

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



Lávka přes Lužnici

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

2017/2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Drábek Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 438104
Zadávací katedra: K134
Studijní program: SI
Studijní obor: K

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Lávka pro chodce přes Lužnici

Název bakalářské práce anglicky: Footbridge over Lužnice

Pokyny pro vypracování:
předány osobně

Seznam doporučené literatury:
předán osobně

Jméno vedoucího bakalářské práce: J. Dolejš

Datum zadání bakalářské práce: 26.2.2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. ročníku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že budu vypracovávat bakalářskou práci samostatně, bez s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen ke nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

26.2.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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.

V Praze, 15. května 2018

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat doc. Dr. Ing. Jakubovi Dolejšovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za trpělivost, čas strávený při konzultacích a poskytnutí rad při zpracování této práce.

Obsah:

Úvod

Technická zpráva

Statický výpočet

Výkresová část

Abstrakt

Anotace

Projekt bakalářské práce se zabývá návrhem lávky ve městě Soběslav přes řeku Lužnici. Práce je složena z technické zprávy, statického výpočtu a výkresové části. Technická zpráva obsahuje shrnutí a opodstatnění projektu. Statický výpočet se zabývá návrhem a posouzením všech nosných prvků lávky na mezní stav únosnosti i použitelnosti, a také posudkem dynamickým. Výkresová část pak ukazuje, jak dispoziční výkresy, tak i navržené řešení detailů a zjednodušené postupy výroby a montáže. K návrhu byly použity platné normy a předpisy.

Jméno a příjmení autora:

Vojtěch Drábek

Název práce:

Lávka přes Lužnici

Typ práce:

Bakalářská práce

Pracoviště:

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

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Rok obhajoby:

2018

Klíčová slova

Ocel, most, lávka, řeka, vodní překážka, prostý nosník, obloukový most.

Jazyk:

Čeština

Abstract

Annotation

The bachelor thesis project deals with the design of the footbridge in the town of Soběslav over the river Lužnice. The work consists of technical report, static calculation and drawings. The technical report contains a summary and justification of the project. The static calculation deals with the design and assessment of all load-bearing elements of the footbridge for the ultimate limit state and serviceability limit states conditions, as well as the dynamic assessment. The drawing section then shows both layout drawings and designed detail solutions. And also simplified manufacturing and assembly procedures. Only valid standards and regulations have been applied to the project.

Author's first name and surname:

Vojtěch Drábek

Title:

Footbridge over Lužnice

Type of thesis:

Bachelor thesis

Department:

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

Supervisor:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

The year of presentation:

2018

Keywords

Steel, bridge, footbridge, river, water obstacle, simply supported beam, arch bridge.

Language:

Czech

Zdroje

- [1] Seznam.cz, a.s. *Https://mapy.cz/* [online]. Praha: Seznam.cz, 2018 [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: <https://www.seznam.cz/>
- [2] SVP mosty, s.r.o. *Svp-mosty.cz* [online]. Praha: svp-mosty, 2015 [cit. 2018-05-27]. Dostupné z: <http://www.svp-mosty.cz/>
- [3] RYJÁČEK, Pavel. *Cvičení – návrh ocelového mostu Část 4*. Praha, 2018. Výuková pomůcka. Fakulta stavební ČVUT v Praze.

Normy:

- ČSN 73 6200 Mosty - Terminologie a třídění
- ČSN 73 6201 Navrhování mostů
- ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- TP 124 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury,

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko:

Datum:

Červen 2018

Název přílohy:

Technická zpráva

Číslo přílohy:

Lávka přes Lužnici

Město Soběslav – lávka spojující ulice: Nová a Na Petříně

Technická zpráva

Červen 2018

Obsah

1	Identifikační údaje	1
2	Rozsah řešení	2
3	Podklady	2
3.1	Geodetické podklady	2
3.2	Ostatní použité podklady	2
3.3	Rozhodující normy a předpisy	2
4	Stávající stav	2
4.1	Stávající stav objektu	2
4.2	Situace	3
5	Navržené řešení	3
5.1	Zdůvodnění návrhu	3
5.2	Základní popis návrhu	3
5.2.1	Návrhové zatížení	4
5.2.2	Prostorové uspořádání na lávce	4
5.2.3	Prostorové uspořádání pod lávkou	4
5.3	Popis technického řešení	4
5.3.1	Nosná konstrukce	4
5.3.2	Spodní stavba	4
5.3.3	Založení	4
5.3.4	Odvodnění a SVI	4
5.3.5	Další vybavení	5
5.3.6	Požadavky na materiály	5
5.3.7	Odchyly oproti předpisům a normám	5
5.4	Související SO a PS	5
6	Organizace výstavby	5
6.1	Staveniště a přístupy	5
6.2	Postup výstavby	5

1 Identifikační údaje

Stavba	Přestavba stávající lávky přes Lužnici
Stupeň dokumentace	Bakalářská práce
Objekt	Lávka přes Lužnici
Stávající vlastník objektu	-
Nový vlastník objektu	Město Soběslav
Správce objektu	Město Soběslav
Charakter stavby	Demolice stávající lávky a výstavba nové
Místo stavby	Soběslav – spojuje ulice Nová u zimního stadionu a ulici Na Petříně překlenutím řeky Lužnice
Kraj	Jihočeský
Katastrální území	Soběslav
Zhotovitel	-
Vedoucí bakalářské práce	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš
Vypracoval	Vojtěch Drábek

2 Rozsah řešení

Rozsahem řešení je demolice stávající lávky a návrh nové, která lépe splňuje protipovodňové opatření města a zároveň zvyšuje komfort pohybu díky šířkovému uspořádání.

Nové řešení rovněž řeší napojení na stávající přilehlé objekty.

3 Podklady

3.1 Geodetické podklady

- Výškové zaměření pomocí serveru mapy.cz

3.2 Ostatní použité podklady

- fotodokumentace

3.3 Rozhodující normy a předpisy

- ČSN 73 6200 Mosty - Terminologie a třídění
- ČSN 73 6201 Navrhování mostů
- ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- TP 124 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury,

4 Stávající stav

4.1 Stávající stav objektu

- Spodní stavba: Železobetonové opěry na plošných základech s křídlovými zdmi rovnoběžnými s břehy Lužnice.
- Hlavní nosná konstrukce: Příhradová konstrukce s rozpětím 40 m. Konstrukční výška je přibližně 4,5 m. Stavební výška přibližně 0,5 m. Šířka konstrukce je zhruba 2 m.
- Povrch mostovky je betonový.

4.2 Situace



5 Navržené řešení

Lávka pro pěší spojující, rozvíjející se část obce s rušnou částí na pravém břehu Lužnice. Lávka bude intenzivněji využívána po dokončení cyklostezky vedoucí ke sportovnímu stadiónu.

5.1 Zdůvodnění návrhu

Lávka je oproti stávajícímu stavu širší a splňuje protipovodňové opatření plynoucí ze stoletého průtoku.

Navržené řešení lávky pak koresponduje s budoucím rozvojem města a výhledovému zvýšení intenzity pohybu cyklistů a chodců.

Na levém břehu Lužnice je dostatečný manipulační prostor pro smontování lávky.

5.2 Základní popis návrhu

Lávka překračuje řeku Lužnici v délce cca 42 m. Lávka je navržena bez zastřešení.

Uprostřed lávky je horní ztužení, které vytváří průchodný profil 2,6 m. Ztužení rovněž znemožňuje pohyb po lávce vozidlům vyšším než 2,5 m.

Sklony za opěrami na přiléhající cyklostezce budou 6,7% na levém břehu a 6,2% na pravém břehu řeky.

Samotná lávka je ve výškovém oblouku o poloměru 675 m. Na koncích lávky tak vzniká sklon okolo 2,5%.

5.2.1 Návrhové zatížení

Lávka je navržena na zatížení pěšími, větrem a obslužným vozidlem (stanoveným zadáním) podle ČSN EN 1991-2.

5.2.2 Prostorové uspořádání na lávce

Volná šířka na lávce (mezi madly) je 3,4 m. Podchozí výška je vždy min. 2,5 m (2,6 m).

5.2.3 Prostorové uspořádání pod lávkou

Nosná konstrukce lávky byla zvednuta oproti stávajícímu stavu tak aby nezasahovala do kontrolní návrhové hladiny stoletého průtoku.

Při dosažení KNH by došlo „pouze“ k zalití podložiskových bloků.

5.3 Popis technického řešení

5.3.1 Nosná konstrukce

Ocelová oblouková konstrukce s dolní prvkovou mostovkou. Hlavní obloukové pasy jsou navrženy z uzavřených kruhových trubek TR273/12,5. Svislice jsou navrženy z kruhových uzavřených profilů TR219,1/10 a jsou přivařeny k oblouku (vytváří Vierendeelův nosník). Mostovka je tvořena dřevěnými fošnami, které jsou položeny na podélníky z ocelových profilů IPE120. Podélníky jsou přimontovány na příčníky IPE220, ty jsou přivařeny k dolním pasům.

Lávka tvoří ve statickém uspořádání prostý nosník s rozpětím 40 m.

Horní ztužení je také tvořeno uzavřenou kruhovou trubkou TR139,7/6,3 přivařenou na horní obloukový pás v prostřední části mostu.

Spodní ztužidlo je tvořeno kruhovou trubkou TR76,1/4, která je přimontována k dolnímu pasu (v jeho ose) pod mostovkou.

5.3.2 Spodní stavba

Opěry O1 i O2 jsou železobetonové. Na opěře O1 se nachází pevné ložisko (Elastomerové ložisko SVP-mosty typ 5 průměr 450 mm). Lávka je pro jednoduchou údržbu navržena bez mostních závěrů.

Výška úložných prahů byla oproti stávajícímu stavu zvýšena na 401,819 m.n.m.B.p.v. Tedy zhruba 0,6m pro splnění kontrolního návrhového stoletého průtoku.

Na opěry navazují křídlové zdi rovnoběžné s břehy řeky Lužnice.

5.3.3 Založení

Opěry jsou uloženy hlubině na žb. vrtaných pilotách vetknutých do základů.

Základ opěr bude rozšířen pro založení křídelních zídek.

5.3.4 Odvodnění a SVI

Voda z povrchu lávky protéká přímo mezerami mezi dřevěnými fošnami.

Odvodnění úložného prahu je svedeno doprostřed opěry, kde bude svodem ústěno do řeky. Na okraji úložného prahu bude umístěna závětrná lišta zabraňující stékání vody po stěně opěry.

Odvodnění přechodové oblasti je řešeno drenážní trubkou DN200 zalitou v mezerovitém betonu ve sklonu 4%. Vyústění rubové drenáže je přístupné z revizního chodníku a umožňuje průplach při případném zanesení.

Pochozí vrstva mostovky (dřevěných fošen) se uvažuje s protismykovou úpravou.

PKO ocelové konstrukce se uvažuje jako duplexní systém s velmi vysokou životností pro prostředí s korozní agresivitou atmosféry C3 podle ČSN ISO 9223.

5.3.5 Další vybavení

Na lávce bude zřízeno osvětlení v rámci výhledové renovace cyklostezky.

Na lávce bude zábradlí s madlem ve výšce 1300 mm. Výplň zábradlí bude tvořena ocelovými pásky (plech 20x4mm). Osová vzdálenost pásků bude max.140 mm.

5.3.6 Požadavky na materiály

Z důvodu agresivity na beton XA1 budou třídy betonu min. C25/30 ve shodně s doporučením ČSN EN 206 a ČSN 1992-1-1.

Konstrukční ocel se předpokládá S355 J2 podle ČSN EN 10025-2.

Protikorozní ochrana bude v podobě nátěrů vnějších povrchů všech ocelových konstrukcí. Vnitřní povrch všech uzavřených profilů bude ošetřen inhibitory koroze.

5.3.7 Odchytky oproti předpisům a normám

Odchytky oproti platným předpisům a normám se v navrhovaném řešení neuplatní.

6 Organizace výstavby

6.1 Staveniště a přístupy

Umístění staveniště pro montáž lávky se předpokládá na levém břehu řeky Lužnice. Přístup techniky je zajištěn navazujícími komunikacemi.

Opěry budou zakládány z těsných štětových jímek na obou březích řeky.

6.2 Postup výstavby

V plánu je následující postup:

- a. Zrušení stávající lávky
- b. Demolice stávajících opěr
- c. Založení a výstavba nových opěr a křídelních zdí
- d. Napojení zdí a cyklostezky na stávající stav
- e. Montáž nové lávky
- f. Uložení lávky na opěry
- g. Montáž vybavení

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko:

Datum:

Červen 2018

Název přílohy:

Statický výpočet

Číslo přílohy:

Obsah statického výpočtu:

- Zatížení	1-3/34
- Dynamika	4-5/34
- Mostovka	6-7/34
- Posouzení-MSÚ	8-24/34
- Posouzení-MSP	25-28/34
- Zábradlí	29-30/34
- Ložiska	31-34/34

Zatížení**vlastní tíha**

rozpětí
 $L := 40 \text{ m}$

generována modelem SCIA

$$\text{gravitační zrychlení } g := 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \implies g_k := 191,09 \text{ kN}$$

ostatní stálé

zábradlí

$$g_{k,ost} := 0,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Proměnné zatížení**svislé**

$$q_{fk,1} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + \left(\frac{120 \text{ m}}{L + 30 \text{ m}} \right) \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 3,7143 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

vodorovné na polovině mostu

$$q_{fk,2} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + \left(\frac{120 \text{ m}}{\frac{L}{2} + 30 \text{ m}} \right) \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 4,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obslužné vozidlo

vozidlo definováno investorem na tyto hodnoty (1/6 normového vozidla)

$$Q_{sv1} := \frac{80 \text{ kN}}{6} = 13,33 \text{ kN}$$

$$Q_{sv2} := \frac{40 \text{ kN}}{6} = 6,67 \text{ kN}$$

uvažováno uprostřed a v 1/4 rozpětí

vodorovné

od chodců:

$$Q_{fik,1} := q_{fk,1} \cdot L \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 0,1 = 52 \text{ kN}$$

od vozidla:

$$Q_{fik,2} := 0,6 \cdot (Q_{sv1} + Q_{sv2}) = 12 \text{ kN}$$

rozhoduje zatížení chodci

2) Vítr

větrná oblast II
kategorie terénu II

Základní rychlost větru

$$C_{dir} := 1$$

$$C_{season} := 1$$

$$V_{b,0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{-oblast II}$$

$$V_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Základní tlak větru

$$\rho := 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Železniční doprava: výška 4m od koleje

$$b := 4,7 \text{ m}$$

$$d_{tot} := 0,5 \text{ m} + 1,4 \text{ m} = 1,9 \text{ m}$$

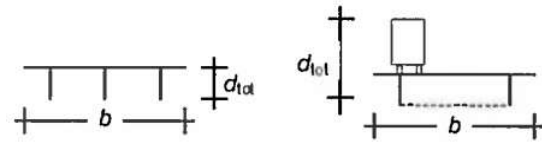
$$\frac{b}{d_{tot}} = 2,4737$$

==>

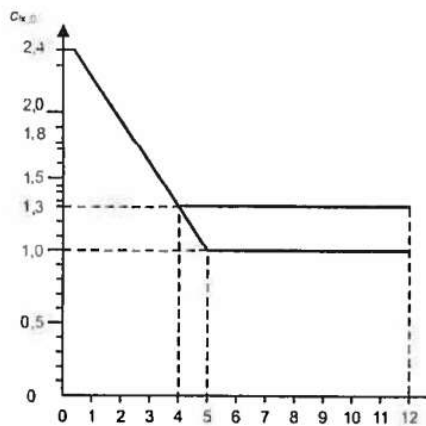
$$c_{fx0} := 1,7$$

výška mostu $z := 5 \text{ m}$

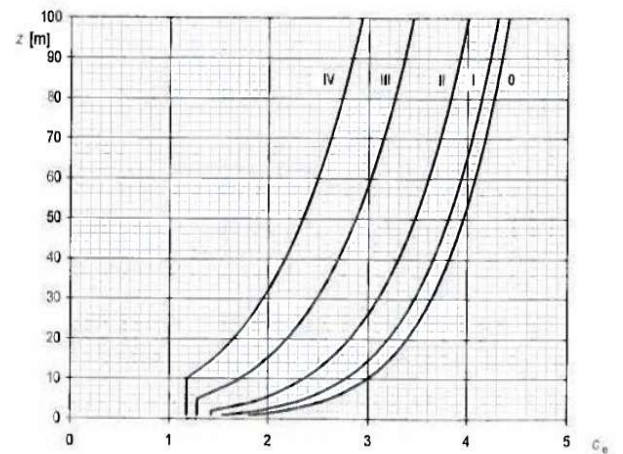
$$\Rightarrow c_e := 2$$



Definice parametrů b , d_{tot} – most bez dopravy a s dopravou



Stanovení součinitele síly c_{fx0} v závislosti na b/d_{tot}



Stanovení parametru c_e

$$C := c_{fx0} \cdot c_e = 3,4$$

síla větru

$$Y_{f,w} := 1,5$$

$$f_{w,k} := 0,5 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C = 1,3281 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$f_{w,d} := f_{w,k} \cdot Y_{f,w} = 1,9922 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

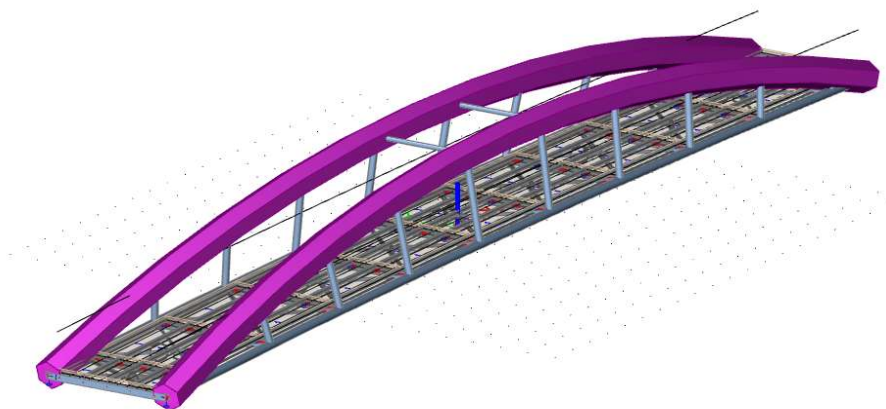
Kombinace zatížení:

1)	Jméno	CO1
	Popis	C01 celý most zatížen chodci
	Typ	Obálka - únosnost
	Nelineární kombinace	
	Obsah kombinace	
	ZS1 [-]	1,35 vlastní tíha
	ZS4 - užit [-]	1,50
	ZS2 - ost [-]	1,35
	ZS6 - vod-s osou [-]	1,50
	ZS7 - vod-kolmo-vítr [-]	1,00
2)	Jméno	CO2
	Popis	C02 zatížena 1/2 mostu chodci
	Typ	Obálka - únosnost
	Nelineární kombinace	
	Obsah kombinace	
	ZS1 [-]	1,35 vlastní tíha
	ZS5 - užit-1/2 [-]	1,50
	ZS2 - ost [-]	1,35
	ZS6 - vod-s osou [-]	1,50
	ZS7 - vod-kolmo-vítr [-]	1,00
3)	Jméno	CO3
	Popis	C03 obslužné vozidlo 1/2 mostu
	Typ	Obálka - únosnost
	Nelineární kombinace	
	Obsah kombinace	
	ZS1 [-]	1,35 vlastní tíha
	ZS3 - pohyb [-]	1,50
	ZS2 - ost [-]	1,35
	ZS6 - vod-s osou [-]	1,50
	ZS7 - vod-kolmo-vítr [-]	1,00
4)	Jméno	CO4
	Popis	obslužné vozidlo 1/4 mostu
	Typ	Obálka - únosnost
	Nelineární kombinace	
	Obsah kombinace	
	ZS1 [-]	1,35 vlastní tíha
	ZS2 - ost [-]	1,35
	ZS6 - vod-s osou [-]	1,50
	ZS7 - vod-kolmo-vítr [-]	1,00
	ZS8 - pohyb-1/4 [-]	1,50

Dynamické posouzení

stanovení vlastních tvarů

přidaná hmota ostatního stálého zatížení:
zábradlí:



zbytek hmot generován automaticky...

Vlatní tvary kmitání:

1. vl. tvar - vodorovné kmitání

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}

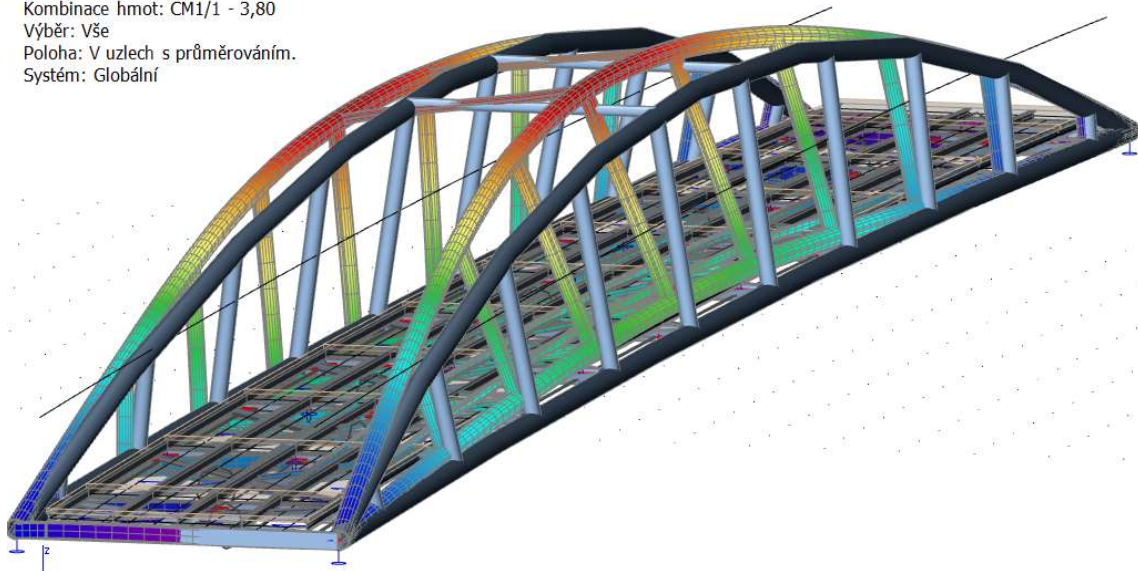
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.

Kombinace hmot: CM1/1 - 3,80

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



3,80 Hz > 0,5 Hz až 1,5 Hz

Vyhovuje na vodorovné kmitání

2. vl. tvar - svislé kmitání

pozn.: nejnižší
vl. frekvence pro
svislé kmitání

3D přemístěníHodnoty: U_{total}

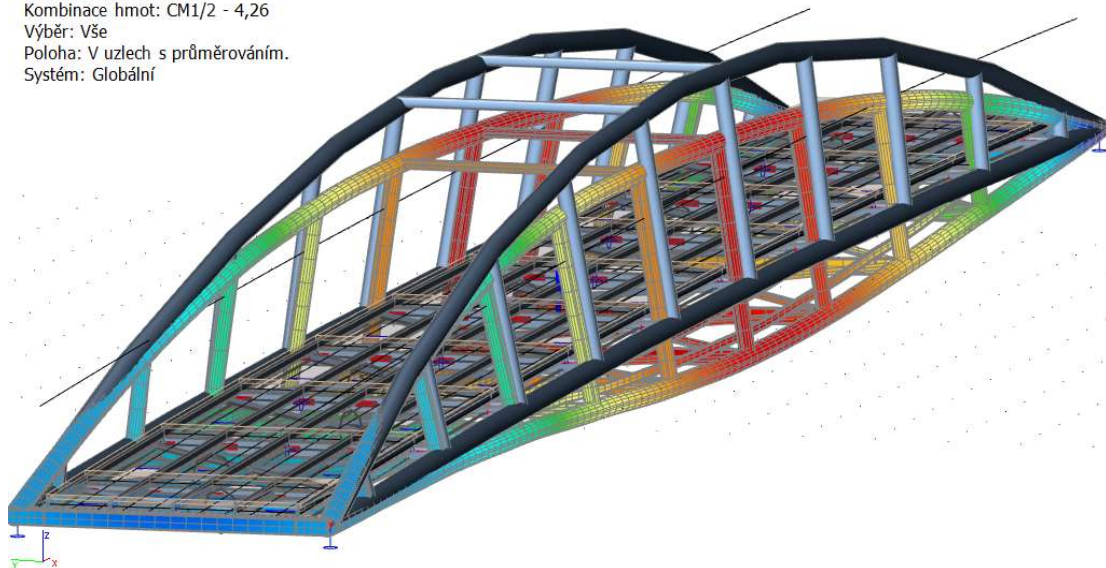
Modal shapes are normalized, so that
the generalized modal mass of each
mode is equal to 1kg.

Kombinace hmot: CM1/2 - 4,26

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



4,26 Hz > 1 Hz až 3 Hz

Vyhovuje na svislé kmitání

3. vl. tvar - svislé kmitání

3D přemístěníHodnoty: U_{total}

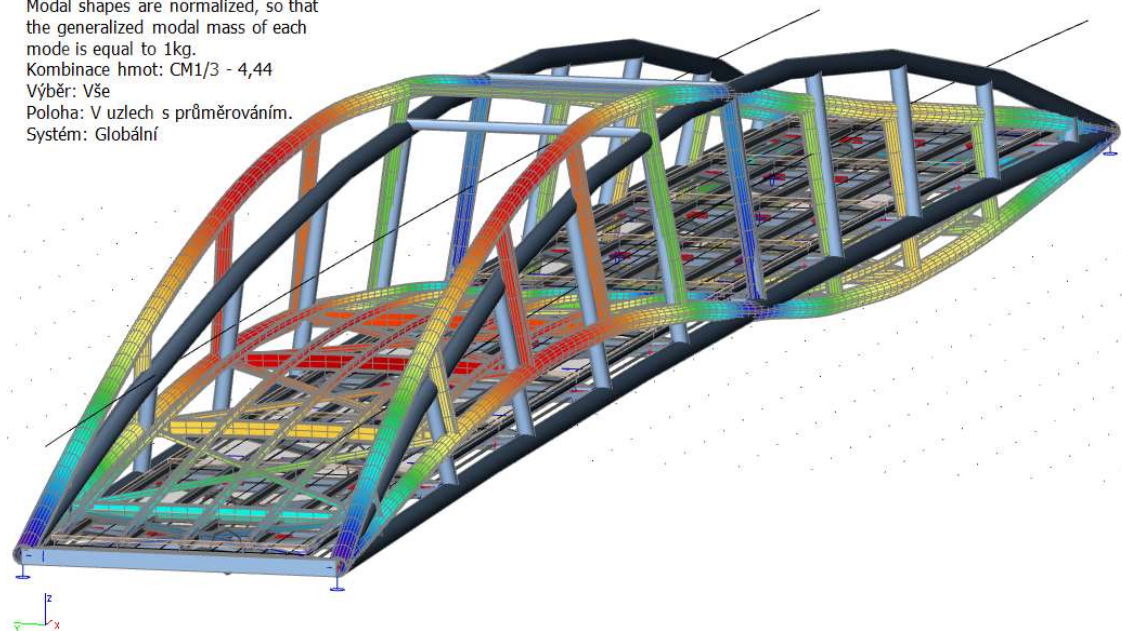
Modal shapes are normalized, so that
the generalized modal mass of each
mode is equal to 1kg.

Kombinace hmot: CM1/3 - 4,44

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Lávka nezasahuje do intervalů předepsaných normou,
nemělo by tedy dojít k rezonanci.

==> *vyhovuje*

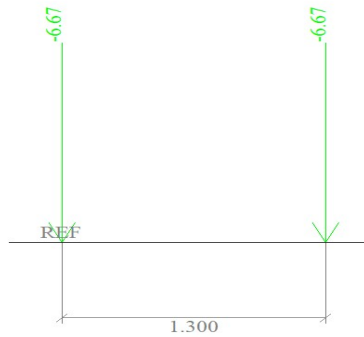
Mostovka

Zatížení

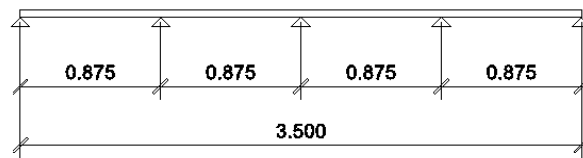
zatěžovací soustava:

vychází ze zadní nápravy
obslužného vozidla

hodnoty v kN

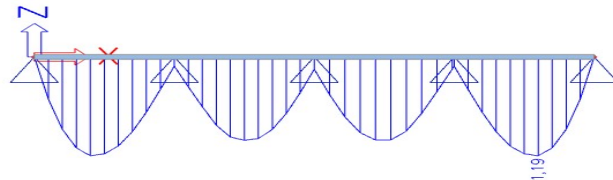


Zat. schéma

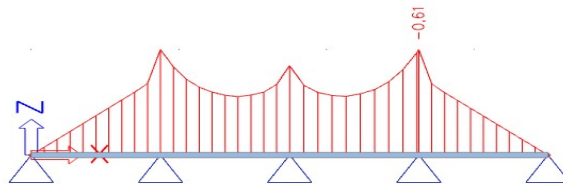


pojezdem soustavy po modelu bylo vypočítáno následující:

$$M_{y,max} := 1,19 \text{ kN m}$$

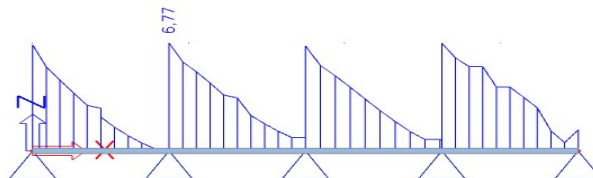


$$M_{y,min} := -0,61 \text{ kN m}$$

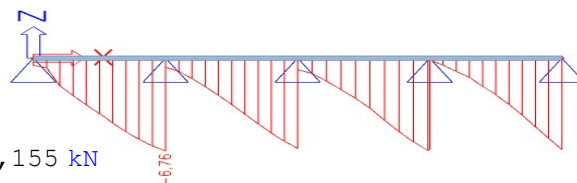


$$\Rightarrow M_{Ed} := M_{y,max} \cdot 1,5 = 1,78 \text{ kN m}$$

$$V_{z,max} := 6,77 \text{ kN}$$

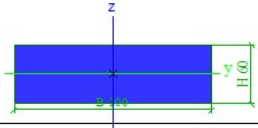


$$V_{z,min} := (-6,76) \text{ kN}$$



$$\Rightarrow V_{Ed} := V_{z,max} \cdot 1,5 = 10,155 \text{ kN}$$

Navržený průřez:

Typ	OBDEL	
Detailní	200, 60	
Materiál	D30 (EN 338)	
Výroba	dřevo	
Použití 2D MKP výpočet	✓	
		
A [m²]	1,2000e-02	
A _{y, z} [m²]	1,0000e-02	1,0000e-02
I _{y, z} [m⁴]	3,6000e-06	4,0000e-05
I _w [m⁶], t [m⁴]	8,1788e-09	1,1650e-05
W _{el y, z} [m³]	1,2000e-04	4,0000e-04
W _{pl y, z} [m³]	1,4704e-04	4,9014e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	100	30
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	5,2000e-01	5,2000e-01
M _{ply +, -} [Nm]	3,09e+03	3,09e+03
M _{plz +, -} [Nm]	1,03e+04	1,03e+04

dřevo D30

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

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

$$\gamma_m := 1,3$$

$$k_{mod} := 0,8$$

návrhové hodnoty:

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 2,46 \text{ MPa}$$

$$h := 60 \text{ mm}$$

$$b := 200 \text{ mm}$$

$$A := b \cdot h = 0,012 \text{ m}^2$$

$$I_y := h^3 \cdot \frac{b}{12} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

Posouzení:

Ohyb:

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = 14,88 \text{ MPa} < f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$\text{vyhovuje na využití: } \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 80,57 \%$$

Smyk:

$$b_{eff} := b \cdot k_{cr} = 0,13 \text{ m}$$

$$k_{cr} := 0,67$$

$$\tau_d := \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot b_{eff} \cdot h} = 1,89 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,4615 \text{ MPa}$$

$$\text{vyhovuje na využití: } \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 76,97 \%$$

Navržený průřez vyhovuje na MSÚ

Oblouk - MSÚ

Tlak - vzpěr

kombinace C01 celý most zatížen

z lin. kombinace

tlak $N_{Ed} := 960,71 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} := 54,76 \text{ kN m}$

$M_{z,Ed} := 23,95 \text{ kN m}$

stabilitní výpočet

$\alpha_{cr} := 6,94$

$N_{cr} := \alpha_{cr} \cdot N_{Ed} = 6667,33 \text{ kN}$

3D přemístění

Hodnoty: U_{total}

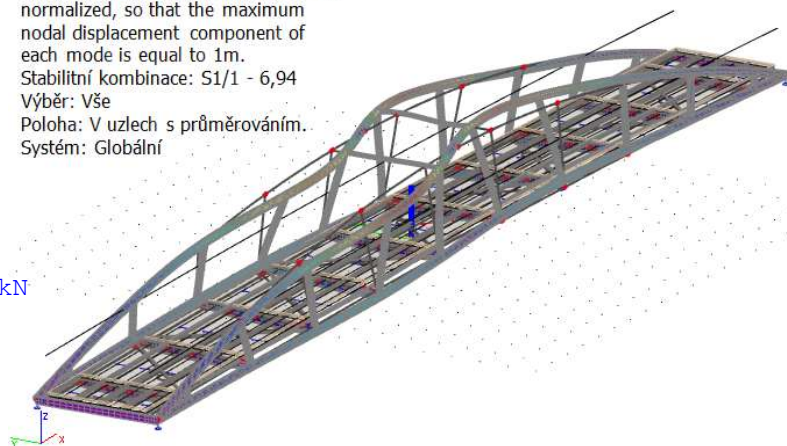
Stabilitní výpočet. Buckling shapes are normalized, so that the maximum nodal displacement component of each mode is equal to 1m.

Stabilitní kombinace: S1/1 - 6,94

Výběr: Vše

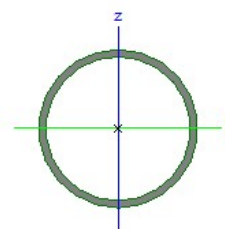
Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Navržený průřez:

trubka CHS273/12,5



A [m ²]	1,0200e-02	
A _{y, z} [m ²]	6,5125e-03	6,5125e-03
I _{y, z} [m ⁴]	8,6970e-05	8,6970e-05
I _w [m ⁴ , t [m ⁴]	6,0834e-39	1,7390e-04
W _{el y, z} [m ³]	6,3700e-04	6,3700e-04
W _{pl y, z} [m ³]	8,3552e-04	8,3552e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	136	136
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	8,5800e-01	1,6367e+00
M _{ply +, -} [Nm]	3,01e+05	3,01e+05
M _{plz +, -} [Nm]	3,01e+05	3,01e+05

plocha průřezu

$A := 0,0102 \text{ m}^2$

$\sigma_{cr} := \frac{N_{cr}}{A} = 653,66 \text{ MPa}$

$f_y := 355 \text{ MPa}$

$\lambda := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{cr}}} = 56,31$

křivka c

$\lambda_- := \frac{\lambda}{\pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = 0,74$

$\alpha := 0,49$

$\phi := 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_- - 0,2) + \lambda_-^2) = 0,9$

$\chi := \frac{1}{(\phi + (\phi^2 - \lambda_-^2)^{0,5})} = 0,7$

$\gamma_{M1} := 1,0$

$N_{b,Rd} := \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 2540,85 \text{ kN}$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0,81$$

ohyb trubky

$$d := 273 \text{ mm}$$

$$t := 12,5 \text{ mm}$$

$$\text{zatřídění} \quad \frac{d}{t} = 21,84 < 50 \cdot \varepsilon^2 = 33,1 \implies 1. \text{ třída}$$

$$W_{pl} := 0,00083552 \text{ m}^3$$

kruhový průřez ==> neklopí $\chi_{Lt} := 1$

$$M_{b,Rd} := f_y \cdot W_{pl} = 296,61 \text{ kNm}$$

velmi bezpečně

$$k_{yy} := 1,8$$

$$k_{zy} := 1,4$$

$$k_{zz} := 1,8$$

Interakce tlak-ohyb

$$\text{využití:} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} = 82,35 \%$$

vyhovuje

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

Tlak - vzpěr

tlak z lin. kombinace $N_{Ed} := 830,26 \text{ kN}$

$$M_{y,Ed} := 69,81 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 22,57 \text{ kNm}$$

3D přemístěníHodnoty: U_{total}

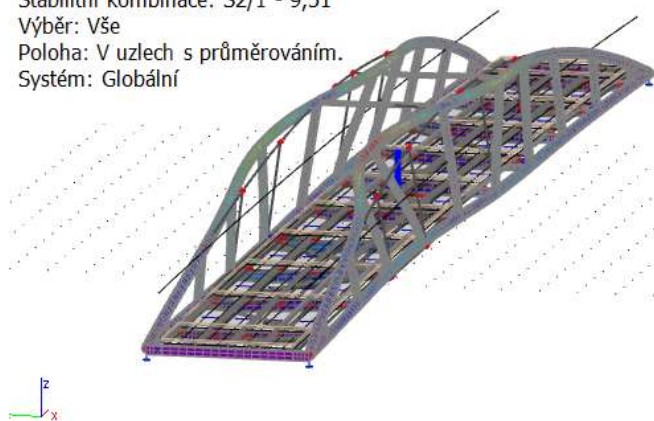
Stabilitní výpočet. Buckling shapes are normalized, so that the maximum nodal displacement component of each mode is equal to 1m.

Stabilitní kombinace: S2/1 - 9,51

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



stabilitní výpočet

$$\alpha_{cr} := 9,51$$

$$N_{cr} := \alpha_{cr} \cdot N_{Ed} = 7895,77 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cr} := \frac{N_{cr}}{A} = 774,1 \text{ MPa}$$

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$\lambda := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{cr}}} = 51,74$$

$$\lambda_- := \frac{\lambda}{\pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = 0,68$$

křivka c

$$\alpha := 0,49$$

$$\phi := 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_- - 0,2) + \lambda_-^2) = 0,85$$

$$\chi := \frac{1}{(\phi + (\phi^2 - \lambda_-^2)^{0,5})} = 0,74$$

$$Y_{M1} := 1,0$$

$$N_{b,Rd} := \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{Y_{M1}} = 2675,02 \text{ kN}$$

Interakce tlak-ohyb

$$\text{využití:} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} = 84,06 \%$$

vyhovuje

další kombinace vyvolávají řádově 3* mešní síly ==> Trubka CHS273/12
vyhovuje

Svislice - MSÚ

kombinace C01 celý most zatížen

z lin. kombinace

tah

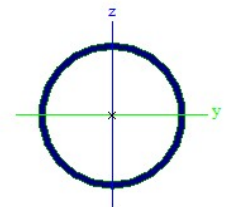
$$N_{Ed} := 60,79 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 30,54 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 22,03 \text{ kNm}$$

Navržený průřez:

trubka CHS219,1/10



A [m ²]	6,5700e-03	
A _{y, z} [m ²]	4,1820e-03	4,1820e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,5980e-05	3,5980e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	6,6037e-40	7,1970e-05
W _{ely, z} [m ³]	3,2800e-04	3,2800e-04
W _{ply, z} [m ³]	4,3066e-04	4,3066e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	110	110
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	6,8800e-01	1,3137e+00
M _{ply +, -} [Nm]	1,55e+05	1,55e+05
M _{plz +, -} [Nm]	1,55e+05	1,55e+05

plocha průřezu

$$A := 0,00657 \text{ m}^2$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0,81$$

$$d := 219,1 \text{ mm}$$

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

ohyb trubky

zatřídění

$$\frac{d}{t} = 21,91 < 50 \cdot \varepsilon^2 = 33,1 \implies 1. \text{ třída}$$

$$W_{pl} := 0,00043066 \text{ m}^3$$

uzavřený průřez \implies neklopí $\chi_{Lt} := 1$

$$M_{b,Rd} := f_y \cdot W_{pl} = 152,88 \text{ kNm}$$

Interakce tah-ohyb

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} = 36,99 \% \quad \text{vyhovuje}$$

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

z lin. kombinace

tah

$$N_{Ed} := 28,53 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 39,35 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 86,25 \text{ kNm}$$

Interakce tah-ohyb

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{b,Rd}} = 83,38 \% \quad \text{vyhovuje}$$

Prolomení trubky

$$d_0 := 273 \text{ mm}$$

$$t_0 := 12,5 \text{ mm}$$

$$d_1 := 219,1 \text{ mm}$$

$$t_1 := 10 \text{ mm}$$

$$\gamma := \frac{d_0}{t_0} = 21,84$$

$$\beta := \frac{d_1}{d_0} = 0,8$$

úhel

$$\theta_1 := 88,5^\circ$$

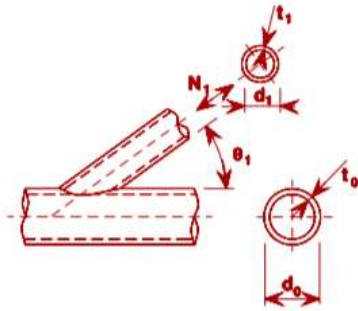
$$\gamma_{M5} := 1$$

$$k_p := 1,0 \text{ } \leq \text{ tah}$$

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \left[\frac{M_{ip,j,Ed}}{M_{ip,j,Rd}} \right]^2 + \frac{|M_{op,j,Ed}|}{M_{op,j,Rd}} \leq 1,0$$

$M_{ip,i,Rd}$ - Návrhová momentová únosnost styčnicku v rovině nosníku

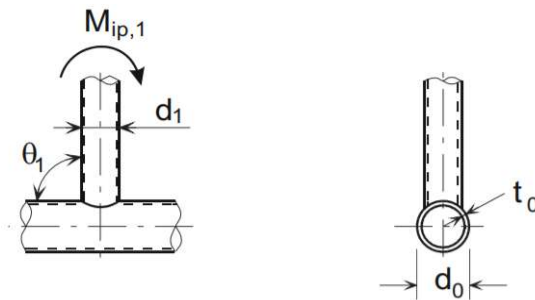
$M_{op,i,Rd}$ - Návrhová momentová únosnost styčnicku z roviny nosníku



$$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} (2,8 + 14,2 \beta^2) / \gamma_{M5}$$

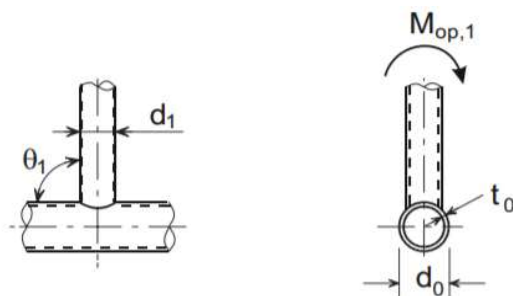
For $n_p \leq 0$ (tension): $k_p = 1,0$

$$N_{1,Rd} := \frac{\gamma^{0,2} \cdot k_p \cdot f_y \cdot t_0^2}{\sin(\theta_1)} \cdot \left(\frac{2,8 + 14,2 \cdot \beta^2}{\gamma_{M5}} \right) = 1228,24 \text{ kN}$$



$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma} \beta k_p / \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} := \frac{4,85 \cdot f_y \cdot t_0^2 \cdot d_1}{\sin(\theta_1)} \cdot \sqrt{\gamma} \cdot \beta \cdot \frac{k_p}{\gamma_{M5}} = 221,15 \text{ kNm}$$



$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{1 - 0,81 \beta} k_p / \gamma_{M5}$$

$$M_{op,1,Rd} := \frac{f_y \cdot t_0^2 \cdot d_1}{\sin(\theta_1)} \cdot \frac{2,7}{1 - 0,81 \cdot \beta} \cdot \frac{k_p}{\gamma_{M5}} = 93,81 \text{ kNm}$$

$$d_1 = 219,1 \text{ mm}$$

$$d_0 - 2 \cdot t_0 = 248 \text{ mm}$$

Průlomení smykem

When $d_1 \leq d_0 - 2t_0$:

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$M_{ip,1,Rd} := \frac{f_y \cdot t_0 \cdot d_1^2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + 3 \cdot \sin(\theta_1)}{4 \cdot (\sin(\theta_1))^2} = 123,04 \text{ kN m} \quad \text{rozhodne}$$

$$M_{op,1,Rd} := \frac{f_y \cdot t_0 \cdot d_1^2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3 + 1 \cdot \sin(\theta_1)}{4 \cdot (\sin(\theta_1))^2} = 123,06 \text{ kN m} \quad \text{nerozhodne}$$

Interakce tah-ohyb

kombinace C01 celý most zatížen

z lin. kombinace

$$\text{tah } N_{Ed} := 60,79 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 30,54 \text{ kN m}$$

$$M_{z,Ed} := 22,03 \text{ kN m}$$

Navržený průřez:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{1,Rd}} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} \right)^2 + \frac{M_{y,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = 40,71 \% \quad \text{vyhovuje}$$

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

z lin. kombinace

$$\text{tah } N_{Ed} := 28,53 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 39,35 \text{ kN m}$$

$$M_{z,Ed} := 86,25 \text{ kN m}$$

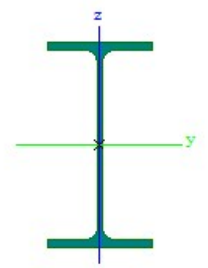
$$\frac{N_{Ed}}{N_{1,Rd}} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{ip,1,Rd}} \right)^2 + \frac{M_{y,Ed}}{M_{op,1,Rd}} = 93,41 \% \quad \text{vyhovuje}$$

další kombinace vyvolávají řádově 3x menší síly ==> Trubka CHS219,1/10
vyhovuje

Příčnick - MSÚ

Navržený průřez:

IPE 220



A [m ²]	3,3400e-03	
A _{y, z} [m ²]	2,0643e-03	1,3244e-03
I _{y, z} [m ⁴]	2,7720e-05	2,0500e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	2,2700e-08	9,0700e-08
W _{el, y, z} [m ³]	2,5200e-04	3,7300e-05
W _{pl, y, z} [m ³]	2,8500e-04	5,8100e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	55	110
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	8,4750e-01	8,4750e-01
M _{pl, y, z} +, - [Nm]	1,01e+05	1,01e+05
M _{pl, z, y} +, - [Nm]	2,06e+04	2,06e+04

zatřídění průřezu: I. třída-ohyb, II. třída-tlak

kombinace C01 celý most zatížen

tlak $N_{Ed} := 50,88 \text{ kN}$ $V_{Ed} := 43,95 \text{ kN}$ $M_{Ed} := 44,37 \text{ kN m}$

Průřezové charakteristiky

$$A := 3337 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} := 1588 \text{ mm}^2$$

$$I_Y := 27720000 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl, Y} := 285400 \text{ mm}^3$$

$$W_{el, Y} := 252000 \text{ mm}^3$$

$$i_Y := 91,1 \text{ mm}$$

$$i_Z := 24,8 \text{ mm}$$

$$L := 4,3 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0,81$$

$$f_{yd} := 355 \text{ MPa}$$

$$I_t := 90660 \text{ mm}^4$$

$$I_w := 22670000000 \text{ mm}^6$$

$$I_z := 2049000 \text{ mm}^4$$

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

Tlak - vzpěr

vzpěrné délky

 $G := 80700 \text{ MPa}$

bezpečně

$$L_{cr,y} := L = 4,3 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := L = 4,3 \text{ m}$$

 $\varepsilon = 0,81$

$$\lambda_y := \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 47,2$$

$$\lambda_z := \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 173,39$$

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \varepsilon = 76,4$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,62$$

$$\lambda'_z := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 2,27$$

křivka c

 $\alpha := 0,49$

$$\Phi_y := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y \right) = 0,79$$

$$\chi_y := \frac{1}{\left(\Phi_y + \left(\Phi_y^2 - \lambda'^2_y \right)^{0,5} \right)} = 0,77$$

$$\Phi_z := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z \right) = 3,58$$

$$\chi_z := \frac{1}{\left(\Phi_z + \left(\Phi_z^2 - \lambda'^2_z \right)^{0,5} \right)} = 0,16$$

$$N_{Rd} := A \cdot f_{yd} = 1,18 \text{ MN}$$

$$M_{y,Rd} := W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 101,32 \text{ kNm}$$

Ohyb - klopení

$$k_z := 1 \quad k_w := 1 \quad C_{1,0} := 2,58 \quad C_{1,1} := 2,61$$

$$\kappa_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0,59$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} = 2,6$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = 3,02$$

$$M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = 123,6 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = 0,91$$

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,34$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 0,89$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,76 < \frac{1}{\lambda'_{LT}} = 1,22$$

vyhovuje

Interakce tlak - ohybinterakční součinitele $M_h := (-10,93) \text{ kNm}$ $M_s := M_{Ed} = 44,37 \text{ kNm}$

$$\psi := 1 \quad \alpha_h := \frac{M_h}{M_s} = -0,25$$

$$c_{my} := 0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h = 0,94$$

$$c_{m,LT} := 0,6 + 0,4 \cdot \psi = 1$$

$$c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) = 0,96$$

 $k_{yy} = \min$

$$c_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) = 0,98$$

$$k_{yy} := 0,96$$

$$\left(1 - \frac{\lambda'_z \cdot 0,1}{(c_{m,LT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0,92$$

 $k_{zy} = \max$

$$\left(1 - \frac{0,1}{(c_{m,LT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0,96$$

$$k_{zy} := 0,96$$

posouzení kombinace CO1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 61,09 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 82,84 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{y,Rd}} = 48,09 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

Smyk

pouze plocha stojny (bezpečně)

$$h_w := 220 \text{ mm} - 9 \text{ mm} \cdot 2 = 202 \text{ mm}$$

$$t_w := 6 \text{ mm}$$

$$V_{pl,rd} := h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 248,41 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,rd}} = 17,69 \% < 50 \%$$

==> malý smyk - vyhovuje

není potřeba počítat interakci

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

tlak $N_{Ed} := 44,58 \text{ kN}$

$V_{Ed} := 50,85 \text{ kN}$

$M_{Ed} := 49,80 \text{ kNm}$

Interakce tlak-ohyb

interakční součinitele $M_h := (-12,85) \text{ kNm}$ $M_s := M_{Ed} = 49,8 \text{ kNm}$

$\psi := 1$

$\alpha_h := \frac{M_h}{M_s} = -0,258$

$c_{my} := 0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h = 0,9371$

$c_{m,LT} := 0,6 + 0,4 \cdot \psi = 1$

$$c_{my} \cdot \left(1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) = 0,96$$

$k_{yy} = \min$

$$c_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} \right) = 0,97$$

$k_{yy} := 0,96$

$$\left(1 - \frac{\lambda'_z \cdot 0,1}{(c_{m,LT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0,93$$

$k_{zy} = \max$

$$\left(1 - \frac{0,1}{(c_{m,LT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} \right) = 0,97$$

$k_{zy} := 0,97$

posouzení

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 67,21 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 86,91 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{y,Rd}} = 52,92 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,rd}} = 20,47 \% < 50 \%$$

==> malý smyk - vyhovuje

není potřeba počítat interakci

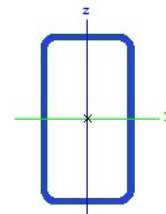
další kombinace vyvolávají řádově 2x menší síly ==> IPE 220
vyhovuje

Koncový příčník - MSÚ

Navržený průřez:

Jméno	CS20
Typ	CFRHS220X120X8
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007
Materiál	S 355
Výroba	tvářený za studena
Posudek rovinného vzpěru y-y	c
Posudek rovinného vzpěru z-z	c
Klopení	Výchozí
Použití 2D MKP výpočet	*

Obdélníková trubka
CFRH 220 x 120 x 8



A [m ²]	4,9640e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,7506e-03	3,2095e-03
I _{y, z} [m ⁴]	3,0294e-05	1,1795e-05
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	7,8989e-08	2,8644e-05
W _{el y, z} [m ³]	2,7540e-04	1,9658e-04
W _{pl y, z} [m ³]	3,4602e-04	2,2741e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	60	110
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	6,4600e-01	1,2408e+00
M _{ply +, -} [Nm]	1,23e+05	1,23e+05
M _{plz +, -} [Nm]	8,07e+04	8,07e+04

zatřídění průřezu: I. třída-ohyb kolem tuhé osy,
I. třída-ohyb kolem měkké osy

kombinace C01 celý most zatížen

$$\text{tah } N_{Ed} := 47,30 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 23,90 \text{ kN m}$$

$$M_{z,Ed} := 35,54 \text{ kN m}$$

plocha průřezu

$$A := 0,004964 \text{ m}^2$$

tahová pevnost

$$N_{b,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1,76 \cdot 10^9 \text{ kN}$$

ohyb trubky

$$W_{pl,y} := 0,00034602 \text{ m}^3$$

$$W_{pl,z} := 0,00022741 \text{ m}^3$$

uzavřený průřez ==> neklopí $\chi_{Lt} := 1$

$$M_{y,b,Rd} := f_y \cdot W_{pl,y} = 122,84 \text{ kN m}$$

$$M_{z,b,Rd} := f_y \cdot W_{pl,z} = 80,73 \text{ kN m}$$

$$A_{v,y} := 1,7506 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{v,z} := 3,2095 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

posouzení: **Interakce tah-ohyb**

$$M_{y,b,Rd} = 122,84 \text{ kNm}$$

$$M_{z,b,Rd} = 80,73 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = 1,76 \cdot 10^9 \text{ kN}$$

kombinace C01 celý most zatížen

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{z,b,Rd}} = 63,48 \% \quad \text{vyhovuje}$$

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

$$\text{tah } N_{Ed} := 39,66 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 27,23 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 27,79 \text{ kNm}$$

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{z,b,Rd}} = 56,59 \% \quad \text{vyhovuje}$$

kombinace C03 obslužné vozidlo 1/2 mostu

$$\text{tah } N_{Ed} := 36,39 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 7,09 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 18,07 \text{ kNm}$$

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{z,b,Rd}} = 28,15 \% \quad \text{vyhovuje}$$

kombinace C04 obslužné vozidlo 1/4 mostu

$$\text{tah } N_{Ed} := 37,93 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 6,92 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} := 16,81 \text{ kNm}$$

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{y,b,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{z,b,Rd}} = 26,46 \% \quad \text{vyhovuje}$$

Smyk (hodnoty z obálky lin. kombinace)

$$V_{y,Ed} := 60,40 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} := 8,35 \text{ kN}$$

$$A_{v,y} = 1750,6 \text{ mm}^2$$

$$V_{y,p1,rd} := A_{v,y} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 358,8 \text{ kN}$$

$$A_{v,z} = 3209,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{z,p1,rd} := A_{v,z} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 657,82 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{y,p1,rd}} = 16,83 \% < 50 \% \quad \frac{V_{z,Ed}}{V_{z,p1,rd}} = 1,27 \% < 50 \%$$

=> malý smyk - vyhovuje

není potřeba počítat interakci

=> Obdélníková trubka CFRH 220 x 120 x 8 vyhovuje

pozn. rozměr 220mm je nutný z konstrukčních důvodů (viz. příčník)

Podélník - MSÚ

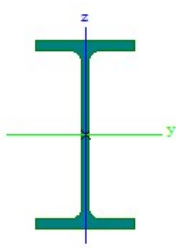
Navržený průřez:

IPE 120

$$I_z := 276700 \text{ mm}^4$$

$$I_t := 17350 \text{ mm}^4$$

$$I_w := 889600000 \text{ mm}^6$$

Jméno	CS7	
Typ	IPE120	
Zdroj hodnot	ArcelorMittal / Sales Programme / Version 2012-1	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	b	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	*	
		
A [m²]	1,3200e-03	
A _{y, z} [m²]	8,4381e-04	5,3657e-04
I _{y, z} [m⁴]	3,1800e-06	2,7700e-07
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	8,9000e-10	1,7400e-08
W _{el y, z} [m³]	5,3000e-05	8,6500e-06
W _{pl y, z} [m³]	6,0700e-05	1,3600e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	32	60
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m²/m]	4,7513e-01	4,7513e-01
M _{pl +, -} [Nm]	2,16e+04	2,16e+04
M _{plz +, -} [Nm]	4,82e+03	4,82e+03

$$A_{v,z} := 5,3657 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

zatřídění průřezu: I. třída-ohyb, I. třída-tlak

kombinace C01 celý most zatížen

$$\text{tah } N_{Ed} := 73,16 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} := 12,34 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 9,89 \text{ kN m}$$

plocha průřezu

$$A := 0,00132 \text{ m}^2$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

tahová pevnost

$$Y_{M1} = 1$$

$$N_{b,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{Y_{M1}} = 468,6 \text{ kN}$$

Průřezový modul plastický

$$W_{pl,y} := 0,0000607 \text{ m}^3$$

$$M_{y,Rd} := W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 21,55 \text{ kN m}$$

rozteč příčníků

$$L := 4 \text{ m}$$

pro 1 a 2 třídu

$$\beta_w := 1$$

tah

$$N_{Ed} := 73,43 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} := 12,34 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} := 9,89 \text{ kNm}$$

$$A_{v,z} = 536,57 \text{ mm}^2$$

Ohyb - klopení

$$k_z := 1 \quad k_w := 0,7 \quad C_{1,0} := 1,77 \quad C_{1,1} := 1,85$$

$$k_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0,41$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt} = 1,8$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + k_{wt}^2} = 1,95$$

$$M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = 13,8 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT} := \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd} \cdot \beta_w}{M_{cr}}} = 1,25$$

pro válcované průřezy

$$\lambda'_{LT,0} := 0,4 \quad \beta := 0,75 \quad \alpha_{LT} := 0,34$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{LT} \right) = 1,23$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{LT}}} = 0,55 < \frac{1}{\lambda'^2_{LT}} = 0,64 \quad \text{vyhovuje}$$

Interakce tah-ohyb

posouzení: kombinace CO1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 89,47 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 52,09 \% < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

Smyk

$$V_{z,pl,rd} := A_{v,z} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 109,98 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,pl,rd}} = 11,22 \% < 50 \%$$

==> malý smyk - vyhovuje

není potřeba počítat interakci

posouzení: Interakce tah-ohyb

kombinace C02 zatížena 1/2 mostu

tah $N_{Ed} := 57,34 \text{ kN}$

$V_{z,Ed} := 14,28 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} := 10,61 \text{ kN m}$

$\chi_{LT} = 0,55$

$M_{y,Rd} = 21,55 \text{ kN m}$

$N_{Rd} = 1184,64 \text{ kN}$

využití:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 94,18 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 54,08 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

využití ve smyku:

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,pl,rd}} = 12,98 \% < 50 \% \implies \text{malý smyk - vyhovuje}$$

není potřeba počítat interakci

kombinace C03 obslužné vozidlo 1/2 mostu

tah $N_{Ed} := 28,75 \text{ kN}$

$V_{z,Ed} := 3,81 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} := 2,29 \text{ kN m}$

Interakce tah-ohyb:

využití:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 21,71 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 13,05 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

využití ve smyku:

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,pl,rd}} = 3,46 \% < 50 \% \implies \text{malý smyk - vyhovuje}$$

není potřeba počítat interakci

kombinace C04 obslužné vozidlo 1/4 mostu

tah $N_{Ed} := 26,64 \text{ kN}$

$V_{z,Ed} := 5,06 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} := 5,96 \text{ kN m}$

Interakce tah-ohyb

využití:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} = 52,43 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 29,91 \% < 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

využití ve smyku:

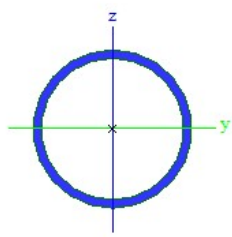
$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,pl,rd}} = 4,6 \% < 50 \% \implies \text{malý smyk - vyhovuje}$$

není potřeba počítat interakci

Ztužidlo - MSÚ

Navržený průřez:

CHS 76,1/4,0

Jméno		CS23
Typ		CHS76.1/4.0
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	
		
A [m ²]	9,0600e-04	
A y, z [m ²]	5,7680e-04	5,7680e-04
I y, z [m ⁴]	5,9100e-07	5,9100e-07
I w [m ⁶ , t [m ⁴]	1,4158e-42	1,1800e-06
Wey, z [m ³]	1,5500e-05	1,5500e-05
Wply, z [m ³]	2,0487e-05	2,0487e-05
d y, z [mm]	0	0
c YUSS, ZUSS [mm]	38	38
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]	2,3900e-01	4,5299e-01
Mply +, - [Nm]	7,39e+03	7,39e+03
Mplz +, - [Nm]	7,39e+03	7,39e+03

zatřídění průřezu: I. třída-tlak

pozn. N,Ed bráno z obálky lin. kombinací

Tážené pruty								
Pruty	N _{Ed}	Profil	A	f _y	f _{yd}	N _{t,Rd}	N _{Ed} /N _{t,Rd}	
	kN		0 mm ²	Mpa	Mpa	kN		
1	61,29	CHS 76,1/4,0	905	355	355	321,275	0,191	<1,0
2	39,81	CHS 76,1/4,0	905	355	355	321,275	0,124	<1,0

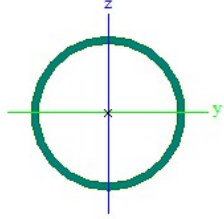
Tlačené pruty								
Pruty	N _{Ed}	Profil	A	f _y	f _{yd}	L _{teor.}	L _{Cr}	L _{Cr} /L
	kN		mm ²	Mpa	Mpa	mm	mm	
1	28,46	CHS 76,1/4,0	905	355	355	4735	4735	1
2	29,96	CHS 76,1/4,0	905	355	355	5850	5850	1

i	λ	λ ₁	λ'	Φ	χ	N _{b,Rd}	N _{Ed} /N _{b,Rd}	
mm				křivka b		kN		
25,5	185,686	76,059	2,441	3,861	0,146	46,885	0,607	<1,0
25,5	229,412	76,059	3,016	5,528	0,098	31,622	0,947	<1,0

Vyhovuje

Horní ztužení - MSÚ

Navržený průřez:
Trubka CHS139, 7/6, 3

Jméno	CS4	
Typ	CHS139.7/6.3	
Zdroj hodnot	British Standard / BS 5950 part 1 : 1990 & EN 10210-2	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y	a	
Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
Klopení	Výchozí	
Použit 2D MKP výpočet	x	
		
A [m ²]	2,6400e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,6808e-03	1,6808e-03
I _{y, z} [m ⁴]	5,8900e-06	5,8900e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	3,8075e-41	1,1770e-05
W _{el y, z} [m ³]	8,4300e-05	8,4300e-05
W _{pl y, z} [m ³]	1,1043e-04	1,1043e-04
d _{y, z} [mm]	0	
c _{YUSS, ZUSS} [mm]	70	
α [deg]	0,00	
A _{L, D} [m ² /m]	4,3900e-01	8,3813e-01
M _{ply +, -} [Nm]	3,98e+04	
M _{plz +, -} [Nm]	3,98e+04	

zatřídění průřezu: I. třída

obálka z lin. kombinací

$$t_{lak} N_{Ed} := 34,04 \text{ kN}$$

$$M_{y, Ed} := 3,19 \text{ kN m}$$

$$M_{z, Ed} := 2,13 \text{ kN m}$$

$$A := 2640 \text{ mm}^2$$

$$I := 5890000 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl} := 110430 \text{ mm}^3$$

$$W_{el} := 84300 \text{ mm}^3$$

$$i := 47,3 \text{ mm}$$

$$L := 3,3 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0,81$$

$$f_{yd} := 355 \text{ MPa}$$

uzavřený průřez ==> neklopí $\chi_{Lt} := 1$

Tlak - vzpěr

vzpěrné délky

 $G := 80700 \text{ MPa}$

bezpečně

$$L_{cr,y} := L = 3,3 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} := L = 3,3 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

$$\lambda := \frac{L_{cr,y}}{i} = 69,77$$

$$\lambda_1 := 93,9 \cdot \varepsilon = 76,4$$

křivka a

$$\lambda' := \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0,91$$

$$\alpha := 0,21$$

$$\Phi := 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,99$$

$$\chi := \frac{1}{\left(\Phi + (\Phi^2 - \lambda'^2)^{0,5} \right)} = 0,73$$

velmi bezpečně

$$k_{yy} := 1,8$$

$$N_{Rd} := A \cdot f_{yd} = 937,2 \text{ kN}$$

$$k_{zy} := 1,4$$

$$M_{Rd} := W_{pl} \cdot f_{yd} = 39,2 \text{ kNm}$$

$$k_{zz} := 1,8$$

Interakce tlak-ohyb

posouzení:

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\chi_{Lt} \cdot M_{Rd}} = 27,26 \% \quad \text{vyhovuje}$$

Průřez bezpečně vyhovuje, rozměr je nutný z konstrukčních důvodů.

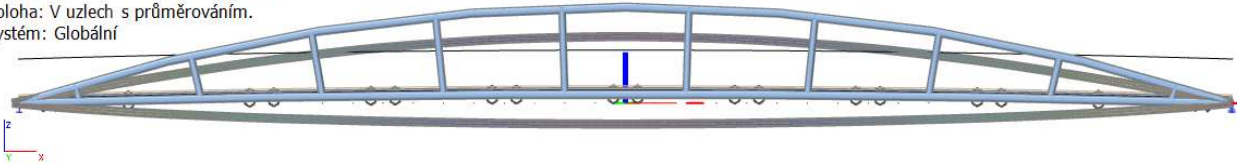
MSP - Průhyb mostu

Od stálého zatížení

Zatěžovací stav - Vlastní tíha

3D přemístění

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS1
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



tabulkové výsledky

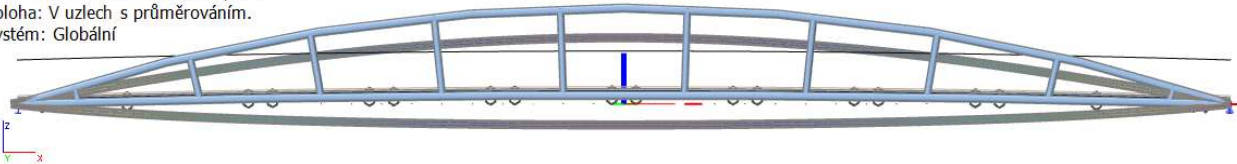
Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	Uttotal [mm]
1 B1	20.003-	6	ZS1	-1.6	0.0	-14.5	-0.1	0.0	0.0	14.6

$d_{x,1} := 20 \text{ m}$ $u_{z,1,1} := 14,5 \text{ mm}$ $d_{x,2} := 11,3 \text{ m}$ $u_{z,1,2} := 12,1 \text{ mm}$

Zatěžovací stav - Ostatní stálé zatížení

3D přemístění

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS2
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



tabulkové výsledky

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	Uttotal [mm]
1 B1	20.003-	6	ZS2	-0.1	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.9

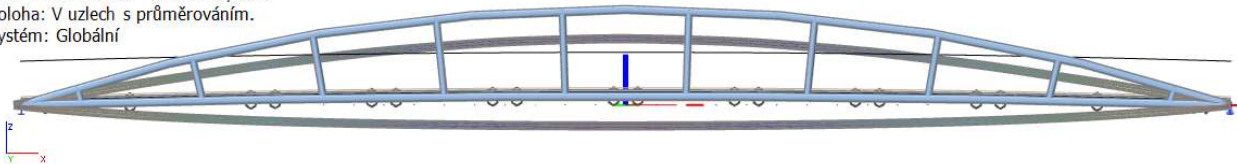
$d_{x,1} := 20 \text{ m}$ $u_{z,2,1} := 0,9 \text{ mm}$ $d_{x,2} := 11,3 \text{ m}$ $u_{z,2,2} := 0,8 \text{ mm}$

Od proměnného zatížení

Zatěžovací stav - celý most zatížen

3D přemístění

Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS4
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5
 Poloha: V uzlech s průměrováním.
 Systém: Globální



Tabulkové výsledky

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	Uttotal [mm]
1 B1	20.003-	6	ZS4	-4.4	0.0	-38.5	-2.1	0.0	0.0	38.8

$d_{x,1} := 20 \text{ m}$ $u_{z,3,1} := 38,5 \text{ mm}$

Zatěžovací stav - 1/2 mostu zatížena

3D přemístění

Hodnoty: u_z

Lineární výpočet

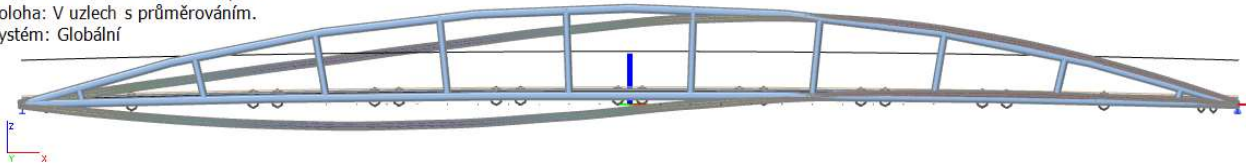
Zatěžovací stav: ZS5

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



tabulkové výsledky

3D přemístění: Lineární výpočet: Zatěžovací stav: ZS5: Výběr: Vše: Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5: Poloha: V uzlech s průměrováním. S

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	Uttotal [mm]
1 B3	11.319	6	ZS5	3.8	9.8	-43.5	-3.2	-0.1	-1.0	44.8

$$d_{x,2} := 11,3 \text{ m} \quad u_{z,3,2} := 43,5 \text{ mm}$$

Maximální průhyb mostu

v souřadnici dx = 20m

v souřadnici dx = 11,3m

 $L := 40 \text{ m}$

$$u_{z,1} := u_{z,1,1} + u_{z,2,1} + u_{z,3,1} = 53,9 \text{ mm} \quad u_{z,2} := u_{z,1,2} + u_{z,2,2} + u_{z,3,2} = 56,4 \text{ mm}$$

$$u_{z,max} := u_{z,2} = 56,4 \text{ mm} < u_{z,lim} := \frac{L}{250} = 160 \text{ mm}$$

vyhovuje

MSP - Průhyb Příčnicku

Od stálého zatížení

1D deformace

Hodnoty: u_z

Lineární výpočet

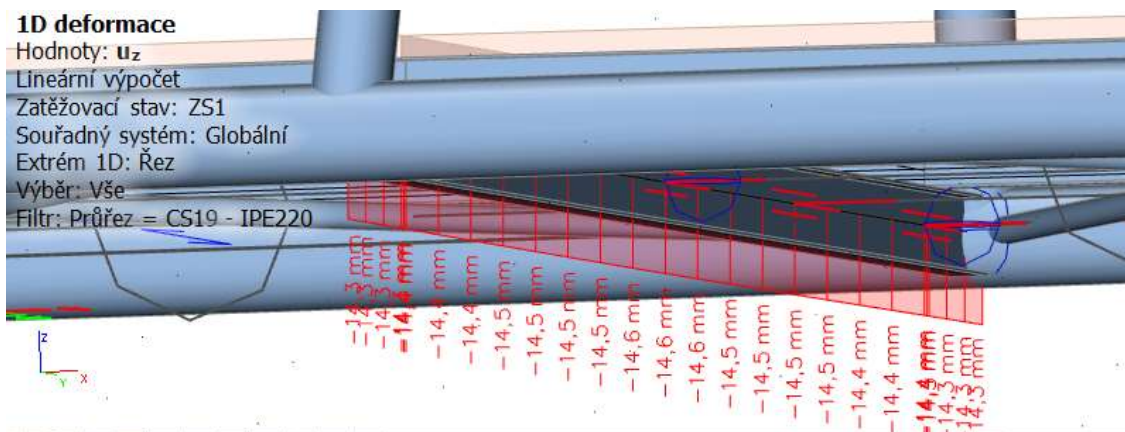
Zatěžovací stav: ZS1

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Řez

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS19 - IPE220



$$\Rightarrow u_{z,pr,1} := 14,6 \text{ mm} - 14,3 \text{ mm} = 0,3 \text{ mm}$$

Od proměnného zatížení

Zatěžovací stav - celý most zatížen

1D deformace

Hodnoty: u_z

Lineární výpočet

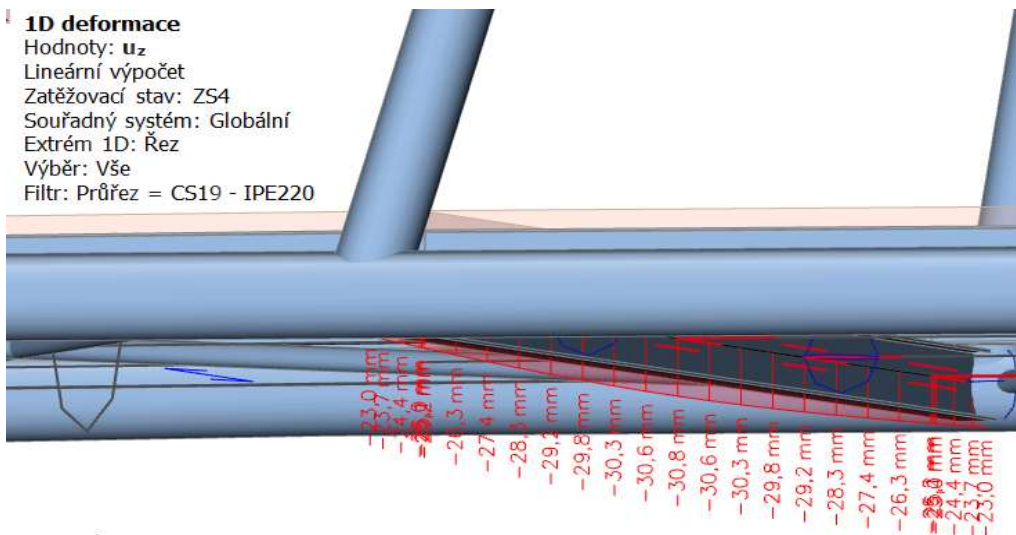
Zatěžovací stav: ZS4

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Řez

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS19 - IPE220



$$\Rightarrow u_{z,pr,2} := 30,8 \text{ mm} - 23 \text{ mm} = 7,8 \text{ mm}$$

Zatěžovací stav - 1/2 mostu zatížena

1D deformace

Hodnoty: u_z

Lineární výpočet

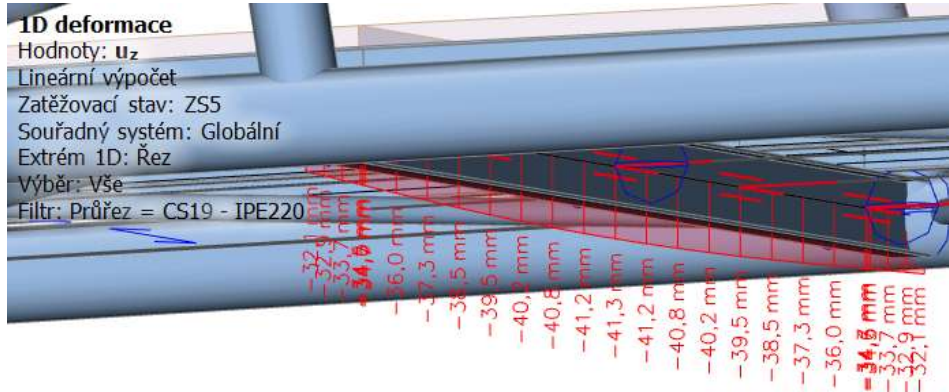
Zatěžovací stav: ZS5

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Řez

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS19 - IPE220



$$\Rightarrow u_{z,pr,3} := 41,3 \text{ mm} - 32,1 \text{ mm} = 9,2 \text{ mm}$$

Maximální průhyb

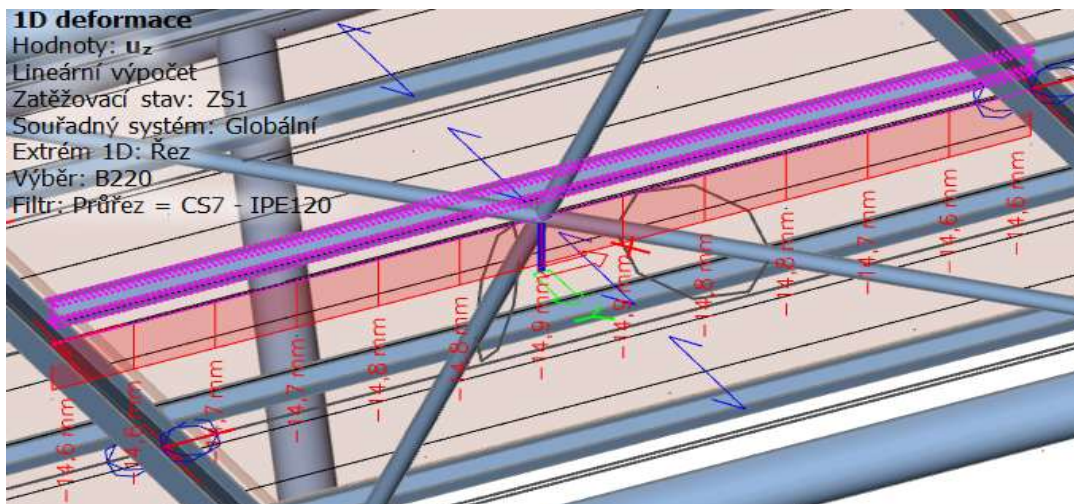
kombinace 1/2 mostu vyvolá větší průhyb

$$L_{pr} := 4,3 \text{ m}$$

$$u_{z,max} := u_{z,pr,1} + u_{z,pr,3} = 9,5 \text{ mm} < u_{z,lim} := \frac{L_{pr}}{250} = 17,2 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

MSP - Průhyb Podélníku

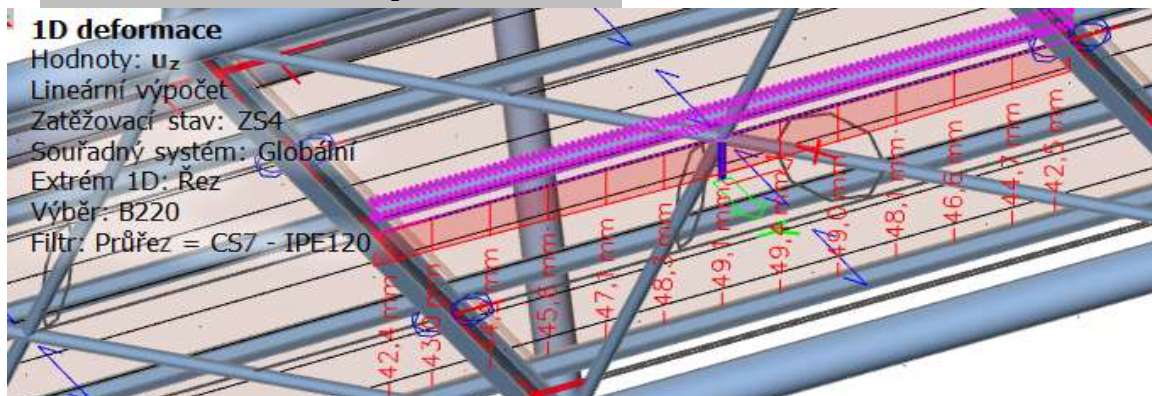
Od stálého zatížení



$$\Rightarrow u_{z,pod,1} := 14,9 \text{ mm} - 14,6 \text{ mm} = 0,3 \text{ mm}$$

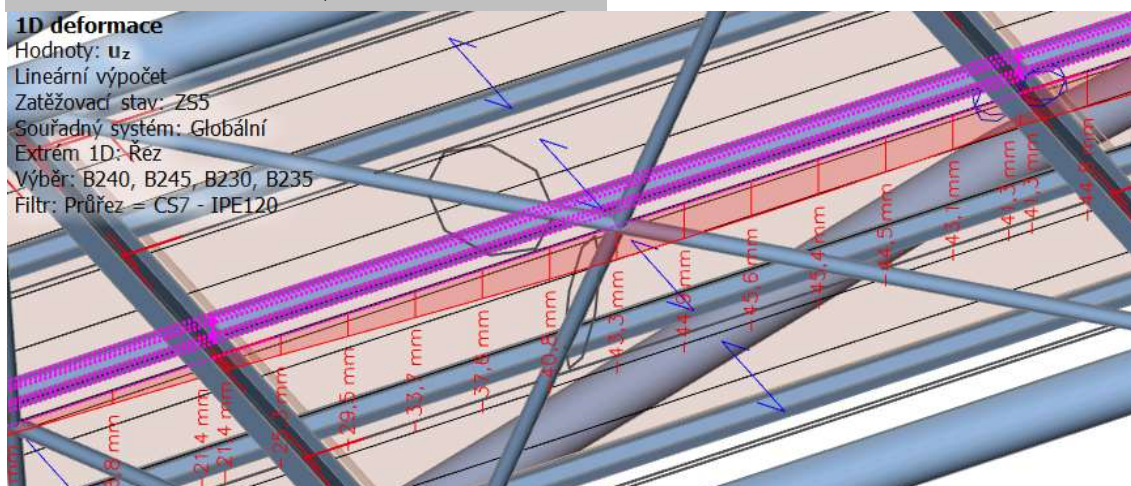
Od proměnného zatížení

Zatěžovací stav - celý most zatížen



$$\Rightarrow u_{z,pod,2} := 49,4 \text{ mm} - 42,4 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

Zatěžovací stav - 1/2 mostu zatížena



$$\Rightarrow u_{z,pod,3} := 43,3 \text{ mm} - \frac{21,4 \text{ mm} + 41,3 \text{ mm}}{2} = 11,95 \text{ mm}$$

Maximální průhyb

$$L_{pod} := 4 \text{ m}$$

kombinace 1/2 mostu vyvolá větší průhyb

$$u_{z,max} := u_{z,pod,1} + u_{z,pod,3} = 12,25 \text{ mm} < u_{z,lim} := \frac{L_{pod}}{250} = 16 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zábradlí

zatižení

$$f_k := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_q := 1,45$$

vzdálenost
mezi příčnky

$$L := 4 \text{ m}$$

v podélném směru

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot f_k \cdot L^2 \cdot \gamma_q = 2,9 \text{ kN m}$$

trubka zábradlí

$$70 \times 7 \implies 1. \text{třída}$$

$$W_{pl} := 21200 \text{ mm}^3 \quad I_a := 69,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

napětí při MSÚ

$$\sigma_{Rd} := \frac{M_{Ed}}{W_{pl}} = 136,79 \text{ MPa} < f_{yd} := 355 \text{ MPa}$$

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

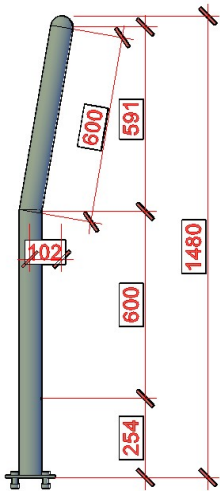
==> vyhovuje

$$\text{využití} := \frac{\sigma_{Rd}}{f_{yd}} = 38,53 \%$$

průhyb při MSP

$$\delta := \frac{5 \cdot M \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_a} = 22,8061 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 26,67 \text{ mm} \implies \text{vyhovuje}$$

$$M := \frac{M_{Ed}}{\gamma_q} = 2 \text{ kN m}$$



moment v kotvení

$$M_{Ed} := f_k \cdot \gamma_q \cdot L \cdot 1,48 \text{ m} = 8,58 \text{ kN m}$$

únosnost šroubu M16 - 5,6 v tahu

$$F_{p,Rd} := 56,5 \text{ kN}$$

únosnot kotvení při MSÚ

$$M_{Rd} := F_{p,Rd} \cdot 2 \cdot 0,1 \text{ m} = 11,3 \text{ kN m} > M_{Ed} = 8,58 \text{ kN m}$$

==> vyhovuje

$$\text{využití} := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 75,96 \%$$

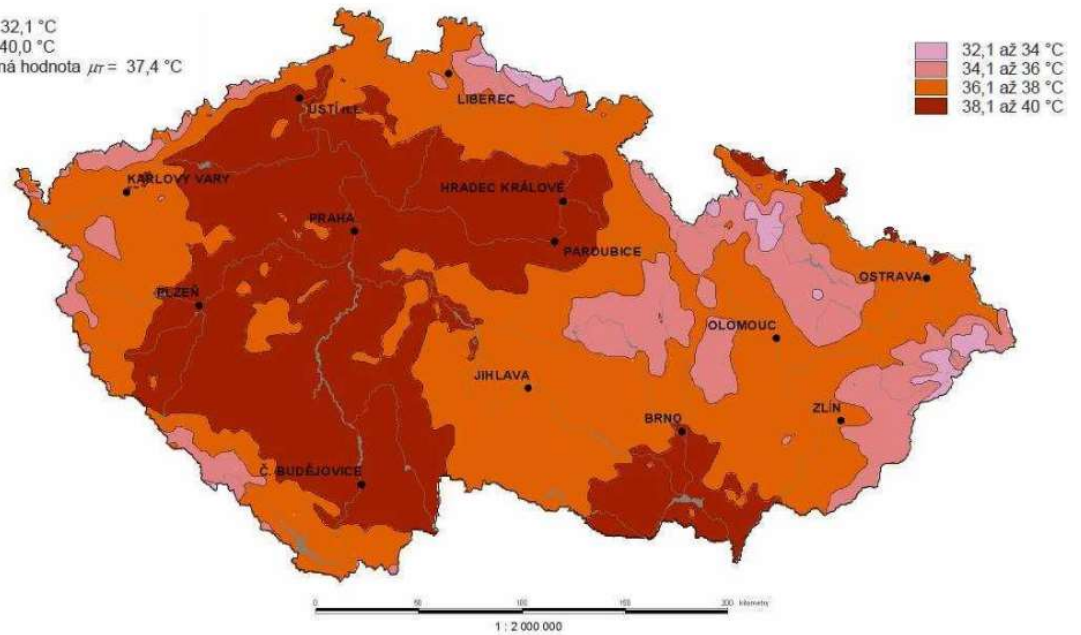
vizualizace zábradlí



Teplotní roztažnost mostu

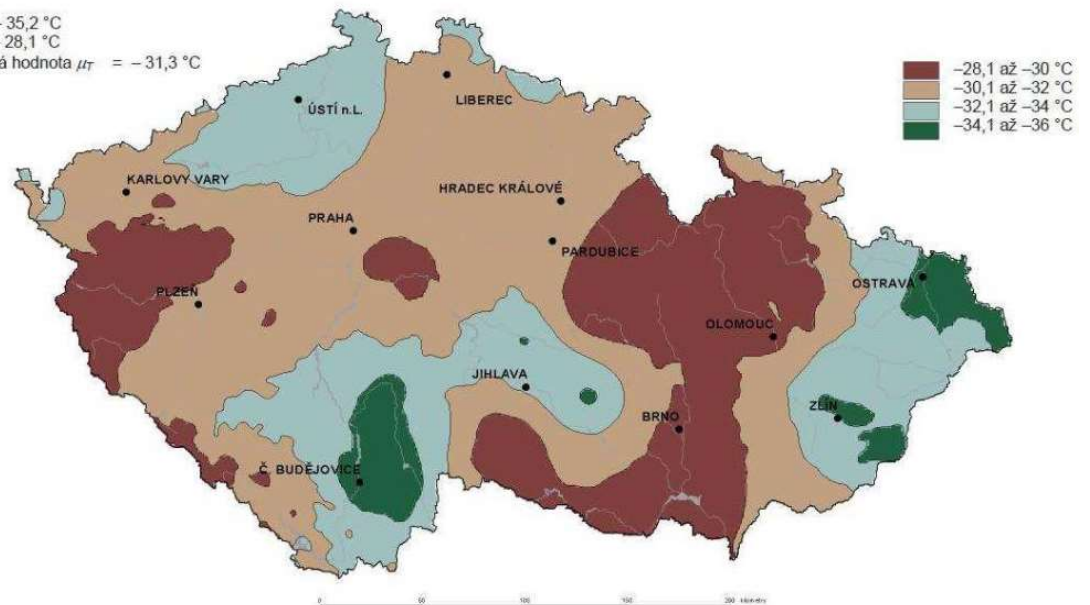
Hodnoty maximální teploty vzduchu ve stínu, která je překročena ročními maximy s pravděpodobností 0,02.

$T_{\min} = 32,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_{\max} = 40,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 průměrná hodnota $\mu_T = 37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$



Hodnoty minimální teploty vzduchu ve stínu, která je překročena ročními minimy s pravděpodobností 0,02.

$T_{\min} = -35,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_{\max} = -28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
 průměrná hodnota $\mu_T = -31,3\text{ }^{\circ}\text{C}$



Teplota

pozn.: $^{\circ}\text{C}$ nefungují
 proto je počítáno
 s kelviny...

$$\Rightarrow T_{\max} := 40,0\text{ K}$$

$$T_{\min} := -36\text{ K}$$

Lávka se nachází v Soběslavi přes řeku Lužnici.

typ 1 ocelová nosná konstrukce

$$T_{c,\max} := T_{\max} + 16\text{ K} = 56\text{ K}$$

$$T_{c,\min} := (T_{\min} - 3\text{ K}) = -39\text{ K}$$

$$L := 40 \text{ m}$$

$$\alpha_{st} := 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Výchozí teplota při výrobě mostu

$$T_0 := 10 \text{ K}$$

návrhové rozsahy teplot

$$\Delta T_{N,exp,d} := T_{c,max} - T_0 + 20 \text{ K} = 66 \text{ K}$$

$$\Delta T_{N,con,d} := T_{c,min} - T_0 - 20 \text{ K} = -69 \text{ K}$$

návrhové dilatační posuny v závěru

$$u_{x,exp} := \alpha_{st} \cdot \Delta T_{N,exp,d} \cdot L = 31,68 \text{ mm}$$

$$u_{x,con} := \alpha_{st} \cdot \Delta T_{N,con,d} \cdot L = -33,12 \text{ mm}$$

změna o 10°C

$$u_{x,p} := \alpha_{st} \cdot 10 \text{ K} \cdot L = 4,8 \text{ mm}$$

posun od proměnného zatížení (rozhoduje stav - celý most zatížen)

1D deformace

Hodnoty: u_x

Lineární výpočet

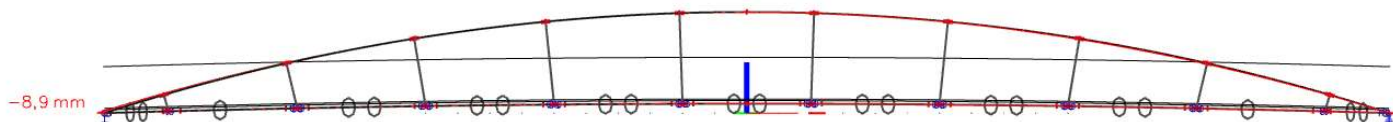
Zatěžovací stav: ZS4

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = CS1 - CHS273.0/12.5



$$u_{x,exp,zat} := 8,9 \text{ mm} \cdot 1,45 = 12,905 \text{ mm}$$

Maximální posun konstrukce

$$\Delta u_{x,exp} := u_{x,exp} + u_{x,exp,zat} - u_{x,con} = 77,705 \text{ mm}$$

Navržená mezera mezi konstrukcí a závěrnou zídou při teplotě 10°C

$$a := 45 \text{ mm} > \Delta u_{x,lim} := u_{x,exp} + u_{x,exp,zat} = 44,58 \text{ mm}$$

Maximální navržená mezera při extrémní návrhové zimě -69°C

$$\Delta u_{x,cold} := a - u_{x,con} = 78,12 \text{ mm}$$

Konstrukce navržena bez mostního závěru

Návrh ložisek

Reakce

Hodnoty: R_z

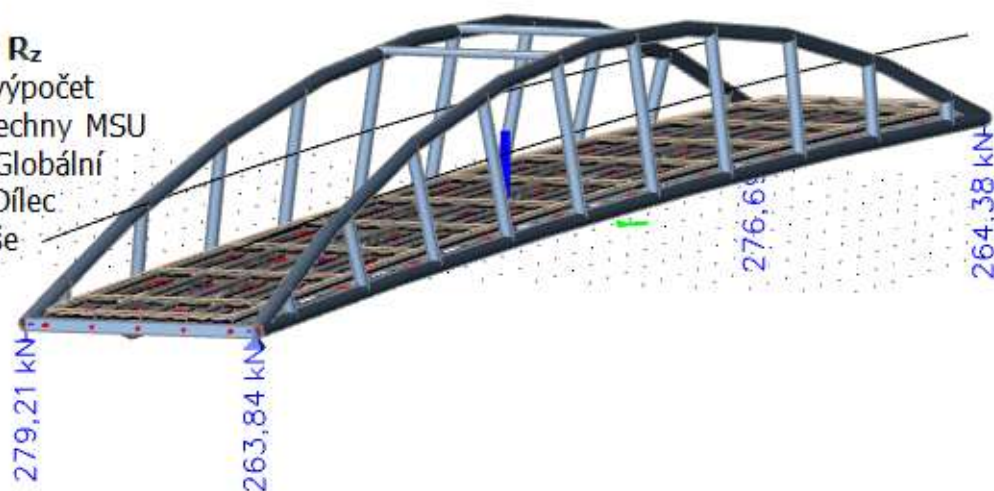
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Systém: Globální

Extrém: Dílec

Výběr: Vše



Reakce

Hodnoty: R_x

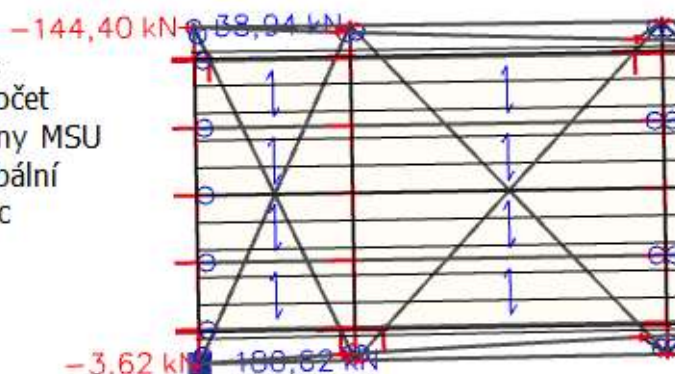
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Systém: Globální

Extrém: Dílec

Výběr: Vše



posuny v ložisku

od teploty

$$u_{x,exp} = 31,68 \text{ mm}$$

$$u_{x,con} = -33,12 \text{ mm}$$

návrhový posun v ložisku

$$u_{x,exp,lož} := 1,45 \cdot (8,9) \text{ mm} = 12,905 \text{ mm}$$

celkový posun

$$\Delta u_x := u_{x,exp} + u_{x,exp,lož} - u_{x,con} = 77,705 \text{ mm}$$

Navržená ložiska

pozn: ložiska budou osazena při 10°C

ELASTOMEROVÁ STAVEBNÍ LOŽISKA

Šířka x délka, průměr	Připustné zatížení	Výška ložiska			Tloušťka elastomerů		Počet elastomerových vrstev	Tloušťka elastomerů	Tloušťka ocelové desky	Připustný pohyb		Připustný úhel pootočení			
		Typ 1	Typ 2	Typ 5	Typ 1	Typ 2, 5				Typ 1	Typ 2, 5				
a x b, D mm	Fz kN	d mm			T mm		n -	t mm	s mm	V=+ - mm		η, α %			
450x600 Ø 450	4050 2385	24			16		1	11	4	11,2		2,0	1,2	2,0	3,0
		39	66	46	27	22	2	11	4	18,9	15,4	4,0	2,4	4,0	6,0
		54	81	61	38	33	3	11	4	26,6	23,1	6,0	3,6	7,0	9,0
		69	96	76	49	44	4	11	4	34,3	30,8	8,0	4,8	9,0	12,0
		84	111	91	60	55	5	11	4	42,0	38,5	10,0	6,0	11,0	15,0
		99	126	106	71	66	6	11	4	49,7	46,2	12,0	7,2	13,0	18,0
		114	141	121	82	77	7	11	4	57,4	53,9	14,0	8,4	15,0	21,0
		129	156	136	93	88	8	11	4	64,5	61,6	16,0	9,6	18,0	24,0
		144	171	151	104	99	9	11	4	69,6	67,3	18,0	10,8	20,0	27,0
		159	186	166	115	110	10	11	4	74,1	72,1	20,0	12,0	22,0	30,0
		174	201	181	126	121	11	11	4	78,1	76,4	22,0	13,2	24,0	33,0
		216	196		132	12	11	4		80,1	24,0	14,4	26,0	36,0	
500x600 Ø 500 Ø 550	4500 2945 3562	24			16		1	11	4	11,2	0,0	2,0	1,2	2,0	2,0
		39	66	46	27	22	2	11	4	18,9	15,4	4,0	2,4	4,0	4,0
		54	81	61	38	33	3	11	4	26,6	23,1	6,0	3,6	7,0	6,0
		69	96	76	49	44	4	11	4	34,3	30,8	8,0	4,8	9,0	8,0
		84	111	91	60	55	5	11	4	42,0	38,5	10,0	6,0	11,0	10,0
		99	126	106	71	66	6	11	4	49,7	46,2	12,0	7,2	13,0	12,0
		114	141	121	82	77	7	11	4	57,4	53,9	14,0	8,4	15,0	14,0
		129	156	136	93	88	8	11	4	65,1	61,6	16,0	9,6	18,0	16,0
		144	171	151	104	99	9	11	4	72,0	69,3	18,0	10,8	20,0	18,0
		159	186	166	115	110	10	11	4	77,1	74,8	20,0	12,0	22,0	20,0
		174	201	181	126	121	11	11	4	81,6	79,6	22,0	13,2	24,0	22,0
189	216	196	137	132	12	11	4	85,8	84,0	24,0	14,4	26,0	24,0		
204	231	211	148	143	13	11	4	89,4	87,8	26,0	15,6	29,0	26,0		

VW.SVP-MOSTY.CZ

603 411 794

1

==> Elastomerová ložiska SVP-mosty typ 5 průměr 450mm

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko:

Datum:

Červen 2018

Název přílohy:

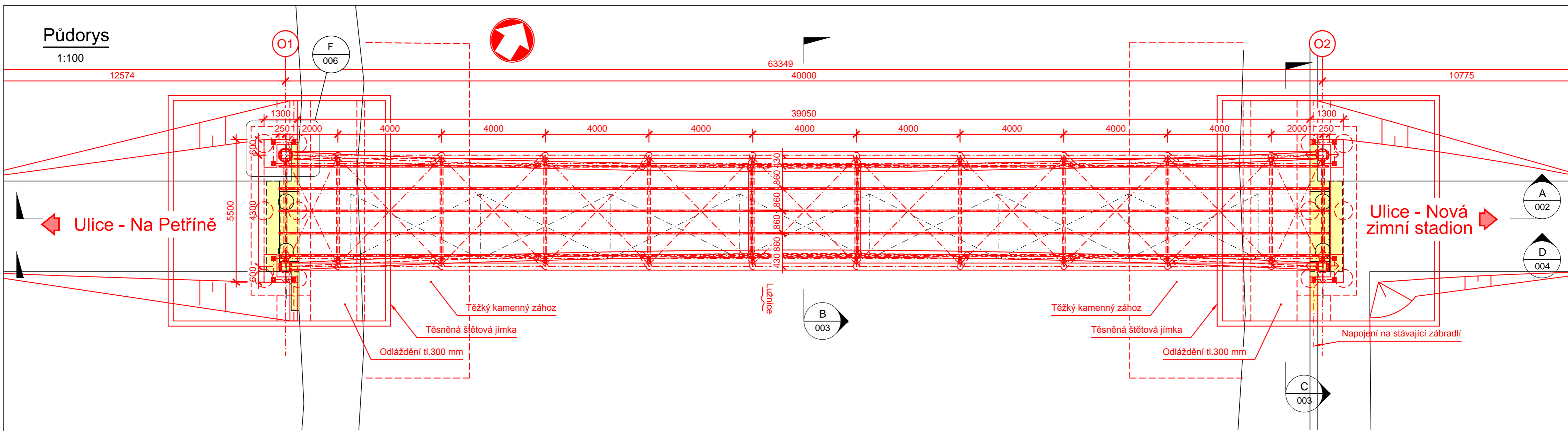
Výkresová část

Číslo přílohy:

Seznam příloh:	- Půdorys	001
	- Podélný řez	002
	- Příčné řezy	003
	- Pohled	004
	- Půdorys - pohled	005
	- Detail uložení	006
	- Detail mostovky a ztužidel	007
	- Postup montáže	008

Půdorys

1:100

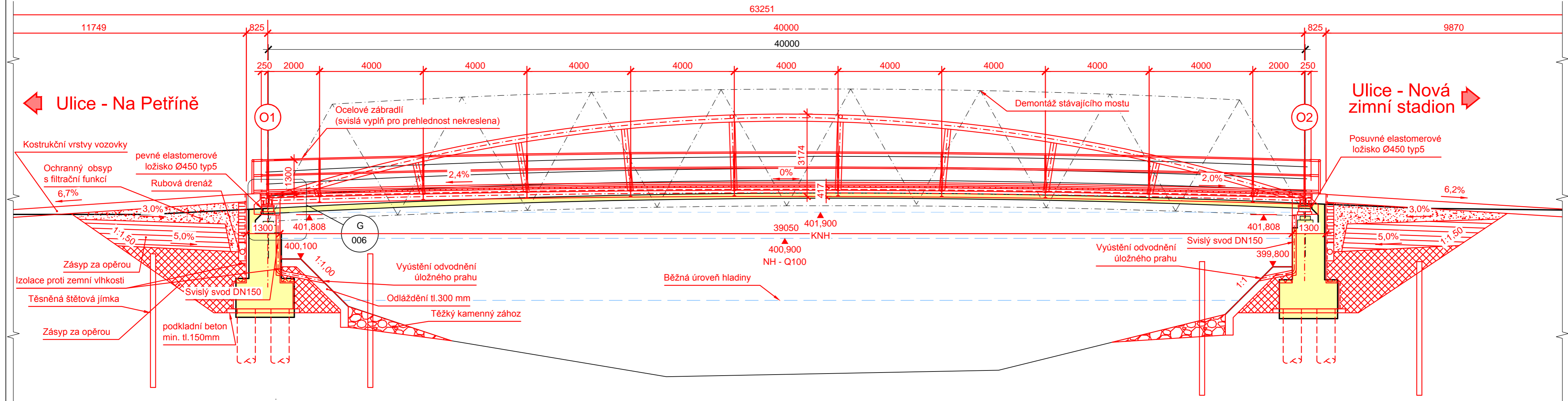


- Pozn.:
- Materiály:
 - Konstrukční ocel
 - Šrouby
 - Beton
 - S355 J2
 - 5.6
 - opěry C30/37 XA1
 - základy C25/30 XA1

- Legenda:
- černá barva
 - červená barva
 - žlutá barva
- stávající stav
 - nový stav
 - demolice


<h2>České vysoké učení technické v Praze</h2> <p>Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí</p>		
Vypracoval: Vojtěch Drábek		Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš
Téma bakalářské práce <h3>Lávka přes Lužnici</h3>		Měřítko: 1:100 Datum: Červen 2018
Název přílohy: Půdorys		Číslo přílohy: <h1>001</h1>

Podélný řez A
1:100



- Pozn.:
 - Materiály: - Konstrukční ocel - S355 J2
 - Šrouby - 5.6
 - Beton - opěry C30/37 XA1
 - základy C25/30 XA1

- Legenda: - černá barva - stávající stav
 - červená barva - nový stav
 - žlutá barva - demolice

České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí			
Vypracoval: Vojtěch Drábek		Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	
Téma bakalářské práce Lávka přes Lužnici		Měřítko: 1:100	Datum: Červen 2018
Název přílohy: Podélný řez		Číslo přílohy: 002	

Příčný řez

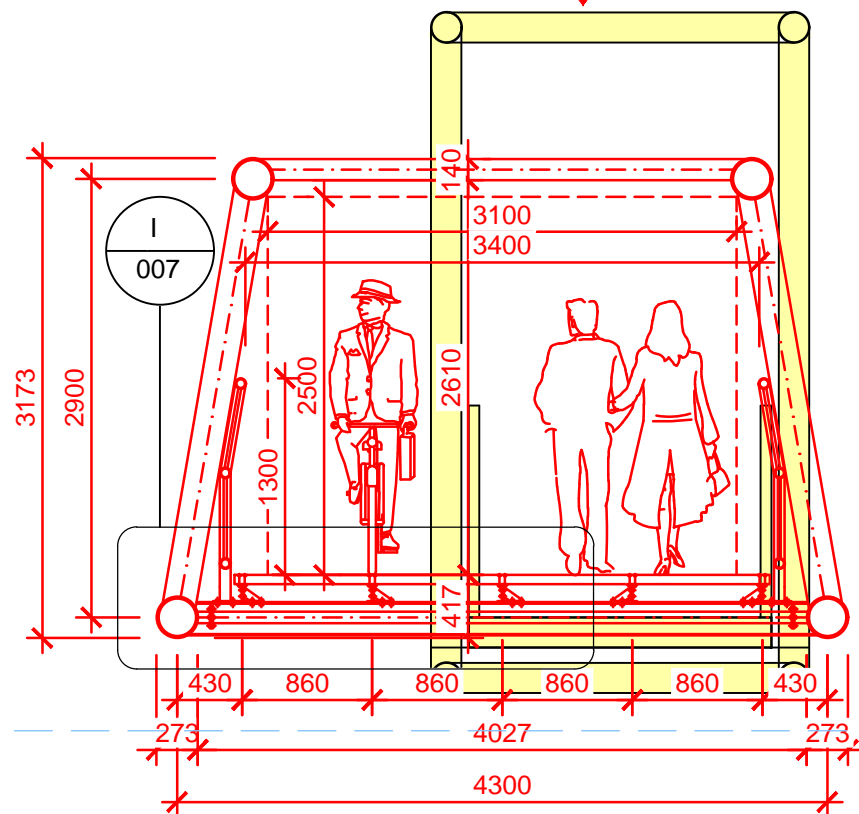
1:50

B

001

Ulice - Nová
zimní stadion

Ulice - Na Petříně



KNH
401,900

NH - Q100
400,900

Běžná úroveň hladiny

Lužnice

Příčný řez

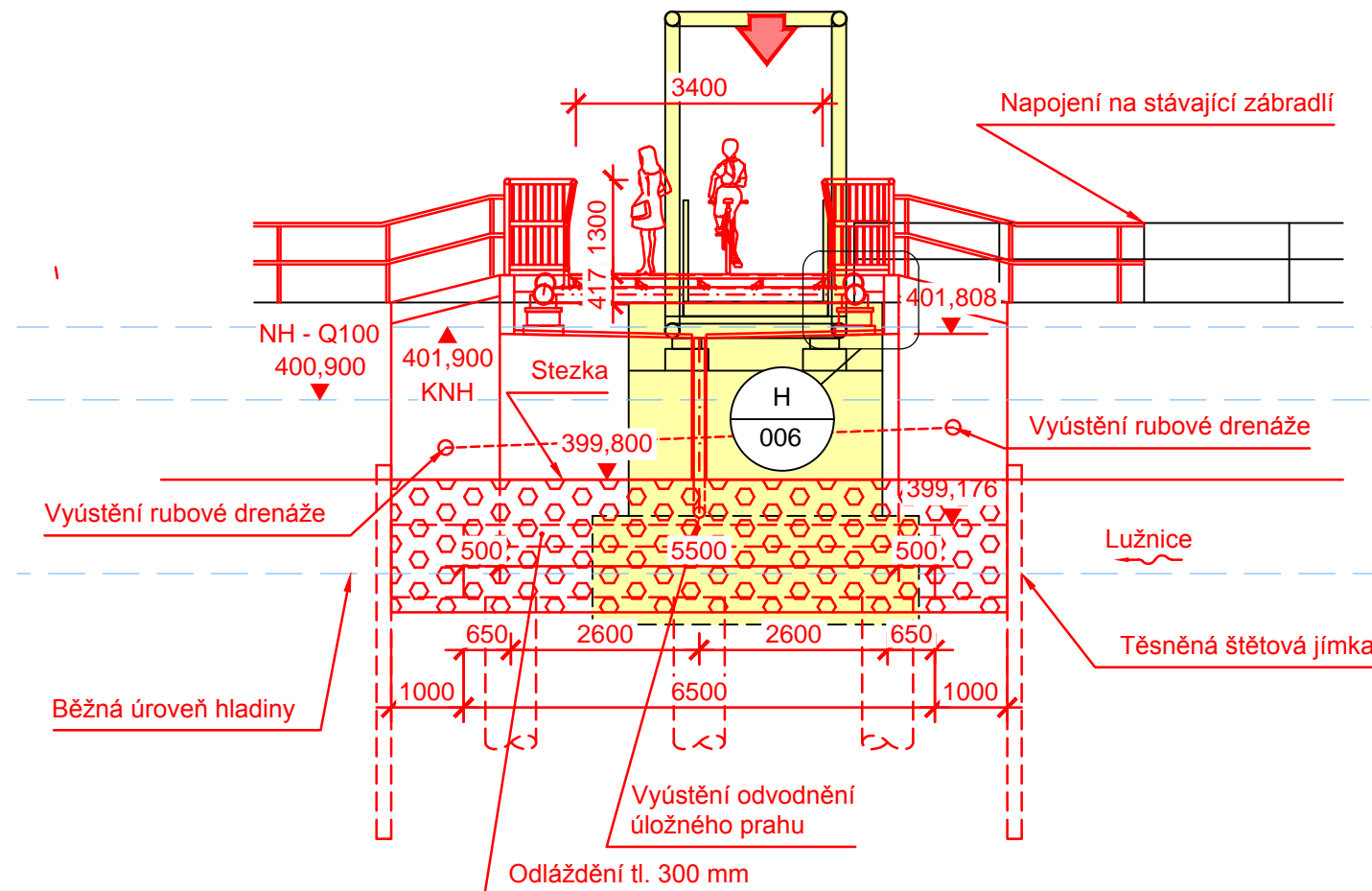
1:100

C

001

Ulice - Nová
zimní stadion

Ulice - Na Petříně



Pozn.:

- Materiály: - Konstrukční ocel - S355 J2
- Šrouby - 5.6
- Beton - opěry C30/37 XA1
- základy C25/30 XA1

- Legenda: - černá barva - stávající stav
- červená barva - nový stav
- žlutá barva - demolice

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:
Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:
doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko: 1:100

Datum: Červen 2018

Název přílohy:
Příčné řezy

Číslo přílohy:

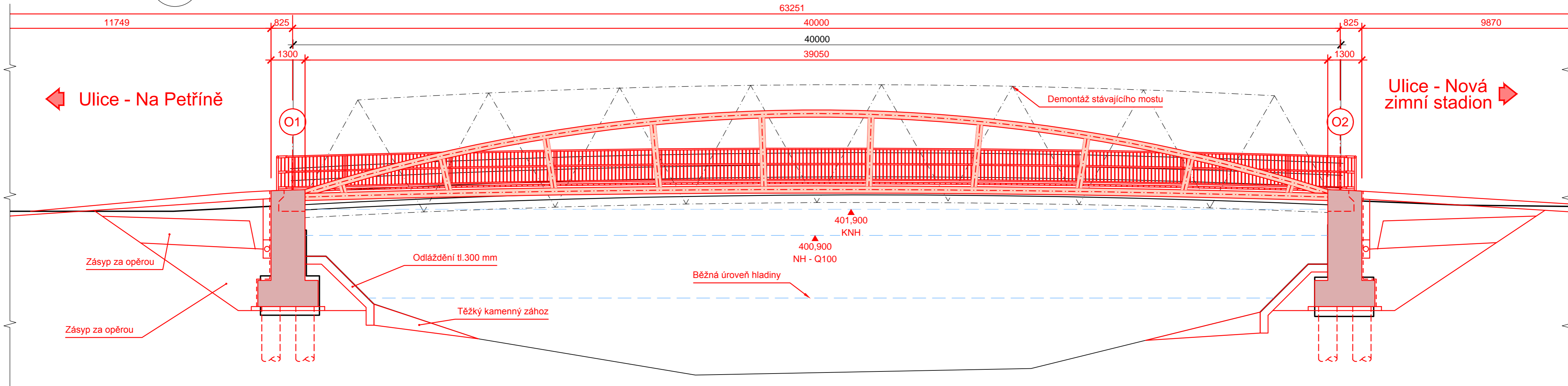
003

Podélný pohled

D

1:100

001



Pozn.:

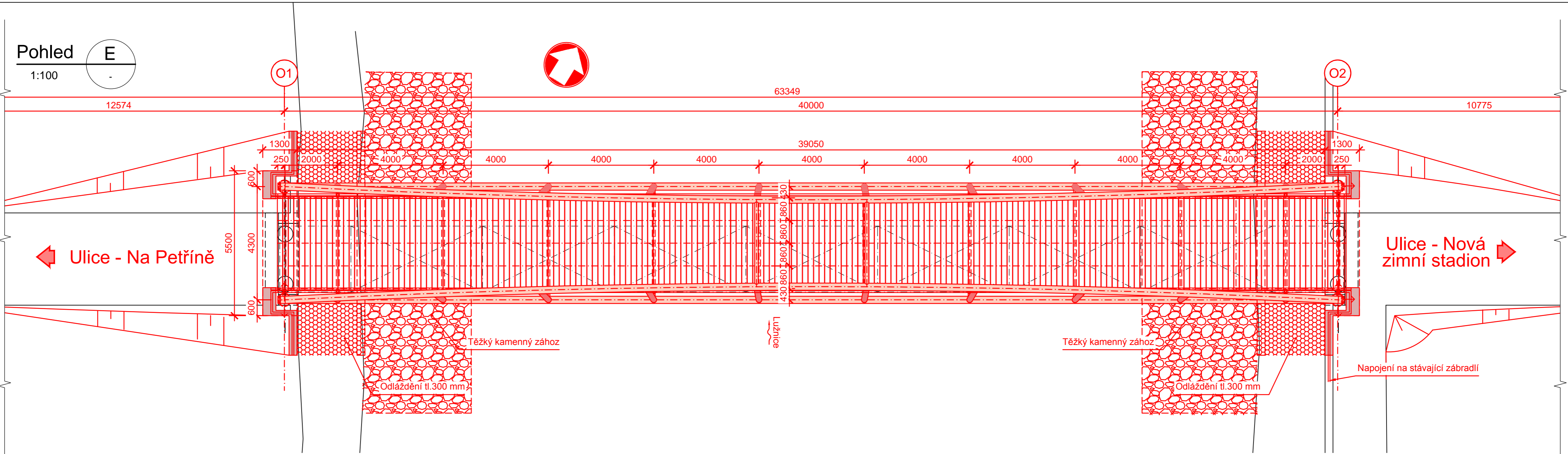
- Materiály: - Konstrukční ocel - S355 J2
- Šrouby - 5.6
- Beton - opěry C30/37 XA1
- základy C25/30 XA1

- Legenda:
- černá barva - stávající stav
 - červená barva - nový stav
 - žlutá barva - demolice

<p>České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí</p>			
<p>Vypracoval: Vojtěch Drábek</p>		<p>Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš</p>	
<p>Téma bakalářské práce Lávka přes Lužnici</p>		<p>Měřítko: 1:100</p>	<p>Datum: Červen 2018</p>
<p>Název přílohy: Pohled</p>		<p>Číslo přílohy: 004</p>	


Pohled E

1:100



Pozn.:
 - Materiály: - Konstrukční ocel - S355 J2
 - Šrouby - 5.6
 - Beton - opěry C30/37 XA1
 - základy C25/30 XA1

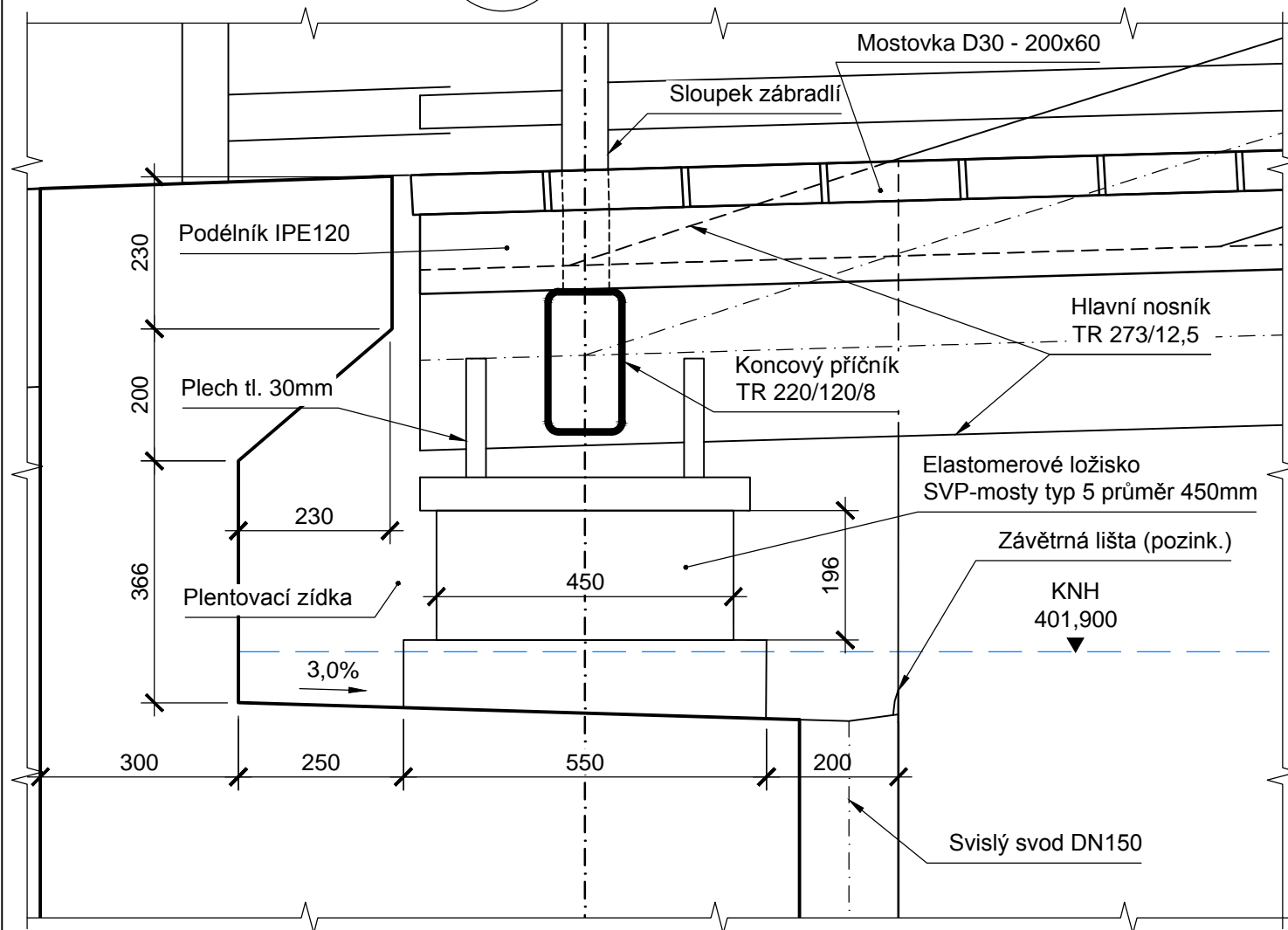
Legenda: - černá barva - stávající stav
 - červená barva - nový stav
 - žlutá barva - demolice

České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí			
Vypracoval: Vojtěch Drábek		Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	
Téma bakalářské práce Lávka přes Lužnici		Měřítko: 1:100	Datum: Červen 2018
Název přílohy: Půdorys - pohled		Číslo přílohy: 005	

Detail - podélný řez G

1:10

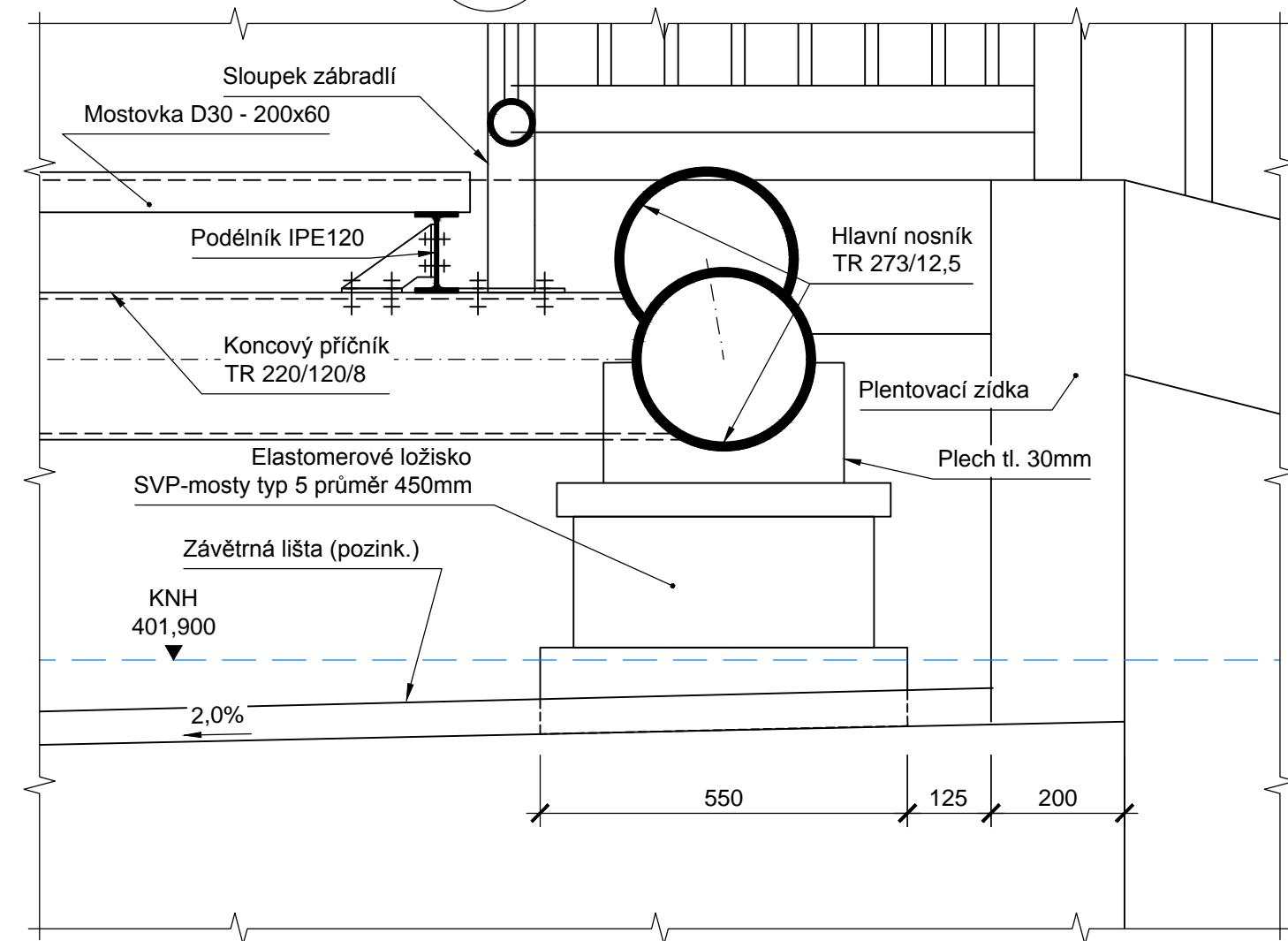
002



Detail - příčný řez H

1:10

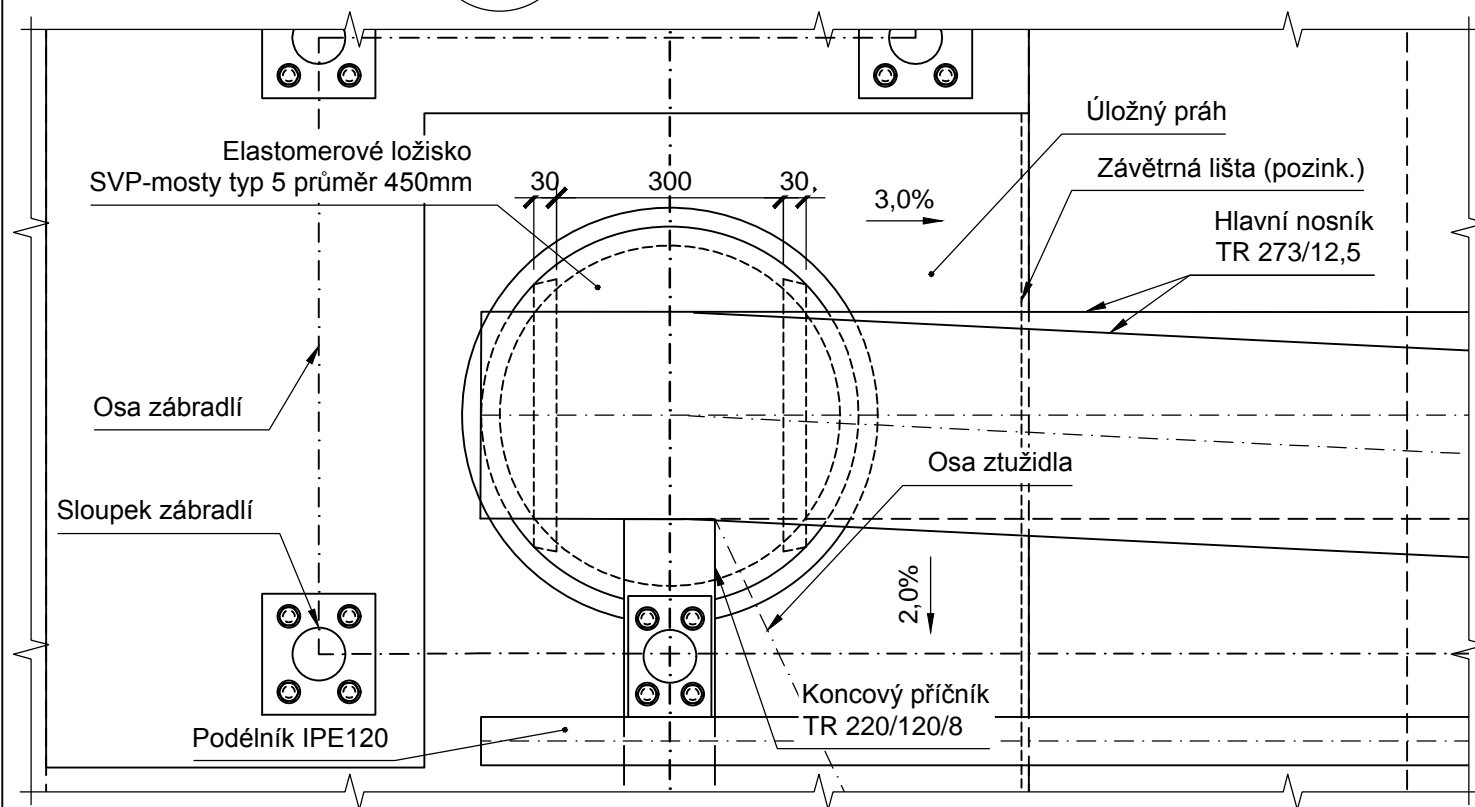
003



Detail - půdorys F

1:10

001



Pozn.:

- Materiály: - Konstruční ocel - S355 J2
- Šrouby - 5.6
- Beton - opěry C30/37 XA1
- základy C25/30 XA1

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:
Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:
doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko: 1:10

Datum: Červen 2018

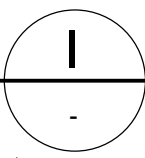
Název přílohy:

Detail uložení

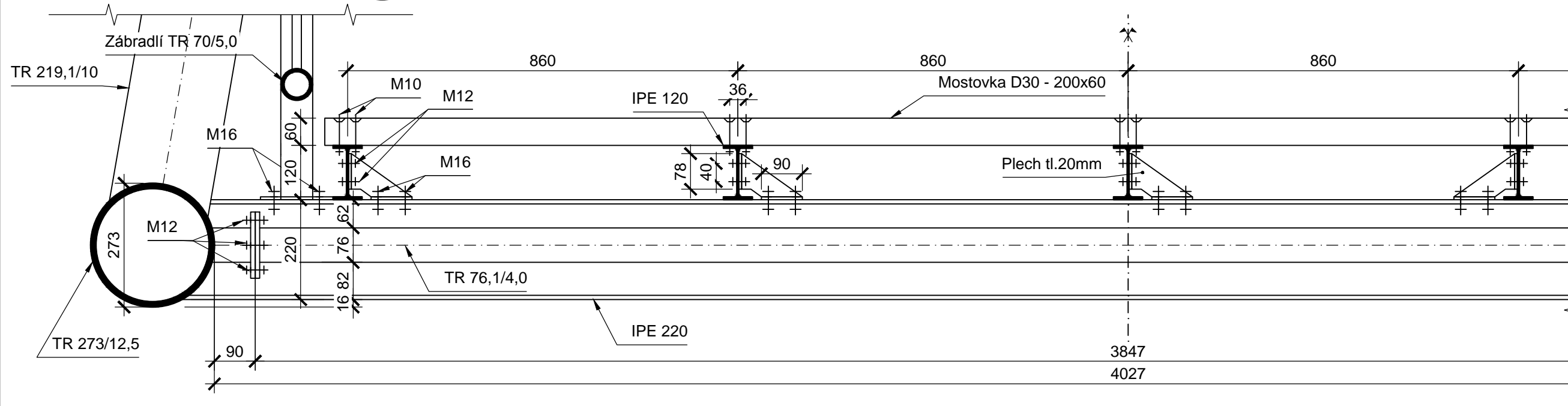
Číslo přílohy:

006

Detail mostovky



1:10

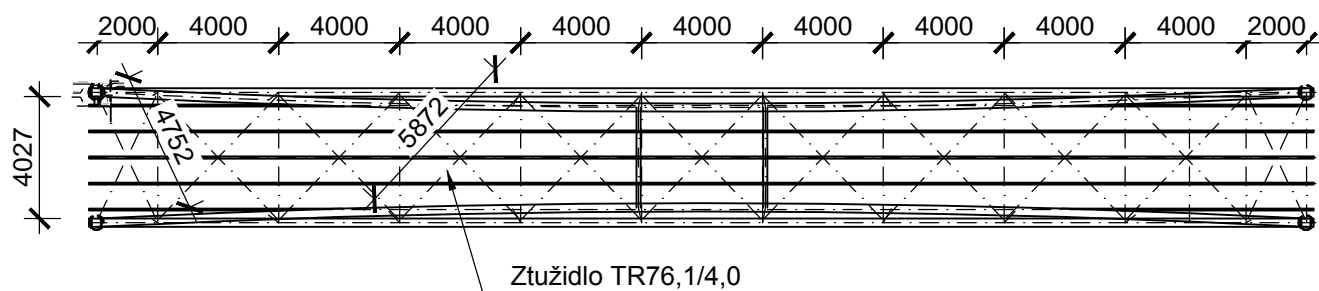


Pozn.:

- Materiály: - Konstrukční ocel - S355 J2
- Šrouby - 5.6
- Beton - opěry C30/37 XA1
- základy C25/30 XA1

Schéma ztužidel

1:250



České vysoké učení technické v Praze



Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí

Vypracoval:

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítko:

1:10

Datum:

Červen 2018

Název přílohy:

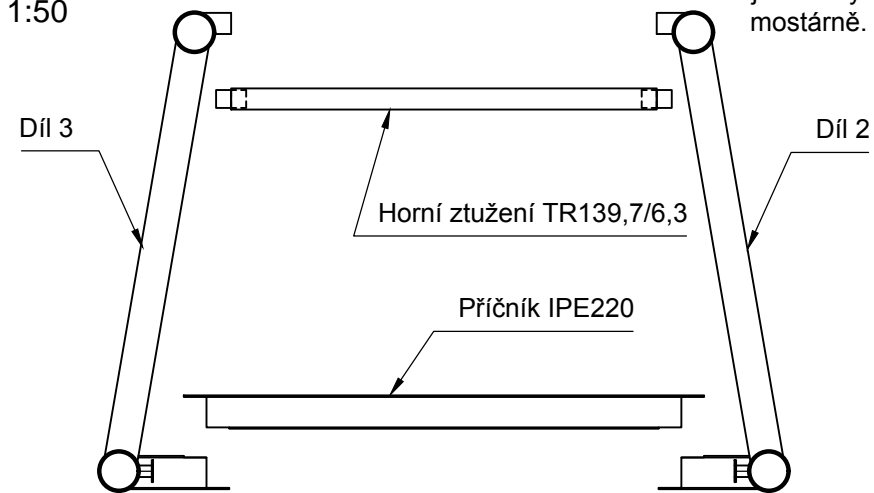
Detail mostovky a ztužidel

Číslo přílohy:

007

Schéma příčný řez

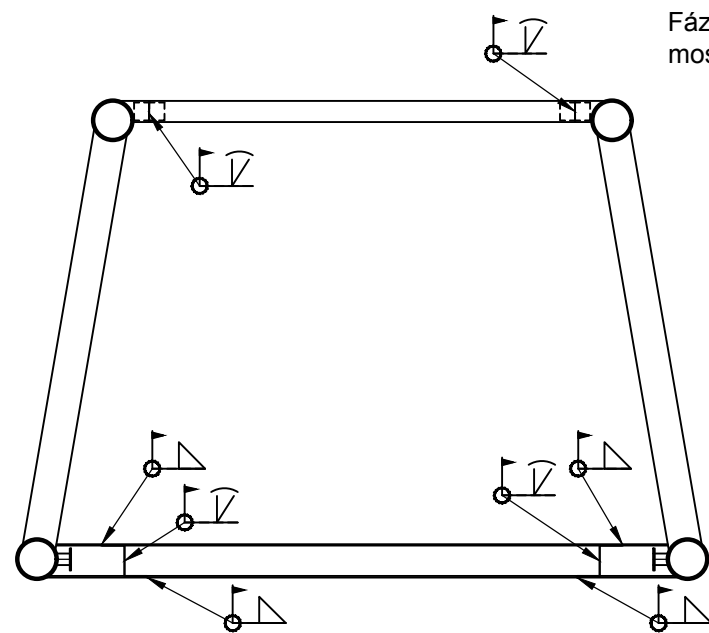
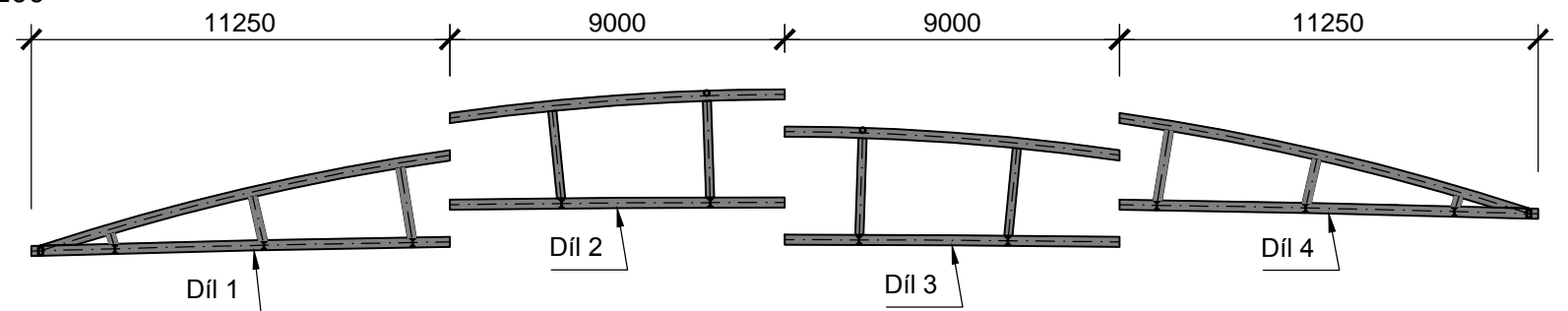
1:50



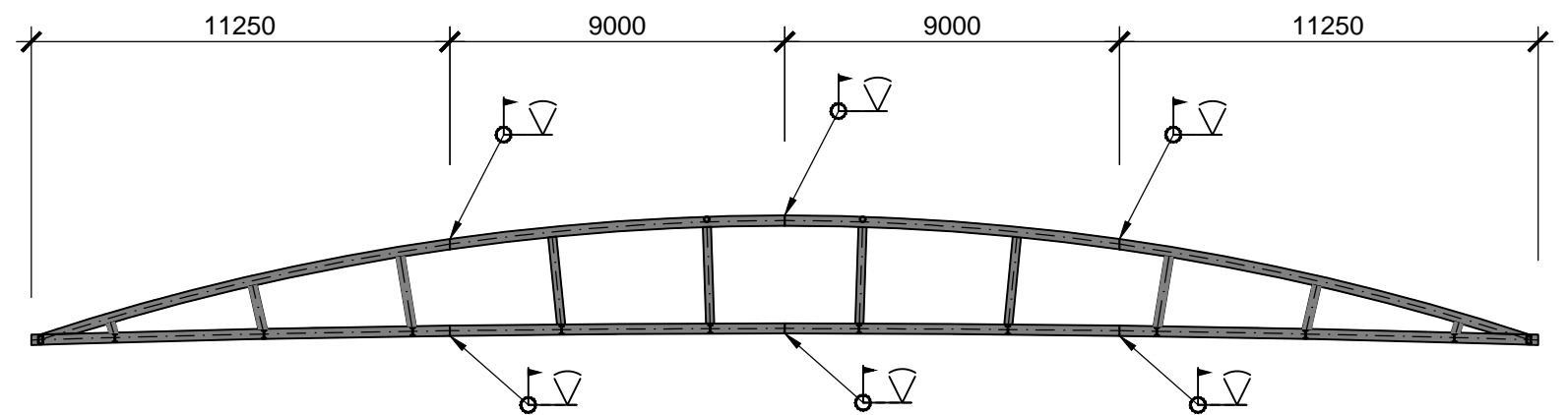
Fáze 1: Výroba jednotlivých dílů v mostárně.

Schéma podélný řez

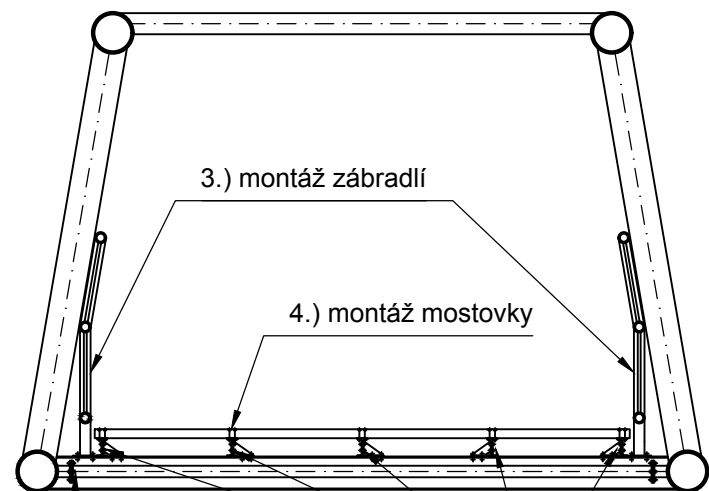
1:200



Fáze 2: Montáž mostu na staveništi



Fáze 3: Montáž vybavení a mostovky



1.) montáž ztužidel

3.) montáž zábradlí

4.) montáž mostovky

2.) montáž podélníků

Pozn.:

- Jednotlivé díly se připraví v mostárně, na staveništi proběhne až samotná montáž.

- Všechny ostatní svary budou vyráběny jako dílenské.

- Montáž mostovky a zábradlí proběhne až po osazení mostu na opěry.

- Materiály:

- Konstrukční ocel
- S355 J2
- Šrouby
- 5.6

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební - Katedra ocelových konstrukcí



Vypracoval:

Vojtěch Drábek

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Téma bakalářské práce

Lávka přes Lužnici

Měřítka:

1:50

Datum:

Červen 2018

Název přílohy:

Postup montáže

Číslo přílohy:

008