 1	VÝZT1d	▲5,0▲	208	LE1	110,4	0,0	15,5	-59,7	20,4	25,3	17,2	OK
		▲5,0▲	208	LE1	117,5	0,0	29,0	61,1	-24,1	27,0	17,4	OK
M1-tfl 1	VÝZT1d	▲5,0▲	103	LE1	183,4	0,0	73,3	54,3	80,4	42,1	36,4	OK
		▲5,0▲	103	LE1	185,3	0,0	88,0	-48,2	-80,9	42,6	36,6	OK
M1-bfl 1	VÝZT2	▲5,0▲	118	LE1	54,7	0,0	30,8	-4,0	25,8	12,6	6,7	OK
		▲5,0▲	118	LE1	53,7	0,0	-30,1	-5,4	25,1	12,3	6,7	OK
M1-w 1	VÝZT2	▲5,0▲	208	LE1	27,9	0,0	-20,5	-1,4	-10,9	6,4	2,9	OK
		▲5,0▲	208	LE1	27,4	0,0	20,3	-0,9	-10,6	6,3	2,8	OK
M1-tfl 1	VÝZT2	▲5,0▲	118	LE1	62,9	0,0	-30,2	-8,9	-30,6	14,4	9,2	OK
		▲5,0▲	118	LE1	63,1	0,0	30,1	-9,9	-30,4	14,5	9,1	OK
M1-w 1	M3-w 1	▲8,0	281	LE2	42,2	0,0	-15,4	-3,6	22,4	9,7	3,7	OK
M1-tfl 1	ROZŠ1a	▲7,0▲	200	LE2	202,5	0,0	-71,6	85,1	-68,7	46,5	26,8	OK

Projekt: "nožička" pro výsun x NOK

Číslo projektu: 005

Autor:

IDEA StatiCa
Calculate yesterday's problems

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
		▲7,0▲	200	LE2	196,1	0,0	-66,6	-80,6	69,6	45,0	24,4	OK
M2-tfl 1	ROZŠ1a	▲7,0▲	300	LE1	237,5	0,0	-46,4	-126,4	-46,1	54,5	19,4	OK
		▲7,0▲	300	LE1	237,0	0,0	-46,1	125,9	46,4	54,4	19,0	OK
M1-tfl 1	ROZŠ1b	▲7,0▲	200	LE1	205,1	0,0	73,7	-82,1	74,0	47,1	28,5	OK
		▲7,0▲	200	LE1	206,0	0,0	74,3	82,8	-73,9	47,3	29,0	OK
M2-bfl 1	ROZŠ1b	▲7,0▲	300	LE1	249,7	0,0	48,9	132,6	49,1	57,3	21,9	OK
		▲7,0▲	300	LE1	250,0	0,0	49,1	-132,8	-48,9	57,4	22,0	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0,9 σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Podrobné výsledky pro M1-tfl 1 M2-w 1

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 251,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 3,7 \text{ MPa}$$

kde:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Mezní pevnost}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Součinitel spolehlivosti}$$

Využití napětí

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 57,8 \%$$

Boulení

Analýza boulení nebyla provedena.

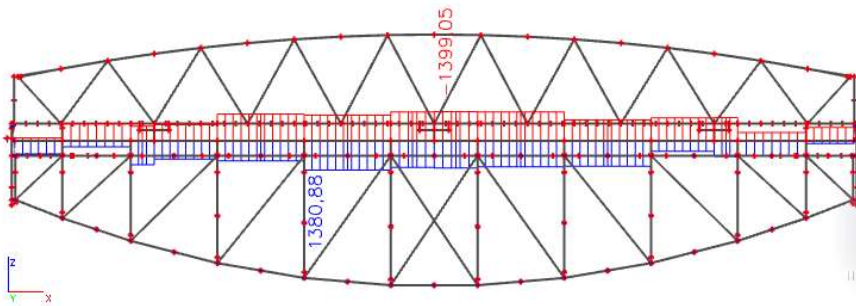
Projekt: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:

Projektová data

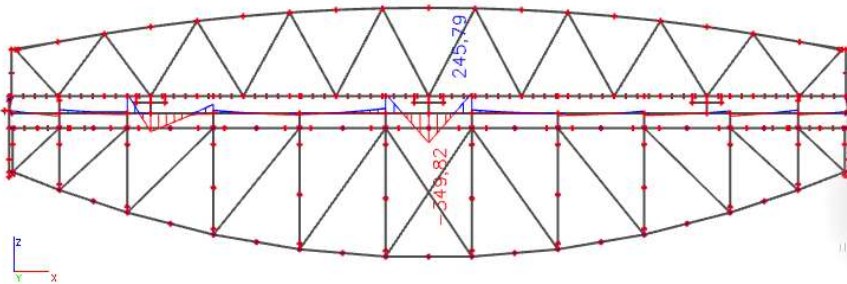
Název projektu: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:
 Popis:
 Datum: 01.01.2020
 Norma: EN

Materiál

Ocel: S 235, S 355



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Průřez
Průřez	rošt1 - HEB500
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST4 (ULS) - výsun - 2
Filtr	Průřez
Průřez	rošt1 - HEB500
Hodnoty	My
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální

Projekt: Montážní spoj roštu
Číslo projektu: 006
Autor:

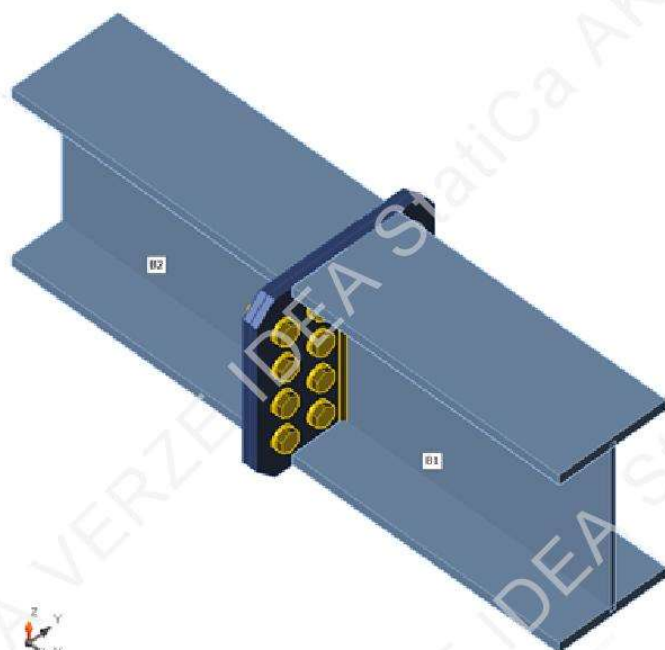
Položka projektu CON1

Návrh

Název: CON1
Popis:
Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
B1	2 - HEB500	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
B2	2 - HEB500	180,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel



Průřezy

Název	Materiál
2 - HEB500	S 355

Projekt: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:

Průřezy

Název	Materiál	Kreslení
2 - HEB500	S 355	

Šrouby

Název	Sestava šroubů	Průměr [mm]	fu [MPa]	Plocha [mm ²]
M30 10.9	M30 10.9	30	1000,0	707

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	1381,0	-6,4	6,3	0,0	42,0	1,0
LE2	B1	-600,0	2,0	-195,0	0,0	-350,0	-1,0

Posudek

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,3 < 5%	OK
Šrouby	90,3 < 100%	OK
Svary	92,6 < 100%	OK
Boulení	Nespočteno	

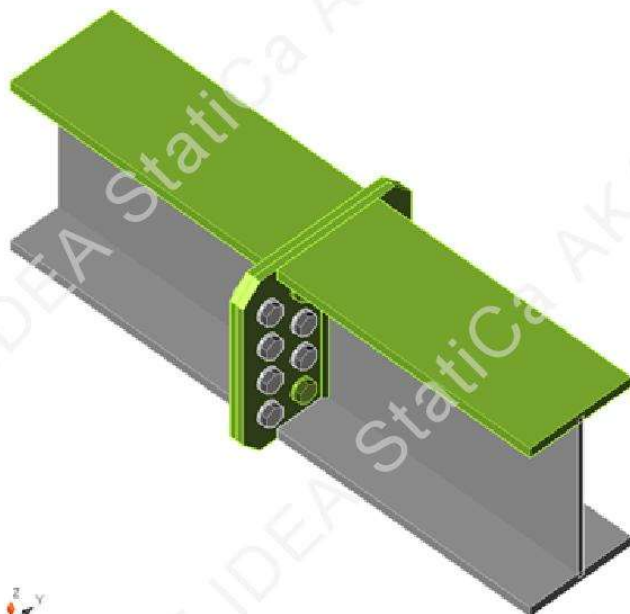
Plech

Název	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
B1-bf 1	28,0	LE2	267,8	0,0	OK
B1-tf 1	28,0	LE1	340,7	0,0	OK
B1-w 1	14,5	LE1	181,2	0,0	OK
B2-bf 1	28,0	LE2	245,8	0,0	OK
B2-tf 1	28,0	LE1	339,8	0,0	OK
B2-w 1	14,5	LE1	181,5	0,0	OK
PP1a	20,0	LE1	355,5	0,3	OK
PP1b	20,0	LE1	355,6	0,3	OK

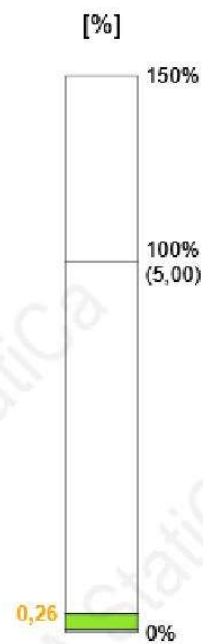
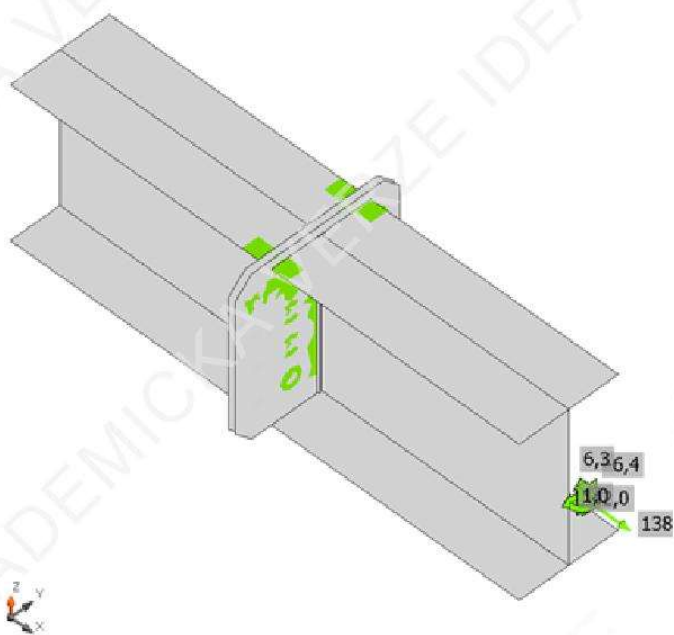
Projekt: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:

Návrhová data

Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

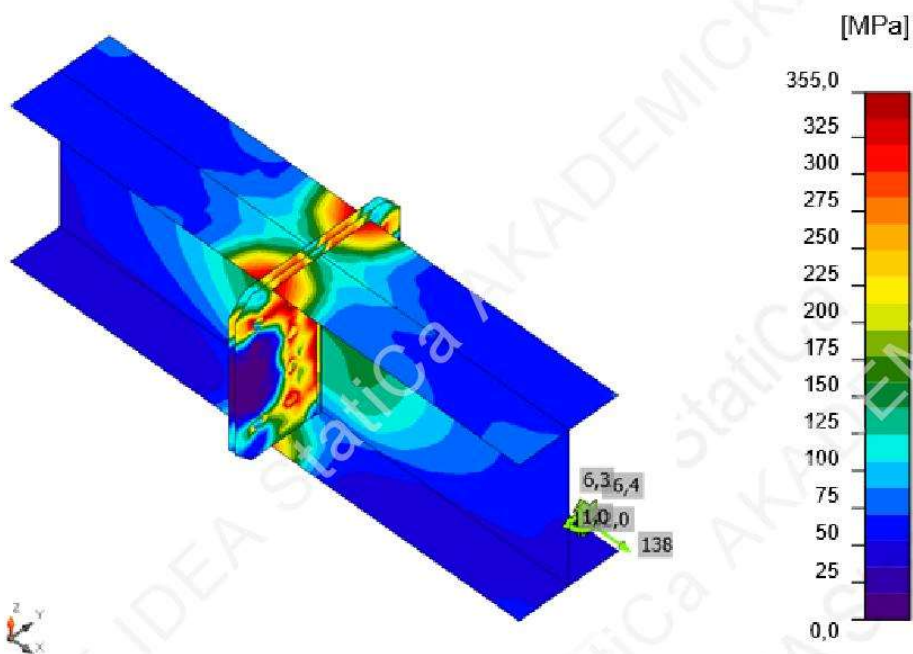


Souhrnný posudek, LE1



Posudek přetvoření, LE1

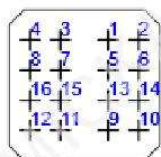
Projekt: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:



Srovnávací napětí, LE1

Šrouby

	Název	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	LE1	364,4	0,5	90,2	588,0	0,2	64,7	OK
	B2	LE1	162,1	0,6	40,1	588,0	0,3	28,9	OK
	B3	LE1	364,6	0,6	90,3	588,0	0,2	64,7	OK
	B4	LE1	167,8	0,7	41,6	504,0	0,3	30,0	OK
	B5	LE1	215,5	0,4	53,4	588,0	0,2	38,3	OK
	B6	LE2	0,4	11,0	0,1	446,9	4,9	5,0	OK
	B7	LE1	214,7	0,5	53,1	588,0	0,2	38,2	OK
	B8	LE2	0,4	11,0	0,1	446,9	4,9	5,0	OK
	B9	LE2	258,4	13,5	64,0	446,9	6,0	51,7	OK
	B10	LE2	116,7	10,8	28,9	446,9	4,8	25,4	OK
	B11	LE2	257,6	13,5	63,8	446,9	6,0	51,6	OK
	B12	LE2	114,5	10,8	28,4	446,9	4,8	25,1	OK
	B13	LE1	187,0	0,7	46,3	588,0	0,3	33,4	OK
	B14	LE2	0,7	10,9	0,2	446,9	4,8	5,0	OK
	B15	LE1	186,4	0,6	46,1	588,0	0,3	33,2	OK
	B16	LE2	0,7	10,9	0,2	446,9	4,8	5,0	OK



Návrhová data

Název	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M30 10.9 - 1	403,9	778,6	224,4

Projekt: Montážní spoj roštu
Číslo projektu: 006
Autor:

Podrobné výsledky pro B3

Posouzení únosnosti v tahu (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 403,9 \text{ kN} \geq F_t = 364,6 \text{ kN}$$

kde:

- $k_2 = 0,90$ – Součinitel
- $f_{ub} = 1000,0 \text{ MPa}$ – Mezní pevnost šroubu v tahu
- $A_s = 561 \text{ mm}^2$ – Oblast tahového napětí šroubu
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Součinitel spolehlivosti

Posudek únosnosti v protlačení (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 778,6 \text{ kN} \geq F_t = 364,6 \text{ kN}$$

kde:

- $d_m = 53 \text{ mm}$ – Menší z hodnot průměrů příčných vzdáleností rohů a hran, které se stanoví na hlavě a matici šroubu
- $t_p = 20 \text{ mm}$ – Tloušťka
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Mezní pevnost
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Součinitel spolehlivosti

Posouzení únosnosti ve smyku (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 224,4 \text{ kN} \geq V = 0,6 \text{ kN}$$

kde:

- $\beta_p = 1,00$ – Redukční součinitel
- $\alpha_v = 0,50$ – Redukční součinitel
- $f_{ub} = 1000,0 \text{ MPa}$ – Mezní pevnost šroubu v tahu
- $A = 561 \text{ mm}^2$ – Oblast tahového napětí šroubu
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Součinitel spolehlivosti

Posudek únosnosti v otláčení roznašecí plochy (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 588,0 \text{ kN} \geq V = 0,6 \text{ kN}$$

kde:

- $k_1 = 2,50$ – Součinitel pro vzdálenost od okraje a rozteč šroubů kolmo ke směru přenosu zatížení
- $\alpha_b = 1,00$ – Součinitel
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Mezní pevnost
- $d = 30 \text{ mm}$ – Jmenovitý průměr spojovacího prostředku
- $t = 20 \text{ mm}$ – Tloušťka
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Součinitel spolehlivosti

Projekt: Montážní spoj roštu
 Číslo projektu: 006
 Autor:

Interakce tahu a smyku (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = 64,7 \%$$

Využití v tahu

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 90,3 \%$$

Využití ve smyku

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 0,2 \%$$

Svary (Plastická redistribuce)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
PP1a	B1-bf1 1	20,0	300	LE1								OK
PP1a	B1-tf1 1	20,0	300	LE1								OK
PP1b	B2-bf1 1	20,0	300	LE1								OK
PP1b	B2-tf1 1	20,0	300	LE1								OK
PP1a	B1-w 1	▲7,0▲	472	LE1	403,1	0,0	205,1	-1,4	200,3	92,5	49,3	OK
		▲7,0▲	472	LE1	398,7	0,0	195,7	1,1	-200,5	91,5	49,6	OK
PP1b	B2-w 1	▲7,0▲	472	LE1	398,6	0,0	195,9	-3,1	200,4	91,5	49,6	OK
		▲7,0▲	472	LE1	403,5	0,0	205,0	3,1	-200,6	92,6	49,4	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Podrobné výsledky pro PP1b B2-w 1

Posouzení únosnosti svaru (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 403,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 205,0 \text{ MPa}$$

kde:

$f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Mezní pevnost

$\beta_w = 0,90$ – vhodný korelační součinitel převzatý z tabulky 4.1

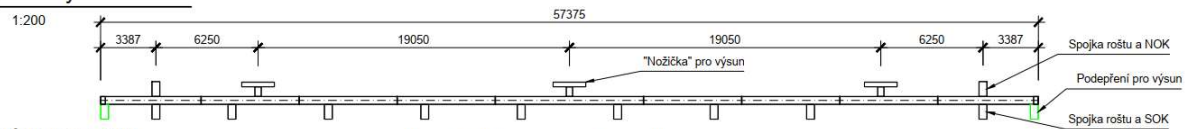
$\gamma_{M2} = 1,25$ – Součinitel spolehlivosti

Využití napětí

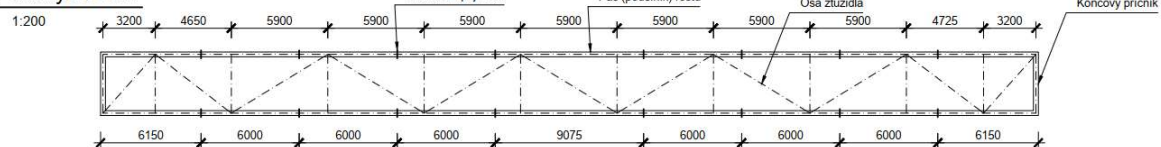
$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 92,6 \%$$

- Analýza boulení nebyla provedena
- Montážní styk byl navržen na obálku N a My, takže může být opakován kdekoli na konstrukci roštu.

Podélný řez roštem



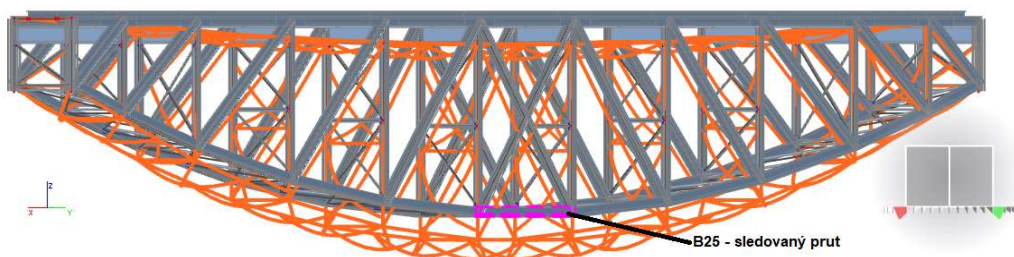
Půdorys roštu



Obrázek 51 - rozvržení montážního spoje na roštu

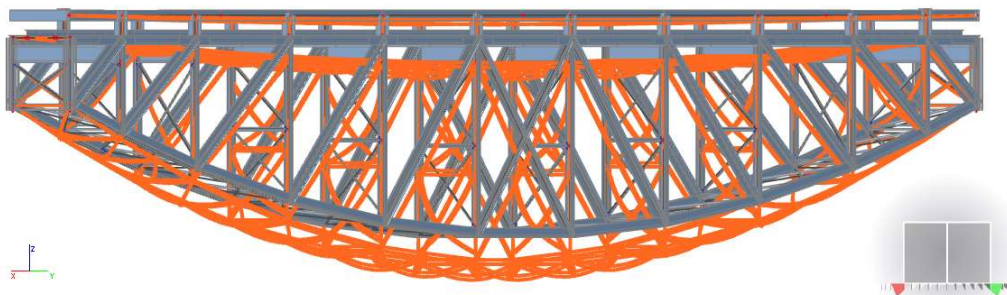
10.) Deformace konstrukce

Průhyby na konstrukci jsou zobrazeny při kombinaci MSP (hodnota součinitelů zatížení = 1)
Ve fázích 1 až 24 je sledován prut B25 (dolní pas SOK). Ve fázích 24 až 27 následně sledován prut B707 (dolní pas NOK).



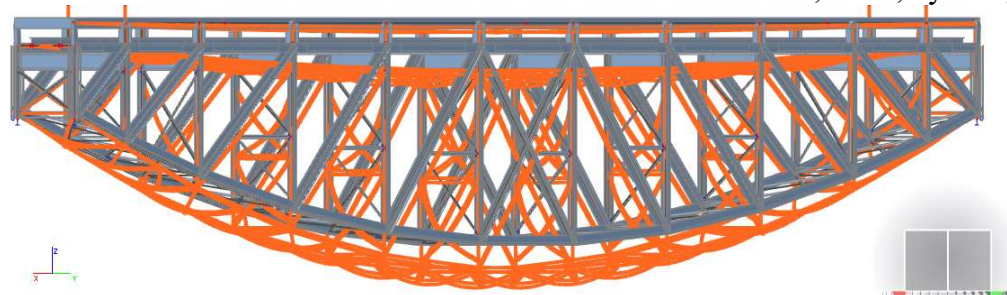
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F1-SLS - 0
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 1 – $u_x = 0,1$ mm; $u_y = 0,0$ mm; $u_z = -10,0$ mm



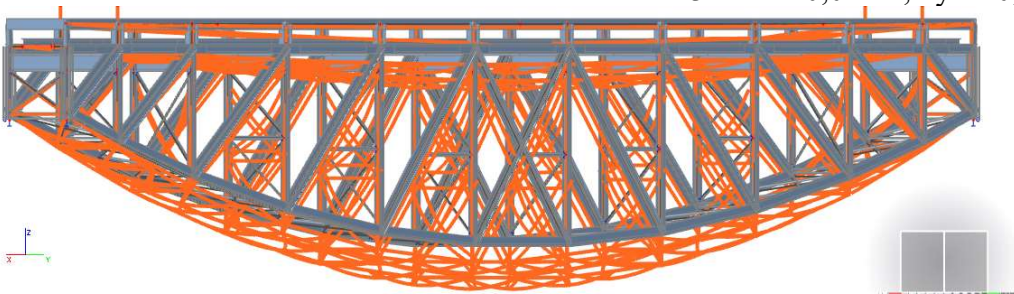
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F2-SLS - rošt
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 2 – $u_x = 0,0$ mm; $u_y = -0,1$ mm; $u_z = -13,9$ mm



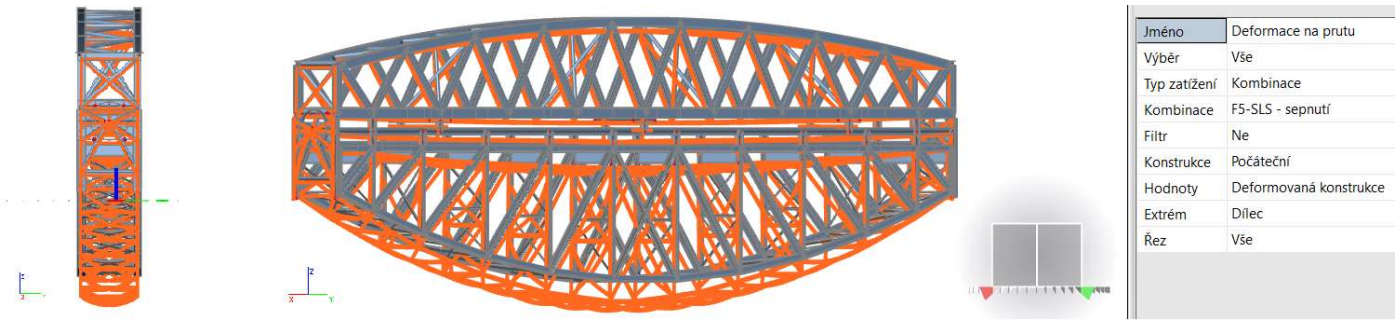
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F3-SLS - výsun - 1
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 3 – $u_x = 0,0$ mm; $u_y = -0,1$ mm; $u_z = -14,0$ mm

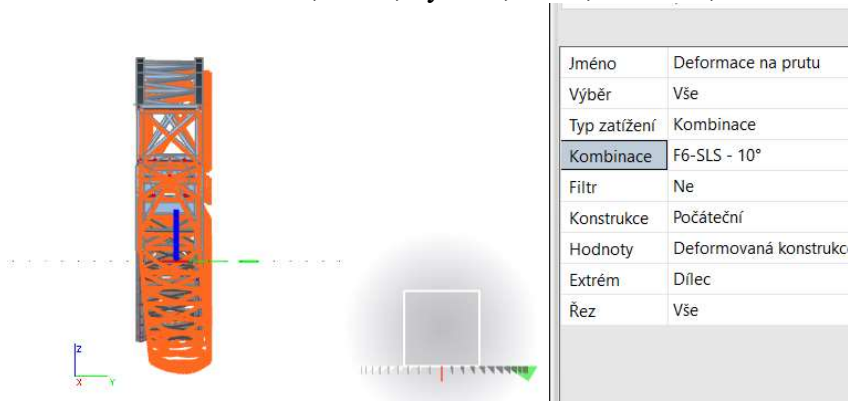


Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F4-SLS - výsun - 2
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

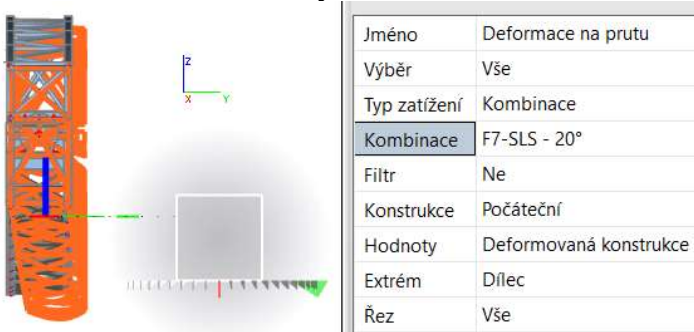
- Fáze 4 – $u_x = -0,6$ mm; $u_y = -0,1$ mm; $u_z = -22,4$ mm



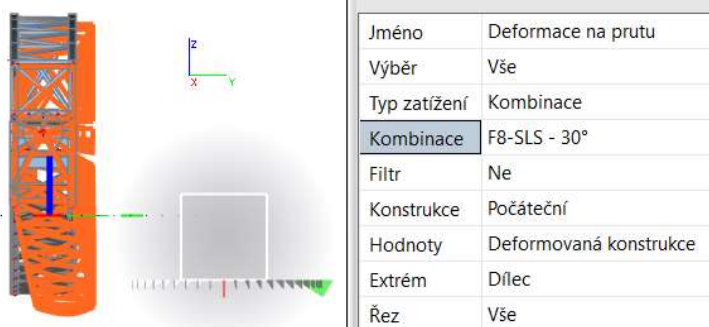
- Fáze 5 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = -0,5$ mm; $u_z = -19,6$ mm



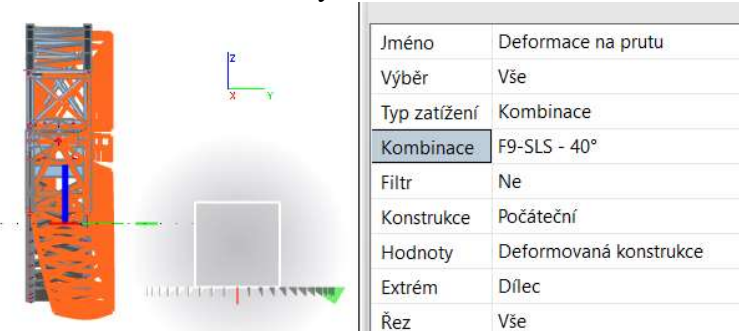
- Fáze 6 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = 8,5$ mm; $u_z = -17,7$ mm



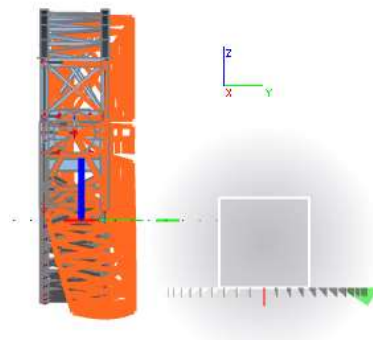
- Fáze 7 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = 17,4$ mm; $u_z = -17,2$ mm



- Fáze 8 – $u_x = -2,6$ mm; $u_y = 25,2$ mm; $u_z = -16,2$ mm

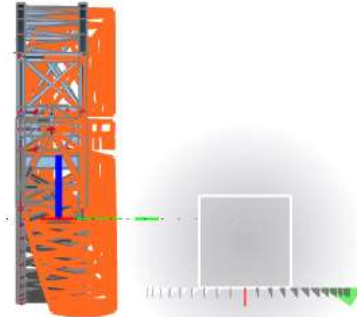


- Fáze 9 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = 33,1$ mm; $u_z = -14,9$ mm



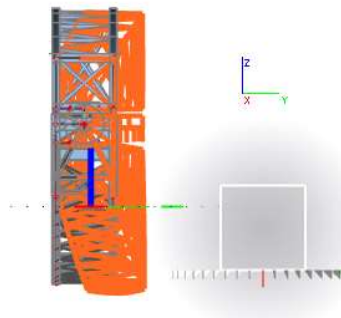
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F10-SLS - 50°
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 10 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = 39,6$ mm; $u_z = -13,4$ mm



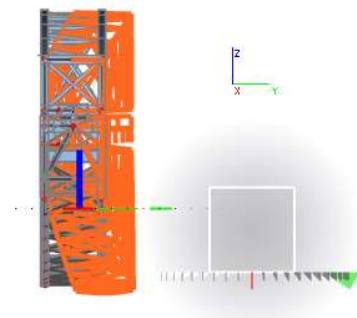
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F11-SLS - 60°
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 11 – $u_x = -2,0$ mm; $u_y = 44,8$ mm; $u_z = -11,6$ mm



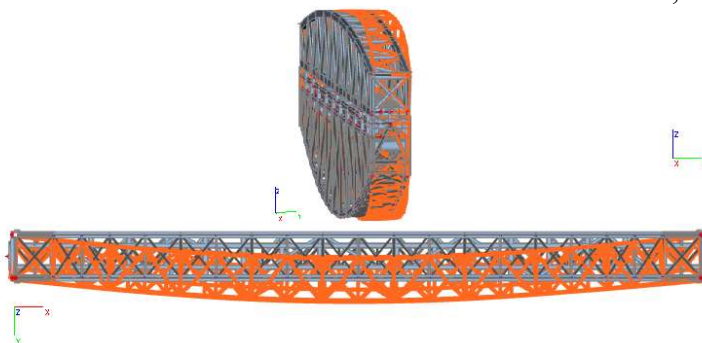
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F12-SLS - 70°
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 12 – $u_x = -1,4$ mm; $u_y = 48,6$ mm; $u_z = -9,8$ mm



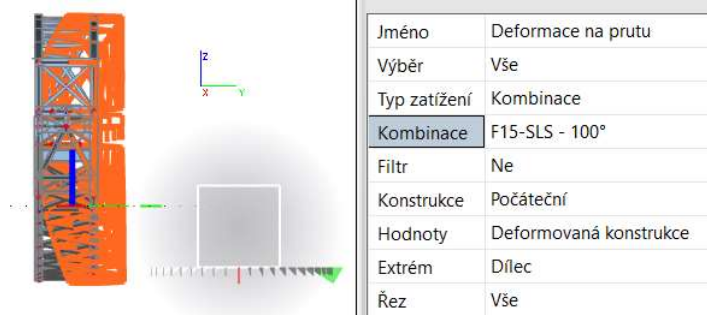
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F13-SLS - 80°
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 13 – $u_x = -1,0$ mm; $u_y = 51,1$ mm; $u_z = -7,8$ mm

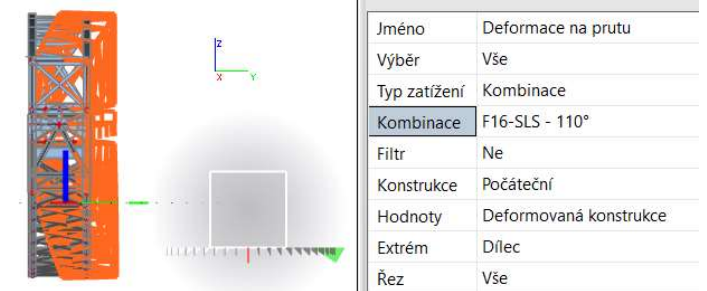


Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F14-SLS - 90°
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

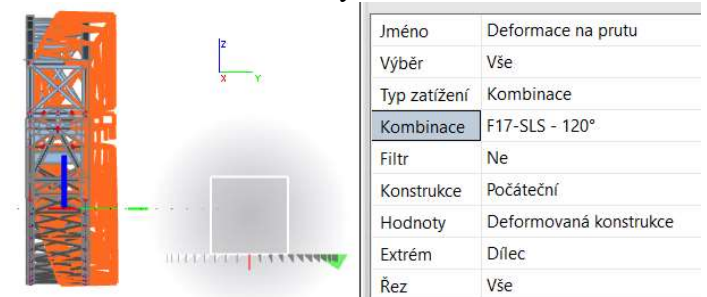
- Fáze 14 – $u_x = 0,0$ mm; $u_y = 52,0$ mm; $u_z = -5,8$ mm



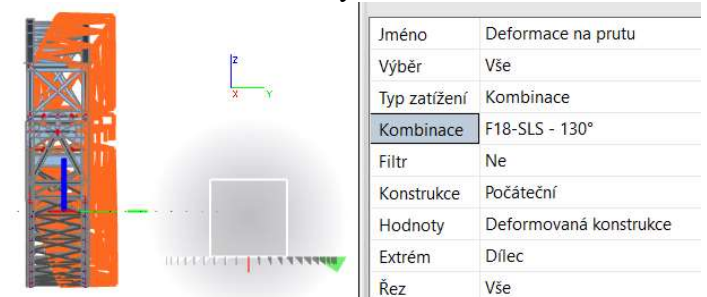
- Fáze 15 – $u_x = 0,5 \text{ mm}$; $u_y = 51,3 \text{ mm}$; $u_z = -3,8 \text{ mm}$



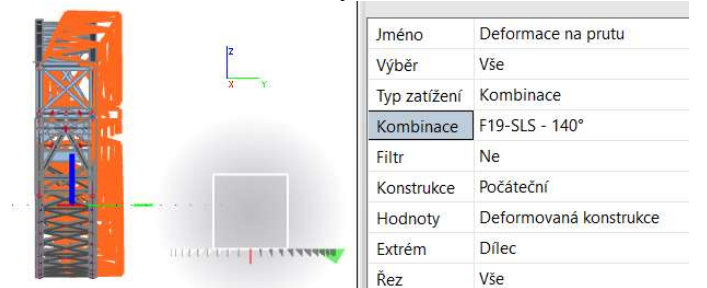
- Fáze 16 – $u_x = 0,7 \text{ mm}$; $u_y = 49,0 \text{ mm}$; $u_z = -2,0 \text{ mm}$



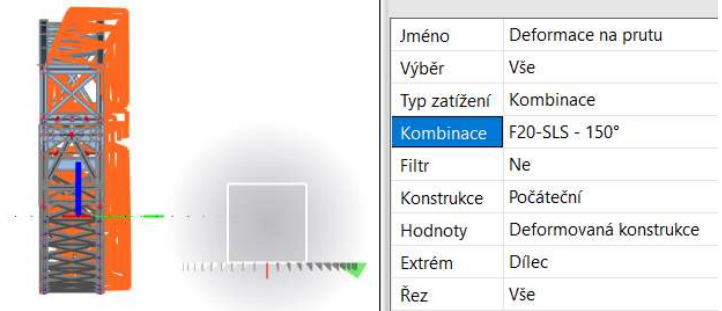
- Fáze 17 – $u_x = 1,3 \text{ mm}$; $u_y = 45,2 \text{ mm}$; $u_z = -0,2 \text{ mm}$



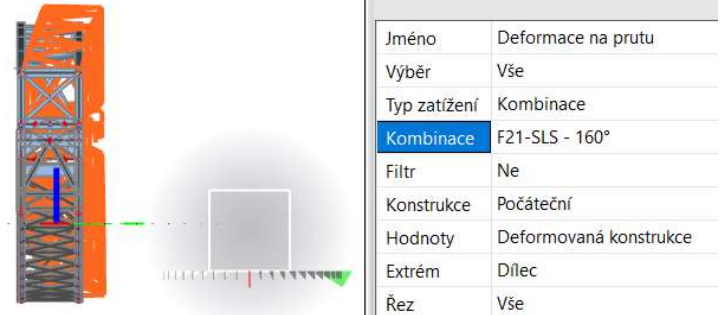
- Fáze 18 – $u_x = 1,7 \text{ mm}$; $u_y = 40,0 \text{ mm}$; $u_z = 2,4 \text{ mm}$



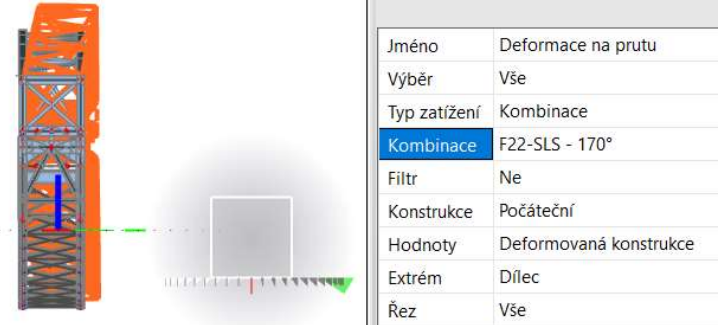
- Fáze 19 – $u_x = 2,0 \text{ mm}$; $u_y = 33,7 \text{ mm}$; $u_z = 4,3 \text{ mm}$



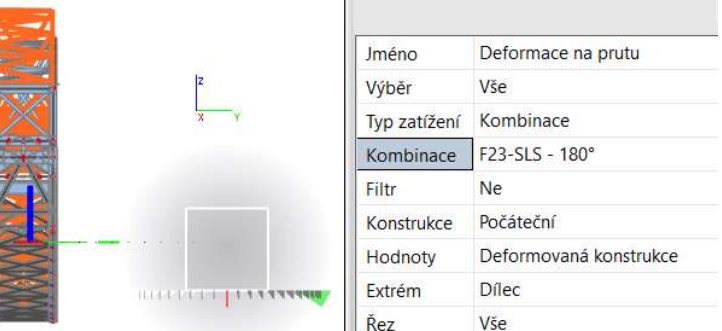
- Fáze 20 – $u_x = 2,0$ mm; $u_y = 26,1$ mm; $u_z = 6,1$ mm



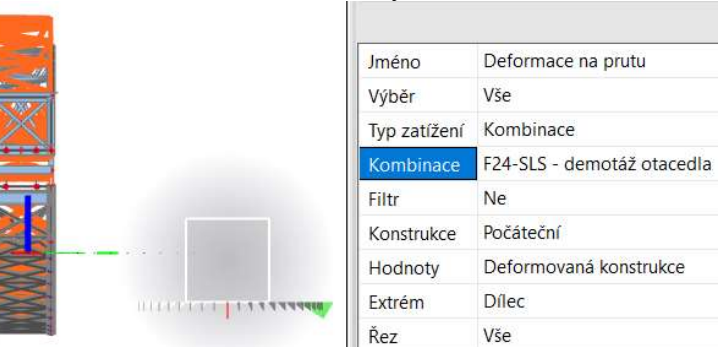
- Fáze 21 – $u_x = 0,5$ mm; $u_y = 18,1$ mm; $u_z = 7,2$ mm



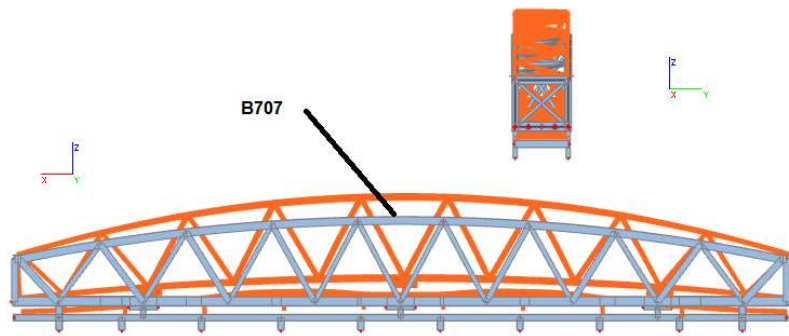
- Fáze 22 – $u_x = 2,5$ mm; $u_y = 9,4$ mm; $u_z = 7,8$ mm



- Fáze 23 – $u_x = 2,5$ mm; $u_y = 0,3$ mm; $u_z = 8,1$ mm

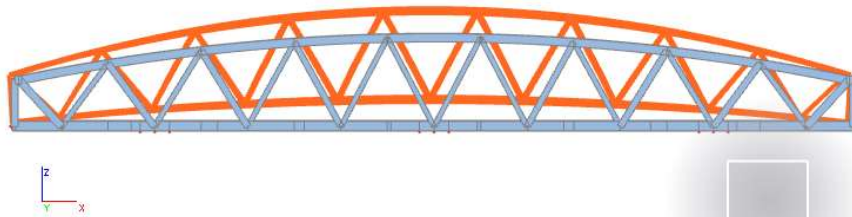


- Fáze 24 – B 25 - $u_x = 2,2$ mm; $u_y = 0,3$ mm; $u_z = 8,1$ mm
B 707 - $u_x = 2,2$ mm; $u_y = 0,1$ mm; $u_z = 15,6$ mm (popsán v následující fázi)



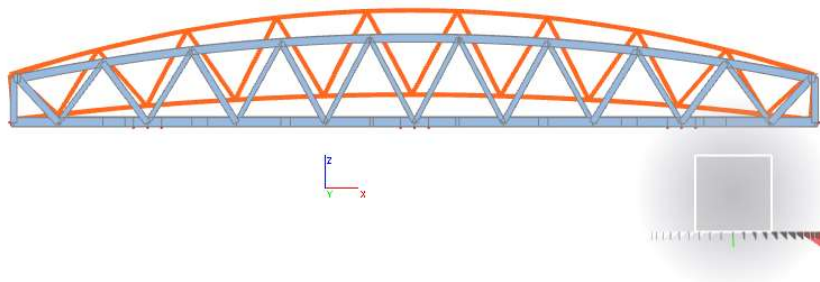
Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F25-SLS - demontáž původního mostu
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 25 – B 707 - $u_x = 2,5$ mm; $u_y = 0,1$ mm; $u_z = 16,2$ mm
B 25 – již demontován



Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F26-SLS - demontáž roštu
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 26 – $u_x = 2,5$ mm; $u_y = 0,1$ mm; $u_z = 16,2$ mm



Jméno	Deformace na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Kombinace
Kombinace	F27-SLS - finální stav + ostatní stálé
Filtr	Ne
Konstrukce	Počáteční
Hodnoty	Deformovaná konstrukce
Extrém	Dílec
Řez	Vše

- Fáze 27 – $u_x = 2,4$ mm; $u_y = 0,0$ mm; $u_z = 25,1$ mm
- Maximální posun Y: Fáze ST14 - 90°
 $u_y = 52,0$ mm - B25 – dolní pas SOK
- Maximální posun Z: Fáze ST27 - finální stav + ostatní stálé
 $u_z = 25,6$ mm - příčník horního pasu NOK
- Maximální výsledný posun (YZ): Fáze ST13 - 80°
 $u_{yz} = 56,6$ mm – ztužení svislé SOK
($57000/57 = 1000$)

11.) Srovnání variant

11.1 Obecně

Pro srovnání jsou využity tabulky, ve kterých jsou vnitřní síly varianty X porovnány s variantou č.1. Pokud se na konstrukci vlivem závěsů posunul extrém sil na jiné místo oproti variantě č. 1, jsou poměry ostatních sil v tabulce často řádově odlišné. Tyto hodnoty nemají pro výsledek srovnání žádný význam. Jediné, co indikují, je, že se extrém posunul. Důležité hodnoty pro srovnání jsou poměry extrémů daných kombinací a ty jsou v tabulkách „tučně“.

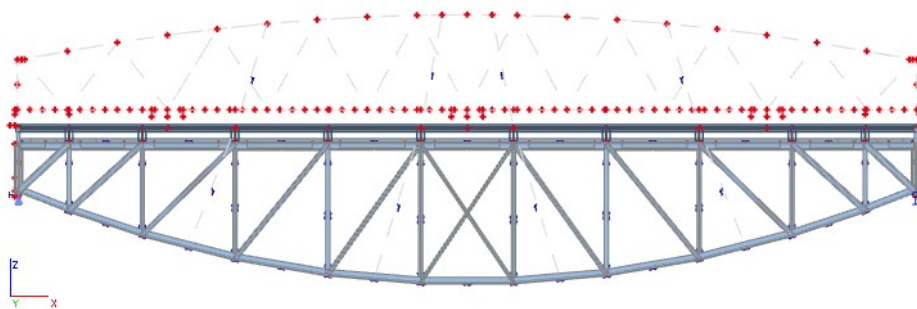
11.2 Varianta č.2

Zesiluje konstrukci soumostí pomocí 4 dlouhých pylonů (6 m od roštu), z nichž jsou mostní konstrukce zavěšeny na 8 závěsech (především v poloze 90°).

Rozdíly v modelu proti var. 1:

Upraveny fáze výstavby:

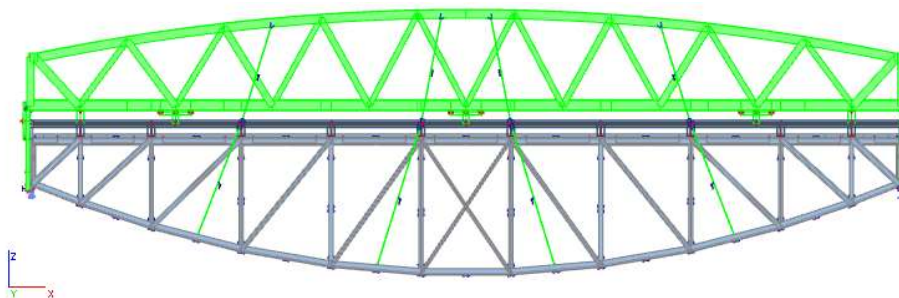
Fáze 3 Výsun



Obrázek 52 - fáze - ST3 - výsun - varianta č.2

Byla použita pouze dominantní poloha zatížení, odpovídající fázi „ST4 - výsun 2“ v hlavním modelu varianty č.1.

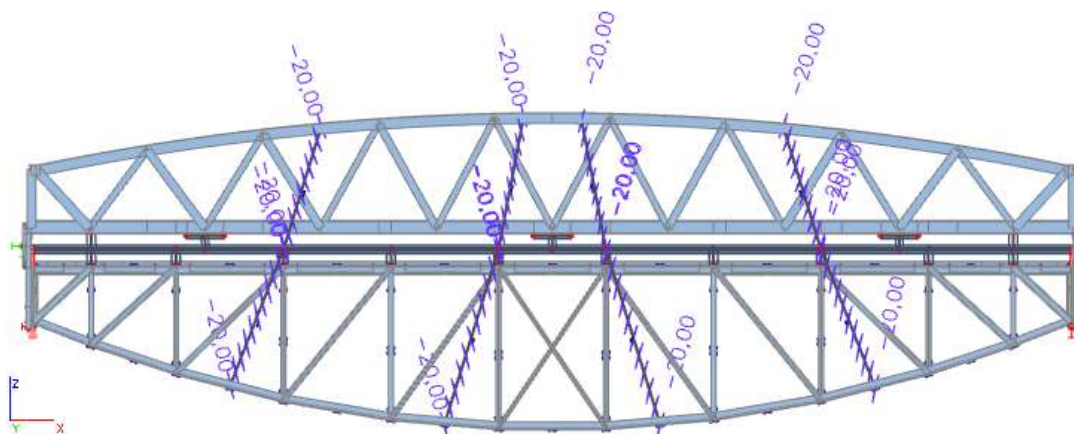
Fáze 4 Sepnutí



Obrázek 53 – fáze - ST4 - sepnutí varianta č.2

Přidána NOK, otáčedla a závěsy. Oproti var. 1 je v této fázi soumostí stále na ložiskách SOK.

Fáze 5 Předpětí



Obrázek 54 - fáze - ST5 - předpětí varianta č.2

Konstrukce soumostří je vyzdvižena z ložisek a podpírána pouze otáčedlem. Závěsy byly v modelu aktivovány silou 51.3 kN pro vyloučení tlaku v závěsech během otáčení. Síla byla do modelu vložena pomocí rovnoměrného ochlazení o 20 K.

Tyčové závěsy, var.2

$$\text{poloměr: } r := \frac{36}{2} \text{ mm}$$

$$\text{plocha průřezu: } A_a := r^2 \cdot \pi = 1018 \text{ mm}^2$$

$$\text{modul pružnosti: } E := 210 \text{ GPa}$$

$$\text{mez kluzu: } f_y := 460 \text{ MPa}$$

$$\text{souč. tep. roztažnosti: } \alpha := 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{zatížení ochlazením: } T := 20 \text{ K}$$

$$\text{Předpínací síla: } N := \alpha \cdot T \cdot E \cdot A_a = 51.301 \text{ kN}$$

$$\text{síla na mezi kluzu: } P := A_a \cdot f_y = 468.223 \text{ kN}$$

Obrázek 55 - Základní parametry předpínacích tyčí var.č.2

Následující fáze jsou totožné s hlavním modelem varianty č. 1

Pro srovnání vnitřních sil je použita tabulka viz. dále. Sloupce: N2/N1, My2/My1, Mz2/Mz1 představují poměr vnitřních sil ve variantách 2 a 1. Tučně jsou znázorněny poměry vnitřních sil příslušných extrémů dané kombinace (pro extrém N je tučně příslušný N2/N1). Kromě procentního srovnání je třeba brát v úvahu i velikosti jednotlivých sil. Pokud jsou procenta menší než 100 % je prvek var. č.2 méně využit a naopak.

SOK

Srovnání vnitřních sil na SOK variant č.1 a č.2 hlavního modelu.

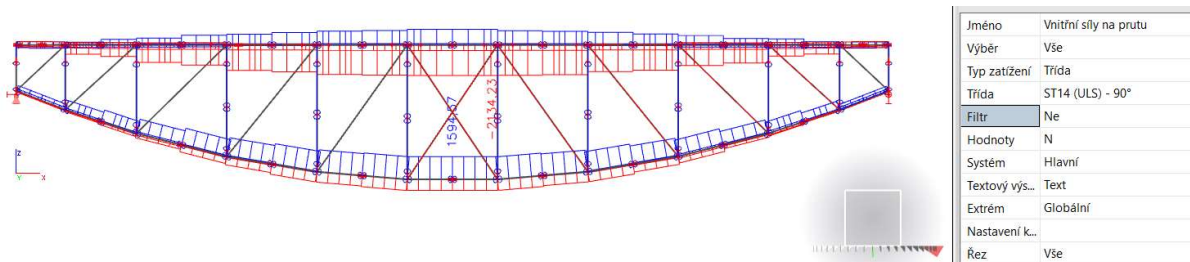
Fáze ST4 – výsun 2 (var.č.1) = Fáze ST3 – výsun (var.č.2)

SOK var.2		průřez	fáze MSÚ	extrém	N		Vy		Vz		Mx		My		My2/		Mz		Mz2/	
prvek					KN	N2/ N1	KN	KN	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	N	-2134	101%	15,53	-0,89	-2,26	-27	97,18	100%	7,08	-25,41	102%						
horní pas	horní pas u1,2,3 - kraj	ST24 - demontáž otáčedla	N	-351,9	136%	-1,78	-48,38	-0,97	97,18	100%	7,08	264%								
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	Mz	-2122	100%	-3,22	-0,91	-0,68	28,77	107%	-40,55	101%								
horní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST11 - 60°	N	1868,4	100%	5,76	0,2	-0,85	11,92	246%	25,16	117%								
horní pas	dolní pas u1	ST4 - výsun - 2	N	878,44	100%	-0,91	19,15	0	-29,19	100%	2,64	100%								
horní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST14 - 90°	Mz	1589,5	-212%	-0,89	0,36	0,75	8,61	314%	35,31	114%								
podélník	podélník	ST14 - 90°	N	-393,3	101%	-5,64	0,21	0	6,85	116%	3,89	101%								
podélník	podélník	ST14 - 90°	N	-72,82	103%	-10,87	27,28	-1,28	-53,13	103%	-3,14	116%								
podélník	podélník	ST4 - výsun - 2	Mz	-67,36	100%	-18,57	16,06	-0,49	-23,31	100%	16,59	100%								
diagonála	diagonála d1	ST4 - výsun - 2	N	-1099	100%	-5,54	-2,58	0	3,37	100%	17,01	100%								
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	N	-172,3	120%	9,1	15,58	0	-34,78	101%	-23,64	92%								
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	Mz	-80,18	85%	-11,11	-14,39	-0,01	-32,63	97%	-30,95	96%								
svislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	N	-1179	100%	1,25	0	0	0	-	0	-								
svislice	stojka v0	ST12 - 70°	N	138,21	94%	9,35	-61,8	-0,62	-61,72	98%	11,6	96%								
svislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	Mz	-83,82	100%	-32,23	2,28	-0,02	-3,05	100%	51,76	100%								
horní příčnik	přícník	ST14 - 90°	N	76,96	197%	-53,72	72,52	0,01	-133,3	114%	25,61	104%								
horní příčnik	přícník	ST4 - výsun - 2	Mz	2,05	100%	64,33	-29,95	0,02	-14,09	100%	31,5	100%								
dolní příčnik	dolní přícník 0	ST14 - 90°	N	-4,73	110%	-0,49	4,53	0	-8,17	96%	0,88	102%								
horní ztužení	horní ztužení1 - 2L1	ST14 - 90°	N	-243,4	101%	0	0	0	0	0%	0	0%								
dolní ztužení	dolní ztužení1	ST14 - 90°	N	-164,5	98%	0	0	0	0	0%	0	0%								
svislé ztužení	koncové ztužení	ST14 - 90°	N	-63,85	101%	0	0	0	0	0%	0	0%								

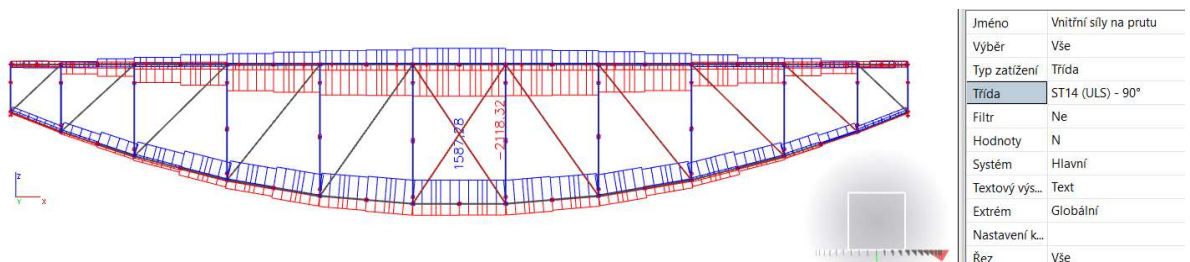
Tabulka 11- Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.2

Tabulka 11 srovnává velikosti extrémních sil na průřezích varianty č. 2 s hodnotami z varianty č.1.

Ze srovnání je patrné, že závěsy mají jen malý vliv na vnitřní síly v SOK, neboť se většina změn extrémů pohybuje do 10 %. Překvapivé však je, že vliv, seč malý je převážně negativní, a tak přitěžuje většinu prvků SOK. Obecně lze říci, že závěsy mají pozitivní vliv na dolní část konstrukce (především dolní ztužení), ale naopak přitěžují horní část (především horní příčník a horní ztužení).



Obrázek 56 - normálová síla na SOK - fáze ST14 - 90° var.č.2



Obrázek 57 - normálová síla na SOK - fáze ST14 - 90° var.č.1

NOK

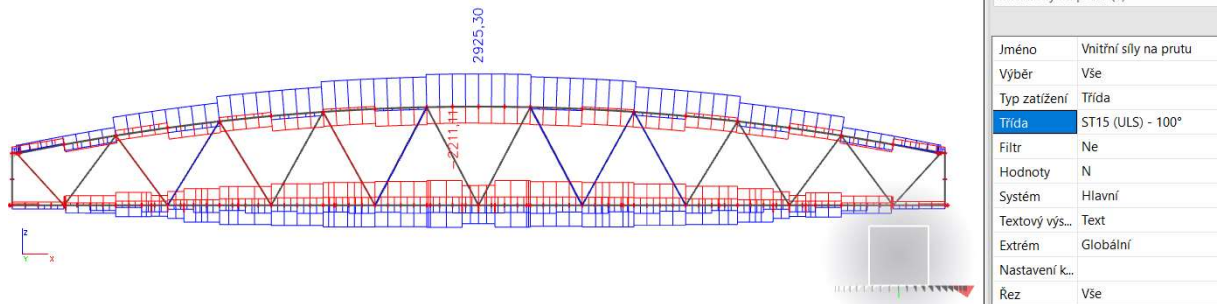
Srovnání vnitřních sil na NOK variant č.1 a č.2 hlavního modelu.

NOK var.2	průřez	MSÚ	extrem	N		Vy		Vz		Mx		My		My2/		Mz		Mz2/	
				KN	N2/ N1	KN	KN	KNm	KNm	MY1	KNm	Mz1	Mz1						
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	N	-2211	99%	18,81	-28,69	-8,07	39,47	99%	-31,31	93%							
horní pas	nový - horní pas	ST24 - demontáž otáčedla	My	-1007	101%	16,86	635,39	-6,66	389,39	102%	-15,52	128%							
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	Mz	710,87	99%	-59,52	50,33	11,2	7,03	169%	-115,9	103%							
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST17 - 120°	N	3030,3	100%	-0,19	-0,03	1,16	15,12	99%	54,31	100%							
dolní pas	nový - dolní pas 0	ST24 - demontáž otáčedla	My	30,44	54%	-2,73	1041,3	-2,44	-159,4	104%	-3,75	391%							
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST14 - 90°	Mz	-1796	100%	-5,34	-37,1	-1,19	17,54	53%	74,11	104%							
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	N	-754,5	99%	7,45	-0,14	-0,02	4,87	106%	10,18	99%							
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	My	-204,9	91%	46,17	45,07	0,01	76,83	102%	78,67	100%							
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	Mz	-101,7	74%	-89,03	36,64	-0,01	2,19	42%	-122,5	113%							
diagonála	nový - diagonála - 1	ST24 - demontáž otáčedla	N	-1219	104%	-9,24	-2,59	0	3,8	34%	51,65	103%							
diagonála	nový - koncová svislice	ST14 - 90°	My	164,25	143%	24,5	-22,13	-0,02	-50,04	101%	41,82	113%							
diagonála	nový - koncová svislice	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	-117,8	77%	57,23	-1,39	0,01	1,41	119%	100,27	104%							
horní příčnik	nový - příčnik 1 - horní	ST16 - 110°	My	-300,2	120%	-256,4	-164,1	0,01	197,06	106%	173,28	110%							
horní příčnik	nový - příčnik 1 - horní	ST15 - 100°	Mz	-25,8	89%	351,99	-42,17	0,18	67,23	93%	-188,4	106%							
dolní příčnik	nový - příčnik dole 0	ST14 - 90°	My	172,17	97%	-13,52	-18,63	0,02	36,78	92%	23,65	101%							
dolní příčnik	nový - příčnik dole 0	ST14 - 90°	Mz	181,04	98%	-13,52	-18,63	0,02	-30,31	91%	-25,01	100%							
horní ztužení	nový - horní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-338,7	102%	0,08	3,26	0	-7,12	102%	-0,21	100%							
dolní ztužení	nový - dolní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-561,9	98%	0,37	-0,36	0,15	1,94	97%	1,69	99%							
prstorové ztužení	nový - prostor ztužení 1	ST14 - 90°	N	-265,4	98%	-2,55	-0,34	2,15	0,62	95%	-5,19	100%							

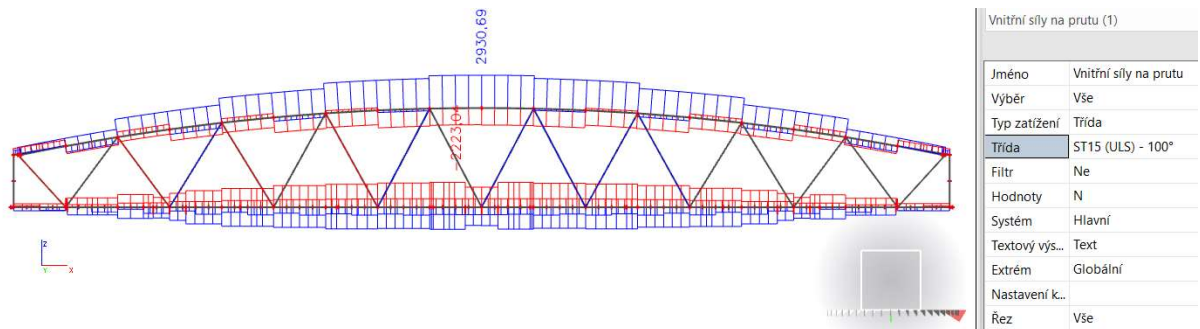
Tabulka 12 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.2

Tabulka srovnává velikosti extrémních sil na průřezech varianty č. 2 s hodnotami z varianty č.1.

Ze srovnání plyne, že závěsy nemají veliký vliv ani na NOK. Nicméně je vliv obdobně jako u SOK spíše negativní a mírně přitěžuje prvky NOK. Vzhledem k obecně nízkému využití průřezů by však i var.č.2 vyhověla bez větších problémů.



Obrázek 58 - normálová síla na NOK - fáze ST15 - 100° var.č.2



Obrázek 59 - normálová síla na NOK - fáze ST15 - 100° var.č.1

Rošt

Srovnání vnitřních sil na roštu pro varianty č.1 a č.2 hlavního modelu.

Fáze ST4 – výsun 2 (var.č.1) = Fáze ST3 – výsun (var.č.2)

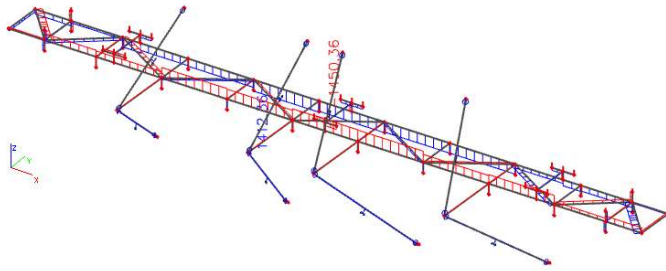
Fáze ST5 – sepnutí (var.č.1) = Fáze ST5 – předpětí (var.č.2)

Rošt var.2		průřez	průřez	fáze	extrém	N	N2/N1	Vy	Vz	Mx	My	My2/My1	Mz	Mz2/Mz1
				MSÚ		kN		kN	kN	kNm	kNm		kNm	
podélník		roští1 - HEB500	ST14 - 90°	N	-1450	104%	9,46	80,42	0,02	-135,7	234%	-9,29	192%	
podélník		roští1 - HEB500	ST4 - výsun - 2	My	-603,9	101%	1,17	-194,3	0,01	-349,9	100%	-0,05	83%	
podélník		roští1 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	114,21	96%	-16,95	-28,31	0,03	-7,48	105%	-26,23	100%	
spojka		rošt nožička1 - HEB300	ST14 - 90°	N	-433,3	101%	3,97	3,8	0	-9,1	98%	2,18	97%	
spojka		roští2 - HEB500	ST24 - demontáž otáčedla	My	-526,4	107%	8,3	580,16	0,03	453,23	101%	5,48	108%	
spojka		roští2 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	182,3	74%	64,48	119,92	0,08	-87,08	117%	-35,89	94%	
koncový příčník		roští4 - RHSS00/300/16.0	ST5 - sepnutí	N	-229,3	78%	-0,28	-4,64	0	-8,45	76%	3,87	79%	
koncový příčník		roští4 - RHSS00/300/16.0	ST23 - 180°	My	345,95	124%	-0,34	-0,73	-0,12	17,84	116%	4,69	120%	
koncový příčník		roští4 - RHSS00/300/16.0	ST14 - 90°	Mz	-235,4	101%	9,32	-5,44	-6,68	5,48	101%	-19,76	99%	
ztužidlo		roští3 - MSRR244.5x16.0	ST14 - 90°	N	-799,2	101%	-0,03	1,5	0,46	-1,41	93%	-1,28	108%	
záves		RD - 36	ST17 - 120°	N	41,37	-	0	0	0	0	-	0	-	

Tabulka 13 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.2

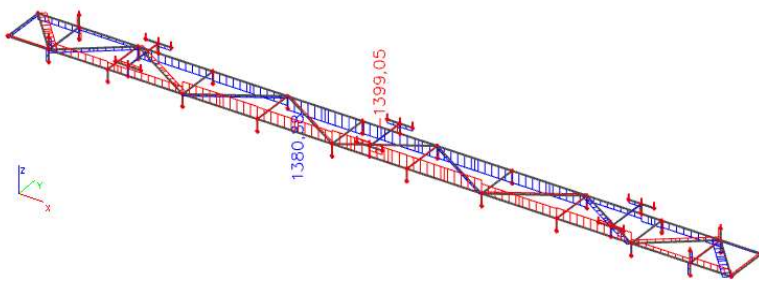
Tabulka srovnává velikosti extrémních sil na průřezech varianty č. 2 s hodnotami z varianty č.1.

Na první pohled se může zdát, že alespoň na roštu se projeví závěsy významněji, ale je nutno brát v potaz, že využití koncového příčnicku nedosahuje ani 10 %. Proto si troufám říci, že vliv závěsů ve variantě 2 je velice malý a spíše nepříznivý.



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

Obrázek 60 - normálová síla na roštu - fáze ST14 - 90° var.č.2



Jméno	Vnitřní síly na prutu
Výběr	Vše
Typ zatížení	Třída
Třída	ST14 (ULS) - 90°
Filtr	Ne
Hodnoty	N
Systém	Hlavní
Textový výs...	Text
Extrém	Globální
Nastavení k...	
Řez	Vše

Obrázek 61 - normálová síla na roštu - fáze ST14 - 90° var.č.1

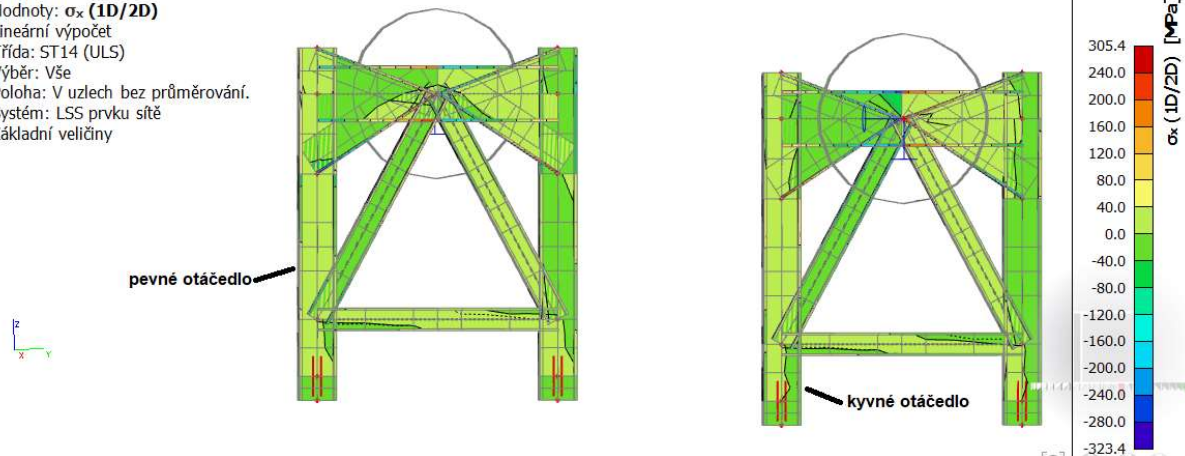
Rotor otáčedla

Srovnání napětí na rotoru otáčedla ve fázi ST14 90° pro varianty č.1 a č.2 hlavního modelu.

Pro srovnání byla zvolena fáze 90°, ve které mají závěsy největší vliv.

3D napětí

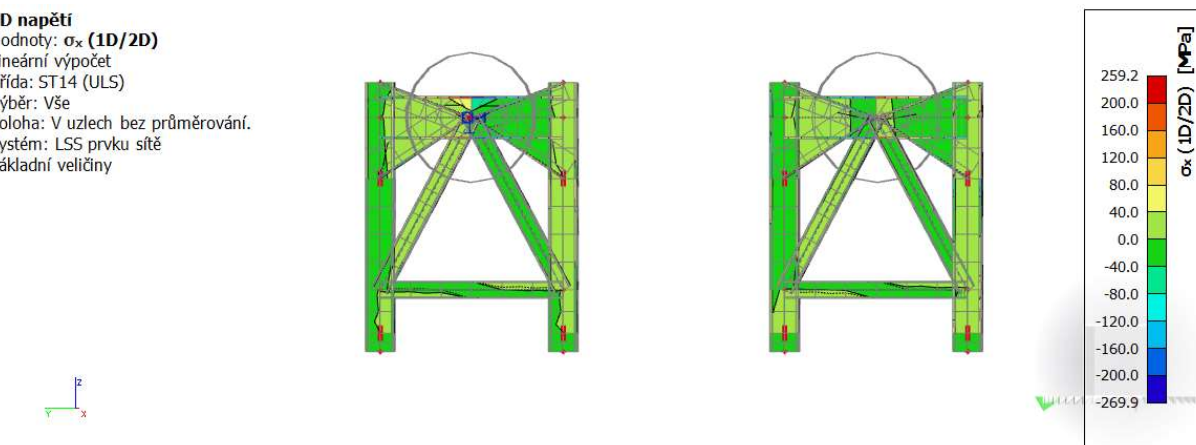
Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST14 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku síť
Základní veličiny



Obrázek 62 - ST14 - 90° - varianta č.2

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST14 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku síť
Základní veličiny



Obrázek 63 - ST14 - 90° - varianta č.1

Z obrázků je patrné, že vliv závěsů na otáčedlo je nepříznivý a zdá se být i poměrně významný. Nicméně model rotoru je natolik zjednodušen, že je nutno brát tento výstup s patřičným odstupem.

Detaily

Srovnání vnitřních sil na působících v detailech společných pro varianty č.1 a č.2.

Detaily, var. č.2											
název	fáze	extrém	N	N2/ N1	Vy	Vz	Mx	My	My2/ My1	Mz	Mz2/ Mz1
	MSÚ		kN		kN	kN	kNm	kNm		kNm	
Spojka roštu x SOK	ST16 - 110°	N	235,1	91%	56,84	-330	-0,05	-120	100%	20,07	99%
Spojka roštu x SOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	-425	111%	11,32	-311	0	-149	98%	7,81	100%
Spojka roštu x SOK	ST14 - 90°	Mz	-240	112%	63,73	21,88	0,04	34,62	89%	24,03	99%
Spojka roštu x NOK	ST15 - 100°	N	210,6	85%	34,25	-46,8	-0,09	4,49	16%	8,5	38%
Spojka roštu x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	-526	107%	8,3	580,2	0,03	453,2	101%	5,48	108%
Spojka roštu x NOK	ST14 - 90°	Mz	-264	111%	57,53	495,7	-0,09	222,9	103%	20,24	90%
Spojka roštu x rošt	ST16 - 110°	N	234,3	91%	58,94	-330	-0,05	177,8	104%	-32	93%
Spojka roštu x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	49,26	129%	10,66	399,5	0,03	-250	101%	-1,69	141%
Spojka roštu x rošt	ST14 - 90°	Mz	182,3	73%	64,48	119,9	0,08	-87,1	66%	-35,9	97%
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	N	59,99	123%	0,18	-518	-0,04	193,7	100%	0	-
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	59,55	123%	6,08	523,1	-0,04	-196	101%	-0,09	180%
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	N,My	58,05	122%	6,08	523,1	-0,04	185,5	100%	4,35	407%
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	58,05	-28%	6,08	523,1	-0,04	185,5	168%	4,35	42%
Montážní spoj roštu	ST14 - 90°	N	1412	102%	1,7	4,42	0,01	20,43	50%	9,48	3386%
Montážní spoj roštu	ST4 - výsun - 2	My	-604	101%	1,17	-194	0,01	-350	100%	-0,05	83%

Tabulka 14 - Extrémy vnitřních sil pro jednotlivé detaily pro variantu č.2

Tabulka srovnává velikosti extrémních sil v jednotlivých detailech společných pro obě varianty. Hodnoty řádově velkých poměrů jsou způsobeny posunem extrémních sil na jiné místo v konstrukci, tím pádem jsou ostatní vnitřní síly nesrovnatelné.

Vliv závěsů na detaily bych hodnotil jako pozitivní hlavně proto, že klesly síly ve spojích roštu k mostním konstrukcím. Nicméně vliv je stále poměrně malý a neúplně jednoznačný z hlediska toho, kde škodí a kde pomáhá.

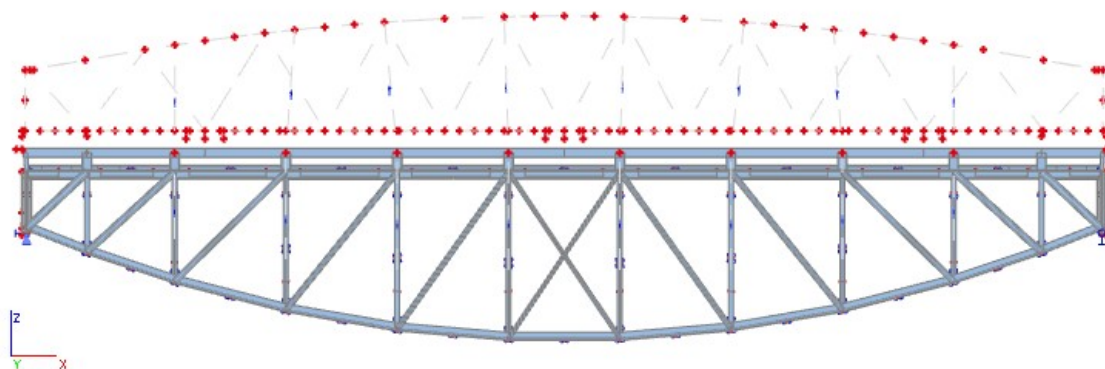
11.3 Varianta č.3

Zesiluje konstrukci soumostí pomocí 8 krátkých pylonů (3 m od roštu), z nichž jsou mostní konstrukce zavěšeny na 16 závěsech (především v poloze 90°).

Rozdíly v modelu proti var. 1:

Upraveny fáze výstavby (totožné se změnami ve variantě č.2):

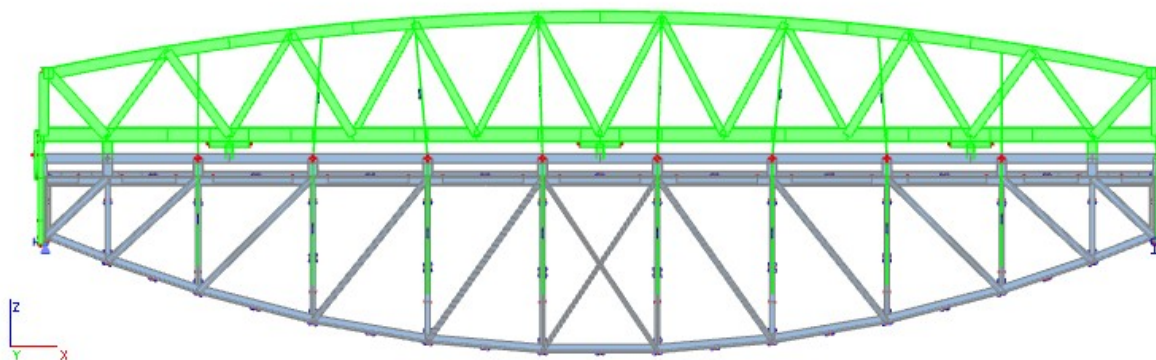
Fáze 3 Výsun



Obrázek 64 - fáze - ST3 - výsun - varianta č.3

Byla použita pouze dominantní poloha zatížení odpovídající fázi „ST4 - výsun 2“ v hlavním modelu varianty č.1.

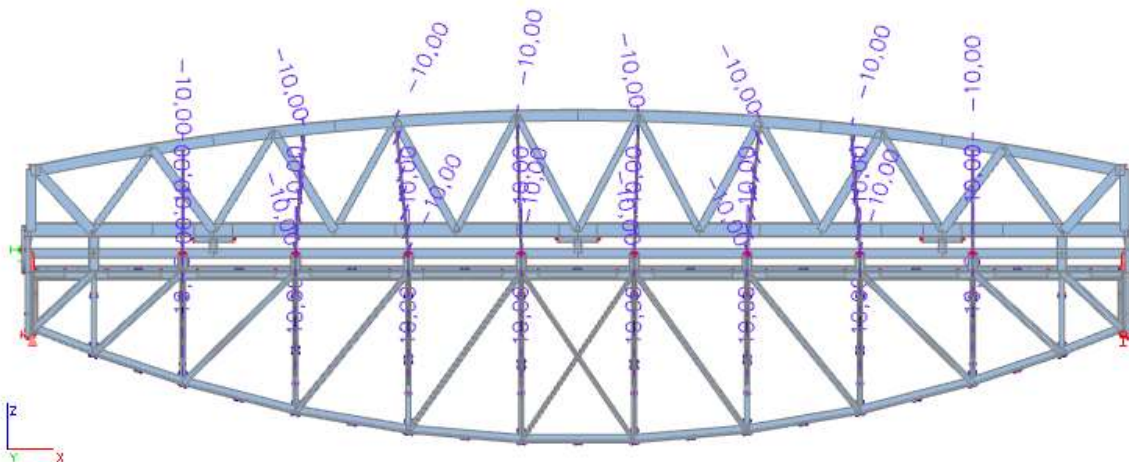
Fáze 4 Sepnutí



Obrázek 65 – fáze - ST4 - sepnutí varianta č.3

Přidána NOK, otáčedla a závěsy. Oproti var. 1 je v této fázi soumostí stále na ložiskách SOK.

Fáze 5 Předpětí



Obrázek 66 - fáze - ST5 - předpětí varianta č.3

Konstrukce soumostří je vyzdvižena z ložisek a podpírána pouze otáčedlem. Závěsy byly v modelu aktivovány silou 25,65 kN pro vyloučení tlaku v závěsech během otáčení. Síla byla do modelu vložena pomocí rovnoměrného ochlazení o 10 K.

Tyčové závěsy, var.3

$$\text{poloměr: } r := \frac{36}{2} \text{ mm}$$

$$\text{plocha průřezu: } A_a := r^2 \cdot \pi = 1018 \text{ mm}^2$$

$$\text{modul pružnosti: } E := 210 \text{ GPa}$$

$$\text{mez kluzu: } f_y := 460 \text{ MPa}$$

$$\text{souč. tep. roztažnosti: } \alpha := 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{zatížení ochlazením: } T := 10 \text{ K}$$

$$\text{Předpínací síla: } N := \alpha \cdot T \cdot E \cdot A_a = 25.65 \text{ kN}$$

$$\text{síla na mezi kluzu: } P := A_a \cdot f_y = 468.223 \text{ kN}$$

Obrázek 67 - Základní parametry předpínacích tyčí var.č.3

Následující fáze jsou totožné s hlavním modelem varianty č. 1

Pro srovnání vnitřních sil je použita tabulka viz. dále. Sloupce: N3/N1, My3/My1, Mz3/Mz1 představují poměr vnitřních sil ve variantách 3 a 1. Tučně jsou znázorněny poměry vnitřních sil příslušných extrémů dané kombinace (pro extrém N je tučně příslušný N3/N1). Kromě procentního srovnání je třeba brát v úvahu i velikosti jednotlivých sil. Pokud jsou procenta menší než 100 %, je prvek var. č.3 méně využit a naopak.

SOK

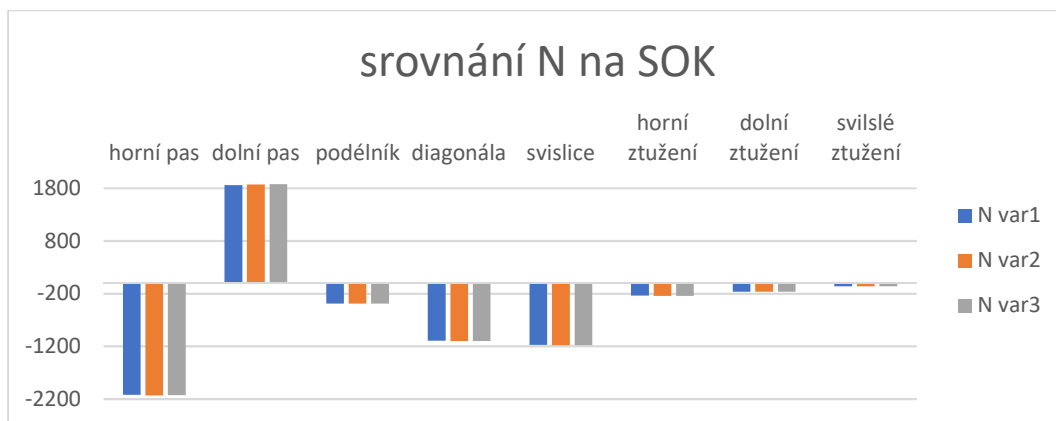
Srovnání vnitřních sil na SOK variant č.1 a č.3 hlavního modelu.

Fáze ST4 – výsun 2 (var.č.1) = Fáze ST3 – výsun (var.č.3)

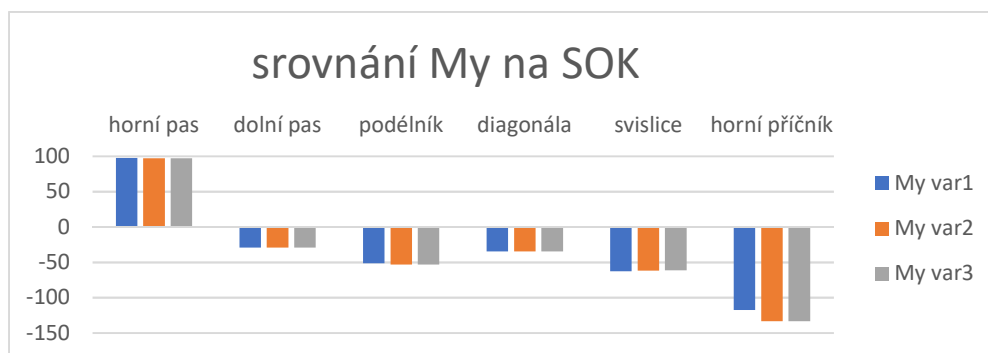
SOK var.3		průřez	fáze	extrém	N	N3/ N1	Vy	Vz	Mx	My	My3/ My1	Mz	Mz3/ Mz1
prvek			MSÚ		kN	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	N	-2128	100%	15,51	-0,77	-2,26	-26,52	94%	-24,98	100%	
horní pas	horní pas u1,2,3 - kraj	ST24 - demontáž otáčedla	My	-283,3	110%	-0,92	-48,03	-0,94	97,2	100%	4,18	156%	
horní pas	horní pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	Mz	-2053	97%	-2,32	0,4	-0,52	29,32	109%	-40,37	101%	
dolní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST11 - 60°	N	1872,7	101%	4,73	0,1	-0,71	4,85	100%	21,64	101%	
dolní pas	dolní pas u1	ST4 - výsun - 2	My	876,5	100%	-0,91	19,17	0	-29,1	100%	2,64	100%	
dolní pas	dolní pas u3,4,5,6	ST14 - 90°	Mz	-765,2	102%	0,22	-0,45	-0,28	3,19	116%	30,96	100%	
podélník	podélník	ST14 - 90°	N	-392,8	101%	-5,65	0,19	0	7,49	127%	3,92	102%	
podélník	podélník	ST14 - 90°	My	-72,9	103%	-10,95	27,62	-1,28	-53,19	103%	-3,09	114%	
podélník	podélník	ST4 - výsun - 2	Mz	-67,47	100%	-18,6	16,08	-0,5	-23,36	100%	16,62	101%	
diagonála	diagonála d1	ST4 - výsun - 2	N	-1102	101%	-5,55	-2,58	0	3,38	101%	17,04	100%	
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	My	-168,5	117%	9,08	15,35	0	-34,44	100%	-23,56	92%	
diagonála	diagonála d1	ST14 - 90°	Mz	-76,71	81%	-11,2	-14,29	-0,01	-32,65	97%	-31,23	97%	
svislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	N	-1181	101%	1,22	0	0	0	0%	0	0%	
svislice	stojka v0	ST12 - 70°	My	135,76	92%	9,13	-61,28	-0,62	-61,14	97%	11,19	92%	
svislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	Mz	-83,96	101%	-32,28	2,28	-0,02	-3,05	100%	51,86	101%	
horní příčník	příčník	ST14 - 90°	My	77,2	197%	-53,74	72,78	0,01	-133,5	114%	25,61	104%	
horní příčník	příčník	ST4 - výsun - 2	Mz	2,04	100%	64,44	-29,96	0,02	-14,08	100%	31,55	101%	
dolní příčník	dolní příčník 0	ST14 - 90°	My	-4,48	104%	-0,49	4,47	0	-8,06	95%	0,88	102%	
horní ztužení	horní ztužení1 - 2LT	ST14 - 90°	N	-245,5	102%	0	0	0	0	0%	0	0%	
dolní ztužení	dolní ztužení1	ST14 - 90°	N	-163,4	97%	0	0	0	0	0%	0	0%	
svislé ztužení	koncové ztužení	ST14 - 90°	N	-63,21	100%	0	0	0	0	0%	0	0%	

Tabulka 15 - Extrémy vnitřních sil na SOK pro variantu č.3

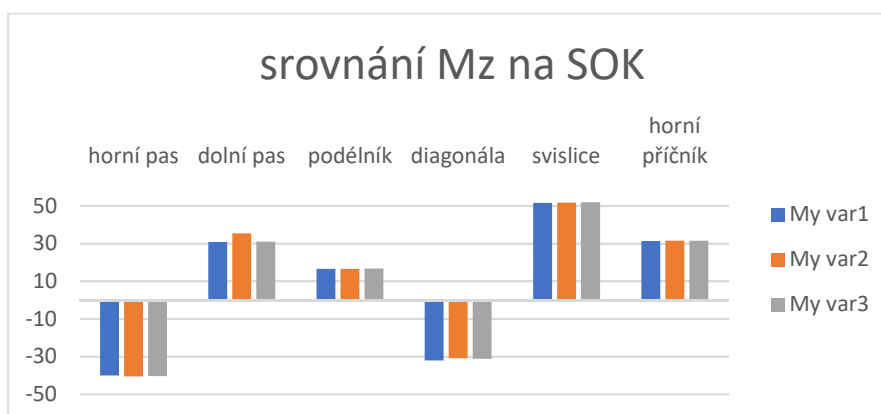
Tabulka srovnává velikosti extrémních sil na průřezu s hodnotami z varianty č.1. Varianta č.3 je účinkem na SOK velice podobná variantě č.2. Ani jedna varianta pro SOK nepřináší žádný znatelný benefit ve snížení vnitřních sil. Pravděpodobně to způsobuje relativně dobrá tuhost konstrukcí (SOK a NOK) ve všech směrech díky komplexnímu ztužení konstrukcí. Závěsy mírně odlehčí dolní pás konstrukce, avšak přitíží hornímu pasu (středu otáčení), kam se koncentruje větší napětí. Zdá se, že především na hlavní příčníc mají závěsy negativní vliv.



Obrázek 68 – Srovnání N na SOK pro všechny varianty



Obrázek 69- Srovnání My na SOK pro všechny varianty



Obrázek 70 - Srovnání Mz na SOK pro všechny varianty

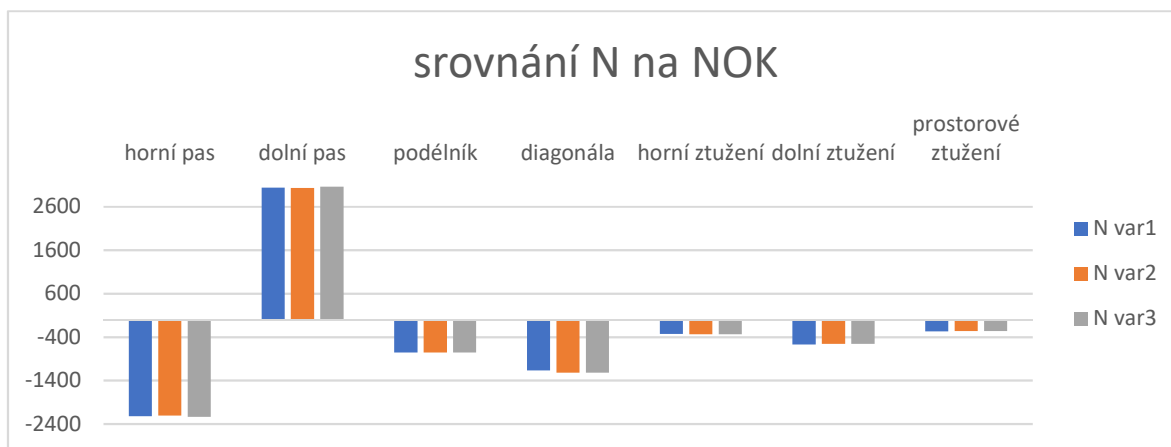
NOK

Srovnání vnitřních sil na NOK variant č.1 a č.3 hlavního modelu.

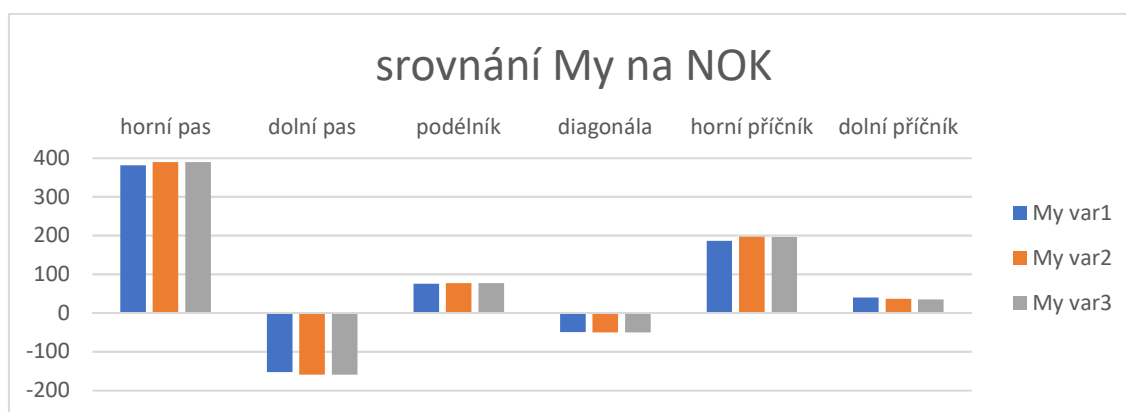
prvek	průřez	MSÚ	extrem	N		Vy		Vz		Mx		My		Mv3/		Mz		Mz3/		
				KN	N3/ N1	KN	KN	KN	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm	KNm
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	N	-2235	101%	17,87	-29,33	-7,4	41,67	104%	-32,12	96%								
horní pas	nový - horní pas	ST24 - demontáž otáčedla	My	-1011	102%	16,37	636,09	-6,23	389,68	102%	-15,55	129%								
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	Mz	714,69	100%	-59,19	50,49	10,84	6,8	163%	-115,6	103%								
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST17 - 120°	N	3059,2	101%	-0,17	-0,04	1,12	15,37	101%	55,1	101%								
dolní pas	nový - dolní pas 0	ST24 - demontáž otáčedla	My	59,11	104%	5,31	-1047	-9,97	-159,6	104%	0,92	96%								
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST14 - 90°	Mz	-1813	101%	-3,86	-38,98	-0,18	32,29	98%	70,35	99%								
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST15 - 100°	N	-760,4	100%	6,99	-0,51	-0,02	5,67	123%	10,22	99%								
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	My	-203,4	90%	46,26	45,11	0,01	77,07	102%	78,77	100%								
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	Mz	-101,9	74%	-89,27	36,81	-0,01	2,19	42%	-122,9	113%								
diagonála	nový - diagonála - 1	ST24 - demontáž otáčedla	N	-1218	104%	-9,45	-5,05	0	12,4	110%	52,53	104%								
diagonála	nový - koncová svislice	ST14 - 90°	My	168,12	146%	24,63	-21,97	-0,02	-49,97	101%	41,97	113%								
diagonála	nový - koncová svislice	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	-118,7	77%	57,2	-1,35	0	1,4	119%	100,21	104%								
horní příčník	nový - příčník 1 - horní	ST16 - 110°	My	-301,1	121%	-256,8	-164	0,01	196,47	106%	173,56	110%								
horní příčník	nový - příčník 1 - horní	ST15 - 100°	Mz	-24,37	84%	352,29	-40,3	0,18	63,85	88%	-188,6	106%								
dolní příčník	nový - příčník dole 0	ST14 - 90°	My	169,59	96%	-13,45	-17,86	0,02	35,36	89%	23,53	100%								
dolní příčník	nový - příčník dole 0	ST14 - 90°	Mz	168,28	91%	13,01	-15,05	-0,03	-24,12	73%	24	96%								
horní ztužení	nový - horní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-339,9	103%	0,08	3,25	0	-7,13	103%	-0,21	100%								
dolní ztužení	nový - dolní ztužení 1	ST14 - 90°	N	-554,6	97%	0,38	-0,28	0,13	1,74	87%	1,68	99%								
prostorové ztužení	nový - prostor ztužení 1	ST14 - 90°	N	-262,5	97%	-2,56	-0,34	2,15	0,63	97%	-5,21	101%								

Tabulka 16 - Extrémy vnitřních sil na NOK pro variantu č.3

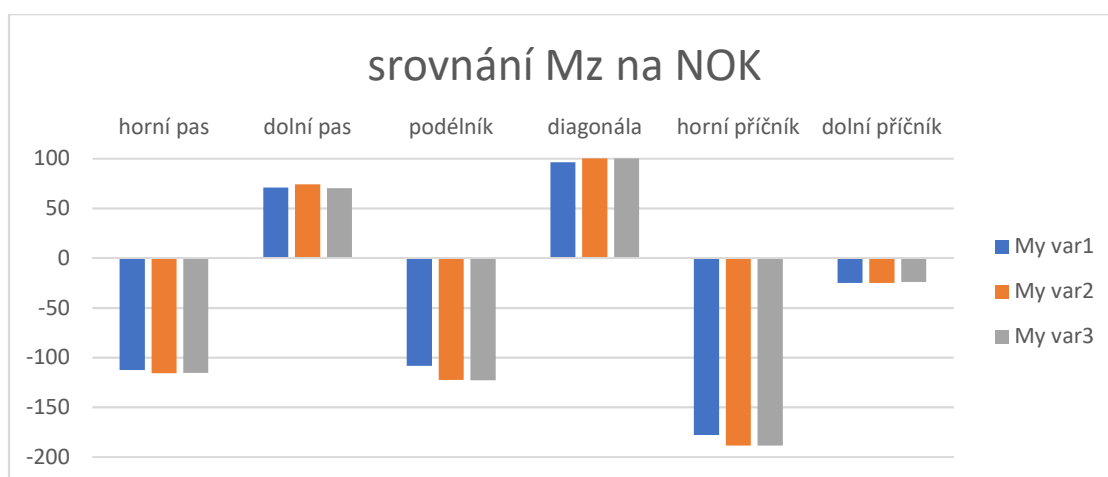
Vliv závěsů opět není zásadní na vnitřní síly v průřezech, vzhledem k nízkému využití profilů NOK. Závěsy opět mírně pomáhají dolnímu ztužení, a naopak škodí hornímu pasu.



Obrázek 71 - Srovnání N na NOK pro všechny varianty



Obrázek 72 - Srovnání My na NOK pro všechny varianty



Obrázek 73 - Srovnání Mz na NOK pro všechny varianty

Rošt

Srovnání vnitřních sil na roštu pro varianty č.1 a č.3 hlavního modelu.

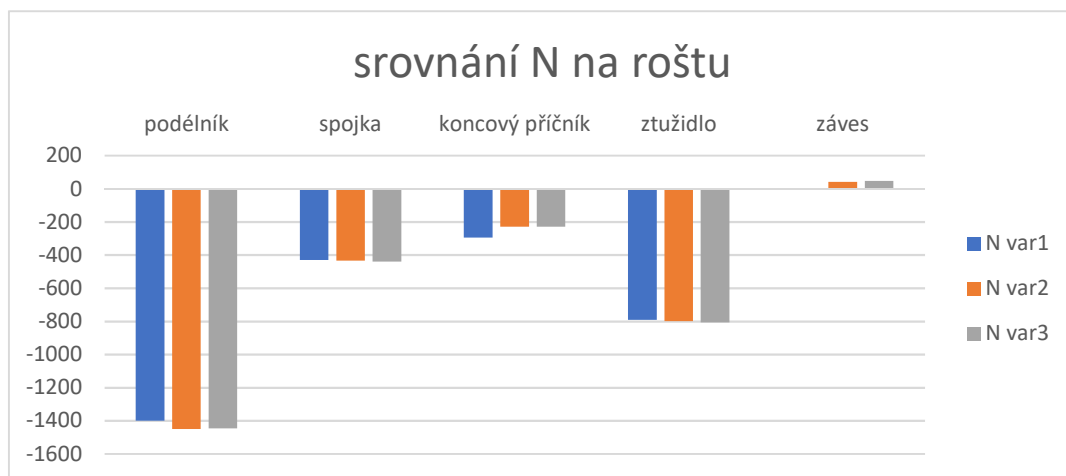
Fáze ST4 – výsun 2 (var.č.1) = Fáze ST3 – výsun (var.č.3)

Fáze ST5 – sepnutí (var.č.1) = Fáze ST5 – předpětí (var.č.3)

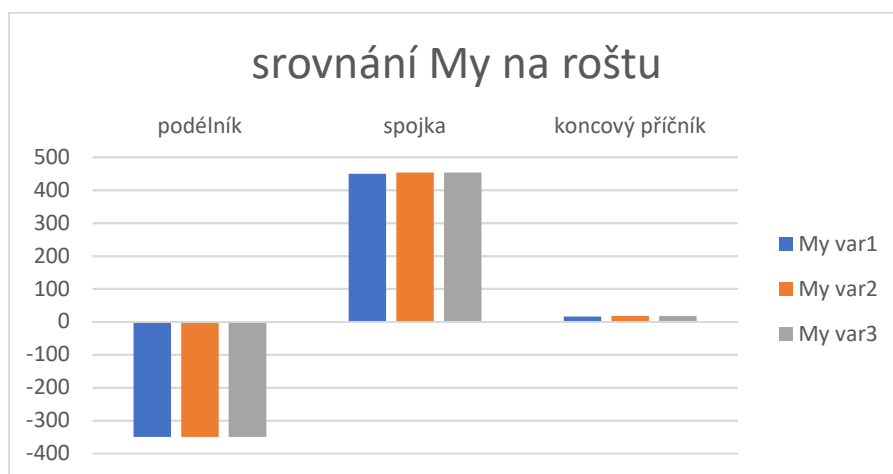
Rošt var.3		průřez	fáze MSÚ	extrém	N	N3/N1	Vy	Vz	Mx	My	MV3/ MV1	Mz	Mz3/ Mz1
prvek					kN		kN	kN	kNm	kNm		kNm	kNm
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	N	-1446	103%	7,42	74,93	-0,03	-126,9	219%	-4,28	88%	
podélník	rošt1 - HEB500	ST4 - výsun - 2	My	-606,2	101%	1,17	-194,3	0,01	-349,9	100%	-0,05	83%	
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	112,8	95%	-16,94	-28,06	0,03	-7,36	104%	-26,31	100%	
spojka	rošt nožička1 - HEB300	ST14 - 90°	N	-440,5	103%	3,67	3,9	0	-9,09	98%	2,24	100%	
spojka	rošt2 - HEB500	ST24 - demontáž otáčedla	My	-527,2	107%	7,86	579,76	0,03	453,38	101%	5,24	103%	
spojka	rošt2 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	166,06	68%	62,04	118,98	0,08	-86,34	116%	-34,66	90%	
koncový příčnick	rošt4 - RHSS500/300/16.0	ST5 - sepnutí	N	-229,6	78%	0,11	-3,8	-0,08	-9,93	89%	-3,53	72%	
koncový příčnick	rošt4 - RHSS500/300/16.0	ST23 - 180°	My	346,9	124%	-0,27	-0,09	0,08	17,97	117%	4,74	121%	
koncový příčnick	rošt4 - RHSS500/300/16.0	ST14 - 90°	Mz	-237,6	102%	9,42	-5,34	-6,57	5,24	96%	-19,92	100%	
ztužidlo	rošt3 - MSRR244.5x16.0	ST14 - 90°	N	-806,5	102%	-0,04	1,45	0,46	-1,34	89%	-1,24	105%	
záves	RD - 36	ST17 - 120°	N	46,38	-	0	0	0	0	-	0	-	

Tabulka 17 - Extrémy vnitřních sil na roštu pro variantu č.3

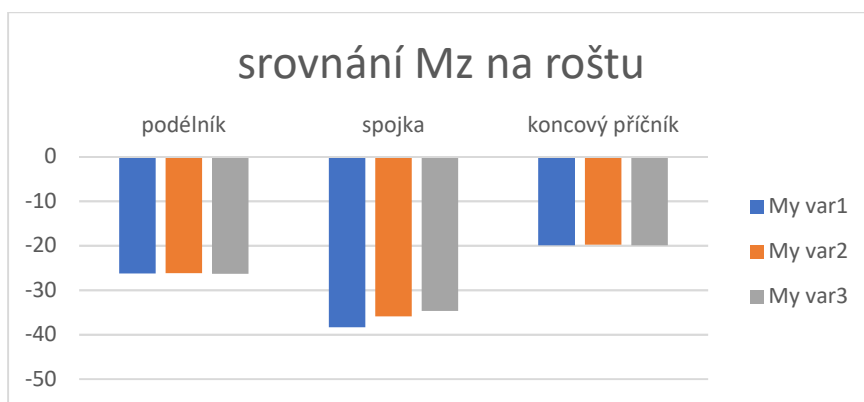
Podobně jako u varianty č. 2 je vliv velice malý.



Tabulka 18 - Srovnání N na roštu pro všechny varianty



Tabulka 19 - Srovnání My na roštu pro všechny varianty



Tabulka 20 - Srovnání Mz na roštu pro všechny varianty

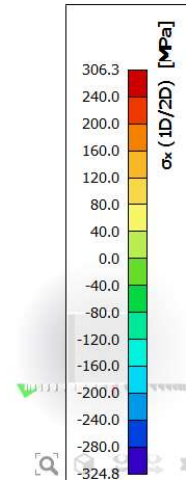
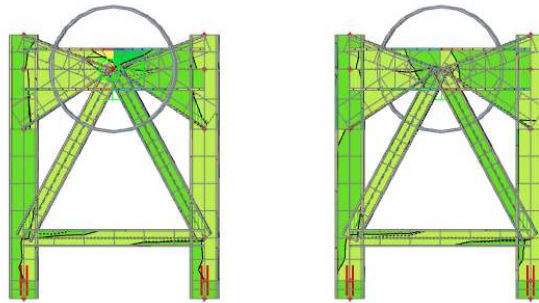
Rotor otáčedla

Srovnání napětí na rotoru otáčedla ve fázi ST14 90° pro varianty č.1 a č.3 hlavního modelu.

Pro srovnání byla zvolena fáze 90°, ve které mají závěsy největší vliv.

3D napětí

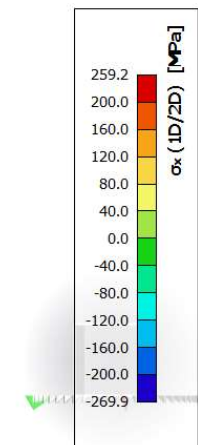
Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST14 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny



Obrázek 74 - ST14 - 90° - varianta č.3

3D napětí

Hodnoty: σ_x (1D/2D)
Lineární výpočet
Třída: ST14 (ULS)
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech bez průměrování.
Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny



Obrázek 75 - ST14 - 90° - varianta č.1

Napětí v otáčedle ve variantě č.3 je téměř totožné s variantou č.2.

Detaily

Srovnání vnitřních sil na působících v detailech společných pro varianty č.1 a č.3.

Detaily, var. č.3											
název	fáze	extrém	N		Vy	Vz	Mx	My	My2/	Mz	Mz2/
	MSÚ		kN	N2/ N1	kN	kN	kNm	kNm	My1	kNm	Mz1
Spojka roštu x SOK	ST16 - 110°	N	224,37	87%	55,35	-338,2	-0,06	-122,4	102%	19,53	97%
Spojka roštu x SOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	-423,4	110%	11,44	-310,7	0	-149,1	98%	7,96	102%
Spojka roštu x SOK	ST14 - 90°	Mz	-238,3	111%	61,06	15,21	0,05	33,05	85%	23,19	96%
Spojka roštu x NOK	ST15 - 100°	N	204,84	83%	58,77	50,94	0,09	-17,71	63%	18,3	83%
Spojka roštu x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	My	-527,2	107%	7,86	579,76	0,03	453,38	101%	5,24	103%
Spojka roštu x NOK	ST14 - 90°	Mz	-261,4	110%	54,25	498,73	-0,1	223,31	104%	19,04	85%
Spojka roštu x rošt	ST16 - 110°	N	223,61	87%	57,45	-338,2	-0,06	182,01	106%	-31,24	91%
Spojka roštu x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	48,19	126%	11,91	400,69	0,03	-250	101%	-2,7	225%
Spojka roštu x rošt	ST14 - 90°	Mz	166,06	66%	62,04	118,98	0,08	-86,34	66%	-34,66	93%
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	N	57,91	118%	-0,63	-518,4	-0,03	194,25	100%	0,01	-
"nožička" pro výsun x rošt	ST24 - demontáž otáčedla	My	57,41	118%	4,75	521,73	-0,04	-196,4	101%	-0,07	140%
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	N,My	56,41	119%	-0,63	-518,4	-0,03	-184,6	99%	-0,46	43%
"nožička" pro výsun x NOK	ST24 - demontáž otáčedla	Mz	55,91	-27%	4,75	521,73	-0,04	184,49	167%	3,39	32%
Montážní spoj roštu	ST14 - 90°	N	1401,7	102%	0,82	5,19	0,01	22,56	55%	9,35	3339%
Montážní spoj roštu	ST4 - výsun - 2	My	-606,2	101%	1,17	-194,3	0,01	-349,9	100%	-0,05	83%

Tabulka 21 - Extrémy vnitřních sil pro jednotlivé detaily pro variantu č.3

Varianty č.3 vychází velmi podobně jako varianty č.2. Vliv je příznivý ve fázích otáčení a nepříznivý ve fázi demontáže otáčedla.

12.) Závěr

12.1 Rekapitulace

Hlavní konstrukční prvky SOK jsou maximálně využity na 67,4%.

Hlavní konstrukční prvky NOK jsou maximálně využity na 76,9%

Hlavní konstrukční prvky roštu jsou maximálně využity na 55,9%

Hlavní detaily spojení soumostí jsou maximálně využity na 98,1%

Maximální napětí v otáčedle – 381 MPa < 460 MPa

Maximální deformace 56,6 mm ($u/L = 1/1000$)

Montáž (otáčení) konstrukce vyhovuje.

12.2 Srovnání výhod a nevýhod jednotlivých variant uspořádání závěsů

Varianta č.1 - žádné závěsy

- (+) Jednodušší montáž – bez závěsů
- (+) Na většině prvků menší vnitřní síly
- (-) Menší možnost redistribuce vnitřních sil. (pro diplomovou práci nebylo uvažováno korozní oslabení)

Varianta č.2 - dlouhé závěsy

- (+) Závěsy představují bezpečnostní prvek v případě selhání částí SOK
- (+) Mírné snížení vnitřních sil pro rozhodující spoje
- (-) Složitější montáž
- (-) Spíše negativní vliv na vnitřní síly v jednotlivých prvcích soumostí (pokud je SOK modelována jako neoslabená). Nárůst vnitřních sil si vysvětlují tím, že je konstrukce celkově tužší a také předpětím nutným k aktivaci závěsů.

Varianta č.3 – krátké závěsy

- Stejně jako u var. č.2
- Vliv na spoje byl asi o 5% větší

12.3 Vliv jednotlivých prvků roštu na vnitřní síly v konstrukcích

Závěsy

- Vliv je minimální, pokud mají mostní konstrukce obdobnou tuhost.

Pás („podélník“) roštu

- Zásadní vliv na fungování celé otáčené soustavy. Je důležité, aby svou tuhostí zhruba odpovídal oběma mostním konstrukcím. Správným nastavením je možné minimalizovat koncentraci sil kolem osy otáčení a tím výrazně snížit síly na jednotlivé spoje roštu a mostních konstrukcí.

Řešení detailů připojení mostních konstrukcí a roštu

- Má zásadní vliv. Celé soumostí se chová jako spřažená konstrukce, což vyvolává dominantní ohybové momenty a smykové síly v podélném směru do jednotlivých spojek mezi roštem a mosty. V této práci jsem se vydal cestou přenést tyto síly tuhým spojením. Nicméně jsem přesvědčen, že při připuštění prokluzu v podélném směru by bylo možné tyto síly výrazně redukovat a celý návrh tak radikálně zlevnit.

12.4 Odhalení slabých a potenciálně nebezpečných míst během otáčení mostních konstrukcí

SOK - Ztužení obecně:

Je důležité před montáží zkontrolovat a případně zesílit oslabená místa.

SOK - Dolní ztužení

Má zásadní vliv na dobré fungování mostních konstrukcí během otáčení. Nicméně při porušení 1/2 ztužidel na SOK nevznikají síly, které by vedly ke kolapsu zbylých částí, pomineme-li účinky rázů. (Na modelu konstrukce bez korozního oslabení)

SOK - Horní ztužení

Velice důležité v poloze 90° především pro fungování tuhého systému.

SOK - Svislé ztužení

V modelech překvapivě málo využitě. Pravděpodobně představuje rezervu pro redistribuci sil.

SOK - Horní příčník

Příčník SOK byl namáhán poměrně významným ohybovým momentem na měkčí osu. Věřím, že případné zesílení příčníku by přispělo k dobrému fungování SOK během otáčení.

NOK

Funguje velice dobře a není třeba ji zesilovat.

12.5 Budoucnost montážního postupu otáčení mostů kolem podélné osy

Věřím, že technologie má velký potenciál, pokud je SOK prostorově tuhá, pak samotný proces otočení nepředstavuje dominantní zátěž. Rozhodující síly vznikají vlivem tuhého spřažení konstrukcí k sobě a pokud se tento problém technologicky vyřeší, bude postup montáže otáčením kolem podélné osy konkurenčně schopný i ekonomicky výhodný u mnohých mostních objektů.

13.) Příloha A - Výkresy

Obsah přílohy A:

- 001 - SOK - Přehledný výkres
- 002 - SOK - Příčné řezy
- 003 - SOK - Hlavní nosník
- 004 - NOK - Přehledný výkres
- 005 - Výkres roštu
- 006 - Detaily v podélném řezu
- 007 - Detaily v příčném řezu

14.) Příloha B - Diplomový seminář

15.) Příloha C - Digitální archiv posouzení prutů

SOK var.1 - diditální archiv posudků				
prvek	průřez	fáze	extrém	využití
		MSÚ		%
horní pas	horni pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	N	54,3
horní pas	horni pas u4,5,6 - kraj	ST14 - 90°	Mz	55
dolní pas	dolni pas u1	ST4 - výsun - 2	My	23,4
dolní pas	dolni pas u3,4,5,6	ST14 - 90°	Mz	19,7
podélník	podelnik	ST14 - 90°	N	24,5
podélník	podelnik	ST14 - 90°	My	17,2
diagonála	diagonala d1	ST14 - 90°	My	20,5
diagonála	diagonala d1	ST14 - 90°	Mz	20,6
svislice	stojka v0	ST12 - 70°	My	43,7
svislice	stojka v0	ST4 - výsun - 2	Mz	29,4
horní příčnick	pricnik	ST14 - 90°	My	65,9
NOK var.1 - diditální archiv posudků				
prvek	průřez	fáze	extrém	využití
		MSÚ		%
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	N	21,6
horní pas	nový - horní pas	ST15 - 100°	Mz	9,6
dolní pas	nový - dolni pas 0	ST24 - demontáž otáčedla	My	14,5
dolní pas	nový - dolní pas 2	ST14 - 90°	Mz	17,7
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	N	10,5
podélník	nový - podélník	ST15 - 100°	My	22,9
diagonála	nový - diagonála - 1	ST24 - demontáž otáčedla	N	23,5
diagonála	nový - koncová svislice	ST14 - 90°	My	13,3
horní příčnick	nový - příčnick 1 - horní	ST15 - 100°	Mz	46,5
dolní příčnick	nový - pricnik dole 0	ST14 - 90°	My	15,5
rošt var.1 - diditální archiv posudků				
prvek	průřez	fáze	extrém	využití
		MSÚ		%
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	N	42,4
podélník	rošt1 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	12,9
spojka	rost nozicka1 - HEB300	ST14 - 90°	N	12
spojka	rošt2 - HEB500	ST14 - 90°	Mz	13,3
koncový příčr	rošt4 - RHS500/300/16.0	ST5 - sepnutí	N	5,3
koncový příčr	rošt4 - RHS500/300/16.0	ST23 - 180°	My	3,2