



v

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Oblouková lávka přes řeku Úslavu v Plzni

Arch footbridge across Úslava river in Plzen

Vedoucí práce: Ing. Michal Netušil Ph.D.

Katedra: Ocelových a dřevěných konstrukcí

Květen 2017

Petr Vagrčka

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Petr Vagrčka

.....

V Praze dne 24.5.2017



Poděkování:

Chtěl bych poděkovat mé rodině za psychickou i finanční podporu během mého studia, dále bych chtěl poděkovat Ing. Michalovi Netušilovi, Ph.D. za věcné připomínky a cenné rady během vypracování této práce.

Seznam příloh:

- A. Úvodní listy
- B. Technická zpráva
- C. Statický výpočet
- D. Výkresová dokumentace

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Oblouková lávka přes řeku Úslavu v Plzni

Arch footbridge across Úslava river v Plzni

B. Technická zpráva



Obsah:

Obsah:

1. Úvod.....	3
2. Základní údaje	3
2.1 Údaje o stavbě	3
2.2 Celkový popis objektu	3
2.3 Základní rozměry:	3
3. Geologické poměry:	3
4. Technické řešení:	4
4.1 Prvky konstrukce.....	4
4.2. Materiály:.....	4



Anotace:

Předmětem této bakalářské práce je návrh lávky pro pěší a cyklisty přes řeku Úslavu v Plzni. Obsahem práce je technická zpráva, statický výpočet všech konstrukčních částí a výkresová dokumentaci. Konstrukce je obloukový most s mezilehlou mostovkou. Nosná konstrukce je dvojice oblouků, na kterou je pomocí táhel upevněna mostovka. Mostovka je tvořena příčníky, podélníky a dubovými fošnami. Model byl spočítán v programu RFEM 5.07.05.

Klíčová slova:

Lávka, oblouková

Annotation:

The main topic of my thesis is design of footbridge across river Úslava in Plzeň. It consists of technical report, statical analysis of all structural elements and drawings. Structure is through arch bridge. Supporting structure is a pair of archs. They carry the deck by three pairs of rods. The deck comprises of cross members, longitudinal members and oak planks. Model was calculated in RFEM 5.07.05.

Keywords:

Footbridge, Arch,



1. ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je řešení návrhu ocelové lávky přes řeku Úslavu v Plzni. Jedná o alternativní návrh stávající lávky. Tato lávka propojuje cyklostezku a levobřežní zástavbu Božkova se sportovním areálem na Božkovském ostrově.

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

2.1 Údaje o stavbě

Projekt:	Oblouková lávka přes Úslavu v Plzni
Obec:	Plzeň
Kraj:	Plzeňský

2.2 Celkový popis objektu

Hlavní nosnou konstrukci tvoří mostovka, hlavní nosníky, nosné oblouky a závěsná lana.

Byla zvolena mezilehlá mostovka.

Hlavní nosné oblouky jsou tvořeny dvěma parabolickými šikmými oblouky, které jsou nakloněny k ose mostovky. V horní části oblouků jsou umístěny nosníky, které tyto dva oblouky spojují a zajišťují prostorové ztužení. Dále jsou tyto dva oblouky spojené dvojicí vzpěr, které jsou umístěné pod mostovkou a zajišťují dodatečnou podporu mostovky.

Hlavní nosníky jsou zavěšeny pomocí táhel na dvojici oblouků. Jsou zvoleny šikmé závěsy.

2.3 Základní rozměry:

Rozpětí oblouku:	50,00 m
Výškové vzepětí:	20,00 m
Teoretické rozpětí:	58,4 m
Délka nosné konstrukce:	60,0 m
Rozpětí krajních polí:	12,90 m
Rozpětí hlavního pole:	36,80 m
Světlá šířka:	4,50 m
Osová vzdálenost nosníků:	4,80 m

3. GEOLOGICKÉ POMĚRY:

Není řešeno v rámci projektu.



4. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ:

4.1 Prvky konstrukce

4.1.1 Mostovka:

Mostovka se skládá z dřevěných fošen, podélníků a příčníků.

Jsou použity dřevěné fošny profilu 200x50 mm, které jsou připevněny šrouby k podélníkům a slouží jako pochozí plocha.

Podélníky jsou průřezy typu U 80 a jsou tvořeny částmi max. 7 metrů z důvodu transportu a montáže. Tyto části jsou kloubově spojeny. Podélník je uložen a připojen k příčniku pomocí L profilu. Příčníky byly zvoleny s profilem I 360 a jsou připojeny k hlavnímu nosníku přes žiletku.

4.1.2. Zábradlí:

Ocelovým svařovaným zábradlím jsou opatřeny oba postranní chodníky. To je tvořeno svislými plechy tloušťky 20 mm. Tyto plechy jsou přivařeny k hlavním nosníkům mostovky.

Výplň tvoří trubkové vodorovné profily vzdálené od sebe 200 mm. Celková výška zábradlí nad podlahou je 1100 mm.

4.1.3. Hlavní nosníky:

Hlavní nosníky jsou voleny válcované obdélníkové trubky s rozměry 600x200 mm. S proměnnou tloušťkou. Nosníky jsou přímé. V hlavním poli jsou zavěšené pomocí trojice lan. Mezi hlavním a vedlejším poli jsou uloženy na vodorovně posuvných podporách na mezi-obloukové vzpěře. Na koncích nosníků je uložení na kloubových podporách.

4.1.4. Nosné oblouky:

Nosné oblouky jsou tvořeny válcovanými obdélníkovými trubkami. Tvoří parabolické oblouky, které jsou nakloněny k ose mostu. Celkové vzepětí oblouku je 10,0 m a rozpětí je 50,0 m. Tyto oblouky jsou v horní části spojené pěti ztužujícími nosníky a v dolní části na každé straně jsou spojeny dvojicí nosníků, na které jsou uloženy hlavní nosníky, a dvojicí křížových ztužidel. Tyto oblouky jsou na koncích uloženy na pevných kloubech na železobetonových patkách.

4.1.5. Nosná lana:

Nosná lana jsou vybrána typové společnosti Macalloy. Na každém oblouku jsou osazeny 3 lana, které tvoří šikmé závěsy hlavního nosníku.

4.1.6. Uložení:

Oblouky jsou na železobetonových patkách připojeny kloubově. Hlavní nosníky jsou uloženy na jedné straně pevným kloubem a posuvným kloubem v příčném směru a na druhé straně mostu posuvným kloubem ve podélném směru a posuvným kloubem v příčném i v podélném směru.

4.2. Materiály:

Ocel je navržena pevnosti S355J2+N. Pro dřevěné fošny bylo vybráno dubové dřevo o pevnosti C30.



POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] HOLICKÝ, Milan a Jana MARKOVÁ. *Zásady navrhování stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1990*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2007. Technická knihovna autorizovaného inženýra a technika. ISBN 9788087093276.
- [2] WALD, František a Zdeněk SOKOL. *Navrhování styčniců*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 8001020738.
- [3] SOKOL, Zdeněk a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 9788001060322.
- [4] STUDNIČKA, Jiří, Milan HOLICKÝ a Jana MARKOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. 2. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 9788001058152.
- [5] STUDNIČKA, Jiří, Milan HOLICKÝ a Jana MARKOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. Vyd. 1. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 9788001037683.
- [6] VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 9788001043684.
- [7] RYJÁČEK, Pavel. *Ocelové mosty: cvičení*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 9788001056721.

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Oblouková lávka přes řeku Úslavu v Plzni

Arch footbridge across Úslava river v Plzni

C. Statický výpočet



Obsah:

1.	Úvod.....	4
2.	Návrh konstrukce	4
2.1.	Nosné oblouky	4
2.2.	Mostovka	6
2.3.	Závěsy.....	7
3.	Posouzení dřevěných fošen	8
3.1.	Materiálové charakteristiky	8
3.2.	Průřezové charakteristiky	8
3.3.	Zatěžovací stavy	8
3.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	10
3.5.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	10
3.6.	Vnitřní síly.....	11
3.7.	Posouzení.....	11
4.	Posouzení podélníků	12
4.1.	Materiálové charakteristiky	12
4.2.	Průřezové charakteristiky: U 80	12
4.3.	Zatěžovací stavy	12
4.3	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	14
4.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	14
4.4	Vnitřní síly.....	14
4.5	Posouzení:.....	15
5.	Posouzení příčníků.....	16
5.1.	Materiálové charakteristiky	16
5.2.	Průřezové charakteristiky	16
5.3.	Zatěžovací stavy	16
5.3	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	23
5.4	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	28
5.6.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ	33
5.7.	Dodatečná kombinace vnitřních sil od zatížení obslužným vozidlem	36
5.8.	Posouzení.....	37
6.	Posouzení ztužidel mostovky.....	39
6.1.	Materiálové charakteristiky	39



6.2.	Průřezové charakteristiky	39
6.3.	Zatěžovací stavy	39
6.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	39
6.5.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	39
6.6.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ.....	40
6.7.	Posouzení.....	40
7.	Posouzení závěsných lan.....	41
7.1.	Průřezové charakteristiky	41
7.2.	Zatěžovací stavy	41
7.3.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	41
7.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	41
7.5.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ	41
7.6.	Posouzení.....	41
8.	Posouzení hlavních nosníků.....	42
8.1.	Materiálové charakteristiky	42
8.2.	Průřezové charakteristiky	42
8.3.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	44
8.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	44
8.5.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ	44
8.6.	Dodatečná kombinace vnitřních sil od zatížení obslužným vozidlem	47
8.7.	Posudek pro TO 600/300/10/10/10/10	47
8.8.	Posudek pro TO 600/300/15/15/15/15	50
9.	Posouzení hlavních nosných oblouků.....	54
9.1.	Materiálové charakteristiky	54
9.2.	Průřezové charakteristiky	54
9.3.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	54
9.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	54
9.5.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ	55
9.6.	Posudek.....	58
10.	Posouzení ztuždel oblouku.....	62
10.1.	Materiálové charakteristiky	62
10.2.	Průřezové charakteristiky	62
10.3.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ.....	62
10.4.	Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP	62



10.5.	Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ	63
10.6.	Posudek.....	65
11.	Dynamická analýza.....	67
12.	Posudek patky	69
13.	Posudek přípoje táhla	73
14.	Posudek přípoje příčnicku na hlavní nosník.....	74
15.	Posudek čepu pro uložení mostovky na trám	746
16.	Posudek čepu pro uložení mostovky na konci	749
17.	Závěr.....	812



1. ÚVOD

Návrh a posouzení průřezů nosné konstrukce bylo provedeno v programu RFEM 5.07.05. Konstrukce byla posuzovaná jako prutová.

Výpočet zahrnuje návrh zatěžovacích stavů a jejich kombinací a posudek nosné konstrukce lávky v mezním stavu únosnosti a mezním stavu použitelnosti.

2. NÁVRH KONSTRUKCE

Hlavní nosná konstrukce se skládá z oblouků, hlavních nosníku, mostovky a ztužidel.

2.1. Nosné oblouky:

Skloněný oblouk byl vymodelován jako parabola. Výchozí parametry byla půdorysná délka oblouku a vzepětí.

Byly určeny dva parametry „rise“ a „factor“.

Parametr „rise“ charakterizuje vzepětí oblouku:

$$rise = w(0,5) = \frac{5qL^4}{384EI}$$

Parametr „factor“ charakterizuje tuhost oblouku:

$$factor = \frac{16}{5} * rise = \frac{qL^4}{24EI}$$

Dále byli příslušné body oblouky vypočítané pomocí vztahu:

$$w\left(\frac{x}{L}\right) = factor * \left[\left(\frac{x}{L}\right)^4 - 2 * \left(\frac{x}{L}\right)^3 + \frac{x}{L}\right]$$

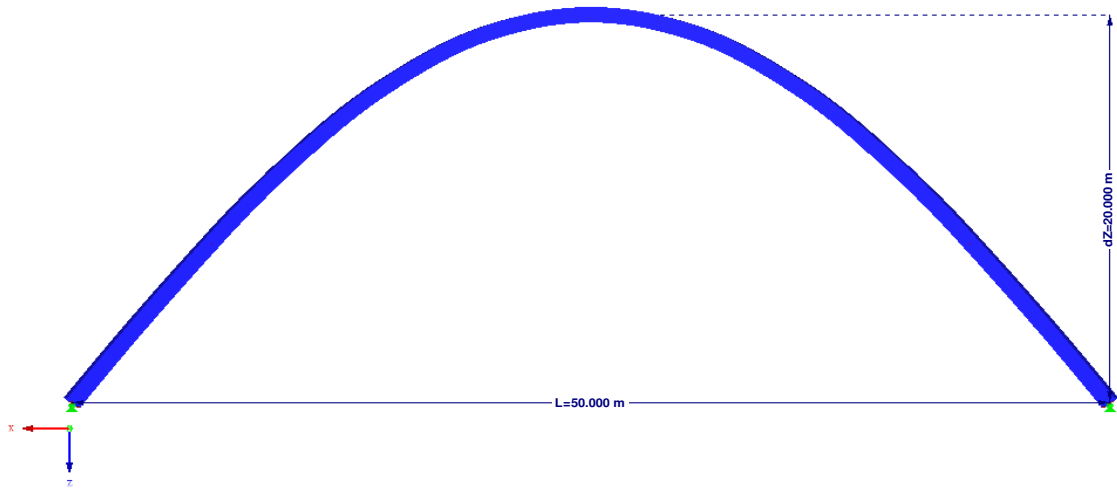
x = x-ova souřadnice od začátku oblouku

L = celková délka oblouku

Toto řešení bylo zvoleno z důvodů možnosti optimalizace oblouku při proměnném vzepětí. Upravoval se parametr vzepětí oblouku pro získání optimálního řešení.



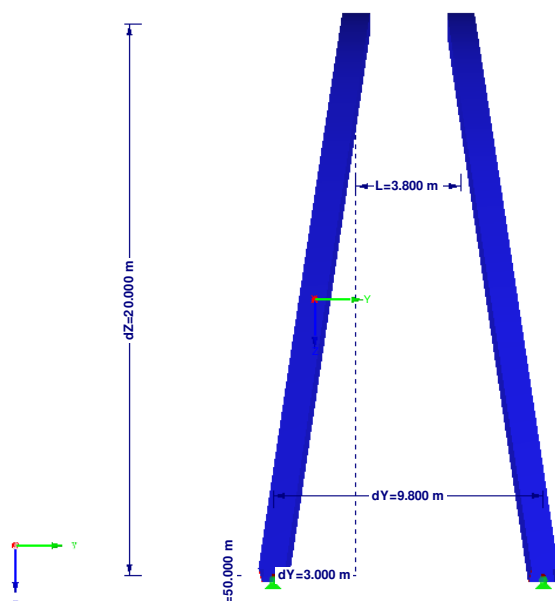
Podélný pohled na navržený oblouk:



Obrázek 1- Oblouk – podélný pohled

Byl zvolen nakloněný oblouk, půdorysná vzdálenost vrcholu oblouku a paty oblouku je 3 m. Vzdálenost oblouků je v patě činí 9,8 m a ve vrcholcích 3,8 m.

Příčný pohled na souměrné oblouky:

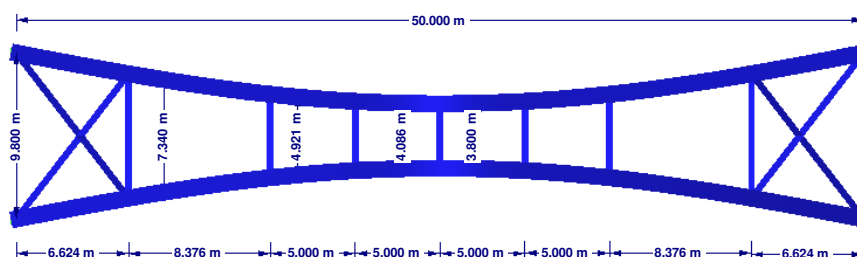


Obrázek 2- Oblouk – příčný pohled

Dále byly navrženy ztužující nosníky, které zajišťují funkci rámových ztužidel v horní a v dolní části oblouku



Půdorysný pohled na souměrné oblouky:



Obrázek 3- Oblouk – půdorysný pohled

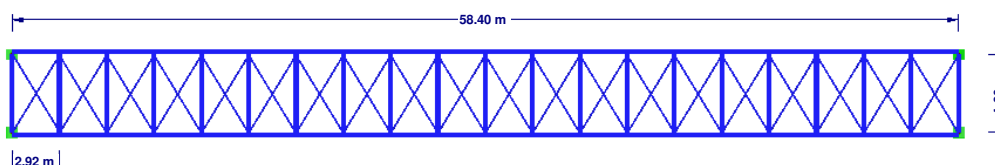
Jako výchozí profily hlavního oblouku byli vybrány válcované obdélníkové trubky o rozměrech 700x700x25 mm. Výchozí profily ztužujících prvků byli zvoleny obdélníkové trubky o rozměrech 320x300x20 mm.

2.2. Mostovka:

Byla zvolena trémová dolní mostovka s příčnicí, podélníky, dřevěnými fošami a diagonálními příhradovými ztužidly.

Hlavní nosníky jsou zvoleny obdélníkové trubky. Tento hlavní nosník má proměnnou tloušťku. Celková délka hlavních nosníků je 58,40 m a půdorysná vzdálenost jejich střednic je 4,8 m.

Příčnice jsou zvoleny profily I 360. A jejich osová vzdálenost je 2,92 m. Jsou připojeny kloubově na každém konci. Je povoleno otáčení kolem lokální souřadnicové osy y.



Obrázek 4- Hlavní nosníky - půdorysný pohled

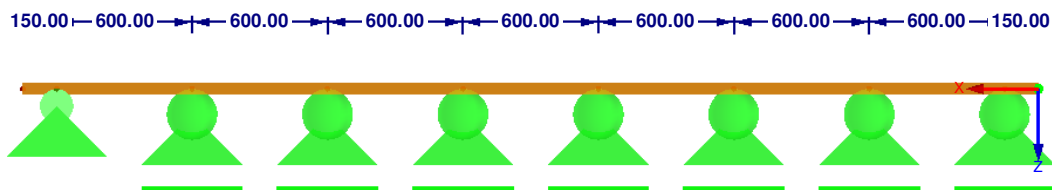
Podélníky jsou navrženy U 80. Celková délka podélníků byla z hlediska montáže a transportu rozdělena na několik částí, které budou na stavbě kloubově připojeny. Polohy kloubových připojení byly voleny podle průběhu momentů a byly umístěny do průřezů, které jsou nejméně namáhány. Osová vzdálenost podélníků je 600 mm. A odsazení od hlavního nosníku je 150 mm.



Obrázek 5- Podélníky - podélný pohled



Dřevěné fošny jsou navrženy profily 200x50 mm. Celková délka je 4,5 m.

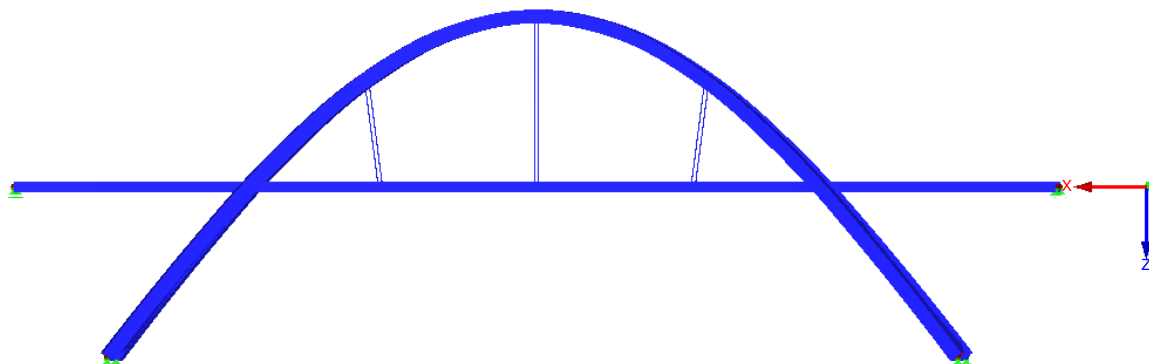


Obrázek 6- Dřevěné fošny – příčný řez

Pro ztužidla jsou vybrány profily L 30x30x3.

2.3. Závěsy:

Závěsy jsou umístěny v hlavním poli mostu a jsou uchyceny v nosném oblouku a v hlavních nosnících. Jsou vybrány typová táhla společnosti Macalloy. Tyto závěsy byly v numerickém modelu tvořeny prvky předdefinovány na přenesení pouze osové síly.



Obrázek 7- Závěsy - podélný pohled



3. POSOUZENÍ DŘEVĚNÝCH FOŠEN

3.1. Materiálové charakteristiky:

Pevnost dřeva C 30 a Třída provozu 3 :

$$f_{m,k} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$$

$$K_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_{m,0} = 1,3$$

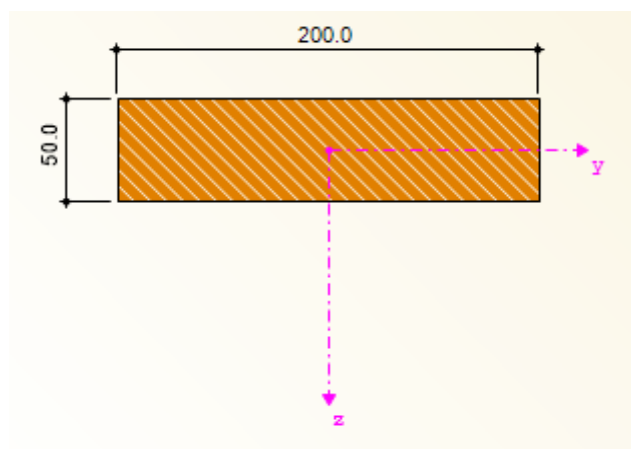
$$E_{0,mean} = 13 \text{ GPa}$$

$$E_{0,05} = 8,7 \text{ GPa}$$

$$f_{m,d} = K_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_{m,0}} = 0,8 * \frac{30}{1,3} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = K_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_{m,0}} = 0,8 * \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

3.2. Průřezové charakteristiky:



Obrázek 8- Dřevěná fošna – geometrie průřezu

b=	200 mm
h=	50 mm
L _{eff} =	600 mm
L=	4500 mm

3.3. Zatěžovací stavy:

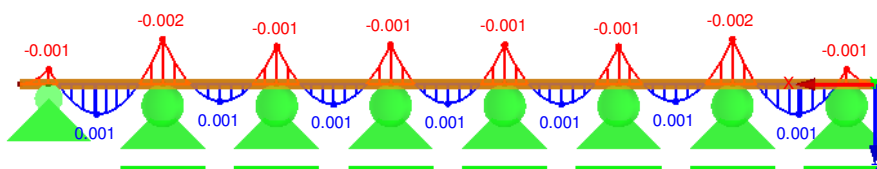
Předpokládá se rozhodující vliv obslužného vozidla, dále se předpokládá rozhodující vliv v únosnosti průřezu v ohybu.



3.3.1 ZS01 – g0 - Vlastní tíha

Vlastní tíha je generovaná statickým programem. Součet zatížení ve směru z je roven 0,207 kN.

Předpokládáme, že tento zatěžovací stav má minimální vliv a únosnost.



Obrázek 9 - Dřevěná fošna – průběh M_y - ZS01 - g0 vlastní tíha

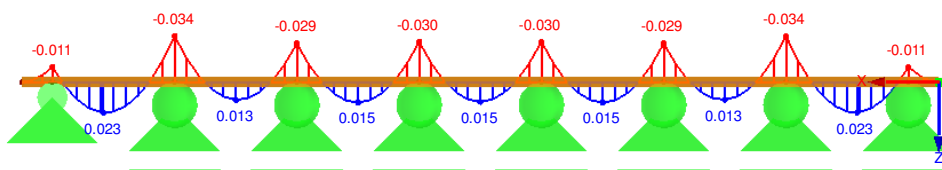
3.3.2 ZS02 – gr1 - Chodci

Předpokládáme zatížení chodců:

$$gr3 = 5 \text{ kNm}^{-2}$$

Přepočítání zatížení od chodců na jednu dřevěnou fošnu:

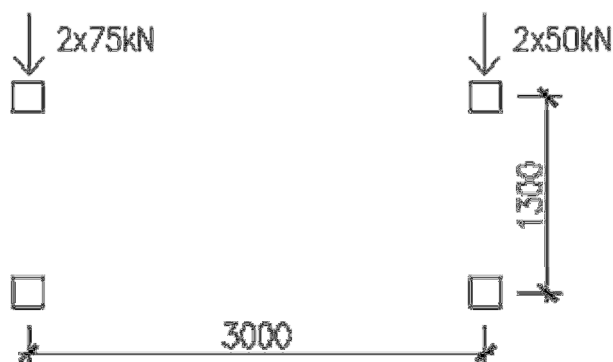
$$b = 0,2 \text{ m} \rightarrow gr3 = 1 \text{ kNm}^{-1}$$



Obrázek 10 - Dřevěná fošna – průběh M_y - ZS02 - gr3 zatížení chodci

3.3.3 ZS03-33 -gr2 – Zatížení obslužným vozidlem

Dle požadavku investora bylo požadováno započítat do únosnosti přejezd obslužným vozidlem o váze 2,5 t.

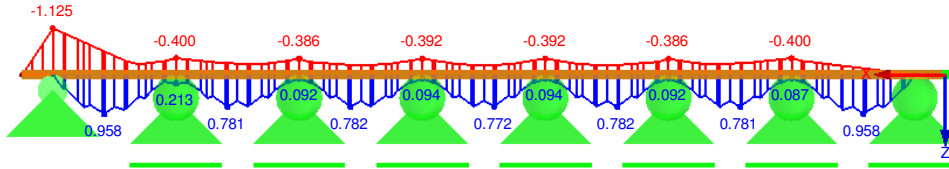


Obrázek 11 - Dřevěná fošna – schéma obslužného vozidla - ZS03-33- gr5 - zatížení obsl. vozidlem



Uvažujeme pouze dvojici sil 75 kN, kterou jsme pomocí přídavného modulu RF-MOVE – Generování pohyblivých zatížení nechali vygenerovat 30 ZS.

Poté byla vygenerována obálka všech momentů od pojezdu dvojicí sil 75kN po délce dřevěné fošny.



Obrázek 12 - Dřevěná fošna – obálka M_y - ZS03-ZS33 - gr5 zatížení obslužným vozidlem

3.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

Byl využit vzorec na kombinace zatížení pro posouzení mezního stavu únosnosti:

$$\sum \gamma_G * G_k + \sum \gamma_Q * Q_k$$

Uvažujeme, že zatížení od obslužného zatížení a zatížení chodci nepůsobí společně.

3.4.1. KZS1

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr1$$

3.4.2. KZS2

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr2$$

3.5. Kombinace zatíževacích stavů pro MSP:

Byl využit vzorec na kombinace zatížení pro posouzení mezního stavu použitelnosti na určení průhybu:

$$\sum G_k + \sum Q_k$$

3.5.1. KZS3

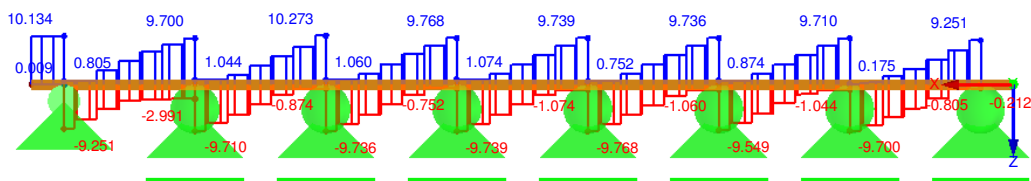
$$g_0 + gr1$$

3.5.2. KZS4

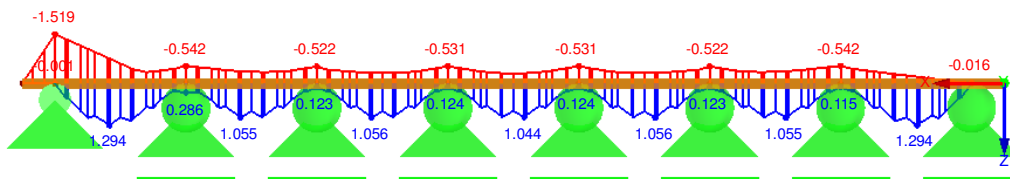
$$g_0 + gr2$$



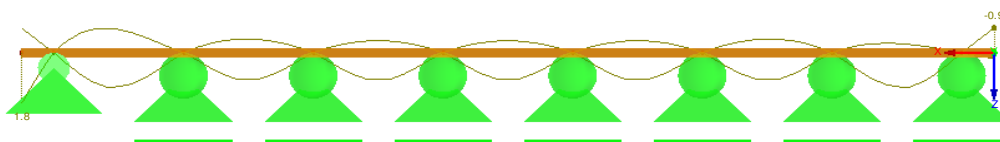
3.6. Vnitřní síly:



Obrázek 13 - Dřevěná fošna – obálka Vz-KZS01-02



Obrázek 14 - Dřevěná fošna – obálka My-KZS01-02



Obrázek 15 - Dřevěná fošna – obálka průhybů ve směru z-KZS03-04

Návrhové vnitřní síly

$$V_{ed} = 10,13 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 1,52 \text{ kNm}$$

3.7. Posouzení:

3.7.1 Posouzení na ohyb

$$W_y = \frac{1}{6}bh^2 = \frac{1}{6} * 0,2 * 0,05^2 = 0,0833 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{1,52}{0,0833} = 18,228 \text{ MPa} \leq f_{m,d} = 18,56 \text{ MPa}$$

(VYUŽITÍ 98%) **OK**

3.7.2 Posouzení na smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed}}{b*h} = \frac{3}{2} * \frac{10,13 * 10^3}{0,2 * 0,05} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$K_{crit} = 0,666$$

$$\tau_{v,d} = 1,52 \text{ MPa} \leq K_{crit} * f_{v,d} = 0,666 * 2,46 = 1,65 \text{ MPa}$$

(VYUŽITÍ 92%) **OK**



3.5.4 Posouzení na průhyb

$$\delta = 1,8 \leq \delta_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{4500}{300} = 15 \text{ mm OK}$$

ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA OHYB!

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!

4. POSOUZENÍ PODÉLNÍKŮ

4.1. Materiálové charakteristiky:

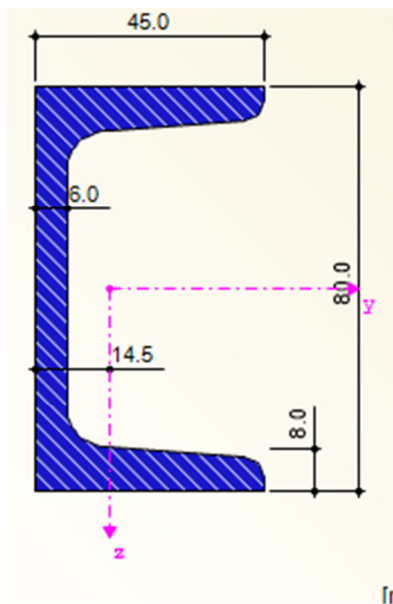
Ocel S355

$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

4.2. Průřezové charakteristiky: U 80



Obrázek 16 - Podélník – Geometrie průřezu

b=	45	mm
h=	80	mm
L_{eff} =	8560	mm
L=	61260	mm
A=	1100	mm ²

4.3. Zatěžovací stavy:

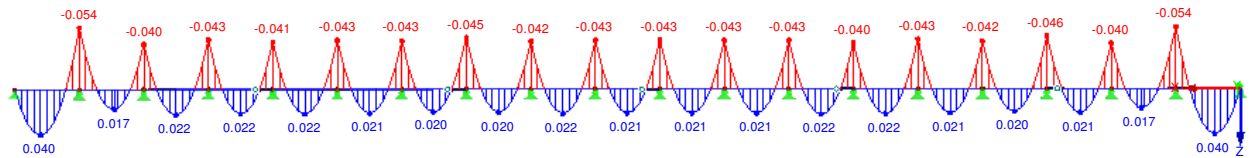
Předpokládá se rozhodující vliv obslužného vozidla, dále se předpokládá rozhodující vliv v únosnosti průřezu v ohybu.



4.2.1 ZS01 – g0- Vlastní tíha

Vlastní tíha je generovaná statickým programem.

Předpokládáme, že tento zatěžovací stav má minimální vliv a únosnost.



Obrázek 17 - Podélník – průběh M_y -ZS01 - g0 - vlastní tíha

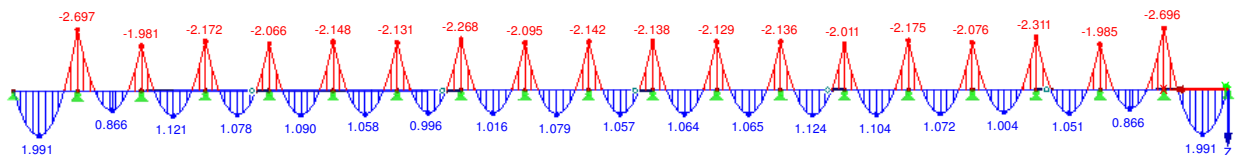
3.2.2 ZS02 – gr1 - Chodci

Předpokládáme zatížení chodců:

$$gr3 = 5 \text{ kNm}^{-2}$$

Přepočet zatížení od chodců na jednu dřevěnou fošnu:

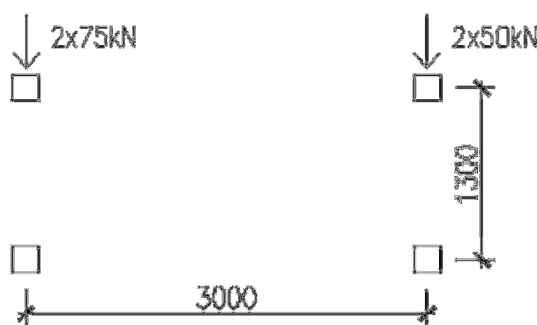
$$b = 0,6 \text{ m} \rightarrow gr3 = 3 \text{ kNm}^{-1}$$



Obrázek 18- Podélník – průběh M_y -ZS02 gr3 -Chodci

3.2.3 ZS03-33 -gr2 – Zatížení obslužným vozidlem

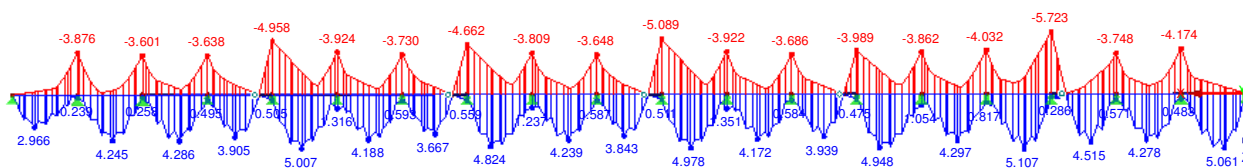
Dle požadavku investora bylo požadováno započítat do únosnosti přejezd obslužným vozidlem o váze 2,5 t.



Obrázek 19 - Podélník –schéma obslužného vozidla-ZS03-125- gr5-zatížení obsl. vozidlem

Uvažujeme pouze dvojici sil 75 kN a 50 kN vzdálenou od sebe 3,0 m. Tuto soustavu jsme pomocí přídatného modulu RF- MOVE – Generování pohyblivých zatížení nechali vygenerovat 110 ZS.

Poté byla vygenerována obálka všech momentů od pojezdu soustavy sil po délce podélníku.



Obrázek 20 - Podélník – obálka M_y -ZS03-ZS113 - gr5 zatížení obslužným vozidlem

4.3 Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

Byl využit vzorec na kombinace zatížení pro posouzení mezního stavu únosnosti:

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

Uvažujeme, že zatížení od obslužného zatížení a zatížení chodce nepůsobí společně.

4.3.1. KZS1

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr1$$

4.3.2. KZS2

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr2$$

4.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Byl využit vzorec na kombinace zatížení pro posouzení mezního stavu použitelnosti na určení průhybu:

$$\sum G_k + \sum Q_k$$

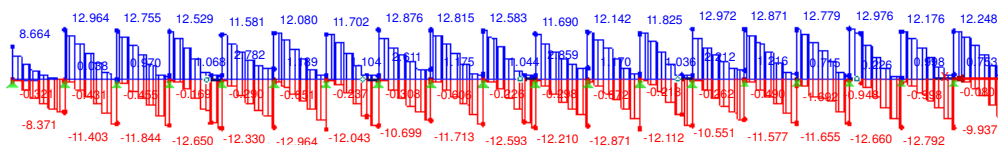
4.5.1. KZS3

$$g_0 + gr3$$

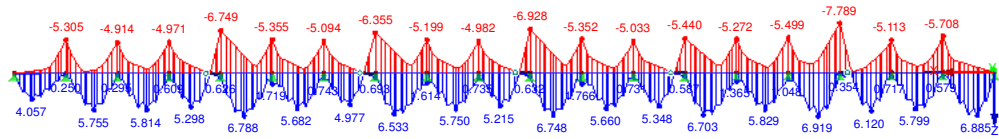
4.5.2. KZS4

$$g_0 + gr5$$

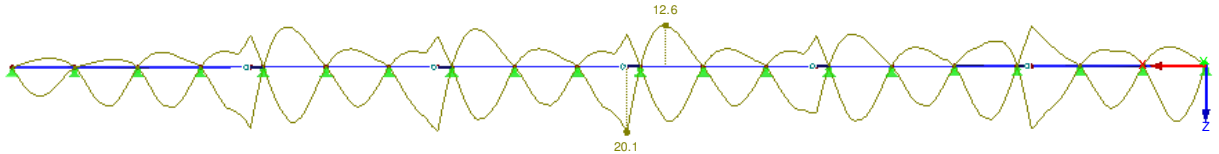
4.4 Vnitřní síly:



Obrázek 21- Podélník – obálka V_z -KZ1-2



Obrázek 22- Podélník – obálka M_y -KZS1-2



Obrázek 23- Podélník – obálka průhybů ve směru z -KZS3-4

Návrhové vnitřní síly

$V_{ed} = 12,966 \text{ kN}$

$M_{ed} = 7,789 \text{ kNm}$

4.5 Posouzení:

- Spojitý nosník je souvisle držen proti klopení – je zabráněno klopení

3.5.1 Zatřídění průřezu

3.5.1.1 Zatřídění pásnice

$$\frac{d}{t} = \frac{45-6}{8} = 4,875 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

3.5.1.2 Zatřídění pásnice

$$\frac{d}{t} = \frac{64}{6} = 10,6 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

Plastický posudek

3.5.1 Posouzení na smyk

$$V_{c,rd} = A_v * \frac{f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 374,3 * \frac{355 * 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 76,716 \text{ kN} \geq V_{ed} = 12,966 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 17%) **OK**

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{12,966}{76,716} = 0,17 \leq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

3.5.2 Posouzení na ohyb

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{31912 * 10^{-9} * 355 * 10^3}{1,0} = 11,328 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 7,789 \text{ kNm}$$

(VYUŽITÍ 69%) **OK**

ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA OHYB!

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!



5. POSOUZENÍ PŘÍČNÍKŮ

5.1. Materiálové charakteristiky:

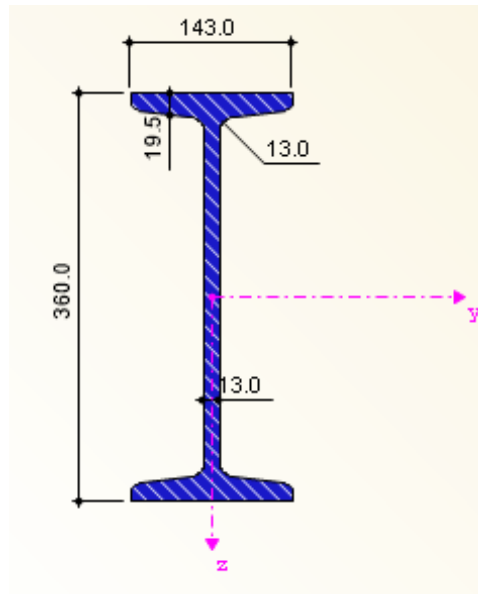
Ocel S355

$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

5.2. Průřezové charakteristiky I 360:



Obrázek 24 – Příčník I 360 – geometrie průřezu

b=	143 mm
h=	360 mm
$I_y=$	196100000 mm ⁴
$I_z=$	8180000 mm ²
A=	9700 mm ²

5.3. Zatěžovací stavy:

4.2.1 ZS01 – g0- Vlastní tíha

Vlastní tíha je generovaná statickým programem.

Zatížení dřevěnými fošnami a podélníky bude provedeno zjednodušením, kdy: zatížení dřevěnými fošnami na příčníky:

$$f_f = t * \rho_{\text{dřeva}} * g = 0,05 * 800 * 0,01 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

t... tloušťka fošen



$\rho_{\text{dřeva}}$... hustota dřeva

g ... tíhové zrychlení

zatížení vlastní tíhou podélníků bude provedeno lokálního zatížení na podélník, krajní podélníky:

$$F_{\text{pod1}} = g_0 * g * a = 6 * 0,01 * \frac{2,92}{2} = 0,088kN$$

vnitřní podélníky:

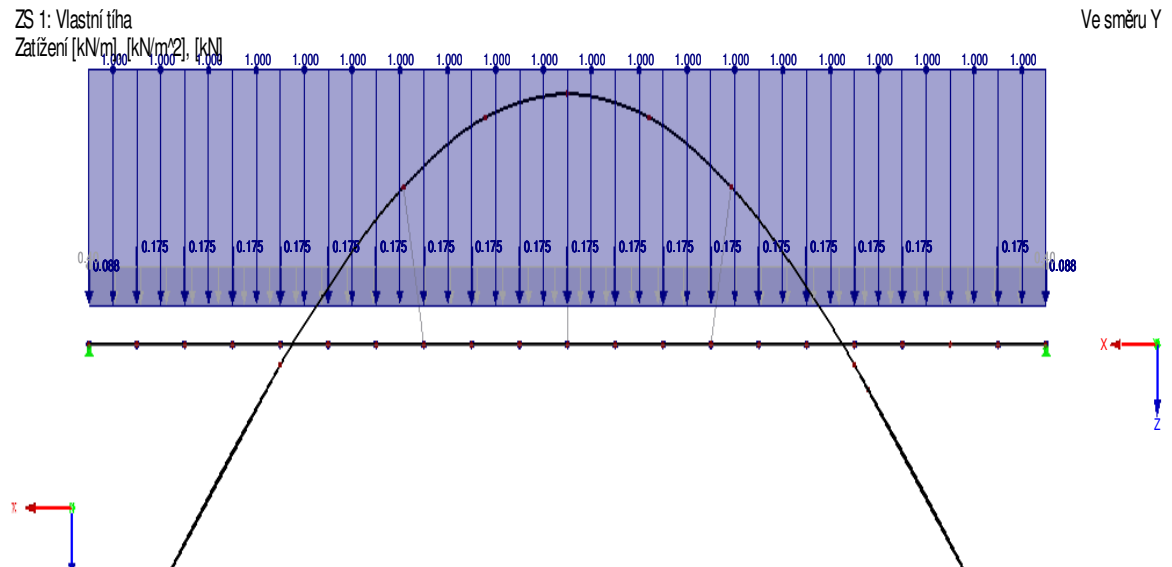
$$F_{\text{pod1}} = g_0 * g * a = 6 * 0,01 * 2,92 = 0,175kN$$

g_0 ... vlastní tíha válcovaného profilu IPE 100

a ... zatěžovací délka na podélník

g ... tíhové zrychlení

zatížení od zábradlí bude charakterizováno liniovým zatížením na hlavní nosník o hodnotě 1kN/m.

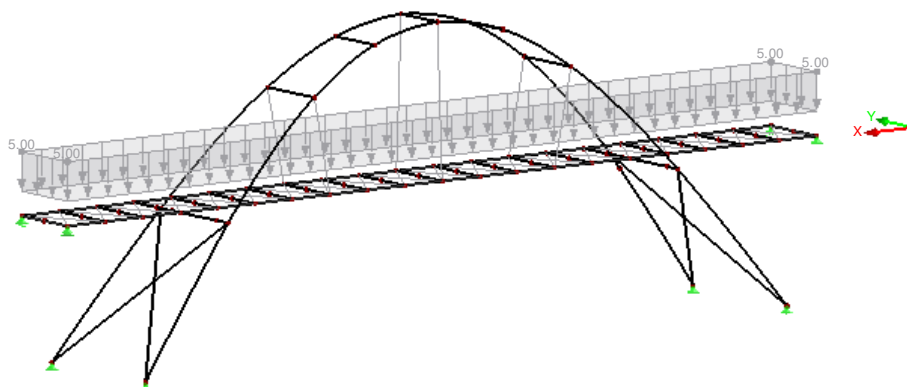


Obrázek 25- Příčnick – ZS01 - zatížení vlastní tíhou konstrukce



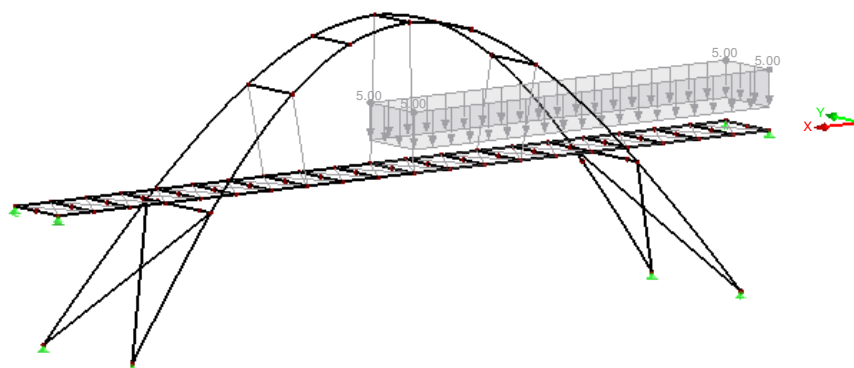
5.2.2 ZS02 – gr_{1-1} – zatížení chodci – Celý most

Zatěžujeme plošným zatížením dle normy 5kN/m^2 .



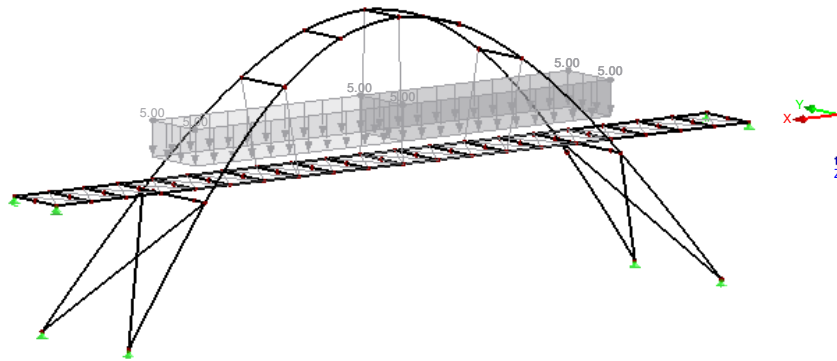
Obrázek 26 - Příčnick – ZS02 – gr_{1-1} – zatížení chodci na celém mostě

5.2.3 ZS03 – gr_{1-2} – zatížení chodci – na polovina mostu



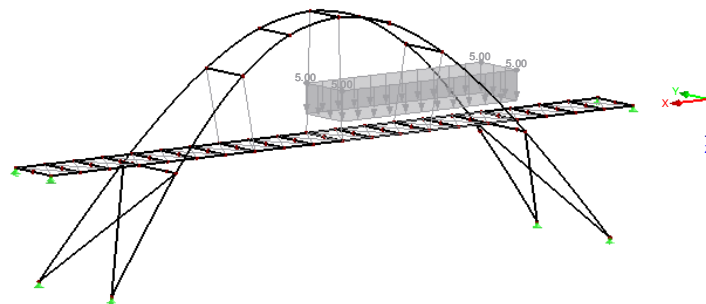
Obrázek 27- Příčnick – ZS02 – gr_{1-1} – zatížení chodci - polovina mostu

5.2.4 ZS04 – gr_{1-3} – zatížení chodci – v celém hlavním poli



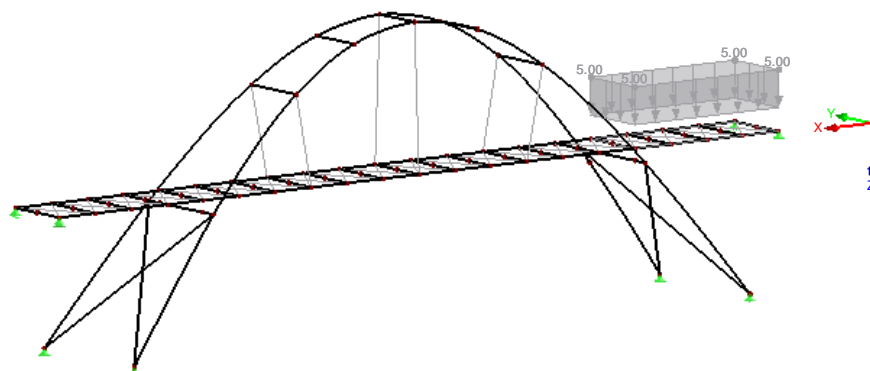
Obrázek 28 - Příčnick – ZS04 – gr_{1-3} – zatížení chodci - v celém hlavním poli

5.2.5 ZS05 – gr_{1-4} – zatížení chodci – na polovině hlavního pole



Obrázek 29 - Příčnick – ZS04 – gr_{1-4} – zatížení chodci na polovině hlavního pole

5.2.6 ZS06 – gr_{1-5} – zatížení chodci – na jednom vedlejším poli



Obrázek 30 - Příčnick – ZS06 – gr_{1-5} – zatížení chodci pod polovinou oblouku



5.2.8 ZS08 – Q_w – boční zatížení větrem

5.2.8.1. Výpočet zatížení od větru

Součinitel směru větru:

$$c_{dir} = 1 \quad [-]$$

Součinitel ročního období:

$$c_{season} = 1 \quad [-]$$

Základní rychlost větru dle ČSN-EN – 1991-1-4-2005 – Mapa větrných oblastí na území ČR:

$$v_b = 25 \quad [m/s^2]$$

Kategorie terénu:

II oblast s nízkou vegetací –

Parametr drsnosti terénu:

$$z_0 = 0,05 \quad [m]$$

Minimální výška:

$$z_{min} = 1 \quad [m]$$

Výška nad terénem:

$$z = 15 \quad [m]$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_0,II}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19[-]$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 * \ln\left(\frac{15}{0,05}\right) = 1,08$$

Součinitel vlivu horopisu:

$$c_0(z) = 1 \quad [-]$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 1,08 * 1 * 25 = 27,093 \quad [m/s^2]$$

Součinitel expozice:

$$c_e(z) = 2,5 \quad [-]$$

Měrná hmotnost vzduchu:

$$\rho = 1,25 \quad [kg/m^3]$$

Základní dynamický tlak větru:

$$q_b(z) = 0,5 * \rho * v_m(z)^2 = 0,5 * 1,25 * 27,093^2 = 458,768 \quad Pa$$

Maximální dynamický tlak větru:



$$q_p(z) = c_e(z) * q_b(z) = 2,5 * 458,768 = 1146,92 \text{ Pa}$$

Síly od větru:

$$F_w = c_s * c_d * c_f * q_p(z) * A_{ref}$$

Součinitel konstrukce vyjadřující vliv velikosti a dynamických vlastností

$$c_s * c_d = 1$$

Součinitel síly – rohy nejsou zaobleny a nevyskytují se prvky s volnými konci

$$c_f = c_{f,0} * \psi_r * \psi_\lambda = c_{f,0}$$

Součinitel síly pro pravoúhlé průřezy:

$$\text{Hlavní nosník mostovky: } c_{f,0} = 2$$

$$\text{Oblouk: } c_{f,0} = 2,3$$

Referenční plocha:

$$\text{Hlavní nosník mostovky: } A_{ref} = l * b = 1 * 0,8 = 0,8 \text{ m}^2$$

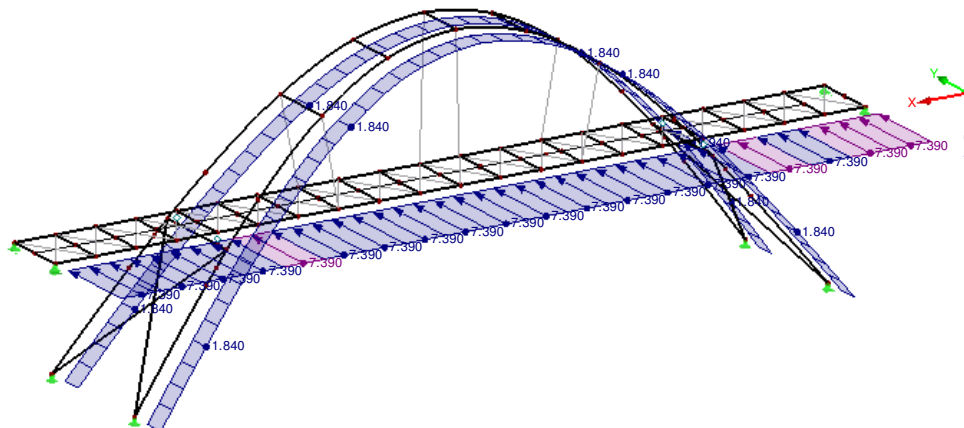
$$\text{Oblouk: } A_{ref} = l * b = 1 * (0,6 + 2 * 1,1) = 2,8 \text{ m}^2$$

Síly od větru – dokončení:

$$\text{Hlavní nosník mostovky: } F_w = 1 * 2,3 * 1,146 * 2,8 = 7,39 \text{ kN/m}$$

$$\text{Oblouk: } F_w = 1 * 2,0 * 1,146 * 0,8 = 1,84 \text{ kN/m}$$

5.2.8.2. Graficky znázorněno zatížení konstrukce bočním větrem



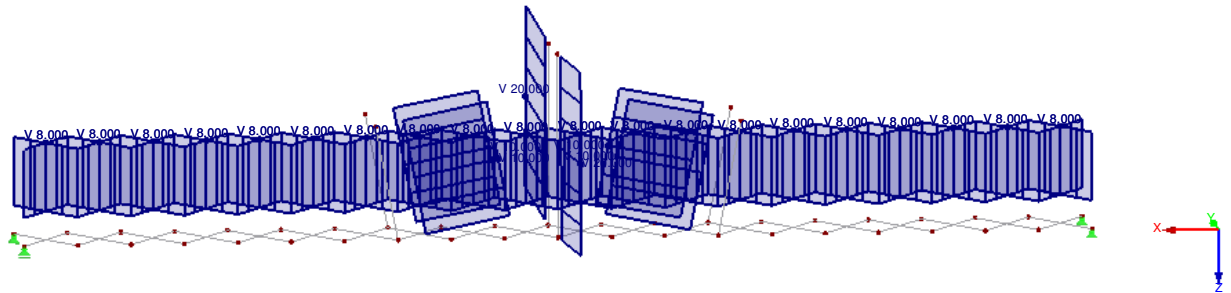
Obrázek 31 - Příčnick – ZS07 – Q_w -boční zatížení větrem

5.2.9 ZS09 – P – předpětí

Výchozí předpětí bylo voleno 10 kN na výhradně tažené prvky, tedy ztužidla mostovky a závěsná lana. Dále bylo předpětí optimalizováno na základě MSÚ, aby byly prvky namáhané pouze na tlak.



Výsledné předpětí prvků:



Obrázek 32- Příčník – ZS08 – P -Předpětí

5.2.10 ZS10-ZS11 – T_{min} a T_{max}

5.2.10.1. Výpočet zatížení teplotou

Minimální teplota ve stínu:

$$T_{k,min} = -32 \text{ °C}$$

Maximální teplota ve stínu:

$$T_{k,max} = +40 \text{ °C}$$

Teplota při provádění:

$$T_{prov} = 4,5 \text{ °C}$$

Minimální rovnoměrná teplota:

$$T_{n,min} = -32 + 4,5 = -27,5 \text{ °C}$$

Maximální rovnoměrná teplota:

$$T_{n,max} = 40 + 4,5 = 44,5 \text{ °C}$$

Výchozí teplota mostu:

$$T_0 = 10 \text{ °C}$$

Minimální charakteristická teplota:

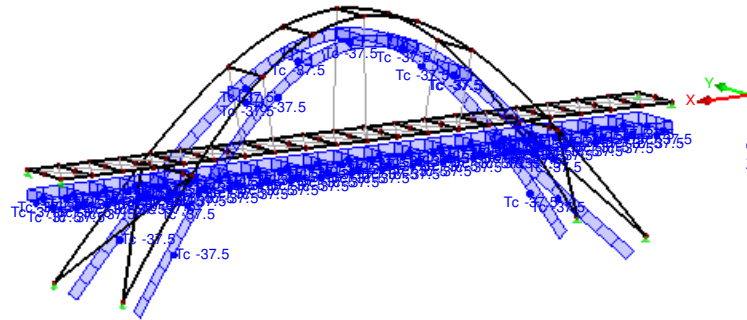
$$\Delta T_{n,neg} = -27,5 - 10 = -37,5 \text{ °C}$$

Maximální charakteristická teplota:

$$\Delta T_{n,pos} = 40 + 4,5 = 44,5 \text{ °C}$$

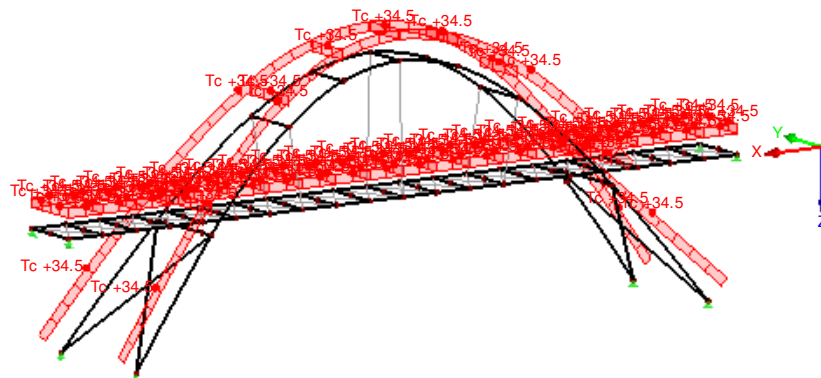


5.2.10.2. Graficky zatížení minimální teplotou - T_{min}



Obrázek 33- Příčník – ZS10 – T_{min} –Zatížení minimální teplotou

5.2.10.3. Graficky zatížení maximální teplotou - T_{max}



Obrázek 34- Příčník – ZS11 – T_{max} -Zatížení minimální teplotou

5.3 Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

Byl využit vzorec na kombinace zatížení pro posouzení mezního stavu únosnosti:

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

Zatížení od obslužného vozidla budeme posuzovat zvlášť.

5.3.1. 1)KZS – vlastní tíha + předpětí

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-



5.3.2. 2)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,35	-

5.3.3. 3)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,35	-

5.3.4. 4)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci v hlavním poli

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,35	-

5.3.5. 5)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na půlce hlavního pole

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-
Zatížení chodci – půl hlavního pole	gr_{1-4}	1,35	-

5.3.6. 6)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,35	-



5.3.7. 7)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + boční vítr

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,35	-
Boční vítr	Q_w	1,5	0,3

5.3.8. 8)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + boční vítr

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,35	-
Boční vítr	Q_w	1,5	0,3

5.3.9. 9)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + boční vítr

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,35	-
Boční vítr	Q_w	1,5	0,3

5.3.10. 10)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + boční vítr

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,35	-
Boční vítr	Q_w	1,5	0,3



5.3.11. 11)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + boční vítr

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,35	-
Boční vítr	Q_w	1,5	0,3

5.3.12. 12)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,35	-
Maximální teplota	T_{max}	1,5	0,6

5.3.13. 13)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,35	-
Maximální teplota	T_{max}	1,5	0,6

5.3.14. 14)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,35	-
Maximální teplota	T_{max}	1,5	0,6



5.3.15. 15)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,35	-
Maximální teplota	T_{max}	1,5	0,6

5.3.16. 16)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,35	-
Maximální teplota	T_{max}	1,5	0,6

5.3.17. 17)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,35	-
Minimální teplota	T_{min}	1,5	0,6

5.3.18. 18)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,35	-
Maximální teplota	T_{min}	1,5	0,6



5.3.19. 19)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,35	-
Minimální teplota	T_{min}	1,5	0,6

5.3.20. 20)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,35	-
Minimální teplota	T_{min}	1,5	0,6

5.3.21. 21)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,35	-
Předpětí	P	1,0	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,35	-
Minimální teplota	T_{min}	1,5	0,6

5.4 Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Byl využit vzorec na kombinaci zatížení pro posouzení mezního stavu použitelnosti:

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

5.4.1. 22)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,00	-



5.4.2. 23)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,00	-

5.4.3. 24)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci v hlavním poli

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,00	-

5.4.4. 25)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na půlce hlavního pole

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – půl hlavního pole	gr_{1-4}	1,00	-

5.4.5. 26)KZS – vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,00	-

5.4.6. 27)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + boční vítr

Název	značení	γ_f	ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,00	-
Boční vítr	Qw	1,00	0,3



5.4.7. 28)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + boční vítr

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,00	-
Boční vítr	Q_w	1,00	0,3

5.4.8. 29)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + boční vítr

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,00	-
Boční vítr	Q_w	1,00	0,3

5.4.9. 30)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + boční vítr

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,00	-
Boční vítr	Q_w	1,00	0,3

5.4.10. 31)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + boční vítr

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,00	-
Boční vítr	Q_w	1,00	0,3



5.4.11. 32)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,00	-
Maximální teplota	T_{max}	1,00	0,6

5.4.12. 33)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,00	-
Maximální teplota	T_{max}	1,00	0,6

5.4.13. 34)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,00	-
Maximální teplota	T_{max}	1,00	0,6

5.4.14. 35)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,00	-
Maximální teplota	T_{max}	1,00	0,6



5.4.15. 36)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + maximální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,00	-
Maximální teplota	T_{max}	1,00	0,6

5.4.16. 37)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na celý most + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – celý most	gr_{1-1}	1,00	-
Minimální teplota	T_{min}	1,00	0,6

5.4.17. 38)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině mostu + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina mostu	gr_{1-2}	1,00	-
Maximální teplota	T_{min}	1,00	0,6

5.4.18. 39)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na hlavním poli + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – hlavní pole	gr_{1-3}	1,00	-
Minimální teplota	T_{min}	1,00	0,6



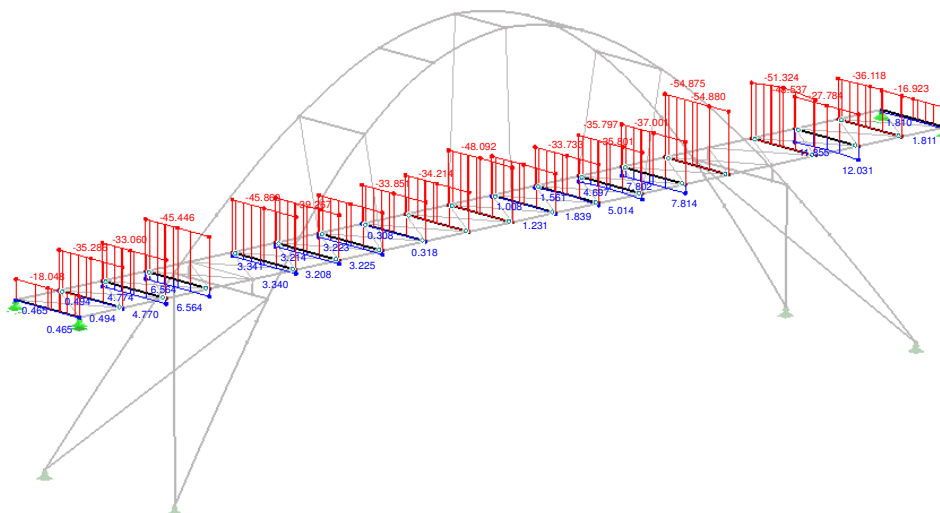
5.4.19. 40)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na polovině hlavního pole + minimální teplota

Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – polovina hlavního pole	gr_{1-4}	1,00	-
Minimální teplota	T_{min}	1,00	0,6

5.4.20. 41)KZS - vlastní tíha + předpětí + zatížení chodci na jednom vedlejším poli + minimální teplota

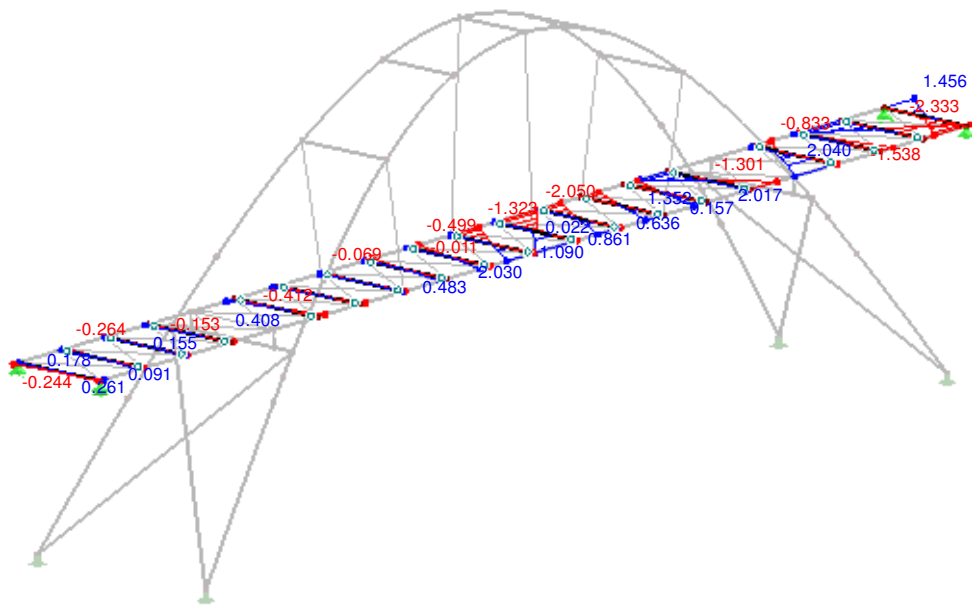
Název	značení	γ_f	Ψ_0
Vlastní tíha	g_0	1,00	-
Předpětí	P	1,00	-
Zatížení chodci – Vedlejší pole	gr_{1-5}	1,00	-
Minimální teplota	T_{min}	1,00	0,6

5.6. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



Obrázek 35- Příčnick – MSÚ – obálka N

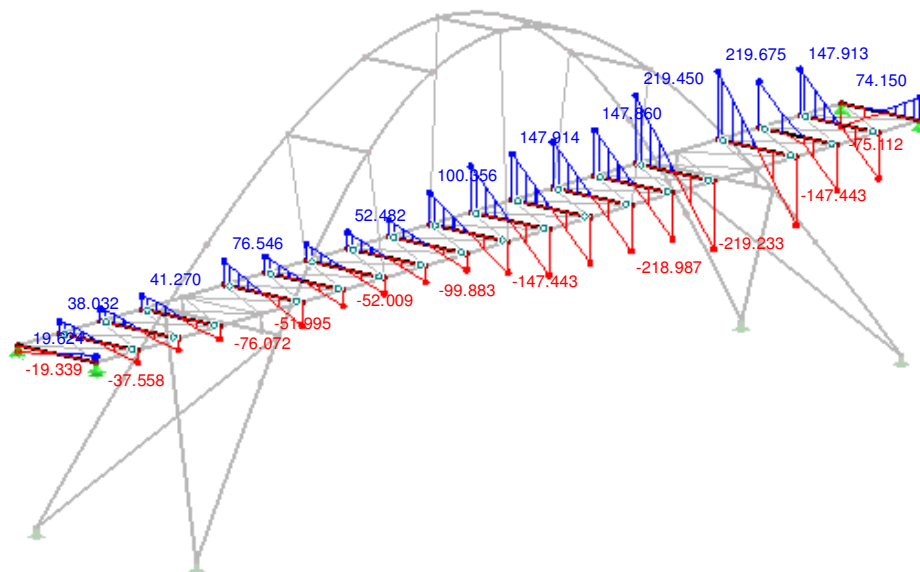
Max N	12,031 kN
Min N	-54,880 kN



Obrázek 36 - Příčnick – MSÚ – obálka V_y

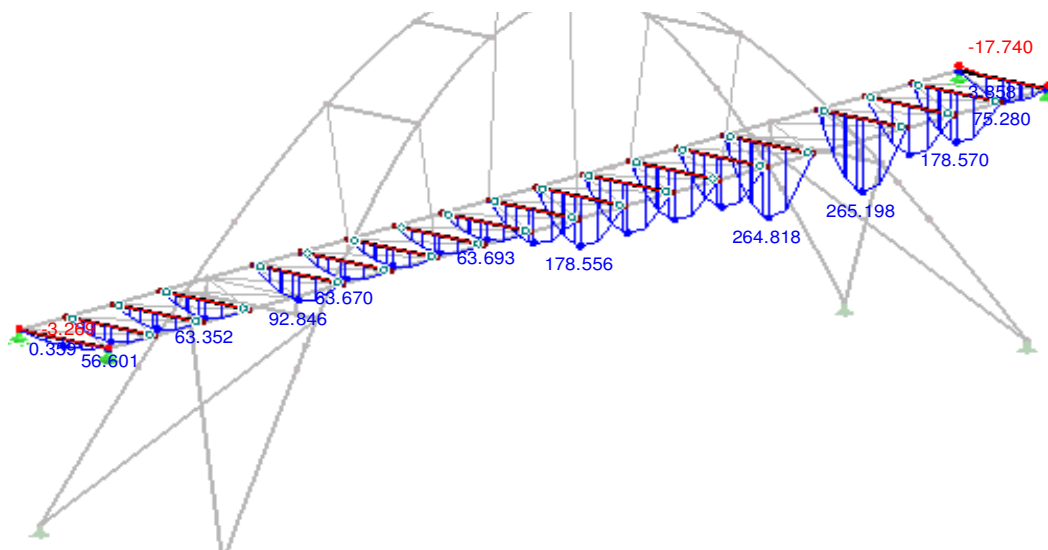
Max V_y	2,040 kN
Min V_y	-2,333 kN

Z důvodu malých velikostí můžeme V_y zanedbat



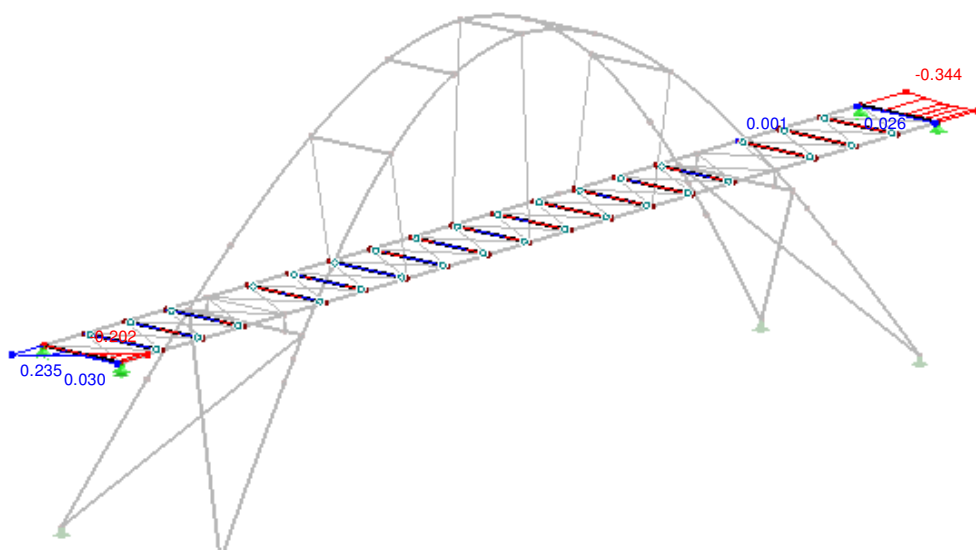
Obrázek 37- Příčnick – MSÚ – obálka V_z

Max V_z	219,68 kN
Min V_z	-219,23 kN



Obrázek 38- Příčnick – MSÚ – obálka M_y

Max M_y	265,198 kNm
Min M_y	0 kNm



Obrázek 39 - Příčnick – MSÚ – obálka M_z

Max M_z	0,235 kNm
Min M_z	-0,344 kNm

Z důvodu malých velikostí můžeme M_z zanedbat

$$N_{ed} = -54,880 \text{ kN}$$

$$V_z = 219,68 \text{ kN}$$

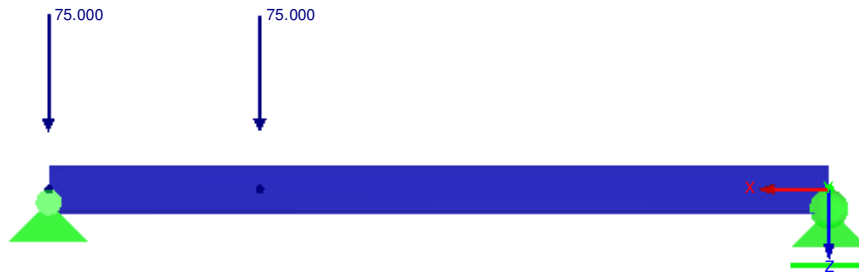
$$M_y = 265,198 \text{ kNm}$$

$$\delta = 111,1 \text{ mm}$$

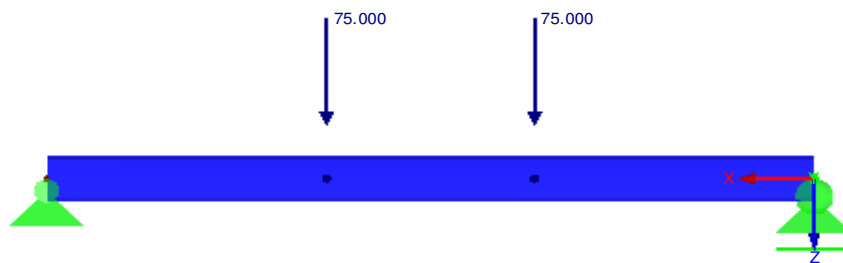


5.7. Dodatečná kombinace vnitřních sil od zatížení obslužným vozidlem:

Zatížení obslužným vozidlem bude provedeno na jednom příčniku.



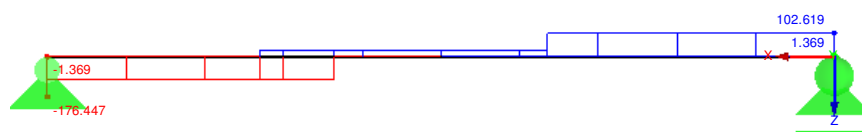
Obrázek 40 - Příčnick – schéma 1 zatížení obslužným vozidlem



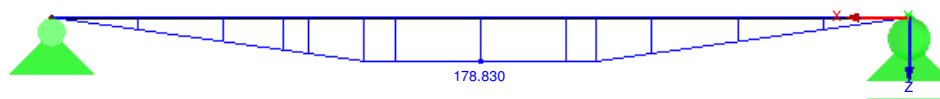
Obrázek 41- Příčnick – schéma 2 zatížení obslužným vozidlem

MSÚ - KZS

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr2$$



Obrázek 42 - Příčnick – obslužné vozidlo – MSÚ Vz



Obrázek 43 - Příčnick – obslužné vozidlo – MSÚ My

Výsledné návrhové síly:

$$N_{ed} = -54,880 \text{ kN}$$

$$V_z = 219,68 \text{ kN}$$

$$M_y = 265,198 \text{ kNm}$$



5.8. Posouzení:

5.8.1. Zatřídění průřezu

5.8.1.1 Zatřídění přečnávající části - tlak

$$\frac{c}{t} = \frac{52}{19,5} = 2,66 \leq 9 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 9 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 7,32 \dots 1. \text{ třída}$$

5.8.1.2 Zatřídění stojiny – tlak

$$\frac{c}{t} = \frac{295}{13} = 22,692 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 26, \dots 1. \text{ třída}$$

5.8.2. Posouzení na tlak

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{m,1}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L^2} * n^2 \xrightarrow{\text{počet polovln } n=1} = \frac{\pi^2 * 210 * 10^6 * 8\,180\,000 * 10^{-12}}{4,8^2} * 1^2 = 735 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{9700 * 355 * 10^{-3}}{735}} = 2,164$$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 0,5 * (1 + 0,21 * (2,164 - 0,2) + 2,164^2) = 3,047$$

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{3,047 + \sqrt{3,047^2 - 2,164^2}} = 0,192$$

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,192 * 9750 * 355 * 10^{-3}}{1,1} = 604,15 \text{ kN} > N_{ed} = 54,88 \text{ kN}$$

VYUŽITÍ (9%) **OK**

5.8.3. Posouzení na smyk

$$V_{c,rd} = A_v * \frac{f_y}{\gamma_{m0} * \sqrt{3}} = 5007,6 * \frac{355 * 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 1024,95 \text{ kN} \geq V_{ed} = 219,68 \text{ kN} \text{ **OK**}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{219,68}{1024,95} = 0,284 \leq 0,5 \text{ **Malý smyk**}$$

VYUŽITÍ (21%) **OK**

5.8.4. Posouzení na ohyb

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1\,276\,000 * 10^{-9} * 355 * 10^3}{1,0} = 452,98 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 265,198 \text{ kNm}$$

VYUŽITÍ (58%) **OK**

5.8.4. Posouzení na klopení mezi uloženými podélníky

$$L_{\text{eff}} = 600 - 100 \text{ mm} = 500 \text{ mm}$$

Součinitel momentu z výpočetního programu:

$$\psi = 0,996$$



$$c1 = \sqrt{(0,310 + 0,428 * \psi + 0,262 * \psi^2)} = \sqrt{(0,310 + 0,428 * 0,996 + 0,262 * 0,996^2)} = 1,00$$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{E * I \omega}{G * I_t}} = \frac{\pi}{1 * 0,5} * \sqrt{\frac{210\,000 * 2,40 * 10^{11} * 10^{-24}}{81\,000 * 1\,150\,000 * 10^{-16}}} = 0,46$$

$$\mu_{cr} = \frac{c1}{k_z} \sqrt{1 + k_t w^2} = \frac{1}{1} \sqrt{1 + 0,46^2} = 1,1$$

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} * \pi * \sqrt{E * I_z * G * I_t}}{L} = \frac{1,1 * \pi * \sqrt{210\,000 * 8,18 * 10^6 * 81\,000 * 1\,150\,000 * 10^{-16}}}{0,500} * 10^{-3} = 27\,647 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{y,y,pl} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,276 * 10^6 * 10^{-6} * 335}{27\,647}} = 0,128$$

$$\lambda_0 = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

$$\alpha_{lt} \xrightarrow{\frac{h}{b}=2,5 > 1 + \text{válcovaný průřez, proto křivka klopení } c} 0,49$$

$$\Phi_{lt} = 0,5 * (1 + \alpha_{lt} * (\lambda_{lt} - \lambda_0) + \beta \bar{\lambda}_{lt}^2) = 0,5 * (1 + 0,49 * (0,128 - 0,4) + 0,75 * 0,128^2) = 0,440$$

$$X_{lt} = \frac{1}{\Phi_{lt} + \sqrt{\Phi_{lt}^2 + \beta * \lambda_{lt}^2}} = \frac{1}{0,440 + \sqrt{0,440^2 + 0,75 * 0,128^2}} = 1,118 \quad \text{Průřez neklopí}$$

5.8.5. Interakce N + My

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{ed}}{X_{lt} * M_{rd}} < 1$$

$$c_{my} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0,996 = 0,998$$

$$k_{yy} = c_{my} * (1 + (\bar{\lambda} - 0,2) * \frac{N_{ed}}{X * \frac{N_{rk}}{\gamma_{M1}}}) = 0,998 * (1 + (0,42 - 0,2) * \frac{54,88}{664,57}) = 1,016$$

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{ed}}{X_{lt} * M_{rd}} = \frac{54,88}{604,15} + 1,016 * \frac{265,198}{1 * 452,98} = 0,69 < 1$$

VYUŽITÍ (69%) OK

**ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU S TLAKEM!
PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!**



6. POSOUZENÍ ZTUŽIDEL MOSTOVKY

6.1. Materiálové charakteristiky:

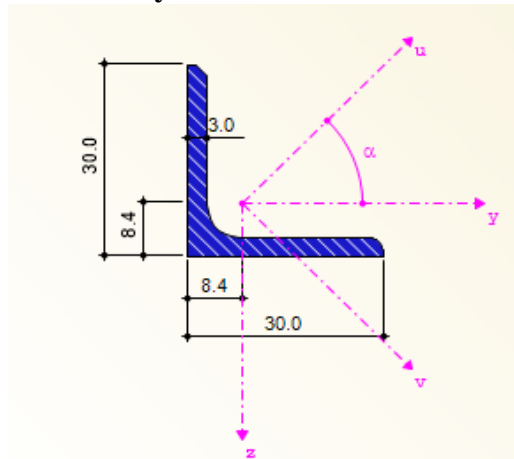
Ocel S355

$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

6.2. Průřezové charakteristiky:



Obrázek 44- Mostovkové ztužidlo – geometrie průřezu

b=	30 mm
h=	30 mm
A =	174 mm ²

6.3. Zatěžovací stavy:

Viz 5.3.

6.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

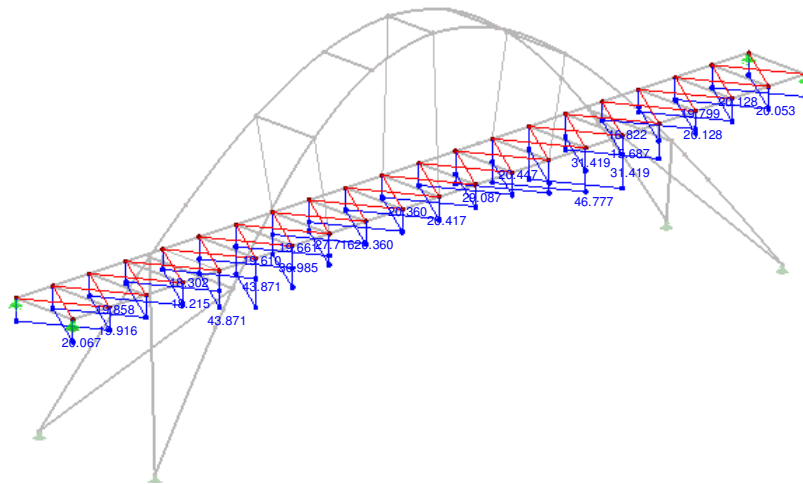
Viz 5.4.

6.5. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Viz 5.5.



6.6. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



Obrázek 45- Příčnick – MSÚ – obálka N

Max N	46,777 kN
Min N	0 kN

6.7. Posouzení

$$N_{b,rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{m,1}} = \frac{174 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 61,77 \text{ kN} > N_{ed} = 46,777 \text{ kN}$$

VYUŽITÍ (75%) OK

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!



7. POSOUZENÍ TÁHEL

7.1. Průřezové charakteristiky:

Bylo použito systémové táhlo společnosti Macalloy typu M48.

Závit	M48
d=	45 mm
A _{nett} =	1434 mm ²
N _{el,rd} =	600 kN

7.2. Zatěžovací stavy:

Viz 5.3.

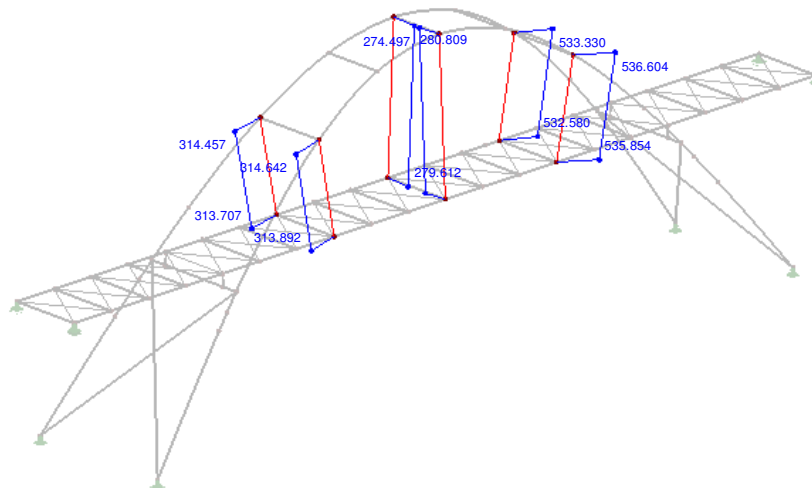
7.3. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

Viz 5.4.

7.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Viz 5.5.

7.5. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



Obrázek 46 - Příčnick – MSÚ – obálka N

Max N	536,6 kN
Min N	0 kN

$$N_{ed} = 536,6 \text{ kN}$$

7.6. Posouzení

7.6.1 Posouzení na tah

Únosnost táhel vychází z technické dokumentace společnosti Macalloy.



Závit	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
d (mm)	9	11	15	19	22	28	34	39	45
A_{net} (mm ²)	54	79	150	234	339	541	793	1090	1434
$N_{u,Rd}$ (kN)	25,4	36,9	70,0	110,0	159	254	372	512	673
$N_{el,Rd}$ (kN)	22,7	32,7	62,7	98,2	142	226	331	455	600

$$N_{ed} = 536,6 \text{ kN} < N_{el,Rd} = 600,00 \text{ Kn}$$

(VYUŽITÍ 89%) OK

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!

8. POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÍKŮ

8.1. Materiálové charakteristiky:

Ocel S355

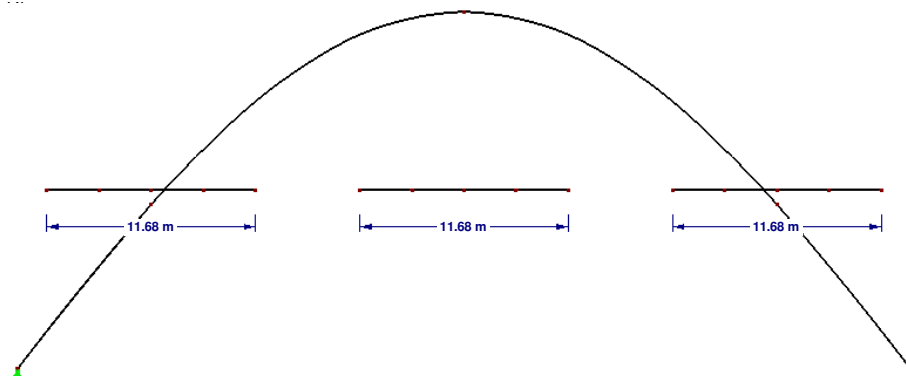
$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

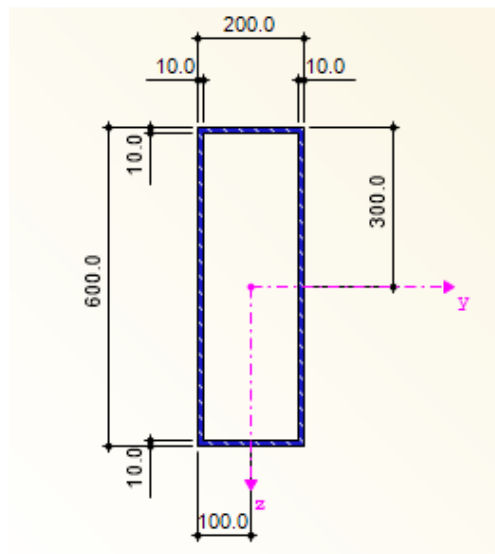
$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

8.2 Průřezové charakteristiky:

Dva typy průřezů jsou použity na hlavních nosnících. Průřez TO 600/300/10/10/10/10:



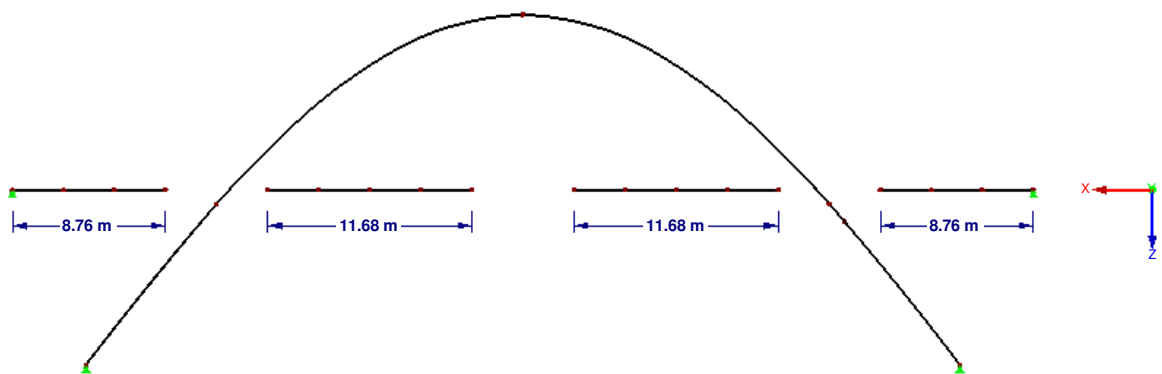
Obrázek 47- Hlavní nosník – poloha průřezů TO 600/300/10/10/10/10



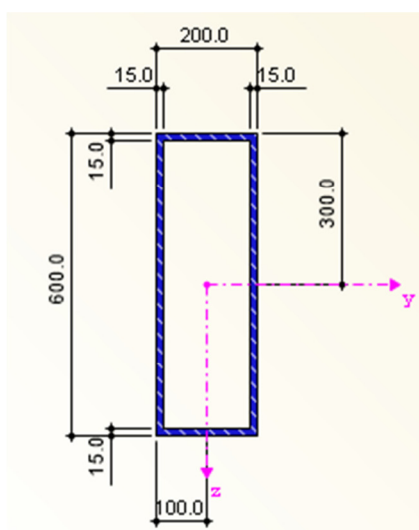
Obrázek 48 - Hlavní nosník – geometrie průřezu TO 600/200/10/10/10/10

b=	200	mm
h=	600	mm
L=	58400	mm
$I_y=$	$6,73 \cdot E+8$	mm^4
A=	15600	mm^2

Průřez TO 600/200/15/15/15/15:



Obrázek 49 - Hlavní nosník – poloha průřezů TO 600/200/15/15/15/15



Obrázek 50 - Hlavní nosník – geometrie průřezu TO 600/200/15/15/15/15

b=	200 mm
h=	600 mm
L=	58400 mm
$I_y=$	$9,76 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$
A=	23100 mm^2

Překrývající části jsou nosníky s proměnou tloušťkou.

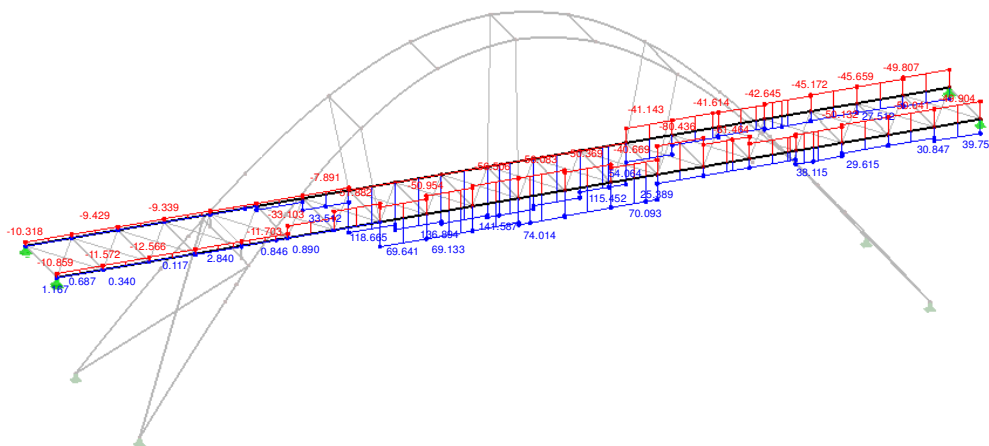
8.3. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

Viz 5.4.

8.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Viz 5.5.

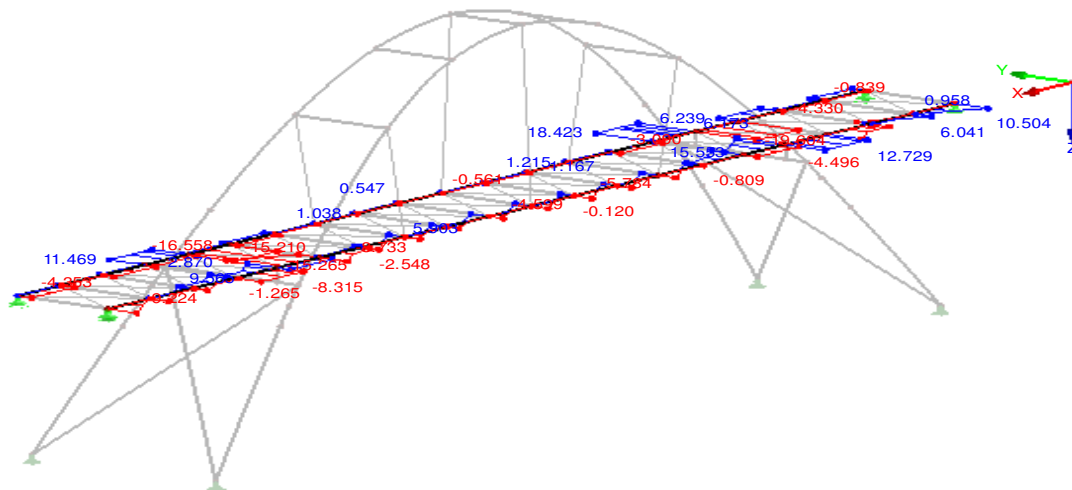
8.5. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



Obrázek 51 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka N

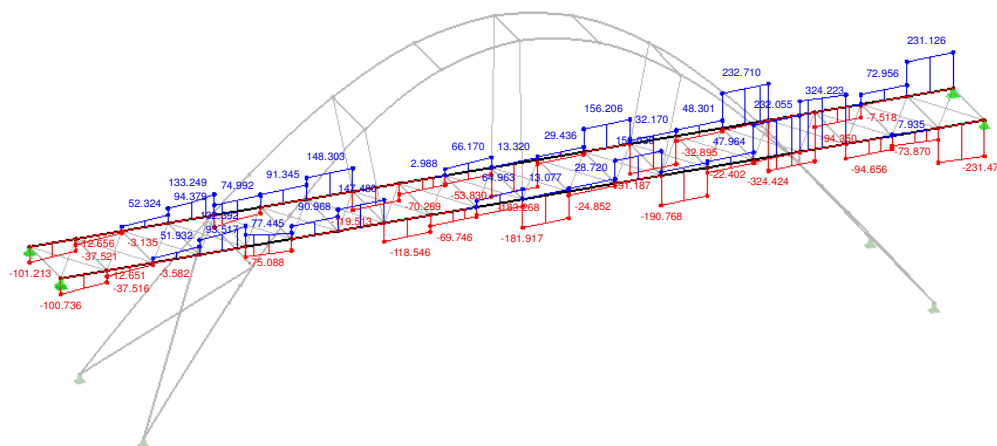


Max N	141,587 kN
Min N	-80,436 kN



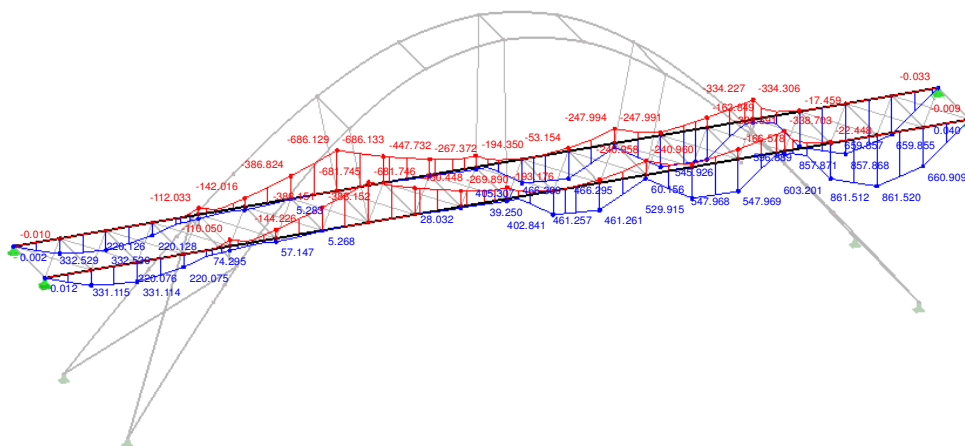
Obrázek 52 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka Vy

Max Vy	18,423 kN
Min Vy	-19,604 kN



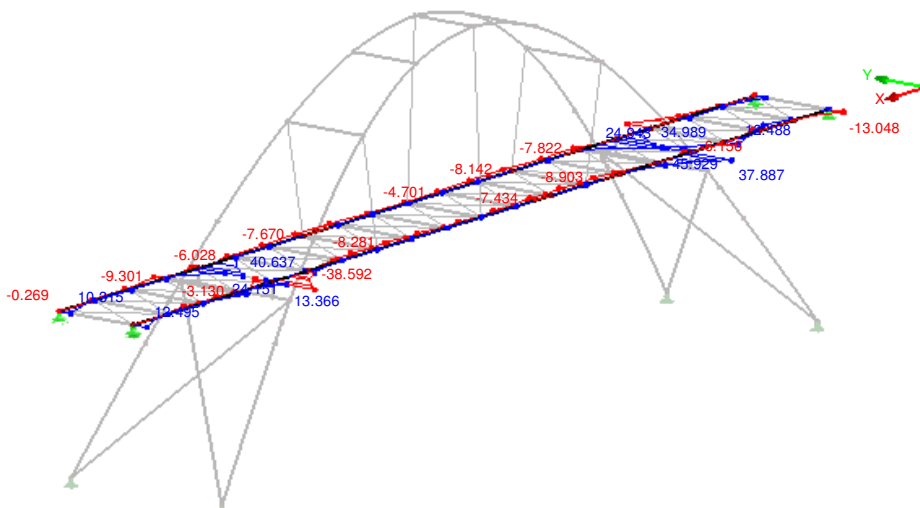
Obrázek 53 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka Vz

Max Vz	324,223 kN
Min Vz	-324,42 kN



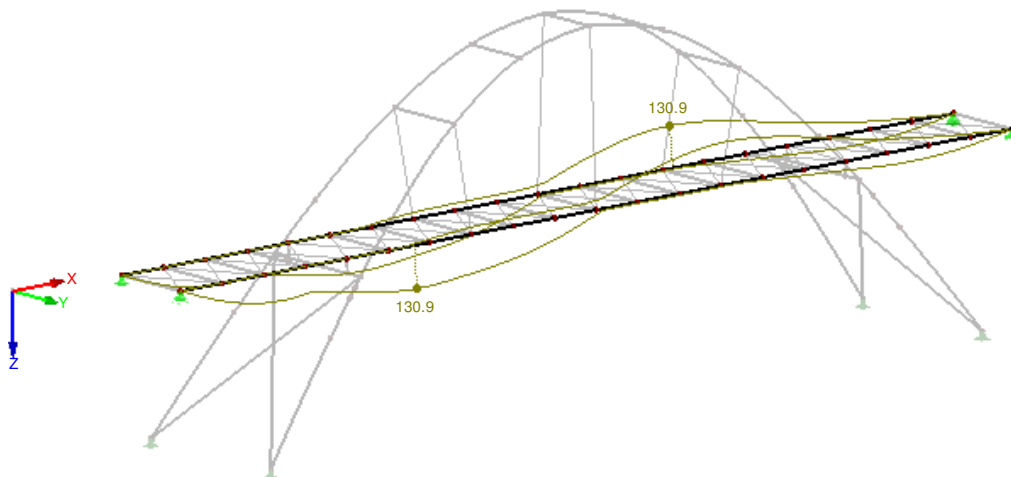
Obrázek 54 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka M_y

Max M_y	861,52 kNm
Min M_y	-668,13 kNm



Obrázek 55 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka M_z

Max M_z	45,929 kNm
Min M_z	-38,59 kNm



Obrázek 56 - Hlavní nosník – MSP – obálka u

Max u	130,9 mm
-------	----------

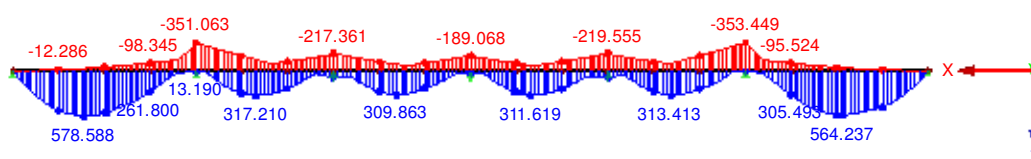
8.6. Dodatečná kombinace vnitřních sil od zatížení obslužným vozidlem:

Byla zjištěna dvojice s, která působí na nosník od příčnicku, z působení obslužného vozidla od zadní (2x75 kN) a přední nápravy (2x50kN).

Tyto reakce jsou – 129,688 kN a 86,459 kN.

MSÚ - KZS

$$1,35 * g_0 + 1,35 * gr2$$



Obrázek 57 - Hlavní nosník – obálka My od obslužného vozidla

8.7. Posudek pro TO 600/300/10/10/10/10:

Návrhové síly:

$$^1N_{ed} = 141,587 \text{ kN}$$

$$^2N_{ed} = -61,464 \text{ kN}$$

$$V_z = 324,223 \text{ kN}$$

$$M_y = 603,206 \text{ kNm}$$

k extrému M_y přiřazená i hodnota:

$$M_z = 18,977 \text{ kNm}$$



8.7.1. Zatřídění průřezu

3.5.1.1 Zatřídění pásnice - tlak

$$\frac{d}{t} = \frac{180}{10} = 180 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

3.5.1.2 Zatřídění stojiny – ohyb a tlak

Software: Podíl tlaku $\alpha = 0,51$

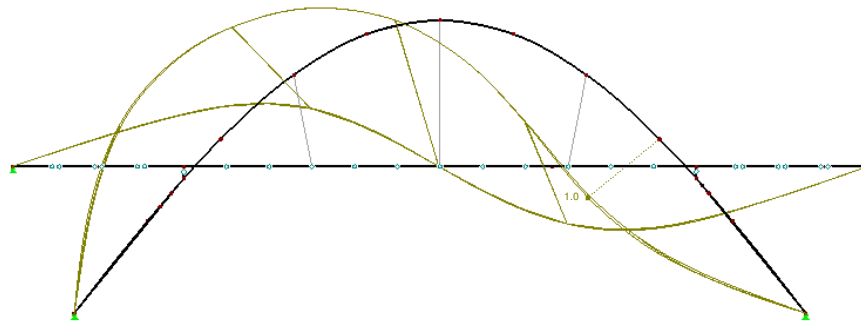
$$\frac{d}{t} = \frac{580}{10} = 58 \leq \frac{445 * \varepsilon}{13 * \alpha - 1} = 64,3 \dots 1. \text{ třída}$$

Plastický posudek

8.7.2. Posouzení na tlak

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{M1}}$$

Pomocí přídatného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ11 – vlastní tíha + chodci na půl mostu + boční vítr byla zjištěna kritická síla pro vybočení v rovině hlavního nosníku.

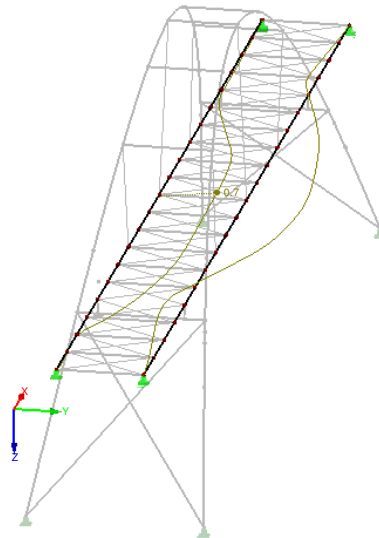


Obrázek 58 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar

$$N_{cr} = 1033kN$$

$$\bar{\lambda}_1 = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{15600 * 355 * 10^{-3}}{1033}} = 2,315$$

Pomocí přídatného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ11 – vlastní tíha + chodci na půl mostu + boční vítr byla zjištěna kritická síla pro vybočení z roviny hlavního nosníku



Obrázek 59 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar

$$N_{cr} = 2112 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_1 = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{15600 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{2112}} = 1,619$$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 0,5 * (1 + 0,21 * (2,315 - 0,2) + 2,315^2) = 3,401$$

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{3,4 + \sqrt{3,4^2 - 2,315^2}} = 0,17$$

$$N_{b,rd} = \frac{X \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,17 \cdot 15600 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 855,87 \text{ kN} > N_{ed} = 61,153 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 7%) **OK**

8.7.3. Posouzení na tah

$$N_{b,rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{15600 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 5538 \text{ kN} > N_{ed} = 134,091 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 2,4%) **OK**

8.7.4. Posouzení na smyk

$$V_{c,rd} = A_v * \frac{f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 11600 * \frac{355 \cdot 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 2377,528 \text{ kN} \geq V_{ed} = 329,57 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{329,57}{2377,53} = 0,15 \geq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

(VYUŽITÍ 14%) **OK**

8.7.5. Posouzení na ohyb M_y

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2\,862\,000 \cdot 10^{-9} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1016,01 \text{ Nm} \geq M_{ed} = 603,206 \text{ kNm}$$



VYUŽITÍ (59%) **OK**

8.7.6. Posouzení na ohyb M_z

$$M_{rd} = \frac{W_{z,pl} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1\,302\,000 \cdot 10^{-9} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 462,21 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 18,997 \text{ kNm}$$

VYUŽITÍ (4%) **OK**

8.7.7. Interakce $N + M_y + M_z$

Hlavní moment M_y

$$\frac{N_{ed}}{X \cdot N_{rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} \cdot M_{y,rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{ed}}{X_{lt} \cdot M_{rd}} < 1$$

Z výpočetního softwaru: $\psi = 0,933$

$$c_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,933 = 0,97$$

$$k_{yy} = c_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda} - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{X \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma_{m,1}}} \right) = 0,97 \cdot \left(1 + (2,315 - 0,2) \cdot \frac{61,153}{941,457} \right) = 1,1$$

Pro průřez třídy 1 a 2:

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,1 = 0,66$$

Typ průřezu neklopí

$$\frac{N_{ed}}{X \cdot N_{rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} \cdot M_{y,rd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,ed}}{M_{z,rd}} < 1$$

$$\frac{61,153}{855,87} + 1,1 \cdot \frac{603,206}{1 \cdot 1016,01} + 0,66 \cdot \frac{18,997}{462,21} = 0,76 < 1$$

(VYUŽITÍ 76%) **OK**

ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA OHYBU S TLAKEM!

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!

8.8. Posudek pro TO 600/300/15/15/15/15:

Návrhové síly:

$$^1N_{ed} = 126,307 \text{ kN}$$

$$^2N_{ed} = -80,436 \text{ kN}$$

$$V_z = 231,126 \text{ kN}$$

$M_y = 861,52 \text{ kNm}$, k extrémům M_y přiřazená i hodnota:

$$M_z = -8,707 \text{ kNm}$$



8.8.1. Zatřídění průřezu

3.5.1.1 Zatřídění pásnice

$$\frac{d}{t} = \frac{180}{15} = 12 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

3.5.1.2 Zatřídění stojiny – ohyb a tlak

Software: Podíl tlaku $\alpha = 0,75$

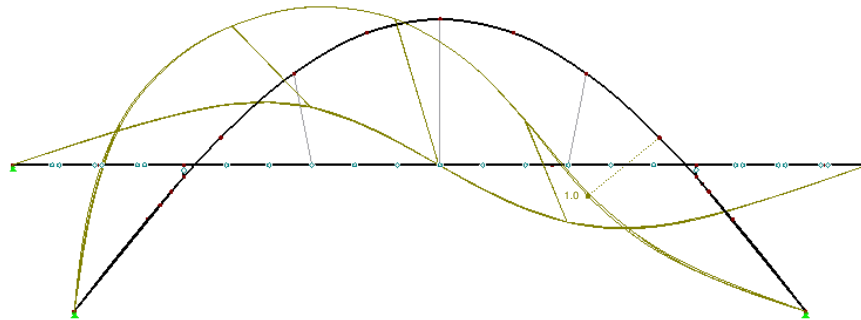
$$\frac{d}{t} = \frac{580}{15} = 38,66 \leq \frac{445 * \epsilon}{13 * \alpha - 1} = 72 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 66,66 \dots 2. \text{ třída}$$

Plastický posudek

8.8.2. Posouzení na tlak

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{m,1}}$$

Pomocí přídavného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ11 – vlastní tíha + chodci na půl mostu + boční vítr byla zjištěna kritická síla v nejméně namáhaném prvku.

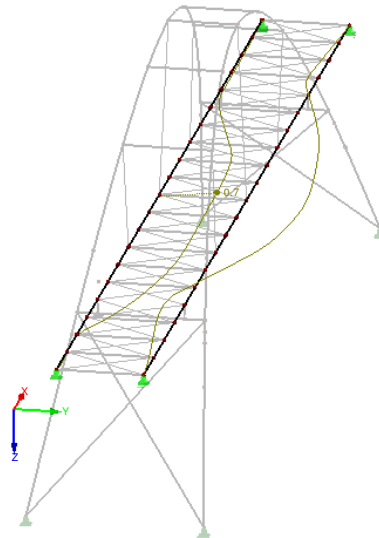


Obrázek 60 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar

$$N_{cr} = 1339 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{23100 * 355 * 10^{-3}}{1339}} = 2,47$$

Pomocí přídavného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ11 – vlastní tíha + chodci na půl mostu + boční vítr byla zjištěna kritická síla v nejméně namáhaném prvku.



Obrázek 61 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar

$$N_{cr} = 2745 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{23100 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{2745}} = 1,72$$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 0,5 * (1 + 0,21 * (2,47 - 0,2) + 2,47^2) = 3,78$$

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{3,78 + \sqrt{3,78^2 - 2,47^2}} = 0,15$$

$$N_{b,rd} = \frac{X \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{m,1}} = \frac{0,15 \cdot 23100 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 1118,3 \text{ kN} > N_{ed} = 80,436 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 7%) **OK**

8.8.3. Posouzení na tah

$$N_{b,rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{23100 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 8200,5 \text{ kN} > N_{ed} = 126,3 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 1,5%) **OK**

8.8.4. Posouzení na smyk

$$V_{c,rd} = A_v * \frac{f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 16307 * \frac{355 \cdot 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 3342 \text{ kN} \geq V_{ed} = 329,57 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{329,57}{3342} = 0,098 \geq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

(VYUŽITÍ 9%) **OK**

8.8.5. Posouzení na ohyb M_y

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{4\,191\,750 \cdot 10^{-9} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1480 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 861,52 \text{ kNm}$$

VYUŽITÍ (58%) **OK**



8.8.6. Interakce $N + My$

Hlavní moment M_y

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} < 1$$

Z výpočetního softwaru: $\psi=0,988$

$$c_{my} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0,988 = 0,995$$

Návrhové zatížení v místě maximální M_y :

$$N_{ed} = 75,165 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = c_{my} * (1 + (\bar{\lambda} - 0,2) * \frac{N_{ed}}{X * \frac{N_{rk}}{\gamma_{m,1}}}) = 0,995 * (1 + (1,89 - 0,2) * \frac{80,443}{1 * \frac{1230}{1}})$$

$$= 1,105$$

Typ průřezu neklopí

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} < 1$$

$$\frac{75,165}{1118,3} + 1,105 * \frac{861,52}{1760,1} = 0,61 < 1$$

(VYUŽITÍ 61%) **OK**

8.8.8. Posouzení průhybů

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{58400}{250} = 233,6 \text{ mm} < \delta = 130,9 \text{ mm}$$

**ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU S TLAKEM!
PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!**



9. POSOUZENÍ OBLOUKŮ

9.1. Materiálové charakteristiky:

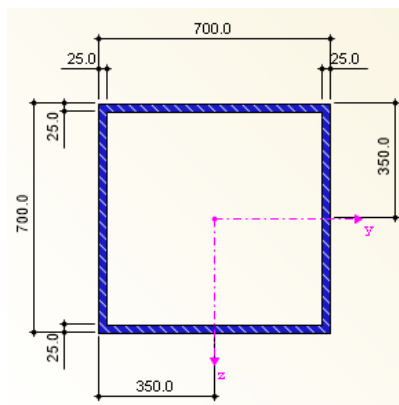
Ocel S355

$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

9.2 Průřezové charakteristiky:



Obrázek 62 - Hlavní oblouk – geometrie průřezu hlavního nosného oblouku

$b =$	700	mm
$h =$	700	mm
$I_y =$	$5,13 \cdot 10^9$	mm^4
$A =$	67500	mm^2
$A_z =$	455625	mm^2
$e_t = e_b =$	350	mm
$W_{y,pl} =$	$1,71 \cdot 10^7$	mm^3

9.3. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

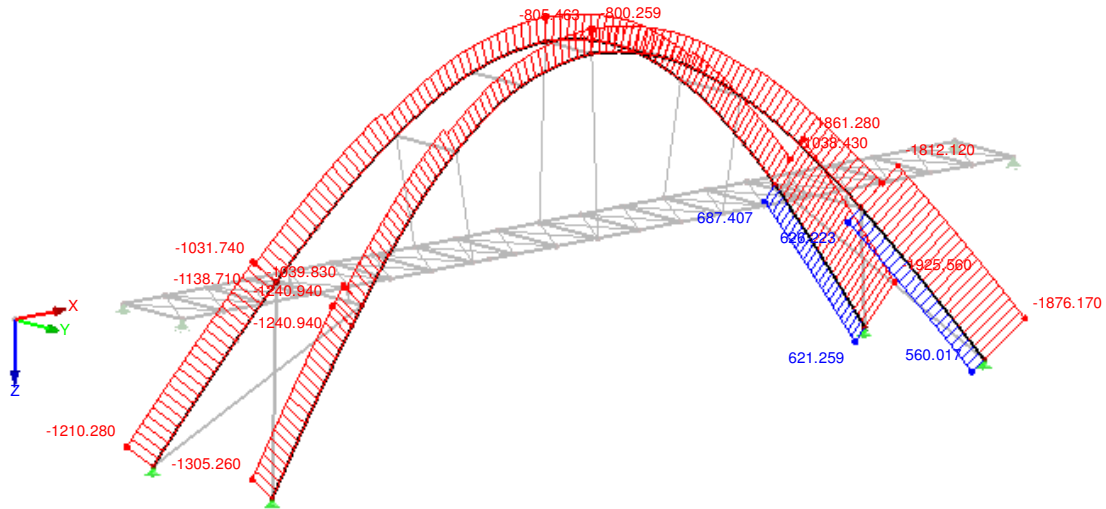
Viz 5.4.

9.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Viz 5.5.

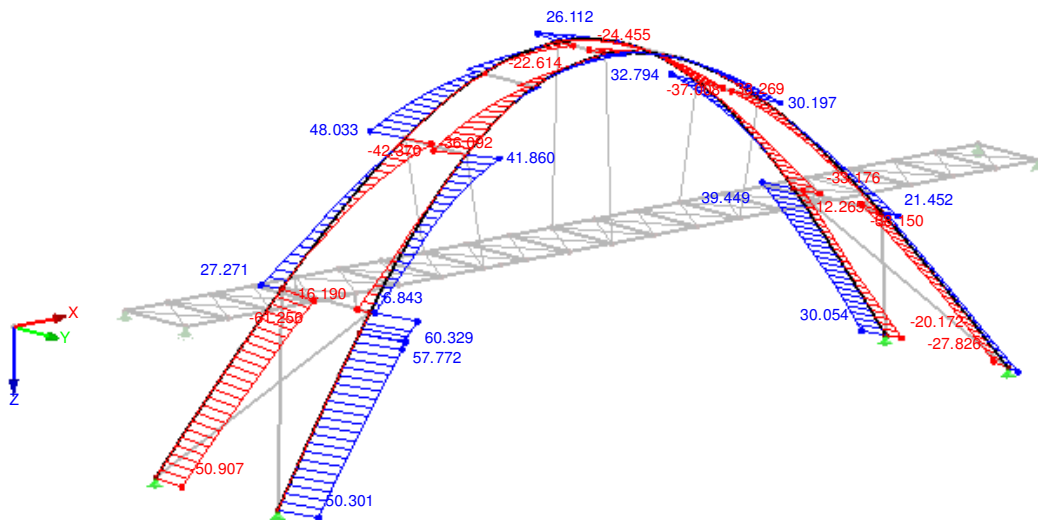


9.5. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



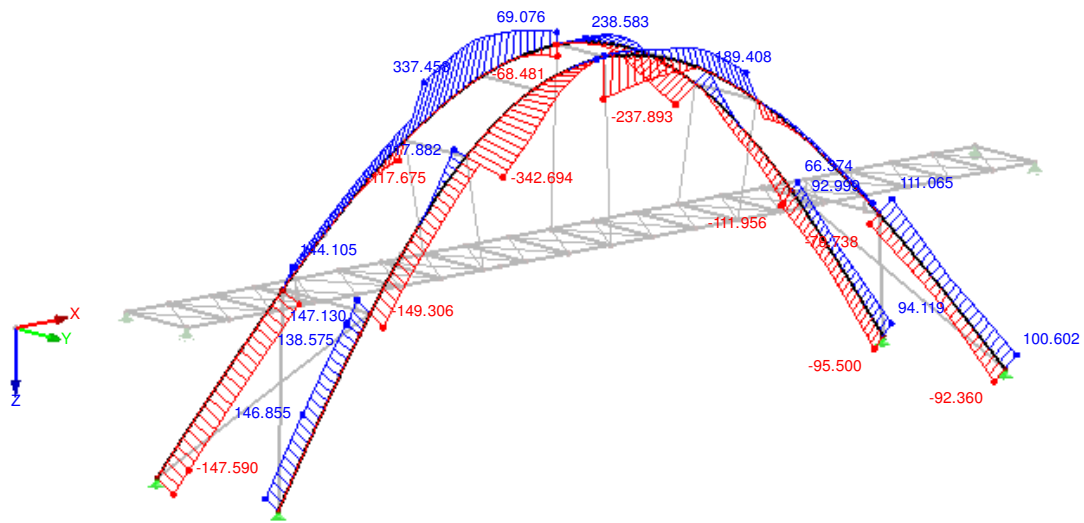
Obrázek 63 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka N

Max N	687,407 kN
Min N	-1925,57 kN



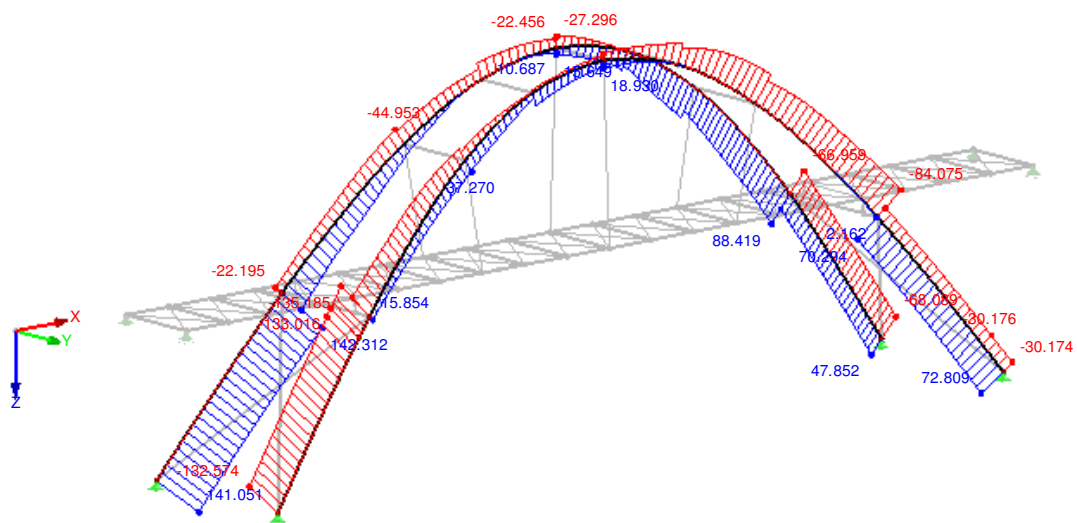
Obrázek 64 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vy

Max Vy	60,329 kN
Min Vy	-61,26 kN



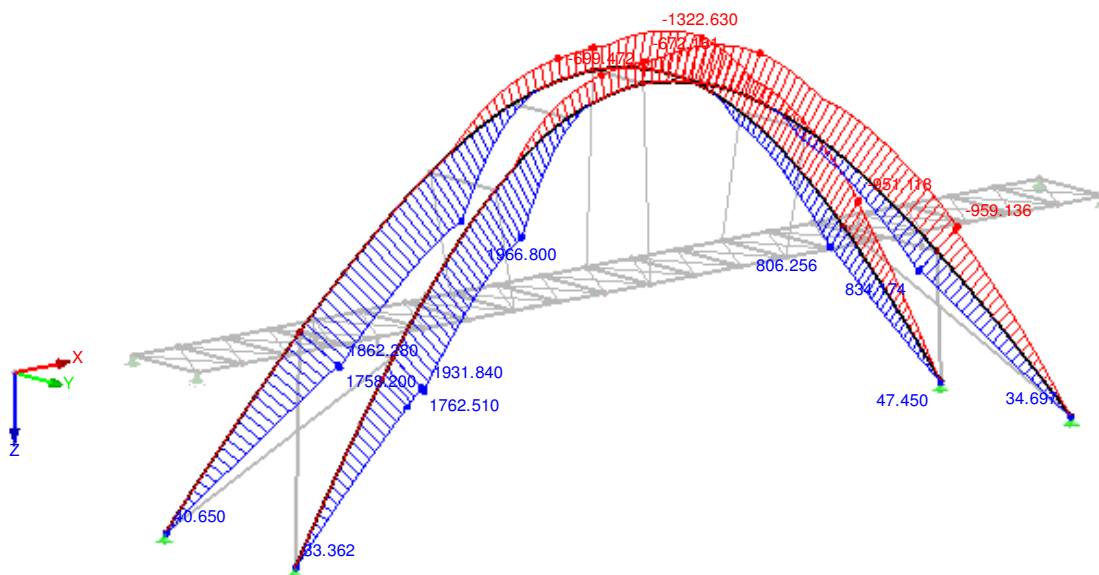
Obrázek 65 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vz

Max Vz	337,46 kN
Min Vz	-342,69 kN



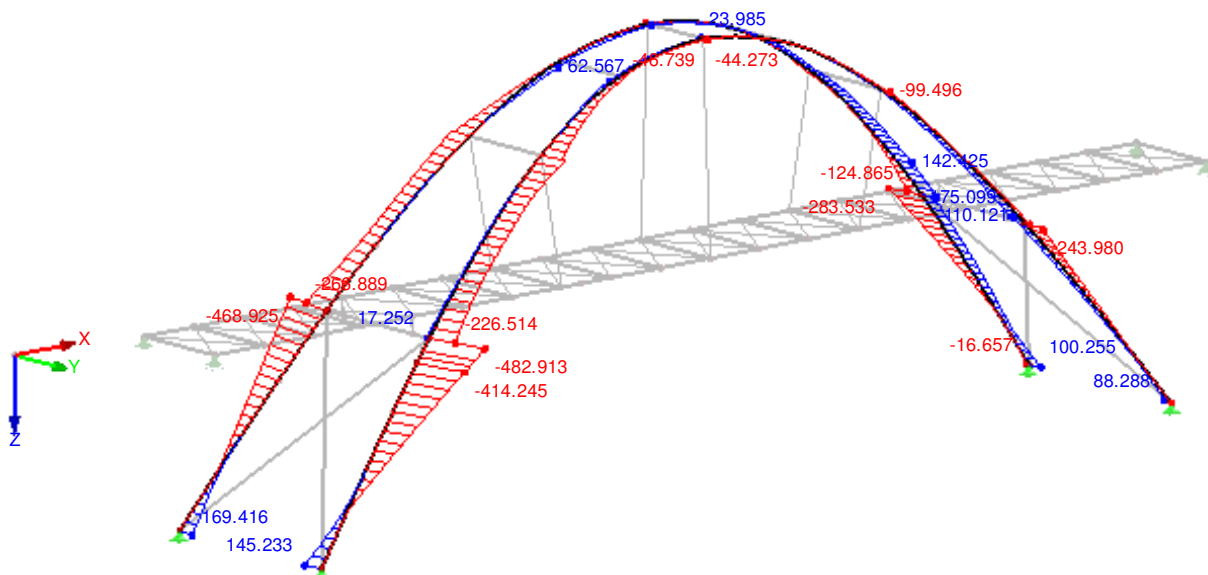
Obrázek 66 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka MT

Max M_T	142,31 kNm
Min M_T	-135,19 kNm



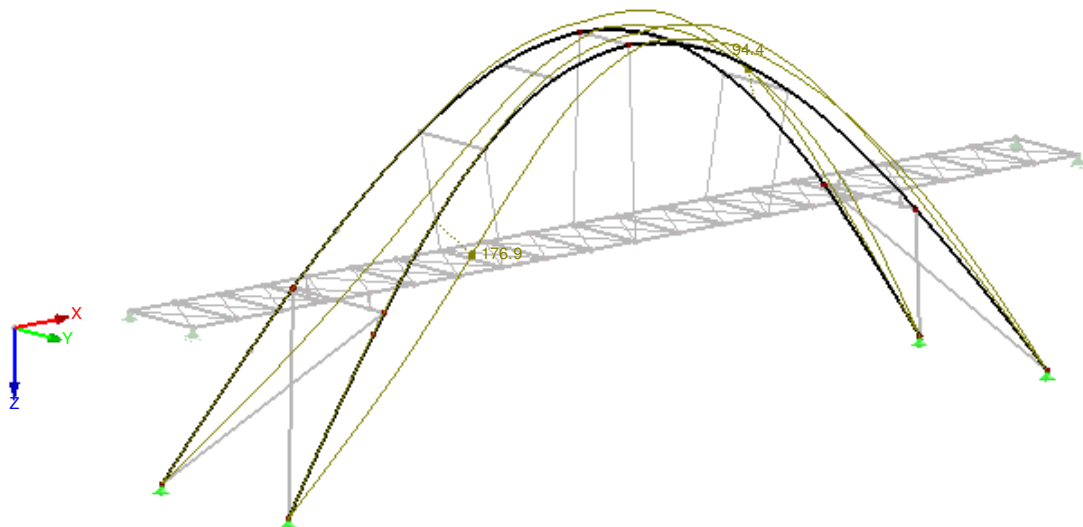
Obrázek 67 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka M_y

Max M_y	1969,80 kNm
Min M_y	-1322,63 kNm



Obrázek 68 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka M_z

Max M_z	175,1 kNm
Min M_z	-482,91 kNm



Obrázek 69 - Hlavní oblouk – MSP – obálka u

Max u	176,9 mm
-------	----------

9.6. Posudek:

Návrhové síly:

$$N_{ed} = -1925,57 \text{ kN}$$

$$V_z = -342,69 \text{ kN}$$

$$V_y = -61,26 \text{ kN}$$

$$M_T = 142,312 \text{ kNm}$$

$$M_z = -482,91 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1966,78 \text{ kNm}$$

k extrémům M_y přiřazené i hodnoty:

$$M_z = 165,963 \text{ kNm}, N_{ed} = -536,461 \text{ kN}$$

9.6.1. Zatřídění průřezu

3.5.1.1 Zatřídění pásnice - tlak

$$\frac{d}{t} = \frac{700-50}{25} = 26 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

3.5.1.2 Zatřídění stojiny - tlak

$$\frac{d}{t} = \frac{700-50}{25} = 26 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

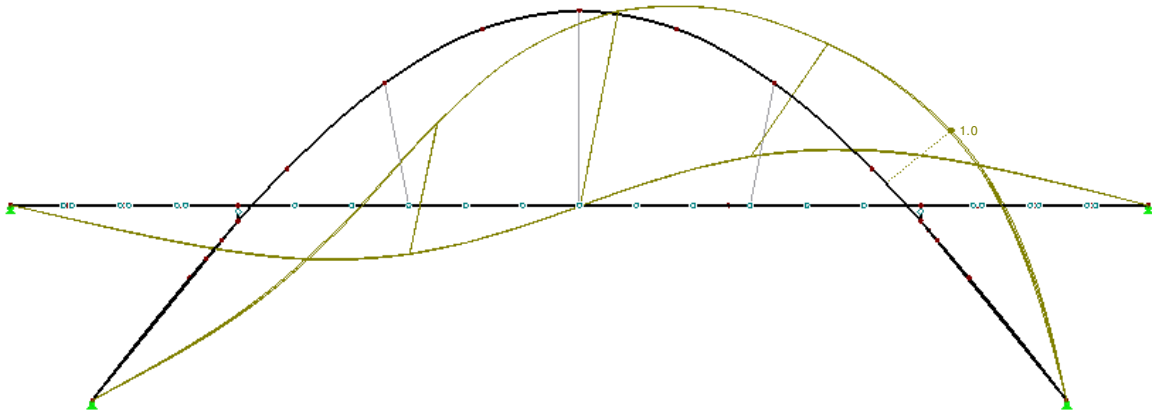
Plastický posudek

9.6.1. Posouzení na tlak

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{m,1}}$$



Pomocí přídavného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ15 – vlastní tíha + chodci na hlavním poli + ochlazení. Byla zjištěna kritická síla v nejvíce namáhaném prvku při vybočení v rovině.

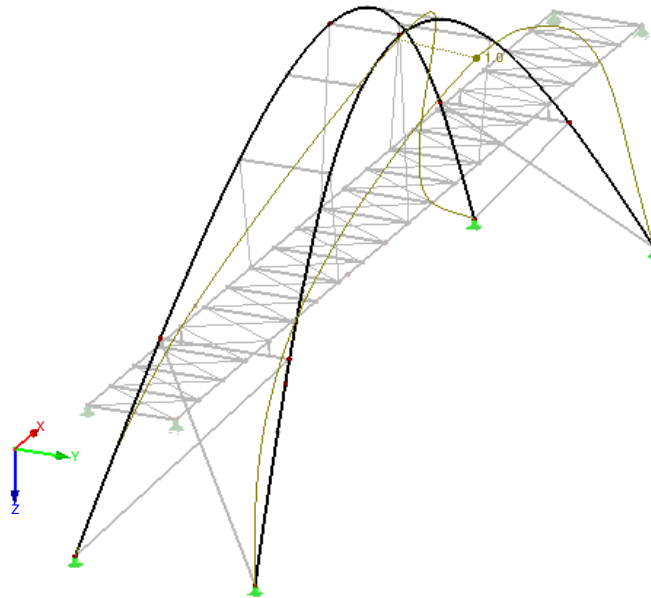


Obrázek 70 - Hlavní oblouk – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar

$$N_{cr} = 28090 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}1 = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{67500 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{28090}} = 0,923$$

Pomocí přídavného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ15 – vlastní tíha + chodci na hlavním poli + ochlazení. Byla zjištěna kritická síla v nejvíce namáhaném prvku při vybočení z roviny



Obrázek 71 - Hlavní oblouk – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar

$$N_{cr} = 28799 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}2 = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{67500 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{28799}} = 0,912$$



$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 0,5 * (1 + 0,21 * (0,923 - 0,2) + 0,923^2) = 1,0$$

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,0 + \sqrt{1,0^2 - 0,923^2}} = 0,722$$

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{m,1}} = \frac{0,722 * 67500 * 355 * 10^{-3}}{1,1} = 15728,11 \text{ kN} > N_{ed} = 1925,57 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 12%) **OK**

8.8.3. Posouzení na kroucení

$$\tau_{max} = \frac{M_x * r}{I_t} = \frac{142,312 * 0,35 * 10^{-3}}{7,703 * 10^9 * 10^{-12}} = 6,46 \text{ MPa}$$

Napětí započteno v rezervě únosnosti průřezu.

8.8.4. Posouzení na smyk Vy

$$V_{c,rd} = Av * \frac{f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 32500 * \frac{355 * 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 6661 \text{ kN} \geq V_{ed} = 342,69 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{342,69}{6661} = 0,05 \geq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

(VYUŽITÍ 5%) **OK**

8.8.5. Posouzení na smyk Vz

$$V_{c,rd} = Av * \frac{f_y}{\gamma_{m,0} * \sqrt{3}} = 32500 * \frac{355 * 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 6661 \text{ kN} \geq V_{ed} = 61,26 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{61,26}{6661} = 0,01 \geq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

(VYUŽITÍ 1%) **OK**

8.8.5. Posouzení na ohyb My

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,71 * 10^7 * 10^{-9} * 355 * 10^3}{1,0} = 6070,5 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 1966,78 \text{ kNm}$$

(VYUŽITÍ 32%) **OK**

8.8.6. Posouzení na ohyb Mz

$$M_{rd} = \frac{W_{z,pl} * f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,71 * 10^7 * 10^{-9} * 355 * 10^3}{1,0} = 6070,5 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 482,91 \text{ kNm}$$

(VYUŽITÍ 8%) **OK**

8.8.7. Interakce N + My + Mz

Hlavní moment My

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} + k_{yz} * \frac{M_{ed}}{X_{lt} * M_{rd}} < 1$$



Z výpočetního softwaru: $\psi=0,562$, $\chi=1$, $\bar{\lambda} = 1,224$

$$c_{my} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0,52 = 0,825$$

Návrhové zatížení v místě maximální M_y :

$$k_{yy} = c_{my} * (1 + (\bar{\lambda} - 0,2) * \frac{N_{ed}}{X * \frac{N_{rk}}{\gamma_{m,1}}}) = 0,825 * (1 + (1,224 - 0,2) * \frac{536,461}{23962})$$

$$= 0,840$$

Pro průřez třídy 1 a 2:

$$k_{yz} = 0,6 * k_{yy} = 0,6 * 0,840 = 0,504$$

Typ průřezu neklopí

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} + k_{yz} * \frac{M_{z,ed}}{M_{z,rd}} < 1$$

$$\frac{1925,57}{15728,11} + 0,840 * \frac{1966,78}{1 * 6070,5} + 0,504 * \frac{482,91}{6070,5} = 0,435 < 1$$

(VYUŽITÍ 43%) **OK**

8.8.8. *Posouzení průhybů*

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{58400}{250} = 233,6 \text{ mm} < \delta = 176,9 \text{ mm}$$

ROZHODUJICÍ JE POSOUZENÍ NA PRŮHYB!

PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!



10. POSOUZENÍ ZTUŽIDEL OBLOUKU

10.1. Materiálové charakteristiky:

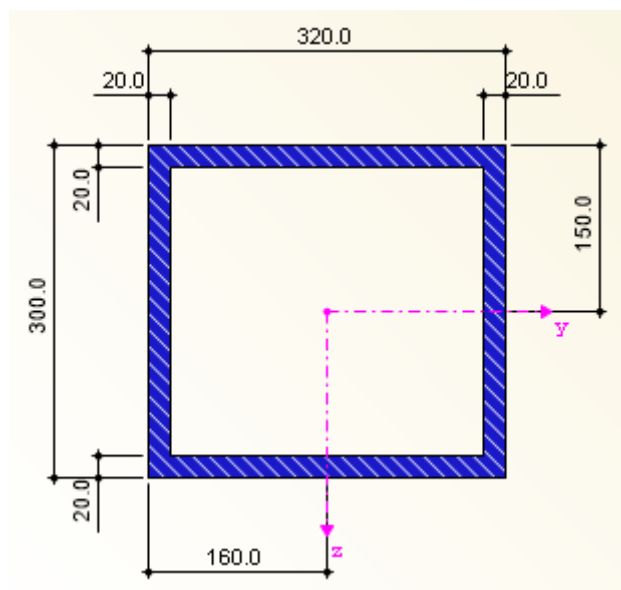
Ocel S355

$E = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

10.2. Průřezové charakteristiky:



Obrázek 72 - Hlavní oblouk – geometrie průřezu hlavního nosného oblouku

$b =$	320	mm
$h =$	300	mm
$I_y =$	$3,10 \cdot 10^8$	mm^4
$A =$	23200	mm^2
$A_z =$	10400	mm^2
$e_t = e_b =$	160	mm
$W_{y,pl} =$	$2,46 \cdot 10^5$	mm^3

10.3. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSÚ:

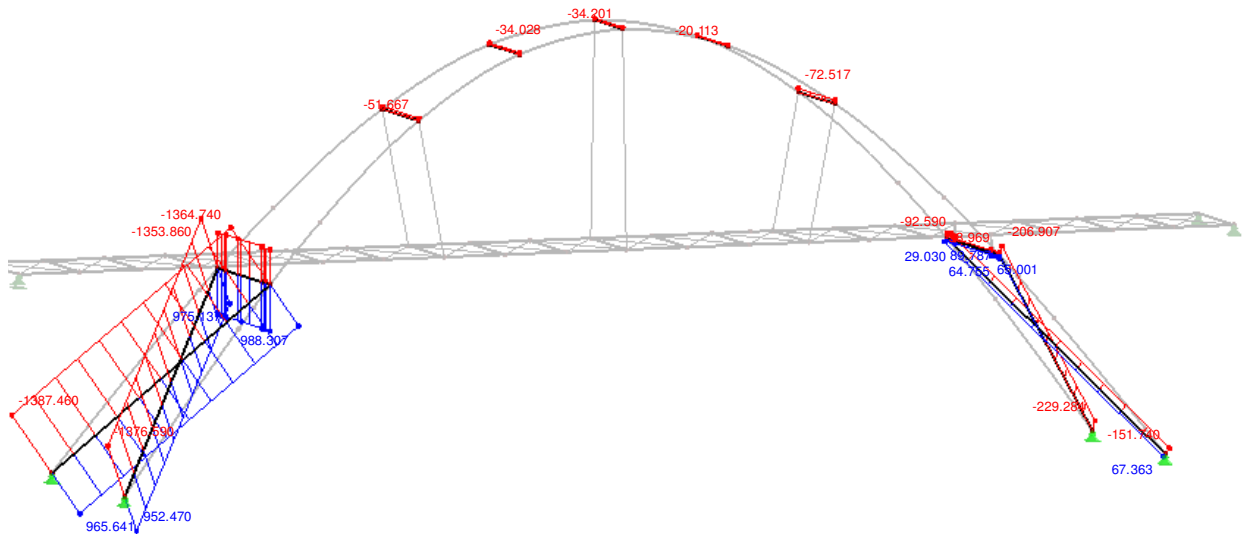
Viz 5.4.

10.4. Kombinace zatěžovacích stavů pro MSP:

Viz 5.5.

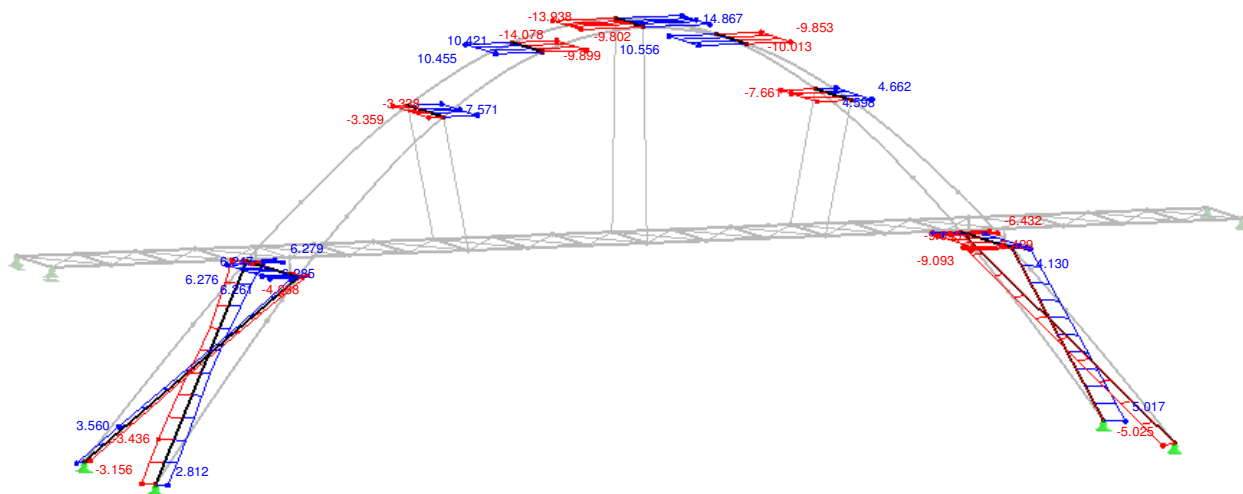


10.5. Kombinace výsledků pro MSP a MSÚ:



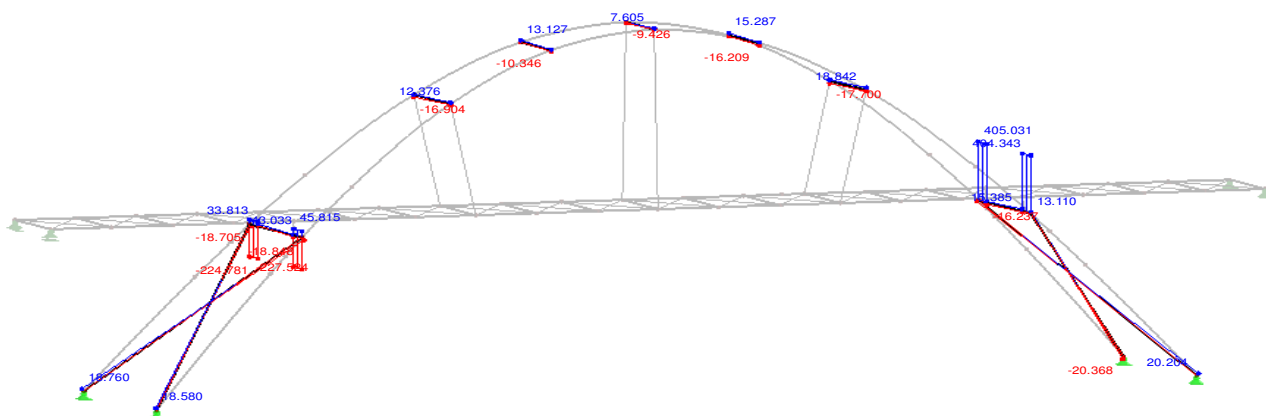
Obrázek 73 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka N

Max N	988,307 kN
Min N	-1387,46 kN



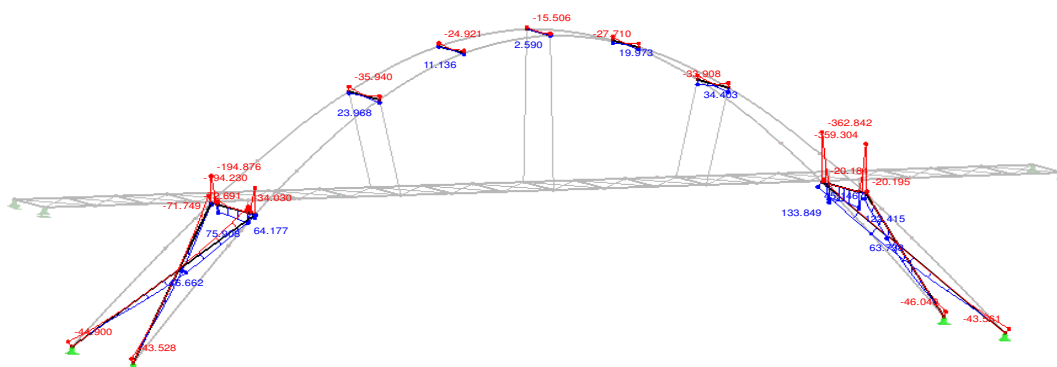
Obrázek 74 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vy

Max Vy	14,867 kN
Min Vy	-14,078 kN



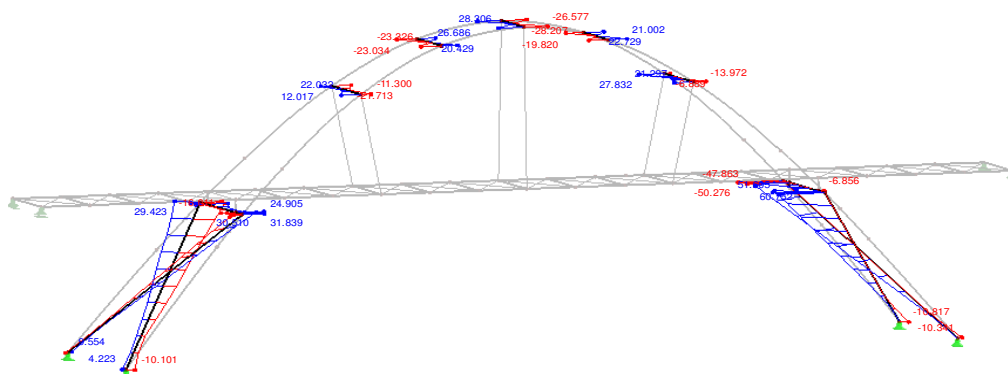
Obrázek 75- Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vz

Max Vz	405,031 kN
Min Vz	-227,52 kN



Obrázek 76 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka My

Max M_y	133,846 kNm
Min M_y	-362,842 kNm



Obrázek 77 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Mz

Max M_z	60,75 kNm
Min M_z	-50,276 kNm



10.6. Posudek:

Návrhové síly:

$$N = -1387,464 \text{ kN}$$

$$V_z = 405,031 \text{ kN}$$

$$M_z = 60,752 \text{ kNm}$$

$$M_y = 362,842 \text{ kNm}$$

k extrému N přiřazené i hodnoty:

$$M_z = 9,554 \text{ kNm}, M_y = -44,9 \text{ kN}$$

9.6.1. Zatřídění průřezu

3.5.1.1 Zatřídění pásnice

$$\frac{d}{t} = \frac{280}{20} = 14 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

3.5.1.2 Zatřídění stojiny

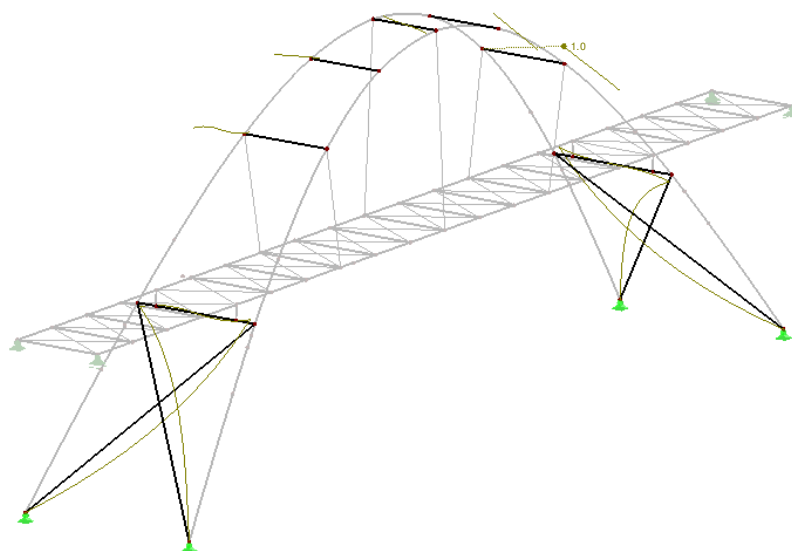
$$\frac{d}{t} = \frac{260}{20} = 13 \leq 33 * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 33 * \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85 \dots 1. \text{ třída}$$

Plastický posudek

9.6.2. Posouzení na tlak

$$N_{b,rd} = \frac{X * A * f_y}{\gamma_{m,1}}$$

Pomocí přidavného modulu RF-Stability získaný z kombinace KVZ14 – vlastní tíha + chodci na hlavním poli + oteplení. Byla zjištěna kritická síla v nejméně namáhaném prvku.



Obrázek 78 - Ztužidla oblouku – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar



$$N_{cr} = 3037 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{23200 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{3037}} = 1,64$$

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 0,5 * (1 + 0,21 * (1,64 - 0,2) + 1,64^2) = 1,996$$

$$X = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,996 + \sqrt{1,996^2 - 1,64^2}} = 0,32$$

$$N_{b,rd} = \frac{X \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{m,1}} = \frac{0,32 \cdot 23200 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 2395,92 \text{ kN} > N_{ed} = 1925,57 \text{ kN}$$

(VYUŽITÍ 80%) **OK**

9.6.3. Posouzení na smyk Vz

$$V_{c,rd} = A_v * \frac{f_y}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 10400 * \frac{355 \cdot 10^{-3}}{1,0 * \sqrt{3}} = 2131,58 \text{ kN} \geq V_{ed} = 405,03 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{405,03}{2131,58} = 0,19 \geq 0,5 \text{ Malý smyk}$$

(VYUŽITÍ 19%) **OK**

9.6.4. Posouzení na ohyb My

$$M_{rd} = \frac{W_{y,pl} * f_{yd}}{\gamma_{m,1}} = \frac{2,468 \cdot 10^6 * 10^{-9} * 355 \cdot 10^3}{1,0} = 876 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 44,9 \text{ kNm}$$

(VYUŽITÍ 5%) **OK**

9.6.5. Posouzení na ohyb Mz

$$M_{rd} = \frac{W_{z,pl} * f_{yd}}{\gamma_{m,1}} = \frac{2,584 \cdot 10^6 * 10^{-9} * 355 \cdot 10^3}{1,1} = 917,32 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 9,554 \text{ kNm}$$

(VYUŽITÍ 1%) **OK**

9.6.6. Interakce N + My + Mz

Hlavní moment My

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} + k_{yz} * \frac{M_{ed}}{X_{lt} * M_{rd}} < 1$$

Z výpočetního softwaru: $\psi = 0,520$

$$c_{my} = 0,6 + 0,4 * \psi = 0,6 + 0,4 * 0,52 = 0,808$$

Návrhové zatížení v místě maximální My:



$$k_{yy} = c_{my} * \left(1 + (\bar{\lambda} - 0,2) * \frac{N_{ed}}{X * \frac{N_{rk}}{\gamma_{m,1}}} \right)$$

$$= 0,808 * \left(1 + (1,64 - 0,2) * \frac{1925,57}{2395,92} \right) = 1,743$$

Pro průřez třídy 1 a 2:

$$k_{yz} = 0,6 * k_{yy} = 0,6 * 1,743 = 1,045$$

Typ průřezu neklopí

$$\frac{N_{ed}}{X * N_{rd}} + k_{yy} * \frac{M_{y,ed}}{X_{lt} * M_{y,rd}} + k_{yz} * \frac{M_{z,ed}}{M_{z,rd}} < 1$$

$$\frac{1925,57}{2395,92} + 1,743 * \frac{44,9}{1 * 876} + 1,045 * \frac{9,554}{917,32} = 0,92 < 1$$

(VYUŽITÍ 92%) OK

**ROZHODUJÍCÍ JE POSOUZENÍ NA KOMBINACI TLAKU S OHYBEM!
PRŮŘEZ NA UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ VYHOVÍ!**

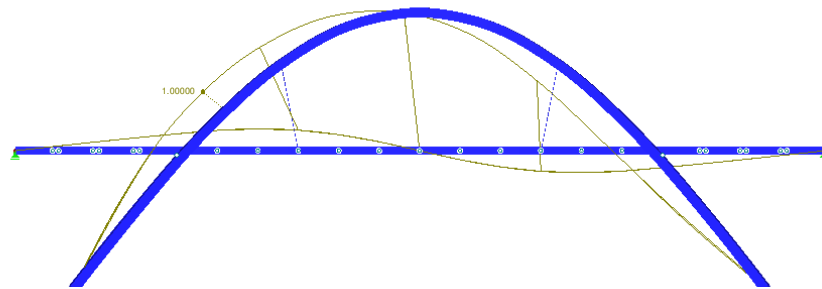
11. DYNAMICKÁ ANALÝZA

Na modelu byla provedena dynamická analýza pomocí přídatného modulu RF – Dynam Pro.

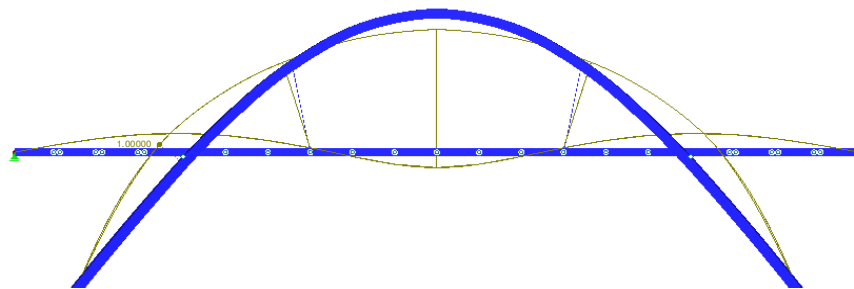
Byly vypočítány tyto vlastní tvary konstrukce:

Tvar č.	A	B	C	D
	Vlastní číslo λ	Vl. kruh. frekvence ω [rad/s]	Vlastní frekvence f [Hz]	Vlastní perioda T [s]
1	47.430	6.887	1.096	0.912
2	142.134	11.922	1.897	0.527
3	176.507	13.286	2.114	0.473
4	245.012	15.653	2.491	0.401
5	431.199	20.765	3.305	0.303
6	679.345	26.064	4.148	0.241
7	689.675	26.262	4.180	0.239
8	768.902	27.729	4.413	0.227
9	855.142	29.243	4.654	0.215
10	1594.364	39.929	6.355	0.157

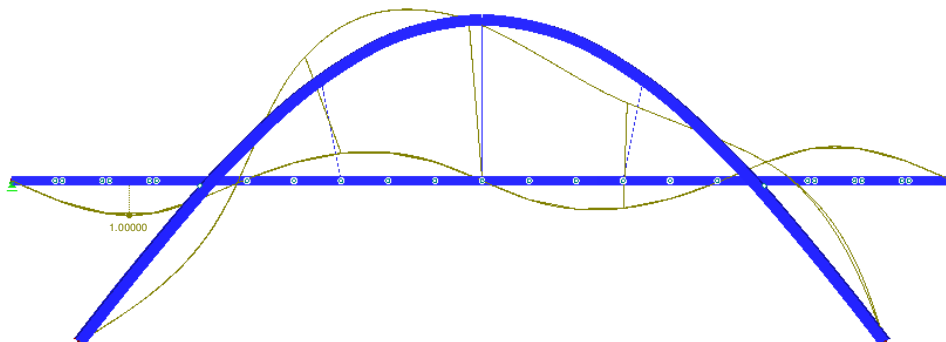
Nebezpečí vzniku rezonance vzniká pro svislé vibrace, pokud vlastní frekvence je do 5 Hz.



Obrázek 79 - Dynamická analýza -1. vlastní tvar pro svislé vibrace -1,096 Hz

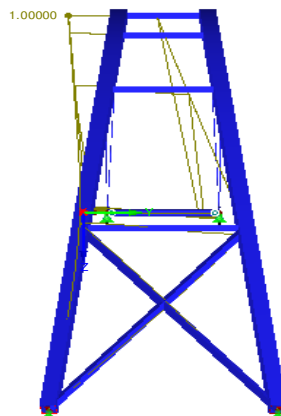


Obrázek 80 - Dynamická analýza – 2. vlastní tvar pro svislé vibrace – 2,491 Hz

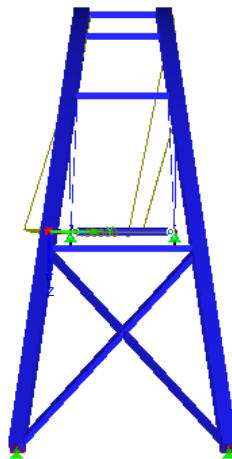


Obrázek 81 - Dynamická analýza – 3. vlastní tvar pro svislé vibrace – 4,654 Hz

Nebezpečí vzniku rezonance vzniká pro vodorovné a torzní vibrace, pokud vlastní frekvence je do 2,5 Hz.



Obrázek 82 - Dynamická analýza –1.vlastní tvar pro vodorovné a torzní vibrace-1,897Hz



Obrázek 83 - Dynamická analýza – 1. vlastní tvar pro vodorovné a torzní vibrace - 2,114 Hz

Podrobný dynamický výpočet není v rámci bakalářské práce řešen. Konstrukce bude doplněna o tlumiče kmitání.

12. POSUDEK PATKY

Materiály

Beton: C 20/25 $f_{ck} = 20$ MPa
 $\gamma_c = 1,5$

Návrhové síly

$N_{ed} = 1925,57$ kN
 $V_{y,ed} = 30,054$ kN
 $V_{z,ed} = -95,5$ kN

Výchozí rozměry základu

$a_c = 1000$ mm
 $b_c = 1000$ mm
 $h_c = 500$ mm

Rozměry ocelového profilu

$h_y = b_y = 700$ mm



$$t_y = 25 \text{ mm}$$

Rozměry patního plechu

$$a_0 = b_0 = 1000 \text{ mm}$$

$$t_p = 15 \text{ mm}$$

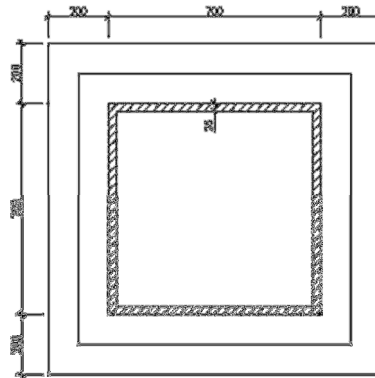
Započítelné rozměry patky

$$a_1 = \min(3 \cdot a_0, a_0 + h_c, a_c)$$

$$a_1 = b_1 = 1000 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí

$$k_j = \sqrt{a_1 \cdot b_1} = 1,000$$



Detail patky - Pohled obr. 84

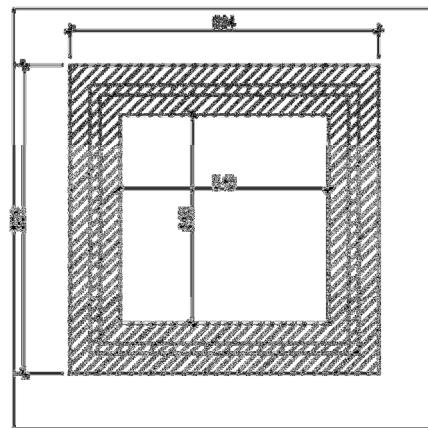
Návrhová pevnost betonu

$$\beta_j = 0,67$$

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 8,88 \text{ MPa}$$

Účinná šířka patní desky

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{\gamma_c}} = 52,209 \text{ mm}$$



Detail patky - účinná plocha obr. 85

Výpočet efektivní plochy

$$A_{\text{eff}} = 349380 \text{ mm}^2$$

Únosnost patky

$$N_{\text{rd}} = A_{\text{eff}} \cdot f_{jd} = 3102,49 > N_{\text{ed}} = 1925,57 \text{ kN}$$

PATKA VYHOVÍ!



Tlaková síla ve spáře

$N = 1925,57 \text{ kN}$

$\mu = 0,2$

$\mu * N = 385,114 > V_{ed} = 95,5 \text{ kN}$

NENÍ POTŘEBA NAVRHOVAT SMYKOVOU ZARÁŽKU!

Návrh šroubů pouze konstrukční

Návrh koutového svaru kolem celého profilu

Tloušťka svaru

$a = 5 \text{ mm}$

Délka svaru rovnoběžný s lokální osou z

$L_1 = 700 \text{ mm}$

Délka svaru rovnoběžný s lokální osou y

$L_2 = 700 \text{ mm}$

Celková délka svaru

$L_3 = 2800 \text{ mm}$

Napětí $\tau_{II,1}$ ve svaru

$$\tau_{II} = \frac{V_{ed,z}}{2 * a * L_1} = 13,6429 \text{ MPa}$$

Napětí $\tau_{\perp,1}$ ve svaru

$$\tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} * \left(\frac{V_{ed,y}}{2 * a * L_2} + \frac{N_{ed}}{a * L_3} \right) = 100,292 \text{ MPa}$$

Pro čelní svar : $\tau := \sigma = 100,292 \text{ MPa}$

$$\sqrt{\sigma_{\parallel}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = 201,971 \text{ MPa}$$

Mez pevnosti materiálu



$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Korelační součinitel pro S355

$$\beta_w = 0,9$$

Materiálový součinitel

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Pevnost svaru

$$\frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = 453,333 \text{ MPa}$$

Posudek

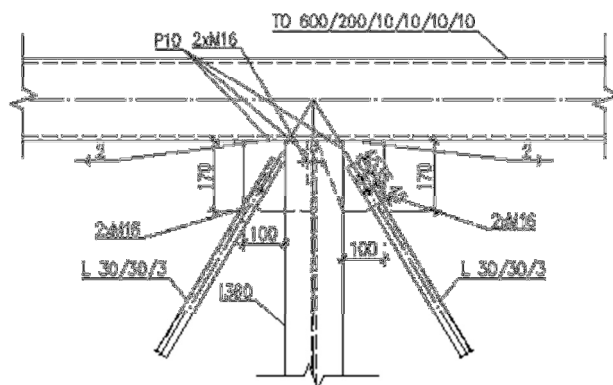
$$\sqrt{\sigma_{\parallel}^2 + 3 * (\tau^2 + \tau_{\parallel}^2)}$$

$$201,9709 < 453,333 \text{ MPa}$$

SVAR VYHOVÍ!



13. POSUDEK PŘÍPOJE TÁHLA



Detail uložení ztužidla na příčník obr. 86

Materiály

Ocel :	S355	$f_u =$	600 MPa
		$f_y =$	355 MPa
		$\gamma_{M2} =$	1,25
		$\gamma_{M0} =$	1

Návrhové síly

$$F_{ed} = 47,579 \text{ kN}$$

Návrh šroubu na stříh - smyková rovina prochází dřívem

M16 6.8.

$$f_{ub} = 600 \text{ MPa}$$

Doporučené rozteče

$$e1 = 40 \text{ mm}$$

$$e2 = 40 \text{ mm}$$

$$p1 = 55 \text{ mm}$$

Průměr a plocha jádra

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$A = 154$$

Tloušťka plechu

$$t = 10 \text{ mm}$$

Návrh šroubu ve stříhu

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 * A * f_u * n}{\gamma_{M2}}$$

$$n = 1 \quad 1 - \text{plochy strihu}$$

$$F_{v,rd} = 44,33 \text{ kN}$$



Návrh šroubu v otačení

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 * a_b * d * t * f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = \min\left(2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,78; 2,5\right) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}\right) = 0,95$$

$$F_{b,rd} = 160 \text{ kN}$$

Potřebný počet šroubů

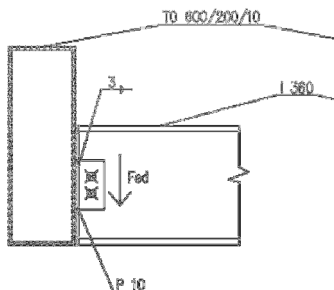
$$\frac{R_{ed}}{F_{v,rd}} = 1,07$$

->

2 šrouby M16 6.8.

$$\frac{R_{ed}}{F_{b,rd}} = 0,30$$

14. POSUDEK PŘÍPOJE PŘÍČNÍKU NA HLAVNÍ NOSNÍK



Detail uložení příčnicku na hlavní nosník obr. 87

Materiály

Ocel:	S355	$f_t =$	600 MPa
		$f_y =$	355 MPa
		$\gamma_{M2} =$	1,25
		$\gamma_{M0} =$	1

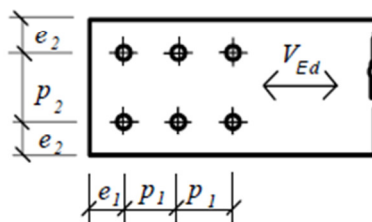
Návrhové síly

$$F_{ed} = 219,68 \text{ kN}$$



Návrh šroubu na stříh - smyková rovina prochází dříkem

M20 6.8.
 $f_{ub} = 600$ MPa
 $e_1 = 50$ mm
 $e_2 = 50$ mm
 $p_1 = 70$ mm
 $p_2 = 70$ mm
 $d = 18$ mm
 $A = 254$
 $\gamma_{M2} = 1,25$
 Tloušťka plechu $t = 8$ mm



Detail uložení příčnicku - rozteč šroubů obr. 88

Návrh šroubu ve stříhu

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 * A * f_u * n}{\gamma_{M2}}$$

$n = 2$ 2 - plochy stříhu

$F_{b,rd} = 146,574$ kN

Návrh šroubu v otláčení

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 * a_b * d * t * f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = \min\left(2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,78; 2,5\right) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}\right) = 0,93$$

$F_{b,rd} = 136$ kN

Potřebný počet šroubů

$$\frac{R_{ed}}{F_{v,rd}} = 1,62$$

->

4 šrouby M20 6.8.

$$\frac{R_{ed}}{F_{b,rd}} = 1,62$$

Návrh koutového svaru kolem celého plechu

Tloušťka svaru

$a = 3$ mm

Délka svaru

$L_{WE} = 170$ mm



Korelační součinitel pro S355

$$\beta_w = 0,9$$

Návrhová pevnost svaru

$$\frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2} * \sqrt{3}} = 307,92 \text{ MPa}$$

Únosnost svaru

$$F_{w,rd} = 2Laf_{vw,d} = 314,079 \text{ kN} > F_{ed} = 219,68 \text{ kN}$$

SVAR VYHOVÍ!

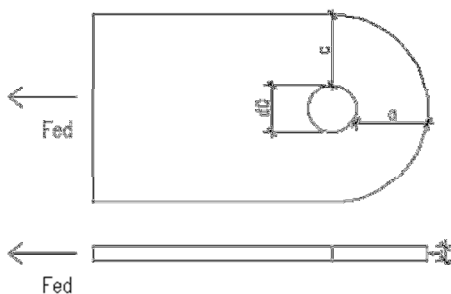
15. POSUDEK ČĚPU PRO ULOŽENÍ MOSTOVKY NA TRÁM

Materiály

Ocel: S355	$f_u =$	600 MPa
	$f_y =$	355 MPa
	$\gamma_{M2} =$	1,25
	$\gamma_{M0} =$	1

Návrhové síly

$$F_{ed} = 323,7 \text{ kN}$$



Čep uložení mostovky na trám - geometrie čepu obr. 89

Geometrie :

$$t \geq 0,7 * \sqrt{\frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{f_y}} = 22,17 \text{ mm} \rightarrow t = 24 \text{ mm}$$



$$d_0 \leq 2,5t = 60 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad d_0 = 58 \text{ mm}$$

$$a \geq \frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2 * d_0}{3} = 62,41 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad a = 64 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d_0}{3} = 43,08 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad c = 44 \text{ mm}$$

Průměr čepu

$$d = 56 \text{ mm}$$

Byly zjištěny maximální deformace v x-ovém směru

$$\delta = 11,7 \rightarrow \text{Rezerva otvoru pro čep} = 12 \text{ mm}$$

Únosnost ve stříhu

$$F_{v,rd} = 0,6 * A * f_{up} / \gamma_{M2} = 602,945 \text{ kN} < F_{v,ed} = 323,7 \text{ kN}$$

Únosnost plechu a šroubu v otláčení

$$F_{b,rd} = 1,5 * t * d f_y / \gamma_{M0} = 715,68 \text{ kN} < F_{v,ed} = 323,7 \text{ kN}$$

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{ed} = \frac{F_{ed}}{8} * (2 * t + 4 * 1 + 2 * t) = 4,05 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \pi * \frac{d^3}{32} = 17241,1 \text{ mm}^3$$

$$M_{rd} = 1,5 * \frac{W_{el} f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 11,99 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 4,05 \text{ kNm} < M_{rd} = 11,99 \text{ kNm}$$

Kombinace stříhu a ohybu

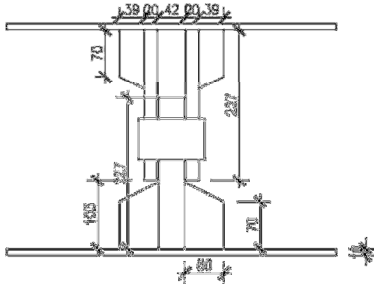
$$\left(\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{ed}}{V_{rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$0,11388 + 0,53687 < 1$$

$$0,65074 < 1$$



Dále je nutné posoudit maximální ohybový moment který působí kolmo k rovině v patě čepu



Čep uložení mostovky na trám - detail výztuh obr. 90

Návrhový moment

$$M_{z,ed} = 59,86 \text{ kNm}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 40^3 \cdot 227 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 60^3 \cdot 70 + 2 \cdot 60 \cdot 70 \cdot (20 + 30)^2$$

$$I = 2,5E+07 \text{ mm}^4$$

$$w_{pl} = I/z = I/80 = 309133 \text{ mm}^3$$

$$M_{pl,rd} = \frac{w_{pl} \cdot f_Y}{\gamma_{m0}} = 109,742 \text{ kNm} > M_{z,ed} = 59,86 \text{ kNm}$$

Kotevní plech bude připojen k nosníku svary



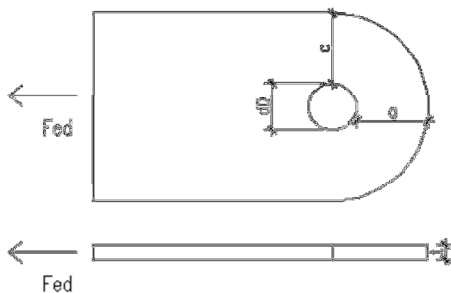
16. POSUDEK ČEPU PRO ULOŽENÍ MOSTOVKY NA KONCI

Materiály

Ocel:	S355	f_{t1}	600 MPa
		f_y	355 MPa
		γ_{M2}	1,25
		γ_{M0}	1,1

Návrhové síly

$$F_{ed} = 316,9 \text{ kN}$$



Obrázek 91 - Čep uložení mostovky na trám - geometrie čepu

Geometrie :

$$t \geq 0,7 * \sqrt{\frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{f_y}} = 21,94 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad t = 22 \text{ mm}$$

$$d0 \leq 2,5t = 55 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad d0 = 58 \text{ mm}$$

$$a \geq \frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2 * d0}{3} = 64,03 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad a = 66 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{ed} * \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d0}{3} = 44,69 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad c = 46 \text{ mm}$$

Průměr čepu

$$d = 56 \text{ mm}$$

Byly zjištěny maximální deformace v x-ovém směru

$$\delta = 15,7 \rightarrow \text{Rezerva otvoru pro čep} = 16 \text{ mm}$$

Únosnost ve stříhu

$$F_{v,rd} = 0,6 * A * f_{up} / \gamma_{M2} = 709,346 \text{ kN} < F_{v,ed} = 316,9 \text{ kN}$$



Únosnost plechu a šroubu v otláčení

$$F_{b,rd} = 1,5 * t * df_y / \gamma_{M0} = 596,4 \text{ kN} < F_{v,ed} = 316,9 \text{ kN}$$

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{ed} = \frac{F_{ed}}{8} * (2 * t + 4 * 1 + 2 * t) = 3,64 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \pi * \frac{d^3}{32} = 17241,1 \text{ mm}^3$$

$$M_{rd} = 1,5 * \frac{W_{el} f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 14,11 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 3,64 \text{ kNm} < M_{rd} = 14,11 \text{ kNm}$$

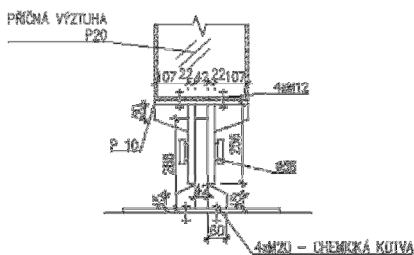
Kombinace stříhu a ohybu

$$\left(\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{ed}}{V_{rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$0,06674 + 0,44675 < 1$$

$$0,51349 < 1$$

Dále je nutné posoudit maximální ohybový moment který působí kolmo k rovině v patě čepu



Obrázek. 92 - Čep uložení mostovky na konci -detail

Návrhový moment

$$M_{z,ed} = 13,469 \text{ kNm}$$

$$I = 1/12 * 40^3 * 227 + 2 * 1/12 * 60^3 * 45 + 2 * 60 * 45 * (20 + 30)^2$$

$$I = 1,6E+07 \text{ mm}^4$$

$$w_{pl} = I/z = I/80 = 204133 \text{ mm}^3$$

$$M_{pl,rd} = \frac{w_{pl} * f_y}{\gamma_{m0}} = 72,4673 \text{ kNm} > M_{z,ed} = 13,469 \text{ kNm}$$



17. ZÁVĚR

Vnitřní síly konstrukce byly vymodelovány v programu RFEM. Byl proveden statický posudek a základní dynamický posudek. Všechny výše zmíněné prvky vyhověly. Součástí bakalářské práce je také výkresová dokumentace



Seznam obrázků:

Obrázek 1- Oblouk – podélný pohled.....	5
Obrázek 2- Oblouk – příčný pohled	5
Obrázek 3- Oblouk – půdorysný pohled.....	6
Obrázek 4- Hlavní nosníky - půdorysný pohled.....	6
Obrázek 5- Podélníky- podélný pohled	6
Obrázek 6- Dřevěné fošny – příčný řez.....	7
Obrázek 7- Závěsy - podélný pohled.....	7
Obrázek 8- Dřevěná fošna – geometrie průřezu	8
Obrázek 9 - Dřevěná fošna – průběh My - ZS01 - g0 vlastní tíha.....	9
Obrázek 10 - Dřevěná fošna – průběh My - ZS02 - gr3 zatížení chodci	9
Obrázek 11 - Dřevěná fošna–schéma obslužného vozidla - ZS03-33- gr5 - zatížení obsl. vozidlem.....	9
Obrázek 12 - Dřevěná fošna – obálka My - ZS03-ZS33 - gr5 zatížení obslužným vozidlem	10
Obrázek 13 - Dřevěná fošna – obálka Vz-KZS01-02	11
Obrázek 14 - Dřevěná fošna – obálka My-KZS01-02.....	11
Obrázek 15 - Dřevěná fošna – obálka průhybů ve směru z-KZS03-04	11
Obrázek 16 - Podélník – Geometrie průřezu	12
Obrázek 17 - Podélník – průběh My-ZS01 - g0 - vlastní tíha	13
Obrázek 18- Podélník – průběh My-ZS02 gr3 -Chodci	13
Obrázek 19 - Podélník –schéma obslužného vozidla-ZS03-125- gr5-zatížení obsl. vozidlem.....	13
Obrázek 20 - Podélník – obálka My-ZS03-ZS113 - gr5 zatížení obslužným vozidlem.....	14
Obrázek 21- Podélník – obálka Vz-KZ1-2.....	14
Obrázek 22- Podélník – obálka My-KZS1-2.....	15
Obrázek 23- Podélník – obálka průhybů ve směru z-KZS3-4.....	15
Obrázek 24 - Příčník – geometrie průřezu.....	16
Obrázek 25- Příčník – ZS01 - zatížení vlastní tíhou konstrukce	17
Obrázek 26 - Příčník – ZS02 – gr1-1 – zatížení chodci na celém mostě.....	18
Obrázek 27- Příčník – ZS02 – gr1-1 – zatížení chodci - polovina mostu.....	18
Obrázek 28 - Příčník – ZS04 – gr _{1,3} – zatížení chodci - v celém hlavním poli.....	19
Obrázek 29 - Příčník – ZS04 – gr1-4 – zatížení chodci na polovině hlavního pole	19
Obrázek 30 - Příčník – ZS06 – gr1-5 – zatížení chodci pod polovinou oblouku.....	19
Obrázek 31 - Příčník – ZS07 – Qw -boční zatížení větrem.....	21
Obrázek 32- Příčník – ZS08 – P -Předpětí	22
Obrázek 33- Příčník – ZS10 – T _{min} –Zatížení minimální teplotou	23
Obrázek 34- Příčník – ZS11 – T _{max} - Zatížení minimální teplotou	23
Obrázek 35- Příčník – MSÚ – obálka N.....	33
Obrázek 36 - Příčník – MSÚ – obálka Vy.....	34



Obrázek 37- Příčník – MSÚ – obálka Vz.....	34
Obrázek 38- Příčník – MSÚ – obálka My	35
Obrázek 39 - Příčník – MSÚ – obálka Mz	35
Obrázek 40 - Příčník – schéma 1 zatížení obslužným vozidlem	36
Obrázek 41- Příčník – schéma 2 zatížení obslužným vozidlem	36
Obrázek 42 - Příčník – obslužné vozidlo – MSÚ Vz	36
Obrázek 43 - Příčník – obslužné vozidlo – MSÚ My.....	36
Obrázek 44- Mostovkové ztužidlo – geometrie průřezu	39
Obrázek 45- Příčník – MSÚ – obálka N.....	40
Obrázek 46 - Příčník – MSÚ – obálka N.....	41
Obrázek 47- Hlavní nosník – poloha průřezů TO 600/300/10/10/10/10	42
Obrázek 48 - Hlavní nosník – geometrie průřezu TO 600/200/10/10/10/10	43
Obrázek 49 - Hlavní nosník – poloha průřezů TO 600/200/18/18/18/18	43
Obrázek 50 - Hlavní nosník – geometrie průřezu TO 600/200/18/18/18/18	44
Obrázek 51 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka N.....	44
Obrázek 52 - Hlavní nosník– MSÚ – obálka Vy.....	45
Obrázek 53 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka Vz.....	45
Obrázek 54 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka My	46
Obrázek 55 - Hlavní nosník – MSÚ – obálka Mz	46
Obrázek 56 - Hlavní nosník – MSP – obálka u	47
Obrázek 57 - Hlavní nosník – obálka My od obslužného vozidla.....	47
Obrázek 58 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar	48
Obrázek 59 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar	49
Obrázek 60 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar	51
Obrázek 61 - Hlavní nosník – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar	52
Obrázek 62 - Hlavní oblouk – geometrie průřezu hlavního nosného oblouku	54
Obrázek 63 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka N	55
Obrázek 64 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vy	55
Obrázek 65 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vz.....	56
Obrázek 66 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka MT	56
Obrázek 67 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka My.....	57
Obrázek 68 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Mz.....	57
Obrázek 69 - Hlavní oblouk – MSP – obálka u.....	58
Obrázek 70 - Hlavní oblouk – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar	59
Obrázek 71 - Hlavní oblouk – Stabilitní analýza – 2. vlastní tvar	59
Obrázek 72 - Hlavní oblouk – geometrie průřezu hlavního nosného oblouku	62
Obrázek 73 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka N	63
Obrázek 74 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vy	63



Obrázek 75- Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Vz	64
Obrázek 76 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka My.....	64
Obrázek 77 - Hlavní oblouk – MSÚ – obálka Mz.....	64
Obrázek 78 - Ztužidla oblouku – Stabilitní analýza – 1. vlastní tvar.....	65
Obrázek 79 - Dynamická analýza -1. vlastní tvar pro svislé vibrace -1,096 Hz.....	68
Obrázek 80 - Dynamická analýza – 2. vlastní tvar pro svislé vibrace – 2,491 Hz	68
Obrázek 81 - Dynamická analýza – 3. vlastní tvar pro svislé vibrace – 4,654 Hz	68
Obrázek 82 - Dynamická analýza –1.vlastní tvar pro vodorovné a torzní vibrace-1,897Hz	68
Obrázek 83 - Dynamická analýza –1.vlastní tvar pro vodorovné a torzní vibrace-2,114 Hz	69
Obrázek 84 -Detail patky - Pohled	70
Obrázek 85 -Detail patky – Účinná plocha	70
Obrázek 86 - Detail uložení ztužidla na příčník	73
Obrázek 87 - Detail uložení příčníku na hlavní nosník	74
Obrázek 88 - Detail uložení příčníku na hlavní nosník – rozteč šroubů.....	75
Obrázek 89 - Čep uložení mostovky na trám - geometrie čepu	76
Obrázek 90 - Čep uložení mostovky na trám - detail výztuh	78
Obrázek 91 - Čep uložení mostovky na konci - geometrie čepu	79
Obrázek 92 - Čep uložení mostovky na konci - detail výztuh	80

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

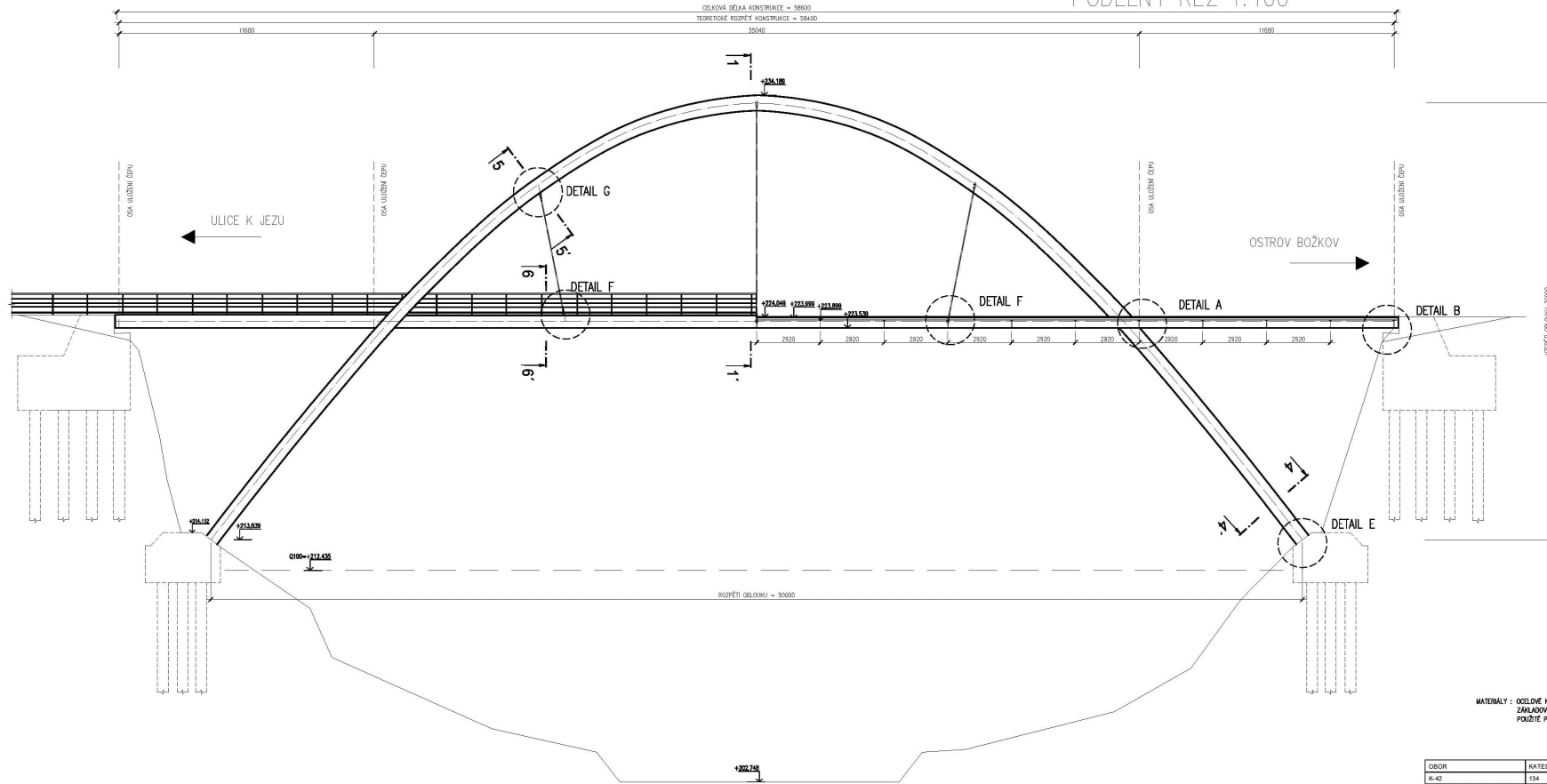
Oblouková lávka přes řeku Úslavu v Plzni

Arch footbridge across Úslava river v Plzni

D. Výkresová dokumentace

BOČNÍ POHLED 1 :100

PODÉLNÝ ŘEZ 1:100



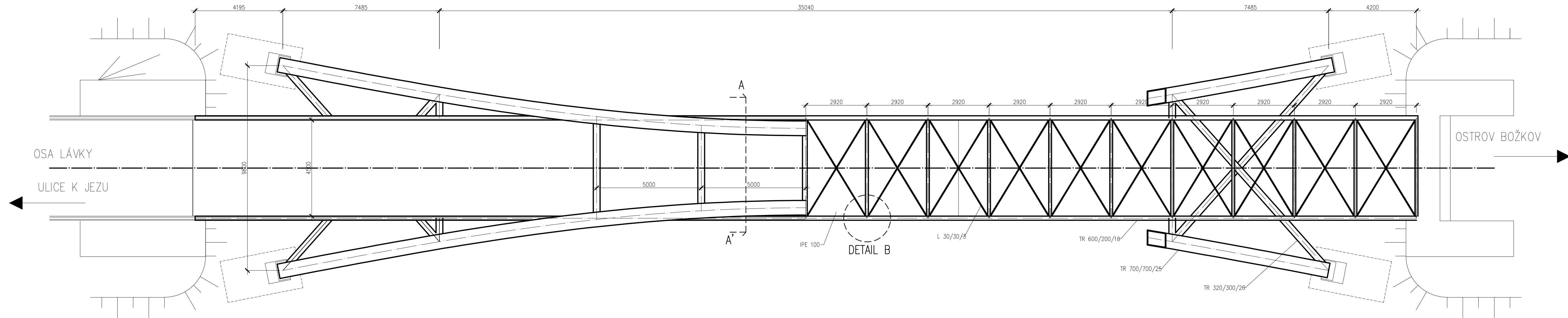
300 m.n.m

MATERIÁLŮ : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE - S355+J2
 ZÁKLADY: BĚLON C20/25
 POUŽITÉ PŘÍKRESY: SROVNÁ A.8, 5.8, 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	PAV VAVRČKA		
RODÍČEK	KONZULTANT	FORMÁT		
4	Ing. M. NETUŠIL, PH.D.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU USLAVU			MĚŘÍTKO	1:100
OBSAH : PODÉLNÝ POHLED/PODÉLNÝ REZ			ČÍSLO	14.5.2017
			Č. PŘÍLOHY	0.1.

PŮDORYSNÝ POHLED 1:100

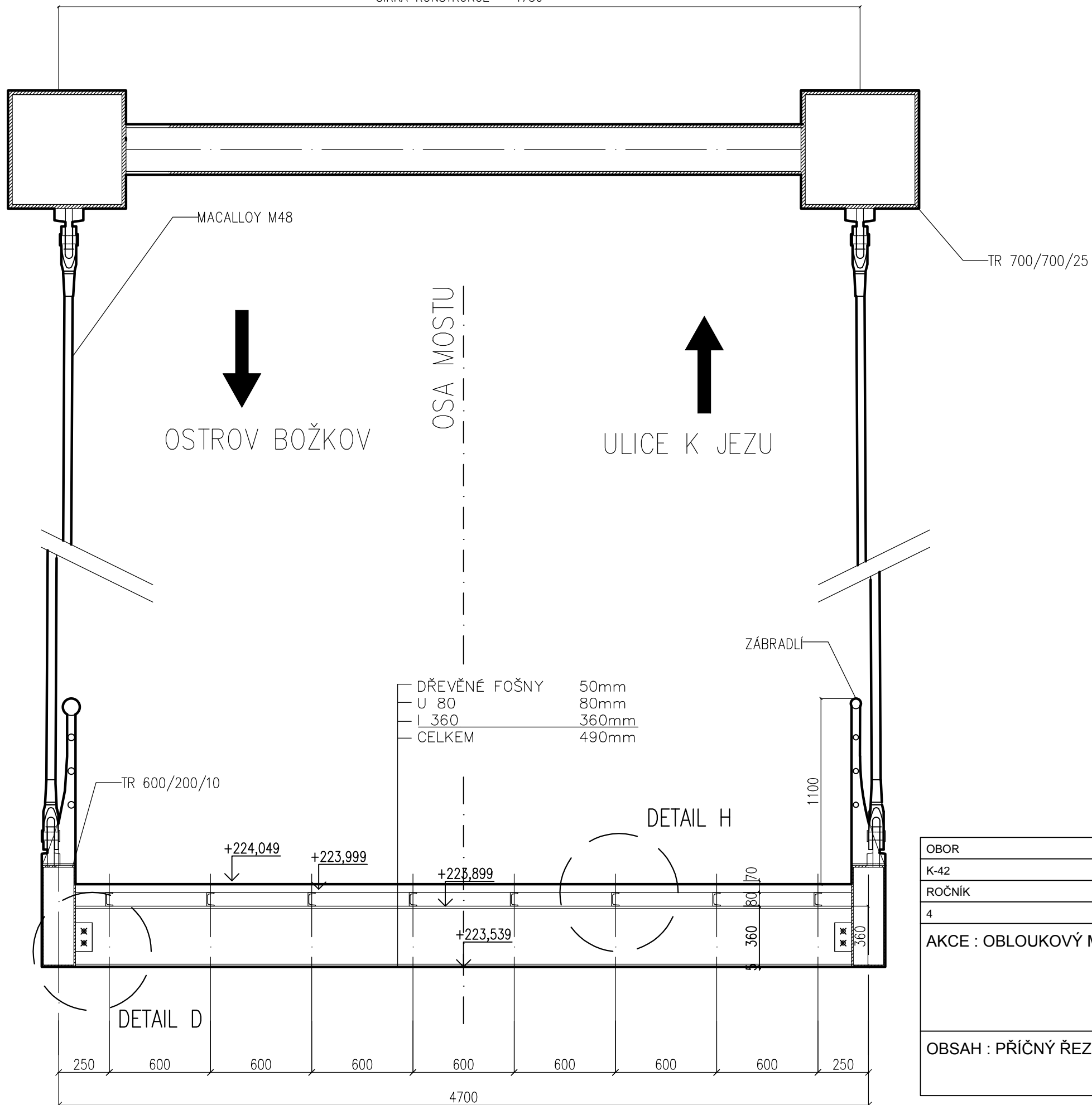
PŮDORYSNÝ ŘEZ POD HRANOU PODÉLNÍKŮ 1:100



MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE - S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 POUŽITÉ PEVNOSTI ŠROUBU 4.8, 5.8, 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, Ph.D.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	4XA4
			MĚŘÍTKO	1:100
			DATUM	14.5.2017
			Č. PŘÍLOHY	D.2.
OBSAH : PŮDORYSNÝ POHLED A ŘEZ				

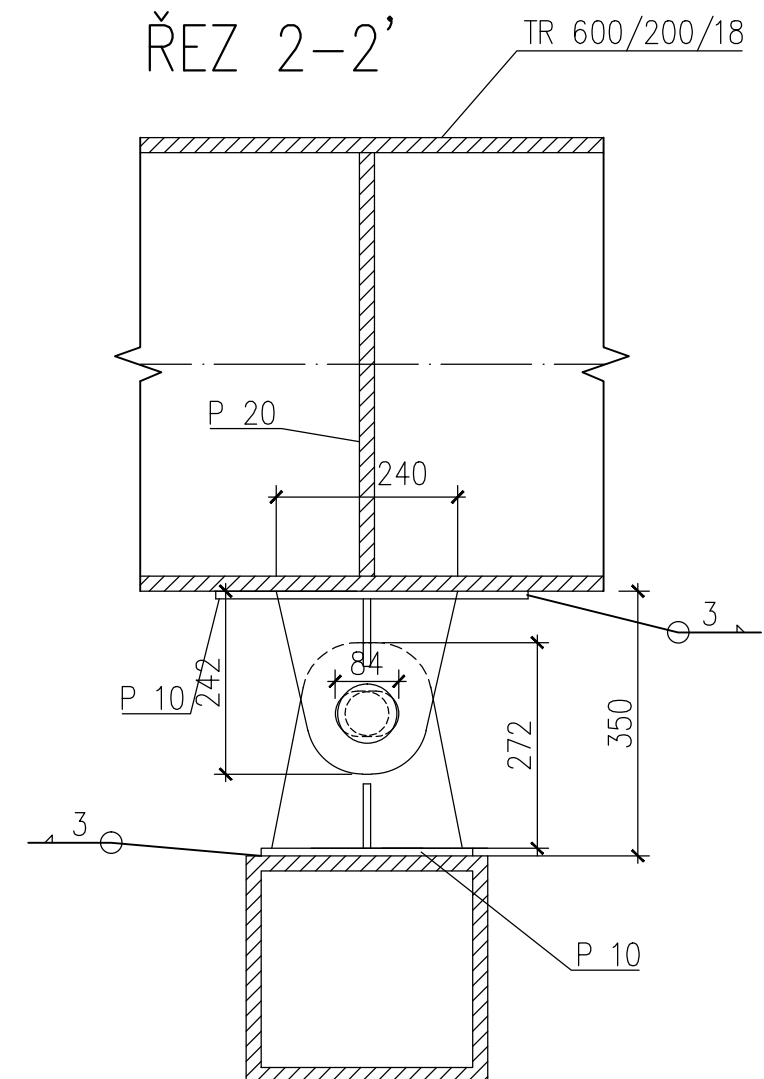
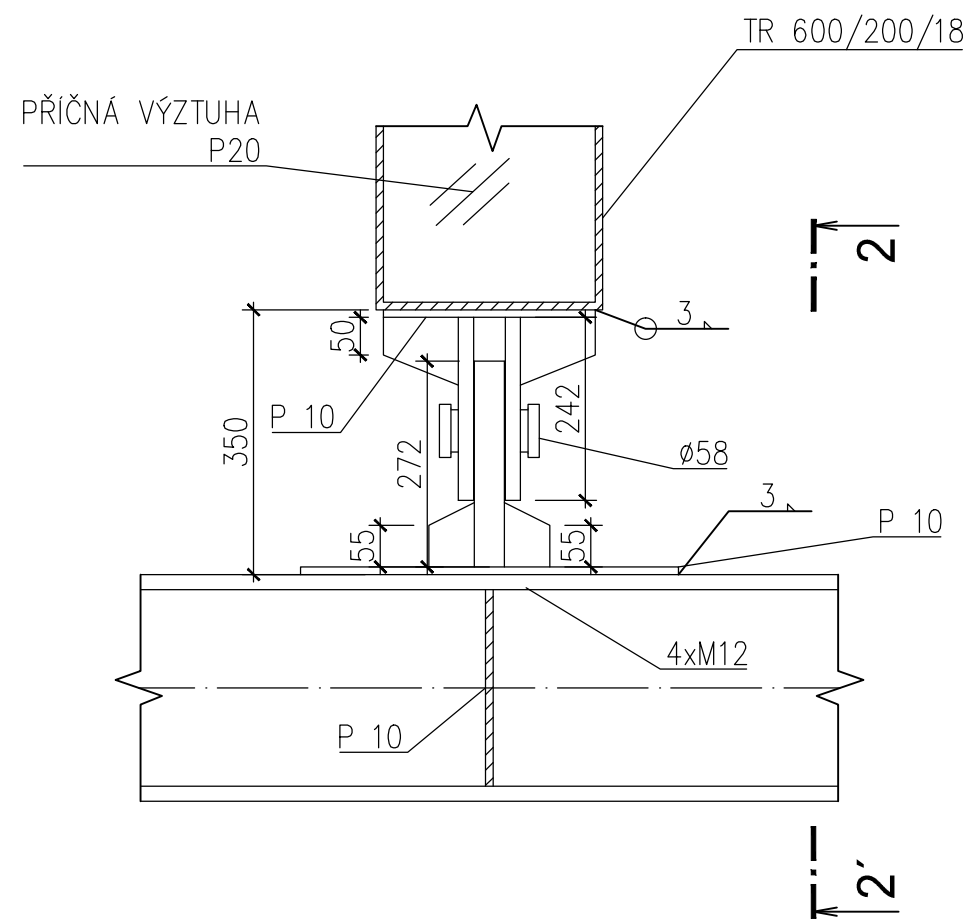
ŠÍŘKA KONSTRUKCE = 4750



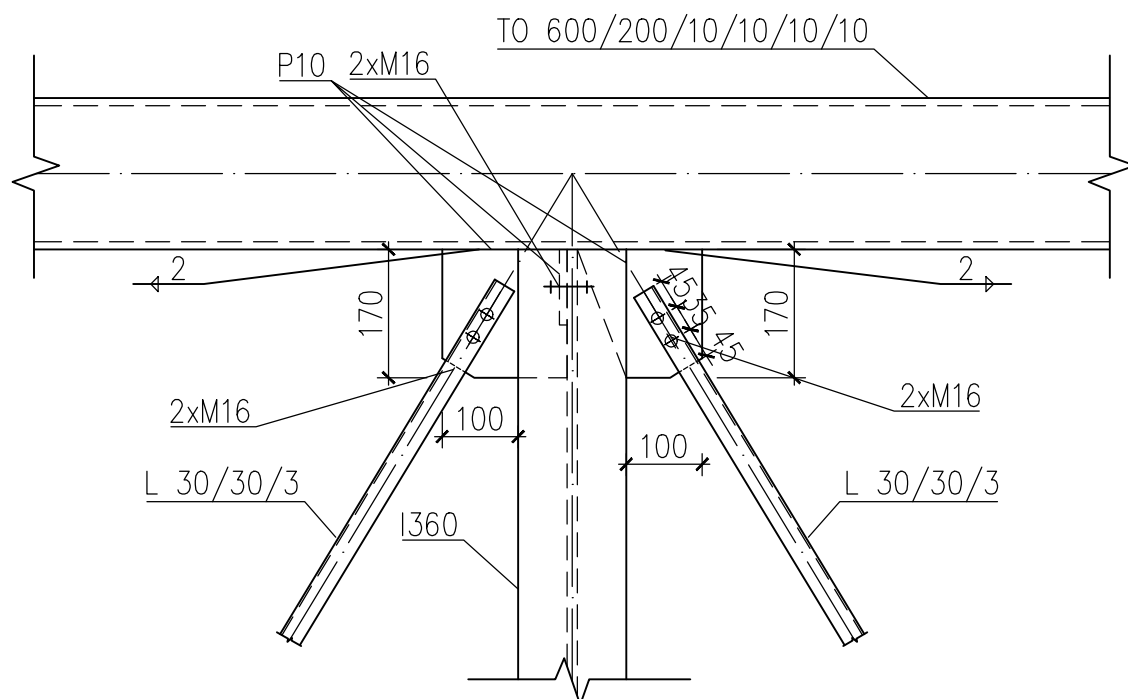
- DŘEVĚNÉ FOŠNY 50mm
- U 80 80mm
- I 360 360mm
- CELKEM 490mm

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
OBSAH : PŘÍČNÝ ŘEZ 1-1			MĚŘITKO	1:25
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.3.

DETAIL A – POHLED NA ČEPOVÉ ULOŽENÍ NA NOSNÍK



DETAIL B – ULOŽENÍ ZTUŽIDLA NA HL. NOSNÍK



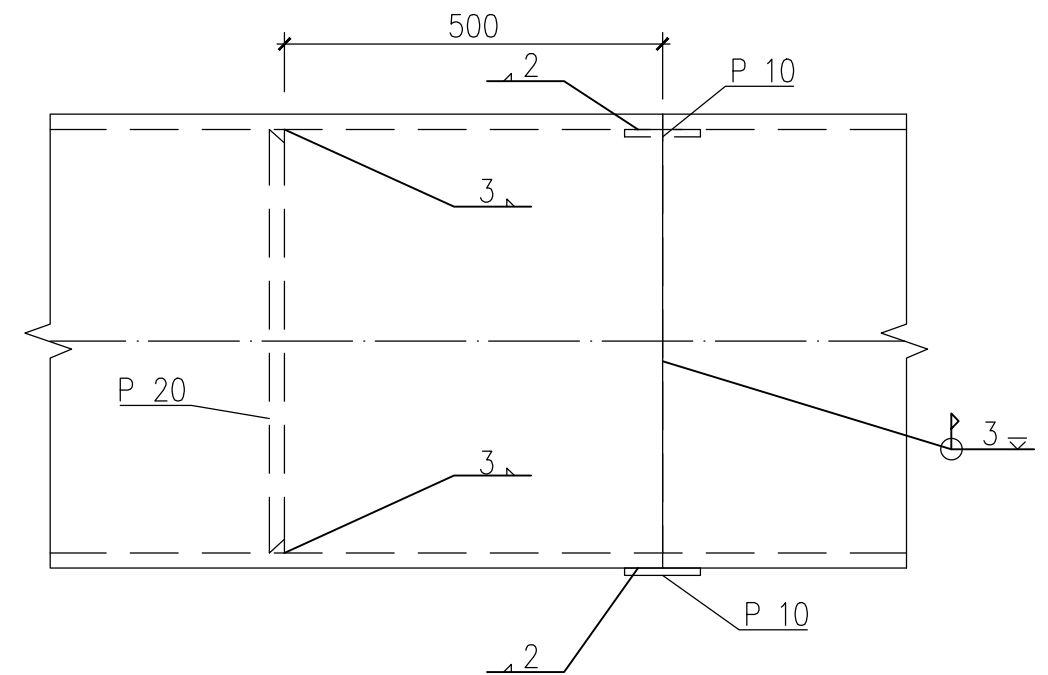
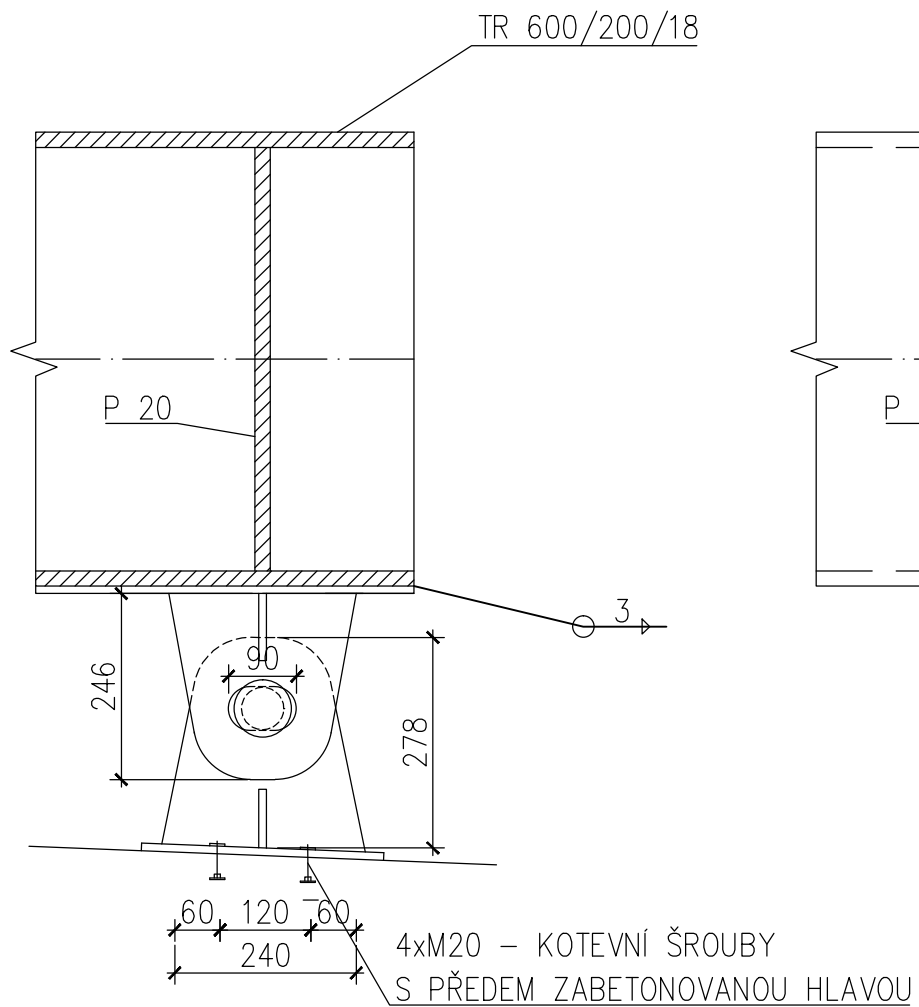
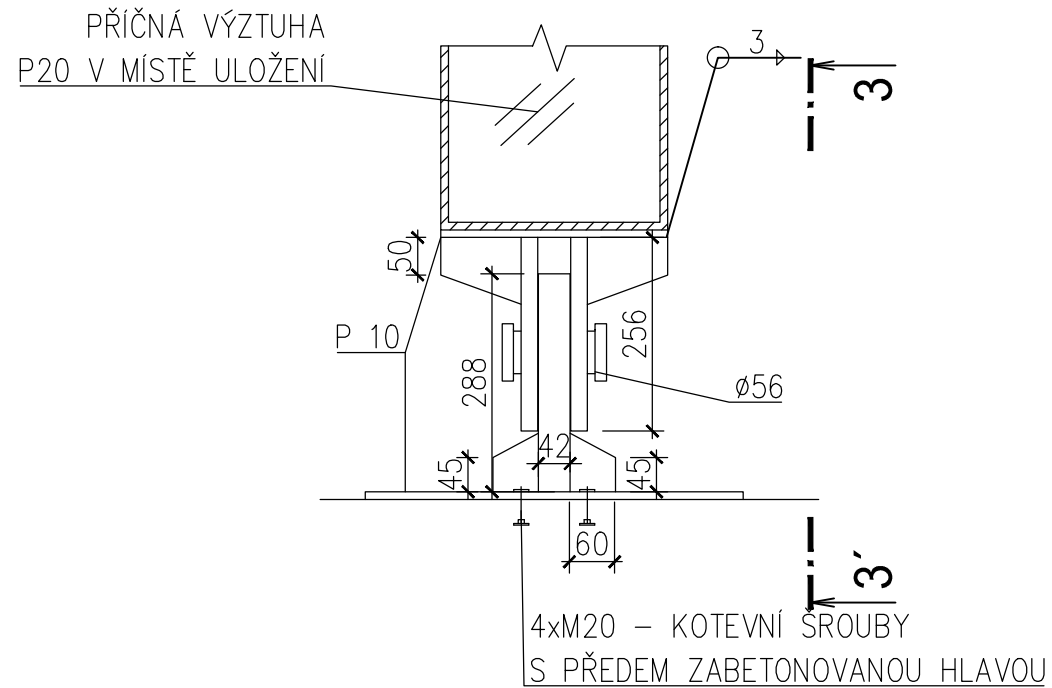
MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.		FORMÁT	2XA4
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.4.
OBSAH : DETAILS A,B				

DETAIL C – POHLED NA ČEPOVÉ ULOŽENÍ NA KONCI MOSTU

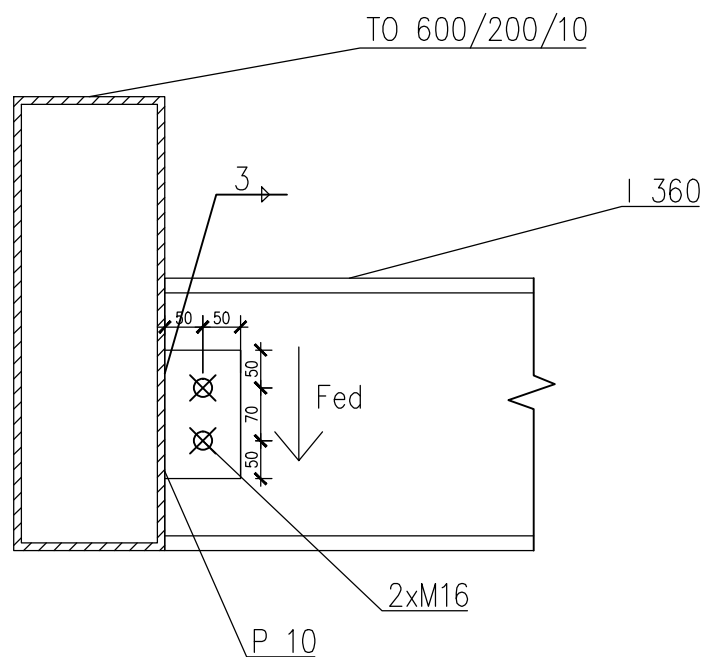
ŘEZ 3-3'

DETAIL MONTÁŽNÍ STYKU BLÍZKO VÝZTUHU



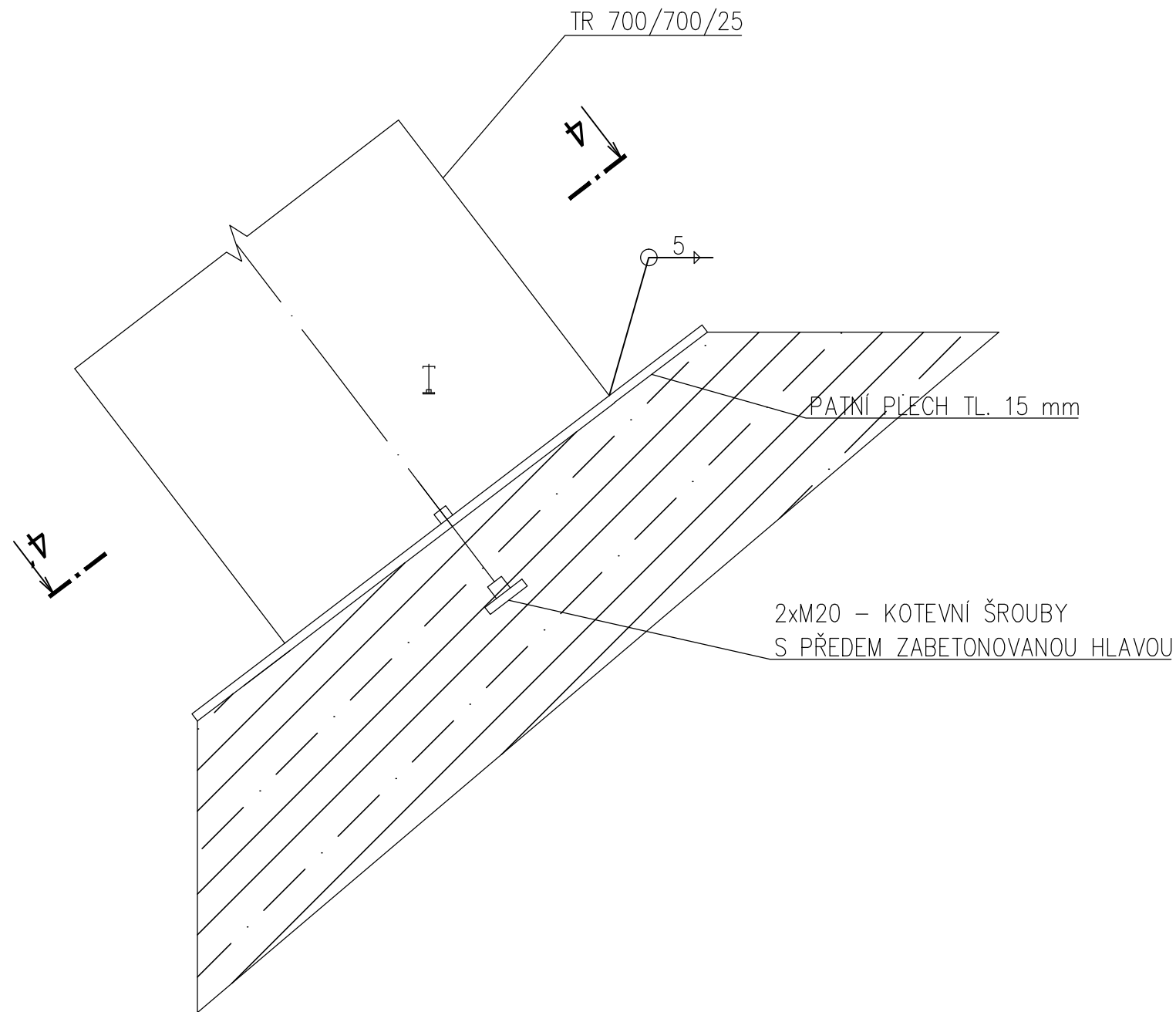
DETAIL D – ULOŽENÍ PŘÍČNÍKU NA HLAVNÍ NOSNÍK

MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

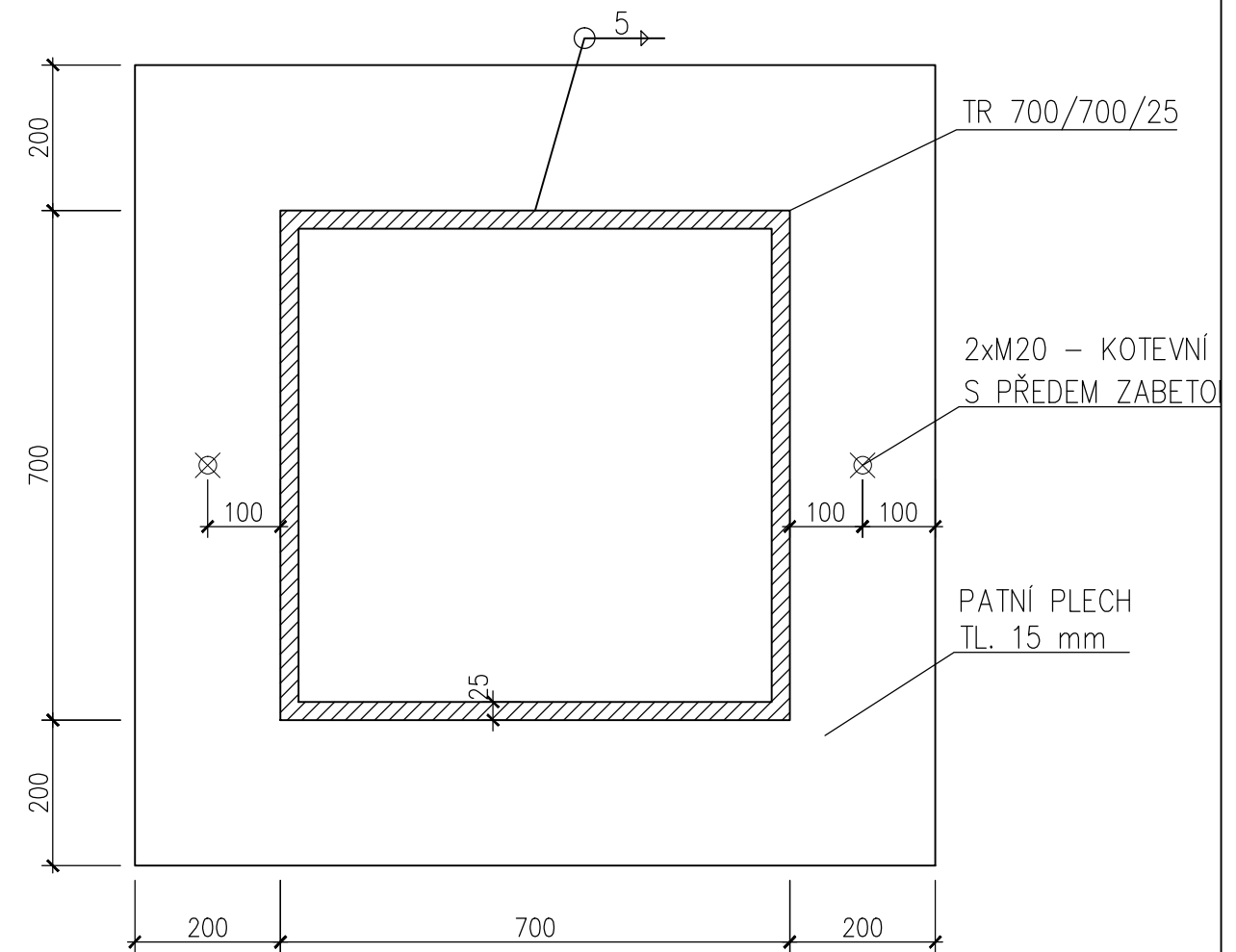


OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.5.
OBSAH : DETAILS C,D				

DETAIL E – POHLED NA BETONOVOU PATKU OBLOUKU



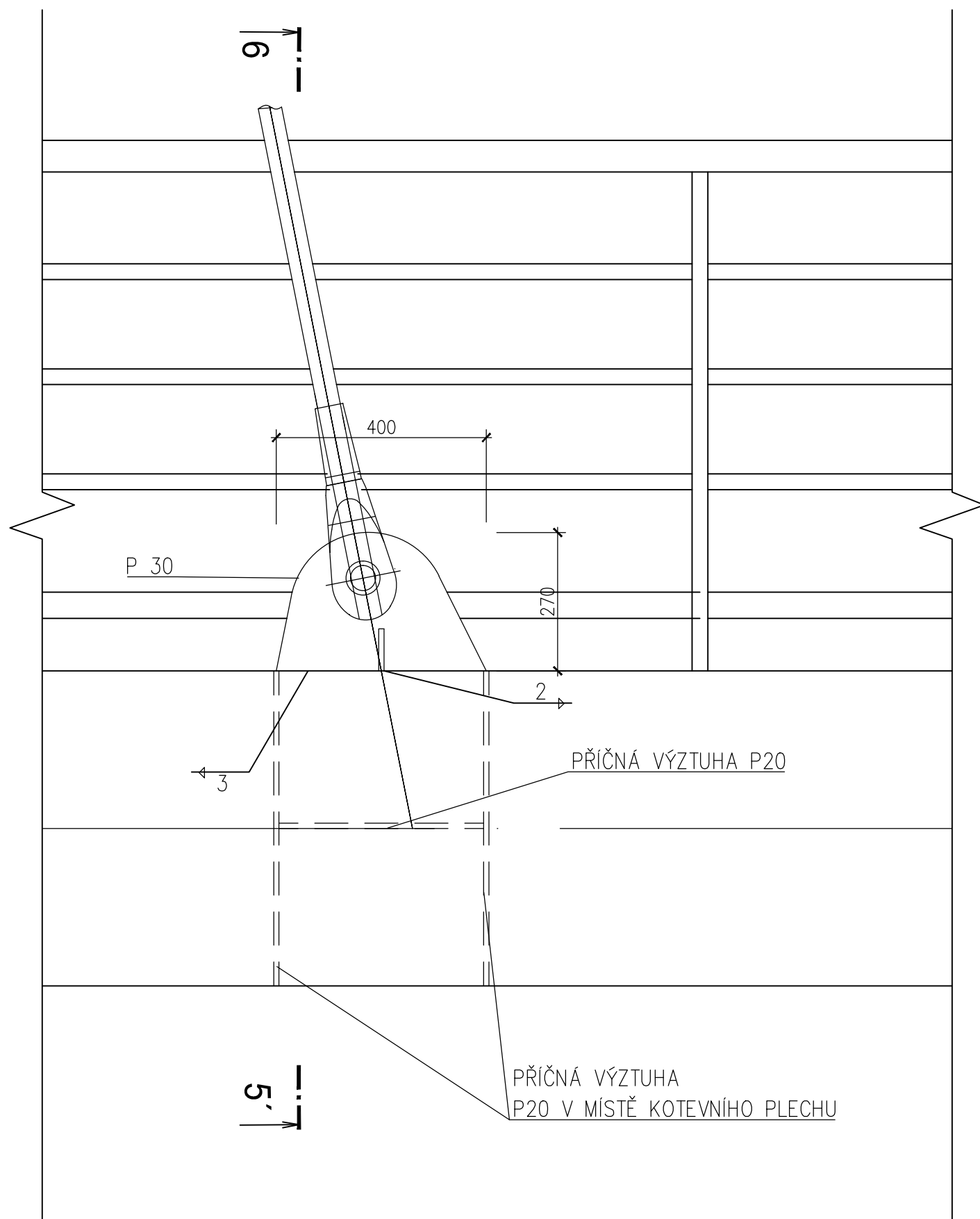
DETAIL – ŘEZ 4-4



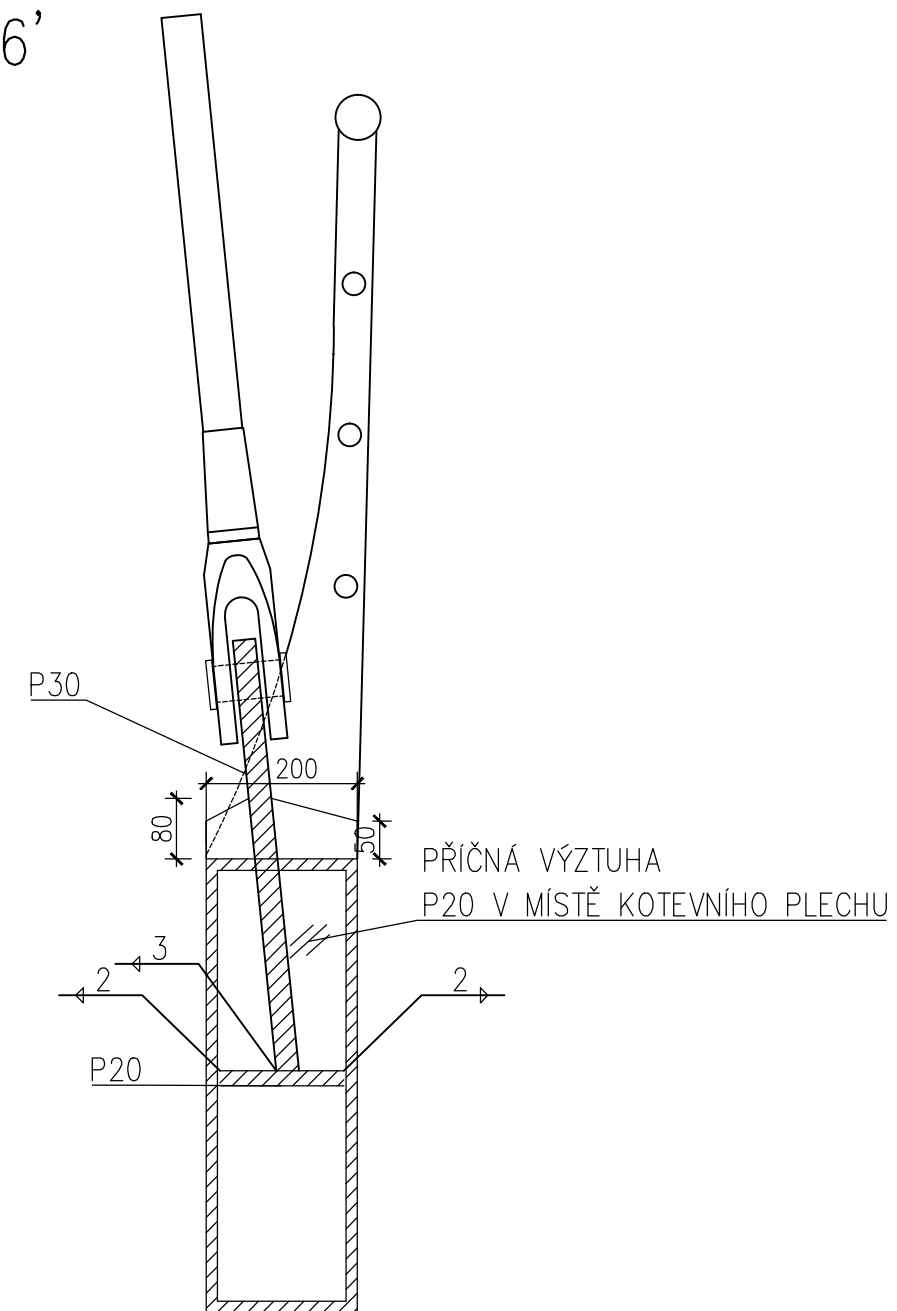
MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.6.
OBSAH : DETAIL E				

DETAIL F – DETAIL OSAZENÍ TÁHEL NA HLAVNÍ NOSNÍK



ŘEZ 6-6'

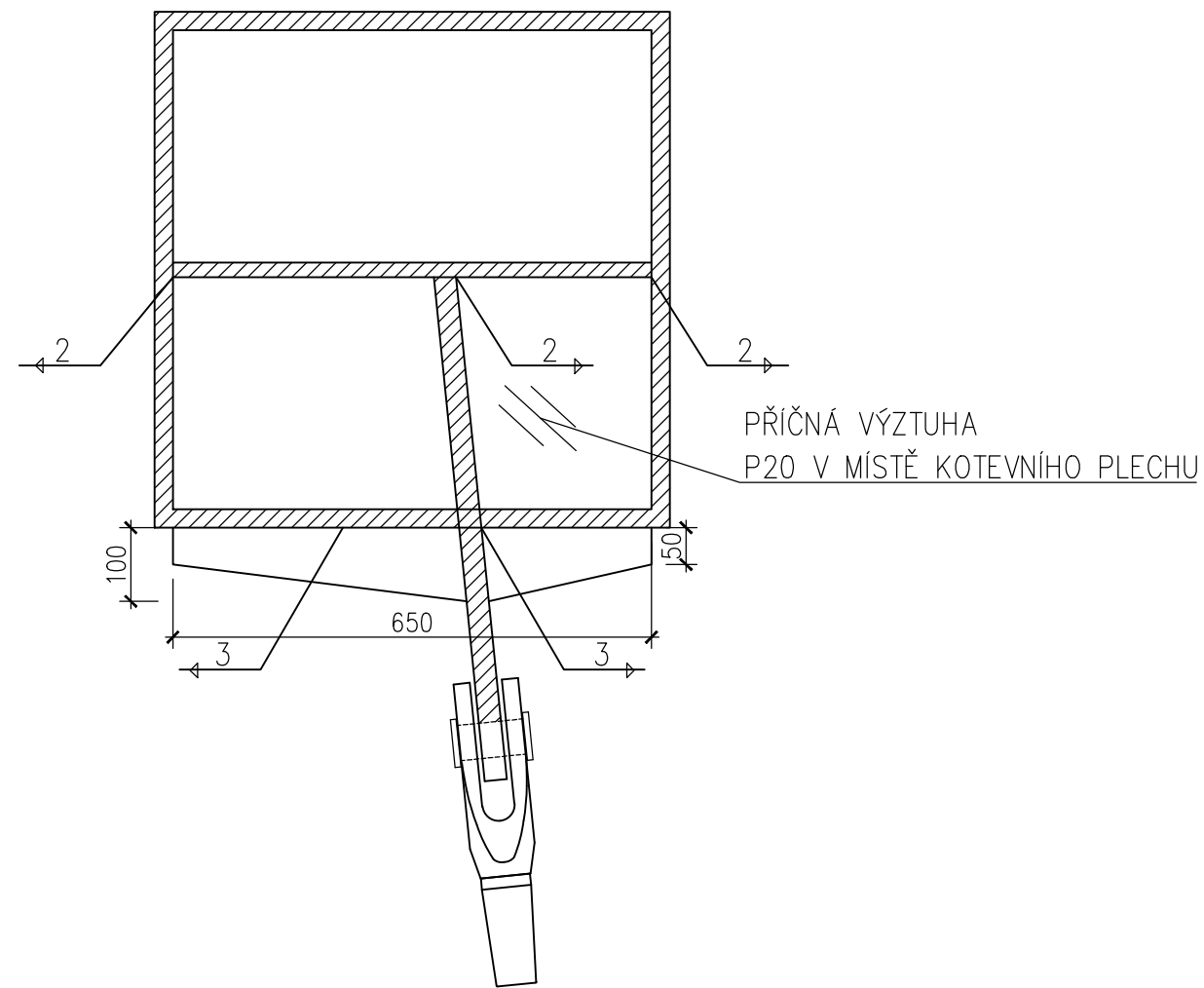
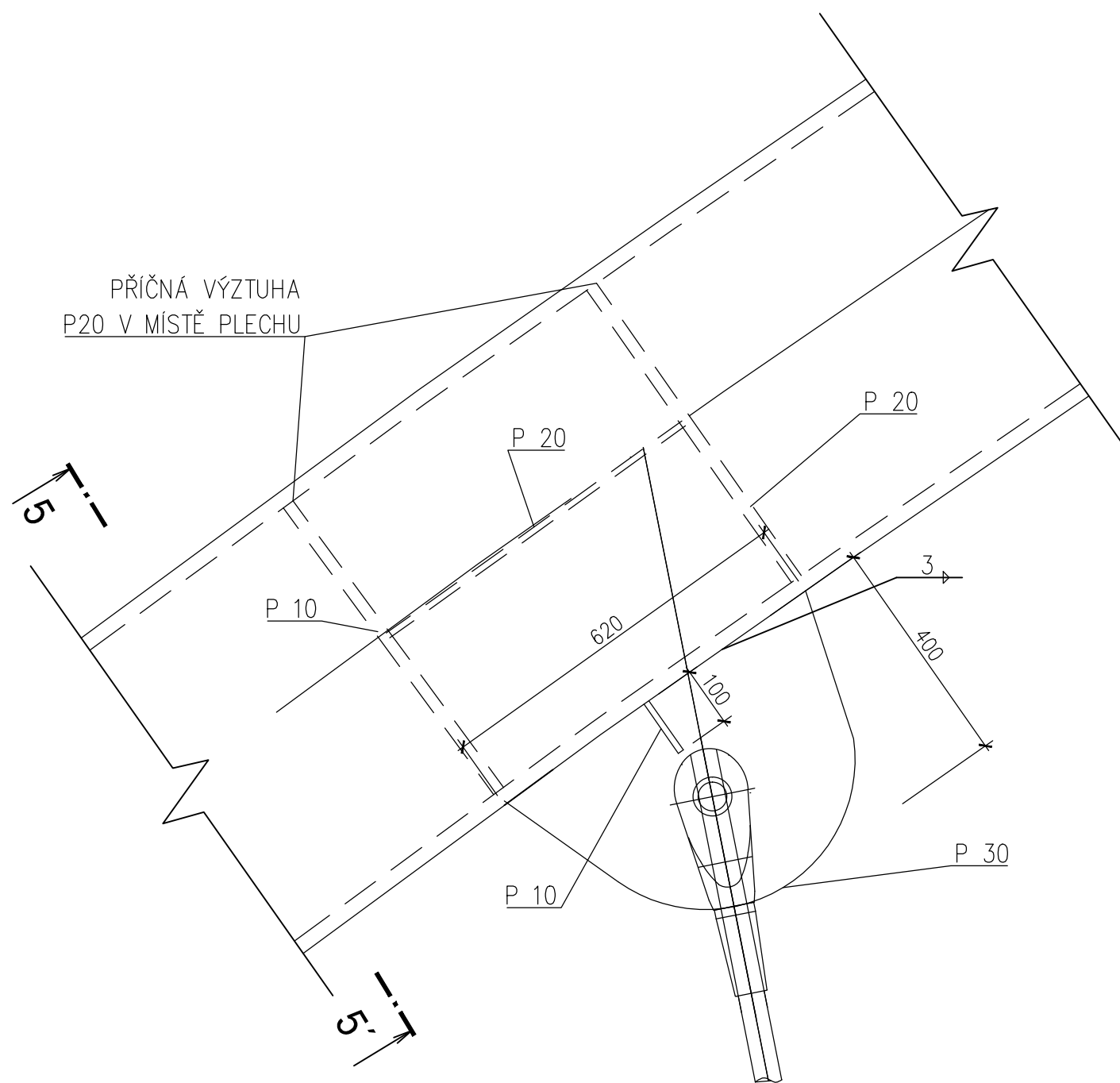


MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.7.
OBSAH : DETAIL F				

DETAIL G – DETAIL OSAZENÍ TÁHEL NA OBLOUKU

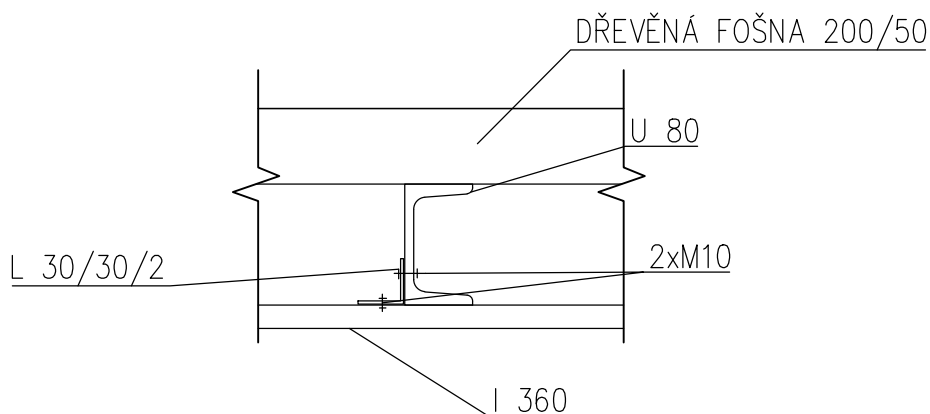
ŘEZ 5-5'



MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.8.
OBSAH : DETAIL G				

DETAIL H – DETAIL ULOŽENÍ PODÉLNÍKU NA PŘÍČNÍK



MATERIÁLY : OCELOVÉ NOSNÁ KONSTRUKCE – S355+J2
 ZÁKLADOVÝ BETON C20/25
 PEVNOSTI ŠROUBU 6.8

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	ČVUT v Praze Fakulta stavební	
K-42	134	Petr VAKRČKA		
ROČNÍK	KONZULTANT			
4	Ing. M. NETUŠIL, PhD.			
AKCE : OBLOUKOVÝ MOST PŘES ŘEKU ÚSLAVU			FORMÁT	2XA4
			MĚŘÍTKO	1:5
			DATUM	19.5.2017
			Č. PŘÍLOHY.	D.9.
OBSAH : DETAIL H				