



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ŽELEZNIČNÍ MOST S OCELOVOU NOSNOU KONSTRUKCÍ

RAILWAY BRIDGE WITH STEEL LOAD-CARRYING STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Iveta Šarmanová

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Iveta Šarmanová
<b>Název</b>	Železniční most s ocelovou nosnou konstrukcí
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,  
MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

- 1) Situace a geometrie nosné konstrukce stávajícího mostu
- 2) Konstrukční řešení nosné konstrukce stávajícího historického mostu
- 3) Literatura podle doporučení vedoucí diplomové práce

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte statický přepoččet nosné konstrukce stávajícího historického jednokolejného železničního mostu přes řeku Vltavu na trati Dobříš - Skochovice. Ocelový nýtovaný most převádí drážní komunikaci přes 5 otvorů, jejichž pole mají rozpětí 83,5 m, 36,7 m, 37,22 m, 37,29 m a 12,80 m. Část trasy na mostě je vedena v půdorysném oblouku.

Dále vypracujte variantní návrh nejdelšího pole s využitím moderní obloukové konstrukce.

V rámci řešení vypracujte podrobný statický přepoččet stávající nosné konstrukce, statický výpočet nosné konstrukce pro variantní návrh, technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu podle pokynů vedoucí diplomové práce.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí diplomové práce

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

<b>Vedoucí práce</b>	prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
<b>Autor práce</b>	Bc. Iveta Šarmanová
<b>Škola</b>	Vysoké učení technické v Brně
<b>Fakulta</b>	Stavební
<b>Ústav</b>	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
<b>Studijní obor</b>	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Název práce</b>	Železniční most s ocelovou nosnou konstrukcí
<b>Název práce v anglickém jazyce</b>	Railway bridge with steel load-carrying structure
<b>Typ práce</b>	Diplomová práce
<b>Přidělovaný titul</b>	Ing.
<b>Jazyk práce</b>	Čeština
<b>Datový formát elektronické verze</b>	PDF
<b>Abstrakt práce</b>	Předmětem diplomové práce je vypracování statického přepočtu nosné konstrukce stávajícího historického jednokolejného železničního mostu přes řeku Vltavu na trati Praha Modřany – Vrané nad Vltavou. Ocelový nýtovaný most převádí drážní komunikaci přes pět polí. Součástí diplomové práce je vypracování variantního návrhu nejdelšího pole s využitím obloukové konstrukce.
<b>Abstrakt práce v anglickém jazyce</b>	The subject of master's thesis is a structural analysis of a bearing structure of an existing historical single-track railway bridge over the Vltava river in a direction from Prague Modřany to Vrané nad Vltavou. The riveted steel bridge carries rail traffic across five fields. A part of the master's thesis is focused on a disposal of a variant of the longest field by using a modern arch construction.
<b>Klíčová slova</b>	Ocelová konstrukce, železniční most, příhradová konstrukce, oblouková konstrukce, trám vyztužený obloukem.
<b>Klíčová slova v anglickém jazyce</b>	Steel structure, railway bridge, truss structure, arch construction, tied-arch bridge

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2017

---

Bc. Iveta Šarmanová  
autor práce

## **ABSTRAKT**

Předmětem diplomové práce je vypracování statického přepočtu nosné konstrukce stávajícího historického jednokolejného železničního mostu přes řeku Vltavu na trati Praha Modřany – Vrané nad Vltavou. Ocelový nýtovaný most převádí drážní komunikaci přes pět polí. Součástí diplomové práce je vypracování variantního návrhu nejdelšího pole s využitím obloukové konstrukce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ocelová konstrukce, železniční most, příhradová konstrukce, oblouková konstrukce, trám vyztužený obloukem.

## **ABSTRACT**

The subject of master's thesis is a structural analysis of a bearing structure of an existing historical single-track railway bridge over the Vltava river in a direction from Prague Modřany to Vrané nad Vltavou. The riveted steel bridge carries rail traffic across five fields. A part of the master's thesis is focused on a disposal of a variant of the longest field by using a modern arch construction.

## **KEYWORDS**

Steel structure, railway bridge, truss structure, arch construction, tied-arch bridge

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Iveta Šarmanová *Železniční most s ocelovou nosnou konstrukcí*. Brno, 2017. 332 s., 5 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce prof. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

---

Bc. Iveta Šarmanová  
autor práce

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí práce prof. Ing. Marcele Karmazínové, CSc. za odborné vedení, připomínky a cenné rady, které vedly k úspěšnému dokončení mé diplomové práce. Děkuji také podniku SŽDC za poskytnuté podklady k Měchenickému mostu.

## SEZNAM PŘÍLOH

[01]	Zadání diplomové práce	10 str.	A4
[02]	Statický přepočet stávajícího stavu	238 str.	A4
[03]	Statický výpočet konstrukce pro variantní návrh	73 str.	A4
[04]	Technická zpráva	11 str.	A4
[05]	Výkresová dokumentace	5 str.	A1

## Obsah

Obsah .....	1
Popis stávajícího mostu .....	9
1 Historie mostu v Měchenicích .....	9
2 Údaje o objektu .....	11
3 Popis mostu .....	11
Nosná konstrukce pole 1 (K01) .....	12
Nosná konstrukce pole 2 (K02) .....	14
Nosná konstrukce pole 3 (K03) .....	15
Nosná konstrukce pole 4 (K04) .....	17
Nosná konstrukce pole 5 (K05) .....	17
Dilatační zařízení .....	18
Úvod .....	23
Konstrukce K01 .....	23
1 Údaje o konstrukci .....	23
1.1 Identifikační údaje mostu .....	23
1.2 Schéma mostního objektu .....	23
1.3 Technické řešení .....	24
1.4 Hlavní údaje o konstrukci .....	24
1.5 Popis konstrukce .....	24
2 Dispoziční řešení .....	27
3 Zatěžovací model .....	31
3.1 Značení jednotlivých prutů .....	31
3.2 Popis výpočtového modelu .....	31
3.3 Materiál konstrukce .....	32
3.4 Modelování zatížení modelem 71 .....	32
4 Zatížení .....	34
4.1 Zatěžovací stavy .....	34
4.2 Skupiny zatížení .....	39
5 Vnitřní síly v prutech .....	40
5.1 Dynamické účinky provozního zatížení .....	40
6 Kombinace vnitřních sil .....	41
6.1 Kombinace stálých zatížení .....	41
6.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy .....	41
6.3 Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení .....	41
7 Statický výpočet .....	42
8 Posouzení prvků .....	101
8.1 Vzpěrné délky .....	101

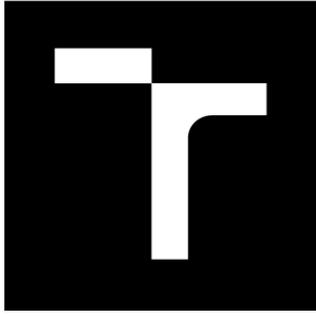
8.2	Stabilitní posouzení horního pásu příhradového nosníku .....	104
8.3	Posouzení složených členěných prutů s příhradovými spojkami.....	108
8.4	Posouzení na únavu .....	115
8.5	Vyhodnocení vybraných prvků.....	117
8.6	Spoje.....	117
8.7	Ložiska .....	117
8.8	Mezní stav použitelnosti konstrukce K01 .....	118
9	Závěr.....	119
Konstrukce K04.....		120
1	Údaje o konstrukci.....	120
1.1	Identifikační údaje mostu .....	120
1.2	Schéma mostního objektu .....	120
1.3	Technické řešení .....	120
1.4	Hlavní údaje o konstrukci .....	121
1.5	Popis konstrukce .....	121
2	Dispoziční řešení .....	123
3	Zatěžovací model.....	125
3.1	Značení jednotlivých prutů.....	125
3.2	Popis výpočtového modelu .....	125
3.3	Materiál konstrukce.....	126
3.4	Modelování zatížení modelem 71 .....	126
4	Zatížení .....	128
4.1	Zatěžovací stavy.....	128
4.2	Skupiny zatížení .....	132
5	Vnitřní síly v prutech.....	133
5.1	Dynamické účinky provozního zatížení .....	133
6	Kombinace vnitřních sil .....	134
6.1	Kombinace stálých zatížení.....	134
6.2	Kombinace zatížení od železniční dopravy.....	134
6.3	Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení .....	134
7	Statický výpočet .....	135
8	Posouzení prvků .....	174
8.1	Vzpěrné délky .....	174
8.2	Stabilitní posouzení horního pásu příhradového nosníku .....	175
8.3	Posouzení složených členěných prutů s rámovými spojkami .....	178
8.4	Posouzení na únavu.....	185
8.5	Vyhodnocení vybraných prvků.....	187
8.6	Spoje.....	187
8.7	Ložiska .....	187

8.8	Mezní stav použitelnosti konstrukce K04 .....	188
9	Závěr.....	189
Konstrukce K05.....		190
1	Údaje o konstrukci.....	190
1.1	Identifikační údaje mostu .....	190
1.2	Schéma mostního objektu .....	190
1.3	Technické řešení .....	190
1.4	Hlavní údaje o konstrukci .....	191
1.5	Popis konstrukce .....	191
2	Dispoziční řešení .....	193
3	Zatěžovací model.....	195
3.1	Značení jednotlivých prutů.....	195
3.2	Popis výpočtového modelu .....	195
3.3	Materiál konstrukce.....	196
3.4	Modelování zatížení modelem 71 .....	196
4	Zatížení .....	197
4.1	Zatěžovací stavy.....	197
4.2	Skupiny zatížení .....	201
5	Vnitřní síly v prutech.....	202
5.1	Dynamické účinky provozního zatížení .....	202
6	Kombinace vnitřních sil .....	203
6.1	Kombinace stálých zatížení.....	203
6.2	Kombinace zatížení od železniční dopravy.....	203
6.3	Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení .....	203
7	Statický výpočet .....	204
8	Posouzení prvků .....	233
8.1	Vzpěrné délky .....	233
8.2	Posouzení na únavu.....	233
8.3	Spoje.....	235
8.4	Ložiska .....	235
8.5	Mezní stav použitelnosti konstrukce K05 .....	236
9	Závěr.....	237
Variantní návrh nosné konstrukce K01.....		241
1	Údaje o konstrukci.....	241
1.1	Identifikační údaje mostu .....	241
1.2	Schéma mostního objektu .....	241
1.3	Technické řešení .....	242
1.4	Hlavní údaje o konstrukci .....	242
1.5	Popis konstrukce .....	242

2	Dispoziční řešení .....	245
3	Zatěžovací model.....	248
3.1	Značení jednotlivých prutů.....	248
3.2	Popis výpočtového modelu .....	248
3.3	Materiál konstrukce.....	249
3.4	Modelování zatížení modelem 71 .....	249
4	Zatížení .....	250
4.1	Zatěžovací stavy.....	250
4.2	Skupiny zatížení .....	255
5	Vnitřní síly v prutech.....	256
5.1	Dynamické účinky provozního zatížení .....	256
6	Kombinace vnitřních sil .....	257
6.1	Kombinace stálých zatížení.....	257
6.2	Kombinace zatížení od železniční dopravy.....	257
6.3	Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení .....	257
7	Statický výpočet .....	258
8	Posouzení vybraných prvků .....	301
8.1	Vzpěrné délky .....	301
8.2	Stabilitní posouzení oblouku.....	303
8.3	Posouzení na únavu.....	305
8.4	Vyhodnocení vybraných prvků.....	307
8.5	Spoje.....	309
8.6	Ložiska .....	309
8.7	Mezní stav použitelnosti konstrukce K01 .....	310
8.8	Dynamické účinky.....	310
9	Závěr.....	311
1	Identifikační údaje mostu přes vodní tok a silnici SII/102.....	315
1.1	Identifikační údaje mostu .....	315
1.2	Schéma mostního objektu .....	315
2	Základní údaje o mostě (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220).....	316
2.1	Technické řešení.....	316
2.2	Hlavní údaje o navrhované konstrukci.....	316
3	Zdůvodnění mostu a jeho umístění.....	316
3.1	Zdůvodnění mostu.....	316
3.2	Charakter překážky a převáděné trati.....	317
3.3	Územní podmínky .....	317
3.4	Geotechnické podmínky.....	317
4	Technické řešení mostu .....	317
4.1	Popis konstrukce .....	317

4.2	Mostní vybavení.....	318
4.3	Statické posouzení.....	318
5	Výstavba mostu .....	319
5.1	Postup a technologii výstavby mostu .....	319
5.2	Vztah k území.....	319
6	Všeobecně.....	319
7	Použité normy a předpisy .....	319
8	Zatížení .....	319
8.1	Zatížení stálá .....	319
8.2	Zatížení proměnná užitná .....	319
8.3	Zatížení proměnná klimatická.....	320
9	Geometrie konstrukce.....	320
9.1	Výškové úrovně.....	320
10	Technický popis konstrukce.....	320
10.1	Všeobecně.....	320
10.2	Nosná konstrukce .....	320
10.3	Mostní vybavení .....	321
11	Požární odolnost .....	321
12	Povrchová ochrana.....	321
13	Materiál.....	322
14	Zemnění .....	322
15	Výroba a montáž.....	322
15.1	Zařazení konstrukce do výrobní skupiny .....	322
15.2	Podmínky pro výrobu .....	322
15.3	Podmínky pro montáž.....	322
16	Bezpečnost práce .....	323
	Seznam použitých zdrojů.....	324





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ŽELEZNIČNÍ MOST S OCELOVOU NOSNOU KONSTRUKCÍ

RAILWAY BRIDGE WITH STEEL LOAD-CARRYING STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Iveta Šarmanová

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2017



## Popis stávajícího mostu

### 1 Historie mostu v Měchenicích

Železniční most na trati Praha – Dobříš spojuje obce Měchenice a Skochovice. Byl postaven v letech 1895 až 1897 přes řeku Vltavu na základě zveřejnění vyhlášky Vídeňského ministra obchodu ze 4. března 1895 pro výstavbu železnice z Modřan do Čerčan a Dobříše. Výstavba byla naplánována družstvem lesmistra Marka z Konopiště, okresního starosty Waltera ze Zbraslavi a advokáta Živného z Benešova. Výroba ocelové konstrukce byla kvůli urychlení výroby zadána třem firmám zároveň, jedna z nich byla Pražská mostárna. Železniční most byl realizován firmou Osvalda Životského a 22. září 1897 na něm byla zahájena pravidelná doprava.



*Obrázek 1.1 Pohled na most z roku 1897 po výstavbě (z pořadu Hledání ztraceného času - Vltava v obrazech (72))*

Celková délka mostu o pěti různě dlouhých polích je 235 m. Na nejdelším poli o rozpětí 83,5 m se nachází oblouková příhradová konstrukce, následující tři pole o rozpětí přibližně 35 m jsou tvořena přímopásovou příhradovou konstrukcí a páté pole je tvořeno plnostěnnými nosníky. Železniční most nesou kamenné pilíře oválného půdorysu s kvádrovým obkladem, které byly založeny na kruhových studních, pravděpodobně poprvé v historii českého mostního stavitelství.

V roce 1934 byl most zdvižen o 2,75 m z důvodu výstavby přehrady ve Vraném. Současně byla provedena oprava mostu. V letech 1934 a 1935, tj. během rekonstrukce

mostu, byl postaven vedle stávajícího mostu náhradní dřevěný most, aby nebyla přerušena doprava.



*Obrázek 1.2 Pohled na železniční most a mostní provizorium při rekonstrukci v letech 1934 až 1935*

V roce 1961 byla provedena výměna dřevěných nosnic na mostě. Most sloužil v nezměněné podobě 100 let. V roce 1998 byly kvůli špatnému stavu mostu započaty rekonstrukce mostu, které byly dokončeny v roce 2001 (Měchenický čtvrtletník, 2011). Po rekonstrukci byla navýšena rychlost na mostě z původních 10 km/h na 50 km/h. Zajímavostí je, že před provedením celkové rekonstrukce mostu kolovaly tiskem nejružnější katastrofické scénáře o technickém stavu mostu, některé z nich dokonce vypovídaly o možném zřícení mostu. Perličkou byly příběhy o cestujících, kteří při průjezdu vlaku přes most postávali u otevřených dveří, aby byli připraveni v případě zřícení mostu vyskočit z vlaku jako první. Podle odborníků ovšem nebyl most nikdy v tak katastrofálním stavu (Džurný, Měchenický ocelový most, 2016). Most v Měchenicích se objevil např. ve filmu Most u Remagenu z roku 1968. Zvažuje se jeho prohlášení za kulturní památku (Středočeská vědecká knihovna v Kladně, 2016).



Obrázek 1.3 Měchenický most (Posázavský pacifik, [www.pacificem.cz](http://www.pacificem.cz))

## 2 Údaje o objektu

Železniční most na trati z Dobříše do Skochovice je jednokolejný s ocelovou příhradovou nosnou konstrukcí.

Délka mostu:	235,50 m
Šířka mostu:	6,00 m
Výška objektu:	14,72 m
Délka přemostění:	222,05 m
Úhel křížení:	52°
Objekt:	Šikmý, šikmost levá
Počet kolejí:	1
Počet nosných konstrukcí:	5
Počet otvorů:	5
Přemostěné překážky:	Otvor 1 – trvalý vodní tok (řeka Vltava) Otvor 2 – trvalý vodní tok (řeka Vltava) Otvor 3 – trvalý vodní tok (řeka Vltava) Otvor 4 – silnice II. třídy, trvalý vodní tok (řeka Vltava) Otvor 5 – silnice II. třídy

## 3 Popis mostu

Objekt ocelového železničního mostu o pěti polích se nachází na trati Měchenice-Skochovice na km 29,319 přes vodní tok (řeka Vltava) a silnici II/102. Nosná ocelová konstrukce jednokolejného mostu je ocelová příhradová parabolická s dolní mostovkou

(K01), přímopásová s dolní mostovkou (K02 – K04), resp. plnostěnná s mezilehlou mostovkou (K05).

Spodní stavba je z kamenného zdiva. Ložiska jsou ocelolitinová pod hlavními nosníky, v každém poli se vždy nachází dvě ložiska pevná a dvě pohyblivá válečková.

Směrové uspořádání koleje je po celé délce mostu v pravém oblouku. Na mostě jsou použity koleje S49, žebrové podkladnice, dřevěné mostnice (230/270/2150, dubové, uložené na podélníkách), pojistné úhelníky (K01) a pozednice (K01 a K05).

Prostorové uspořádání koleje je rozepsáno v následující tabulce (SŽDC, s.o., OŘ Praha, 2014):

- Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce K01:

	Na začátku	Uprostřed	Na konci
Posun	Vlevo o 38 mm	Vlevo o 26 mm	0 mm

- Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce K02:

	Na začátku	Uprostřed	Na konci
Posun	Vpravo o 96 mm	Vlevo o 320 mm	Vpravo o 214 mm

- Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce K03:

	Na začátku	Uprostřed	Na konci
Posun	Vlevo o 75 mm	Vlevo o 363 mm	Vpravo o 220 mm

- Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce K04:

	Na začátku	Uprostřed	Na konci
Posun	Vpravo o 62 mm	Vlevo o 280 mm	Vpravo o 160 mm

- Poloha osy koleje k ose nosné konstrukce K05:

	Na začátku	Uprostřed	Na konci
Posun	Vpravo o 45 mm	Vlevo o 65 mm	Vpravo o 10 mm

Tabulka 3.1 Prostorové uspořádání koleje (SŽDC, s.o., OŘ Praha, 2014)

## Nosná konstrukce pole 1 (K01)

### Hlavní nosník

Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované parabolické nosníky rozpětí 83,50 m v osové vzdálenosti 4,75 m. Soustava příhrady je násobná s počtem příhrad 22 s délkou od 1,50 m do 4,40 m. Osová výška hlavního nosníku od 3,544 m do 11,072 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $54^{\circ}57'$ .

- Horní pás: otevřený profil dvoustěnný
- Dolní pás: otevřený profil dvoustěnný

- Diagonály: složené členěné pruty
- Svislice: složené členěné pruty

Statické schéma: prostý nosník s vnitřně staticky neurčitou soustavou.

#### *Příčník*

Plnostěnný nosník rozpětí 4,75 m nýtovaný v každém styčnicku hlavního příhradového nosníku. Výška příčníku je 0,70 m, 0,36 m a 0,85 m. Pásky příčníku jsou tvořeny dvojicí L profilů.

#### *Podélník*

Nýtovaný plnostěnný I nosník zapuštěný mezi stěny příčníků. Výška podélníku je 0,38 m a 0,65 m, osová vzdálenost je 1,80 m. Pásnice podélníku jsou tvořeny dvojicí úhelníků.

#### *Ztužení podélníků*

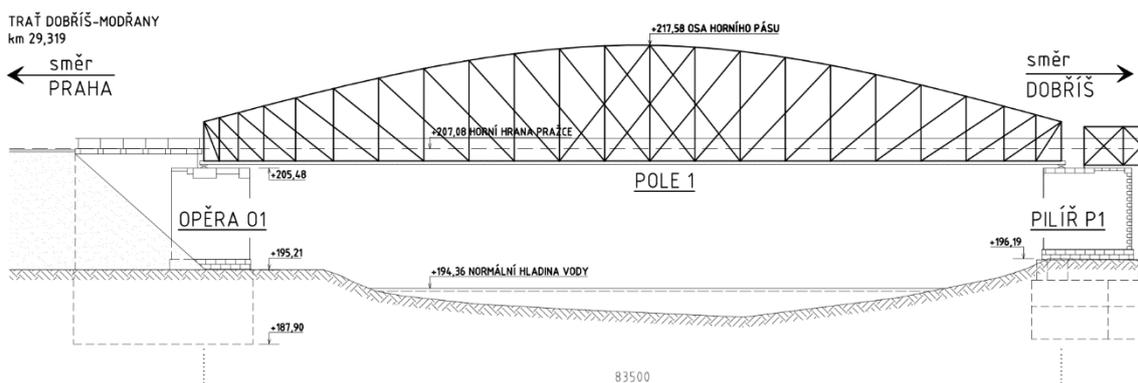
Příčku tvoří nýtovaný členěný prut mezi podélníky v polovině příhrad. Výška příčky je 0,17 m a 0,53 m.

Diagonály nejsou zřízeny.

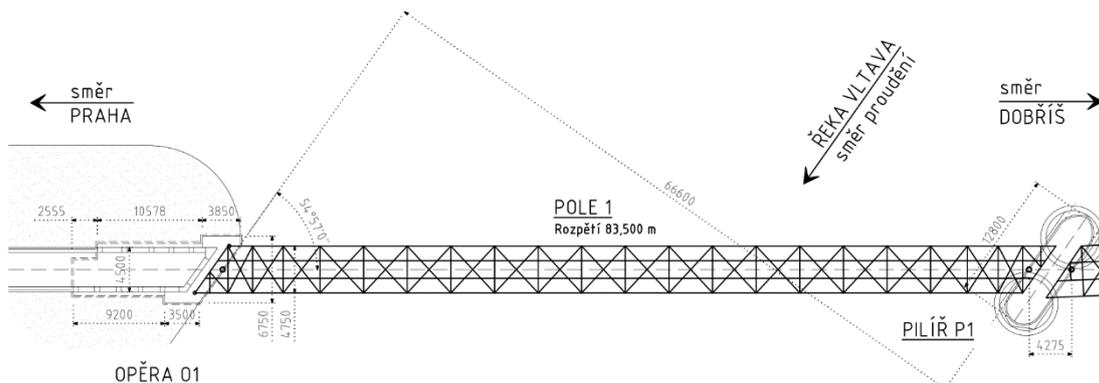
#### *Ztužení hlavních nosníků*

Horní ztužení je ve vodorovné úrovni horního pasu vždy jednoho hlavního nosníku. Kvůli šikmosti nosné konstrukce není ztužení hlavních nosníků v krajních příhradách mostu. Ztužení je tvořeno nýtovanými úhelníkovými diagonály a plnostěnnými a příhradovými příčlemi.

Dolní ztužení je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků z nýtovaných diagonál ze dvou úhelníků.



Obrázek 3.1 Pohled na konstrukci K01 z pravé strany (proti směru proudu)



Obrázek 3.2 Půdorys konstrukce K01

## Nosná konstrukce pole 2 (K02)

### Hlavní nosník

Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované přímopásové nosníky rozpětí 36,69 m v osové vzdálenosti 5,10 m. Soustava příhrady je složená s počtem příhrad 10 s délkou 3,795 m a 3,655 m. Osová výška hlavního nosníku 3,75 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $52^{\circ}34'31''$ .

- Horní pás: profil jednostěnný T
- Dolní pás: profil jednostěnný obrácené T
- Diagonály: členěné pruty
- Svislice: členěné pruty

Statické schéma: prostý nosník s vnitřně staticky neurčitou soustavou.

### Příčník

Plnostěnný nosník rozpětí 5,10 m nýtovaný v každém styčnicku hlavního příhradového nosníku. Výška příčníku je 0,70 m a 0,82 m. Pásky příčníku jsou tvořeny dvojicí L profilů.

### Podélník

Nýtovaný plnostěnný I nosník zapuštěný mezi stěny příčníků. Výška podélníku je 0,542 m, osová vzdálenost je 1,80 m. Horní pásnice podélníku neprochází přes příčník.

### Ztužení podélníků

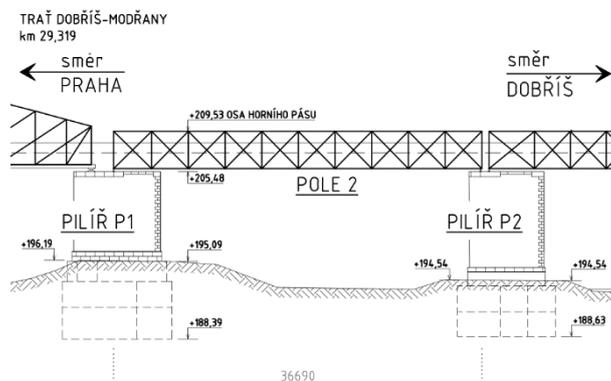
Příčku tvoří nýtovaný členěný prut mezi podélníky v polovině příhrad.

Diagonály nejsou zřízeny.

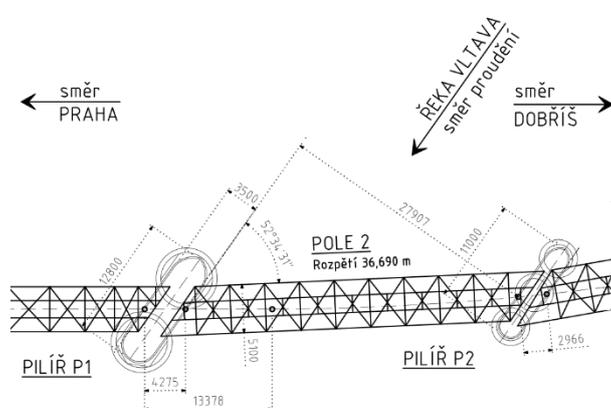
### Ztužení hlavních nosníků

Horní ztužení není zřízeno.

Dolní ztužení je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků z nýtovaných diagonál ze dvou úhelníků.



Obrázek 3.3 Pohled na konstrukci K02 z pravé strany (proti směru proudu)



Obrázek 3.4 Půdorys konstrukce K02

### Nosná konstrukce pole 3 (K03)

#### Hlavní nosník

Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované přímopásové nosníky rozpětí 37,26 m v osové vzdálenosti 5,21 m. Soustava příhrady je složená s počtem příhrad 10 s délkou 4,598 m a 3,629 m. Osová výška hlavního nosníku 3,75 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $45^{\circ}03'01''$ .

- Horní pás: profil jednostěnný T
- Dolní pás: profil jednostěnný obrácené T
- Diagonály: členěné pruty
- Svislice: členěné pruty

Statické schéma: prostý nosník s vnitřně staticky neurčitou soustavou.

#### Příčník

Plnostěnný nosník rozpětí 5,21 m nýtovaný v každém styčnicku hlavního příhradového nosníku. Výška příčníku je 0,70 m a 0,82 m. Pásky příčníku jsou tvořeny dvojicí L profilů.

### Podélník

Nýtovaný plnostěnný I nosník zapuštěný mezi stěny příčníků. Výška podélníku je 0,542 m, osová vzdálenost je 1,80 m. Horní pásnice podélníku neprochází přes příčník.

### Ztužení podélníků

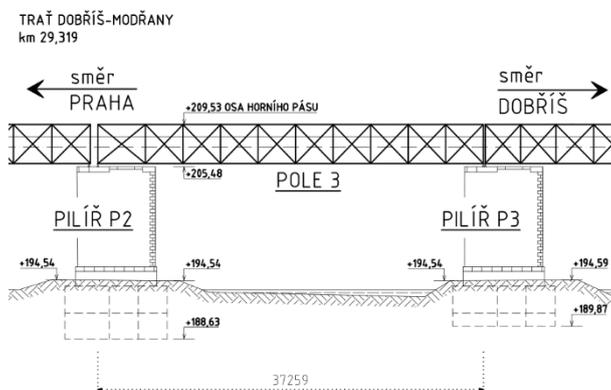
Příčku tvoří nýtovaný členěný prut mezi podélníky v polovině příhrad.

Diagonály nejsou zřízeny.

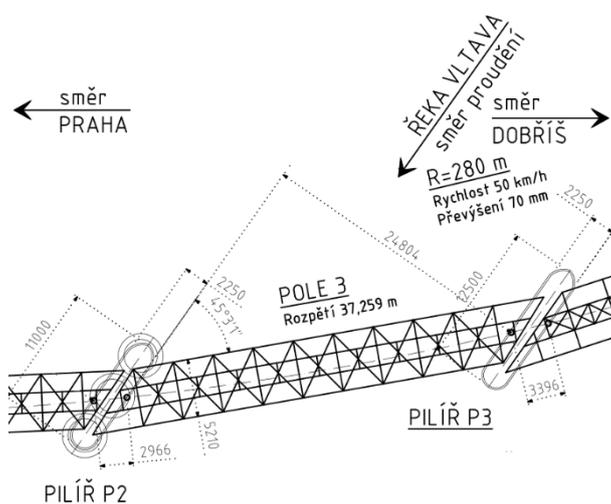
### Ztužení hlavních nosníků

Horní ztužení není zřízeno.

Dolní ztužení je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků z nýtovaných diagonál ze dvou úhelníků.



Obrázek 3.5 Pohled na konstrukci K03 z pravé strany (proti směru proudu)



Obrázek 3.6 Půdorys konstrukce K03

## Nosná konstrukce pole 4 (K04)

### *Hlavní nosník*

Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované přímopásové nosníky rozpětí 37,30 m v osové vzdálenosti 5,30 m. Soustava příhrady je složená s počtem příhrad 10 s délkou 3,534 m a 3,779 m. Osová výška hlavního nosníku 3,61 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $36^{\circ}58'23''$ .

- Horní pás: profil jednostěnný T
- Dolní pás: profil jednostěnný obrácené T
- Diagonály: členěné pruty
- Svislice: členěné pruty

Statické schéma: prostý nosník s vnitřně staticky neurčitou soustavou.

### *Příčník*

Plnostěnný nosník rozpětí 5,30 m nýtovaný v každém styčnicku hlavního příhradového nosníku. Výška příčníku je 0,82 m. Pásky příčníku jsou tvořeny dvojicí L profilů.

### *Podélník*

Nýtovaný plnostěnný I nosník zapuštěný mezi stěny příčníků. Výška podélníku je 0,52 m, osová vzdálenost je 1,80 m. Horní pásnice podélníku neprochází přes příčník.

### *Ztužení podélníků*

Příčku tvoří nýtovaný členěný prut mezi podélníky v polovině příhrad.

Diagonály tvoří zkřížené pruty z úhelníků.

### *Ztužení hlavních nosníků*

Horní ztužení není zřízeno.

Dolní ztužení je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků z nýtovaných diagonál ze dvou úhelníků.

## Nosná konstrukce pole 5 (K05)

### *Hlavní nosník*

Hlavní nosník tvoří dva přímopásové plnostěnné nosníky rozpětí 12,90 m v osové vzdálenosti 2,50 m. Soustava je s mezilehlou mostovkou. Výška hlavního nosníku je 1,07 m plus přídavné odstupňování dolní a horní pásnice. Šikmost nosné konstrukce je levá  $29^{\circ}49'23''$ .

Statické schéma: prostý nosník.

### *Příčník*

Nýtovaný plnostěnný nosník má rozpětí 2,50 m v osové vzdálenosti 2,05 m resp. 2,20 m. Výška příčníku je 0,40 m. Pásky příčníku jsou tvořeny dvojicí L profilů.

### Podélník

Nýtovaný plnostěnný I nosník nasazený na příčníky. Výška podélníku je 0,34 m resp. 0,375 m, osová vzdálenost je 1,80 m. Podélník přenáší momenty jako spojitý nosník.

### Ztužení podélníků

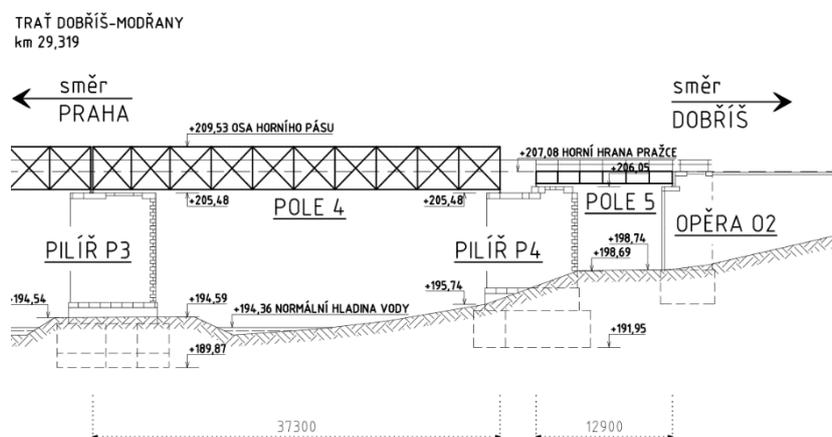
Příčku tvoří nýtovaný členěný prut mezi podélníky na krajích.

Diagonály nejsou zřízeny.

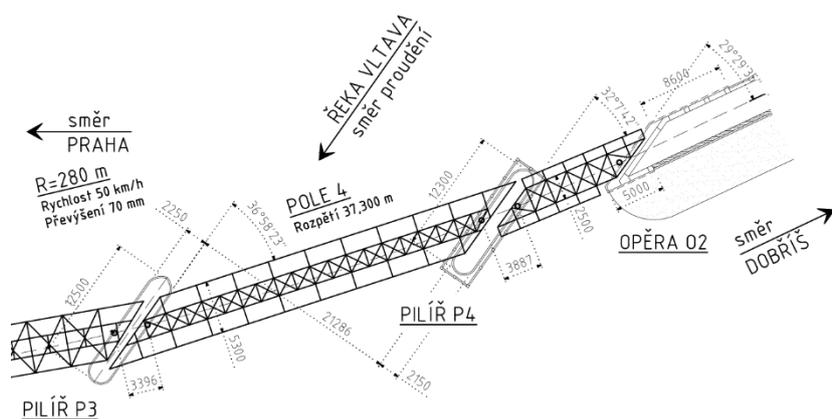
### Ztužení hlavních nosníků

Horní ztužení není zřízeno.

Dolní ztužení je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků z nýtovaných diagonál ze dvou úhelníků.



Obrázek 3.7 Pohled na konstrukce K04 a K05 z pravé strany (proti směru proudu)



Obrázek 3.8 Půdorys konstrukcí K04 a K05

### Dilatační zařízení

Dilatační zařízení je provedeno v koleji před opěrou č. 1 a kolejovým stykem za opěrou č. 2







# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ŽELEZNIČNÍ MOST S OCELOVOU NOSNOU KONSTRUKCÍ – STATICKÝ PŘEPOČET STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

RAILWAY BRIDGE WITH STEEL LOAD-CARRYING STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Iveta Šarmanová

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2017





O2 ..... Opěra O2 na straně u Měchenic

### 1.3 Technické řešení

Konstrukce K01 je řešena jako prostě uložená konstrukce s šikmým uložením a rozpětím 83,50 m. Hlavní nosníky jsou příhradové s parabolickým horním pásem. Mostovka je prvková. Uložení koleje je na dřevěných mostnicích. Nosná konstrukce je uložena na čtyřech litých vahadlových ložiskách, dvou pevných a dvou pohyblivých s pěti válci. Pevná ložiska jsou uložena na kamenném pilíři P1 z řádkového zdiva, pohyblivá na kamenné opěře O1 z řádkového zdiva.

### 1.4 Hlavní údaje o konstrukci

Trat'ová třída	C3
Trat'ová rychlost	60 km/h
Rychlost na mostě	60 km/h
Směrové poměry	trat' v pravém oblouku
Sklonové poměry	nezjištěny
Materiál	11 378-Fe 360 (S235 J0), 11 375-Fe 360C (S235 JR)
Úhel křížení	54°57''
Rozpětí pole	83,500 m
Délka nosné konstrukce	87,290 m
Šířka nosné konstrukce	5,340 m

### 1.5 Popis konstrukce

#### 1.5.1 Nosná konstrukce K01

Nosná konstrukce K01 je ocelová příhradová konstrukce s parabolickým horním pásem s dolní prvkovou mostovkou. Rozpětí mostu je 83,50 m, osová vzdálenost hlavních nosníků je 4,75 m. Výška hlavního nosníku je proměnná od 3,543 m do 11,071 m.

Horní pás hlavního nosníku je otevřený nýtovaný II profil z plechů P10x590 a dvou P10x700 spojenými čtyřmi úhelníky L130x90x10 a nýty v osové vzdálenosti přibližně 150 mm. V místech připojení prvku zavětrování a svislic k hornímu pásu jsou provedeny příčné výztuhy připojené ke stojině horního pásu hlavního nosníku pomocí nýtů.

Dolní pás je se skládá ze dvou T profilů z plechů P10x270 a P10x560 spojenými čtyřmi úhelníky L130x90x10 a nýty v osové vzdálenosti přibližně 150 mm. V místech připojení příčniců a svislic k dolnímu pásu jsou provedeny příčné výztuhy připojené ke stojině dolního pásu pomocí nýtů. Příčné výztuhy zajišťují tuhost spoje polorámu mezi svislicí, dolním pásem a příčnicí. Konstrukční spoje příčné výztuhy a příčnicí jsou provedeny každý pomocí dvou přiložených plechů P8x320-670 přinýtovaným ke stojině příčnicí.

Svislice jsou nýtované složené členěné pruty ze čtyř úhelníků L80x10 spojenými příhradovými spojkami P10x492-80. Krajní svislice je nýtovaný členěný prut ze dvou pásů tvaru I z plechů P10x240 a P10x440 a z desíti úhelníků L80x10 a příhradovými spojkami P10x830-80.

Diagonály jsou nýtované složené členěné pruty ze čtyř úhelníků L80x10 spojenými příhradovými spojkami P10x450-80.

Příčnický jsou nýtované I profily složené z plechů P12 (horní pásnice) a P10 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou úhelníků L. Dolní pásnice je vždy ze dvou L-úhelníků připojenými nýty ke stojině příčnicků. Velikosti plechů a L-úhelníků se liší podle polohy příčnicků.

Podélníky jsou nýtované ve tvaru I složené z plechů P12x230 (horní pásnice) a P10 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou L-úhelníků. Dolní pásnice je vždy ze dvou L-úhelníků připojenými nýty ke stojině příčnicků. Velikosti plechů a L-úhelníků se liší podle polohy podélníků. Podélníky jsou zapuštěné mezi příčnický. Podélníky jsou k příčnickům připojeny pomocí dvou úhelníků L80x80x10 připojující stojinu podélníku ke stojině příčnicku pomocí nýtů.

Diagonála brzděného ztužidla je utvořena dvěma úhelníky L100x100x10. Diagonály jsou připojeny k pásnici dolního pásu hlavního nosníku pomocí nýtů.

První vazba větrového ztužidla nacházející se ve vazbě 5-19 a je tvořena z horního pásu a dvou diagonál. Horní pás je nýtovaný ve tvaru I složený z plechů P12x150 (horní pásnice) a P10x300 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou úhelníků L80x80x9. Dolní pásnice je ze dvou úhelníků 80x80x9 připojenými nýty ke stojině krajního horního pásu větrového ztužidla. Diagonály krajní vazby jsou tvořeny dvěma úhelníky L80x10.

Střední vazby větrového ztužidla ve vazbách 6-18 – 12-12 jsou tvořeny z horního pásu, dolního pásu, svislice a čtyř diagonál. Horní pás je nýtovaný složený členěný prut ze čtyř úhelníků L80x10 s příhradovými spojkami P10x424-80. Dolní pás je nýtovaný členěný prut ze dvou úhelníků L80x10 s rámovými spojkami P10x80x80. Svislice je nýtovaný členěný prut ze dvou úhelníků L80x10 s rámovými spojkami P10x170x80. Diagonály jsou tvořeny vždy jedním úhelníkem L80x80x10.

### 1.5.2 Ložiska

Ložiska na krajní opěře O1 jsou ocelolitinová vahadlová jednosměrně pohyblivá s pěti válci. Ložiska na pilíři P1 jsou ocelolitinová vahadlová pevná. Rozměry a technické údaje ložisek nejsou známy.

### 1.5.3 Spodní stavba

Kamennou opěru tvoří žulové rádkové zdivo. Výška opěry je 9,97 m od úložného prahu k základovému ústupku, kolmá šířka opěry je asi 6,75 m, tloušťka je proměnná. Závěrná zídka je šikmá. Založení je dle archivních dokumentů plošné. Pilíř č. 1 je taktéž kamenný z žulového rádkového zdiva. Výška pilíře je 9,39 m od úložného prahu k temenu kesonu,

šířka pilíře je 12,80 m, tloušťka je 3,50 m. Založení je kesonu do skalní podloží (PONTEX s.r.o., 1995).

#### *1.5.4 Železniční svršek*

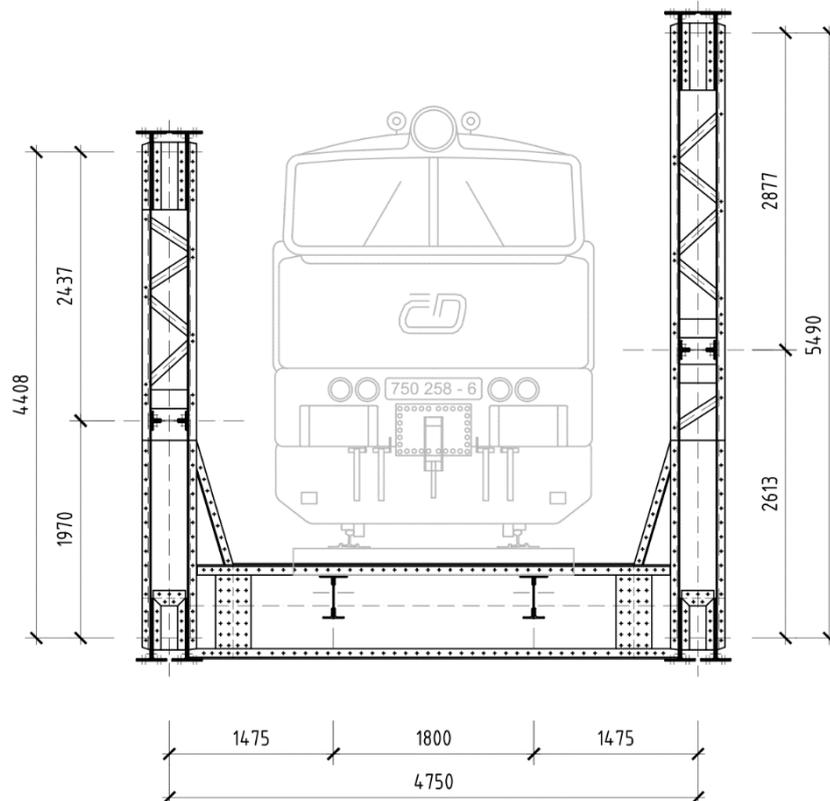
Kolejnice S49 (49E1) jsou uloženy na žebrových podkladnicích na dřevěné mostnice o rozměrech 250x270x2150 mm se světlostí 290 – 340 mm. Pojistné úhelníky ve vzdálenosti 180 mm od pojížděné hrany kolejnice.

#### *1.5.5 Mostní vybavení*

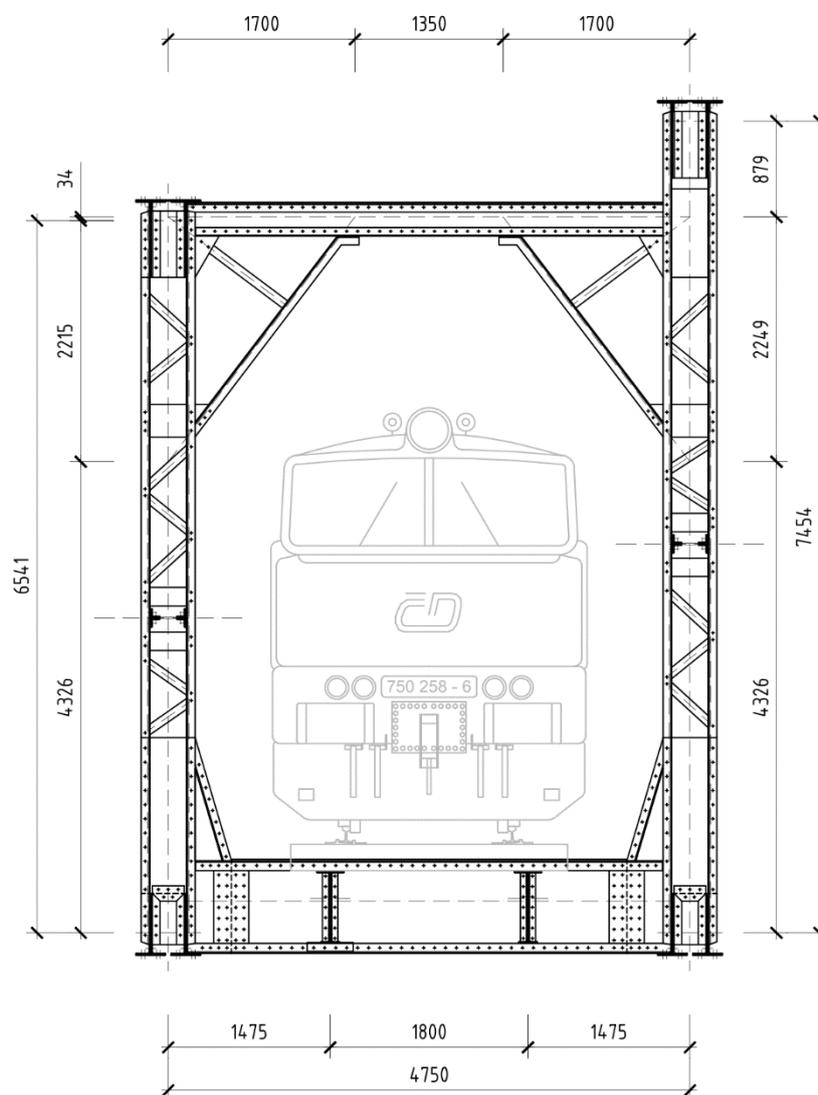
Podlahy jsou z ocelových rýhovaných plechů tloušťky 5 mm. Zábradlí je z ocelové pásoviny nýtované ke svislicím hlavního nosníku.

## 2 Dispoziční řešení

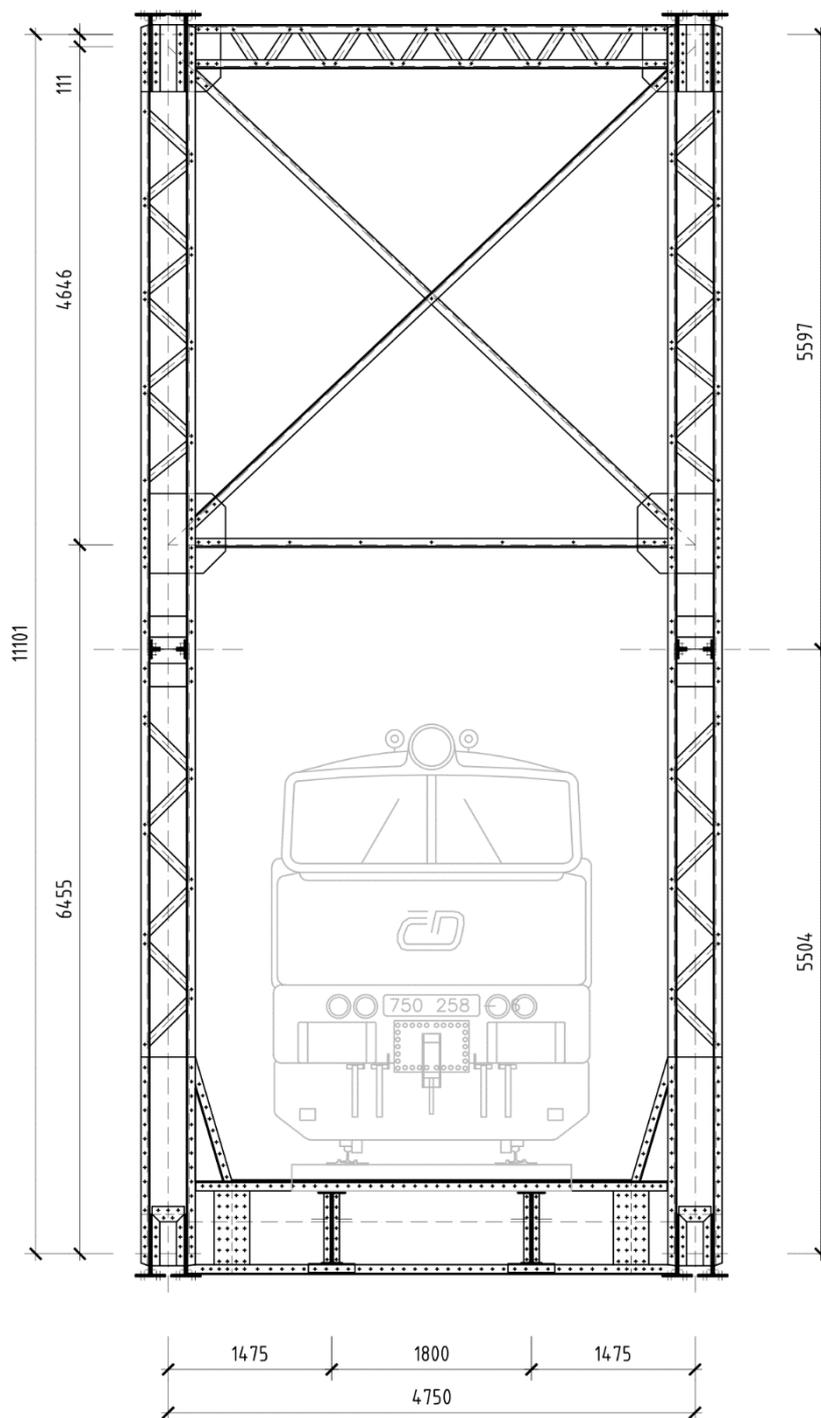
Konstrukce K01 je tvořena příhradovými hlavními nosníky s dolní mostovkou a obloukovým horním pásem. Horní pás je ztužen portálovým ztužením, začínajícím ve vazbě 5-19' končícím ve vazbě 5'-19. Krajní vazby jsou tvořeny polorámem.



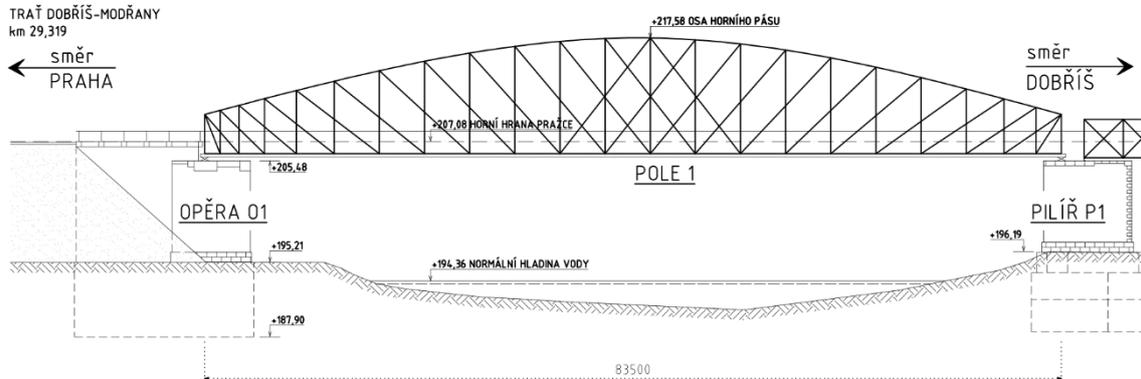
Obrázek 2.1 Řez 3-21' – první vazba za krajní svislíci



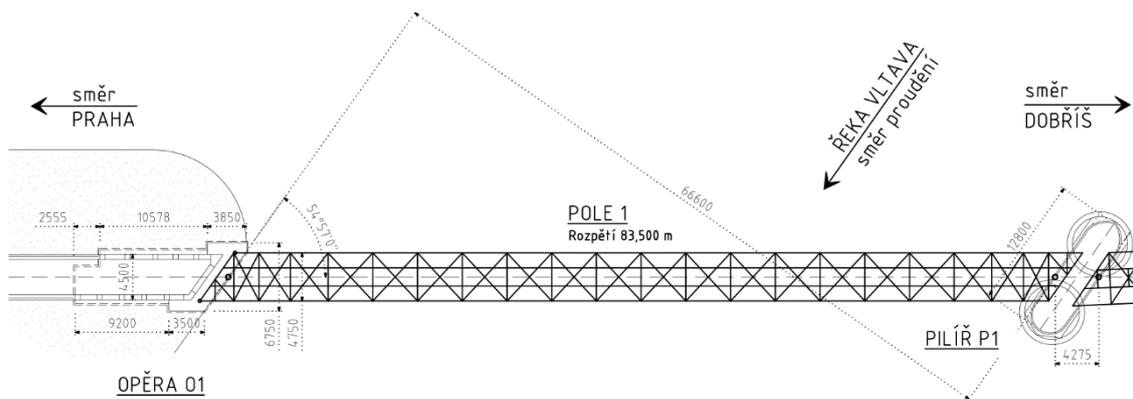
Obrázek 2.2 Řez 5-19' – první vazba portálového ztužení



Obrázek 2.3 Řez 12-12' - vazba ve středu rozpětí



Obrázek 2.4 Pohled na konstrukci K01



Obrázek 2.5 Půdorys konstrukce K01

### 3 Zatěžovací model

Konstrukce je vymodelována v programu SCIA Engineering. Konstrukce je vytvořena jako prostorový model, který vystihuje konstrukčně a materiálově co nejpřesněji reálnou konstrukci. Všechny pruty jsou modelovány jako 1D prvky.

#### 3.1 Značení jednotlivých prutů

Hlavní nosník:	P.H – horní pás P.D – dolní pás D.V – diagonála vzestupná D.S – diagonála sestupná S – svislice
Podélníky:	L.P – podélník pravý L.L – podélník levý
Příčnický:	Q.M – příčník mostovky Q.P – příčka podélníků
Ztužidlo v horizontální rovině:	hD.V – diagonála vzestupná hD.S – diagonála sestupná
Horní ztužení:	hzP.H – horní pás hzP.D – dolní pás hzD.V – diagonála vzestupná hzD.S – diagonála sestupná hzS – svislice
Brzdné ztužidlo:	bzD.V – diagonála vzestupná bzD.S – diagonála sestupná

Tabulka 3.1 Značení jednotlivých prutů

#### 3.2 Popis výpočtového modelu

Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a tudíž zajistí přenos sil ve spojích.

Nosnou konstrukci hlavního nosníku tvoří dva nýtované parabolické nosníky o rozpětí 83,50 m v osově vzdálenosti 4,750 m. Soustava příhrady je násobná s počtem příhrad 22 s délkou příhrady od 1,500 m do 4,400 m. Osová výška hlavního nosníku je od 3,544 m do 11,072 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $54^{\circ}57'$ .

Horní pás je tvořen otevřeným II profilem, dolní pás je tvořen dvěma T profily. Diagonály a svislice jsou složený členěný prut ze čtyř L-úhelníků, ve směru lokální osy prutu y rámově a ve směru lokální osy prutu z kloubově připojených k hornímu a dolnímu pásu. V bodech styku mezi diagonálou a svislicí jsou pruty propojeny rámově.

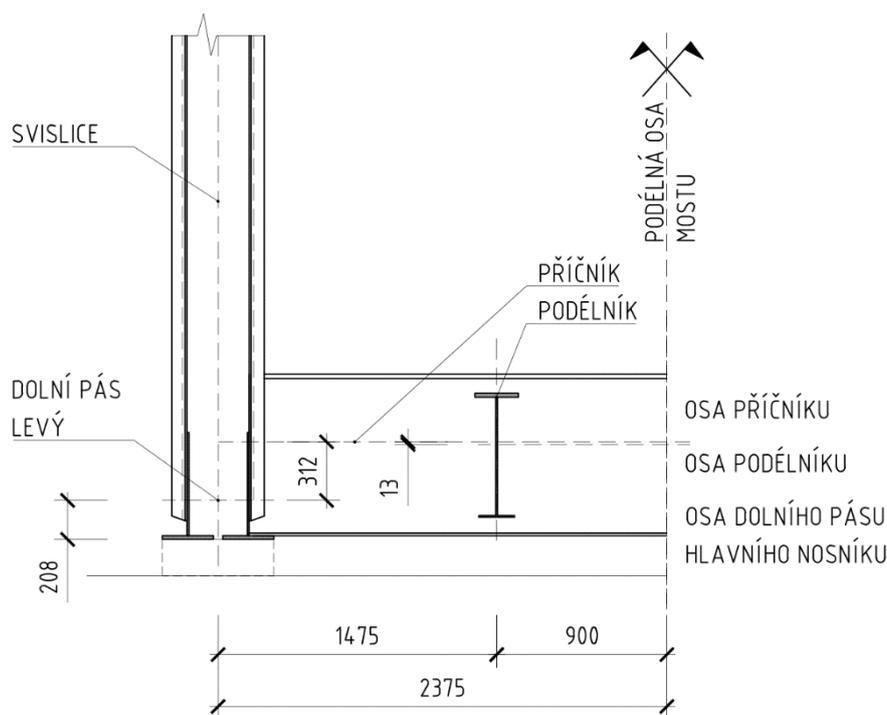
Příčnický jsou modelovány jako I profily připojené v obou směrech lokálních os prutů

rámově k dolnímu pásu hlavního nosníku s proměnnou excentricitou (průřezy příčníků jsou po rozpětí konstrukce proměnné). Krajní příčník je zapuštěný (z důvodu uložení podélníků na šikmý příčník), to je v modelu vytvořeno prutem s lomenou střednicí. Rozdíl excentricit je 287 mm.

Podélníky jsou připojeny k příčnicům ve směru lokální osy prutu y kloubově a ve směru lokální osy prutu z rámově taktéž s proměnnou excentricitou.

Krajní i střední svislíce zavětrování jsou připojeny ve směru lokální osy prutu y kloubově a ve směru lokální osy prutu z rámově k hornímu pásu hlavního nosníku.

Diagonály zavětrování a brzdného ztužidla jsou modelovány jako pruty v obou směrech lokálních os kloubově připojené k hornímu pásu, resp. dolnímu pásu hlavního nosníku, resp. svislícím.



Obrázek 3.1 Geometrický model – příklad excentricity prutů mostovky (Řez 12-12')

### 3.3 Materiál konstrukce

Stávající konstrukce je vyrobena z oceli dřívějšího označení 11 378-Fe 360 a 11 378-Fe 360C, což odpovídá materiálu dle značení EN 10025-2:2004 oceli S235 J0 a S235 JR. Objemová hmotnost je navýšena na 8080 kg/m<sup>3</sup> kvůli navýšení hmotnosti o nýty.

### 3.4 Modelování zatížení modelem 71

Zatížení vlakem na konstrukci reprezentovaným modelem 71 se přenáší z mostnic na podélníky. Tato skutečnost je dodržena i ve výpočtovém modelu, kde je zatížení  $q_{v1}$

resp.  $q_{v2}$  a  $Q_{v1}$  resp.  $Q_{v2}$  roznášeno na podélníky v jejich osové vzdálenosti 1,80 m. Lokální účinky koncentrace napětí způsobené bodovým zatížením modelu 71 na podélníky jsou zanedbány. Hodnoty zatížení modelu 71 jsou podrobně popsány v kapitole 4.1.8 *Model 71*.

## 4 Zatížení

### 4.1 Zatěžovací stavy

- ZS1: Vlastní tíha  
 ZS2: Ostatní stálé zatížení  
 ZS3: Brzdné síly  
 ZS4: Rozjezdové síly  
 ZS5: Nezatížený vlak  
 ZS6, ZS7, ZS8, ZS9, ZS10: Vítr  
 ZS11: Teplota  
 LM71, Boční ráz – pohyblivé zatížení

#### 4.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je generována programem SCIA Engineer na základě zadaných průřezů a materiálových charakteristik jako proměnné spojité zatížení (vliv proměnné výšky hlavních nosníků pole 1). Pro zatížení vlastní tíhou (a ostatním stálým zatížením) platí dle ČSN EN 1991-1-1 objemová hmotnost oceli  $80,8 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.2 Ostatní stálé zatížení

Železniční svršek (kolejnice, podkladnice s přípojovacími prvky, podlahové plechy na mostnicích, pojistné úhelníky). Do výpočtu zavedeno jako rovnoměrné spojité zatížení o charakteristické hodnotě  $g_{1k} = 3,0 \text{ kNm}^{-1}$  působící na podélníky.

#### 4.1.3 Brzdné síly

Brzdné síly působí taktéž v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} = 20 \cdot 83,5 = 1670 \text{ kN} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1bk} = 1670 \text{ kN}$$

#### 4.1.4 Rozjezdové síly

Rozjezdové síly působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} \leq 1\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} = 33 \cdot 83,5 = 2755,5 \text{ kN} \geq 1\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1ak} = 1000 \text{ kN}$$

#### 4.1.5 Nezatížený vlak

Zatížení ověřuje stabilitu konstrukce při příčném zatížení větrem. Model je tvořen svislým rovnoměrným zatížením s charakteristickou hodnotou  $10 \text{ kNm}^{-1}$ , jehož účinky jsou rozděleny na dvě části ( $2 \times 5 \text{ kNm}^{-1}$ ), kterými jsou zatíženy podélníky.

#### 4.1.6 Vitr

Most se nachází mezi Měchenicemi a Skochovicemi, jedná se o větrnou oblast II. Zatížení větrem je uvažováno ve směru kolmém k podélné ose mostu a ve směru rovnoběžném dle ČSN EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru:  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Součinitel směru větru:  $c_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období:  $c_{season} = 1,0$

Součinitel ortografie:  $c_o = 1,0$

Výška konstrukce mostu nad terénem:  $z = 23,17 \text{ m}$

Délka konstrukce ve směru y:  $L = 83,50 \text{ m}$

Šířka konstrukce ve směru x:  $b = 5,34 \text{ m}$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu:  $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,391 \text{ kNm}^{-2}$$

Parametr drsnosti terénu:  $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu:  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{23,17}{0,3}\right) = 0,935$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,935 \cdot 1,0 \cdot 25 = 23,36 \text{ ms}^{-1}$$

Intenzita turbulence  $I_v(z)$ :

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{23,17}{0,3}\right)} = 0,230$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,230] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 23,36^2$$

$$= 0,890 \text{ kNm}^{-2}$$

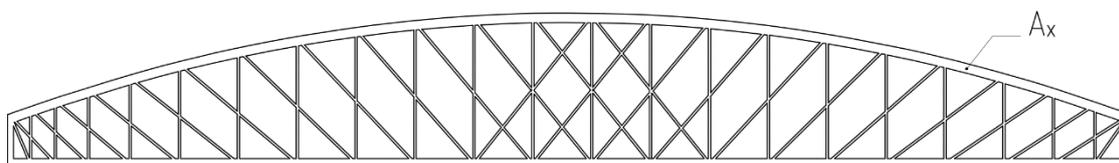
$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,890}{0,391} = 2,28$$

Zatížení ve směru x (směr kolmý na podélnou osu mostu):

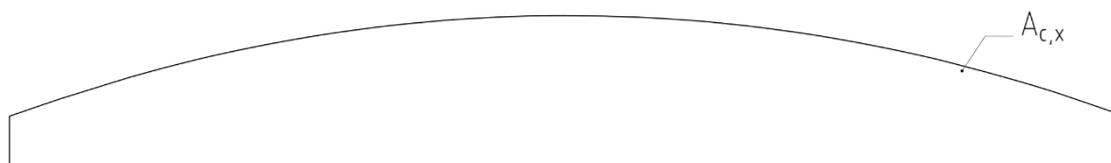
Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů do čelní plochy:  $A_x = 167,86 \text{ m}^2$

Plocha ohraničená okraji čelní plochy, promítnutá kolmo k čelní ploše:

$$A_{c,x} = 747,14 \text{ m}^2$$



Obrázek 4.1 Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů do čelní plochy  $A_x$



Obrázek 4.2 Plocha ohraničená okraji čelní plochy  $A_{c,x}$

Součinitel plnosti:

$$\varphi_x = \frac{A_x}{A_{c,x}} = \frac{167,86}{747,14} = 0,225$$

Efektivní štíhlost:

$$\lambda = 1,4 \cdot \frac{L}{b} = 1,4 \cdot \frac{83,5}{5,34} = 21,9$$

$\psi_\lambda = 0,95$  (odečteno z obrázku 7.36 v ČSN EN 1991-1-4)

$c_{f,0} = 2,60$  (odečteno z obrázku 7.34 v ČSN EN 1991-1-4)

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,x} = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 2,60 \cdot 0,95 = 2,47$$

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,x} = 2,28 \cdot 2,47 = 5,63$

$$A_{ref,x} = A = 167,86 \text{ m}^2$$

Síly ve směru x:

$$F_{w,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 5,63 \cdot 167,86 = 369,16 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na horní pás:  $q_{w,x} = 1,395 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení větrem na dolní pás:  $q_{w,x} = 1,159 \text{ kNm}^{-1}$

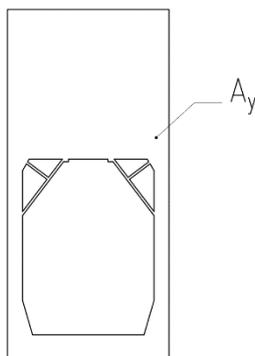
Zatížení větrem na diagonály:  $q_{w,x} = 0,334 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení větrem na svislice:  $q_{w,x} = 0,334 \text{ kNm}^{-1}$

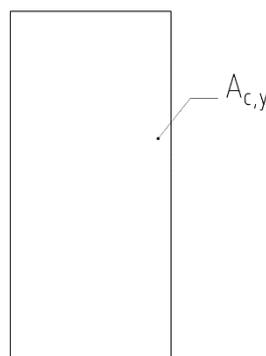
Zatížení ve směru y (směr rovnoběžný s podélnou osou mostu):

Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů do čelní plochy:  $A_y = 38,58 \text{ m}^2$

Plocha ohraničená okraji čelní plochy, promítnutá kolmo k čelní ploše:  $A_{c,y} = 63,15 \text{ m}^2$



Obrázek 4.3 Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů  $A_y$



Obrázek 4.4 Plocha ohraničená okraji čelní plochy  $A_{c,y}$

Součinitel plnosti:

$$\varphi_y = \frac{A_y}{A_{c,y}} = \frac{38,58}{63,15} = 0,611$$

Efektivní štíhlost:

$$\lambda = 1,4 \cdot \frac{l}{b} = 1,4 \cdot \frac{11,83}{5,34} = 3,10$$

$\psi_\lambda = 0,89$  (odečteno z obrázku 7.36 v ČSN EN 1991-1-4)

$c_{f,0} = 1,60$  (odečteno z obrázku 7.34 v ČSN EN 1991-1-4)

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,y} = c_{f,0,y} \cdot \psi_{\lambda,y} = 1,60 \cdot 0,89 = 1,42$$

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,y} = 2,28 \cdot 1,42 = 3,24$

$$A_{ref,y} = A = 38,58 \text{ m}^2$$

Síly ve směru y:

$$F_{w,y} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,y} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,24 \cdot 38,58 = 48,83 \text{ kN}$$

Zatížení ve směru z (směr kolmý na podélnou osu mostu):

$$\text{Průmět plochy: } A_z = L \cdot b = 83,50 \cdot 5,34 = 445,89 \text{ m}^2$$



Obrázek 4.5 Průmět plochy  $A_z$

$$c_{f,z} = 0,9 \text{ (ČSN EN 1991-1-4 Poznámka 1 v 8.3.3)}$$

$$\text{Součinitel zatížení větrem: } C = c_e \cdot c_{f,z} = 2,28 \cdot 0,9 = 2,05$$

$$A_{ref,z} = A_z = 445,89 \text{ m}^2$$

Síly ve směru z:

$$F_{w,z} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 2,05 \cdot 445,89 = 357,06 \text{ kN}$$

#### 4.1.7 Teplota

Ocelová nosná konstrukce – ocelový příhradový nebo plnostěnný nosník – 1. typ, lokalita Středočeský kraj. Upínací teplota je  $10^\circ\text{C}$ . Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrnou změnou teploty. Minimální a maximální hodnoty jsou dle Národní přílohy ČSN EN 1991-1-5.

$$T_{min} = -32^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = T_{min} - 3^\circ\text{C} = -32 - 3 = -35^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 16^\circ\text{C} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (-35) = 45^\circ\text{C} \text{ (prodloužení konstrukce)}$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} \text{ (zkrácení konstrukce)}$$

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = 56 - (-35) = 91^\circ\text{C}$$

#### 4.1.8 Model 71

Pro železniční mosty platí dle ČSN EN 1991-2 zatížení modelem LM 71, který se na konstrukci umístí tak, aby vyvolal co nejnepříznivější účinky, přičemž se odlehčující účinky zatížení zanedbávají. Charakteristická hodnota je přenásobena součinitelem  $\alpha = 1,10$  (součinitel stanoven dle národní přílohy pro trať třetí třídy).

$$q_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje  $e$ :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} = \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

#### 4.1.9 Boční ráz

Boční ráz je v normě stanoven charakteristickou hodnotou  $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$  a uvažuje se jako osamělá síla působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Hodnota se násobí součinitelem  $\alpha = 1,10$ . Zatěžovací stav se vždy kombinuje se svislým zatížením od dopravy.

## 4.2 Skupiny zatížení

Pro návrh železničního mostu jsou ve výpočtu použity následující skupiny zatížení:

- Stálé
- LM71 – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr11
- Nezatížený vlak – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr15
- Boční ráz – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr14
- Brzdná a rozjezdová síla – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr13
- Vítr – zatížení větrem
- Teplota – teplotní zatížení konstrukce

## 5 Vnitřní síly v prutech

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno dvacet dva skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, krajní svislice, diagonála, krajní horní pás zavětrování, střední horní pás zavětrování, dolní pás zavětrování, svislice zavětrování, diagonála příčné vazby zavětrování, diagonála podélné vazby zavětrování, krajní příčník Q.M 0-22, příčník Q.M 1-23, příčník Q.M 2-22, příčník Q.M 3-21, příčník Q.M 4-20, příčník Q.M 5-19, příčník Q.M 6-18 až Q.M 12-12, podélník 1, podélník 2, podélník 3, podélník 4 a diagonála brzděného ztužení) a z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden výpočet.

### 5.1 Dynamické účinky provozního zatížení

Pro standardně udržovanou kolej se dle ČSN EN 1991-2 použije výpočet pro dynamický součinitel  $\Phi_3$  (5.1)

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 \quad (5.1)$$

kde  $L_\phi$  je „náhradní“ délka daného prvku [m].

Prvek	Náhradní délka $L_\phi$	Dynamický součinitel $\Phi_3$
Hlavní nosník	83,50 m	1,05
Příčník v poli	2*4,75 = 9,50 m	1,48
Příčník na okraji	3,60 m	2,00
Podélník L.P(L) 5-6 – L.P(L) 11-12	3*4,40 = 13,20 m	1,36
Podélník L.P(L) 4-5	3*3,70 = 11,10 m	1,42
Podélník L.P(L) 3-4	3*3,10 = 9,30 m	1,49
Podélník L.P(L) 0-2 – L.P(L) 2-3	3*1,04 = 3,12 m	2,00
Ložiska	83,50 m	1,05

Tabulka 5.1 Hodnoty dynamického součinitele pro zatížení železniční dopravou dle ČSN EN 1991-2.

## 6 Kombinace vnitřních sil

Kombinace vnitřních sil získaných ze zatížení konstrukce podle zatěžovacích stavů jsou provedeny dle ČSN EN 1990 rovnicemi 6.10a a 6.10b a dle ČSN EN 1991-2.

$$(6.10a) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \zeta_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Proměnná zatížení $Q_d$	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabulka 6.1 Návrhové hodnoty zatížení v kombinaci zatížení

$$\zeta = 0,85$$

### 6.1 Kombinace stálých zatížení

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu konstrukce a ostatní stálá zatížení je dle ČSN EN 1990  $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$  a  $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ .

### 6.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy

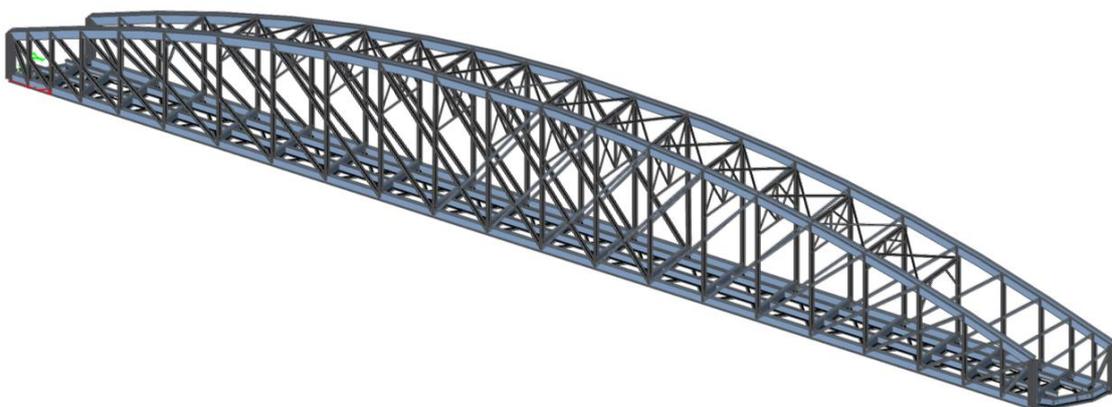
Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy je podle ČSN EN 1991-2 tab. 6.11  $\gamma_F = 1,45$ .

### 6.3 Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení

Součinitel zatížení pro zatížení větrem a zatížení teplotou  $\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivé účinky a  $\gamma_Q = 0$  pro příznivé účinky zatížení.

## 7 Statický výpočet

Statický výpočet je proveden v programu SCIA Engineer, který je shrnut do následujícího reportu (58 stran).



*Obrázek 7.1 Model konstrukce K01 v programu SCIA Engineer*

## 1. Obsah

1. Obsah	43
2. Materiály	43
3. Průřezy	43
4. Zatěžovací stavy	53
5. Skupiny zatížení	55
6. Kombinace	55
7. Vnitřní síly ve svislici	63
8. Vnitřní síly na diagonále	63
9. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady	63
10. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady	67
11. Posudek MSÚ: Krajiní svislice	70
12. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 6-18	73
13. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 5-19	78
14. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 4-20	78
15. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 3-21	78
16. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 2-22	78
17. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 1-23	78
18. Posudek MSÚ: Krajiní příčník Q.M 0-22	79
19. Posudek MSÚ: Podélníky střední	84
20. Posudek MSÚ: Zavětrování - krajiní horní pás	86
21. Posudek MSÚ: Zavětrování - horní pás	90
22. Posudek MSÚ: Zavětrování - dolní pás	90
23. Posudek MSÚ: Zavětrování - svislice	91
24. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála příčné vazby zavětrování	91
25. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála podélné vazby zavětrování	92
26. Posudek MSÚ: Brzdné ztužidlo - diagonály	94
27. Reakce na neposuvných podporách	96
28. Reakce na posuvných podporách	96
29. Deformace konstrukce	97
30. Klíč kombinace	97
31. Výkaz materiálu	98

## 2. Materiály

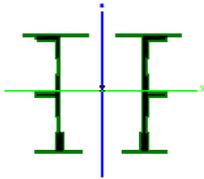
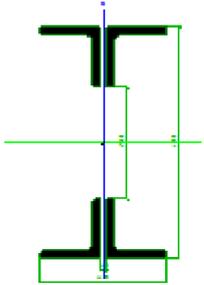
Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]				
S 235	8080,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0

## 3. Průřezy

Horní pás		
Detailní	590; 20; 710; 10; 310	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	2,5600e-02	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	295	509
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,3495e-03	6,9569e-04
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	230	165
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	2,6533e-03	2,3583e-03
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	369
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,0400e-06	3,6082e-05
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	-915	0

Obrázek		
<b>Dolní pás</b>		
Detailní	0; 0; 570; 10; 270; 20; 310	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	2,1800e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	295	154
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,2029e-04	6,2378e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	182	169
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,7307e-03	2,1145e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	5,9257e-06	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	148	0
Obrázek		
<b>Svislice</b>		
Detailní	L80x80x10; 10; 330	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	6,0437e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85	245
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,1792e-04	8,3584e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	190	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,8946e-04	9,8334e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,5295e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Krajní svislice</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y,	d	d

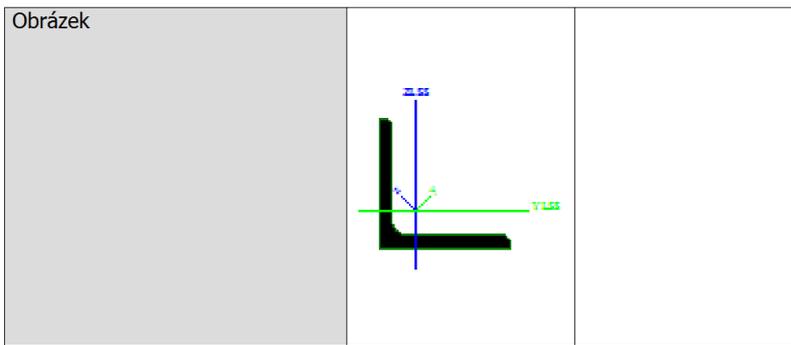
<b>Posudek rovinného vzpěru z-z</b>		
A [m <sup>2</sup> ]	2,8600e-02	
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]	0	237
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,3576e-04	8,8318e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	160	176
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,1023e-03	2,9938e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	9
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,0552e-06	1,9781e-05
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-10	0
Obrázek		
<b>Diagonála</b>		
Detailní	L80x80x10; 310; 170; 150; 10	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	6,0437e-03	
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]	85	155
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,0824e-04	8,3584e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	134	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,9831e-04	9,8334e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,0724e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Krajní horní pás zavětrování</b>		
Detailní	312; 10; 150; 21; 170; 9; 282; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	7,5000e-03	
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]	85	184
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,1486e-04	9,6145e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	124	36
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,2442e-04	1,1311e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	3
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	6,0336e-07	2,0016e-07
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-55	0

Obrázek		
<b>Horní pás zavětrování</b>		
Detailní	L80x80x10; 300; 170; 140; 10	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	6,0437e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85	150
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,0043e-04	8,3584e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	129	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,6955e-04	9,8334e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,3096e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Dolní pás zavětrování</b>		
Detailní	L80x80x10; 10	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,0219e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85	23
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,7495e-06	4,1792e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	24	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,0886e-05	4,9167e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,6013e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-18	0
Obrázek		
<b>Svislice zavětrování</b>		
Detailní	L80x80x10; 10	

Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,0219e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85	85
I <sub>y,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,1792e-06	4,1792e-06
I <sub>yz,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	-1,4075e-06	
α [deg]	45,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,5867e-06	2,7717e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	43	30
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,1414e-05	4,8997e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,3427e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

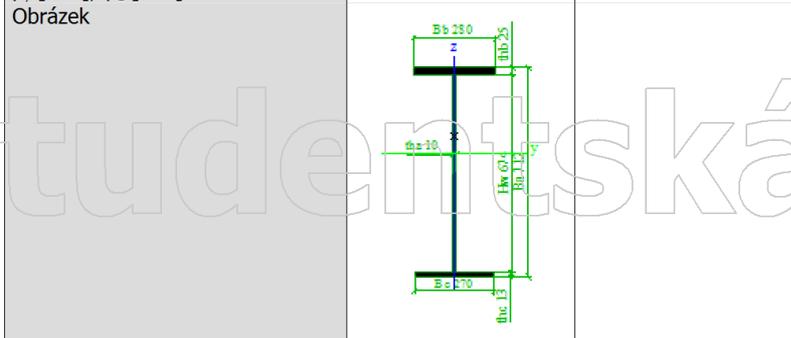
<b>Diagonála příčné vazby zavětrování</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m <sup>2</sup> ]	1,5110e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	23	23
I <sub>y,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	8,7500e-07	8,7500e-07
I <sub>yz,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	-5,1108e-07	
α [deg]	45,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,3860e-06	3,6370e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	30	16
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,4498e-05	1,1010e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	-27	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	5,3300e-08	4,3493e-40
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	103
Obrázek		

<b>Diagonála podélné vazby zavětrování</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m <sup>2</sup> ]	1,9150e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	28	28
I <sub>y,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,7670e-06	1,7670e-06
I <sub>yz,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	-1,0362e-06	
α [deg]	45,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,8030e-06	7,3000e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	38	20
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,9631e-05	1,8292e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	-34	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	6,6700e-08	2,3823e-40
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	132



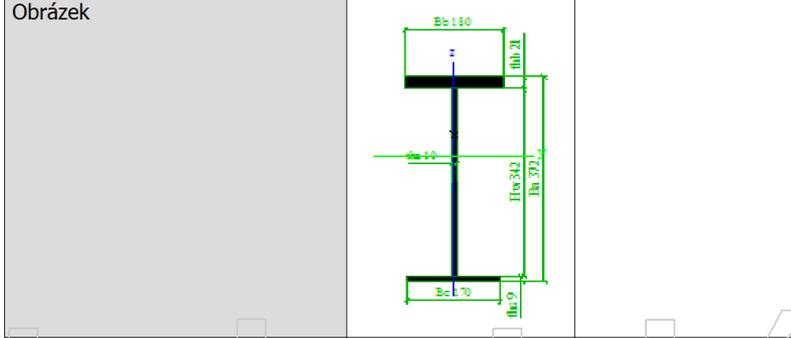
**Příčnick Q.M 0-22**

Detailní	712; 10; 280; 25; 270; 13; 674; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,7250e-02	
c <sub>Y,UCS</sub> [mm], c <sub>Z,UCS</sub> [mm]	140	422
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,4355e-03	6,7113e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	288	62
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,4023e-03	4,7938e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	57
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,8871e-06	6,9841e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-222	0



**Příčnick Q.M 1-23**

Detailní	372; 10; 180; 21; 170; 9; 342; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	8,7300e-03	
c <sub>Y,UCS</sub> [mm], c <sub>Z,UCS</sub> [mm]	90	228
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,8516e-04	1,3919e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	146	40
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,1270e-04	1,5466e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	39
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	7,1597e-07	3,4504e-07
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-145	0



**Příčnick Q.M 2-22**

Detailní	862; 10; 200; 22; 190; 10; 830; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,4600e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	100	499
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,5310e-03	2,0452e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	324	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,0698e-03	2,0452e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	114
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,0552e-06	2,9437e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-321	0
Obrázek		

<b>Příčnick Q.M 3-21</b>		
Detailní	862; 10; 200; 24; 190; 12; 826; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,5340e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	100	496
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,6605e-03	2,2928e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	329	39
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,3497e-03	2,2928e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	100
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,3124e-06	3,4199e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-293	0
Obrázek		

<b>Příčnick Q.M 4-20</b>		
Detailní	862; 10; 220; 25; 210; 13; 824; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,6470e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	110	497
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,8495e-03	3,2285e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	335	44
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,7184e-03	2,9350e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	89
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,5806e-06	4,9094e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-277	0

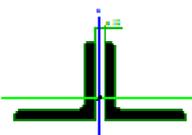


Detailní	392; 10; 230; 22; 170; 8; 362; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,0040e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	115	261
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,2120e-04	2,5612e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	148	51
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,4846e-04	2,2271e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	72
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	9,7103e-07	4,0592e-07
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-244	0
Obrázek		

<b>Podélník 2</b>		
Detailní	392; 10; 230; 22; 190; 11; 359; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,0740e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	115	244
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,6291e-04	2,8624e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	156	52
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,0764e-03	2,4890e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	54
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,0258e-06	6,9159e-07
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-187	0
Obrázek		

<b>Podélník 3</b>		
Detailní	662; 10; 230; 22; 170; 9; 631; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,2900e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	115	415
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	8,0090e-04	2,6043e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	249	45
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,9317e-03	2,2647e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	144
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,0732e-06	1,3217e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-408	0

Obrázek		
<b>Podélník 4</b>		
Detailní	662; 10; 230; 22; 190; 10; 630; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,3260e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	115	404
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	8,5910e-04	2,8075e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	255	46
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,1289e-03	2,4413e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	115
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,0950e-06	1,8988e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-338	0
Obrázek		
<b>Diagonála brzdného ztužidla</b>		
Detailní	L100x100x10; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,8315e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	100	28
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,5323e-06	6,5828e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	30	41
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,9207e-05	6,5828e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	-24
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,1667e-07	4,2666e-35
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	33	0
Obrázek		
<b>Diagonála příčné krajní vazby zavětrování</b>		
Detailní	L80x80x10; 10	

Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,0219e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85	23
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,7495e-06	4,1792e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	24	37
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,0886e-05	4,9167e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,6013e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-18	0
Obrázek		

Vysvětlivky symbolů	
A	Plocha
c <sub>y,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Y zadávacího systému
c <sub>z,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Z zadávacího systému
I <sub>y,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I <sub>z,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I <sub>yz,LCS</sub>	Moment setrvačnosti I <sub>yz</sub> v LSS
α	Úhel natočení hlavní osy
I <sub>y</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I <sub>z</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i <sub>y</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů	
i <sub>z</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W <sub>el,y</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W <sub>el,z</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
d <sub>y</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d <sub>z</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I <sub>t</sub>	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I <sub>w</sub>	Výsečový moment setrvačnosti
β <sub>y</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β <sub>z</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

### 4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	Stálé	
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé Standard	Stálé	
ZS3	Brzdné síly	Proměnné	Brzdná a rozjezdová síla	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS4	Rozjezdové síly	Proměnné	Brzdná a rozjezdová síla	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS5	Nezatížený vlak	Proměnné	Nezatížený vlak	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS6	Vítr Y+	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS7	Vítr Y-	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS8	Vítr X-	Proměnné	Vítr	Krátkodobé

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
	Standard	Statické		
ZS9	Vítr Y+ (s vlakem)	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS10	Vítr Y- (s vlakem)	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS11	Teplota	Proměnné	Teplota	
	Teplota	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min N		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min My		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max N		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max My		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz		Proměnné	LM71	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx		Proměnné	Boční ráz	
	Obálka pohyb.zat.	Statické		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My		Proměnné	Boční ráz	



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO3	Zatížení středních příčniců (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,63
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO4	Zatížení krajních příčniců (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO5	Zatížení podélníků 1 (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,20

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO6	Zatížení podélníků 2 (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdě síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,64
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO7	Zatížení podélníků 3 (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
			ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,56
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10			
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10			
CO8	Zatížení středních podélníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,50
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,50			
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,50			
Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,50			
Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,50			

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,50
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO9	Char.-Zatížení hlavních nosníků (s vlakem) - horní mez	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,05
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,00
CC10	Char.-Zatížení středních příčníků (s	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,49
CO14	Char.-Zatížení podélníku 3 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,42
CO15	Char.-Zatížení podélníku 4 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,36
CO16	Char.-Zatížení hlavních nosníků (bez vlaku) - dolní mez	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00

## 7. Vnitřní síly ve svislici

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Svislice - 4LX (L(ARC)80x80x10; 10; 330)

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B3	Svislice - 4LX	0,000	CO2/1	<b>-1710,85</b>	0,00	-12,20	-0,02	82,97	0,00
B16	Svislice - 4LX	10,012	CO2/2	<b>584,59</b>	37,15	-11,14	0,01	4,12	0,00
B67	Svislice - 4LX	10,152	CO2/3	125,65	<b>-86,27</b>	-13,33	-0,02	-6,43	32,78
B68	Svislice - 4LX	9,505	CO2/4	70,09	<b>50,77</b>	-12,57	0,01	15,35	-25,79
B70	Svislice - 4LX	7,712	CO2/5	-333,00	5,78	<b>-91,07</b>	0,12	-28,78	43,75
B5	Svislice - 4LX	6,540	CO2/6	-744,92	0,20	<b>83,29</b>	0,00	64,17	0,00
B19	Svislice - 4LX	4,326	CO2/7	-173,75	-5,21	41,70	<b>-0,11</b>	-64,52	-20,17
B71	Svislice - 4LX	4,326	CO2/8	-362,97	6,41	-60,92	<b>0,13</b>	116,31	24,84
B71	Svislice - 4LX	0,000	CO2/9	-385,30	5,85	72,46	-0,08	<b>-198,09</b>	0,00
B5	Svislice - 4LX	0,000	CO2/10	-571,45	-0,10	-75,55	-0,01	<b>218,44</b>	0,00
B19	Svislice - 4LX	6,541	CO2/11	-201,65	35,29	-5,06	0,00	<b>19,80</b>	<b>-32,22</b>
B69	Svislice - 4LX	8,690	CO2/3	-133,79	-72,55	11,05	-0,02	-25,06	<b>46,14</b>

## 8. Vnitřní síly na diagonále

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Diagonála - 4xLc (L(ARC)80x80x10; 310; 170; 150; 10)

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B30	Diagonála - 4xLc	0,000	CO2/12	<b>-508,94</b>	-2,11	-2,56	0,00	6,89	0,00
B49	Diagonála - 4xLc	6,606	CO2/13	<b>2797,03</b>	1,53	12,09	0,00	68,85	0,00
B79	Diagonála - 4xLc	0,000	CO2/14	-23,84	<b>-2,84</b>	0,06	0,00	-0,40	0,00
B79	Diagonála - 4xLc	14,044	CO2/14	-16,77	<b>2,84</b>	0,06	0,00	0,51	0,00
B38	Diagonála - 4xLc	0,000	CO2/15	1485,55	-0,80	<b>-21,73</b>	0,02	41,84	0,00
B90	Diagonála - 4xLc	0,000	CO2/16	1038,45	-0,92	<b>25,75</b>	-0,01	-35,08	0,00
B91	Diagonála - 4xLc	3,848	CO2/10	823,26	0,41	12,87	<b>-0,05</b>	52,30	0,00
B39	Diagonála - 4xLc	3,078	CO2/17	510,06	0,22	-6,72	<b>0,03</b>	-25,44	-0,22
B38	Diagonála - 4xLc	4,876	CO2/17	993,94	0,80	-21,01	0,01	<b>-65,08</b>	0,00
B90	Diagonála - 4xLc	4,876	CO2/18	1074,76	0,92	22,91	-0,01	<b>84,27</b>	0,00
B25	Diagonála - 4xLc	7,083	CO2/14	-3,59	0,00	0,01	0,00	<b>0,08</b>	<b>-10,07</b>
B25	Diagonála - 4xLc	0,000	CO2/19	228,08	-2,84	-4,29	0,00	10,54	<b>0,00</b>

## 9. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Horní pás - TTW (590; 20; 710; 10; 310)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B52	85,292 m	TTW (590; 20; 710; 10; 310)	S 235	CO2/20	4,63 -
-----------	----------	-----------------------------	-------	--------	--------

Dílní souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

#### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.  
 Průřez byl klasifikován jako třída 3.

##### Kritický posudek v místě 5.892 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-7217,61	kN
Vy,Ed	-37,22	kN
Vz,Ed	36,15	kN
T,Ed	0,01	kNm
My,Ed	41,00	kNm
Mz,Ed	44,80	kNm

##### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,5600e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	6016,00	kN
Jedn. posudek	<b>1,20</b>	-

##### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	2,6533e-03	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	623,52	kNm
Jedn. posudek	0,07	-

##### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	2,3583e-03	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	554,20	kNm
Jedn. posudek	0,08	-

##### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	5,9	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,04	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

##### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	3,5	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

##### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

##### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	2	
Sigma,N,Ed	281,9	MPa
Sigma,My,Ed	6,1	MPa

Elastický posudek		
Sigma,Mz,Ed	19,0	MPa
Sigma,tot,Ed	307,1	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,tot,Ed	0,1	MPa
Sigma,von Mises,Ed	307,1	MPa
Jedn. posudek	<b>1,31</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,858	9,750	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,79	
Vzpěrná délka Lcr	3,858	17,475	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	187900,94	4721,74	kN
Štíhlost Lambda	16,80	106,01	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,18	1,13	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,47	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	6016,00	2822,52	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	2,5600e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2822,52	kN
Jedn. posudek	<b>2,56</b>	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	9,750	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	4404,96	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	2540,47	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,54	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,30	
Průřezová plocha A	2,5600e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1818,45	kN
Jedn. posudek	<b>3,97</b>	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	2,6533e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	9993,90	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,25	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	9,749	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,12	
Součinitel momentu na klopení C2	0,22	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	

Parametry Mcr		
Vzdálenost středu smyku d,z	369	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-915	mm
Konstanta monosymetrie z,j	457	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,5600e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	2,6533e-03	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu Wel,z	2,3583e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	7217,61	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	163,88	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	104,74	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	6016,00	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	623,52	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	554,20	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,30	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	0,81	
Interakční součinitel k,yz	2,40	
Interakční součinitel k,zy	0,80	
Interakční součinitel k,zz	2,40	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B52 pozice 9,749 m.

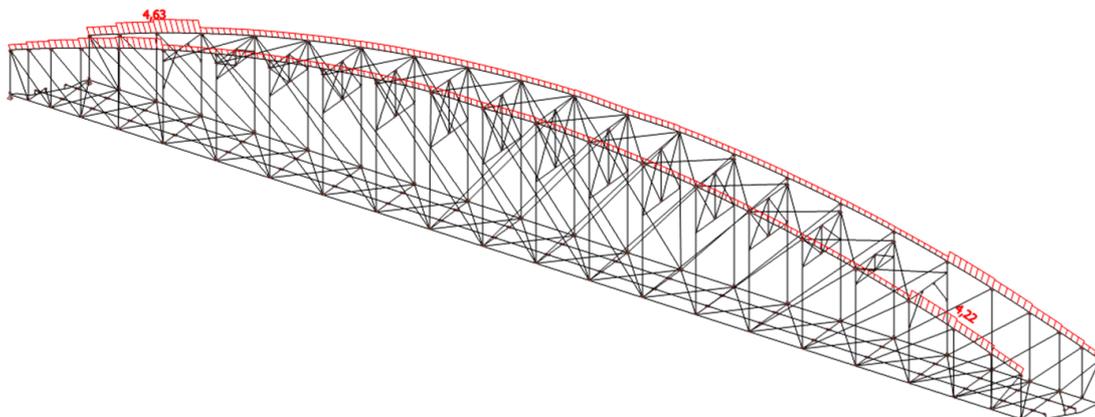
Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B52 pozice 2,621 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,y	163,88	kNm
Moment v poli M,s,y	106,59	kNm
Součinitel alpha,s,y	0,65	
Poměr koncových momentů Psi,y	0,25	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,72	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,z	103,08	kNm
Moment v poli M,s,z	96,47	kNm
Součinitel alpha,s,z	0,94	
Poměr koncových momentů Psi,z	-0,79	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,95	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,LT	163,88	kNm
Moment v poli M,s,LT	141,24	kNm
Součinitel alpha,s,LT	0,86	
Poměr koncových momentů Psi,LT	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,89	

Jednotkový posudek (6.61) = 1,20 + 0,21 + 0,45 = **1,87** -

Jednotkový posudek (6.62) = 3,97 + 0,21 + 0,45 = **4,63** -

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku!



## 10. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Dolní pás - Iiw (0; 0; 570; 10; 270; 20; 310)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B1</b>	<b>83,500 m</b>	<b>Iiw (0; 0; 570; 10; 270; 20; 310)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO2/21</b>	<b>1,66 -</b>
-----------------	-----------------	--	--------------	---------------	---------------

Díčí souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

#### Kritický posudek v místě 2.475 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-2950,39	kN
$V_{y,Ed}$	75,45	kN
$V_{z,Ed}$	-66,37	kN
$T_{,Ed}$	0,53	kNm
$M_{y,Ed}$	-113,02	kNm
$M_{z,Ed}$	87,12	kNm

Varování: Pro tento průřez není kroucení zohledněno!

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,1800e-02	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	5123,00	kN
Jedn. posudek	0,58	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	1,7307e-03	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	406,71	kNm
Jedn. posudek	0,28	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	2,1145e-03	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	496,91	kNm
Jedn. posudek	0,18	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	10,5	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,08	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	8,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,06	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	18	
Sigma,N,Ed	135,3	MPa
Sigma,My,Ed	24,1	MPa
Sigma,Mz,Ed	41,2	MPa
Sigma,tot,Ed	200,7	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	200,7	MPa
Jedn. posudek	0,85	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,475	9,275	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,88	
Vzpěrná délka Lcr	2,475	17,475	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	243711,72	4233,67	kN
Štíhlost Lambda	13,62	103,31	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,14	1,10	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,48	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5123,00	2480,72	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,1800e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2480,72	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Jedn. posudek	<b>1,19</b>	-
---------------	-------------	---

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	9,275	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	7762,85	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	4233,67	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,10	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,48	
Průřezová plocha A	2,1800e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2480,72	kN
Jedn. posudek	<b>1,19</b>	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

**Parametry klopení**

Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	1,7307e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	13703,57	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,17	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

**Parametry Mcr**

Délka klopení L	9,275	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	3,41	
Součinitel momentu na klopení C2	0,53	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	148	mm
Konstanta monosymetrie z,j	74	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

**Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku**

Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,1800e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	1,7307e-03	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu Wel,z	2,1145e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	2950,39	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-125,35	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	87,12	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	5123,00	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	406,71	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	496,91	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,48	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	0,76	
Interakční součinitel k,yz	1,63	
Interakční součinitel k,zy	0,60	
Interakční součinitel k,zz	1,63	

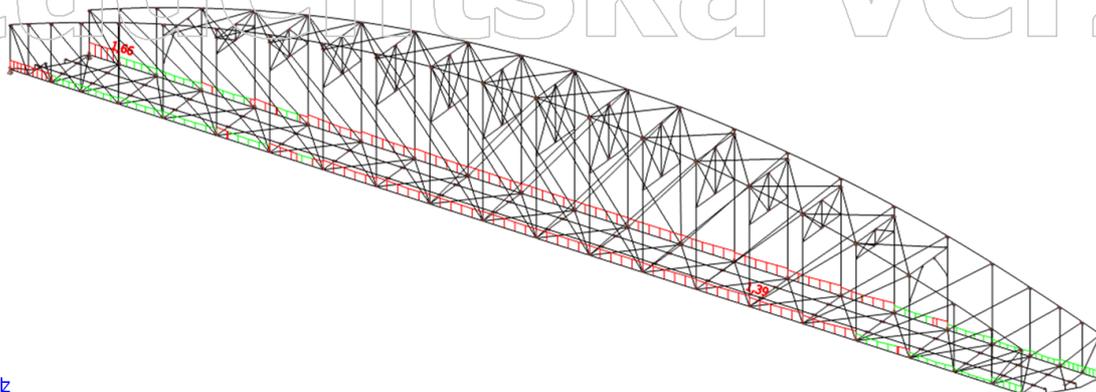
Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B1 pozice 0,000 m.  
 Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B1 pozice 2,475 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	-125,35	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	-81,80	kNm
Součinitel $\alpha_{s,y}$	0,65	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	0,90	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y}$	0,72	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,z}$	35,06	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	69,80	kNm
Součinitel $\alpha_{h,z}$	0,50	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	0,05	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z}$	0,95	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	-125,35	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	11,12	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	-0,09	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	0,19	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,LT}$	0,40	

Jednotkový posudek (6.61) =  $0,58 + 0,23 + 0,29 = 1,10$  -

Jednotkový posudek (6.62) =  $1,19 + 0,19 + 0,29 = 1,66$  -

Prvek nesplňuje podmínky stabilního posudku.!



## 11. Posudek MSÚ: Krajní svislice

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Krajní svislice - Obecný průřez

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2	3,543 m	Obecný průřez	S 235	CO2/20	0,99 -
----------	---------	---------------	-------	--------	--------

Dílní souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

##### Kritický posudek v místě 0.000 m

Definice os :

- hlavní y- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní z osu ve Scia Engineer
- hlavní z- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní y osu ve Scia Engineer

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-4948,67	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	-19,81	kN
$T_{,Ed}$	-0,52	kNm
$M_{y,Ed}$	-56,85	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

##### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,8600e-02	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	6721,00	kN
Jedn. posudek	0,74	-

##### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 5.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	2,9938e-03	m <sup>3</sup>
$M_{el,y,Rd}$	703,55	kNm
Jedn. posudek	0,08	-

##### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{au,Vz,Ed}$	5,5	MPa
$\tau_{au,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,04	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

##### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$\tau_{au,t,Ed}$	3,5	MPa
$\tau_{au,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

##### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	53	
$\sigma_{N,Ed}$	173,0	MPa
$\sigma_{M_y,Ed}$	19,0	MPa
$\sigma_{M_z,Ed}$	0,0	MPa
$\sigma_{tot,Ed}$	192,0	MPa
$\tau_{V_y,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{V_z,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{t,Ed}$	0,0	MPa

Elastický posudek		
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	192,0	MPa
Jedn. posudek	0,82	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....**POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,543	3,543	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,543	3,543	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	145781,55	121448,64	kN
Štíhlost Lambda	20,16	22,09	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,21	0,24	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	d	d	
Imperfekce Alfa	0,76	0,76	
Redukční součinitel Chi	0,99	0,97	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	6643,15	6535,97	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,8600e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	6535,97	kN
Jedn. posudek	0,76	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	3,543	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	61955,76	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	61892,44	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,33	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	d	
Imperfekce Alfa	0,76	
Redukční součinitel Chi	0,90	
Průřezová plocha A	2,8600e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	6059,71	kN
Jedn. posudek	0,82	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	2,9938e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	27971,13	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,16	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	3,543	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,35	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	0	mm
Konstanta monosymetrie z,j	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,8600e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	2,9938e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	4948,67	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-127,11	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	6721,00	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	703,55	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,99	
Redukční součinitel Chi,z	0,90	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	1,00	
Interakční součinitel k,zy	0,99	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B2 pozice 3,543 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B2 pozice 1,417 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,y	-127,11	kNm
Moment v poli M,s,y	-112,99	kNm
Součinitel alpha,s,y	0,89	
Poměr koncových momentů Psi,y	0,45	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,91	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,LT	-127,11	kNm
Moment v poli M,s,LT	-112,99	kNm
Součinitel alpha,s,LT	0,89	
Poměr koncových momentů Psi,LT	0,45	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,91	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,74 + 0,18 + 0,00 = 0,93 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,82 + 0,18 + 0,00 = 0,99 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 12. Posudek MSÚ: Přičník Q.M 6-18

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO3

Průřez : Přičník Q.M 6-18 - Q.M 12-12 - Iwn (862; 10; 280; 25; 270; 13; 824; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B108</b>	<b>4,750 m</b>	<b>Iwn (862; 10; 280; 25; 270; 13; 824; 0)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO3/22</b>	<b>3,57 -</b>
-------------------	----------------	--	--------------	---------------	---------------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	82,40
Třída 1 limit	33,65
Třída 2 limit	38,75
Třída 3 limit	71,49

=> vnitřní tlačené části třída 4

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	15,28

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 4.750 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N,Ed	-735,36		-735,36	kN
Vy,Ed	-314,04		-314,04	kN
Vz,Ed	-885,67		-885,67	kN
T,Ed	-0,19		-0,19	kNm
My,Ed	-521,73	-13,15	-534,89	kNm
Mz,Ed	-289,87	0,00	-289,87	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Aeff	1,5329e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	3602,23	kN
Jedn. posudek	0,20	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,y,min	4,3996e-03	m <sup>3</sup>
Mc,y,Rd	1033,90	kNm
Jedn. posudek	0,52	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,z,min	4,7947e-04	m <sup>3</sup>
Mc,z,Rd	112,67	kNm
Jedn. posudek	<b>2,57</b>	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0510e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	1425,97	kN
Jedn. posudek	0,22	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,8880e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	1341,58	kN
Jedn. posudek	0,66	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,5	MPa
----------	-----	-----

Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 & 6.2.10 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Aeff	1,5329e-02	m <sup>2</sup>
eN,y	18	mm
eN,z	0	mm
Weff,y	4,3996e-03	m <sup>3</sup>
Weff,z	4,9722e-04	m <sup>3</sup>

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	48,0	MPa
Sigma,My,Ed	121,6	MPa
Sigma,Mz,Ed	583,0	MPa
Sigma,tot,Ed	752,5	MPa
Rho,max	0,10	-
Jedn. posudek	<b>3,57</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	82,40
Třída 1 limit	33,65
Třída 2 limit	38,75
Třída 3 limit	65,05

=> vnitřní tlačené části třída 4

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	15,39

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	1.5329e-02	m <sup>2</sup>			
Smyk. plocha Vy eff	1.0510e-02	m <sup>2</sup>	Vz eff	4.8186e-03	m <sup>2</sup>
poloměr setrvačnosti iy eff	381	mm	iz eff	66	mm
moment setrvačnosti Iy eff	2.2224e-03	m <sup>4</sup>	Iz eff	6.7125e-05	m <sup>4</sup>
elastický modul průřezu Wy eff	4.3996e-03	m <sup>3</sup>	Wz eff	4.7947e-04	m <sup>3</sup>
Excentricita eny	-18	mm	enz	0	mm

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,750	1,475	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,375	1,475	m

Parametry vzpěru	yy	zz	
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	816603,08	63947,11	kN
Štíhlost Lambda	6,90	24,65	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,07	0,24	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	1,475	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	78232,77	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	57048,68	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,25	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	4,3996e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	59364,49	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,13	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	1,475	m
Vliv polohy zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,50	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	0,19	
Vzdálenost středu smyku d,z	76	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-269	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-134	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Efektivní průřezová plocha Aeff	1,5329e-02	m <sup>2</sup>
Efektivní modul průřezu Weff,y	4,3996e-03	m <sup>3</sup>
Efektivní modul průřezu Weff,z	4,7947e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	735,36	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	782,68	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-289,87	kNm
Přídavný moment Delta My,Ed	13,15	kNm
Přídavný moment Delta Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	3602,23	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	1033,90	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	112,67	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel	1,00	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Chi,LT,mod		
Interakční součinitel k,yy	0,92	
Interakční součinitel k,yz	0,77	
Interakční součinitel k,zy	0,98	
Interakční součinitel k,zz	0,77	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B108 pozice 3,275 m.  
 Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B108 pozice 4,750 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,y	-521,73	kNm
Moment v poli M,s,y	760,04	kNm
Součinitel alpha,h,y	-0,69	
Poměr koncových momentů Psi,y	0,61	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,92	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,z	-289,87	kNm
Moment v poli M,s,z	-197,25	kNm
Součinitel alpha,s,z	0,68	
Poměr koncových momentů Psi,z	-0,60	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,74	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,LT	782,68	kNm
Moment v poli M,s,LT	130,92	kNm
Součinitel alpha,s,LT	0,17	
Poměr koncových momentů Psi,LT	-0,67	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,40	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,20 + 0,71 + 1,97 = **2,89** -  
 Jednotkový posudek (6.62) = 0,20 + 0,76 + 1,97 = **2,93** -

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	4,750	m
Stojina	nevztužený	
Koncový pilř	netuhý	
Výška stojiny hw	824	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Mez kluzu fyw	235,0	MPa
Šířka pásnice bf	270	mm
Tloušťka pásnice tf	13	mm
Mez kluzu fyf	235,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štřhlost stojiny hw/t	82,40	
Limit štřhlosti stojiny	60,00	
Štřhlost desky lambda,w	0,95	
Redukční součinitel chi,w	0,87	
Přispěvek stojiny Vbw,Rd	972,97	kN
Únosnost pásnice Mf,Rd	488,32	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Přispěvek pásnice Vbf,Rd	0,00	kN
Maximální únosnost Vb,Rd,limit	1341,58	kN
Únosnost Vb,Rd	972,97	kN
Plastická únosnost Mpl,Rd	1142,06	kNm
Poměr smyku eta,3,bar	0,91	
Momentová únosnost MR,eff	1033,90	kNm
Poměr momentů eta,1,bar	0,47	
Mezní poměr momentů eta,1,bar,limit	0,43	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,91 -  
 Jednotkový posudek (7.1) = 0,47 + 0,39 = 0,85 -

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!

### 13. Posudek MSÚ: Příčnick Q.M 5-19

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO3  
 Průřez : Příčnick Q.M 5-19 - Iwn (862; 10; 280; 22; 270; 10; 830; 0)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B107	Příčnick Q.M 5-19 - Iwn	S 235	CO3/23	4,750	<b>3,80</b>	<b>3,80</b>	<b>2,21</b>

### 14. Posudek MSÚ: Příčnick Q.M 4-20

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO3  
 Průřez : Příčnick Q.M 4-20 - Iwn (862; 10; 220; 25; 210; 13; 824; 0)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B106	Příčnick Q.M 4-20 - Iwn	S 235	CO3/24	4,750	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>	<b>3,11</b>

### 15. Posudek MSÚ: Příčnick Q.M 3-21

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO3  
 Průřez : Příčnick Q.M 3-21 - Iwn (862; 10; 200; 24; 190; 12; 826; 0)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B105	Příčnick Q.M 3-21 - Iwn	S 235	CO3/24	4,750	<b>3,03</b>	<b>3,03</b>	<b>3,02</b>

### 16. Posudek MSÚ: Příčnick Q.M 2-22

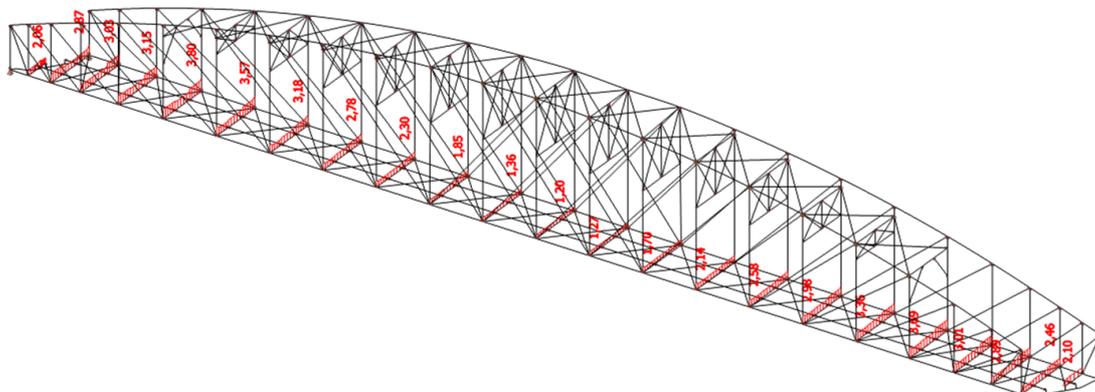
Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO3  
 Průřez : Příčnick Q.M 2-22 - Iwn (862; 10; 200; 22; 190; 10; 830; 0)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B104	Příčnick Q.M 2-22 - Iwn	S 235	CO3/25	4,750	<b>2,87</b>	<b>2,87</b>	<b>2,55</b>

### 17. Posudek MSÚ: Příčnick Q.M 1-23

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO3  
 Průřez : Příčnick Q.M 1-23 - Iwn (372; 10; 180; 21; 170; 9; 342; 0)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B128	Příčnick Q.M 1-23 - Iwn	S 235	CO3/26	0,652	<b>2,10</b>	<b>2,10</b>	<b>1,93</b>



### 18. Posudek MSÚ: Krajní přičník Q.M 0-22

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : B271, B350, B352, B353, B355, B357  
 Kombinace : CO4  
 Průřez : Přičník Q.M 0-22 - Iwn (712; 10; 280; 25; 270; 13; 674; 0)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B271</b>	<b>0,450 m</b>	<b>Iwn (712; 10; 280; 25; 270; 13; 674; 0)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO4/27</b>	<b>7,99 -</b>
-------------------	----------------	--	--------------	---------------	---------------

Dílní souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

##### Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	67,40
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	58,03

=> vnitřní tlačené části třída 4

##### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,24

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N,Ed	-2925,83		-2925,83	kN
Vy,Ed	-104,35		-104,35	kN
Vz,Ed	-212,62		-212,62	kN
T,Ed	-12,24		-12,24	kNm
My,Ed	-614,70	-29,38	-644,08	kNm
Mz,Ed	79,23	0,00	79,23	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Aeff	1,5137e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	3557,18	kN
Jedn. posudek	0,82	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,y,min	3,4023e-03	m <sup>3</sup>
Mc,y,Rd	799,53	kNm
Jedn. posudek	0,81	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,z,min	4,7938e-04	m <sup>3</sup>
Mc,z,Rd	112,65	kNm
Jedn. posudek	0,70	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0510e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	1425,97	kN
Jedn. posudek	0,07	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	8,0880e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	1097,36	kN
Jedn. posudek	0,19	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	162,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	1,19	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vy a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 &amp; 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,y,Rd	299,76	kN
Jedn. posudek	0,35	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vz a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 &amp; 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,z,Rd	230,68	kN
Jedn. posudek	0,92	-

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 &amp; 6.2.10 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Aeff	1,5137e-02	m <sup>2</sup>
eN,y	10	mm
eN,z	0	mm
Weff,y	3,4023e-03	m <sup>3</sup>
Weff,z	4,9713e-04	m <sup>3</sup>

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	193,3	MPa
Sigma,My,Ed	189,3	MPa
Sigma,Mz,Ed	159,4	MPa
Sigma,tot,Ed	542,0	MPa
Rho,max	0,71	
Jedn. posudek	<b>7,99</b>	-

Prvek nespĺňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	67,40
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	58,03

=> vnitřní tlačené části třída 4

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,24

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy příomou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	1.5137e-02	m <sup>2</sup>			
Smyk. plocha Vy eff	1.0510e-02	m <sup>2</sup>	Vz eff	4.6269e-03	m <sup>2</sup>
poloměr setrvačnosti iy eff	308	mm	iz eff	67	mm
moment setrvačnosti Iy eff	1.4355e-03	m <sup>4</sup>	Iz eff	6.7113e-05	m <sup>4</sup>
elastický modul průřezu Wy eff	3.4023e-03	m <sup>3</sup>	Wz eff	4.7938e-04	m <sup>3</sup>
Excentricita eny	-10	mm	enz	0	mm

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	0,450	0,450	m
Součinitel vzpěru k	0,83	0,99	
Vzpěrná délka Lcr	0,374	0,444	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	21276483,38	705727,98	kN
Štíhlost Lambda	1,30	7,12	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,01	0,07	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	0,450	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	793006,28	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	623692,78	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,08	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	3,4023e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	87996,75	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,10	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	0,450	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,23	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	4,05	
Vzdálenost středu smyku d,z	57	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-222	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	-111	mm

**Poznámka:** Parametry C pro I průřez konzol se určí podle podle ECCS 119 2006

**Varování:** Pro tuto metody by k mělo být zadáno hodnotou 2 a  $k_w$  hodnotou 1.

Zkontrolujte prosím zadaná data o vzpěru!

**Varování:** Jedná se o asymetrický I průřez s  $K < -0,1$  nebo  $K > 2,5$ .

K bylo nastaveno na odpovídající limitní hodnotu. Zkontrolujte prosím mechanické vlastnosti!

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 5.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Efektivní průřezová plocha $A_{eff}$	1,5137e-02	m <sup>2</sup>
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	3,4023e-03	m <sup>3</sup>
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	4,7938e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	2925,83	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-710,52	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	79,23	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	29,38	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	3557,18	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	799,53	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	112,65	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,95	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,79	
Interakční součinitel $k_{zy}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,79	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B271 pozice 0,450 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B271 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2
Výsledný typ zatížení y	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	0,87

Parametry interakční metody 2	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0,95
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	0,41
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0,76
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	0,87
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0,95

Jednotkový posudek (6.61) = 0,82 + 0,88 + 0,56 = **2,26** -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,82 + 0,92 + 0,56 = **2,30** -

#### Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

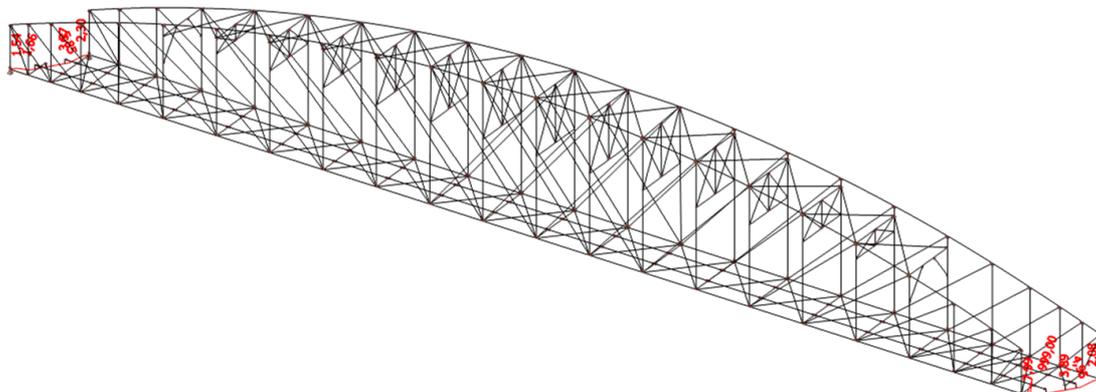
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	0,450	m
Stojina	nevztažený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny $h_w$	674	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Mez kluzu $f_{yw}$	235,0	MPa
Šířka pásnice $b_f$	270	mm
Tloušťka pásnice $t_f$	13	mm
Mez kluzu $f_{yf}$	235,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny $h_w/t$	67,40	
Limit štíhlosti stojiny	60,00	
Štíhlost desky $\lambda_{b,w}$	0,78	
Redukční součinitel $\chi_{i,w}$	1,06	
Příspěvek stojiny $V_{b,w,Rd}$	972,97	kN
Únosnost pásnice $M_{f,Rd}$	0,00	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice $V_{b,f,Rd}$	0,00	kN
Maximální únosnost $V_{b,Rd,limit}$	1097,36	kN
Únosnost $V_{b,Rd}$	972,97	kN
Plastická únosnost $M_{pl,Rd}$	293,15	kNm
Poměr smyku $\eta_{s,3,bar}$	0,22	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,22 -

**Poznámka:** Interakce mezi ohybem a smykovou ztrátou stability nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!



## 19. Posudek MSÚ: Podélníky střední

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO8

Průřez : Podélník 4 - Iwn (662; 10; 230; 22; 190; 10; 630; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B249	4,400 m	Iwn (662; 10; 230; 22; 190; 10; 630; 0)	S 235	CO8/28	1,22 -
------------	---------	---	-------	--------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 2.640 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	1919,68	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	-223,15	kN
$T_{,Ed}$	0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	425,45	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 5.2.3 a rovnice (6.5)

A	1,3260e-02	m <sup>2</sup>
$N_{pl,Rd}$	3116,10	kN
$N_{u,Rd}$	3436,99	kN
$N_{t,Rd}$	3116,10	kN
Jedn. posudek	0,62	-

### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	3,0002e-03	m <sup>3</sup>
$M_{pl,y,Rd}$	705,04	kNm
Jedn. posudek	0,60	-

### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E <sub>t</sub>	1,20	
$A_v$	7,5600e-03	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	1025,72	kN
Jedn. posudek	0,22	-

### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$Tau_{,t,Ed}$	0,2	MPa
$Tau_{,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

$N_{pl,Rd}$	3116,10	kN
-------------	---------	----

Mpl,y,Rd	705,04	kNm
Mpl,z,Rd	93,28	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,62 + 0,60 + 0,00 = **1,22** -

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

....:POSUDEK STABILITY:....

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	2,1289e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	1384,06	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,60	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alpha,LT	0,76	
Součinitel klopení Beta	0,75	
Redukční součinitel Chi,LT	0,83	
Opravný součinitel kc	0,95	
Opravný součinitel f	0,98	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,86	
Návrhová únosnost na vzpěr Mb,Rd	428,24	kNm
Jedn. posudek	0,99	-

Parametry Mcr		
Délka klopení L	4,400	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,12	
Součinitel momentu na klopení C2	0,40	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	115	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-338	mm
Konstanta monosymetrie z,j	169	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel kc se určí podle C1.

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	4,400	m
Stojina	nevztyžený	
Koncový pilř	netuhý	
Výška stojiny hw	630	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Mez kluzu fyw	235,0	MPa
Šířka pásnice bf	190	mm
Tloušťka pásnice tf	10	mm
Mez kluzu fyf	235,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

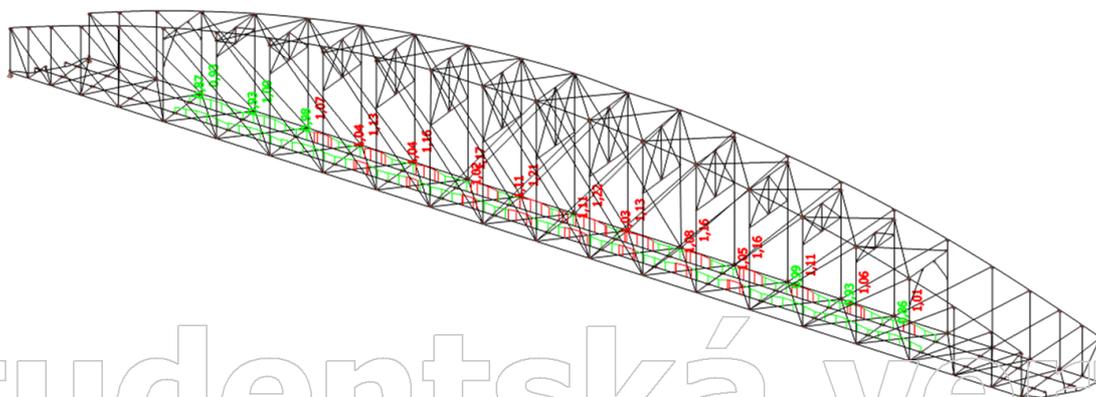
Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny hw/t	63,00	
Limit štíhlosti stojiny	60,00	
Štíhlost desky lambda,w	0,73	
Redukční součinitel chi,w	1,14	

Ověření ztráty stability od smyku		
Příspěvek stojiny V <sub>bw</sub> ,R <sub>d</sub>	972,97	kN
Únosnost pásnice M <sub>f</sub> ,R <sub>d</sub>	0,00	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice V <sub>bf</sub> ,R <sub>d</sub>	0,00	kN
Maximální únosnost V <sub>b</sub> ,R <sub>d</sub> ,limit	1025,72	kN
Únosnost V <sub>b</sub> ,R <sub>d</sub>	972,97	kN
Plastická únosnost M <sub>pl</sub> ,R <sub>d</sub>	270,70	kNm
Poměr smyku eta <sub>3,bar</sub>	0,23	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,23 -

**Poznámka:** Interakce mezi ohybem a smykovou ztrátou stability nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



## 20. Posudek MSÚ: Zavětrování - krajní horní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Krajní horní pás zavětrování - Iwn (312; 10; 150; 21; 170; 9; 282; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B130</b>	<b>4,750 m</b>	<b>Iwn (312; 10; 150; 21; 170; 9; 282; 0)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO1/29</b>	<b>0,53 -</b>
-------------------	----------------	---	--------------	---------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f <sub>y</sub>	235,0	MPa
Mezní pevnost f <sub>u</sub>	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	28,20
Třída 1 limit	147,82

Třída 2 limit	170,40
Třída 3 limit	143,72

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	3,33
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,83

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 1.700 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-95,87	kN
Vy,Ed	0,37	kN
Vz,Ed	39,12	kN
T,Ed	-0,49	kNm
My,Ed	61,83	kNm
Mz,Ed	0,53	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,5000e-03	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	1762,50	kN
Jedn. posudek	0,05	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	8,3304e-04	m <sup>3</sup>
Mpl,y,Rd	195,76	kNm
Jedn. posudek	0,32	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,9020e-04	m <sup>3</sup>
Mpl,z,Rd	44,70	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	4,6800e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	634,97	kN
Jedn. posudek	0,00	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,3840e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	459,13	kN
Jedn. posudek	0,09	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	17,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,13	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vy a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,y,Rd	602,37	kN
Jedn. posudek	0,00	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vz a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,z,Rd	435,56	kN
Jedn. posudek	0,09	-

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

Npl,Rd	1762,50	kN
Mpl,y,Rd	195,76	kNm
Mpl,z,Rd	44,70	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,05 + 0,32 + 0,01 = 0,38 -

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	28,20
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	53,45

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,99
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,81

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	1,700	4,750	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	1,700	4,750	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	82374,55	883,20	kN
Štíhlost Lambda	13,74	132,67	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,15	1,41	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,34	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1762,50	607,30	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	7,5000e-03	m²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	607,30	kN
Jedn. posudek	0,16	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	4,750	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	4042,03	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	883,07	kN

Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	1,41	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,34	
Průřezová plocha A	7,5000e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	607,24	kN
Jedn. posudek	0,16	-

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	8,3304e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	345,13	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,75	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
Křivka klopení	c	
Imperfekce Alpha,LT	0,49	
Součinitel klopení Beta	0,75	
Redukční součinitel Chi,LT	0,79	
Opravný součinitel $k_c$	0,86	
Opravný součinitel f	0,93	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,85	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	167,09	kNm
Jedn. posudek	0,37	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	4,750	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,36	
Součinitel momentu na klopení C2	0,67	
Součinitel momentu na klopení C3	0,41	
Vzdálenost středu smyku d,z	3	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-55	mm
Konstanta monosymetrie z,j	28	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel  $k_c$  se určí podle C1.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	7,5000e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	8,3304e-04	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	1,9020e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	95,87	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	61,83	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	0,53	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	1762,50	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	195,76	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	44,70	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,34	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	0,85	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,48	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,69	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,98	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku	
Interakční součinitel $k_{zz}$	1,15

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B130 pozice 1,700 m.  
 Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B130 pozice 1,700 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	61,83	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	21,57	kNm
Součinitel $\alpha_{s,y}$	0,35	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	-0,09	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0,48	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,z}$	0,18	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	0,43	kNm
Součinitel $\alpha_{h,z}$	0,42	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	-0,56	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0,94	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,LT}$	10,57	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-53,07	kNm
Součinitel $\alpha_{h,LT}$	-0,20	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	-0,54	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0,90	

Jednotkový posudek (6.61) =  $0,05 + 0,18 + 0,01 = 0,24$  -  
 Jednotkový posudek (6.62) =  $0,16 + 0,36 + 0,01 = 0,53$  -

#### Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	4,750	m
Stojina	nevzdušený	
Výška stojiny $h_w$	282	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny $h_w/t$	28,20
Limit štíhlosti stojiny	60,00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 21. Posudek MSÚ: Zavětrování - horní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Horní pás zavětrování - 4xLc (L(ARC)80x80x10; 300; 170; 140; 10)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B161	Horní pás zavětrování - 4xLc	S 235	CO1/30	4,750	0,32	0,18	0,32

## 22. Posudek MSÚ: Zavětrování - dolní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Dolní pás zavětrování - 2LT (L(ARC)80x80x10; 10)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B134	Dolní pás zavětrování - 2LT	S 235	CO1/31	4,750	0,20	0,09	0,20

### 23. Posudek MSÚ: Zavětrování - svislice

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Svislice zavětrování - 2LX r (L(ARC)80x80x10; 10)

Prvek	css	mat	Stav	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
B175	Svislice zavětrování - 2LX r	S 235	CO1/32	3,697	0,04	0,04	0,04

### 24. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála příčné vazby zavětrování

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Diagonála příčné vazby zavětrování - HFLeq80x80x10

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B223</b>	<b>4,394 m</b>	<b>HFLeq80x80x10</b>	<b>S 235</b>	<b>CO1/30</b>	<b>0,83 -</b>
-------------------	----------------	----------------------	--------------	---------------	---------------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

##### Klasifikace pro úhelníky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr c/t	6,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr h/t	8,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr (b+h)/2t	8,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-29,13	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,5110e-03	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	355,08	kN

Jedn. posudek	0,08	-
---------------	------	---

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro úhelníky**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr c/t	6,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr h/t	8,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr (b+h)/2t	8,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,394	4,394	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,197	4,394	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	595,11	39,04	kN
Štíhlost Lambda	72,54	283,23	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,77	3,02	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,74	0,10	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	263,22	34,96	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,5110e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	34,96	kN
Jedn. posudek	0,83	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	4,394	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	2313,15	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	39,04	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	3,02	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,10	
Průřezová plocha A	1,5110e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	34,96	kN
Jedn. posudek	0,83	-

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**25. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála podélné vazby zavětrování**

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Diagonála podélné vazby zavětrování - HFLeq100x100x10

**EN 1993-1-1 posudek**

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B338	6,594 m	HFLeq100x100x10	S 235	CO1/32	3,84 -
------------	---------	-----------------	-------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro úhelníky**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	7,80
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	10,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr $(b+h)/2t$	10,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 6.594 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-410,86	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{,Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,9150e-03	$m^2$
$N_{c,Rd}$	450,02	kN
Jedn. posudek	0,91	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro úhelníky**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	7,80
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	10,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr $(b+h)/2t$	10,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,594	6,594	m
Součinitel vzpěru k	1,00	0,50	
Vzpěrná délka Lcr	6,594	3,297	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	133,60	139,18	kN
Štíhlost Lambda	172,36	168,87	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,84	1,80	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,24	0,25	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	109,67	113,63	kN

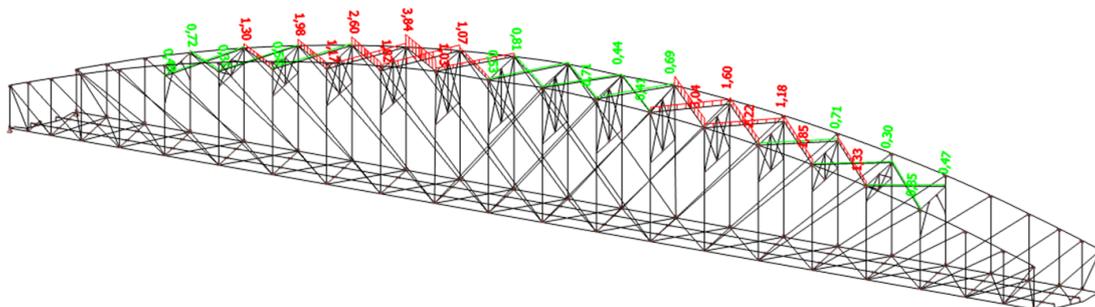
Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,9150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	109,67	kN
Jedn. posudek	<b>3,75</b>	-

### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	6,594	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1812,06	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	129,80	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,86	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,24	
Průřezová plocha A	1,9150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	106,94	kN
Jedn. posudek	<b>3,84</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky stabiilitního posudku!



## 26. Posudek MSÚ: Brzdné ztužidlo - diagonály

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Diagonála brzdného ztužidla - 2LT (L(ARC)100x100x10; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B283	6,021 m	2LT (L(ARC)100x100x10;	S 235	CO2/33	1,96 -
------------	---------	---------------------------	-------	--------	--------

		<b>0)</b>			
--	--	-----------	--	--	--

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

**....:POSUDEK PRŮŘEZU:....**

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

**Kritický posudek v místě 0.000 m**

Definice os :

- hlavní y- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní z osu ve Scia Engineer
- hlavní z- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní y osu ve Scia Engineer

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-315,80	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 5.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,8315e-03	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	900,40	kN
Jedn. posudek	0,35	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,021	6,021	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka $L_{cr}$	3,011	6,021	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	1505,40	201,94	kN
Štíhlost $\lambda$	72,63	198,30	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel}$	0,77	2,11	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel $\chi$	0,68	0,18	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	611,26	160,82	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	3,8315e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	160,82	kN
Jedn. posudek	<b>1,96</b>	-

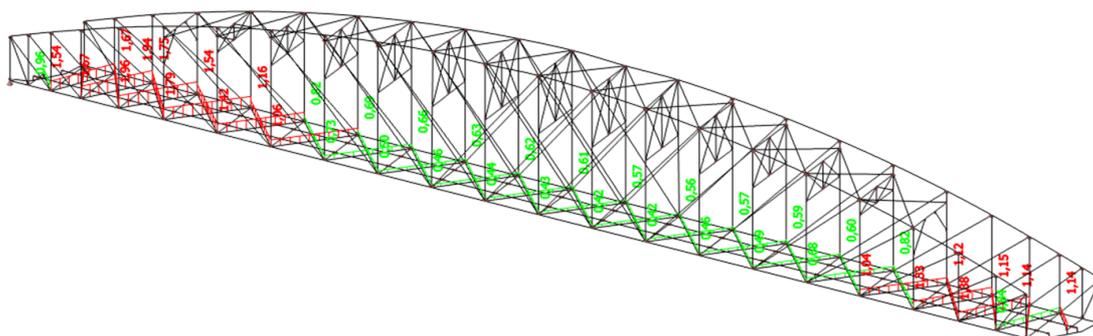
**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $L_{cr}$	6,021	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	7982,68	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	201,94	kN

Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	2,11	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,18	
Průřezová plocha A	3,8315e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	160,82	kN
Jedn. posudek	<b>1,96</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!



## 27. Reakce na neposuvných podporách

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Sn1, Sn2

Kombinace : CO2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N48	CO2/34	<b>-2857,06</b>	-144,57	763,62	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/35	<b>4203,67</b>	1701,78	2724,79	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/36	2717,72	<b>-212,79</b>	3619,06	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/37	2310,58	<b>1777,40</b>	489,60	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/38	-1338,39	1740,99	<b>-330,56</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/39	2717,72	-183,21	<b>4083,50</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N48	CO2/14	25,13	-30,16	655,21	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn2/N1	CO2/40	<b>-4203,67</b>	-1051,28	1474,44	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/41	<b>2857,06</b>	-493,88	3090,10	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/42	1338,39	<b>-2420,34</b>	1811,75	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/43	-2717,72	<b>879,52</b>	2929,80	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/4	-2714,96	686,08	<b>-274,79</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/44	1871,37	-1524,46	<b>5162,46</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N1	CO2/14	-25,13	35,19	779,20	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## 28. Reakce na posuvných podporách

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Pojmenovaný výběr - Posuvné podpory

Kombinace : CO2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn4/N2	CO2/14	<b>0,00</b>	54,53	655,20	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn4/N2	CO2/45	0,00	<b>-2261,63</b>	-213,82	0,00	0,00	0,00
Sn4/N2	CO2/46	0,00	<b>2264,26</b>	4145,22	0,00	0,00	0,00
Sn4/N2	CO2/47	0,00	-2259,06	<b>-236,66</b>	0,00	0,00	0,00
Sn4/N2	CO2/48	0,00	2261,90	<b>4158,28</b>	0,00	0,00	0,00

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn3/N47	CO2/14	<b>0,00</b>	-59,56	779,21	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn3/N47	CO2/49	0,00	<b>-2756,15</b>	3200,15	0,00	0,00	0,00
Sn3/N47	CO2/50	0,00	<b>2740,25</b>	1346,21	0,00	0,00	0,00
Sn3/N47	CO2/51	0,00	-2380,93	<b>-180,69</b>	0,00	0,00	0,00
Sn3/N47	CO2/52	0,00	2185,91	<b>4723,14</b>	0,00	0,00	0,00

### 29. Deformace konstrukce

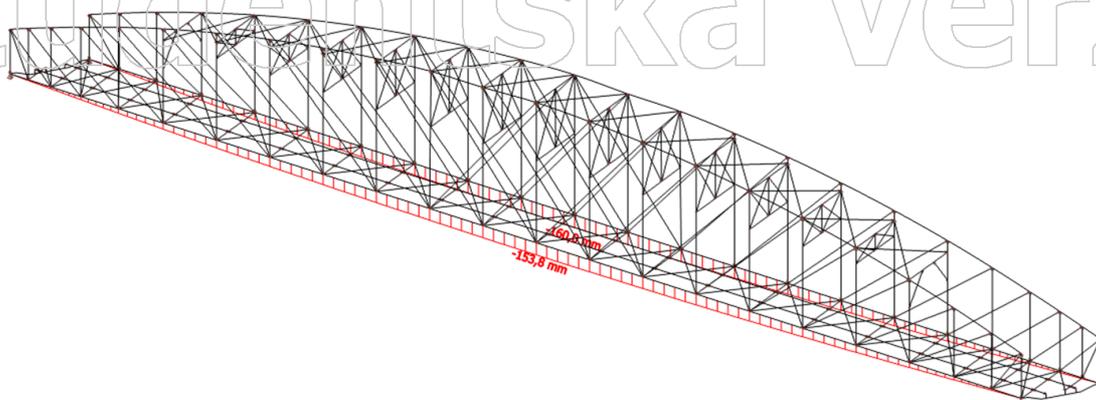
Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO9

Průřez : Dolní pás - Iiw (0; 0; 570; 10; 270; 20; 310)

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B53	0,495	CO9/53	<b>-42,4</b>	0,0	-3,7	5,3	7,5	0,0	42,6
B1	82,000	CO9/54	<b>43,5</b>	1,2	-10,8	-4,8	-7,0	-0,4	44,9
B53	54,155	CO9/55	-12,1	<b>-4,4</b>	-138,0	0,6	-1,8	0,0	138,6
B1	23,355	CO9/55	9,9	<b>4,2</b>	-133,5	0,3	2,9	0,1	133,9
B1	40,075	CO9/55	21,6	2,3	<b>-160,0</b>	-0,8	0,2	-0,2	161,5
B1	0,000	CO9/56	0,0	0,0	<b>0,0</b>	1,7	1,5	0,1	0,0
B53	83,500	CO9/53	0,0	0,0	0,0	<b>-5,5</b>	-6,9	-1,0	0,0
B53	2,475	CO9/55	-40,6	-0,3	-17,6	<b>5,8</b>	6,9	-0,1	44,3
B1	83,200	CO9/53	43,3	0,3	-2,2	-5,3	<b>-7,2</b>	-0,9	43,4
B1	0,000	CO9/57	0,0	0,0	0,0	5,6	<b>8,0</b>	0,5	0,0
B53	83,500	CO9/58	0,0	0,0	0,0	-5,3	-7,0	<b>-1,1</b>	0,0
B1	9,275	CO9/55	1,4	1,9	-67,3	3,0	6,3	<b>0,7</b>	67,3



### 30. Klíč kombinace

Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*1,67
2	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,67 +ZS11*0,90
3	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy*1,67 +ZS11*0,90
4	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50
5	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz*1,67 +ZS11*0,90
6	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz*1,67 +ZS11*0,90
7	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx*1,34 +ZS11*1,50
8	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx*1,67 +ZS11*0,90
9	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,67 +ZS11*0,90
10	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max My*1,67 +ZS11*0,90
11	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy*1,34 +ZS11*1,50

Jméno	Popis kombinací
12	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*1,67 +ZS11*0,90
13	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,67 +ZS11*0,90
14	ZS1*1,35 +ZS2*1,35
15	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz*1,67
16	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz*1,34 +ZS11*1,50
17	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,67
18	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max My*1,34 +ZS11*1,50
19	ZS1*1,35 +ZS2*1,35 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz*1,34
20	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*1,67 +ZS11*0,90
21	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,67
22	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*2,36 +ZS11*0,90
23	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*2,36 +ZS11*0,90
24	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*2,36 +ZS11*0,90
25	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz*2,36 +ZS11*0,90
26	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz*2,36 +ZS11*0,90
27	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*3,19 +ZS11*0,90
28	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max My*2,17 +ZS11*0,90
29	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS6*1,50 +ZS11*1,50
30	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS7*1,50
31	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS6*1,50 +ZS11*1,50
32	ZS1*1,35 +ZS2*1,35 +ZS6*1,50 +ZS11*0,90
33	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min N*1,67
34	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx*1,67
35	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx*1,34 +ZS11*1,50
36	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,67
37	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS3*1,16 +ZS11*1,50
38	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz*1,34 +ZS11*1,50
39	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67
40	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx*1,34 +ZS11*1,50
41	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx*1,67
42	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,34 +ZS11*1,50
43	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,67
44	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67 +ZS11*0,90
45	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,34 +ZS11*1,50
46	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,67
47	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz*1,34 +ZS11*1,50
48	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67
49	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,67
50	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,34 +ZS11*1,50
51	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50
52	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67 +ZS11*0,90
53	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz*1,05
54	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx*1,05
55	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,05
56	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,05
57	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max My*1,05
58	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy*1,05

### 31. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Celkový součet :	165552,9	3519,758	2,0489e+01

#### Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Svislice - 4LX (L(ARC)80x80x10; 10; 330)	S 235	48,8	346,925	16931,1	432,097	8080,0	2,0954e+00
Diagonála - 4Lc (L(ARC)80x80x10;	S 235	48,8	558,061	27235,2	695,067	8080,0	3,3707e+00

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
310; 170; 150; 10)							
Horní pás zavětrování - 4xLc (L(ARC)80x80x10; 300; 170; 140; 10)	S 235	48,8	61,767	3014,4	76,931	8080,0	3,7307e-01
Dolní pás zavětrování - 2LT (L(ARC)80x80x10; 10)	S 235	24,4	61,749	1506,8	38,455	8080,0	1,8648e-01
Diagonála příčné vazby zavětrování - HFLeq80x80x10	S 235	12,2	214,507	2618,9	66,712	8080,0	3,2412e-01
Svislice zavětrování - 2LX r (L(ARC)80x80x10; 10)	S 235	24,4	42,713	1042,3	26,600	8080,0	1,2899e-01
Diagonála brzděného ztužidla - 2LT (L(ARC)100x100x10; 0)	S 235	31,0	255,128	7915,9	147,796	8080,0	9,7969e-01
Krajní svislice - Obecný průřez	S 235	231,1	14,174	3275,4	52,727	8080,0	4,0538e-01
Diagonála podélné vazby zavětrování - HFLeq100x100x10	S 235	15,5	182,485	2823,6	71,169	8080,0	3,4946e-01
Horní pás - TTW (590; 20; 710; 10; 310)	S 235	206,8	170,595	35287,1	678,966	8080,0	4,3672e+00
Dolní pás - IIw (0; 0; 570; 10; 270; 20; 310)	S 235	176,1	167,000	29416,0	561,120	8080,0	3,6406e+00
Příčník Q.M 0-22 - Iwn (712; 10; 280; 25; 270; 13; 674; 0)	S 235	139,4	13,904	1938,0	34,817	8080,0	2,3985e-01
Příčník Q.M 1-23 - Iwn (372; 10; 180; 21; 170; 9; 342; 0)	S 235	70,5	4,254	300,1	6,057	8080,0	3,7135e-02
Příčník Q.M 2-22 - Iwn (862; 10; 200; 22; 190; 10; 830; 0)	S 235	118,0	9,500	1120,7	23,598	8080,0	1,3870e-01
Příčník Q.M 3-21 - Iwn (862; 10; 200; 24; 190; 12; 826; 0)	S 235	123,9	9,500	1177,5	23,598	8080,0	1,4573e-01
Příčník Q.M 4-20 - Iwn (862; 10; 220; 25; 210; 13; 824; 0)	S 235	133,1	9,500	1264,2	24,358	8080,0	1,5646e-01
Příčník Q.M 5-19 - Iwn (862; 10; 280; 22; 270; 10; 830; 0)	S 235	138,7	9,500	1317,2	26,638	8080,0	1,6302e-01
Příčník Q.M 6-18 - Q.M 12-12 - Iwn (862; 10; 280; 25; 270; 13; 824; 0)	S 235	151,5	61,750	9355,1	173,147	8080,0	1,1578e+00
Podélník 1 - Iwn (392; 10; 230; 22; 170; 8; 362; 0)	S 235	81,1	16,600	1346,6	25,962	8080,0	1,6666e-01
Podélník 2 - Iwn (392; 10; 230; 22; 190; 11; 359; 0)	S 235	86,8	12,400	1076,1	19,890	8080,0	1,3318e-01
Podélník 3 - Iwn (662; 10; 230; 22; 170; 9; 631; 0)	S 235	104,2	14,800	1542,6	31,139	8080,0	1,9092e-01
Podélník 4 - Iwn (662; 10; 230; 22; 190; 10; 630; 0)	S 235	107,1	123,200	13199,8	264,141	8080,0	1,6336e+00
Krajní horní pás zavětrování - Iwn (312; 10; 150; 21;	S 235	60,6	9,500	575,7	11,818	8080,0	7,1250e-02

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
170; 9; 282; 0) Diagonála příčné krajní vazby zavětrování - 2LT (L(ARC)80x80x10; 10)	S 235	24,4	11,169	272,5	6,955	8080,0	3,3729e-02

Studentská verze

Studentská verze

## 8 Posouzení prvků

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno dvacet dva skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, krajní svislice, diagonála, krajní horní pás zavětrování, střední horní pás zavětrování, dolní pás zavětrování, svislice zavětrování, diagonála příčné vazby zavětrování, diagonála podélné vazby zavětrování, krajní příčník Q.M 0-22, příčník Q.M 1-23, příčník Q.M 2-22, příčník Q.M 3-21, příčník Q.M 4-20, příčník Q.M 5-19, příčník Q.M 6-18 až Q.M 12-12, podélník L.P(L) 0-1 – 2-3, podélník L.P(L) 3-4, podélník L.P(L) 4-5, podélník L.P(L) 5-6 – L.P(L) 11-12 a diagonála brzdného ztužení). Z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden posudek jeho únosnosti.

### 8.1 Vzpěrné délky

*Horní pás hlavního nosníku (viz kapitola 8.2.1)*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,289 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 4,289$ m
Směr y-y:	85,297 m	–	$L_z = 17,475$ m

*Dolní pás hlavního nosníku*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,375 m, 4,400 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,375$ m, 4,400 m
Směr y-y:	2,375 m, 4,400 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,375$ m, 4,400 m

*Svislice*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	5,490 m	$k_y = 0,7$	$L_y = 3,843$ m
Směr y-y:	2,745 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,745$ m

*Krajní svislice*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,543 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 3,543$ m
Směr y-y:	3,543 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,543$ m

*Diagonála*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	13,330 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 13,330$ m
Směr y-y:	6,665 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 6,665$ m

*Krajní horní pás zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka

Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 4,750$ m
Směr y-y:	1,700 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,700$ m

*Střední horní pás zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 4,750$ m
Směr y-y:	2,375 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,375$ m

*Dolní pás zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 4,750$ m
Směr y-y:	2,375 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,375$ m

*Svislice zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,050 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 3,050$ m
Směr y-y:	3,050 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,050$ m

*Diagonála příčné vazby zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	1,933 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 1,933$ m
Směr y-y:	3,866 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,866$ m

*Diagonála podélné vazby zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	6,507 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 6,507$ m
Směr y-y:	3,254 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,254$ m

*Krajní příčník Q.M 0-22*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	5,812 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,906$ m
Směr y-y:	5,812 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 5,812$ m

*Příčník Q.M 1-23*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,127 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,064$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčník Q.M 2-22*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčník Q.M 3-21*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčník Q.M 4-20*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčník Q.M 5-19*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčník Q.M 6-18 – 12-12*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Podélník L.P(L) 0-1 – L.P(L) 2-3*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,475 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,238$ m
Směr y-y:	2,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,475$ m

*Podélník L.P(L) 3-4*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,100 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,550$ m
Směr y-y:	3,100 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,100$ m

*Podélník L.P(L) 4-5*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,700 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,750$ m
Směr y-y:	3,700 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,700$ m

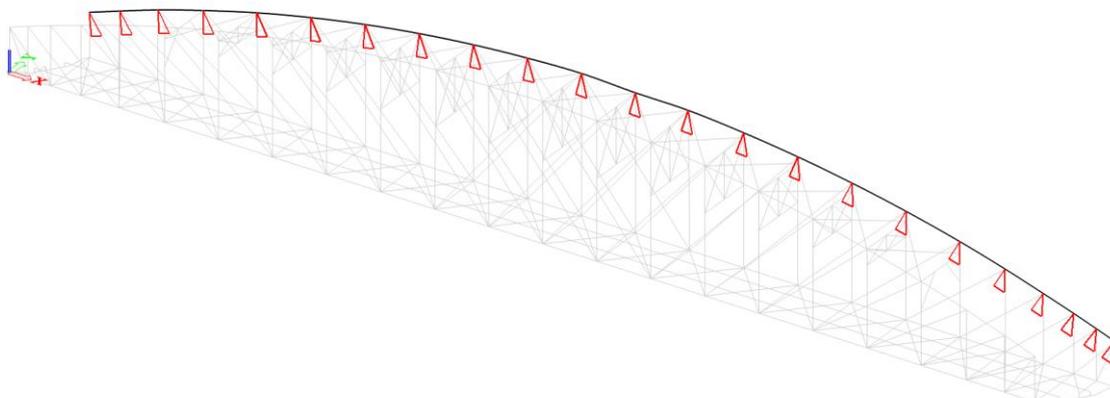
*Podélník L.P(L) 5-6 – L.P(L) 11-12*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,400 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,200$ m
Směr y-y:	4,400 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 4,400$ m

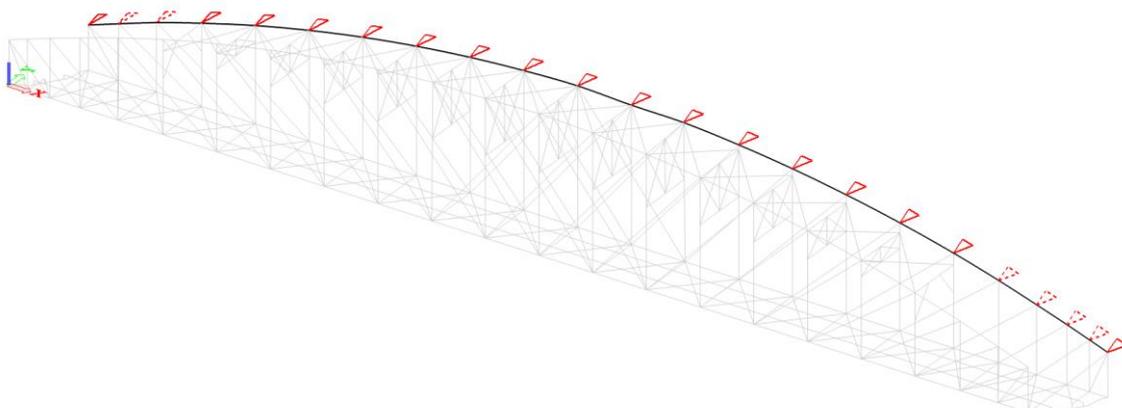
*Diagonála brzděného ztužení*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,836 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,836$ m

Směr y-y:	5,672 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 5,672$ m
-----------	---------	-------------	-----------------



Obrázek 8.1 Příklad vzpěrných délek zadaných do programu SCIA Engineer na horním páse levého hlavního nosníku ve směru vybočení prutu kolmo na y-y



Obrázek 8.2 Příklad vzpěrných délek zadaných do programu SCIA Engineer na horním páse levého hlavního nosníku ve směru vybočení prutu kolmo na z-z<sup>2</sup>

## 8.2 Stabilitní posouzení horního pásu příhradového nosníku

Stanovení vzpěrné délky pro ověření stability tlačného horního pásu příhradového nosníku se provede podle ČSN EN 1993-2 přílohy D. Ve výpočtu jsou ověřeny polorámy, které nejsou vyztuženy portálovým ztužidlem, včetně koncového polorámu. Příhradová konstrukce je bodově symetrická, proto jsou posouzeny polorámy 0-22 až 3-21.

Příčná tuhost polorámu  $C$  musí být větší než minimální příčná tuhost  $C_{min}$  vypočtená podle (8.1).

<sup>2</sup> Trojúhelníky zobrazené plně značí pevné uzly, trojúhelníky zobrazené čárkovaně značí vynechaný uzel.

$$C_{min} = \frac{3N_{Sd,max}}{\beta_m^2 s_{min}} \gamma_{M1} \quad (8.1)$$

kde

$$\chi_i = \frac{N_{Sd,i}}{A_i f_{yd}} \quad (8.2)$$

$$L_{z,max} = \lambda_{i,max} i_{z,i} \quad (8.3)$$

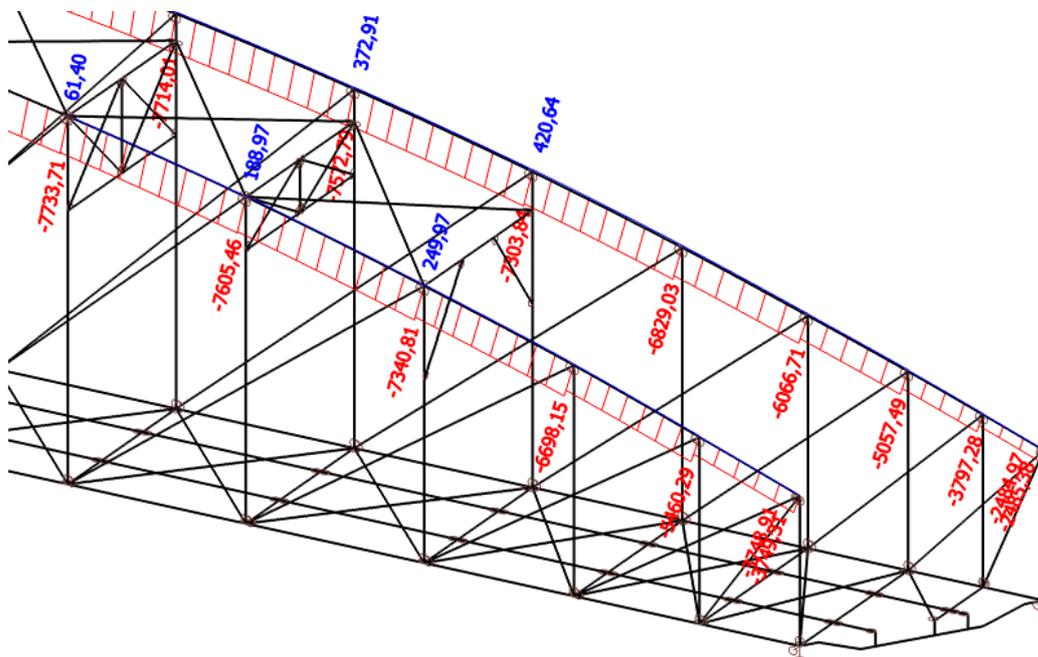
$$\beta_i = \frac{L_{z,max}}{s_i} \quad (8.4)$$

### 8.2.1 Stanovení součinitele vzpěru $\beta_i$ pro horní pás příhradového nosníku

Úsek	h [m]	$N_{Sd,i}$ [kN]	$\chi_i$	$\lambda_i$	$\bar{\lambda}_i$	$L_z$ [m]	$s_i$ [m]	$\beta_i$
0-22 až 3-21	3,543	3772,2	0,333	1,445	110,4 0	18,326	5,825	3,146
3-21 až 4-20	4,407	5763,5	0,527	1,021	78,00	12,949	3,100	4,177
4-20 až 5-19	5,447	6763,6	0,620	0,866	66,16	10,983	3,700	2,968

Tabulka 8.1 Výpočet součinitele vzpěru  $\beta_i$  horního pásu konstrukce K01

Síly  $N_{Sd}$  v horním páse příhradových nosníků použity pro výpočet součinitele vzpěru  $\beta_i$  jsou získány zprůměrováním normálových sil zobrazených na *Obrázek 8.3*.



Obrázek 8.3 Průběh normálových sil od návrhové kombinace pro zatížení hlavních nosníků

$$\beta_m = \frac{\sum \beta_i}{n} < 3,0$$

$$\beta_m = \frac{3,146 + 4,177 + 2,968}{3} = 3,430 > 3,0$$

$$\beta_m = 3,0$$

### 8.2.2 Výpočet tuhosti (pružného odporu) příčného polorámu C

Příčná tuhost polorámu se vypočte dle (8.5).

$$C = \frac{E}{\frac{h_v^3}{3I_v} + \frac{bh^2}{2I_p}} = \frac{E}{\frac{(h_{v1}+h_{v2})^3}{3I_v} + \frac{b_p \left(\frac{h_1+h_2}{2}\right)^2}{2I_p}} \quad (8.5)$$

- E [Pa] ..... Modul pružnosti oceli 210 GPa  
 $h_{v1}$  [m] .... vzdálenost těžiště výztuhy a těžiště levého horního pásu příhrady  
 $h_{v2}$  [m] .... vzdálenost těžiště výztuhy a těžiště pravého horního pásu příhrady  
 $h_1$  [m] ..... osová vzdálenost těžiště příčnicku a těžiště levého horního pásu příhrady  
 $h_2$  [m] ..... osová vzdálenost těžiště příčnicku a těžiště pravého horního pásu příhrady  
 $b_p$  [m] ..... délka příčnicku  
 $I_p$  [m<sup>4</sup>] ..... moment setrvačnosti příčnicku<sup>3</sup>  
 $I_v$  [m<sup>4</sup>] ..... průměr momentů setrvačnosti příslušných svislíc, diagonál a výztuh, které zajišťují tuhost v daném polorámu

Polorám	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$h_{v,1}$ [m]	$h_{v,2}$ [m]	$I_p$ [m <sup>4</sup> ]	C [Nmm]
0-22	3,543	3,543	2,891	2,891	1,72E-03	11410,3
2-22	3,543	4,699	2,891	4,047	1,98E-03	5056,5
3-21	4,407	5,490	3,755	4,838	2,19E-03	2381,8
4-20	5,477	6,442	4,825	5,790	2,37E-03	1384,7

Tabulka 8.2 Výpočet příčného odporu polorámů C konstrukce K01

Příčné polorámy musí splňovat podmínku  $C \leq C_{min}$ . Tuto podmínku splňují všechny polorámy.

Minimální příčná tuhost polorámu se vypočte podle výrazu (8.1).

$$C_{min} = \frac{3N_{sd,max}}{\beta_m^2 S_{min}} \gamma_{M1} = \frac{3 \cdot 6231,1}{3,0^2 \cdot 3,100} 1,15 = 770,5 \text{ Nmm}$$

Koncový polorám (polorám 0-22) musí splňovat podmínku

$$C = 11410,3 \text{ Nmm} \geq 8C_{min} = 8 \cdot 770,1 = 6164,1 \text{ Nmm}, \text{ která je splněna.}$$

Vzpěrná délka horního pásu příhradového nosníku je

$$L_{cr,z} = \beta_m s_i = 3,0 \cdot 5,825 = 17,475 \text{ m.}$$

<sup>3</sup> Momenty setrvačnosti jsou brány z reálných průřezů.

### 8.3 Posouzení složených členěných prutů s příhradovými spojkami

U složených členěných prutů lze zanedbat smykovou tuhost  $S_v$  a posoudit je na vzpěr jako jeden celistvý prut, pokud je splněna podmínka největší rozteče mezi spojkami  $< 15i_{\min}$ . Tato podmínka je splněna pouze u krajních svislíc, proto je posudek krajní svislíce proveden v programu SCIA Engineer a uveden v reportu. U ostatních prutů není tato podmínka splněna, proto jsou pruty posouzeny na vzpěr jako členěné pruty.

Únosnost členěných prutů pro vybočení kolmo na hmotnou osu (kolmo na z-z) se vypočte jako u tlačěných prutů stálého průřezu. Únosnost členěných prutů pro vybočení kolmo na nehmotnou osu (kolmo na y-y) se vypočte z výrazů

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.6)$$

$$N_{ch,Ed} = 0,5N_{Ed} + \frac{M_{Ed}h_0A_{ch}}{2I_{eff}} \quad (8.7)$$

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}e_0 + M_{Ed}^1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}} \quad (8.8)$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{eff}}{L_{cr}^2} \quad (8.9)$$

$$S_v = \frac{nEA_d h_0^2}{2d^3} \quad (8.10)$$

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} \quad (8.11)$$

#### 8.3.1 Posouzení svislíce S21' na vzpěr

Průřezové charakteristiky svislíce:

$$A \text{ [m}^2\text{]} = 6,04\text{E-}03$$

$$A_{ch} \text{ [m}^2\text{]} = 1,51\text{E-}03$$

$$C_{g,y} \text{ [mm]} = 85$$

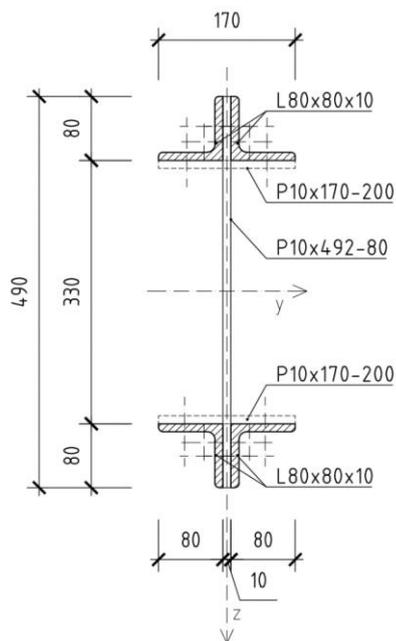
$$C_{g,z} \text{ [mm]} = 245$$

$$I_y \text{ [m}^4\text{]} = 2,18\text{E-}04$$

$$I_z \text{ [m}^4\text{]} = 8,36\text{E-}06$$

$$i_y \text{ [mm]} = 190$$

$$i_z \text{ [mm]} = 37$$



$$i_{\min} [\text{mm}] = 15,5$$

$$W_{el,y} [\text{m}^3] = 8,89\text{E-}04$$

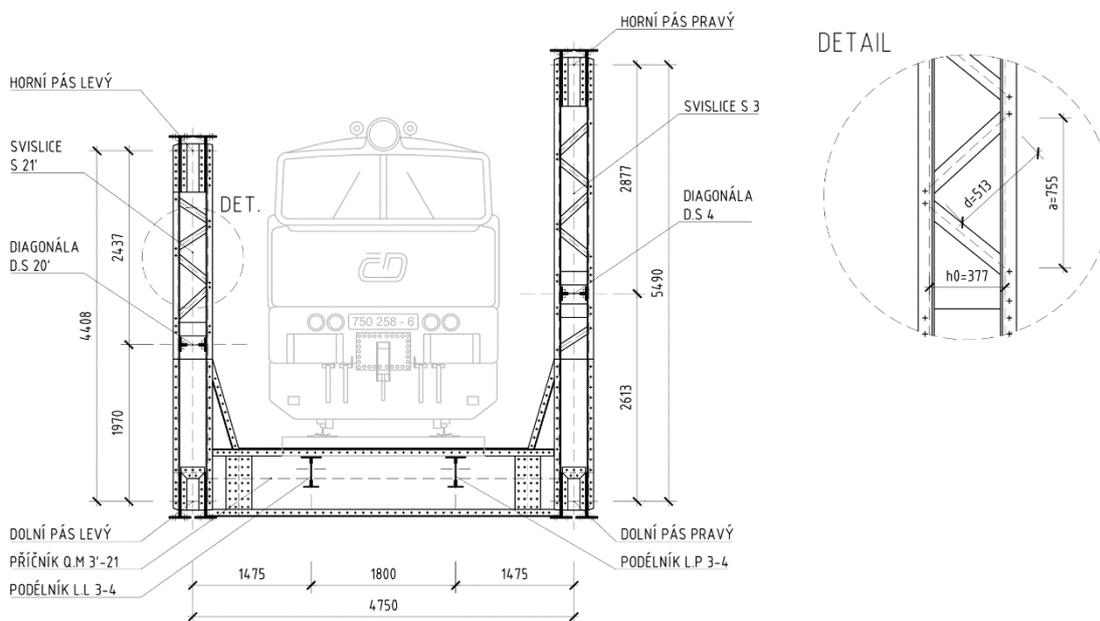
$$W_{el,z} [\text{m}^3] = 9,83\text{E-}05$$

$$I_t [\text{m}^4] = 1,53\text{E-}07$$

Obrázek 8.4 Průřez svislíce

Vzpěrná křivka pro y-y: c

Vzpěrná křivka pro z-z: c



Obrázek 8.5 Schéma řezu 3-21'

## Průřezové charakteristiky příhradové spojky P10x850-80

$$h \text{ [mm]} = 80$$

$$b \text{ [mm]} = 10$$

$$A_d \text{ [m}^2\text{]} = 0,0008$$

$$a \text{ [m]} = 0,755$$

$$h_0 \text{ [m]} = 0,377$$

$$d \text{ [m]} = 0,513$$

$$n \text{ [-]} = 1$$

*Vzpěr kolmo na osu y-y (kolmo na nehmotnou osu):*

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 1711,50$$

$$M_{ed,1} \text{ [kNm]} = 70,25$$

$$M_{Ed} \text{ [kNm]} = 89,27$$

$$L \text{ [m]} = 4,407$$

$$\beta \text{ [-]} = 0,70$$

$$L_{cr,y} \text{ [m]} = 3,085$$

$$I_{eff} \text{ [m}^4\text{]} = 4,29E-04$$

$$N_{cr,y} \text{ [kN]} = 9,35E+04$$

$$S_v \text{ [kN]} = 66766,2$$

$$e_0 \text{ [m]} = 0,01$$

$$N_{ch,Ed} \text{ [kN]} = \mathbf{915,53}$$

$$L_1 \text{ [m]} = 0,755$$

$$\lambda_y \text{ [-]} = 0,012$$

$$\lambda_1 \text{ [-]} = 93,900$$

$$\bar{\lambda}_y \text{ [-]} = 0,000$$

$$\Phi_y \text{ [-]} = 0,451$$

$$\chi_y \text{ [-]} = 1,109$$

$$N_{b,Rd} \text{ [kN]} = \mathbf{1574,46}$$

$$N_{ch,Ed}/N_{b,Rd} = 0,58 < 1,0 \quad \text{Vyhovuje}$$

*Vzpěr kolmo na osu z-z (kolmo na hmotnou osu):*

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 1712,66$$

$$L \text{ [m]} = 2,204$$

$$\beta \text{ [-]} = 1,00$$

$$L_{cr,z} \text{ [m]} = 2,204$$

$$\lambda_z \text{ [-]} = 59,554$$

$$\lambda_1 \text{ [-]} = 93,900$$

$$\bar{\lambda}_z \text{ [-]} = 0,634$$

$$\Phi_z \text{ [-]} = 0,808$$

$$\chi_z \text{ [-]} = 0,765$$

$$N_{b,Rd} \text{ [kN]} = 1086,39$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 1,58 > 1,0 \quad \text{Nevyhovuje}$$

### 8.3.2 Posouzení svislíce S8' na tah

Únosnost prutů na tah se vypočte z výrazů (8.12) a (8.13).

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.12)$$

$$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_0} \quad (8.13)$$

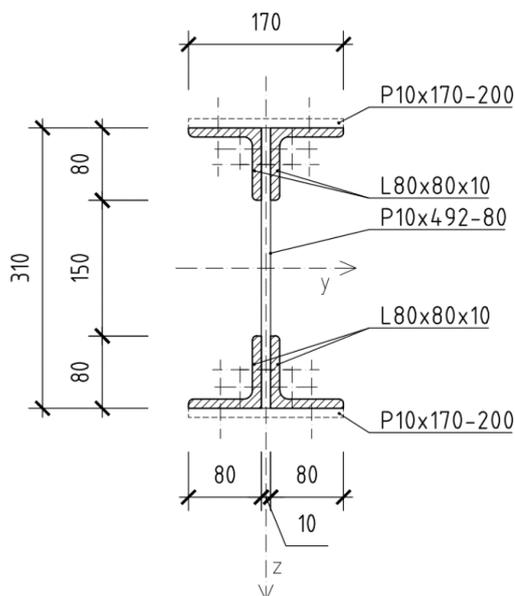
$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 587,17$$

$$N_{t,Rd} \text{ [kN]} = 1234,26$$

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,48 < 1,0 \quad \text{Vyhovuje}$$

### 8.3.3 Posouzení diagonály D.V 10' na vzpěr

Průřezové charakteristiky diagonály:



Obrázek 8.6 Průřez diagonály

$A$ [m <sup>2</sup> ]	=	6,04E-03
$A_{ch}$ [m <sup>2</sup> ]	=	1,51E-03
$C_{g,y}$ [mm]	=	85
$C_{g,z}$ [mm]	=	155
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	=	1,08E-04
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	=	8,36E-06
$i_y$ [mm]	=	134
$i_z$ [mm]	=	37
$i_{min}$ [mm]	=	15,5
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	=	6,98E-04
$W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	=	9,83E-05
$I_t$ [m <sup>4</sup> ]	=	3,07E-07

Vzpěrná křivka pro y-y: c

Vzpěrná křivka pro z-z: c

Průřezové charakteristiky příhradové spojky P10x850-80

$$h \text{ [mm]} = 80$$

$$b \text{ [mm]} = 10$$

$$A_d \text{ [m}^2\text{]} = 0,0008$$

$$a \text{ [m]} = 0,755$$

$$h_0 \text{ [m]} = 0,377$$

$$d \text{ [m]} = 0,513$$

$$n \text{ [-]} = 1$$

Vzpěr kolmo na osu y-y (kolmo na nehmotnou osu):

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 507,21$$

$$M_{Ed} \text{ [kNm]} = 9,43$$

$$M_{Ed} \text{ [kNm]} = 25,76$$

$$L \text{ [m]} = 13,330$$

$$\beta \text{ [-]} = 1,00$$

$$L_{cr,y} \text{ [m]} = 13,330$$

$$I_{eff} \text{ [m}^4\text{]} = 4,29E-04$$

$$N_{cr,y} \text{ [kN]} = 5,01E+03$$

$$S_v \text{ [kN]} = 66766,2$$

$$e_0 \text{ [m]} = 0,03$$

$$N_{ch,Ed} \text{ [kN]} = \mathbf{270,69}$$

$$L_1 \text{ [m]} = 0,755$$

$$\lambda_y \text{ [-]} = 48,710$$

$$\lambda_1 \text{ [-]} = 93,900$$

$$\bar{\lambda}_y \text{ [-]} = 0,519$$

$$\Phi_y \text{ [-]} = 0,713$$

$$\chi_y \text{ [-]} = 0,832$$

$$N_{b,Rd} \text{ [kN]} = \mathbf{1182,31}$$

$$N_{ch,Ed}/N_{b,Rd} = \mathbf{0,23 < 1,0} \quad \mathbf{Vyhovuje}$$

*Vzpěr kolmo na osu z-z (kolmo na hmotnou osu):*

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 507,21$$

$$L \text{ [m]} = 6,665$$

$$\beta \text{ [-]} = 1,00$$

$$L_{cr,z} \text{ [m]} = 6,665$$

$$\lambda_z \text{ [-]} = 180,135$$

$$\lambda_1 \text{ [-]} = 93,900$$

$$\bar{\lambda}_z \text{ [-]} = 1,918$$

$$\Phi_z \text{ [-]} = 2,761$$

$$\chi_z [-] = 0,211$$

$$N_{b,Rd} [\text{kN}] = 299,20$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 1,70 > 1,0 \quad \text{Nevyhovuje}$$

#### 8.3.4 Posouzení diagonály D.S 20 na tah

Únosnost prutů na tah se vypočte z výrazů (8.12) a (8.13).

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.12)$$

$$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_0} \quad (8.13)$$

$$N_{Ed} [\text{kN}] = 2797,03$$

$$N_{t,Rd} [\text{kN}] = 1234,26$$

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 2,27 > 1,0 \quad \text{Nevyhovuje}$$

## 8.4 Posouzení na únavu

Pro posouzení konstrukce na únavu jsou použity charakteristické hodnoty zatěžovacího Modelu 71, včetně dynamického součinitele  $\Phi_2$ .

Posouzení na únavu se provede podle ČSN EN 1993-2 podle vztahu (8.14).

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} \quad (8.14)$$

Účinky poškození od spektra rozkmitů pro  $N_c = 2 \times 10^6$  cyklů:  $\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\text{Počet cyklů } N_c = 2 \times 10^6$$

Výpočet rozkmitů napětí:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$$

Součinitel účinků poškození od dopravy  $\lambda_1 = 0,61$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.3, součinitel pro standardní kolejovou dopravu pro  $L = 80 \text{ m}$ )

Součinitel objemu dopravy  $\lambda_2 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.5, doprava za rok  $25 \times 10^6 \text{ t/kolej}$ )

Součinitel návrhové životnosti mostu  $\lambda_3 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.6, návrhová životnost mostu 100 roků)

Součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí  $\lambda_4 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.7)

Největší hodnota součinitele  $\lambda$  s uvážením meze únavy  $\lambda_{max} = 1,4$

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \leq \lambda_{max}$$

$$0,61 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \leq 1,4 \quad \text{Vyhovuje}$$

### 8.4.1 Přípoj příčnicku Q.M 1-23 k dolnímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO10 – charakteristická kombinace pro zatížení středních příčnicků.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -488,7 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -75,7 \text{ MPa}$

$$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-488,7 - (-75,7)| = 413,0 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 413,0 = 264,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 264,5 = 264,5 \text{ MPa} > \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \textbf{Nevyhovuje}$$

#### 8.4.2 Přípoj krajního příčnicku Q.M 0-22 k dolnímu pásu příhradového nosníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -92,2 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -10,3 \text{ MPa}$

$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-92,2 - (-10,3)| = 81,9 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 81,9 = 52,5 \text{ MPa}$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 52,5 = 52,5 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

#### 8.4.3 Přípoj podélníku 1 k příčnicku Q.M 1-23

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -280,9 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = 45,9 \text{ MPa}$

$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-280,9 - 45,9| = 326,8 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 326,8 = 209,3 \text{ MPa}$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 209,3 = 209,3 \text{ MPa} > \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \textbf{Nevyhovuje}$$

#### 8.4.4 Přípoj svislice S 1 k dolnímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -170,7 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -26,9 \text{ MPa}$

$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-170,7 - (-26,9)| = 143,8 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 143,8 = 92,1 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 92,1 = 92,1 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje}$$

#### 8.4.5 Přípoj diagonály D.S 20 k hornímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = 286,8 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = 57,5 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 286,8 - 57,5 = 229,3 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 229,3 = 146,9 \text{ MPa}$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 146,9 = 146,9 \text{ MPa} > \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Nevyhovuje}$$

### 8.5 Vyhodnocení vybraných prvků

Profily jednotlivých průřezů ve většině případů nevyhoví na nároky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou. Do výpočtu nejsou zavedeny odstupňování pásnic horního a dolního pásu hlavního nosníku a lokální zesílení prutů, které jsou zřejmé z fotografické dokumentace.

### 8.6 Spoje

Spojení veškerých prvků je provedeno pomocí nýtů. Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a že zajistí přenos sil ve spojích. Počty a rozměry nýtů a provedení nýtovaných spojů není známo, proto není v této práci uvedeno jejich posouzení.

### 8.7 Ložiska

Schéma ložisek zobrazuje *Obrázek 8.7*.

Technické parametry ocelolitinových ložisek konstrukce K01 nejsou známy. Ložiska ocelolitinová mají normalizovanou únosnost ve svislém směru 5050 kN, přípustná velikost podélné vodorovné síly je stanovena do 580 kN. Vypočtené podporové reakce jsou zobrazeny v *Tabulka 8.3 Maximální podporové reakce*. Vypočtené reakce ve vodorovném směru  $R_x$  a  $R_y$  mnohonásobně přesahují únosnost použitých ložisek, tyto vodorovné síly jsou ovšem pouze teoretické za předpokladu zajištění nulových vodorovných posunů na ložiskách, které nemohou být nikdy dodrženy. Pro získání skutečných sil působících na ložisko by bylo nutné vnést do výpočtu možné vodorovné

posuny, které sníží vzniklé vodorovné reakce a tím i namáhání ložisek.

Podpora	Zatěžovací stav	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]
Sn2/N1	CO2/40	<b>-4203,67</b>	-1051,28	1474,44
Sn1/N48	CO2/35	<b>4203,67</b>	1701,78	2724,79
Sn3/N47	CO2/49	0,00	<b>-2756,15</b>	3200,15
Sn3/N47	CO2/50	0,00	<b>2740,25</b>	1346,21
Sn1/N48	CO1/30	-1338,39	1740,99	<b>-134,15</b>
Sn2/N1	CO2/44	1871,37	-1524,46	<b>5162,46</b>

Tabulka 8.3 Maximální podporové reakce

Při kombinaci CO1/30 převažuje zatížení větrem (zatěžovací stav ZS7) nad vlastní tíhou konstrukce (součet zatěžovacích stavů ZS1 a ZS2) a dochází k nadzvedávání ložisek L1 a L3. Klíč ke kombinaci CO1/30 udává vztah (8.15).

$$\text{CO1/30} \quad \quad \quad ZS1 \cdot 1,0 + ZS2 \cdot 1,0 + ZS7 \cdot 1,5 \quad \quad \quad (8.15)$$



Obrázek 8.7 Schéma ložisek

### 8.8 Mezní stav použitelnosti konstrukce K01

Maximální průhyb konstrukce K01 je 159,1 mm, což odpovídá přibližně  $\frac{1}{520}$  rozpětí konstrukce. Vypočtený průhyb vypovídá o velké tuhosti konstrukce. Hmotnost konstrukce je 165,5 tun.

## 9 Závěr

Konstrukce ve většině případů nevyhoví na nároky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou.

Souhrnné zatížení skutečných vlaků jezdících po trati Dobříš – odb. Skochovice je max. 220 tun (uvažováno se zatížením od čtyř vagónů s ložnou hmotností vozu 54 tun pro kategorii C), souhrnné zatížení uvedené výše zmíněnou normou je na dané rozpětí mostu 715 tun, což je více než trojnásobné.

Pro podrobnější přepoččet konstrukce by bylo nutné ověřit přesné rozměry profilů, oslabení prutů koroze, odstupňování průřezu, stav a polohu nýtů, stav ložisek a další. Ve výpočtu jsou použity profily prutů podle dostupných podkladů, které neuvažují s korozním oslabením a odstupňováním průřezů.

V další části práce je pro konstrukci K01 vypracován návrh oponující stávající historické konstrukci s využitím moderní obloukové konstrukce, tzv. Langrova trámu. V závěru kapitoly *VARIANTNÍ NÁVRH NOSNÉ KONSTRUKCE K01* je provedeno srovnání výsledků stávající nýtované příhradové konstrukce a výsledků nově navržené konstrukce.

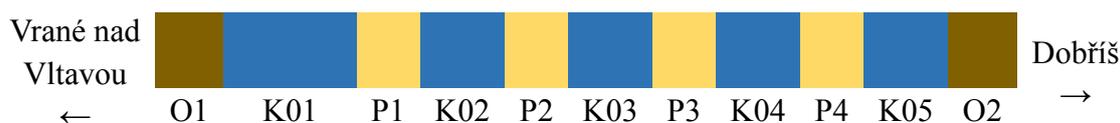
## Konstrukce K04

### 1 Údaje o konstrukci

#### 1.1 Identifikační údaje mostu

Trať	Praha Modřany – Vrané nad Vltavou, TÚ 1721
Objekt	Most ČD na km 29,219
Název objektu	Skochovický most, Měchenický most
Místo objektu	Vrané nad Vltavou
Okres	Praha-Západ
Kraj	Středočeský
Správce mostu	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
Přemostěná překážka	Vodní tok řeka Vltava, Silnice II/102

#### 1.2 Schéma mostního objektu<sup>4</sup>



O1	Opěra O1 na straně u Skochovic
K01	Konstrukce K01 – rozpětí pole 83,50 m
P1	Pilíř P1
K02	Konstrukce K02 – rozpětí pole 36,69 m
P2	Pilíř P2
K03	Konstrukce K03 – rozpětí pole 37,26 m
P3	Pilíř P3
K04	Konstrukce K04 – rozpětí pole 37,30 m
P4	Pilíř P4
K05	Konstrukce K05 – rozpětí pole 12,90 m
O2	Opěra O2 na straně u Měchenic

#### 1.3 Technické řešení

Konstrukce K04 je řešena jako prostě uložená konstrukce s šikmým uložením a rozpětím 37,30 m. Hlavní nosníky jsou přímopásové příhradové. Mostovka je prvková. Uložení koleje je na dřevěných mostnicích. Nosná konstrukce je uložena na čtyřech litých vahadlových ložiskách, dvou pevných a dvou pohyblivých se třemi válci. Pevná ložiska

<sup>4</sup> Číslování konstrukce je opačně proti staničení tratě.

jsou uložena na kamenném pilíři P3 z řádkového zdiva, pohyblivá na kamenném pilíři P4 z řádkového zdiva.

#### 1.4 Hlavní údaje o konstrukci

Traťová třída	C3
Traťová rychlost	60 km/h
Rychlost na mostě	60 km/h
Směrové poměry	trať v pravém oblouku
Sklonové poměry	nezjištěny
Materiál	11 378-Fe 360 (S235 J0), 11 375-Fe 360C (S235 JR)
Úhel křížení	36°58''
Rozpětí pole	37,300 m
Délka nosné konstrukce	37,700 m
Šířka nosné konstrukce	5,670 m

#### 1.5 Popis konstrukce

##### 1.5.1 Nosná konstrukce K04

Nosná konstrukce K04 je ocelová přímopásová příhradová konstrukce s dolní prvkovou mostovkou. Rozpětí mostu je 37,30 m, osová vzdálenost hlavních nosníků je 5,30 m. Výška hlavního nosníku je 3,61 m.

Horní pás hlavního nosníku je nýtovaný T profil z plechů P12x370 a P20x635 spojenými dvěma úhelníky L140x90x13 a nýty v osově vzdálenosti přibližně 150 mm.

Dolní pás je nýtovaný T profil z plechů P12x370 a P20x490 spojenými dvěma úhelníky L140x90x13 a nýty v osově vzdálenosti přibližně 150 mm. V místech připojení příčníků a svislic k dolnímu pásu jsou provedeny příčné výztuhy připojené ke stojině dolního pásu pomocí L-úhelníků a nýtů. Příčné výztuhy zajišťují tuhost spoje polorámu mezi svislicí, dolním pásem a příčником. Konstrukční spoje příčné výztuhy a příčniku jsou provedeny každý pomocí dvou přiložených plechů P8x340-620 přinýtovaných ke stojině příčniku.

Svislice jsou nýtované složené členěné pruty ze dvou úhelníků L80x10 spojenými rámovými spojkami P10x202-80. Krajiní svislice je nýtovaný členěný prut ze čtyř úhelníků L80x10 spojenými rámovými spojkami P10x202-80 a P42x170-80.

Diagonály jsou nýtované složené členěné pruty ze dvou úhelníků L80x10 spojenými rámovými spojkami P42x80-80.

Krajiní příčníky jsou nýtované ve tvaru I složené z plechů P11x280 (horní pásnice) a P10x800 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou úhelníků L110x12. Dolní pásnice je ze dvou úhelníků L110x12 připojenými nýty ke stojině příčníků. Při rekonstrukci z let 1998-2001 byla horní pásnice vyztužena profilem U350 (taktéž zavedeno do výpočtu).

Střední příčníky jsou nýtované ve tvaru I složené z plechů P12x320 (horní pásnice)

a P10x820 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou úhelníků L150x100x14. Dolní pásnice je ze dvou úhelníků L150x100x14 připojenými nýty ke stojině příčnicků.

Podélníky jsou nýtované ve tvaru I složené z plechů P15x190 (horní pásnice) a P10x520 (stojina), spojenými nýty pomocí dvou úhelníků L100x10. Dolní pásnice je ze dvou úhelníků L100x10 připojenými nýty ke stojině příčnicků.

Diagonála brzdného ztužidla je utvořena dvěma úhelníky L80x80x8 a plechů P12x200 a P10x170. Diagonály jsou připojeny k pásnici dolního pásu hlavního nosníku pomocí nýtů.

#### *1.5.2 Ložiska*

Ložiska na pilíři P3 jsou ocelolitinová vahadlová jednosměrně pohyblivá se třemi válci. Ložiska na pilíři P4 jsou ocelolitinová vahadlová pevná. Rozměry a technické údaje ložisek nejsou známy.

#### *1.5.3 Spodní stavba*

Pilíř P3 tvoří žulové řádkové zdivo. Výška opěry je 11,47 m od úložného prahu k temenu kesonu, kolmá šířka opěry je 12,50 m, tloušťka je 2,25 m. Závěrná zídka je šikmá. Založení je dle archivních dokumentů na kesonu do skalního podloží. Pilíř P4 je taktéž kamenný z žulového řádkového zdiva. Výška pilíře je 10,30 m od úložného prahu k základovému ústupku, šířka pilíře je 12,30 m, tloušťka je 2,15 m. Založení je plošné na skalní podloží (PONTEX s.r.o., 1995).

#### *1.5.4 Železniční svršek*

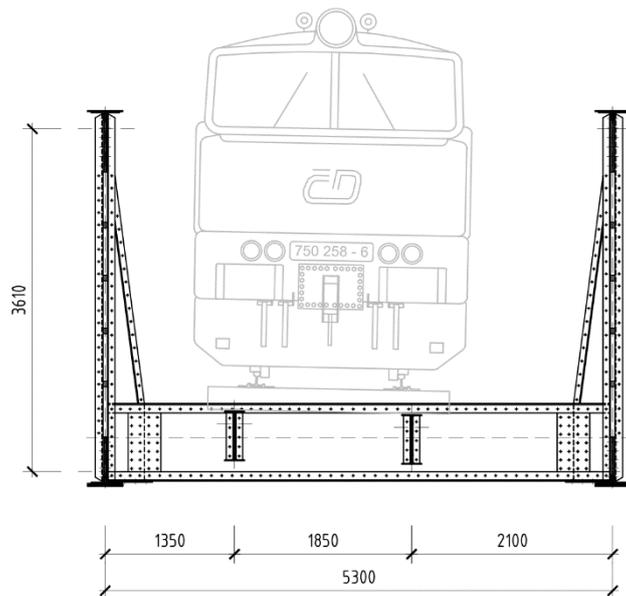
Kolejnice S49 (49E1) jsou uloženy na žebrových podkladnicích na dřevěné mostnice o rozměrech 250x270x2150 mm se světlostí 290 – 340 mm. Pojistné úhelníky ve vzdálenosti 180 mm od pojižděné hrany kolejnice.

#### *1.5.5 Mostní vybavení*

Podlahy jsou z ocelových rýhovaných plechů tloušťky 5 mm. Zábradlí je z ocelové pásoviny nýtované ke svislicím hlavního nosníku.

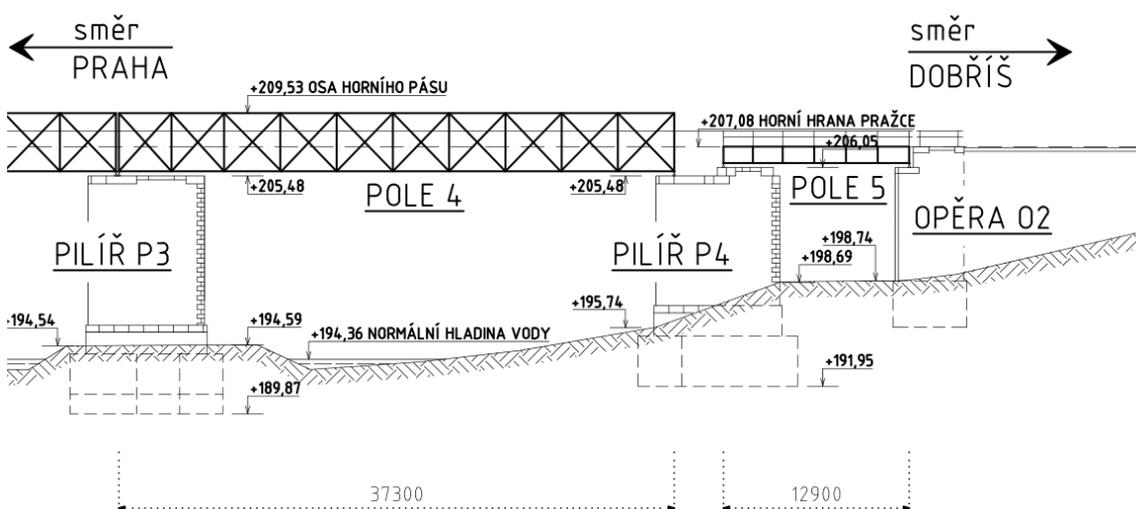
## 2 Dispoziční řešení

Konstrukce K04 je tvořena přímopásovými příhradovými hlavními nosníky s dolní prvkovou mostovkou tvořenou příčníky a podélníky. Podélně je konstrukce ztužena brzdovým ztužidlem v rovině dolních pásnic hlavních nosníků.

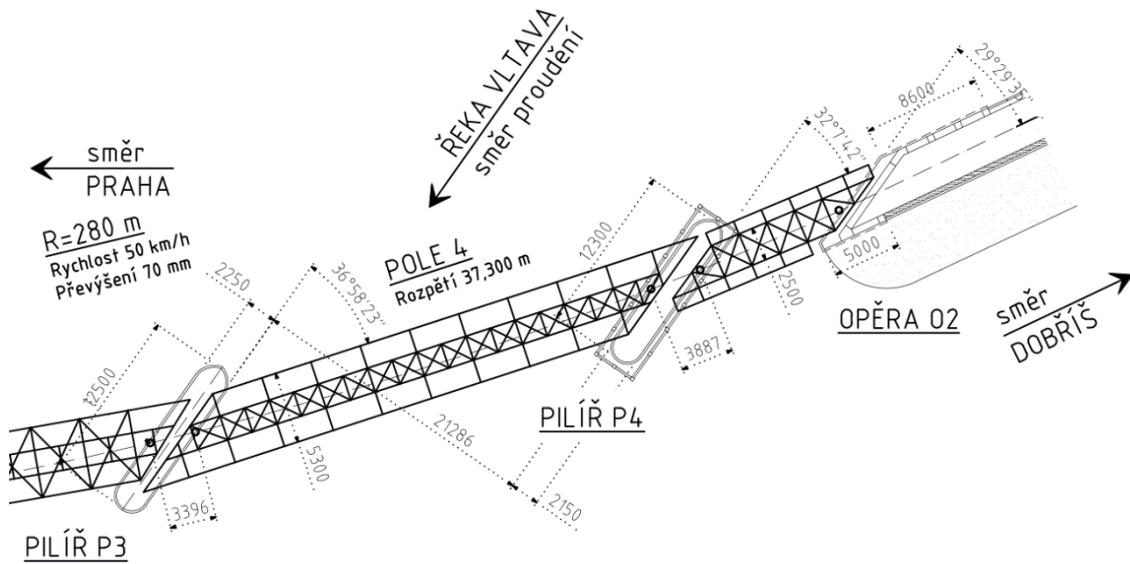


Obrázek 2.1 Řez 6-6' – řez ve středu rozpětí

TRAŤ DOBŘÍŠ–MODŘANY  
km 29,319



Obrázek 2.2 Pohled na konstrukci K04 a K05



Obrázek 2.3 Půdorys konstrukce K04 a K05

### 3 Zatěžovací model

Konstrukce je vymodelována v programu SCIA Engineering. Konstrukce je vytvořena jako prostorový model, který vystihuje konstrukčně a materiálově co nejpřesněji reálnou konstrukci. Všechny pruty jsou modelovány jako 1D prvky.

#### 3.1 Značení jednotlivých prutů

Hlavní nosník:	P.H – horní pás P.D – dolní pás D.V – diagonála vzestupná D.S – diagonála sestupná S – svislice
Podélníky:	L.P – podélník pravý L.L – podélník levý
Příčnický:	Q.M – příčník mostovky Q.P – příčka podélníků
Ztužení podélníků:	L.DV, L.DS – diagonály ztužení podélníků
Brzdné ztužidlo:	bzD.V – diagonála vzestupná bzD.S – diagonála sestupná

Tabulka 3.1 Značení jednotlivých prutů

#### 3.2 Popis výpočtového modelu

Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a tudíž zajistí přenos sil ve spojích.

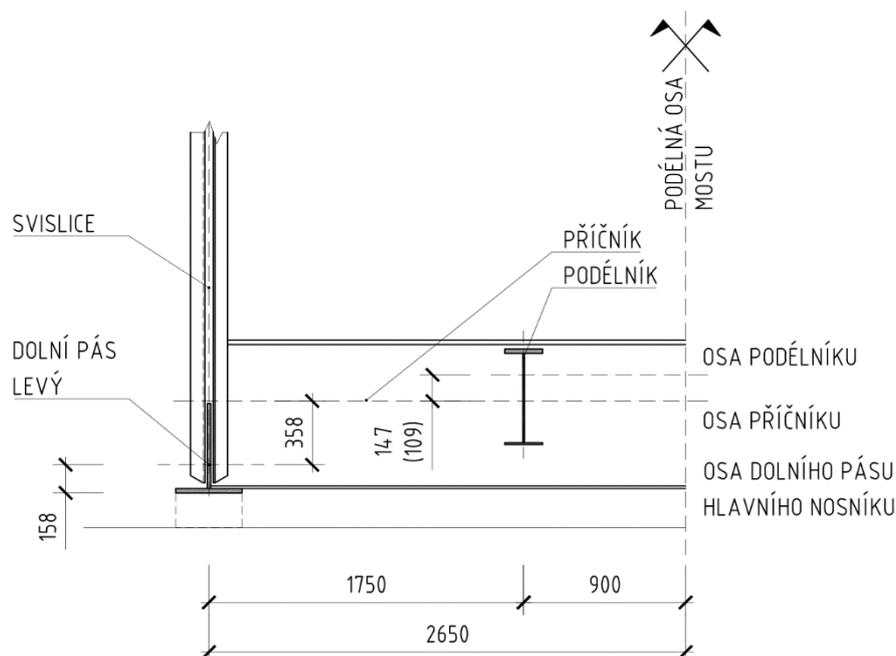
Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované přímopásové nosníky o rozpětí 37,30 m v osové vzdálenosti 5,30 m. Soustava příhrady je složená s počtem příhrad 10 s délkou 3,534 m a 3,779 m. Osová výška hlavního nosníku 3,61 m. Šikmost nosné konstrukce je levá  $36^{\circ}58'$ .

Horní a dolní pás jsou tvořeny T profilem. Svislice jsou členěné pruty ze dvou L-úhelníků, ve směru lokální osy prutu y rámově a ve směru lokální osy prutu z kloubově připojených k hornímu a dolnímu pásu. Diagonály tažené jsou členěné pruty ze dvou pásových profilů, diagonály tlačené jsou členěné pruty ze dvou L-úhelníků. V bodech styku mezi diagonálou a svislicí jsou pruty propojeny rámově.

Příčnický jsou modelovány jako I profily připojené v obou směrech lokálních os prutu rámově k dolnímu pásu hlavního nosníku s proměnnou excentricitou (průřezy krajních příčnicků a příčnicků v poli jsou různé). Krajní příčník je zapuštěný (z důvodu uložení podélníků na šikmý příčník), to je v modelu vytvořeno prutem s lomenou střednicí. Rozdíl excentricit je 348 mm.

Podélníky jsou připojeny k příčnicům ve směru lokální osy prutu y kloubově a ve směru lokální osy prutu z rámově.

Pruty brzdného ztužidla jsou modelovány jako pruty v obou směrech lokálních os kloubově připojené k dolnímu pásu hlavního nosníku.



Obrázek 3.1 Geometrický model – excentricity prutů mostovky (Řez 6-6')

### 3.3 Materiál konstrukce

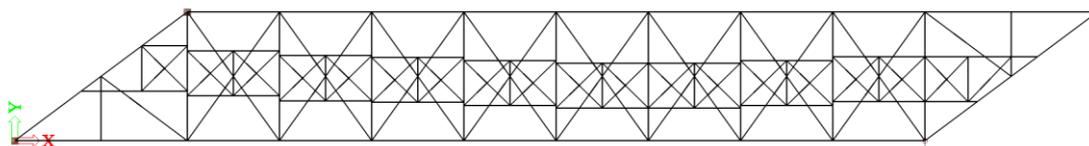
Stávající konstrukce je vyrobena z oceli dřívějšího označení 11 378-Fe 360 a 11 378-Fe 360C, což odpovídá materiálu dle značení EN 10025-2:2004 oceli S235 J0 a S235 JR. Objemová hmotnost je navýšena na  $8080 \text{ kg/m}^3$  kvůli navýšení hmotnosti o nýty.

### 3.4 Modelování zatížení modelem 71

Zatížení vlakem na konstrukci reprezentovaným modelem 71 se přenáší z mostnic na podélníky. Tato skutečnost je dodržena i ve výpočtovém modelu, kde je zatížení  $q_{v1}$  resp.  $q_{v2}$  a  $Q_{v1}$  resp.  $Q_{v2}$  roznášeno na podélníky v jejich osové vzdálenosti 1,80 m.

Osa koleje se v oblasti konstrukce K04 nachází v půdorysném oblouku. Tomu je přizpůsobena i poloha podélníků na konstrukci a tudíž i v modelu, které zjednodušeně kopírují půdorysný oblouk koleje (viz. Obrázek 3.2).

Lokální účinky koncentrace napětí způsobené bodovým zatížením modelu 71 na podélníky jsou zanedbány. Hodnoty zatížení modelu 71 jsou podrobně popsány v kapitole 4.1.8 Model 71.



*Obrázek 3.2 Poloha podélníků*

## 4 Zatížení

### 4.1 Zatěžovací stavy

- ZS1: Vlastní tíha  
 ZS2: Ostatní stálé zatížení  
 ZS3: Brzdné síly  
 ZS4: Rozjezdové síly  
 ZS5: Nezatížený vlak  
 ZS6, ZS7, ZS9, ZS10: Vítr  
 ZS11: Teplota  
 LM71, Boční ráz – pohyblivé zatížení

#### 4.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je generována programem SCIA Engineer na základě zadaných průřezů a materiálových charakteristik jako proměnné spojité zatížení (vliv proměnné výšky hlavních nosníků pole 1). Pro zatížení vlastní tíhou (a ostatním stálým zatížením) platí dle ČSN EN 1991-1-1 objemová hmotnost oceli  $80,8 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.2 Ostatní stálé zatížení

Železniční svršek (kolejnice, podkladnice s přípojovacími prvky, podlahové plechy na mostnicích, pojistné úhelníky). Do výpočtu zavedeno jako rovnoměrné spojité zatížení o charakteristické hodnotě  $g_{1k} = 3,0 \text{ kNm}^{-1}$  působící na podélníky.

#### 4.1.3 Brzdné síly

Brzdné síly působí taktéž v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} = 20 \cdot 37,3 = 746 \text{ kN} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1bk} = 746 \text{ kN}$$

#### 4.1.4 Rozjezdové síly

Rozjezdové síly působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} \leq 1\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} = 33 \cdot 37,3 = 1231 \text{ kN} \geq 1\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1ak} = 1000 \text{ kN}$$

#### 4.1.5 Nezatížený vlak

Zatížení ověřuje stabilitu konstrukce při příčném zatížení větrem. Model je tvořen svislým rovnoměrným zatížením s charakteristickou hodnotou  $10 \text{ kNm}^{-1}$ , jehož účinky jsou rozděleny na dvě části ( $2 \times 5 \text{ kNm}^{-1}$ ), kterými jsou zatíženy podélníky.

#### 4.1.6 Větr

Most se nachází mezi Měchenicemi a Skochovicemi, jedná se o větrnou oblast II. Zatížení větrem je uvažováno ve směru kolmém k podélné ose mostu a ve směru rovnoběžném dle ČSN EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru:  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Součinitel směru větru:  $c_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období:  $c_{season} = 1,0$

Součinitel ortografie:  $c_o = 1,0$

Výška konstrukce mostu nad terénem:  $z = 15,85 \text{ m}$

Délka konstrukce ve směru y:  $L = 37,30 \text{ m}$

Šířka konstrukce ve směru x:  $b = 5,67 \text{ m}$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu:  $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,391 \text{ kNm}^{-2}$$

Parametr drsnosti terénu:  $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu:  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{15,85}{0,3}\right) = 0,853$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,853 \cdot 1,0 \cdot 25 = 21,32 \text{ ms}^{-1}$$

Intenzita turbulence  $I_v(z)$ :

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{15,85}{0,3}\right)} = 0,252$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,252] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 21,32^2$$

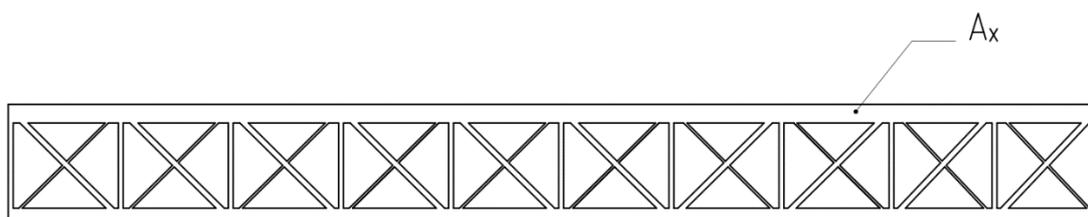
$$= 0,785 \text{ kNm}^{-2}$$

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,785}{0,391} = 2,01$$

Zatížení ve směru  $x$  (směr kolmý na podélnou osu mostu):

Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů do čelní plochy:  $A_x = 81,76 \text{ m}^2$

Plocha ohraničená okraji čelní plochy, promítnutá kolmo k čelní ploše:  $A_{c,x} = 147,00 \text{ m}^2$



Obrázek 4.1 Součet průmětů ploch prutů a čelní plochy  $A_x$



Obrázek 4.2 Plocha ohraničená okraji čelní plochy  $A_{c,x}$

Součinitel plnosti:

$$\varphi_x = \frac{A_x}{A_{c,x}} = \frac{81,76}{147,00} = 0,556$$

Efektivní štíhlost:

$$\lambda = 1,4 \cdot \frac{L}{b} = 1,4 \cdot \frac{37,3}{5,67} = 9,21$$

$\psi_\lambda = 0,91$  (odečteno z obrázku 7.36 v ČSN EN 1991-1-4)

$c_{f,0} = 1,95$  (odečteno z obrázku 7.34 v ČSN EN 1991-1-4)

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,x} = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 1,95 \cdot 0,91 = 1,77$$

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,x} = 2,01 \cdot 1,77 = 3,56$

$$A_{ref,x} = A = 81,76 \text{ m}^2$$

Síly ve směru  $x$ :

$$F_{w,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,56 \cdot 81,76 = 113,70 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na horní pás:  $q_{w,x} = 0,900 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení větrem na dolní pás:  $q_{w,x} = 1,189 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení větrem na diagonály:  $q_{w,x} = 0,278 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení větrem na svislice:  $q_{w,x} = 0,278 \text{ kNm}^{-1}$

Zatížení ve směru y (směr rovnoběžný s podélnou osou mostu):

Neuvažuje se (má minimální vliv na konstrukci K04).

Zatížení ve směru z (směr kolmý na podélnou osu mostu):

Průmět plochy:  $A_y = L \cdot b = 37,3 \cdot 5,67 = 211,49 \text{ m}^2$



Obrázek 4.3 Průmět plochy  $A_z$

$c_{f,z} = 0,9$  (ČSN EN 1991-1-4 Poznámka 1 v 8.3.3)

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,z} = 2,01 \cdot 0,9 = 1,81$

$A_{ref,z} = A_z = 211,49 \text{ m}^2$

Síly ve směru z:

$$F_{w,z} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 1,81 \cdot 211,49 = 149,53 \text{ kN}$$

#### 4.1.7 Teplota

Ocelová nosná konstrukce – ocelový příhradový nebo plnostěnný nosník – 1. typ, lokalita Středočeský kraj. Upínací teplota je  $10^\circ\text{C}$ . Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrnou změnou teploty. Minimální a maximální hodnoty jsou dle Národní přílohy ČSN EN 1991-1-5.

$$T_{min} = -32^\circ\text{C}$$

$$T_{min} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = T_{min} - 3^\circ\text{C} = -32 - 3 = -35^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 16^\circ\text{C} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (-35) = 45^\circ\text{C} \text{ (prodloužení konstrukce)}$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} \text{ (zkrácení konstrukce)}$$

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = 56 - (-35) = 91^\circ\text{C}$$

#### 4.1.8 Model 71

Pro železniční mosty platí dle ČSN EN 1991-2 zatížení modelem LM 71, který se na konstrukci umístí tak, aby vyvolal co nejnepříznivější účinky, přičemž se odlehčující účinky zatížení zanedbávají. Charakteristická hodnota je přenásobena součinitelem  $\alpha = 1,10$  (součinitel stanoven dle národní přílohy pro trať třetí třídy).

$$q_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje  $e$ :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} = \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

#### 4.1.9 Boční ráz

Boční ráz je v normě stanoven charakteristickou hodnotou  $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$  a uvažuje se jako osamělá síla působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Hodnota se násobí součinitelem  $\alpha = 1,10$ . Zatěžovací stav se vždy kombinuje se svislým zatížením od dopravy.

## 4.2 Skupiny zatížení

Pro návrh železničního mostu jsou ve výpočtu použity následující skupiny zatížení:

- Stálé
- LM71 – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr11
- Nezatížený vlak – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr15
- Boční ráz – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr14
- Brzdná a rozjezdová síla – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr13
- Vítr – zatížení větrem
- Teplota – teplotní zatížení konstrukce

## 5 Vnitřní síly v prutech

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno devět skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, tlačena diagonála, tažená diagonála, krajní příčník, střední příčník, podélník a diagonála brzdného ztužení) a z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden výpočet.

### 5.1 Dynamické účinky provozního zatížení

Pro standardně udržovanou kolej se dle ČSN EN 1991-2 použije výpočet pro dynamický součinitel  $\Phi_3$  (5.1).

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 \quad (5.1)$$

kde  $L_\phi$  je „náhradní“ délka daného prvku [m].

Prvek	Náhradní délka $L_\phi$	Dynamický součinitel $\Phi_3$
Hlavní nosník	37,30 m	1,10
Příčník v poli	2*5,3 = 10,6 m	1,44
Příčník na okraji	3,60 m	2,00
Podélník	3*3,78 = 11,34 m	1,41
Ložiska	37,3 m	1,10

Tabulka 5.1 Hodnoty dynamického součinitele pro zatížení železniční dopravou dle ČSN EN 1991-2.

## 6 Kombinace vnitřních sil

Kombinace vnitřních sil získaných ze zatížení konstrukce podle zatěžovacích stavů jsou provedeny dle ČSN EN 1990 rovnicemi 6.10a a 6.10b a dle ČSN EN 1991-2.

$$(6.10a) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \zeta_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Proměnná zatížení $Q_d$	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabulka 6.1 Návrhové hodnoty zatížení v kombinaci zatížení

$$\zeta = 0,85$$

### 6.1 Kombinace stálých zatížení

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu konstrukce a ostatní stálá zatížení je dle ČSN EN 1990  $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$  a  $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ .

### 6.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy

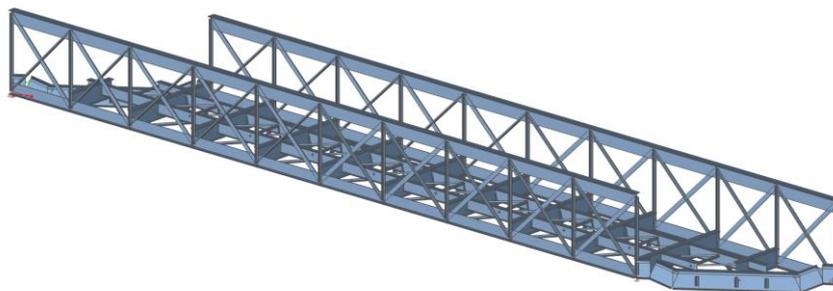
Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy je podle ČSN EN 1991-2 tab. 6.11  $\gamma_F = 1,45$ .

### 6.3 Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení

Součinitel zatížení pro zatížení větrem a zatížení teplotou  $\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivé účinky a  $\gamma_Q = 0$  pro příznivé účinky zatížení.

## 7 Statický výpočet

Statický výpočet je proveden v programu SCIA Engineer, který je shrnut do následujícího reportu (38 stran).



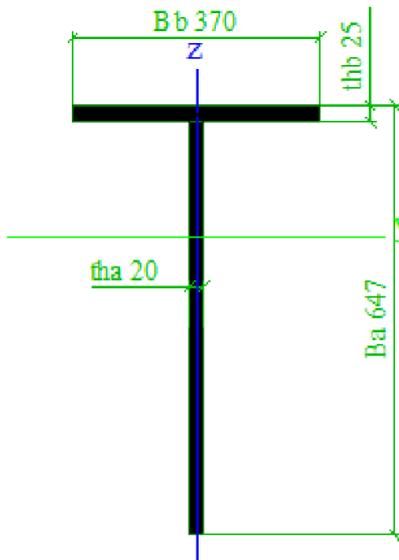
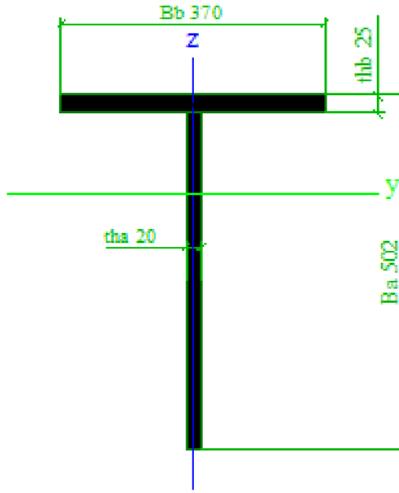
*Obrázek 7.1 Prostorový model konstrukce K04 v programu SCIA Engineer*

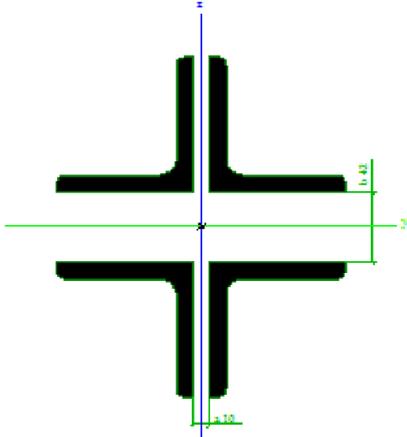
## 1. Obsah

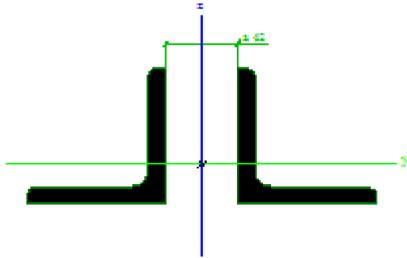
1. Obsah	136
2. Průřezy	136
3. Zatěžovací stavy	143
4. Skupiny zatížení	144
5. Kombinace	145
6. Vnitřní síly na svislici	146
7. Vnitřní síly na diagonálách 2L	147
8. Vnitřní síly na diagonálách 2I	147
9. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady	147
10. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady	151
11. Posudek MSÚ: Příčníc Q.M 0-10	154
12. Posudek krajních příčniců	157
13. Posudek MSÚ: Příčníc Q.M 2-10	157
14. Posudek MSÚ: Podélník	162
15. Posudek MSÚ: Svislice ztužení podélníků	165
16. Posudek MSÚ: Diagonála ztužení podélníků	167
17. Posudek MSÚ: Diagonála brzdového ztužidla	169
18. Reakce na neposuvných podporách	170
19. Reakce na posuvných podporách	171
20. Deformace konstrukce	171
21. Klíč kombinace	172
22. Výkaz materiálu	172

## 2. Průřezy

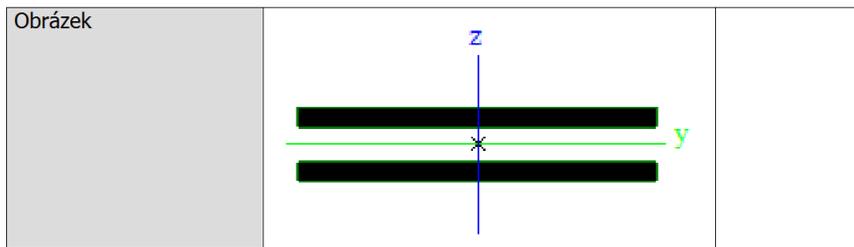
Horní pás			
Detailní	647; 20; 370; 25		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c		c
A [m <sup>2</sup> ]		2,1690e-02	
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]		185	449
α [deg]		0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]		9,5675e-04	1,0594e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]		210	70
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]		2,1310e-03	5,7266e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]		0	183
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]		3,6191e-06	3,3642e-37
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]		-492	0

Obrázek		
<b>Dolní pás</b>		
Detailní Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	502; 20; 370; 25 c	
A [m <sup>2</sup> ]	1,8790e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	185 362	
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,7724e-04 1,0585e-04	
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	159 75	
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,3181e-03 5,7214e-04	
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0 126	
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	3,2324e-06 1,0993e-36	
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-361 0	
Obrázek		
<b>Krajní svíslice</b>		
Detailní Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	L80x80x10; 10; 42 c	
A [m <sup>2</sup> ]	6,0437e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	85 101	
α [deg]	0,00	

$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,5389e-05	8,3584e-06
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	50	37
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	1,5237e-04	9,8334e-05
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,9046e-06	0,0000e+00
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

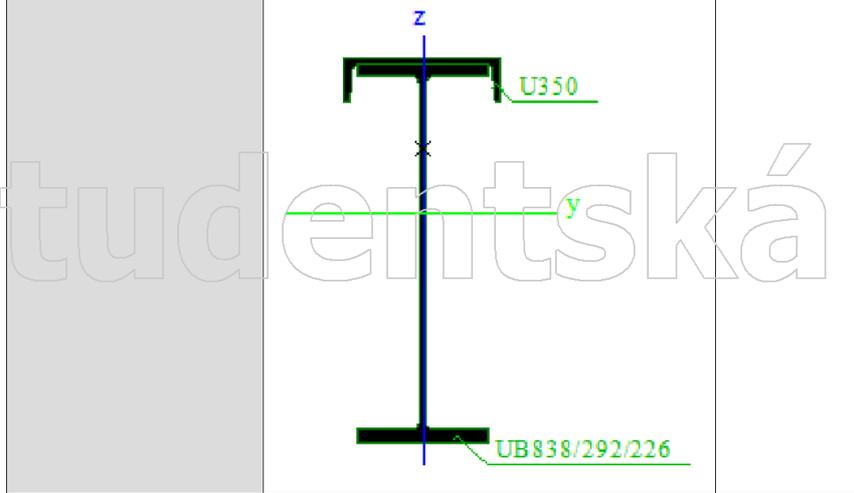
<b>Diagonála sestupná</b>		
Detailní	L80x80x10; 42	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
$A$ [m <sup>2</sup> ]	3,0219e-03	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	101	23
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,7495e-06	7,6947e-06
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	24	50
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	3,0886e-05	7,6186e-05
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,6418e-07	0,0000e+00
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	-37	0
Obrázek		

<b>Diagonála vzestupná</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	d	d
$A$ [m <sup>2</sup> ]	4,4000e-03	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	100	21
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,1015e-06	1,4667e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	16	58
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	5,2451e-05	1,4667e-04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,6808e-07	3,6512e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0



**Příčnick Q.M 0-10**

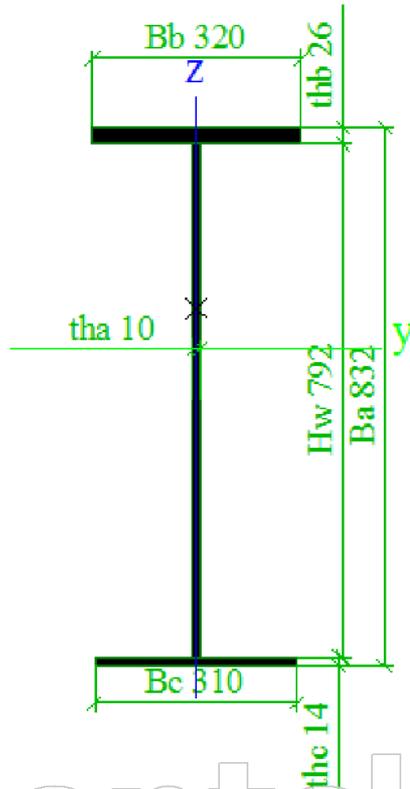
Detailní	UB838/292/226, U350	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,6528e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	175	513
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,4504e-03	2,4056e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	349	81
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,6802e-03	1,3746e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	148
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	9,9736e-06	3,1137e-05
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-431	0



**Příčnick Q.M 2-10**

Detailní	832; 10; 320; 26; 310; 14; 792; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	2,0580e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	160	490
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,3783e-03	1,0582e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	340	72
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,8500e-03	6,6137e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	61
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	2,4290e-06	1,5385e-05
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-245	0

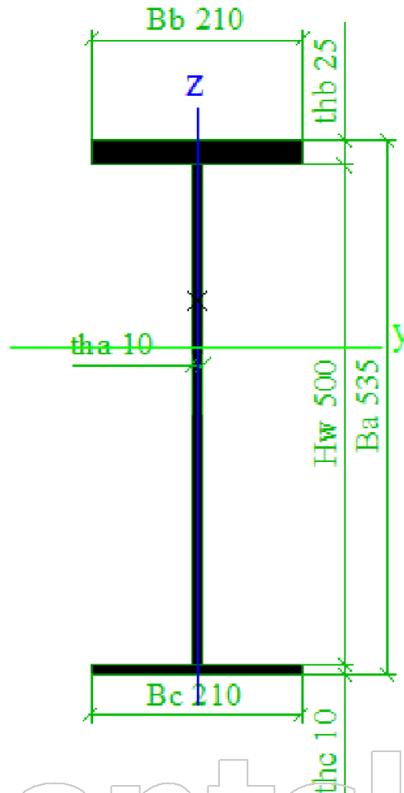
Obrázek



Podélník

Detailní	535; 10; 210; 25; 210; 10; 500; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,2350e-02	
C <sub>y,ucs</sub> [mm], C <sub>z,ucs</sub> [mm]	105	328
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,4528e-04	2,7053e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	210	47
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,6613e-03	2,5765e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	46
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,3362e-06	1,4763e-06
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-191	0

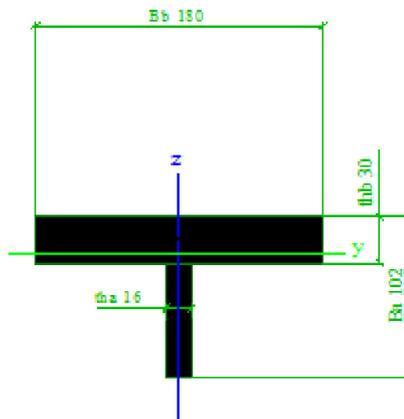
Obrázek



Diagonála brzdového ztužidla

Detailní	102; 16; 180; 30		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c	
A [m <sup>2</sup> ]		6,5520e-03	
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]		90	78
α [deg]		0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]		3,3722e-06	1,4605e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]		23	47
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]		4,3215e-05	1,6227e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]		0	9
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]		1,7388e-06	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]		-19	0

Obrázek



Svislice ztužení podélníků

Detailní	L70x70x8; 10		
----------	--------------	--	--

Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	2,1339e-03	
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	75	75
I <sub>y,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,2841e-06	2,2841e-06
I <sub>yz,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,8696e-07	
α [deg]	45,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,4972e-06	3,0711e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	26	38
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	3,0247e-05	5,1069e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,5171e-07	0,0000e+00
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

<b>Diagonála ztužení podélníků</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m <sup>2</sup> ]	1,0700e-03	
C <sub>y,UCS</sub> [mm], C <sub>z,UCS</sub> [mm]	20	20
I <sub>y,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,7270e-07	4,7270e-07
I <sub>yz,LCS</sub> [m <sup>4</sup> ]	-2,7614e-07	
α [deg]	45,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,5010e-07	1,9520e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	26	14
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,5124e-05	6,9220e-06
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	-23	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	2,2528e-08	8,2755e-42
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	91
Obrázek		

<b>Krajní podélník</b>		
Detailní	387; 10; 280; 22; 280; 10; 355; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]		1,2510e-02

$C_{y,UCS}$ [mm], $C_{z,UCS}$ [mm]	140	239
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	3,1590e-04	5,8568e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	159	68
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	1,3192e-03	4,1834e-04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	20
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	1,2108e-06	1,7311e-06
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	-121	0
Obrázek		

Vysvětlivky symbolů	
A	Plocha
$C_{y,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směry osy Y zadávacího systému
$C_{z,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směry osy Z zadávacího systému
$I_{y,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{z,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{yz,LCS}$	Moment setrvačnosti $I_{yz}$ v LSS
$\alpha$	Úhel pootočení hlavní osy
$I_y$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
$I_z$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
$i_y$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů	
$i_z$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
$W_{el,y}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
$W_{el,z}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
$d_y$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
$d_z$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
$I_t$	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
$I_w$	Výsečový moment setrvačnosti
$\beta_y$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
$\beta_z$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

### 3. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
ZS1	Stálé	Stálé Vlastní tíha	Stálé	
ZS2	Ostatní stálé	Stálé Standard	Stálé	
ZS3	Brzdné síly	Proměnné	Brzdné a rozjezdové síly	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS4	Rozjezdové síly	Proměnné	Brzdné a rozjezdové síly	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS5	Nezatížený vlak	Proměnné	Nezatížený vlak	Krátkodobé

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
	Standard	Statické		
ZS6	Vítr Y+	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS7	Vítr Y-	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS9	Vítr Y+ (s vlakem)	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS10	Vítr Y- (s vlakem)	Proměnné	Vítr	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS11	Teplota	Proměnné	Teplota	
	Teplota	Statické		
ZS12	LM71 Hlavní nosník	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS13	LM71 Svislice	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS14	LM71 Krajní diagonála	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS15	LM71 Diagonála tažená	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS16	LM71 Krajní příčník	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS17	LM71 Střední příčník	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS18	LM71 Střední podélník	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS19	LM71 Ložiska	Proměnné	LM71	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS20	Boční ráz - hlavní nosník	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS21	Boční ráz - Svislice	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS22	Boční ráz - Krajní diagonála	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS23	Boční ráz - Diagonála	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS24	Boční ráz - Krajní příčník	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS25	Boční ráz - Střední příčník	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS26	Boční ráz - Střední podélník	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		
ZS27	Boční ráz - Ložiska	Proměnné	Boční ráz	Krátkodobé
	Standard	Statické		

#### 4. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stálé	Stálé		
LM71	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr11 (LM71 + SW/0)
Nezatížený vlak	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr15 (prázdný vlak)
Boční ráz	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr14 (odstředivé/boční rázy)
Brzděné a rozjezdové síly	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr13 (brzděné/třecí)
Vítr	Proměnné	Výběrová	Zatížení větrem - F**W - návrhové
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplotní zatížení - Tk

## 5. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	Zatížení konstrukce bez vlaku	Obálka - únosnost	ZS1 - Stálé ZS2 - Ostatní stálé ZS6 - Vítr Y+ ZS7 - Vítr Y- ZS11 - Teplota	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO2	Zatížení hlavních nosníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé  ZS2 - Ostatní stálé ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota ZS12 - LM71 Hlavní nosník ZS20 - Boční ráz - hlavní nosník	1,00  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,21 1,10
CO3	Zatížení středních příčníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé  ZS2 - Ostatní stálé ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota ZS17 - LM71 Střední příčník ZS25 - Boční ráz - Střední příčník	1,00  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,58 1,10
CO4	Zatížení krajních příčníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé  ZS2 - Ostatní stálé ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota ZS16 - LM71 Krajní příčník ZS24 - Boční ráz - Krajní příčník	1,00  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 2,20 1,10
CO5	Zatížení podélníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé  ZS2 - Ostatní stálé ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota ZS18 - LM71 Střední podélník ZS26 - Boční ráz - Střední podélník	1,00  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,55 1,10
CO6	Zatížení krajní diagonály (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé  ZS2 - Ostatní stálé ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota ZS14 - LM71 Krajní diagonála	1,00  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,21

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS22 - Boční ráz - Krajní diagonála	1,10
CO7	Zatížení svislíce (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			ZS13 - LM71 Svislice	1,21
			ZS21 - Boční ráz - Svislice	1,10
CO8	Zatížení ložisek (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			ZS19 - LM71 Ložiska	1,21
			ZS27 - Boční ráz - Ložiska	1,10
CO10	Char. - zatížení hlavních nosníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS12 - LM71 Hlavní nosník	1,21
CO11	Char. - zatížení středních příčníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS17 - LM71 Střední příčník	1,58
CO12	Char. - zatížení krajních příčníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS17 - LM71 Střední příčník	2,20
CO13	Char. - zatížení středních podélníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS18 - LM71 Střední podélník	1,55
CO14	Char. - zatížení krajní diagonály (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS14 - LM71 Krajní diagonála	1,21
CO15	Char. - zatížení svislíce (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS13 - LM71 Svislice	1,21
CO17	Char. - zatížení bez vlaku	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Stálé	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00

## 6. Vnitřní síly na svislíci

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO7

Průřez : Krajní svislíce - 4LX (L(ARC)80x80x10; 10; 42)

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B12	Krajní svislíce - 4LX	0,000	CO7/1	<b>-910,98</b>	5,01	7,17	-0,23	-12,37	-18,70
B7	Krajní svislíce - 4LX	3,610	CO7/1	<b>146,44</b>	7,51	-0,88	-0,11	-1,36	0,08
B187	Krajní svislíce - 4LX	0,000	CO7/2	-253,08	<b>-106,50</b>	-70,75	0,66	-2,09	<b>45,36</b>
B187	Krajní svislíce - 4LX	0,000	CO7/3	55,96	<b>103,43</b>	90,25	-0,65	-6,04	-42,25
B182	Krajní svislíce - 4LX	0,000	CO7/3	-99,23	0,00	<b>-192,29</b>	0,00	<b>59,08</b>	0,15

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B182	Krajní svislice - 4LX	0,000	CO7/2	132,41	0,00	<b>184,23</b>	0,00	<b>-56,98</b>	-0,12
B187	Krajní svislice - 4LX	0,000	CO7/4	47,80	92,64	81,02	<b>-0,70</b>	-5,55	-37,63
B186	Krajní svislice - 4LX	0,000	CO7/5	-223,87	97,87	57,34	<b>0,67</b>	8,14	<b>-44,79</b>

## 7. Vnitřní síly na diagonálách 2L

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Diagonála sestupná - 2LT (L(ARC)80x80x10; 42)

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B33	Diagonála sestupná - 2LT	5,225	CO2/6	<b>-1231,24</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B29	Diagonála sestupná - 2LT	0,000	CO2/7	<b>32,93</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 8. Vnitřní síly na diagonálách 2I

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Diagonála vzestupná - Obecný průřez

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B19	Diagonála vzestupná - Obecný průřez	0,000	CO2/8	<b>-14,89</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B23	Diagonála vzestupná - Obecný průřez	5,225	CO2/6	<b>1386,35</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 9. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO2  
 Průřez : Horní pás - Tw (647; 20; 370; 25)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B13</b>	<b>37,300 m</b>	<b>Tw (647; 20; 370; 25)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO2/9</b>	<b>5,95 -</b>
------------------	-----------------	------------------------------	--------------	--------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,10
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	15,89

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

#### Kritický posudek v místě 20.467 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-5449,23	kN
Vy,Ed	-0,33	kN
Vz,Ed	5,00	kN
T,Ed	0,19	kNm
My,Ed	176,71	kNm
Mz,Ed	6,63	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,1690e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	5097,15	kN
Jedn. posudek	<b>1,07</b>	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	2,1310e-03	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	500,79	kNm
Jedn. posudek	0,35	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	5,7266e-04	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	134,57	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,2500e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	1255,02	kN
Jedn. posudek	0,00	-

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2690e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	1721,75	kN
Jedn. posudek	0,00	-

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	10	
Sigma,N,Ed	251,2	MPa
Sigma,My,Ed	36,6	MPa
Sigma,Mz,Ed	11,6	MPa
Sigma,tot,Ed	299,4	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	1,3	MPa
Tau,tot,Ed	1,3	MPa
Sigma,von Mises,Ed	299,4	MPa
Jedn. posudek	<b>1,27</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

....:POSUDEK STABILITY:....

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,10
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,99

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,779	37,300	m
Součinitel vzpěru k	1,00	0,29	
Vzpěrná délka Lcr	3,779	10,950	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	138856,24	1831,29	kN
Štíhlost Lambda	17,99	156,68	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,19	1,67	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,27	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5097,15	1354,46	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	2,1690e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1354,46	kN
Jedn. posudek	<b>4,02</b>	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	37,300	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	3536,06	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	1433,33	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,89	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,22	
Průřezová plocha A	2,1690e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1105,45	kN
Jedn. posudek	<b>4,93</b>	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	2,1310e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	266,13	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	1,37	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alpha,LT	0,76	
Redukční součinitel Chi,LT	0,31	
Návrhová únosnost na vzpěr Mb,Rd	157,45	kNm
Jedn. posudek	<b>1,12</b>	-

**Parametry Mcr**

Délka klopení L	37,300	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	

Parametry Mcr		
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,13	
Součinitel momentu na klopení C2	0,45	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	183	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-492	mm
Konstanta monosymetrie z,j	246	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,1690e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	2,1310e-03	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu Wel,z	5,7266e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	5449,23	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	182,40	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	8,07	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	5097,15	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	500,79	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	134,57	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,22	
Redukční součinitel Chi,LT	0,31	
Interakční součinitel k,yy	1,09	
Interakční součinitel k,yz	3,24	
Interakční součinitel k,zy	0,71	
Interakční součinitel k,zz	3,24	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B13 pozice 22,185 m.

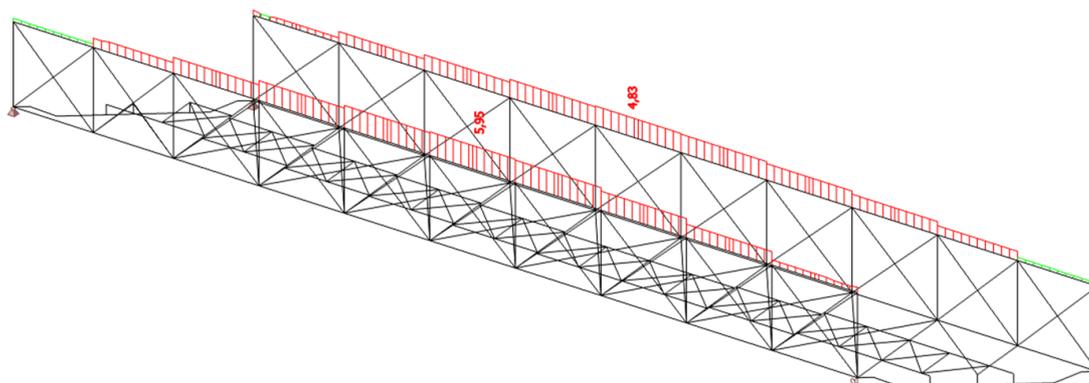
Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B13 pozice 31,461 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,y	182,40	kNm
Moment v poli M,s,y	175,82	kNm
Součinitel alpha,s,y	0,96	
Poměr koncových momentů Psi,y	0,89	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,97	
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,z	-0,23	kNm
Moment v poli M,s,z	6,32	kNm
Součinitel alpha,h,z	-0,04	
Poměr koncových momentů Psi,z	0,38	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,95	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,LT	-15,12	kNm
Moment v poli M,s,LT	184,23	kNm
Součinitel alpha,h,LT	-0,08	
Poměr koncových momentů Psi,LT	0,87	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,95	

Jednotkový posudek (6.61) = 1,07 + 1,26 + 0,19 = **2,53** -

Jednotkový posudek (6.62) = 4,93 + 0,82 + 0,19 = **5,95** -

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!



### 10. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Dolní pás - Tw (502; 20; 370; 25)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1	37,300 m	Tw (502; 20; 370; 25)	S 235	CO2/9	1,18 -
----------	----------	-----------------------	-------	-------	--------

Dílní souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

##### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	23,85
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

#### Kritický posudek v místě 18.406 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	4073,99	kN
Vy,Ed	4,34	kN
Vz,Ed	11,08	kN
T,Ed	0,22	kNm
My,Ed	-114,66	kNm
Mz,Ed	-15,89	kNm

#### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	1,8790e-02	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	4415,65	kN

Nu,Rd	4870,37	kN
Nt,Rd	4415,65	kN
Jedn. posudek	0,92	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	1,3181e-03	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	309,76	kNm
Jedn. posudek	0,37	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	5,7214e-04	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	134,45	kNm
Jedn. posudek	0,12	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,2500e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	1255,02	kN
Jedn. posudek	0,00	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,7900e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	1328,28	kN
Jedn. posudek	0,01	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,7	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	10	
Sigma,N,Ed	-216,8	MPa
Sigma,My,Ed	-33,6	MPa
Sigma,Mz,Ed	-27,8	MPa
Sigma,tot,Ed	-278,2	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	1,7	MPa
Tau,tot,Ed	1,7	MPa
Sigma,von Mises,Ed	278,2	MPa
Jedn. posudek	<b>1,18</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	23,85
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	1,3181e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	813,18	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,62	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	d	
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0,76	
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0,70	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	216,32	kNm
Jedn. posudek	0,53	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	3,779	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,26	
Součinitel momentu na klopení C2	0,01	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	126	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-361	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-181	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

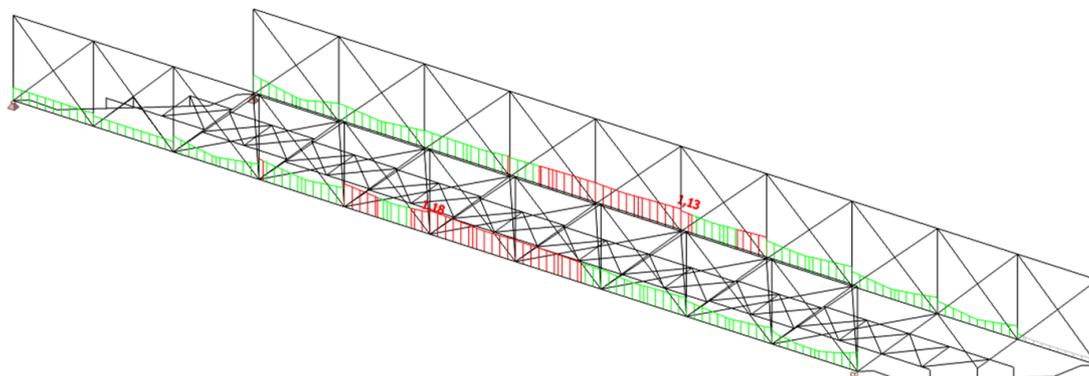
**Posudek ohybu a osového tahu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.3

Návrhová tahová síla $N_{Ed}$	4073,99	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	-114,66	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	-15,89	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	4415,65	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	216,32	kNm
Vlákno	12	
Pružný modul průřezu $W_{el,z,com}$	5,7214e-04	m <sup>3</sup>
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	134,45	kNm

Jednotkový posudek =  $0,53 + 0,12 - 0,92 = 0,27$  -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



## 11. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 0-10

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Pojmenovaný výběr - Krajní příčníky

Kombinace : CO4

Průřez : Příčník Q.M 0-10 - I + Ud (UB838/292/226, U350)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B175	5,636 m	I + Ud (UB838/292/226, U350)	S 235	CO4/10	1,96 -
------------	---------	------------------------------------	-------	--------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

#### Kritický posudek v místě 2.818 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-4015,56	kN
Vy,Ed	-76,39	kN
Vz,Ed	427,70	kN
T,Ed	-5,42	kNm
My,Ed	1465,97	kNm
Mz,Ed	-41,86	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,6528e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	8584,01	kN
Jedn. posudek	0,47	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

W <sub>el,y,min</sub>	8,6802e-03	m <sup>3</sup>
M <sub>el,y,Rd</sub>	2039,85	kNm
Jedn. posudek	0,72	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

W <sub>el,z,min</sub>	1,3746e-03	m <sup>3</sup>
M <sub>el,z,Rd</sub>	323,03	kNm
Jedn. posudek	0,13	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	6,7	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,05	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	35,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,26	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	22,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,16	-

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	27	
Sigma,N,Ed	109,9	MPa
Sigma,My,Ed	116,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	30,4	MPa
Sigma,tot,Ed	256,4	MPa
Tau,Vy,Ed	4,9	MPa
Tau,Vz,Ed	2,7	MPa
Tau,t,Ed	7,6	MPa
Tau,tot,Ed	15,2	MPa
Sigma,von Mises,Ed	257,7	MPa
Jedn. posudek	<b>1,10</b>	-

Prvek nespĺňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 5.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	vy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,636	5,636	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,57	
Vzpěrná délka Lcr	2,818	8,836	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1161548,70	6385,98	kN
Štíhlost Lambda	8,07	108,88	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,09	1,16	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce Alfa	0,49	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,45	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	8584,01	3893,74	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	3,6528e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	3893,74	kN
Jedn. posudek	<b>1,03</b>	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,636	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	18868,74	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	5980,91	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,20	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,43	
Průřezová plocha A	3,6528e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	3731,63	kN
Jedn. posudek	<b>1,08</b>	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	8,6802e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	34279,66	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,24	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	d	
Imperfekce $\alpha_{LT}$	0,76	
Redukční součinitel $\chi_{LT}$	0,97	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	1970,05	kNm
Jedn. posudek	0,74	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	3,418	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,22	
Součinitel momentu na klopení C2	0,05	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	148	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-431	mm
Konstanta monosymetrie z,j	216	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	3,6528e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	8,6802e-03	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	1,3746e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	4015,56	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1497,09	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-41,86	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	8584,01	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	2039,85	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	323,03	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,43	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	0,97	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,99	
Interakční součinitel $k_{yz}$	1,37	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,93	
Interakční součinitel $k_{zz}$	1,37	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B175 pozice 2,818 m.

Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B175 pozice 2,818 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,y}$	978,15	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	1465,97	kNm
Součinitel $\alpha_{h,y}$	0,67	
Poměr koncových momentů $\psi_{i,y}$	0,68	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y}$	0,97	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,z}$	23,71	kNm

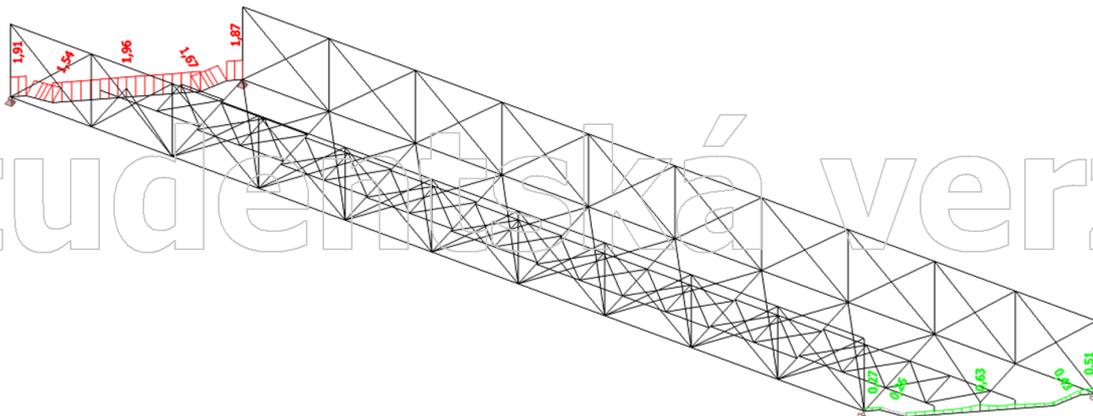
Parametry interakční metody 2		
Moment v poli M,s,z	-41,86	kNm
Součinitel alpha,h,z	-0,57	
Poměr koncových momentů Psi,z	0,44	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,84	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,LT	978,15	kNm
Moment v poli M,s,LT	1465,97	kNm
Součinitel alpha,h,LT	0,67	
Poměr koncových momentů Psi,LT	0,68	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,97	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,47 + 0,75 + 0,18 = **1,40** -

Jednotkový posudek (6.62) = 1,08 + 0,71 + 0,18 = **1,96** -

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!

## 12. Posudek krajních příčníků



## 13. Posudek MSÚ: Příčník Q.M 2-10

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO3

Průřez : Příčník Q.M 2-10 - Iwn (832; 10; 320; 26; 310; 14; 792; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B37	5,300 m	Iwn (832; 10; 320; 26; 310; 14; 792; 0)	S 235	CO3/11	1,14 -
-----------	---------	---	-------	--------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	79,20
Třída 1 limit	33,01
Třída 2 limit	38,01
Třída 3 limit	65,58

=> vnitřní tlačené části třída 4

#### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,71
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,97

=> vnější pásnice třída 3

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
$N_{Ed}$	-615,69		-615,69	kN
$V_{y,Ed}$	133,19		133,19	kN
$V_{z,Ed}$	348,25		348,25	kN
$T_{Ed}$	-0,21		-0,21	kNm
$M_{y,Ed}$	-284,09	-8,90	-292,99	kNm
$M_{z,Ed}$	-117,48	0,00	-117,48	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

$A_{eff}$	1,7444e-02	$m^2$
$N_{c,Rd}$	4099,30	kN
Jedn. posudek	0,15	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,y,min}$	4,8500e-03	$m^3$
$M_{c,y,Rd}$	1139,75	kNm
Jedn. posudek	0,26	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,z,min}$	6,6137e-04	$m^3$
$M_{c,z,Rd}$	155,42	kNm
Jedn. posudek	0,76	-

#### Posudek smyku pro $V_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$E_t$	1,20	
$A_v$	1,2660e-02	$m^2$
$V_{pl,y,Rd}$	1717,67	kN
Jedn. posudek	0,08	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

$E_t$	1,20	
$A_v$	9,5040e-03	$m^2$
$V_{pl,z,Rd}$	1289,48	kN
Jedn. posudek	0,27	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Aeff	1,7444e-02	m <sup>2</sup>
eN,y	14	mm
eN,z	0	mm
Weff,y	4,8500e-03	m <sup>3</sup>
Weff,z	6,8271e-04	m <sup>3</sup>

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	35,3	MPa
Sigma,My,Ed	60,4	MPa
Sigma,Mz,Ed	172,1	MPa
Sigma,tot,Ed	267,8	MPa
Jedn. posudek	<b>1,14</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	79,20
Třída 1 limit	33,01
Třída 2 limit	38,01
Třída 3 limit	65,58

=> vnitřní tlačené části třída 4

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,71
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,97

=> vnější pásnice třída 3

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	1.7444e-02	m <sup>2</sup>			
Smyk. plocha Vy eff	1.2660e-02	m <sup>2</sup>	Vz eff	4.7838e-03	m <sup>2</sup>
poloměr setrvačnosti iy eff	369	mm	iz eff	78	mm
moment setrvačnosti Iy eff	2.3783e-03	m <sup>4</sup>	Iz eff	1.0582e-04	m <sup>4</sup>
elastický modul průřezu Wy eff	4.8500e-03	m <sup>3</sup>	Wz eff	6.6137e-04	m <sup>3</sup>
Excentricita eny	-14	mm	enz	0	mm

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,300	1,650	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,650	1,650	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	701917,95	80559,52	kN
Štíhlost Lambda	7,80	23,01	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,08	0,23	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	1,650	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	95673,51	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	73295,03	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,24	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	4,8500e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	88480,24	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,11	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	1,650	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,56	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	-0,34	
Vzdálenost středu smyku d,z	61	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-245	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-123	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Efektivní průřezová plocha Aeff	1,7444e-02	m <sup>2</sup>
Efektivní modul průřezu Weff,y	4,8500e-03	m <sup>3</sup>
Efektivní modul průřezu Weff,z	6,6137e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	615,69	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-345,28	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-117,48	kNm
Přídavný moment Delta My,Ed	8,90	kNm
Přídavný moment Delta Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	4099,30	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	1139,75	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	155,42	kNm

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Mz,Rk		
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,84	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,56	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,99	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,56	

Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B37 pozice 5,300 m.  
 Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B37 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	-345,28	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	316,23	kNm
Součinitel $\alpha_{s,y}$	-0,92	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	0,82	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my}$	0,83	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,z}$	-117,48	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	-51,56	kNm
Součinitel $\alpha_{s,z}$	0,44	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	-0,87	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz}$	0,55	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	287,97	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	2,57	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,01	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	-0,99	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mLT}$	0,40	

Jednotkový posudek (6.61) =  $0,15 + 0,26 + 0,43 = 0,84$  -  
 Jednotkový posudek (6.62) =  $0,15 + 0,31 + 0,43 = 0,88$  -

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

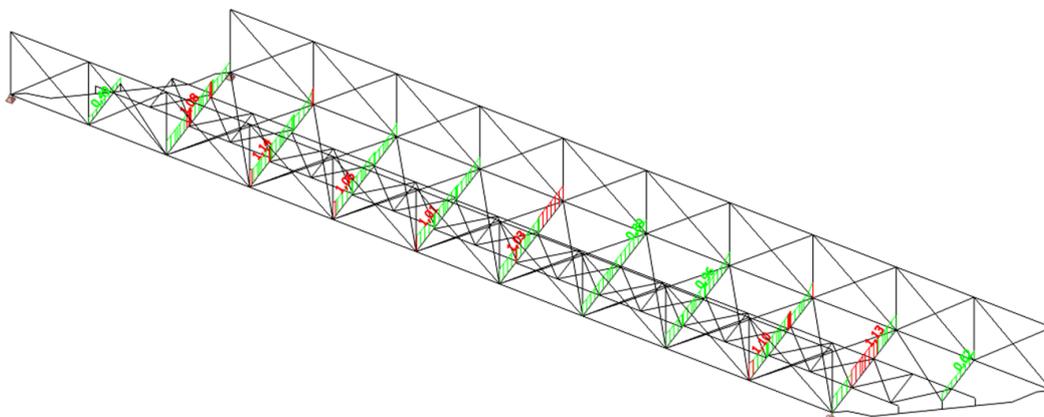
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,300	m
Stojina	nevztužený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny $h_w$	792	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Mez kluzu $f_{yw}$	235,0	MPa
Šířka pásnice $b_f$	310	mm
Tloušťka pásnice $t_f$	14	mm
Mez kluzu $f_{yf}$	235,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny $h_w/t$	79,20	
Limit štíhlosti stojiny	60,00	
Štíhlost desky $\lambda_{b,w}$	0,92	
Redukční součinitel $\chi_{i,w}$	0,91	
Příspěvek stojiny $V_{b,w,Rd}$	972,97	kN
Únosnost pásnice $M_{f,Rd}$	656,77	kNm
Součinitel pásnice c	1,407	m
Příspěvek pásnice $V_{b,f,Rd}$	8,13	kN
Maximální únosnost $V_{b,Rd,limit}$	1289,48	kN
Únosnost $V_{b,Rd}$	981,10	kN
Plastická únosnost $M_{pl,Rd}$	1296,95	kNm
Poměr smyku $\eta_{s,bar}$	0,36	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,35 -

**Poznámka:** Interakce mezi ohybem a smykovou ztrátou stability nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



## 14. Posudek MSÚ: Podélník

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Pojmenovaný výběr - Podélníky

Kombinace : CO5

Průřez : Podélník - Iwn (535; 10; 210; 25; 210; 10; 500; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B95	3,779 m	Iwn (535; 10; 210; 25; 210; 10; 500; 0)	S 235	CO5/12	0,93 -
-----------	---------	---	-------	--------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	50,00
Třída 1 limit	127,53
Třída 2 limit	147,01
Třída 3 limit	528,54

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,82

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 1.890 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	617,93	kN
Vy,Ed	0,57	kN
Vz,Ed	122,57	kN
T,Ed	0,33	kNm
My,Ed	381,55	kNm
Mz,Ed	1,07	kNm

**Posudek na tah**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	1,2350e-02	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	2902,25	kN
Nu,Rd	3201,12	kN
Nt,Rd	2902,25	kN
Jedn. posudek	0,21	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	2,2906e-03	m <sup>3</sup>
Mpl,y,Rd	538,28	kNm
Jedn. posudek	0,71	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	3,9837e-04	m <sup>3</sup>
Mpl,z,Rd	93,62	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	7,3500e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	997,23	kN
Jedn. posudek	0,00	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,0000e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	814,06	kN
Jedn. posudek	0,15	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	6,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,05	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

Npl,Rd	2902,25	kN
Mpl,y,Rd	538,28	kNm
Mpl,z,Rd	93,62	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,21 + 0,71 + 0,01 = 0,93 -

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1. Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 3,779 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	50,00
Třída 1 limit	296,60
Třída 2 limit	341,91
Třída 3 limit	1374,34

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	10,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,2906e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	7884,34	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,26	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	1,890	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,39	
Součinitel momentu na klopení C2	0,10	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	46	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-191	mm
Konstanta monosymetrie z,j	95	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tahu**

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla $N_{Ed}$	617,93	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	381,55	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	1,07	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	2902,25	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	538,28	kNm
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	93,62	kNm

Jednotkový posudek =  $0,71 + 0,01 - 0,21 = 0,51$

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

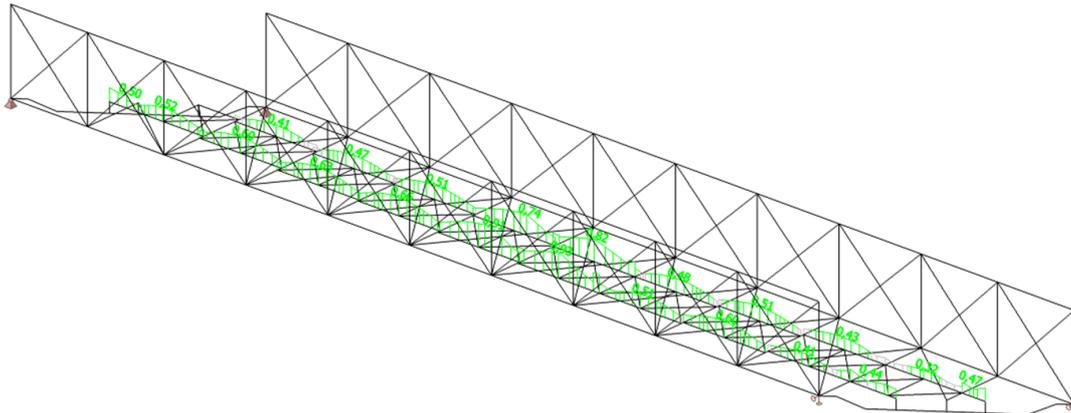
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	3,779	m
Stojina	nevztyžený	
Výška stojiny $h_w$	500	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm

Parametry ztráty stability od smyku	
Materiálový součinitel epsilon	1,00
Součinitel smykové korekce Eta	1,20

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny hw/t	50,00
Limit štíhlosti stojiny	60,00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



## 15. Posudek MSÚ: Svislice ztužení podélníků

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO5  
 Průřez : Svislice ztužení podélníků - 2LX (L(ARC)70x70x8; 10)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B138	1,850 m	2LX (L(ARC)70x70x8; 10)	S 235	CO5/13	0,27 -
------------	---------	-------------------------------	-------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Definice os :

- hlavní y- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní z osu ve Scia Engineer
- hlavní z- osa v tomto posudku se odkazuje na hlavní y osu ve Scia Engineer

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-4,40	kN
Vy,Ed	0,15	kN
Vz,Ed	0,15	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Varování: Pro tento průřez není kroucení zohledněno!

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,1339e-03	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	501,46	kN
Jedn. posudek	0,01	-

### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	37,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,27	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	2,1	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	0,0	MPa
Sigma,tot,Ed	2,1	MPa
Tau,Vy,Ed	0,1	MPa
Tau,Vz,Ed	37,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	37,1	MPa
Sigma,von Mises,Ed	64,2	MPa
Jedn. posudek	0,27	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....POSUDEK STABILITY:....

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	1,850	1,850	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	1,850	1,850	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1859,89	906,70	kN
Štíhlost Lambda	48,76	69,84	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,52	0,74	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	1,850	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	5723,67	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	906,70	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,74	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,1339e-03	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	5,1069e-05	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu Wel,z	3,0247e-05	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	4,40	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	0,07	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	0,07	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	501,46	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	12,00	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	7,11	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	1,00	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	0,95	
Interakční součinitel k,yz	0,95	
Interakční součinitel k,zy	1,00	
Interakční součinitel k,zz	0,95	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B138 pozice 0,925 m.  
 Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B138 pozice 0,925 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,y	0,00	kNm
Moment v poli M,s,y	0,07	kNm
Součinitel alpha,h,y	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,y	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,95	
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,z	0,00	kNm
Moment v poli M,s,z	0,07	kNm
Součinitel alpha,h,z	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,95	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,LT	0,00	kNm
Moment v poli M,s,LT	0,07	kNm
Součinitel alpha,h,LT	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,LT	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,95	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,02 -  
 Jednotkový posudek (6.62) = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,02 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**16. Posudek MSÚ: Diagonála ztužení podélníků**

Lineární výpočet, Extrém : Průřez  
 Výběr : Vše  
 Kombinace : CO5  
 Průřez : Diagonála ztužení podélníků - L70x70x8

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B139</b>	<b>2,644 m</b>	<b>L70x70x8</b>	<b>S 235</b>	<b>CO5/14</b>	<b>0,91 -</b>
-------------------	----------------	-----------------	--------------	---------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro úhelníky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	6,50
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	8,75
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr $(b+h)/2t$	8,75
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-122,00	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{,Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,0700e-03	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	251,45	kN
Jedn. posudek	0,49	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

#### Klasifikace pro úhelníky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	6,50
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	8,75
Třída 3 Limit (1)	15,00

Poměr (b+h)/2t	8,75
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,644	2,644	m
Součinitel vzpěru k	1,00	0,50	
Vzpěrná délka Lcr	2,644	1,322	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	222,33	231,43	kN
Štíhlost Lambda	99,87	97,89	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,06	1,04	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,56	0,57	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	140,14	143,42	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,0700e-03	m²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	140,14	kN
Jedn. posudek	0,87	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	2,644	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1274,25	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	207,02	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,10	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,53	
Průřezová plocha A	1,0700e-03	m²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	134,27	kN
Jedn. posudek	0,91	-

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**17. Posudek MSÚ: Diagonála brzdového ztužidla**

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Diagonála brzdového ztužidla - Tw (102; 16; 180; 30)

**EN 1993-1-1 posudek**

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B164</b>	<b>6,509 m</b>	<b>Tw (102; 16; 180; 30)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO2/6</b>	<b>0,47 -</b>
-------------------	----------------	------------------------------	--------------	--------------	---------------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

.....POSUDEK PRŮŘEZU:.....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	2,73
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 0.000 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N <sub>Ed</sub>	721,73	kN
V <sub>y,Ed</sub>	0,00	kN
V <sub>z,Ed</sub>	0,00	kN
T <sub>Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm

**Posudek na tah**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	6,5520e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>pl,Rd</sub>	1539,72	kN
N <sub>u,Rd</sub>	1698,28	kN
N <sub>t,Rd</sub>	1539,72	kN
Jedn. posudek	0,47	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

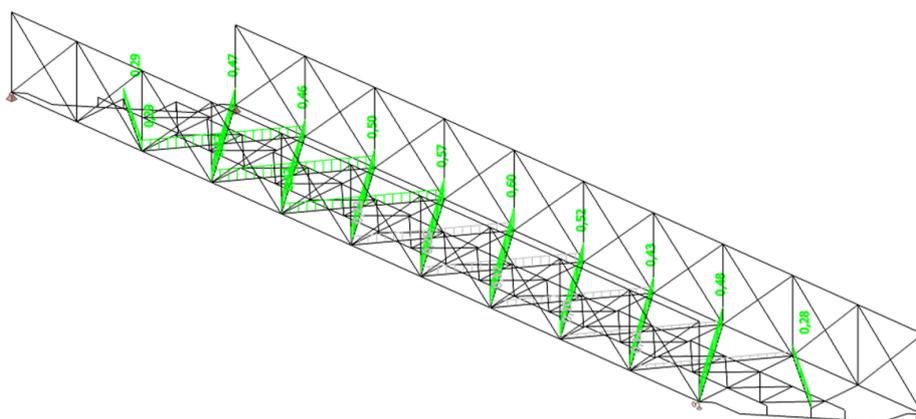
**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	2,73
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



## 18. Reakce na neposuvných podporách

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Sn1, Sn2

Kombinace : CO8

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	CO8/15	<b>-370,57</b>	-51,67	181,76	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/16	<b>5248,86</b>	2461,81	1508,23	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/17	707,29	<b>-194,93</b>	1561,10	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/4	4708,66	<b>2622,10</b>	199,47	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/18	3903,12	2574,95	<b>69,82</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/19	1317,25	-173,95	<b>1801,19</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO8/20	130,10	-23,59	257,47	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn2/N25	CO8/16	<b>-5248,86</b>	-1985,16	1624,67	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/21	<b>704,08</b>	-25,30	230,40	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/18	-3903,12	<b>-2651,50</b>	363,02	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/19	-1317,25	<b>649,76</b>	1997,89	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/22	-352,88	538,66	<b>63,90</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/23	-3174,33	-1193,26	<b>2268,77</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N25	CO8/20	-130,10	73,21	306,43	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## 19. Reakce na posuvných podporách

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Sn3, Sn4

Kombinace : CO2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn3/N2	CO2/20	<b>0,00</b>	-140,67	320,95	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn3/N2	CO2/24	0,00	<b>-1029,47</b>	2109,92	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/25	0,00	<b>592,70</b>	387,37	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/26	0,00	-385,42	<b>101,13</b>	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/6	0,00	-350,42	<b>2383,65</b>	0,00	0,00	0,00
Sn4/N34	CO2/20	<b>0,00</b>	91,05	250,18	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn4/N34	CO2/25	0,00	<b>-426,35</b>	54,44	0,00	0,00	0,00
Sn4/N34	CO2/24	0,00	<b>579,87</b>	<b>1407,71</b>	0,00	0,00	0,00
Sn4/N34	CO2/27	0,00	-350,67	<b>52,64</b>	0,00	0,00	0,00

## 20. Deformace konstrukce

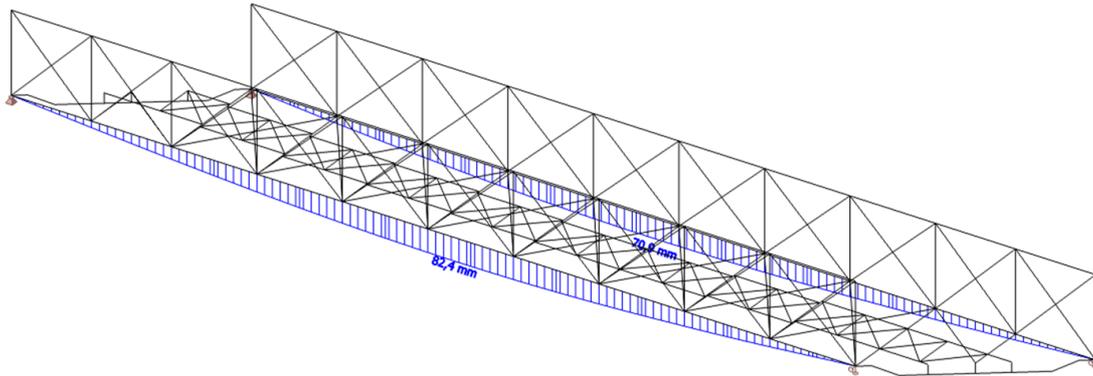
Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO10

Průřez : Dolní pás - Tw (502; 20; 370; 25)

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B45	3,535	CO10/28	<b>-15,5</b>	1,0	20,4	7,3	-5,6	0,9	25,6
B1	37,300	CO10/28	<b>14,7</b>	0,0	0,0	-8,7	6,3	-1,3	14,7
B45	30,430	CO10/28	-2,3	<b>-1,2</b>	41,7	-6,2	4,9	0,0	41,8
B45	7,757	CO10/28	-14,6	<b>1,3</b>	41,7	5,7	-4,5	0,0	44,2
B1	0,000	CO10/28	0,0	0,0	<b>0,0</b>	7,9	-6,5	0,6	0,0
B1	19,437	CO10/28	6,1	0,9	<b>82,4</b>	3,1	-0,1	0,0	82,6
B45	37,300	CO10/28	0,0	0,0	0,0	<b>-9,3</b>	6,3	<b>-1,3</b>	0,0
B1	3,535	CO10/28	-0,4	0,7	22,8	<b>7,9</b>	-6,3	0,6	22,9
B1	1,061	CO10/28	-0,1	0,3	6,9	7,9	<b>-6,5</b>	0,1	6,9
B1	34,896	CO10/28	14,3	-0,5	17,7	-6,5	<b>7,7</b>	0,7	22,8
B1	10,848	CO10/28	1,2	0,6	62,2	6,8	-4,5	<b>0,9</b>	62,2



## 21. Klíč kombinace

Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS13*1,75 +ZS11*0,90
2	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +ZS13*1,75
3	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS4*1,45 +ZS11*0,90
4	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS4*1,16 +ZS11*1,50
5	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS13*1,75
6	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS12*1,75 +ZS11*0,90
7	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +ZS12*1,75
8	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +ZS20*1,28 +ZS11*1,50
9	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS12*1,75
10	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS16*2,55 +ZS11*1,50
11	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +ZS17*2,29 +ZS11*0,90
12	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS18*2,25
13	ZS1*1,35 +ZS2*1,35 +ZS5*1,16 +ZS10*1,50
14	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +ZS26*1,60
15	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS3*1,45
16	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS19*1,40 +ZS11*1,50
17	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +ZS19*1,75
18	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +ZS11*1,50
19	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS19*1,75
20	ZS1*1,35 +ZS2*1,35
21	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS4*1,45
22	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +ZS27*1,60
23	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +ZS19*1,75 +ZS11*0,90
24	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +ZS12*1,75
25	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +ZS20*1,28 +ZS11*1,50
26	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50
27	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +ZS20*1,60 +ZS11*0,90
28	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS12*1,21
29	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +ZS12*1,40 +ZS11*1,50

## 22. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Celkový součet :	63258,5	988,095	7,8290e+00

### Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Krajní svislice - 4LX (L(ARC)80x80x10; 10; 42)	S 235	48,8	82,054	4004,5	102,199	8080,0	4,9561e-01
Diagonála sestupná - 2LT (L(ARC)80x80x10; 42)	S 235	24,4	103,826	2533,5	64,658	8080,0	3,1356e-01
Diagonála vzestupná - Obecný průřez	S 235	35,6	103,826	3691,2	87,629	8080,0	4,5684e-01
Svislice ztužení podélníků - 2LX (L(ARC)70x70x8; 10)	S 235	17,3	18,500	319,9	10,041	8080,0	3,9590e-02
Diagonála ztužení podélníků - L70x70x8	S 235	8,6	97,550	843,4	26,473	8080,0	1,0438e-01
Dolní pás - Tw (502; 20; 370; 25)	S 235	151,8	74,600	11326,0	130,102	8080,0	1,4017e+00
Horní pás - Tw (647; 20; 370; 25)	S 235	175,3	74,600	13074,0	151,736	8080,0	1,6181e+00
Příčník Q.M 2-10 - Iwn (832; 10; 320; 26; 310; 14; 792; 0)	S 235	166,3	53,000	8813,2	153,912	8080,0	1,0907e+00
Podélník - Iwn (535; 10; 210; 25; 210; 10; 500; 0)	S 235	99,8	67,530	6738,7	127,632	8080,0	8,3400e-01
Diagonála brzdového ztužidla - Tw (102; 16; 180; 30)	S 235	52,9	112,982	5981,3	63,722	8080,0	7,4026e-01
Příčník Q.M 0-10 - I + Úd (UB838/292/226, U350)	S 235	296,0	18,040	5339,4	58,991	8080,0	6,6082e-01
Krajní podélník - Iwn (387; 10; 280; 22; 280; 10; 355; 0)	S 235	101,1	5,869	593,3	10,999	8080,0	7,3427e-02

## 8 Posouzení prvků

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno devět skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, tlačena diagonála, tažená diagonála, krajní příčník Q.M 0-10, střední příčník, podélník a diagonála brzdného ztužení). Z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden posudek jeho únosnosti.

### 8.1 Vzpěrné délky

*Horní pás hlavního nosníku (viz kapitola 8.2.1)*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,779 m	$k_z = 1,0$	$L_y = 10,950$ m
Směr y-y:	37,300 m	–	$L_z = 3,779$ m

*Dolní pás hlavního nosníku*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,779 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 3,779$ m
Směr y-y:	3,779 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,779$ m

*Svislice*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,610 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 3,610$ m
Směr y-y:	3,610 m	$k_z = 0,7$	$L_z = 2,527$ m

*Tlačena diagonála*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	5,503 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 5,503$ m
Směr y-y:	2,527 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,527$ m

*Krajní příčník Q.M 0-10*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	8,836 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 4,418$ m
Směr y-y:	3,084 m	–	$L_z = 3,084$ m

*Příčník Q.M 2-10*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	5,300 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,650$ m
Směr y-y:	2,100 m	–	$L_z = 2,100$ m

*Podélník*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	1,850 m, 3,779 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,850$ m, 3,779 m

Směr y-y:	1,850 m, 3,779 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 0,925$ m, 1,890 m
-----------	------------------	-------------	--------------------------

*Svislice ztužení podélníků*

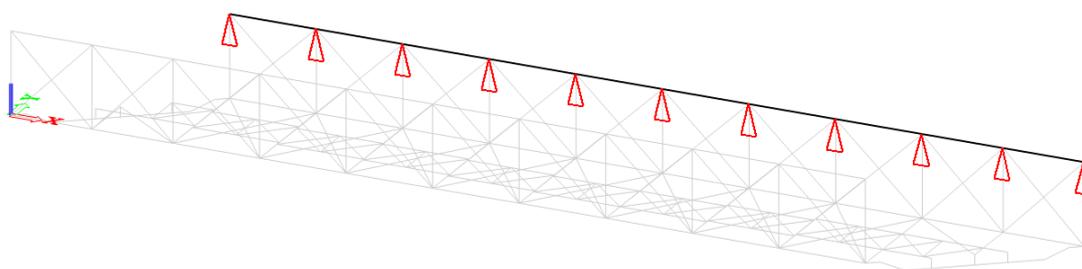
	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	1,850 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 1,850$ m
Směr y-y:	1,850 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,850$ m

*Diagonála ztužení podélníků*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,644 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,644$ m
Směr y-y:	1,322 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,322$ m

*Diagonála brzdového ztužení*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,209 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,209$ m
Směr y-y:	4,418 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 4,418$ m



Obrázek 8.1 Příklad vzpěrných délek zadaných do programu SCIA Engineer na horním páse levého hlavního nosníku ve směru vybočení prutu kolmo na y-y<sup>5</sup>

## 8.2 Stabilitní posouzení horního pásu příhradového nosníku

Stanovení vzpěrné délky pro ověření stability tlaceného horního pásu příhradového nosníku se provede podle ČSN EN 1993-2 přílohy D. Ve výpočtu jsou ověřeny polorámy včetně koncového polorámu. Příhradová konstrukce je bodově symetrická, proto jsou posouzeny polorámy 0-10<sup>6</sup> až 6-6<sup>7</sup>.

Příčná tuhost polorámu  $C$  musí být větší než minimální příčná tuhost  $C_{min}$  vypočtená podle (5.1).

$$C_{min} = \frac{3N_{Sd,max}}{\beta_m^2 s_{min}} \gamma_{M1} \quad (8.1)$$

kde

$$\chi_i = \frac{N_{Sd,i}}{A_i f_{yd}} \quad (8.2)$$

<sup>5</sup> Trojúhelníky zobrazené plně značí pevné uzly.

$$L_{z,max} = \lambda_{i,max} i_{z,i} \quad (8.3)$$

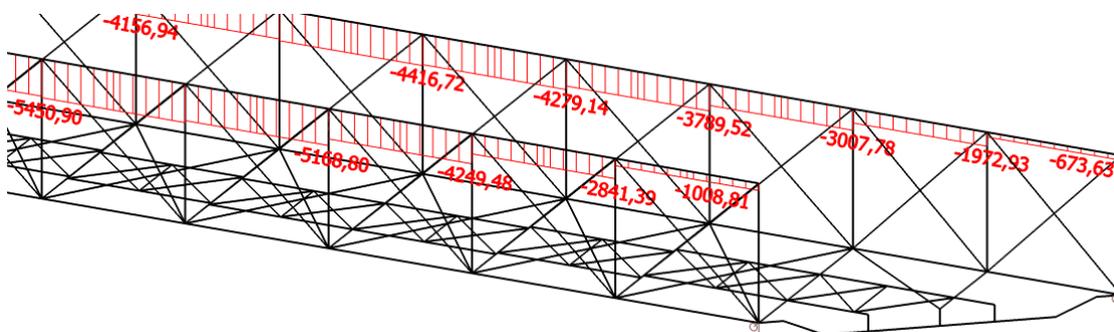
$$\beta_i = \frac{L_{z,max}}{s_i} \quad (8.4)$$

### 8.2.1 Stanovení součinitele vzpěru $\beta_i$ pro horní pás příhradového nosníku

Úsek	h [m]	$N_{Sd,i}$ [kN]	$\chi_i$	$\lambda_i$	$\bar{\lambda}_i$	$L_z$ [m]	$s_i$ [m]	$\beta_i$
0-10 až 3-9	3,251	1706,6	0,170	2,169	165,71	27,508	10,848	2,536
3-9 až 4-8	3,251	3278,7	0,326	1,465	111,93	18,579	3,779	4,917
4-8 až 5-7	3,251	4197,7	0,418	1,233	94,20	15,637	3,779	4,138
5-7 až 6-6	3,251	4721,4	0,470	1,127	86,10	14,293	3,779	3,782

Tabulka 8.1 Výpočet součinitele vzpěru  $\beta_i$  horního pásu konstrukce K04

Síly  $N_{Sd}$  v horním páse příhradových nosníků použity pro výpočet součinitele vzpěru  $\beta_i$  jsou získány zpřůměrováním normálových sil zobrazených na Obrázek 8.2.



Obrázek 8.2 Průběh normálových sil od návrhové kombinace pro zatížení hlavních nosníků

$$\beta_m = \frac{\sum \beta_i}{n} < 3,0$$

$$\beta_m = \frac{2,536 + 4,917 + 4,138 + 3,782}{4} = 2,898 < 3,0$$

$$\beta_m = 2,898$$

### 8.2.2 Výpočet tuhosti (pružného odporu) příčného polorámu C

Příčná tuhost polorámu se vypočte dle (8.5).

$$C = \frac{E}{\frac{h_v^3}{3I_v} + \frac{bh^2}{2I_p}} \quad (8.5)$$

E [Pa] ..... Modul pružnosti oceli 210 GPa

$h_v$  [m] ..... vzdálenost těžiště výztuhy a těžiště horního pásu příhrady

$h$  [m] ..... osová vzdálenost těžiště příčnicku a těžiště horního pásu příhrady

$b_p$  [m] ..... délka příčnicku

$I_p$  [m<sup>4</sup>] ..... moment setrvačnosti příčnicku<sup>6</sup>

$I_v$  [m<sup>4</sup>] ..... průměr momentů setrvačnosti příslušných svislic, které zajišťují tuhost v daném polorámu

Polorám	$h_1$ [m]	$h_v$ [m]	$I_{v,1}$ [m]	$I_{v,2}$ [m]	$I_p$ [m <sup>4</sup> ]	C [Nmm]
0-10	3,251	2,093	1,20E-04	1,20E-04	4,22E-03	5763,4
2-10	3,251	2,093	9,90E-05	1,20E-04	2,98E-03	5635,3
3-9	3,251	2,093	9,90E-05	9,90E-05	2,98E-03	5213,4
4-8	3,251	2,093	9,90E-05	9,90E-05	2,98E-03	5213,4
5-7	3,251	2,093	9,90E-05	9,90E-05	2,98E-03	5213,4
6-6	3,251	2,093	9,90E-05	9,90E-05	2,98E-03	5213,4

Tabulka 8.2 Výpočet příčného odporu polorámů C konstrukce K04

Příčné polorámy musí splňovat podmínku  $C \leq C_{min}$ . Tuto podmínku splňují všechny polorámy.

Minimální příčná tuhost polorámu se vypočte podle výrazu (8.1).

$$C_{min} = \frac{3N_{Sd,max}}{\beta_m^2 S_{min}} \gamma_{M1} = \frac{3 \cdot 4721,4}{2,898^2 \cdot 3,779} 1,15 = 513,4 \text{ Nmm}$$

Koncový polorám (polorám 0-10) musí splňovat podmínku

$$C = 5763,4 \text{ Nmm} \geq 8C_{min} = 8 \cdot 513,4 = 4107,2 \text{ Nmm}, \text{ která je splněna.}$$

Vzpěrná délka horního pásu příhradového nosníku je

$$L_{cr,z} = \beta_m s_i = 2,898 \cdot 3,779 = 10,950 \text{ m.}$$

<sup>6</sup> Momenty setrvačnosti jsou brány z reálných průřezů.

### 8.3 Posouzení složených členěných prutů s rámovými spojkami

U složených členěných prutů lze zanedbat smykovou tuhost  $S_V$  a posoudit je na vzpěr jako jeden celistvý prut, pokud je splněna podmínka největší rozteče mezi spojkami  $< 15i_{\min}$ . Tato podmínka není u žádného prutu splněna, proto jsou všechny pruty posouzeny na vzpěr jako členěné pruty.

Únosnost členěných prutů pro vybočení kolmo na hmotnou osu se vypočte jako u tlačěných prutů stálého průřezu. Únosnost členěných prutů pro vybočení kolmo na nehmotnou osu se vypočte z výrazů

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.6)$$

$$N_{ch,Ed} = 0,5N_{Ed} + \frac{M_{Ed}h_0A_{ch}}{2I_{eff}} \quad (8.7)$$

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}e_0 + M_{Ed}^1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_V}} \quad (8.8)$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{eff}}{L_{cr}^2} \quad (8.9)$$

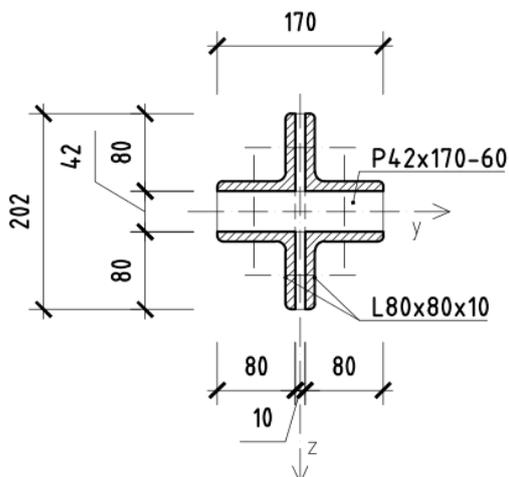
$$S_V = \frac{24EI_{ch}}{a^2 \left[ 1 + \frac{2I_{ch}h_0}{nI_b a} \right]} \leq \frac{2\pi^2 I_{ch}}{a^2} \quad (8.10)$$

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} + 2\mu I_{ch} \quad (8.11)$$

#### 8.3.1 Posouzení krajní svislice S 10 na vzpěr

Průřezové charakteristiky krajní svislice:

A [m <sup>2</sup> ]	=	6,04E-03
A <sub>ch</sub> [m <sup>2</sup> ]	=	1,51E-03
C <sub>g,y</sub> [mm]	=	85
C <sub>g,z</sub> [mm]	=	101
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	=	1,54E-05
I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	=	8,36E-06
I <sub>ch</sub> [m <sup>4</sup> ]	=	8,75E-07
i <sub>y</sub> [mm]	=	50



$$i_z [\text{mm}] = 37$$

$$i_{\min} [\text{mm}] = 15,5$$

$$W_{el,y} [\text{m}^3] = 1,52\text{E-}04$$

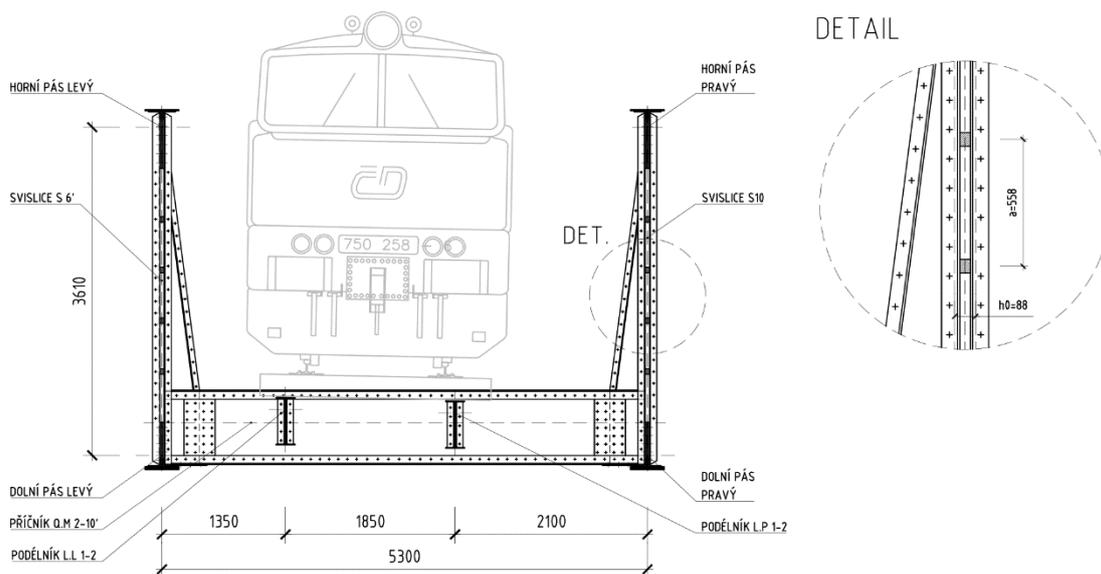
$$W_{el,z} [\text{m}^3] = 9,83\text{E-}05$$

$$I_t [\text{m}^4] = 1,90\text{E-}06$$

Obrázek 8.3 Průřez krajní svislice

Vzpěrná křivka pro y-y: c

Vzpěrná křivka pro z-z: c



Obrázek 8.4 Schéma řezu 2-10

Průřezové charakteristiky rámové spojky P42x170-60

$$h [\text{mm}] = 170$$

$$b [\text{mm}] = 42$$

$$A_d [\text{m}^2] = 0,00714$$

$$a \text{ [m]} = 0,558$$

$$h_0 \text{ [m]} = 0,088$$

$$n = 1$$

*Vzpěr kolmo na osu z-z (kolmo na nehmotnou osu):*

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 906,03$$

$$M_{Ed,1} \text{ [kNm]} = 0,00$$

$$M_{Ed} \text{ [kNm]} = 9,40$$

$$L \text{ [m]} = 3,610$$

$$\beta = 1,00$$

$$L_{cr,z} \text{ [m]} = 3,610$$

$$\mu = 1$$

$$I_{eff} \text{ [m}^4\text{]} = 2,52E-05$$

$$N_{cr,z} \text{ [kN]} = 4000,0$$

$$S_v \text{ [kN]} = 14037,8 > 11649,0$$

$$S_v \text{ [kN]} = 11649,0$$

$$e_0 \text{ [m]} = 0,01$$

$$N_{ch,Ed} \text{ [kN]} = 477,87$$

$$\lambda_z = 71,983$$

$$\lambda_1 = 76,059$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,946$$

$$\Phi_z = 1,131$$

$$\chi_z = 0,572$$

$$N_{b,Rd} \text{ [kN]} = 1226,39$$

$$N_{ch,Ed}/N_{b,Rd} = 0,39 < 1,0 \quad \text{Vyhovuje}$$

*Vzpěr kolmo na osu y-y (kolmo na hmotnou osu):*

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 906,03$$

$$L \text{ [m]} = 3,610$$

$$\beta = 0,70$$

$$L_{cr,y} [m] = 2,527$$

$$\lambda_y = 68,297$$

$$\lambda_1 = 76,059$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,898$$

$$\Phi_y = 1,074$$

$$\chi_y = 0,601$$

$$N_{b,Rd} [kN] = 1289,65$$

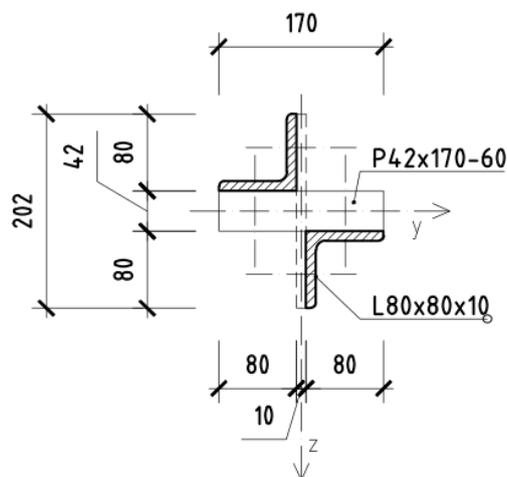
$$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 0,70 < 1,0 \quad \text{Vyhovuje}$$

### 8.3.2 Posouzení svislice S 6 na tah

Únosnost prutů na tah se vypočte z výrazů (8.12) a (8.13).

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.12)$$

$$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_0} \quad (8.13)$$



Obrázek 8.5 Průřez svislice S6

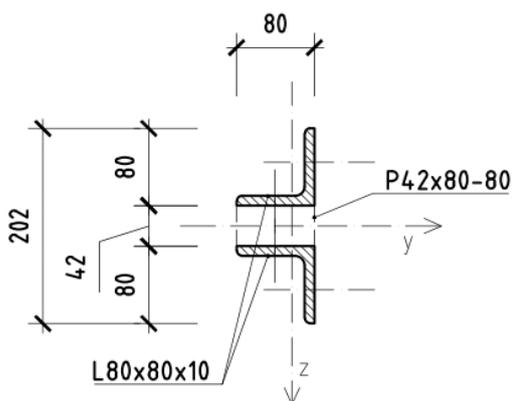
$$N_{Ed} [kN] = 140,28$$

$$N_{t,Rd} [kN] = 932,26$$

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0,15 < 1,0 \quad \text{Vyhovuje}$$

### 8.3.3 Posouzení diagonály D.V 0 na vzpěr

Průřezové charakteristiky diagonály:



Obrázek 8.6 Průřez tlačené diagonály

$A$ [m <sup>2</sup> ]	=	3,02E-03
$A_{ch}$ [m <sup>2</sup> ]	=	1,51E-03
$C_{g,y}$ [mm]	=	23
$C_{g,z}$ [mm]	=	101
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	=	7,69E-06
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	=	1,75E-06
$I_{ch}$ [m <sup>4</sup> ]	=	8,75E-07
$i_y$ [mm]	=	8,75E-07
$i_z$ [mm]	=	50
$i_{min}$ [mm]	=	24
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ]	=	15,5
$W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	=	7,62E-05
$I_t$ [m <sup>4</sup> ]	=	2,76E-07

Vzpěrná křivka pro y-y: c

Vzpěrná křivka pro z-z: c

Průřezové charakteristiky rámové spojky P42x80-80

$$h \text{ [mm]} = 42$$

$$b \text{ [mm]} = 80$$

$$A_d \text{ [m}^2\text{]} = 0,00336$$

$$a \text{ [m]} = 1,263$$

$$h_0 \text{ [m]} = 0,088$$

$$n = 1$$

*Vzpěr kolmo na osu z-z (kolmo na nehmotnou osu):*

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} \text{ [kN]} &= 1229,90 \\
 M_{Ed} \text{ [kNm]} &= 1,24 \\
 M_{Ed} \text{ [kNm]} &= -17,92 \\
 L \text{ [m]} &= 5,053 \\
 \beta &= 1,00 \\
 L_{cr,z} \text{ [m]} &= 5,053 \\
 \mu &= 0,657 \\
 I_{eff} \text{ [m}^4\text{]} &= 1,28E-05 \\
 N_{cr,z} \text{ [kN]} &= 1043,1 \\
 S_v \text{ [kN]} &= 2106,7 < 2272,9 \\
 S_v \text{ [kN]} &= 2106,7 \\
 e_0 \text{ [m]} &= 0,01 \\
 N_{ch,Ed} \text{ [kN]} &= \mathbf{522,25} \\
 \lambda_z &= 100,756 \\
 \lambda_1 &= 76,059 \\
 \bar{\lambda}_z &= 1,325 \\
 \Phi_z &= 1,653 \\
 \chi_z &= 0,379 \\
 N_{b,Rd} \text{ [kN]} &= \mathbf{406,10} \\
 N_{ch,Ed}/N_{b,Rd} &= \mathbf{1,29 > 1,0} \quad \mathbf{Nevyhovuje}
 \end{aligned}$$

*Vzpěr kolmo na osu y-y (kolmo na hmotnou osu):*

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} \text{ [kN]} &= 1229,9 \\
 L \text{ [m]} &= 2,527 \\
 \beta &= 1,00 \\
 L_{cr,y} \text{ [m]} &= 2,527 \\
 \lambda_y &= 105,271
 \end{aligned}$$

$$\lambda_1 = 76,059$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,384$$

$$\Phi_y = 1,748$$

$$\chi_y = 0,355$$

$$N_{b,Rd} \text{ [kN]} = 381,03$$

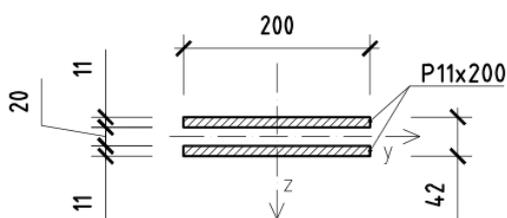
$$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 3,23 > 1,0 \quad \text{Nevyhovuje}$$

### 8.3.4 Posouzení diagonály D.S 10 na tah

Únosnost prutů na tah se vypočte z výrazů

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (8.12)$$

$$N_{t,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_0} \quad (8.13)$$



Obrázek 8.7 Průřez tažené diagonály

$$N_{Ed} \text{ [kN]} = 1382,39$$

$$N_{t,Rd} \text{ [kN]} = 1358,26$$

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 1,02 > 1,0 \quad \text{Nevyhovuje}$$

## 8.4 Posouzení na únavu

Pro posouzení konstrukce na únavu jsou použity charakteristické hodnoty zatěžovacího Modelu 71, včetně dynamického součinitele  $\Phi_2$ .

Posouzení na únavu se provede podle ČSN EN 1993-2 podle vztahu

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \quad (8.14)$$

Účinky poškození od spektra rozkmitů pro  $N_c = 2 \times 10^6$  cyklů:  $\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\text{Počet cyklů } N_c = 2 \times 10^6$$

Výpočet rozkmitů napětí:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$$

Součinitel účinků poškození od dopravy  $\lambda_1 = 0,64$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.3, součinitel pro standardní kolejovou dopravu pro  $L = 37,5 \text{ m}$ )

Součinitel objemu dopravy  $\lambda_2 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.5, doprava za rok  $25 \times 10^6 \text{ t/kolej}$ )

Součinitel návrhové životnosti mostu  $\lambda_3 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.6, návrhová životnost mostu 100 roků)

Součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí  $\lambda_4 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.7)

Největší hodnota součinitele  $\lambda$  s uvážením meze únavy  $\lambda_{max} = 1,4$

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \leq \lambda_{max}$$

$$0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \leq 1,4 \quad \text{Vyhovuje}$$

### 8.4.1 Přípoj příčnicku Q.M 3-9' k dolnímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO11 – charakteristická kombinace pro zatížení středních příčnicků.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -179,6 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -21,6 \text{ MPa}$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-179,6 - (-21,6)| = 158,0 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 158,0 = 106,2 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 106,2 = 106,2 \text{ MPa} > \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Nevyhovuje}$$

#### 8.4.2 Přípoj krajního příčnicku Q.M 0-12 k dolnímu pásu příhradového nosníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO12 – charakteristická kombinace pro zatížení krajních příčnicků.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = 29,7 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = 3,6 \text{ MPa}$

$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 29,7 - 3,6 = 26,1 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 26,1 = 17,5 \text{ MPa}$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 17,5 = 17,5 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje}$$

#### 8.4.3 Přípoj podélníku k příčnicku Q.M 6-6

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO13 – charakteristická kombinace pro zatížení středních podélníků.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = 101,2 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = 10,9 \text{ MPa}$

$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 101,2 - 10,9 = 90,3 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 90,3 = 60,7 \text{ MPa}$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 60,7 = 60,7 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje}$$

#### 8.4.4 Přípoj svislice S 10 k hornímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO14 – charakteristická kombinace pro zatížení svislice.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -171,2 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -25,8 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-171,2 - (-25,8)| = 145,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 145,4 = 97,7 \text{ MPa}$

$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 97,7 = 97,7 \text{ MPa} > \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa}$  **Nevyhovuje**

#### 8.4.5 Přípoj diagonály D.S 10 k hornímu pásu příhradového vazníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO15 – charakteristická kombinace pro zatížení krajní diagonály.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -269,6 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -38,8 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-269,6 - (-38,8)| = 230,8 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 230,8 = 155,1 \text{ MPa}$

$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 155,1 = 155,1 \text{ MPa} > \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa}$  **Nevyhovuje**

### 8.5 Vyhodnocení vybraných prvků

Profily jednotlivých průřezů ve většině případů nevyhoví na nároky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou. Do výpočtu nejsou zavedeny odstupňování pásnic horního a dolního pásu hlavního nosníku a lokální zesílení prutů, které jsou zřejmé z fotografické dokumentace.

### 8.6 Spoje

Spojení veškerých prvků je provedeno pomocí nýtů. Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a že zajistí přenos sil ve spojích. Počty a průřezy nýtů a provedení nýťovaných spojů není známo, proto není v této práci uvedeno jejich posouzení.

### 8.7 Ložiska

Schéma ložisek zobrazuje *Obrázek 8.8*.

Technické parametry ocelolitinových ložisek konstrukce K04 nejsou známy. Ložiska ocelolitinová mají normalizovanou únosnost ve svislém směru 5050 kN, přípustná

velikost podélné vodorovné síly je stanovena do 580 kN. Vypočtené podporové reakce jsou zobrazeny v *Tabulka 8.3 Maximální podporové reakce*. Vypočtené reakce ve vodorovném směru  $R_x$  a  $R_y$  mnohonásobně přesahují únosnost použitých ložisek, tyto vodorovné síly jsou ovšem pouze teoretické za předpokladu zajištění nulových vodorovných posunů na ložiskách, které nemohou být nikdy dodrženy. Pro získání skutečných sil působících na ložisko by bylo nutné vnést do výpočtu možné vodorovné posuny, které sníží vzniklé vodorovné reakce a tím i namáhání ložisek.

Podpora	Zatěžovací stav	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]
Sn2/N25	CO2/29	<b>-5311,40</b>	-2030,12	1398,80
Sn1/N1	CO2/29	<b>5311,40</b>	2515,24	1364,15
Sn2/N25	CO2/18	-3903,12	<b>-2651,50</b>	363,02
Sn1/N1	CO2/4	4708,66	<b>2622,10</b>	199,47
Sn3/N2	CO2/6	0,00	-350,42	<b>2383,65</b>
Sn4/N34	CO2/27	0,00	-350,67	<b>52,64</b>

*Tabulka 8.3 Maximální podporové reakce*



*Obrázek 8.8 Schéma ložisek*

### 8.8 Mezní stav použitelnosti konstrukce K04

Maximální průhyb konstrukce K04 je 82,3 mm, což odpovídá přibližně  $\frac{1}{450}$  rozpětí konstrukce.

Celková hmotnost konstrukce K04 je 63,3 tun.

## 9 Závěr

Konstrukce ve většině případů nevyhoví na nároky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou.

Souhrnné zatížení skutečných vlaků jezdících po trati Dobříš – odb. Skochovice je max. 81 tun (uvažováno se zatížením od 1,5 vagónu s ložnou hmotností vozu 54 tun pro kategorii C), souhrnné zatížení uvedené výše zmíněnou normou je na dané rozpětí mostu 347 tun, což je více než šestinásobné.

Pro podrobnější přepoččet konstrukce by bylo nutné ověřit přesné rozměry profilů, oslabení prutů korozi, odstupňování průřezu, stav a polohu nýtů, stav ložisek a další. Ve výpočtu jsou použity profily prutů podle dostupných podkladů, které neuvažují s korozním oslabením a odstupňováním průřezů.

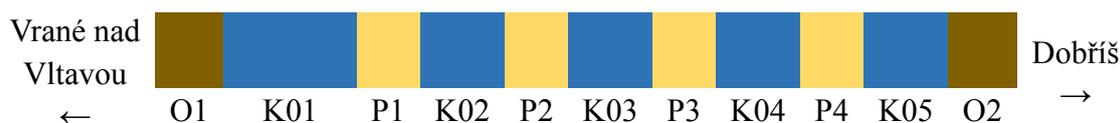
## Konstrukce K05

### 1 Údaje o konstrukci

#### 1.1 Identifikační údaje mostu

Trať	Praha Modřany – Vrané nad Vltavou, TÚ 1721
Objekt	Most ČD na km 29,219
Název objektu	Skochovický most, Měchenický most
Místo objektu	Vrané nad Vltavou
Okres	Praha-Západ
Kraj	Středočeský
Správce mostu	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
Přemostěná překážka	Vodní tok řeka Vltava, Silnice II/102

#### 1.2 Schéma mostního objektu<sup>7</sup>



O1	Opěra O1 na straně u Skochovic
K01	Konstrukce K01 – rozpětí pole 83,50 m
P1	Pilíř P1
K02	Konstrukce K02 – rozpětí pole 36,69 m
P2	Pilíř P2
K03	Konstrukce K03 – rozpětí pole 37,26 m
P3	Pilíř P3
K04	Konstrukce K04 – rozpětí pole 37,30 m
P4	Pilíř P4
K05	Konstrukce K05 – rozpětí pole 12,90 m
O2	Opěra O2 na straně u Měchenic

#### 1.3 Technické řešení

Konstrukce K05 je řešena jako prostě uložená konstrukce s šikmým uložením a rozpětím 12,90 m. Hlavní nosníky jsou přímopásové plnostěnné. Mostovka je prvková. Uložení koleje je na dřevěných mostnicích. Nosná konstrukce je uložena na čtyřech ocelových tangenciálních ložiskách, dvou pevných a dvou pohyblivých. Pevná ložiska jsou uložena

<sup>7</sup> Číslováno konstrukce je opačně proti staničení tratě.

na kamenném pilíři P4 z rádkového zdiva, pohyblivá na kamenné opěře O2 z rádkového zdiva.

#### 1.4 Hlavní údaje o konstrukci

Traťová třída	C3
Traťová rychlost	60 km/h
Rychlost na mostě	60 km/h
Směrové poměry	trať v levém oblouku
Sklonové poměry	nezjištěny
Materiál	11 378-Fe 360 (S235 J0), 11 375-Fe 360C (S235 JR)
Úhel křížení	29°49′
Rozpětí pole	12,900 m
Délka nosné konstrukce	17,450 m
Šířka nosné konstrukce	4,540 m

#### 1.5 Popis konstrukce

##### 1.5.1 Nosná konstrukce K05

Nosná konstrukce K05 je ocelová přímopásová konstrukce s plnostěnnými hlavními nosníky s dolní prvkovou mostovkou. Rozpětí mostu je 12,90 m, osová vzdálenost hlavních nosníků je 2,50 m. Výška hlavního nosníku je 1,082 m. Na hlavním nosníku je provedeno odstupňování.

Hlavní nosníky jsou nýtované ve tvaru I složené z plechů P12x240 (horní pásnice), P10x1060 (stojina), a P12x240 (dolní pásnice), spojenými čtyřmi úhelníky L100x12 a nýty v osové vzdálenosti přibližně 150 mm. Na spodní pásnici ve středu rozpětí je provedeno odstupňování připojením dvou plechů P11x240 pomocí nýtů. V místech připojení příčníků jsou provedeny příčné výztuhy hlavního nosníku pomocí čtyř úhelníků L80x8. V těchto místech jsou provedeny podlahové konzoly.

Příčnky jsou nýtované I profily složené z plechu P10x400 (stojina) a úhelníků L65x8 (horní i dolní pásnice), spojenými se stojinou nýty. Horní pásnice byla při rekonstrukci v letech 1998-2001 vyztužena dvěma úhelníky L90x8, přivařených ke hranám stávajících úhelníků L65x8 (PONTEX s.r.o., 1998). V ose uložení podélníků jsou provedeny dva konstrukční spoje stojiny příčníků, každý pomocí dvou přiložených plechů P8x300-250 přinýtovaných ke stojině příčnicku.

Podélníky jsou nýtované ve tvaru I. Pravý podélník je složen z plechů P10x375 (stojina) a ze čtyř úhelníků L80x10 (horní a dolní pásnice) připojenými nýty ke stojině. Levý podélník je složen z plechů P10x340 (stojina) a ze čtyř úhelníků L80x10 (horní i dolní pásnice) připojenými nýty ke stojině. Podélníky jsou vyztuženy příčnými výztuhami ze dvou úhelníků L70x8. Poloha příčných výztuh není známa.

Diagonála brzdného ztužidla je tvořena úhelníkem L80x8. Diagonály jsou připojeny k dolní pásnici hlavního nosníku pomocí nýtů.

Podlahové konzoly jsou tvořeny plechem P10 s proměnnou výškou od 400 mm do 140 mm a čtyřmi úhelníky L70x8.

#### *1.5.2 Ložiska*

Ložiska na pilíři P4 jsou ocelová tangenciální pevná. Ložiska na krajní opěře O2 jsou ocelová tangenciální jednosměrně pohyblivá. Rozměry a technické údaje ložisek nejsou známy.

#### *1.5.3 Spodní stavba*

Pilíř P4 tvoří žulové řádkové zdivo. Výška pilíře je 10,30 m od úložného prahu k základovému ústupku, šířka pilíře je 12,30 m, tloušťka je 2,15 m. Založení pilíře je plošné do skalního podloží. Kamennou opěru O2 tvoří žulové řádkové zdivo. Výška opěry je 7,31 m od úložného prahu k základovému ústupku, kolmá šířka opěry je přibližně 4,30 m, tloušťka je proměnná. Závěrná zídka je šikmá. Křídla jsou rovnoběžná. Založení je dle archivních dokumentů plošné (PONTEX s.r.o., 1995).

#### *1.5.4 Železniční svršek*

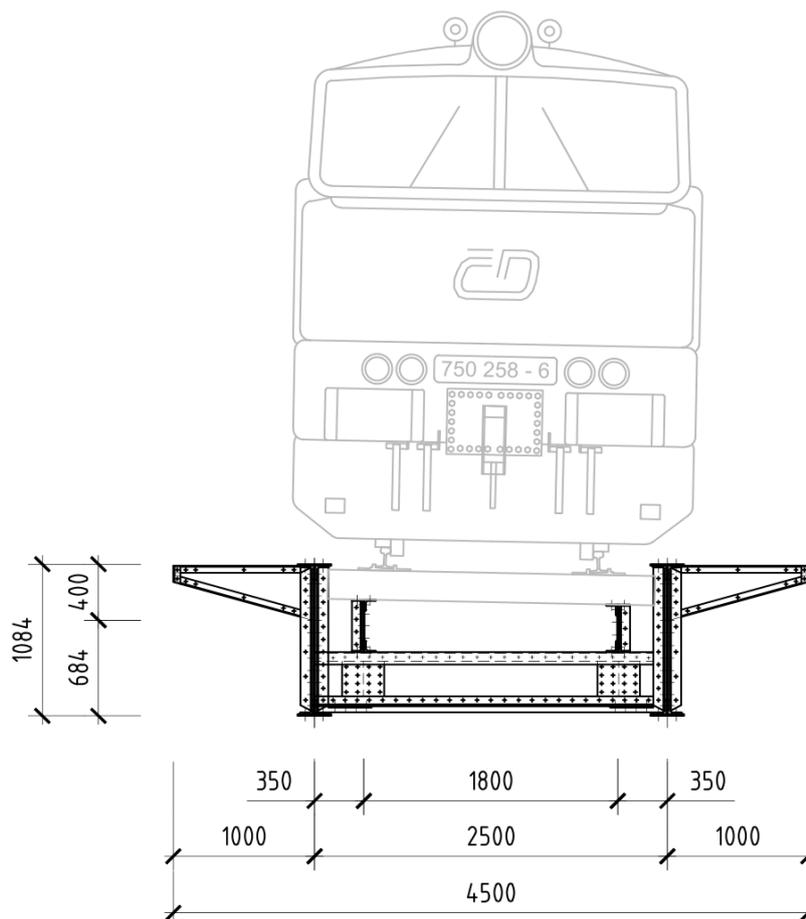
Kolejnice S49 (49E1) jsou uloženy na žebrových podkladnicích na dřevěné mostnice o rozměrech 250x270x2150 mm se světlostí 290 – 340 mm. Pojistné úhelníky ve vzdálenosti 180 mm od pojížděné hrany kolejnice.

#### *1.5.5 Mostní vybavení*

Podlahy jsou z ocelových rýhovaných plechů tloušťky 5 mm. Zábradlí je z ocelové pásoviny nýtované k podlahovým konzolám.

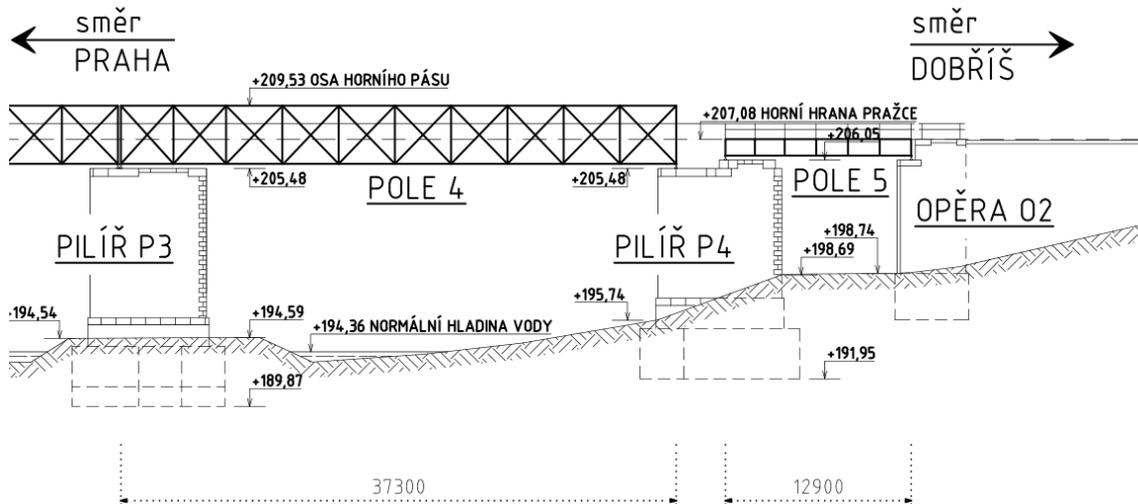
## 2 Dispoziční řešení

Konstrukce K04 je tvořena přímopásovými plnostěnnými nosníky s mezilehlou prvkovou mostovkou tvořenou příčníky a podélníky. Podélně je konstrukce ztužena brzdovým ztužidlem v rovině dolních pásnic hlavních nosníků.

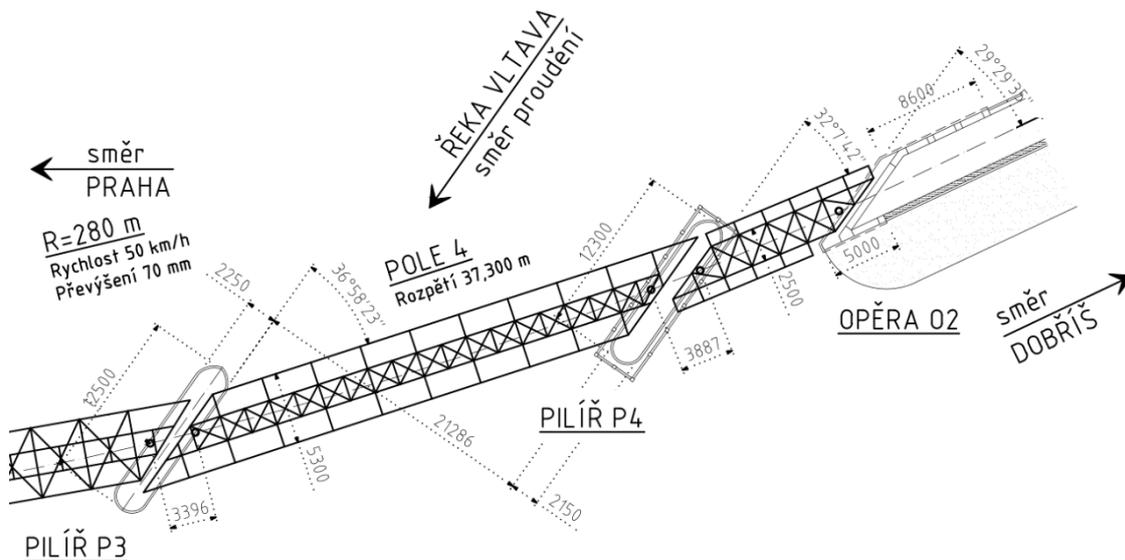


Obrázek 2.1 Řez 4-4' - řez ve středu rozpětí

TRATĚ DOBŘÍŠ–MODŘANY  
km 29,319



Obrázek 2.2 Pohled na konstrukci K04 a K05



Obrázek 2.3 Půdorys konstrukce K04 a K05

### 3 Zatěžovací model

Konstrukce je vymodelována v programu SCIA Engineering. Konstrukce je vytvořena jako prostorový model, který vystihuje konstrukčně a materiálově co nejpřesněji reálnou konstrukci. Všechny pruty jsou modelovány jako 1D prvky.

#### 3.1 Značení jednotlivých prutů

Hlavní nosník:	P – plnostěnný nosník
Podélníky:	L.P – podélník pravý L.L – podélník levý
Příčnický:	Q.M – příčník mostovky
Diagonály ztužení:	L.DV, L.DS – diagonály ztužení (vzestupná, sestupná)

*Tabulka 3.1 Značení jednotlivých prutů*

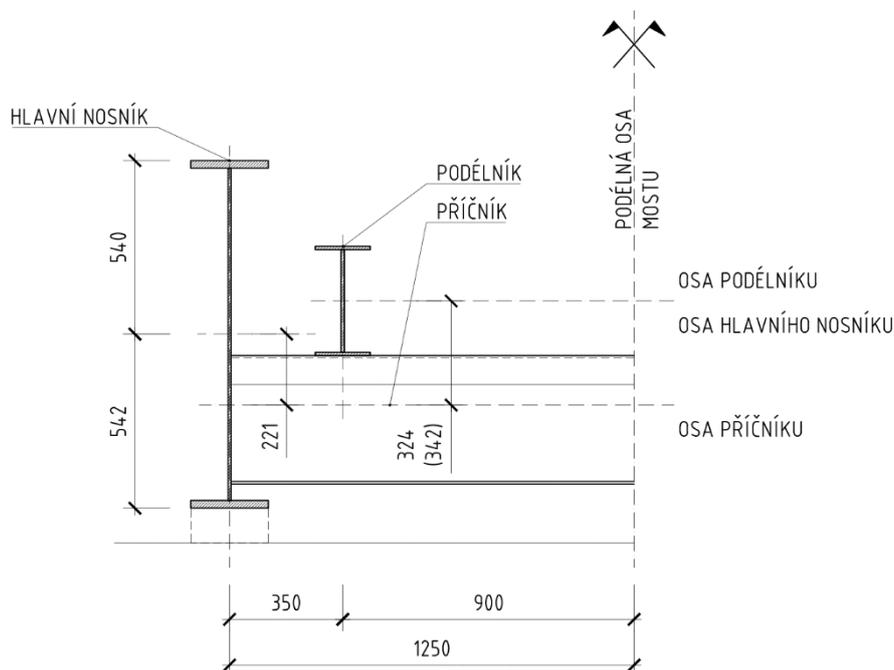
#### 3.2 Popis výpočtového modelu

Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a tudíž zajistí přenos sil ve spojích.

Nosná konstrukce hlavního nosníku jsou dva nýtované přímopásové plnostěnné nosníky rozpětí 12,90 m v osové vzdálenosti 2,50 m. Soustava je s mezilehlou mostovkou. Výška hlavního nosníku je 1,082 m plus přídatné odstupňování dolní pásnice. Šikmost nosné konstrukce je levá 29°49'.

Hlavní nosník je tvořen z I profilu. Příčnický jsou modelovány jako I profily připojené v obou směrech lokálních os prutů rámově k dolnímu pásu hlavního nosníku. Podélníky jsou modelovány taktéž jako I profil působící jako spojitý nosník.

Pruty brzděného ztužidla jsou modelovány jako pruty v obou směrech lokálních os kloubově připojené k dolnímu pásu hlavního nosníku.



Obrázek 3.1 Geometrický model - excentricity prutů mostovky (Řez 4-4')

### 3.3 Materiál konstrukce

Stávající konstrukce je vyrobena z oceli dřívějšího označení 11 378-Fe 360 a 11 378-Fe 360C, což odpovídá materiálu dle značení EN 10025-2:2004 oceli S235 J0 a S235 JR. Objemová hmotnost je navýšena na 8080 kg/m<sup>3</sup> kvůli navýšení hmotnosti o nýty.

### 3.4 Modelování zatížení modelem 71

Zatížení vlakem na konstrukci reprezentovaným modelem 71 se přenáší z mostnic na podélníky. Tato skutečnost je dodržena i ve výpočtovém modelu, kde je zatížení  $q_{v1}$  resp.  $q_{v2}$  a  $Q_{v1}$  resp.  $Q_{v2}$  roznášeno na podélníky v jejich osové vzdálenosti 1,80 m.

Lokální účinky koncentrace napětí způsobené bodovým zatížením modelu 71 na podélníky jsou zanedbány. Hodnoty zatížení modelu 71 jsou podrobně popsány v kapitole 4.1.8 Model 71.

## 4 Zatížení

### 4.1 Zatěžovací stavy

- ZS1: Vlastní tíha  
 ZS2: Ostatní stálé zatížení  
 ZS3: Brzdné síly  
 ZS4: Rozjezdové síly  
 ZS5: Nezatížený vlak  
 ZS6, ZS7, ZS8, ZS9: Vítr  
 ZS10: Teplota  
 LM71, Boční ráz – pohyblivé zatížení

#### 4.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je generována programem SCIA Engineer na základě zadaných průřezů a materiálových charakteristik jako proměnné spojité zatížení (vliv proměnné výšky hlavních nosníků pole 1). Pro zatížení vlastní tíhou (a ostatním stálým zatížením) platí dle ČSN EN 1991-1-1 objemová hmotnost oceli  $80,8 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.2 Ostatní stálé zatížení

Železniční svršek (kolejnice, podkladnice s přípojovacími prvky, podlahové plechy na mostnicích, pojistné úhelníky). Do výpočtu zavedeno jako rovnoměrné spojité zatížení o charakteristické hodnotě  $g_{1k} = 3,0 \text{ kNm}^{-1}$  působící na podélníky.

#### 4.1.3 Brzdné síly

Brzdné síly působí taktéž v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} = 20 \cdot 12,9 = 258 \text{ kN} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1bk} = 258 \text{ kN}$$

#### 4.1.4 Rozjezdové síly

Rozjezdové síly působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} \leq 1\,000 \text{ kN},$$

kde  $L_{a,b}$  [m] je příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} = 33 \cdot 12,9 = 426 \text{ kN} \leq 1\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1ak} = 426 \text{ kN}$$

#### 4.1.5 Nezatížený vlak

Zatížení ověřuje stabilitu konstrukce při příčném zatížení větrem. Model je tvořen

svislým rovnoměrným zatížením s charakteristickou hodnotou  $10 \text{ kNm}^{-1}$ , jehož účinky jsou rozděleny na dvě části ( $2 \times 5 \text{ kNm}^{-1}$ ), kterými jsou zatíženy podélníky.

#### 4.1.6 Větr

Most se nachází mezi Měchenicemi a Skochovicemi, jedná se o větrnou oblast II. Zatížení větrem je uvažováno ve směru kolmém k podélné ose mostu a ve směru rovnoběžném dle ČSN EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru:  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Součinitel směru větru:  $c_{dir} = 1,0$

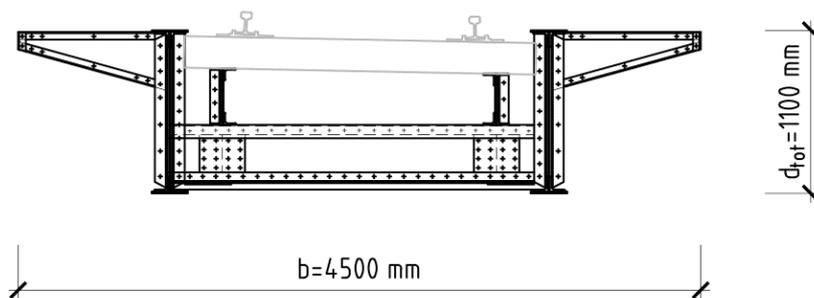
Součinitel ročního období:  $c_{season} = 1,0$

Součinitel ortografie:  $c_o = 1,0$

Délka konstrukce ve směru y:  $L = 12,90 \text{ m}$

Šířka konstrukce ve směru x:  $b = 4,50 \text{ m}$

Výška konstrukce ve směru z:  $d = 1,11 \text{ m}$



Obrázek 4.1 Rozměry konstrukce pro zatížení větrem

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu:  $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,391 \text{ kNm}^{-2}$$

Výška konstrukce mostu nad terénem:  $z = 9,31 \text{ m}$

Parametr drsnosti terénu:  $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu:  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \ln \left( \frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{9,31}{0,3}\right) = 0,739$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,739 \cdot 1,0 \cdot 25 = 18,48 \text{ m s}^{-1}$$

Intenzita turbulence  $I_v(z)$ :

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{9,31}{0,3}\right)} = 0,291$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,291] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18,48^2$$

$$= 0,648 \text{ kNm}^{-2}$$

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,648}{0,391} = 1,66$$

Zatížení ve směru  $x$  (směr kolmý na podélnou osu mostu):

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{4,50}{1,11} = 4,05$$

$c = 3,6$  (ČSN EN 1991-1-4 Tabulka 8.2 pro  $z_e \leq 20$  m)

$$A_{ref,x} = d_{tot} \cdot L = 14,23 \text{ m}^2$$

Síly ve směru  $x$ :

$$F_{w,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,6 \cdot 14,23 = 20,01 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na hlavní nosník:  $q_{w,x} = 1,551 \text{ kNm}^{-1}$

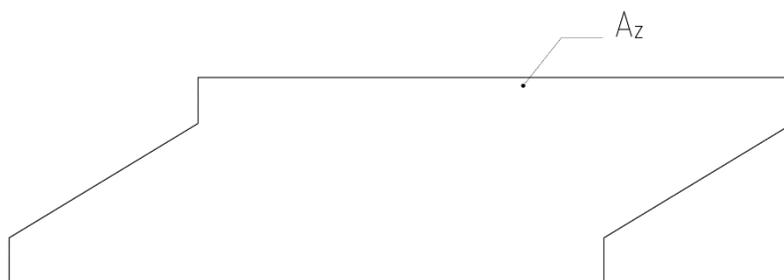
Zatížení ve směru  $z$  (směr kolmý na podélnou osu mostu):

Průmět plochy:  $A_y = L \cdot b = 12,9 \cdot 4,50 = 58,05 \text{ m}^2$

$c_{f,z} = 0,9$  (ČSN EN 1991-1-4 Poznámka 1 v 8.3.3)

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,z} = 1,66 \cdot 0,9 = 1,49$

$$A_{ref,z} = A_z = 58,05 \text{ m}^2$$



Obrázek 4.2 Průmět plochy  $A_z$

Síly ve směru z:

$$F_{w,z} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 1,49 \cdot 58,05 = 33,79 \text{ kN}$$

#### 4.1.7 Teplota

Ocelová nosná konstrukce – ocelový příhradový nebo plnostěnný nosník – 1. typ, lokalita Středočeský kraj. Upínací teplota je  $10^\circ\text{C}$ . Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrnou změnou teploty. Minimální a maximální hodnoty jsou dle Národní přílohy ČSN EN 1991-1-5.

$$T_{min} = -32^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = T_{min} - 3^\circ\text{C} = -32 - 3 = -35^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 16^\circ\text{C} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (-35) = 45^\circ\text{C} \text{ (prodloužení konstrukce)}$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} \text{ (zkrácení konstrukce)}$$

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = 56 - (-35) = 91^\circ\text{C}$$

#### 4.1.8 Model 71

Pro železniční mosty platí dle ČSN EN 1991-2 zatížení modelem LM 71, který se na konstrukci umístí tak, aby vyvolal co nejnepříznivější účinky, přičemž se odlehčující účinky zatížení zanedbávají. Charakteristická hodnota je přenásobena součinitelem  $\alpha = 1,10$  (součinitel stanoven dle národní přílohy pro trať třetí třídy).

$$q_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje  $e$ :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} = \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

#### 4.1.9 Boční ráz

Boční ráz je v normě stanoven charakteristickou hodnotou  $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$  a uvažuje se jako osamělá síla působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Hodnota se násobí součinitelem  $\alpha = 1,10$ . Zatěžovací stav se vždy kombinuje se svislým zatížením od dopravy.

## 4.2 Skupiny zatížení

Pro návrh železničního mostu jsou ve výpočtu použity následující skupiny zatížení:

- Stálé
- LM71 – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr11
- Nezatížený vlak – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr15
- Boční ráz – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr14
- Brzdná a rozjezdová síla – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr13
- Vítr – zatížení větrem
- Teplota – teplotní zatížení konstrukce

## 5 Vnitřní síly v prutech

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno šest skupin prvků (hlavní nosník, střední příčnick, krajní příčnick, podélník levý, podélník pravý a diagonála ztužení) a z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden výpočet.

### 5.1 Dynamické účinky provozního zatížení

Pro standardně udržovanou kolej se dle ČSN EN 1991-2 použije výpočet pro dynamický součinitel  $\Phi_3$  (5.1).

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 \quad (5.1)$$

kde  $L_\phi$  je „náhradní“ délka daného prvku [m].

Prvek	Náhradní délka $L_\phi$	Dynamický součinitel $\Phi_3$
Hlavní nosník	12,90 m	1,37
Příčnick v poli	2*2,50 = 5,00 m	1,79
Příčnick na okraji	3,60 m	2,00
Podélník	3*2,20 = 6,60 m	1,64
Ložiska	12,90 m	1,37

Tabulka 5.1 Hodnoty dynamického součinitele pro zatížení železniční dopravou dle ČSN EN 1991-2.

## 6 Kombinace vnitřních sil

Kombinace vnitřních sil získaných ze zatížení konstrukce podle zatěžovacích stavů jsou provedeny dle ČSN EN 1990 rovnicemi 6.10a a 6.10b a dle ČSN EN 1991-2.

$$(6.10a) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \zeta_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Proměnná zatížení $Q_d$	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabulka 6.1 Návrhové hodnoty zatížení v kombinaci zatížení

$$\zeta = 0,85$$

### 6.1 Kombinace stálých zatížení

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu konstrukce a ostatní stálá zatížení je dle ČSN EN 1990  $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$  a  $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ .

### 6.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy

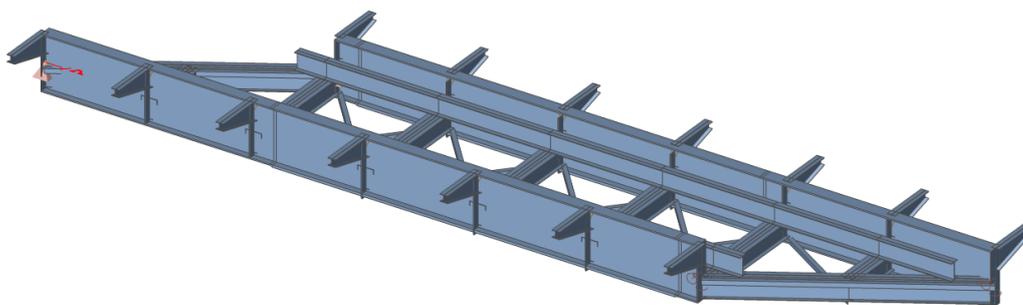
Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy je podle ČSN EN 1991-2 tab. 6.11  $\gamma_F = 1,45$ .

### 6.3 Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení

Součinitel zatížení pro zatížení větrem a zatížení teplotou  $\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivé účinky a  $\gamma_Q = 0$  pro příznivé účinky zatížení.

## 7 Statický výpočet

Statický výpočet je proveden v programu SCIA Engineer, který je shrnut do následujícího reportu (28 stran).



*Obrázek 7.1 Prostorový model konstrukce K05 v programu SCIA Engineer*

### 1. Obsah

1. Obsah	205
2. Materiály	205
3. Průřezy	205
4. Zatěžovací stavy	209
5. Skupiny zatížení	210
6. Posudek MSÚ: Hlavní nosník	211
7. Posudek MSÚ: Střední příčník Q.M 2-6	214
8. Posudek MSÚ: Krajiní příčník Q.M 0-6	217
9. Posudek MSÚ: Podélník levý	220
10. Posudek MSÚ: Podélník pravý	224
11. Posudek MSÚ: Diagonála brzdného ztužidla	227
12. Reakce na neposuvných podporách	229
13. Reakce na posuvných podporách	230
14. Deformace konstrukce K05	230
15. Deformace hlavních nosníků	231
16. Klíč kombinace	231
17. Výkaz materiálu	231

### 2. Materiály

Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_{t1}$ [MPa]
		$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]				
S 235	8080,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0

### 3. Průřezy

Diagonála ztužení		
Typ	L80x80x8	
Kód tvaru	4 - L section	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	b	b
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	1,2300e-03	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	23	23
$I_{y,LCS}$ [m <sup>4</sup> ], $I_{z,LCS}$ [m <sup>4</sup> ]	7,2250e-07	7,2250e-07
$I_{yz,LCS}$ [m <sup>4</sup> ]	-4,2344e-07	
$\alpha$ [deg]	45,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,1480e-06	2,9720e-07
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	31	16
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	2,0252e-05	9,3703e-06
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	-27	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,5941e-08	1,4294e-40
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	106
Obrázek		

Hlavní nosník

Typ	Iwn		
Detailní	1082; 10; 240; 24; 240; 24; 1034; 0		
Kód tvaru	101 - Asymmetric I section		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 235		
Posudek rovinného vzpěru y-y,	b	c	
Posudek rovinného vzpěru z-z			
A [m <sup>2</sup> ]	2,1860e-02		
C <sub>y,ucs</sub> [mm], C <sub>z,ucs</sub> [mm]	120	541	
α [deg]	0,00		
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,1456e-03	5,5382e-05	
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	435	50	
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	7,6628e-03	4,6152e-04	
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0	
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	2,5645e-06	1,5474e-05	
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0	
Obrázek			

Příčník

Typ	Iw+2L		
Detailní	L90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 235		
Posudek rovinného vzpěru y-y,	c	c	
Posudek rovinného vzpěru z-z			
A [m <sup>2</sup> ]	8,8584e-03		
C <sub>y,ucs</sub> [mm], C <sub>z,ucs</sub> [mm]	160	255	
α [deg]	0,00		
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,9377e-04	5,6448e-05	
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	148	80	
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	7,6016e-04	3,5280e-04	
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	155	

$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,3716e-07	3,5425e-07
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	-370	0
Obrázek		

Podélník levý		
Typ	$I_w$	
Detailní	340; 10; 170; 10; 320; 0	
Kód tvaru	1 - I section	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	b	c
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	6,6000e-03	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	85	170
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,1990e-04	8,2150e-06
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	135	35
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	7,0529e-04	9,6647e-05
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,2333e-07	2,2293e-07
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

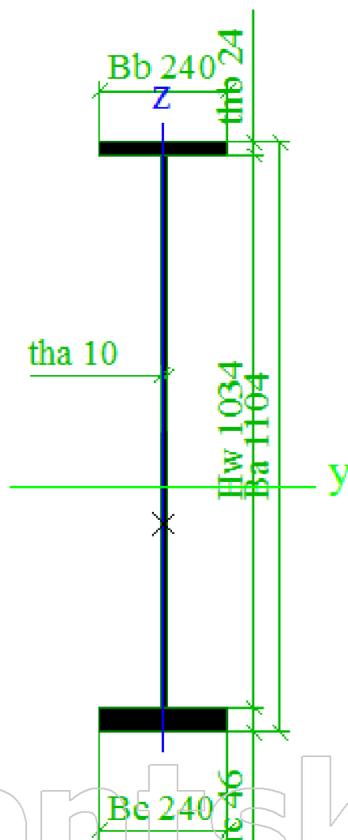
Podélník pravý		
Typ	$I_w$	
Detailní	375; 10; 170; 10; 355; 0	
Kód tvaru	1 - I section	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	b	c
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	6,9500e-03	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	85	187
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	1,5055e-04	8,2179e-06
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	147	34
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	8,0294e-04	9,6681e-05
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0

$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	2,3500e-07	2,7272e-07
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

Hlavní nosník střed

Typ	Iwn	
Detailní	1104; 10; 240; 24; 240; 46; 1034; 0	
Kód tvaru	101 - Asymmetric I section	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	c	d
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	2,7140e-02	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	120	456
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	5,4416e-03	8,0726e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	448	55
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	8,3925e-03	6,7272e-04
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	-65
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	9,2491e-06	2,0762e-05
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	295	0

Obrázek



**Vysvětlivky symbolů**

Kód tvaru	h - Výška b - Šířka t - Tloušťka r - Poloměr u přechodu pásnice a stojiny r1 - Poloměr u hrany pásnice W1 - Vzdálenost mezi šrouby W2 - Vzdálenost mezi šrouby W3 - Vzdálenost mezi šrouby
A	Plocha
C <sub>y,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Y zadávacího systému
C <sub>z,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Z zadávacího systému
I <sub>y,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I <sub>z,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I <sub>yz,LCS</sub>	Moment setrvačnosti I <sub>yz</sub> v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I <sub>y</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I <sub>z</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z

**Vysvětlivky symbolů**

i <sub>y</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y
i <sub>z</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W <sub>el,y</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W <sub>el,z</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
d <sub>y</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d <sub>z</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I <sub>t</sub>	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I <sub>w</sub>	Výšečový moment setrvačnosti
β <sub>y</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β <sub>z</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

**4. Zatěžovací stavy**

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení
ZS1	Stálé	Stálé	Stálé
ZS2	Ostatní stálé	Stálé	Stálé
ZS3	Brzdné síly	Proměnné	Brzdné a rozjezdové síly

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení
ZS4	Rozjezdové síly	Proměnné	Brzdné a rozjezdové síly
ZS5	Nezatížený vlak	Proměnné	LM71
ZS6	Vítr Y+	Proměnné	Vítr
ZS7	Vítr Y-	Proměnné	Vítr
ZS8	Vítr Y+ (s vlakem)	Proměnné	Vítr
ZS9	Vítr Y- (s vlakem)	Proměnné	Vítr
ZS10	Teplota	Proměnné	Teplota
LM71-Model 71-Min N		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Vy		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Vz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Mx		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min My		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Mz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min ux		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min uy		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min uz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max N		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Vy		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Vz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Mx		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max My		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Mz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max ux		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max uy		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max uz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Rx		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Ry		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Min Rz		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Rx		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Ry		Proměnné	LM71
LM71-Model 71-Max Rz		Proměnné	LM71
Boční ráz-Boční ráz-Min N		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Vy		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Vz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Mx		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min My		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Mz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min ux		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min uy		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min uz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max N		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Vy		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Vz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Mx		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max My		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Mz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max ux		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max uy		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max uz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Rx		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Ry		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Min Rz		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Rx		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Ry		Proměnné	Boční ráz
Boční ráz-Boční ráz-Max Rz		Proměnné	Boční ráz

## 5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stálé	Stálé		
LM71	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr11 (LM71 + SW/0)
Nezatížený vlak	Proměnné	Standard	Doprava - gr15 (prázdný vlak)
Boční ráz	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr14 (odstředivé/boční rázy)
Brzdné a rozjezdové síly	Proměnné	Standard	Doprava - gr13 (brzdné/třecí)
Vítr	Proměnné	Výběrová	Zatížení větrem - F**W - návrhové
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplotní zatížení - Tk

## 6. Posudek MSÚ: Hlavní nosník

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : B10

Kombinace : CO2

Průřez : Hlavní nosník - Iwn (1082; 10; 240; 24; 240; 24; 1034; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B10	12,900 m	Iwn (1104; 10; 240; 24; 240; 24; 1034; 0)	S 235	CO2/35	1,57 -
-----------	----------	---	-------	--------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	215,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	103,40
Třída 1 limit	38,98
Třída 2 limit	44,88
Třída 3 limit	103,12

=> vnitřní tlačené části třída 4

#### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,79
Třída 1 limit	9,41
Třída 2 limit	10,45
Třída 3 limit	14,50

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 6.600 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	408,22	kN
$V_{y,Ed}$	14,68	kN
$V_{z,Ed}$	129,13	kN
$T_{Ed}$	2,40	kNm
$M_{y,Ed}$	2719,09	kNm
$M_{z,Ed}$	18,42	kNm

#### Vlastnosti průřezu

A	2.714000e+004 mm <sup>2</sup>		
Ay/A	0.566	Az/A	0.408
Iy	5.441633e+009 mm <sup>4</sup>	Iz	8.072617e+007 mm <sup>4</sup>
Iyz	1.084202e-006 mm <sup>4</sup>	It	9.249133e+006 mm <sup>4</sup>
Iw	2.076247e+013 mm <sup>6</sup>		
Wely	8.392533e+006 mm <sup>3</sup>	Welz	6.727181e+005 mm <sup>3</sup>
Wply	1.098457e+007 mm <sup>3</sup>	Wplz	1.033850e+006 mm <sup>3</sup>
cy	455.61 mm	cz	120.00 mm
dy	0.00 mm	dz	-65.32 mm

#### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	2,7140e-02	m <sup>2</sup>
---	------------	----------------

Npl,Rd	5835,10	kN
Nu,Rd	7034,69	kN
Nt,Rd	5835,10	kN
Jedn. posudek	0,07	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,y,min	8,3487e-03	m <sup>3</sup>
Mc,y,Rd	1794,97	kNm
Jedn. posudek	<b>1,51</b>	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,z,min	6,7272e-04	m <sup>3</sup>
Mc,z,Rd	144,63	kNm
Jedn. posudek	0,13	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,6800e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	2085,39	kN
Jedn. posudek	0,01	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2408e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	1540,21	kN
Jedn. posudek	0,08	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	11,9	MPa
Tau,Rd	124,1	MPa
Jedn. posudek	0,10	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vy a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,y,Rd	2003,73	kN
Jedn. posudek	0,01	-

**Kombinovaný posudek smyku a kroucení pro Vz a Tau,t,Rd**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 & 6.2.7 a rovnice (6.25), (6.26)

Vpl,T,z,Rd	1479,90	kN
Jedn. posudek	0,09	-

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
A	2,7140e-02	m <sup>2</sup>
Weff,y	8,3487e-03	m <sup>3</sup>
Weff,z	6,7272e-04	m <sup>3</sup>

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	-15,0	MPa
Sigma,My,Ed	325,7	MPa
Sigma,Mz,Ed	27,4	MPa
Sigma,tot,Ed	338,0	MPa
Jedn. posudek	<b>1,57</b>	-

Prvek nespĺňuje podmínky posudku průřezu!

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	2.7140e-02	m <sup>2</sup>			
Smyk. plocha Vy eff	1.6800e-02	m <sup>2</sup>	Vz eff	1.0340e-02	m <sup>2</sup>
poloměr setrvačnosti iy eff	447	mm	iz eff	55	mm
moment setrvačnosti Iy eff	5.4260e-03	m <sup>4</sup>	Iz eff	8.0726e-05	m <sup>4</sup>
elastický modul průřezu Wy eff	8.3487e-03	m <sup>3</sup>	Wz eff	6.7272e-04	m <sup>3</sup>
Excentricita eny	0	mm	enz	0	mm

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	8,3487e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	2018852749220475000000000000000000,00	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,00	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	0,000	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,00	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	-65	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	295	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-147	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tahu**

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla N,Ed	408,22	kN
Návrhový ohybový moment My,Ed	2719,09	kNm
Návrhový ohybový moment Mz,Ed	18,42	kNm
Tahová únosnost Nt,Rd	5835,10	kN
Pevnost za ohybu Mb,y,Rd	1794,97	kNm
Vlákno	9	
Posun těžišťové osy y eMz,z	0	mm
Efektivní modul průřezu Weff,z,com	6,7272e-04	m <sup>3</sup>
Pevnost za ohybu Mc,z,Rd,com	144,63	kNm

Jednotkový posudek = 1,51 + 0,13 - 0,07 = **1,57** -

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	2,200	m
Stojina	vyztužený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny hw	1034	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Mez kluzu fyw	235,0	MPa
Šířka pásnice bf	240	mm
Tloušťka pásnice tf	24	mm
Mez kluzu fyf	235,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	1,00	

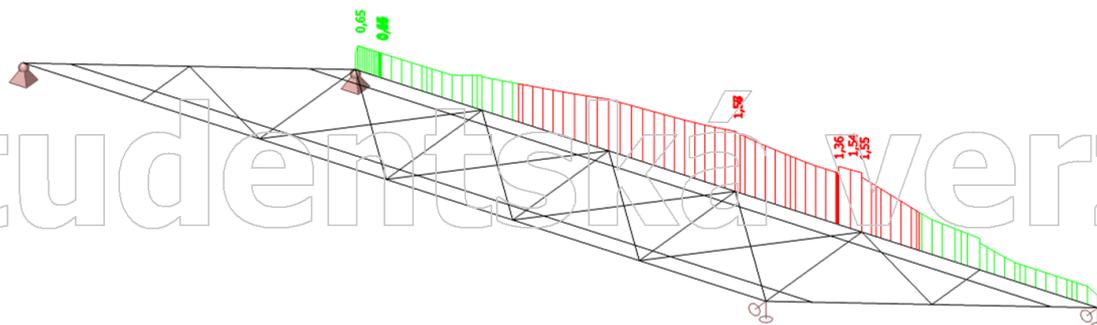
Parametry ztráty stability od smyku	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20

Ověření ztráty stability od smyku		
Součinitel smykové ztráty stability k,tau	6,22	
Štíhlost stojiny hw/t	103,40	
Limit štíhlosti stojiny	64,45	
Štíhlost desky lambda,w	1,11	
Redukční součinitel chi,w	0,75	
Příspěvek stojiny Vbw,Rd	1050,70	kN
Únosnost pásnice Mf,Rd	1288,52	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice Vbf,Rd	0,00	kN
Maximální únosnost Vb,Rd,limit	1683,48	kN
Únosnost Vb,Rd	1050,70	kN
Plastická únosnost Mpl,Rd	2196,46	kNm
Poměr smyku eta,3,bar	0,12	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,12 -

**Poznámka:** Interakce mezi ohybem a smykovou ztrátou stability nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku.!



### 7. Posudek MSÚ: Střední příčník Q.M 2-6

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Pojmenovaný výběr - Střední příčníky

Kombinace : CO3

Průřez : Příčník - Iw+2L (L(ARC)90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B6	2,500 m	Iw+2L (L(ARC)90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8)	S 235	CO3/2	1,58 -
----------	---------	---	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

##### Kritický posudek v místě 0.350 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	115,20	kN
Vy,Ed	181,64	kN
Vz,Ed	486,02	kN
T,Ed	-0,05	kNm
My,Ed	142,84	kNm
Mz,Ed	38,20	kNm

##### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	8,8584e-03	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	2081,74	kN
Nu,Rd	2296,11	kN
Nt,Rd	2081,74	kN
Jedn. posudek	0,06	-

##### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	7,6016e-04	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	178,64	kNm
Jedn. posudek	0,80	-

##### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	3,5280e-04	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	82,91	kNm
Jedn. posudek	0,46	-

##### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	83,6	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,62	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

##### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	146,6	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	<b>1,08</b>	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

##### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

##### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	-13,0	MPa
Sigma,My,Ed	101,1	MPa
Sigma,Mz,Ed	3,4	MPa
Sigma,tot,Ed	91,4	MPa
Tau,Vy,Ed	83,6	MPa
Tau,Vz,Ed	123,0	MPa
Tau,t,Ed	1,6	MPa
Tau,tot,Ed	208,2	MPa
Sigma,von Mises,Ed	372,0	MPa
Jedn. posudek	<b>1,58</b>	-

Prvek nesplňuje podmínky posudku průřezu!

....:POSUDEK STABILITY:....

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,6016e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	903575,10	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,01	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	0,350	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,45	
Součinitel momentu na klopení C2	0,14	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	155	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-370	mm
Konstanta monosymetrie z,j	185	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

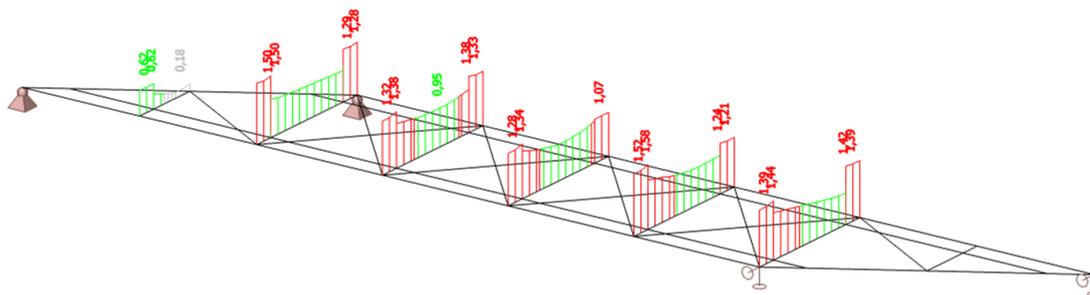
#### Posudek ohybu a osového tahu

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla N,Ed	115,20	kN
Návrhový ohybový moment My,Ed	142,84	kNm
Návrhový ohybový moment Mz,Ed	38,20	kNm
Tahová únosnost Nt,Rd	2081,74	kN
Pevnost za ohybu Mb,y,Rd	178,64	kNm
Vlákno	21	
Pružný modul průřezu $W_{el,z,com}$	3,5280e-04	m <sup>3</sup>
Pevnost za ohybu Mc,z,Rd,com	82,91	kNm

Jednotkový posudek =  $0,80 + 0,46 - 0,06 = 1,21$  -

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku!



## 8. Posudek MSÚ: Krajní příčník Q.M 0-6

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Pojmenovaný výběr - Krajní příčníky

Kombinace : CO4

Průřez : Příčník - Iw+2L (L(ARC)90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B16	4,802 m	Iw+2L (L(ARC)90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8)	S 235	CO4/3	1,67 -
-----------	---------	---	-------	-------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

#### Kritický posudek v místě 2.228 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-182,23	kN
$V_{y,Ed}$	-5,73	kN
$V_{z,Ed}$	43,72	kN
$T_{,Ed}$	-0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	-58,52	kNm
$M_{z,Ed}$	2,72	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	8,8584e-03	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	2081,74	kN
Jedn. posudek	0,09	-

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	7,6016e-04	m <sup>3</sup>
$M_{el,y,Rd}$	178,64	kNm
Jedn. posudek	0,33	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	3,5280e-04	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	82,91	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	2,6	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	13,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,10	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,7	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	15	
Sigma,N,Ed	20,6	MPa
Sigma,My,Ed	77,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	3,4	MPa
Sigma,tot,Ed	100,9	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,6	MPa
Tau,tot,Ed	0,6	MPa
Sigma,von Mises,Ed	100,9	MPa
Jedn. posudek	0,43	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,802	3,457	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,401	3,457	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	69662,67	9786,78	kN
Štíhlost Lambda	16,23	43,31	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,17	0,46	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $L_{cr}$	3,457	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1540,37	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	1428,12	kN
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,T}$	1,21	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0,49	
Redukční součinitel $\chi$	0,43	
Průřezová plocha A	8,8584e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	895,73	kN
Jedn. posudek	0,20	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,6016e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	409,55	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,66	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alpha,LT	0,76	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	0,67	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	119,55	kNm
Jedn. posudek	0,49	-

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	3,457	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,99	
Součinitel momentu na klopení C2	0,02	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	155	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-370	mm
Konstanta monosymetrie $z_j$	-185	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	8,8584e-03	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,6016e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	3,5280e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	182,23	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-169,27	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	11,76	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	2081,74	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	178,64	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	82,91	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,43	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	0,67	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,45	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,41	
Interakční součinitel $k_{zy}$	0,99	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,41	

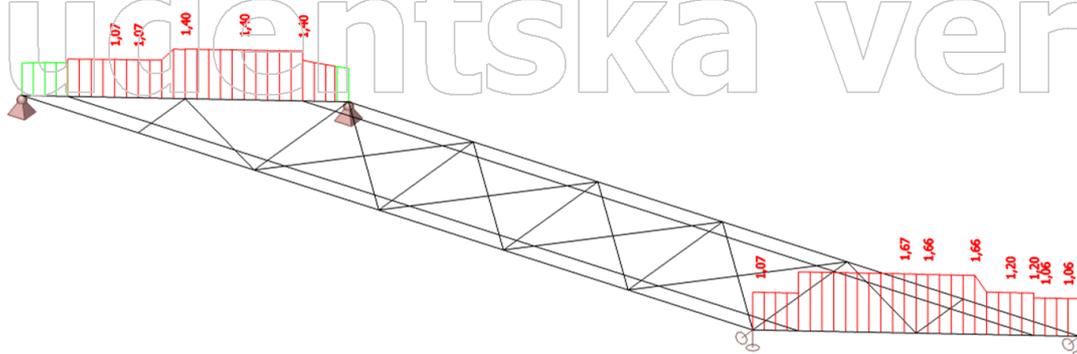
Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B16 pozice 0,000 m.  
 Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B16 pozice 0,672 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	-169,27	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	-51,00	kNm
Součinitel $\alpha_{s,y}$	0,30	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	-0,23	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y}$	0,44	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,z}$	11,76	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	-1,46	kNm
Součinitel $\alpha_{s,z}$	-0,12	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	0,13	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z}$	0,40	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment $M_{h,LT}$	-127,60	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-51,00	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,40	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	-0,14	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,LT}$	0,52	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,09 + 0,63 + 0,06 = 0,78 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,20 + 1,41 + 0,06 = **1,67** -

Prvek nespĺňuje podmínky stabilitního posudku.!



### 9. Posudek MSÚ: Podélník levý

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO5

Průřez : Podélník levý - Iw (340; 10; 170; 10; 320; 0)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B58</b>	<b>2,200 m</b>	<b>Iw (340; 10; 170; 10; 320; 0)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO5/4</b>	<b>1,19 -</b>
------------------	----------------	--------------------------------------	--------------	--------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	32,00
Třída 1 limit	42,55
Třída 2 limit	49,00
Třída 3 limit	78,08

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 1.692 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-440,34	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-263,61	kN
T,Ed	0,07	kNm
My,Ed	116,74	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6,6000e-03	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	1551,00	kN
Jedn. posudek	0,28	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	8,1700e-04	m <sup>3</sup>
Mpl,y,Rd	192,00	kNm
Jedn. posudek	0,61	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,8400e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	521,00	kN
Jedn. posudek	0,51	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,9	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 & 6.2.10 a rovnice (6.31)

Rho,z	0,00	
MNV,y,Rd	181,46	kNm
Jedn. posudek	0,64	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	32,00
Třída 1 limit	49,62
Třída 2 limit	57,13
Třída 3 limit	75,55

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,200	2,200	m
Součinitel vzpěru k	0,80	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	1,762	2,200	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	80070,10	3518,06	kN
Štíhlost Lambda	13,07	62,36	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,14	0,66	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,75	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1551,00	1158,37	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	6,6000e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1158,37	kN
Jedn. posudek	0,38	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu Wpl,y	8,1700e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	684,53	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,53	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	
Křivka klopení	c	
Imperfekce Alpha,LT	0,49	
Součinitel klopení Beta	0,75	
Redukční součinitel Chi,LT	0,93	
Opravný součinitel kc	0,96	
Opravný součinitel f	0,98	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,94	
Návrhová únosnost na vzpěr Mb,Rd	180,99	kNm
Jedn. posudek	0,65	-

Parametry Mcr		
Délka klopení L	2,200	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,08	
Součinitel momentu na klopení C2	0,28	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	0	mm
Konstanta monosymetrie z,j	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel kc se určí podle C1.

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6,6000e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu Wpl,y	8,1700e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	440,34	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	152,40	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	1551,00	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	192,00	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,75	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,94	
Interakční součinitel k,yy	0,97	
Interakční součinitel k,zy	0,97	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B58 pozice 1,100 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B58 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,y	67,03	kNm
Moment v poli M,s,y	152,40	kNm
Součinitel alpha,h,y	0,44	
Poměr koncových momentů Psi,y	0,65	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,97	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,LT	67,03	kNm
Moment v poli M,s,LT	152,40	kNm
Součinitel alpha,h,LT	0,44	
Poměr koncových momentů Psi,LT	0,65	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,97	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,28 + 0,82 + 0,00 = **1,10** -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,38 + 0,81 + 0,00 = **1,19** -

#### Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	2,200	m
Stojina	nevztyžený	
Výška stojiny hw	320	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Materiálový součinitel epsilon	1,00	

Parametry ztráty stability od smyku	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny hw/t	32,00
Limit štíhlosti stojiny	60,00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku!

## 10. Posudek MSÚ: Podélník pravý

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO5

Průřez : Podélník pravý - Iw (375; 10; 170; 10; 355; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B73</b>	<b>2,200 m</b>	<b>Iw (375; 10; 170; 10; 355; 0)</b>	<b>S 235</b>	<b>CO5/5</b>	<b>1,40 -</b>
------------------	----------------	--------------------------------------	--------------	--------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	35,50
Třída 1 limit	42,58
Třída 2 limit	49,03
Třída 3 limit	77,27

=> vnitřní tlačené části třída 1

#### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

### Kritický posudek v místě 0.338 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-487,84	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	334,10	kN
T,Ed	0,06	kNm
My,Ed	133,53	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6,9500e-03	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	1633,25	kN
Jedn. posudek	0,30	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	9,3556e-04	m <sup>3</sup>
Mpl,y,Rd	219,86	kNm
Jedn. posudek	0,61	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	4,2600e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	577,99	kN
Jedn. posudek	0,58	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	2,4	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 & 6.2.10 a rovnice (6.31)

Rho,z	0,02	
MNV,y,Rd	200,57	kNm
Jedn. posudek	0,67	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující polcha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	35,50
Třída 1 limit	55,29
Třída 2 limit	63,66
Třída 3 limit	80,13

=> vnitřní tlačené části třída 1

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,77

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,200	2,200	m
Součinitel vzpěru k	0,79	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	1,739	2,200	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	103230,26	3519,31	kN
Štíhlost Lambda	11,81	63,98	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,13	0,68	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,74	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1633,25	1202,51	kN

**Posudek rovinného vzpěru**

Průřezová plocha A	6,9500e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1202,51	kN
Jedn. posudek	0,41	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

**Poznámka:** Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

**Parametry klopení**

Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu Wpl,y	9,3556e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	746,59	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,54	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alpha,LT	0,76	
Součinitel klopení Beta	0,75	
Redukční součinitel Chi,LT	0,88	
Opravný součinitel kc	0,96	
Opravný součinitel f	0,98	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,90	
Návrhová únosnost na vzpěr Mb,Rd	197,00	kNm
Jedn. posudek	0,68	-

**Parametry Mcr**

Délka klopení L	2,200	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,08	
Součinitel momentu na klopení C2	0,27	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	0	mm
Konstanta monosymetrie z,j	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel kc se určí podle C1.

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

**Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku**

Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6,9500e-03	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu Wpl,y	9,3556e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	487,84	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	202,75	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	1633,25	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	219,86	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,74	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,90	
Interakční součinitel k,yy	0,97	
Interakční součinitel k,zy	0,96	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B73 pozice 1,015 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B73 pozice 2,200 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment M <sub>h,y</sub>	87,98	kNm
Moment v poli M <sub>s,y</sub>	202,60	kNm
Součinitel alpha <sub>h,y</sub>	0,43	
Poměr koncových momentů Psi <sub>y</sub>	0,76	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my</sub>	0,97	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M <sub>h,LT</sub>	87,98	kNm
Moment v poli M <sub>s,LT</sub>	202,60	kNm
Součinitel alpha <sub>h,LT</sub>	0,43	
Poměr koncových momentů Psi <sub>LT</sub>	0,76	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mLT</sub>	0,97	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,30 + 1,00 + 0,00 = **1,30** -  
 Jednotkový posudek (6.62) = 0,41 + 0,99 + 0,00 = **1,40** -

### Posudek ztráty stability od smyku

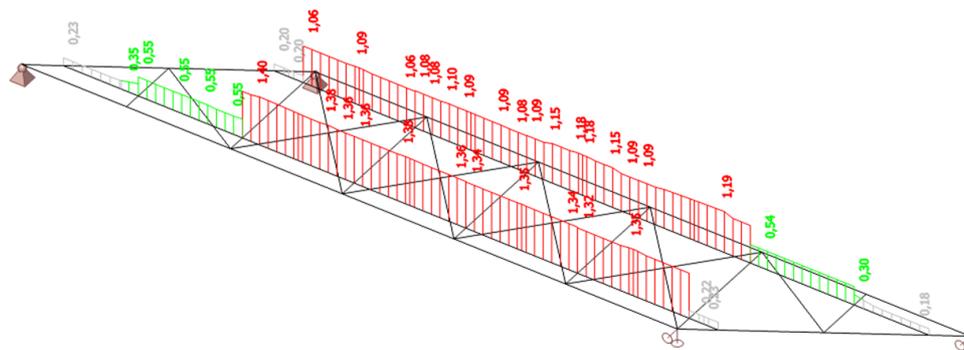
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	2,200	m
Stojina	nevztyžený	
Výška stojiny h <sub>w</sub>	355	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

### Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h <sub>w</sub> /t	35,50
Limit štíhlosti stojiny	60,00

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).  
 Prvek nesplňuje podmínky stabilitního posudku!



## 11. Posudek MSÚ: Diagonála brzdného ztužidla

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Diagonála ztužení - L80x80x8

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B51	3,330 m	L80x80x8	S 235	CO2/6	0,70 -
-----------	---------	----------	-------	-------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	235,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro úhelníky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	7,75
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	10,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr $(b+h)/2t$	10,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	-96,43	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,2300e-03	$m^2$
$N_{c,Rd}$	289,05	kN
Jedn. posudek	0,33	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

#### Klasifikace pro úhelníky

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 3 & 2

Poměr $c/t$	7,75
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Poměr $h/t$	10,00
Třída 3 Limit (1)	15,00
Poměr $(b+h)/2t$	10,00
Třída 3 Limit (2)	11,50

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

#### Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,330	3,330	m
Součinitel vzpěru k	1,00	0,50	
Vzpěrná délka $L_{cr}$	3,330	1,665	m
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr}$	214,55	222,18	kN
Štíhlost $\Lambda$	109,01	107,12	

Parametry vzpěru	yy	zz	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,16	1,14	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,50	0,51	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	144,50	147,81	kN

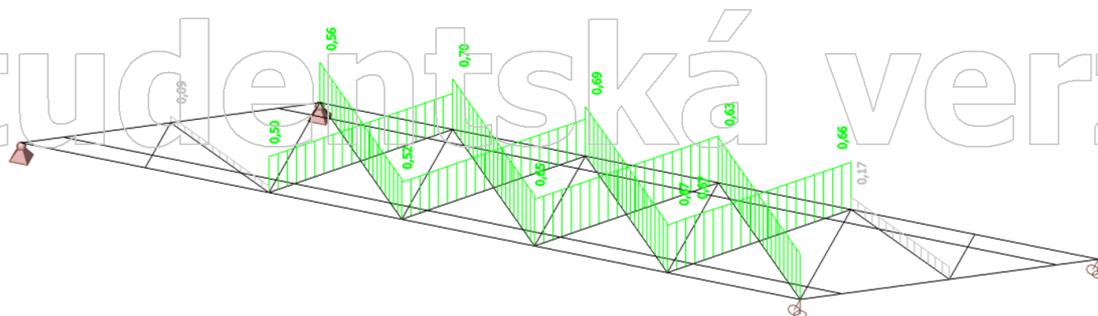
Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,2300e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	144,50	kN
Jedn. posudek	0,67	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	3,330	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1104,54	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	198,08	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,21	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,47	
Průřezová plocha A	1,2300e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	136,95	kN
Jedn. posudek	0,70	-

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



**12. Reakce na neposuvných podporách**

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Sn1, Sn2

Kombinace : CO2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	CO2/7	<b>-227,19</b>	<b>-168,85</b>	581,96	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO2/8	<b>433,49</b>	-0,01	40,66	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO2/9	25,57	<b>101,23</b>	119,13	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO2/10	25,57	17,77	<b>-4,45</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO2/11	-41,89	-133,51	<b>698,24</b>	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	CO2/12	-10,25	-5,74	48,96	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn2/N23	CO2/13	<b>-163,59</b>	-101,86	599,22	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/14	<b>559,00</b>	-13,05	55,97	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/15	-25,57	<b>-101,93</b>	596,02	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/16	41,89	<b>203,07</b>	5,46	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/17	40,77	202,24	<b>-1,23</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/18	-24,45	60,65	<b>1001,31</b>	0,00	0,00	0,00
Sn2/N23	CO2/12	10,25	7,45	61,04	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### 13. Reakce na posuvných podporách

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Sn3, Sn4

Kombinace : CO2

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn3/N2	CO2/12	<b>0,00</b>	-5,91	61,21	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn3/N2	CO2/19	0,00	<b>-143,53</b>	566,72	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/20	0,00	<b>191,27</b>	91,06	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/10	0,00	-48,94	<b>6,01</b>	0,00	0,00	0,00
Sn3/N2	CO2/11	0,00	-14,34	<b>1163,28</b>	0,00	0,00	0,00
Sn4/N17	CO2/12	<b>0,00</b>	4,19	48,78	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn4/N17	CO2/21	0,00	<b>-69,06</b>	192,27	0,00	0,00	0,00
Sn4/N17	CO2/22	0,00	<b>81,43</b>	397,34	0,00	0,00	0,00
Sn4/N17	CO2/17	0,00	-1,85	<b>-7,88</b>	0,00	0,00	0,00
Sn4/N17	CO2/18	0,00	47,81	<b>602,94</b>	0,00	0,00	0,00

### 14. Deformace konstrukce K05

Lineární výpočet, Extrém : Prvek, Systém : Hlavní

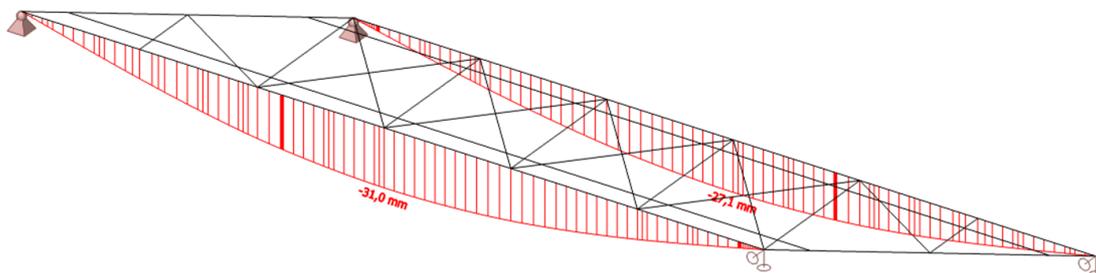
Výběr : Vše

Kombinace : CO6

Průřez : Hlavní nosník - Iwn (1082; 10; 240; 24; 240; 24; 1034; 0)

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1	12,500	CO6/23	<b>-0,7</b>	0,2	-3,0	-6,5	-6,8	-0,3	3,0
B1	12,450	CO6/24	<b>0,1</b>	-0,7	-1,5	-8,2	-3,0	-0,3	1,7
B1	12,450	CO6/25	0,1	<b>-0,9</b>	-2,8	-10,1	-5,6	-0,3	2,9
B1	4,726	CO6/26	-0,2	<b>1,3</b>	-28,6	6,5	2,6	0,1	28,6
B1	5,300	CO6/27	-0,2	1,2	<b>-31,0</b>	5,8	0,3	0,2	31,1
B1	0,000	CO6/28	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,6	0,5	0,0	0,0
B1	12,900	CO6/29	-0,5	0,0	0,0	<b>-10,3</b>	-5,0	-0,6	0,5
B1	0,000	CO6/30	0,0	0,0	0,0	<b>11,2</b>	<b>7,3</b>	0,5	0,0
B1	12,860	CO6/31	-0,7	0,0	-0,3	-8,2	<b>-6,9</b>	-0,6	0,8
B1	12,900	CO6/30	-0,6	0,0	0,0	-10,0	-6,2	<b>-0,8</b>	0,6
B1	4,100	CO6/32	0,0	0,4	-25,4	9,1	3,5	<b>0,7</b>	25,4
B10	0,450	CO6/31	<b>-0,6</b>	0,7	-2,9	8,0	6,0	-0,2	3,1
B10	0,400	CO6/29	<b>0,0</b>	-0,2	-2,3	11,4	5,3	-0,4	2,3
B10	8,350	CO6/25	-0,3	<b>-1,2</b>	-24,6	-4,5	-2,4	0,1	24,6
B10	0,450	CO6/26	-0,5	<b>1,0</b>	-2,5	11,7	5,1	-0,3	2,8
B10	6,600	CO6/27	-0,4	-1,0	<b>-27,1</b>	-3,8	-0,3	0,1	27,2
B10	0,000	CO6/28	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,8	0,5	0,0	0,0
B10	10,850	CO6/33	-0,5	-0,3	-12,8	<b>-10,0</b>	-5,4	0,3	12,8
B10	0,430	CO6/26	-0,4	0,7	-2,4	<b>11,7</b>	5,1	-0,3	2,5
B10	12,900	CO6/34	-0,6	0,0	0,0	-9,6	<b>-6,4</b>	0,4	0,6
B10	0,040	CO6/31	0,0	0,0	-0,3	8,8	<b>6,1</b>	-0,5	0,3
B10	0,000	CO6/25	0,0	0,0	0,0	10,9	5,5	<b>-0,8</b>	0,0
B10	8,800	CO6/32	-0,5	-0,4	-21,8	-7,7	-3,1	<b>0,7</b>	21,8

## 15. Deformace hlavních nosníků



## 16. Klíč kombinace

Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Min uz*2,18
2	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Min uz*2,86
3	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Max uz*3,19
4	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Max My*2,62
5	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Max My*2,62
6	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Min N*2,18
7	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Min Rx*2,18
8	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS3*1,45 +ZS4*1,45
9	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Max Ry*2,18
10	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS8*1,50
11	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Max Rz*2,18
12	ZS1*1,35 +ZS2*1,35
13	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS3*1,50 +LM71-Model 71-Min Rx*2,18
14	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS3*1,45 +ZS4*1,45
15	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Min Ry*2,18
16	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Boční ráz-Boční ráz-Max Ry*1,60
17	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Boční ráz-Boční ráz-Min Rz*1,60
18	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Max Rz*2,18
19	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Min Ry*2,18
20	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +Boční ráz-Boční ráz-Max Ry*1,60
21	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +LM71-Model 71-Min Ry*2,18
22	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS8*1,50 +LM71-Model 71-Max Ry*2,18
23	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Min ux*1,37
24	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max ux*1,37
25	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Min uy*1,37
26	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max uy*1,37
27	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max My*1,37
28	ZS1*1,00 +ZS2*1,00
29	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max N*1,37
30	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Min Mz*1,37
31	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Min uz*1,37
32	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max Mz*1,37
33	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Max Vy*1,37
34	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +LM71-Model 71-Min Vz*1,37

## 17. Výkaz materiálů

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Celkový součet :	8721,6	176,020	1,0794e+00

### Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D cílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Diagonála ztužení - L80x80x8	S 235	9,9	31,443	312,5	9,791	8080,0	3,8675e-02
Hlavní nosník - Iwn (1082; 10; 240; 24; 240; 24; 1034; 0)	S 235	176,8	9,900	1750,8	30,732	8080,0	2,1668e-01
Příčník - Iw+2L (L(ARC)90x90x8; 400; 10; 140; 8; 140; 8)	S 235	71,6	24,604	1761,4	49,972	8080,0	2,1799e-01
Podélník levý - Iw (340; 10; 170; 10; 320; 0)	S 235	53,3	12,900	687,9	17,286	8080,0	8,5140e-02
Podélník pravý - Iw (375; 10; 170; 10; 355; 0)	S 235	56,2	12,900	724,4	18,189	8080,0	8,9655e-02
Hlavní nosník střed - Iwn (1104; 10; 240; 24; 240; 46; 1034; 0)	S 235	219,2	15,900	3484,6	50,051	8080,0	4,3126e-01

Studentská verze

Studentská verze

## 8 Posouzení prvků

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno pět skupin prvků (hlavní nosník, krajní příčník, střední příčník, podélník a diagonála brzdného ztužení). Z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden posudek jeho únosnosti.

### 8.1 Vzpěrné délky

#### Hlavní nosník

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	12,90 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 12,90$ m
Směr y-y:	2,20 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,20$ m

#### Střední příčník

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,50 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,25$ m
Směr y-y:	0,35 m; 1,80 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 0,35$ m; 1,80 m

#### Krajní příčník

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,80 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,40$ m
Směr y-y:	0,67 m; 1,73 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 0,67$ m; 1,73 m

#### Podélník

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	1,48 m; 2,05 m; 2,20 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 0,74$ m; 1,03 m; 1,10 m
Směr y-y:	1,48 m; 2,05 m; 2,20 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,48$ m; 2,05 m; 2,20 m

#### Diagonála ztužení

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,33 m; 2,40 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 3,33$ m; 2,40 m
Směr y-y:	1,67 m; 1,20 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,67$ m; 1,20 m

### 8.2 Posouzení na únavu

Pro posouzení konstrukce na únavu jsou použity charakteristické hodnoty zatěžovacího Modelu 71, včetně dynamického součinitele  $\Phi_2$ .

Posouzení na únavu se provede podle ČSN EN 1993-2 podle vztahu (8.1).

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} \leq \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} \quad (8.1)$$

Účinky poškození od spektra rozkmitů pro  $N_c = 2 \times 10^6$  cyklů:  $\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

$$\text{Počet cyklů } N_c = 2 \times 10^6$$

Výpočet rozkmitů napětí:

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$$

Součinitel účinků poškození od dopravy  $\lambda_1 = 0,64$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.3, součinitel pro standardní kolejovou dopravu pro  $L = 37,5 \text{ m}$ )

Součinitel objemu dopravy  $\lambda_2 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.5, doprava za rok  $25 \times 10^6$  t/kolej)

Součinitel návrhové životnosti mostu  $\lambda_3 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.6, návrhová životnost mostu 100 roků)

Součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí  $\lambda_4 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.7)

Největší hodnota součinitele  $\lambda$  s uvážením meze únavy  $\lambda_{\max} = 1,4$

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \leq \lambda_{\max}$$

$$0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \leq 1,4 \quad \textbf{Vyhovuje}$$

### 8.2.1 Přípoj příčnicku Q.M 2-6 ke hlavnímu nosníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO7 – charakteristická kombinace pro zatížení středních příčnicků.

Největší napětí:  $\sigma_{p,max} = -203,3 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí:  $\sigma_{p,min} = -9,1 \text{ MPa}$

$$\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-203,3 - (-9,1)| = 194,3 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta \sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 194,3 = 130,6 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 130,6 = 130,6 \text{ MPa} > \frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \textbf{Nevyhovuje}$$

### 8.2.2 Přípoj krajního příčnicku Q.M 0-6 ke hlavnímu nosníku

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_c = 90 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta \sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO08 – charakteristická kombinace pro zatížení krajních

příčníků.

$$\text{Největší napětí: } \sigma_{p,max} = -160,9 \text{ MPa}$$

$$\text{Nejmenší napětí: } \sigma_{p,min} = -7,2 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |-160,9 - (-7,2)| = 153,7 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 153,7 = 103,3 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 103,3 = 103,3 \text{ MPa} > \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Nevyhovuje}$$

### 8.2.3 Přípoj pravého podélníku k příčniku Q.M 4-4

Kategorie detailu: 90 (nosný prvek s dírami pro šrouby při namáhání ohybem a osovými silami, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.1)

$$\text{Referenční rozkmit napětí: } \Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$$

$$\text{Referenční rozkmit napětí: } \Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

Napětí bráno pro kombinaci CO09 – charakteristická kombinace pro zatížení středních podélníků.

$$\text{Největší napětí: } \sigma_{p,max} = -148,4 \text{ MPa}$$

$$\text{Nejmenší napětí: } \sigma_{p,min} = 4,2 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = -148,4 - 4,2 = 152,6 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,05 \cdot 152,6 = 102,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 102,5 = 102,5 \text{ MPa} > \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,35} = 66,7 \text{ MPa} \quad \text{Nevyhovuje}$$

## 8.3 Spoje

Spojení veškerých prvků je provedeno pomocí nýtů. Při výpočtu se předpokládá, že nýty zajistí spolupůsobení členěných průřezů, a že zajistí přenos sil ve spojích. Počty a průřezy nýtů a provedení nýťovaných spojů není známo, proto není v této práci uvedeno jejich posouzení.

## 8.4 Ložiska

Schéma ložisek zobrazuje *Obrázek 8.1*.

Technické parametry ocelových tangenciálních vahadlových ložisek konstrukce K05 nejsou známy. Ložiska ocelová tangenciální vahadlová mají normalizované podporové síly do 3000 kN. Vypočtené podporové reakce na neposuvných podporách jsou zobrazeny v *Tabulka 8.1 Maximální podporové reakce*.

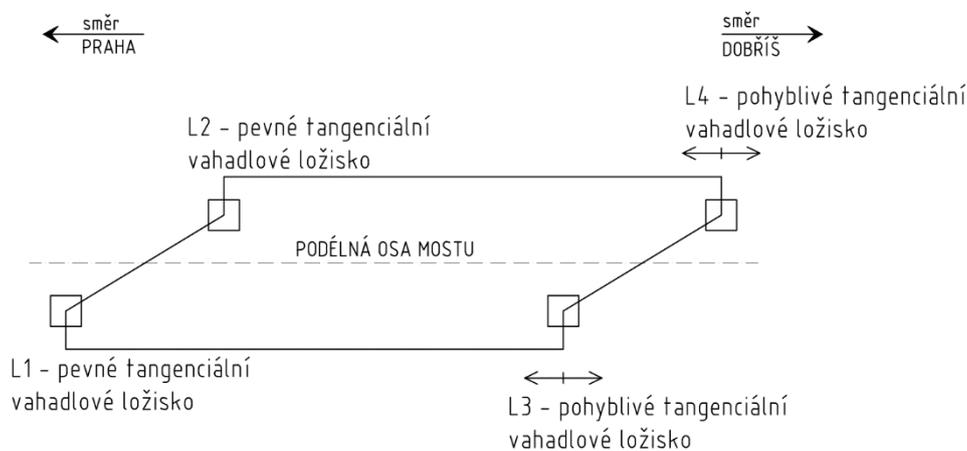
Podpora	Zatěžovací stav	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]
Sn2/N23	CO2/14	<b>-1036,35</b>	236,81	894,04
Sn1/N1	CO2/8	<b>1036,35</b>	70,46	285,57
Sn2/N23	CO2/17	-12,57	<b>468,90</b>	1009,32
Sn3/N2	CO2/20	0,00	<b>-539,58</b>	1178,22
Sn3/N2	CO2/12	0,00	-451,44	<b>1255,02</b>
Sn1/N1	CO2/11	73,81	60,15	<b>-22,92</b>

Tabulka 8.1 Maximální podporové reakce

Při kombinaci CO2/11 dochází k záporným reakcím na ložiskách L1 a L4. To je způsobeno kombinací účinků větru, posazením pohyblivého zatížení do nejnepříznivější polohy a velkou šikmostí a prostorovým působením konstrukce K05 při zatížení. Klíč ke kombinaci CO2/11 udává vztah (8.15).

$$\text{CO2/11} \quad ZS1 \cdot 1,0 + ZS2 \cdot 1,0 + ZS8 \cdot 1,5 + \text{postavení LM71 do} \quad (8.2)$$

polohy minimálních účinků  $R_z$  na podpory



Obrázek 8.1 Schéma ložisek

### 8.5 Mezní stav použitelnosti konstrukce K05

Maximální průhyb konstrukce K04 je 28,3 mm, což odpovídá přibližně  $\frac{1}{450}$  rozpětí konstrukce.

Celková hmotnost konstrukce K04 je 8,7 tun.

## 9 Závěr

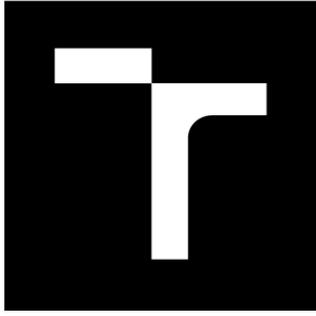
Konstrukce ve většině případů nevyhoví na nároky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou.

Souhrnné zatížení skutečných vlaků jezdících po trati Dobříš – odb. Skochovice je max. 54 tun (uvažováno se zatížením od jednoho vagónu s ložnou hmotností vozu 54 tun pro kategorii C), souhrnné zatížení uvedené výše zmíněnou normou je na dané rozpětí mostu 152 tun, což je téměř trojnásobné.

Pro podrobnější přepočít konstrukce by bylo nutné ověřit přesné rozměry profilů, oslabení prutů korozi, odstupňování průřezu, stav a polohu nýtů, stav ložisek a další. Ve výpočtu jsou použity profily prutů podle dostupných podkladů, které neuvažují s korozním oslabením a odstupňováním průřezu.

V následující části práce (jak už bylo zmíněno v závěru kapitoly *Konstrukce K01*) je pro konstrukci K01 vypracován návrh oponující stávající historické konstrukci s využitím moderní obloukové konstrukce, tzv. Langrova trámu. V závěru následující kapitoly *Variantsní návrh nosné konstrukce K01* je provedeno srovnání výsledků stávající nýtované příhradové konstrukce a výsledků nově navržené konstrukce.





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ŽELEZNIČNÍ MOST S OCELOVOU NOSNOU KONSTRUKCÍ – STATICKÝ VÝPOČET KONSTRUKCE PRO VARIANTNÍ NÁVRH RAILWAY BRIDGE WITH STEEL LOAD-CARRYING STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Iveta Šarmanová

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2017



## Variantní návrh nosné konstrukce K01

### 1 Údaje o konstrukci

Cílem je navrhnout na místo stávající konstrukce K01 konstrukci splňující požadavky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou s ohledem na stávající konstrukci. V návrhu je zachována poloha stávajících ložisek, kterými je definovaná šikmost mostu  $54^{\circ}57''$ . Návrhem je moderní oblouková konstrukce (Langrův trám), jehož konstrukční výška bude shodná s výškou stávající konstrukce (11,49 m). Při návrhu nové konstrukce není možno dodržet průjezdný profil stanovený ČSN 73 6320, proto je tato skutečnost zanedbána.

#### 1.1 Identifikační údaje mostu

Trať	Praha Modřany – Vrané nad Vltavou, TÚ 1721
Objekt	Most ČD na km 29,219
Název objektu	Skochovický most, Měchenický most
Místo objektu	Vrané nad Vltavou
Okres	Praha-Západ
Kraj	Středočeský
Správce mostu	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
Přemostěná překážka	Vodní tok řeka Vltava, Silnice II/102

#### 1.2 Schéma mostního objektu<sup>8</sup>



O1	Opěra O1 na straně u Skochovic
K01	Konstrukce K01 – rozpětí pole 83,50 m
P1	Pilíř P1
K02	Konstrukce K02 – rozpětí pole 36,69 m
P2	Pilíř P2
K03	Konstrukce K03 – rozpětí pole 37,26 m
P3	Pilíř P3
K04	Konstrukce K04 – rozpětí pole 37,30 m
P4	Pilíř P4
K05	Konstrukce K05 – rozpětí pole 12,90 m

<sup>8</sup> Číslování konstrukce je opačně proti staničení tratě.

O2 ..... Opěra O2 na straně u Měchenic

### 1.3 Technické řešení

Konstrukce K01 je řešena jako prostě uložená konstrukce s šikmým uložením a rozpětím 83,50 m. Hlavní nosníky jsou tvořeny tuhým trámem a netuhým obloukem, tzv. Langrovým trámem. Danou výškou oblouku je zachováno vzepětí stávající konstrukce. Mostovka je prvková. Uložení koleje je na dřevěných mostnicích. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbě.

### 1.4 Hlavní údaje o konstrukci

Traťová třída	C3
Traťová rychlost	60 km/h
Rychlost na mostě	60 km/h
Směrové poměry	trať v pravém oblouku
Sklonové poměry	nezjištěny
Materiál	S355 J2
Úhel křížení	54°57''
Rozpětí pole	83,500 m
Délka nosné konstrukce	84,610 m
Šířka nosné konstrukce	5,340 m

### 1.5 Popis konstrukce

#### 1.5.1 Nosná konstrukce K01

Z důvodu omezené konstrukční výšky vymezené stávající niveletou koleje a výškou uložení je zachován návrh prvkové mostovky se zapuštěnými podélníky.

Nosná konstrukce hlavního nosníku se skládá ze dvou obloukových parabolických nosníků o rozpětí 83,50 m v osové vzdálenosti 4,750 m. Hlavní nosník je tvořen parabolickým obloukem a tuhým trámem zavěšeným na oblouku pomocí svislic (táhel). Táhla jsou v osové vzdálenosti 4,40 m. Na hlavní nosníky je upevněna dolní prvková mostovka skládající se z příčníků s osovou vzdáleností od 1,50 m do 4,40 m a podélníků v osové vzdálenosti 1,80 m. Pražce jsou uloženy na podélnících.

Konstrukce je uložena na stávající ocelolitinová vahadlová ložiska uložená na stávající spodní stavbě.

Oblouk je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 590x740 mm. Průřez je tvořen plechy P40x590 (horní pásnice), P40x500 (dolní pásnice) a P22x700 (stojiny).

Trám je tvořen svařovaným I profilem vnějších rozměrů 590x2050 mm. Průřez je tvořen plechy P25x590 (horní a dolní pásnice) a P22x2000 (stojina). Průřez je vyztužen příčnými

výztuhami, které se nacházejí vždy v místě připojení příčnicku na trám.

Detail v oblasti připojení oblouku na trám a vyztužení podporové oblasti nejsou ve variantním návrhu řešeny.

Krajní šikmý příčník je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 520x780 mm. Průřez je tvořen plechy P30x520 (horní a dolní pásnice) a P22x720 (stojiny). Přípoj krajního šikmého příčnicku na hlavní nosníky je proveden pomocí svarového spoje. Tento spoj zajišťuje rámové působení hlavních nosníků a šikmého příčnicku. Detail provedení přípoje není v této práci uveden.

Příčníky v poli jsou tvořeny svařovaným I profilem vnějších rozměrů 350x780 mm. Průřez je tvořen plechy P30x350 (horní pásnice), P30x220 (dolní pásnice) a P26x720 (stojina). Zesílení horního pásu je navrženo z důvodu přenosu podélných sil z podélníků od pojíždějící soupravy.

Podélníky jsou tvořeny svařovaným T profilem vnějších rozměrů 300x570 mm. Průřez je tvořen plechy P30x300 (horní pásnice) a P22x540 (stojina). Připojení podélníků na příčníky je provedeno přivařením pásnice podélníku na horní pásnici příčnicku. Rozšíření pásnice podélníku pro vytvoření plynulého svařovaného spoje z hlediska zamezení vzniku únavových trhlin není v této práci uvedeno.

Diagonály brzdného ztužení jsou tvořeny jako kosočtverečná soustava trubkami CHS76,1x3,2 připojenými pomocí styčnickových plechů na dolní pásnici trámu.

Zavětrování je tvořeno složenou příhradovou soustavou tvořenou svislicemi a diagonálami ve vazbách 6-18' – 6'-18. Krajní svislice zavětrování je tvořena svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 250x262 mm. Průřez je tvořen plechy P12x250 (horní pásnice), P12x200 (dolní pásnice) a P12x250 (stojiny). Krajní svislice je připojena k oblouku ve vazbě 6-18 svařovaným spojem. Svislice zavětrování v poli jsou tvořeny trubkami CHS114,3x3,6. Svislice jsou připojeny k oblouku svařovaným spojem. Diagonály jsou tvořeny trubkami CHS60,3x3,2. Diagonály jsou připojeny k oblouku taktéž svařovaným spojem.

Montážní spoje nejsou řešeny.

### 1.5.2 Ložiska

Ložiska jsou uvažována stávající ocelolitinová vahadlová.

### 1.5.3 Spodní stavba

Kamennou opěru tvoří žulové rádkové zdivo. Výška opěry je 7,31 m od úložného prahu k základovému ústupku, kolmá šířka opěry je asi 4,30 m, tloušťka je proměnná. Závěrná zídka je šikmá. Založení je dle archivních dokumentů šikmé. Pilíř je taktéž kamenný z žulového rádkového zdiva. Výška pilíře je 10,30 m od úložného prahu k základovému ústupku, šířka pilíře je 12,30 m, tloušťka je 2,15 m. Založení je plošné na skalní podloží (Ing. Jiří Schindler, 1995).

#### *1.5.4 Železniční svršek*

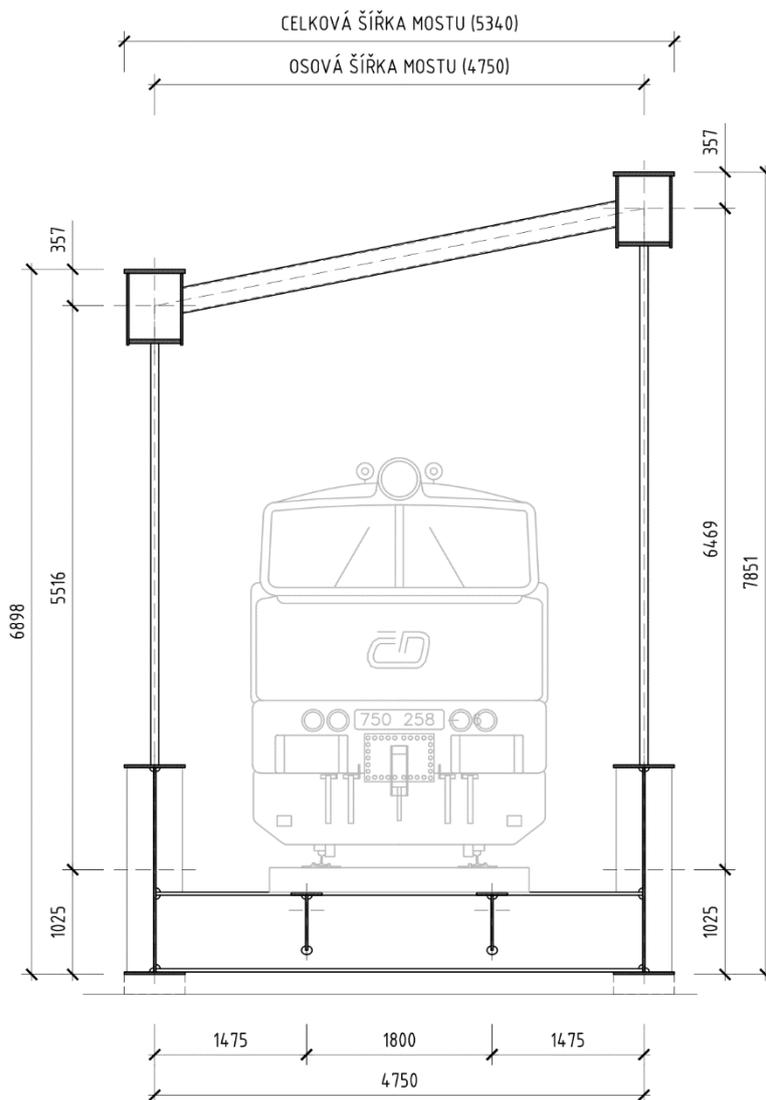
Stávající železniční svršek tvoří kolejnice S49 (49E1), které jsou uloženy na žebrových podkladnicích na dřevěné mostnice o rozměrech 250x270x2150 mm se světlostí 290 – 340 mm, které jsou uloženy na podélníky. S těmito parametry je uvažováno i v novém návrhu.

#### *1.5.5 Mostní vybavení*

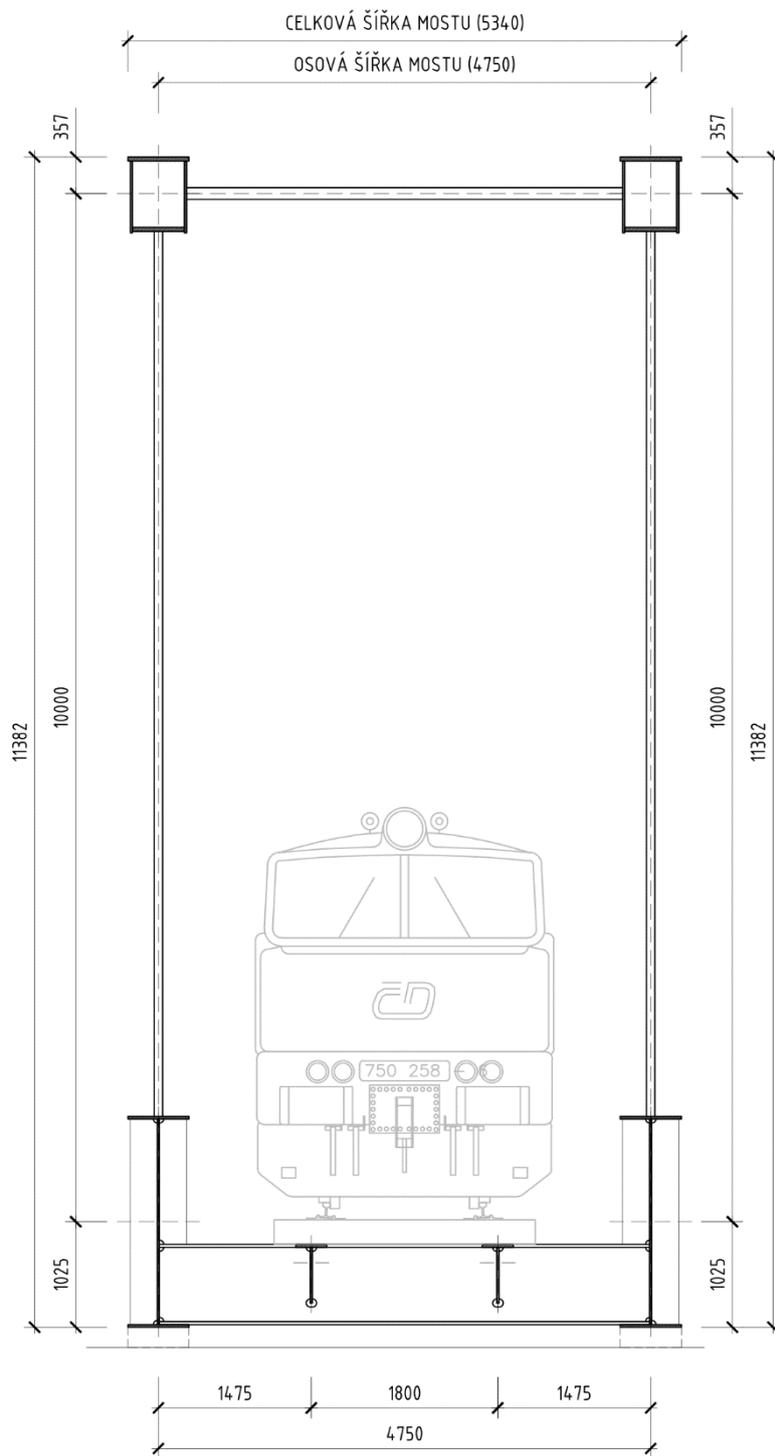
Stávající podlahy jsou z ocelových rýhovaných plechů tloušťky 5 mm, se kterými je uvažováno i v novém návrhu. Zábradlí není na nové konstrukci navrženo z důvodu vysoké výšky trámu, který svými rozměry zajišťuje bezpečný pohyb osob v kolejišti a zabraňuje jejich nechtěnému pádu do řeky Vltavy.

## 2 Dispoziční řešení

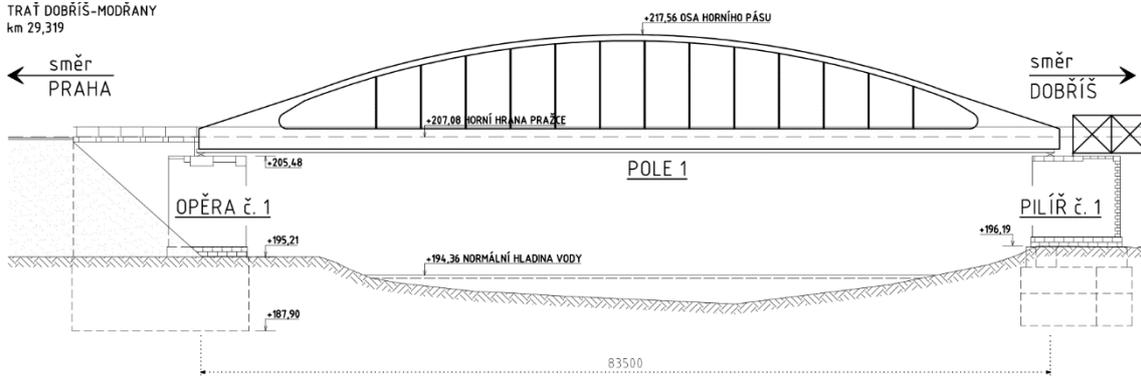
Konstrukce K01 je tvořena tuhým trámem a netuhým obloukem spojenými svislicemi neboli táhly. Horní pás je ztužen portálovým ztužením, začínajícím ve vazbě 6-18' končícím ve vazbě 6'-18.



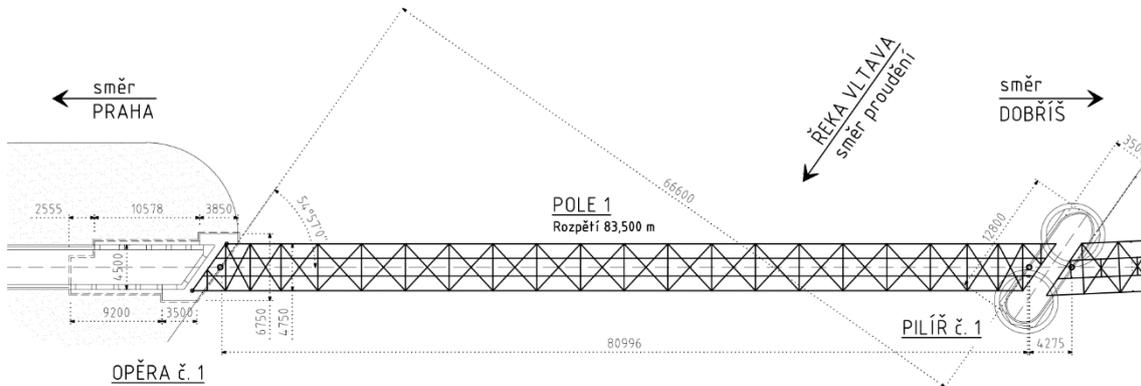
Obrázek 2.1 Řez 6-18' - první vazba portálového ztužení



Obrázek 2.2 Řez 12-12' - střed rozpětí



Obrázek 2.3 Pohled na konstrukci K01



Obrázek 2.4 Půdorys konstrukce K01

### 3 Zatěžovací model

Konstrukce je vymodelována v programu SCIA Engineering. Konstrukce je vytvořena jako prostorový model, který vystihuje konstrukčně a materiálově co nejpřesněji navrhovanou konstrukci. Všechny pruty jsou modelovány jako 1D prvky.

#### 3.1 Značení jednotlivých prutů

Hlavní nosník:	P.H – horní pás P.D – dolní pás S – svislice
Podélníky:	L.P – podélník pravý L.L – podélník levý
Příčnický:	Q.M – příčník
Ztužidlo v horizontální rovině:	hD.V – diagonála vzestupná hD.S – diagonála sestupná hS – svislice horního ztužení
Brzdné ztužidlo:	bzD.V – diagonála vzestupná bzD.S – diagonála sestupná

Tabulka 3.1 Značení jednotlivých prutů

#### 3.2 Popis výpočtového modelu

Nosná konstrukce hlavního nosníku se skládá ze dvou obloukových parabolických nosníků o rozpětí 83,50 m v osové vzdálenosti 4,750 m. Hlavní nosník je tvořen parabolickým obloukem se vzepětím 10,013 m a tuhým trámem zavěšeným na oblouku pomocí svislic (táhel). Šikmost nosné konstrukce je levá  $54^{\circ}57'$ .

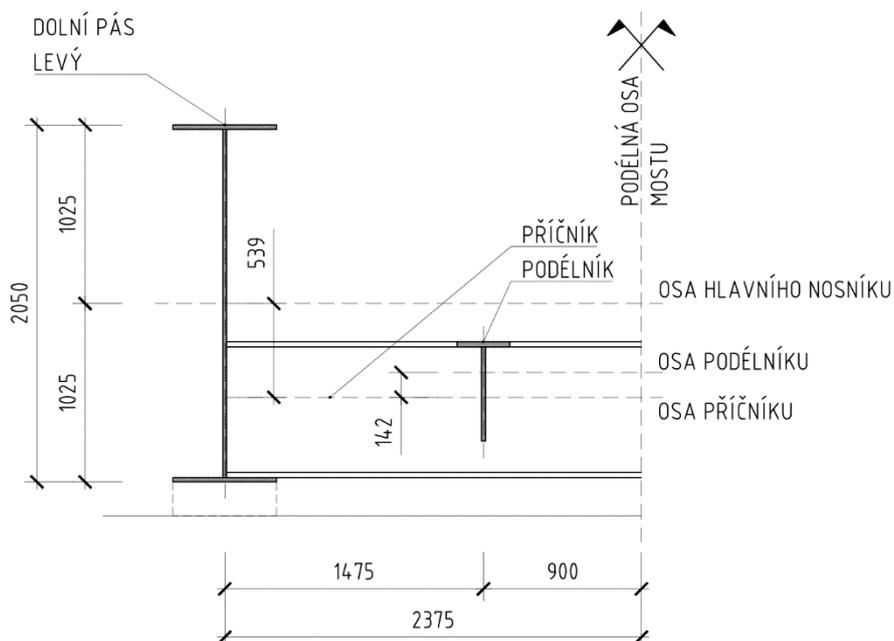
Oblouk je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 590x740 mm.

Trám je tvořen svařovaným I profilem vnějších rozměrů 590x2050 mm. Průřez je vyztužen příčnými výztuhami, které se nacházejí vždy v místě připojení příčníku na trám. Krajní šikmý příčník je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 520x780 mm, který je rámově připojen k trámu s excentricitou 610 mm.

Příčnický v poli jsou modelovány jako svařovaný I profil vnějších rozměrů 350x780 mm, které jsou rámově připojeny k trámu s excentricitou 569 mm.

Podélníky jsou modelovány jako svařovaný T profil vnějších rozměrů 300x570 mm, které jsou rámově připojeny k příčnickům s excentricitou 172 mm.

Diagonály zavětrování a brzdného ztužidla jsou modelovány jako pruty v obou směrech lokálních os kloubově připojené k oblouku, resp. trámu hlavního nosníku. Pruty přenášejí pouze osové síly. Pruty brzdného ztužidla jsou připojené k trámu s excentricitou 983 mm.



Obrázek 3.1 Geometrický model – excentricity prutů mostovky

### 3.3 Materiál konstrukce

Prvky konstrukce jsou navrženy z oceli S355 J2 dle ČSN EN 10025-2:2004, svislice jsou navrženy z oceli S460 M dle EN 10025-3:2004. Objemová hmotnost je navýšena na 8080 kg/m<sup>3</sup> kvůli navýšení hmotnosti svary.

### 3.4 Modelování zatížení modelem 71

Zatížení vlakem na konstrukci reprezentovaným modelem 71 se přenáší z mostnic na podélníky. Tato skutečnost je dodržena i ve výpočtovém modelu, kde je zatížení  $q_{v1}$  resp.  $q_{v2}$  a  $Q_{v1}$  resp.  $Q_{v2}$  roznášeno na podélníky v jejich osové vzdálenosti 1,80 m.

Lokální účinky koncentrace napětí způsobené bodovým zatížením modelu 71 na podélníky jsou zanedbány. Hodnoty zatížení modelu 71 jsou podrobně popsány v kapitole 4.1.8 Model 71.

## 4 Zatížení

### 4.1 Zatěžovací stavy

- ZS1: Vlastní tíha  
 ZS2: Ostatní stálé zatížení  
 ZS3: Brzdné síly  
 ZS4: Rozjezdové síly  
 ZS5: Nezatížený vlak  
 ZS6, ZS7, ZS8, ZS9, ZS10: Vítr  
 ZS11: Teplota  
 LM71, Boční ráz – pohyblivé zatížení

#### 4.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha nosné konstrukce je generována programem SCIA Engineer na základě zadaných průřezů a materiálových charakteristik jako proměnné spojité zatížení (vliv proměnné výšky hlavních nosníků pole 1). Pro zatížení vlastní tíhou (a ostatním stálým zatížením) platí dle ČSN EN 1991-1-1 objemová hmotnost oceli  $80,8 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.2 Ostatní stálé zatížení

Železniční svršek (kolejnice, podkladnice s přípojovacími prvky, podlahové plechy na mostnicích, pojistné úhelníky). Do výpočtu zavedeno jako rovnoměrné spojité zatížení o charakteristické hodnotě  $g_{1k} = 3,0 \text{ kNm}^{-1}$  působící na podélníky.

#### 4.1.3 Brzdné síly

Brzdné síly působí taktéž v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1bk} = 20 \cdot L_{a,b} = 20 \cdot 83,5 = 1670 \text{ kN} \leq 6\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1bk} = 1670 \text{ kN}$$

#### 4.1.4 Rozjezdové síly

Rozjezdové síly působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Charakteristické hodnoty se uvažují:

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} \leq 1\,000 \text{ kN},$$

kde je  $L_{a,b}$  [m] příslušná příčiňující délka účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek.

$$Q_{1ak} = 33 \cdot L_{a,b} = 33 \cdot 83,5 = 2755,5 \text{ kN} \geq 1\,000 \text{ kN},$$

$$Q_{1ak} = 1000 \text{ kN}$$

#### 4.1.5 Nezatížený vlak

Zatížení ověřuje stabilitu konstrukce při příčném zatížení větrem. Model je tvořen svislým rovnoměrným zatížením s charakteristickou hodnotou  $10 \text{ kNm}^{-1}$ , jehož účinky jsou rozděleny na dvě části ( $2 \times 5 \text{ kNm}^{-1}$ ), kterými jsou zatíženy podélníky.

#### 4.1.6 Větr

Most se nachází mezi Měchenicemi a Skochovicemi, jedná se o větrnou oblast II. Zatížení větrem je uvažováno ve směru kolmém k podélné ose mostu a ve směru rovnoběžném dle ČSN EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru:  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$

Součinitel směru větru:  $c_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období:  $c_{season} = 1,0$

Součinitel ortografie:  $c_o = 1,0$

Výška konstrukce mostu nad terénem:  $z = 23,17 \text{ m}$

Délka konstrukce ve směru y:  $L = 83,50 \text{ m}$

Šířka konstrukce ve směru x:  $b = 5,34 \text{ m}$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu:  $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,391 \text{ kNm}^{-2}$$

Parametr drsnosti terénu:  $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu:  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{23,17}{0,3}\right) = 0,935$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,935 \cdot 1,0 \cdot 25 = 23,36 \text{ ms}^{-1}$$

Intenzita turbulence  $I_v(z)$ :

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{23,17}{0,3}\right)} = 0,230$$

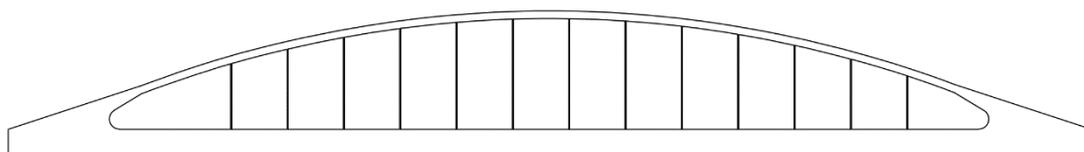
Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,230] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 23,36^2$$

$$= 0,890 \text{ kNm}^{-2}$$

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,890}{0,391} = 2,28$$

Zatížení ve směru x (směr kolmý na podélnou osu mostu):



Obrázek 4.1 Plocha konstrukce vystavená účinkům větru

Účinky na trám:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{5,34}{2,00} = 2,67$$

$c = 5,32$  (ČSN EN 1991-1-4 Tabulka 8.2 pro interpolaci mezi  $z_e \leq 20$  m a  $z_e = 50$  m)

$$A_{ref,x} = d_{tot} \cdot L = 167,0 \text{ m}^2$$

Síly ve směru x:

$$F_{w,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 5,32 \cdot 167,0 = 347,05 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na trám:  $q_{w,x} = 4,156 \text{ kNm}^{-1}$

Účinky na oblouk:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{5,34}{0,69} = 7,74$$

$c = 3,92$  (ČSN EN 1991-1-4 Tabulka 8.2 pro interpolaci mezi  $z_e \leq 20$  m a  $z_e = 50$  m)

$$A_{ref,x} = d_{tot} \cdot L = 59,76 \text{ m}^2$$

Síly ve směru x:

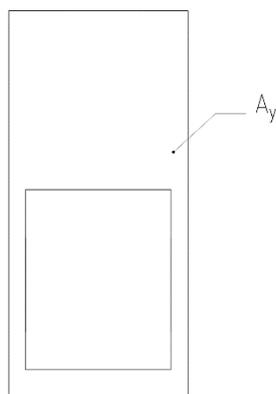
$$F_{w,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,92 \cdot 59,76 = 91,51 \text{ kN}$$

Zatížení větrem na oblouk:  $q_{w,x} = 1,057 \text{ kNm}^{-1}$

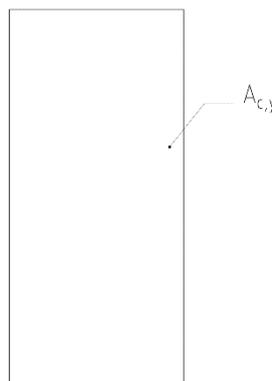
Zatížení ve směru y (směr rovnoběžný s podélnou osou mostu):

Součet průmětů ploch prutů a styčnickových plechů do čelní plochy:  $A_y = 37,58 \text{ m}^2$

Plocha ohraničená okraji čelní plochy, promítnutá kolmo k čelní ploše:  $A_{c,y} = 60,16 \text{ m}^2$



Obrázek 4.2 Součet průmětů ploch prutů  
a styčnickových plechů  $A_y$



Obrázek 4.3 Plocha ohraničená okraji  
čelní plochy  $A_{c,y}$

Součinitel plnosti:

$$\varphi_y = \frac{A_y}{A_{c,y}} = \frac{37,58}{60,16} = 0,574$$

Efektivní štíhlost:

$$\lambda = 1,4 \cdot \frac{l}{b} = 1,4 \cdot \frac{11,83}{5,34} = 3,10$$

$\psi_\lambda = 0,88$  (odečteno z obrázku 7.36 v ČSN EN 1991-1-4)

$c_{f,0} = 1,87$  (odečteno z obrázku 7.34 v ČSN EN 1991-1-4)

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,y} = c_{f,0,y} \cdot \psi_{\lambda,y} = 1,87 \cdot 0,88 = 1,65$$

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,y} = 2,28 \cdot 1,65 = 3,75$

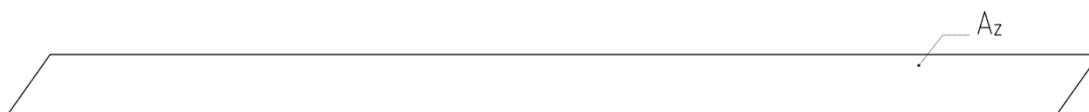
$$A_{ref,y} = A = 37,58 \text{ m}^2$$

Síly ve směru y:

$$F_{w,y} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,y} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,75 \cdot 37,58 = 48,74 \text{ kN}$$

Zatížení ve směru z (směr kolmý na podélnou osu mostu):

$$\text{Průmět plochy: } A_z = L \cdot b = 83,50 \cdot 5,34 = 445,89 \text{ m}^2$$



Obrázek 4.4 Průmět plochy  $A_z$

$c_{f,z} = 0,9$  (ČSN EN 1991-1-4 Poznámka 1 v 8.3.3)

Součinitel zatížení větrem:  $C = c_e \cdot c_{f,z} = 2,28 \cdot 0,9 = 2,05$

$$A_{ref,z} = A_z = 445,89 \text{ m}^2$$

Síly ve směru z:

$$F_{w,z} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 2,05 \cdot 445,89 = 357,06 \text{ kN}$$

#### 4.1.7 Teplota

Ocelová nosná konstrukce – ocelový příhradový nebo plnostěnný nosník – 1. typ, lokalita Středočeský kraj. Upínací teplota je 10°C. Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrnou změnou teploty. Minimální a maximální hodnoty jsou dle Národní přílohy ČSN EN 1991-1-5.

$$T_{min} = -32^\circ\text{C}$$

$$T_{min} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = T_{min} - 3^\circ\text{C} = -32 - 3 = -35^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 16^\circ\text{C} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{e,min} = 10 - (-35) = 45^\circ\text{C} \text{ (prodloužení konstrukce)}$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} \text{ (zkrácení konstrukce)}$$

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = 56 - (-35) = 91^\circ\text{C}$$

#### 4.1.8 Model 71

Pro železniční mosty platí dle ČSN EN 1991-2 zatížení modelem LM 71, který se na konstrukci umístí tak, aby vyvolal co nejnepříznivější účinky, přičemž se odlehčující účinky zatížení zanedbávají. Charakteristická hodnota je přenásobena součinitelem  $\alpha = 1,10$  (součinitel stanoven dle národní přílohy pro trať třetí třídy).

$$q_{vk} = 80 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje  $e$ :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} = \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kNm}^{-1}$$

$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

#### 4.1.9 Boční ráz

Boční ráz je v normě stanoven charakteristickou hodnotou  $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$  a uvažuje se jako osamělá síla působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Hodnota se násobí součinitelem  $\alpha = 1,10$ . Zatěžovací stav se vždy kombinuje se svislým zatížením

od dopravy.

#### 4.2 Skupiny zatížení

Pro návrh železničního mostu jsou ve výpočtu použity následující skupiny zatížení:

- Stálé
- LM71 – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr11
- Nezatížený vlak – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr15
- Boční ráz – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr14
- Brzdná a rozjezdová síla – zatížení proměnné od dopravy pro železniční most – gr13
- Vítr – zatížení větrem
- Teplota – teplotní zatížení konstrukce

## 5 Vnitřní síly v prutech

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno deset skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, krajní pás zavětrování, střední pás zavětrování, diagonála zavětrování, krajní příčnick Q.M 0-22, střední příčnick Q.M 1-23 – Q.M 12-12, podélník a diagonála brzděného ztužení) a z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden výpočet.

### 5.1 Dynamické účinky provozního zatížení

Pro standardně udržovanou kolej se dle ČSN EN 1991-2 použije výpočet pro dynamický součinitel  $\Phi_3$  (5.1).

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 \quad (5.1)$$

kde  $L_\phi$  je „náhradní“ délka daného prvku [m].

Prvek	Náhradní délka $L_\phi$	Dynamický součinitel $\Phi_3$
Hlavní nosník	83,50 m	1,05
Příčnick v poli	2*4,75 = 9,50 m	1,48
Příčnick na okraji	3,60 m	2,00
Podélník L.P(L) 5-6 – L.P(L) 11-12	3*4,40 = 13,20 m	1,36
Podélník L.P(L) 4-5	3*3,70 = 11,10 m	1,42
Podélník L.P(L) 3-4	3*3,10 = 9,30 m	1,49
Podélník L.P(L) 0-2 – L.P(L) 2-3	3*1,04 = 3,12 m	2,00
Ložiska	83,50 m	1,05

*Tabulka 5.1 Hodnoty dynamického součinitele pro zatížení železniční dopravou dle ČSN EN 1991-2.*

## 6 Kombinace vnitřních sil

Kombinace vnitřních sil získaných ze zatížení konstrukce podle zatěžovacích stavů jsou provedeny dle ČSN EN 1990 rovnicemi 6.10a a 6.10b a dle ČSN EN 1991-2.

$$(6.10a) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \zeta_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace	Stálá zatížení $G_d$		Proměnná zatížení $Q_d$	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
Charakteristická	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Častá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Kvazistálá	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabulka 6.1 Návrhové hodnoty zatížení v kombinaci zatížení

$$\zeta = 0,85$$

### 6.1 Kombinace stálých zatížení

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu konstrukce a ostatní stálá zatížení je dle ČSN EN 1990  $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$  a  $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ .

### 6.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy

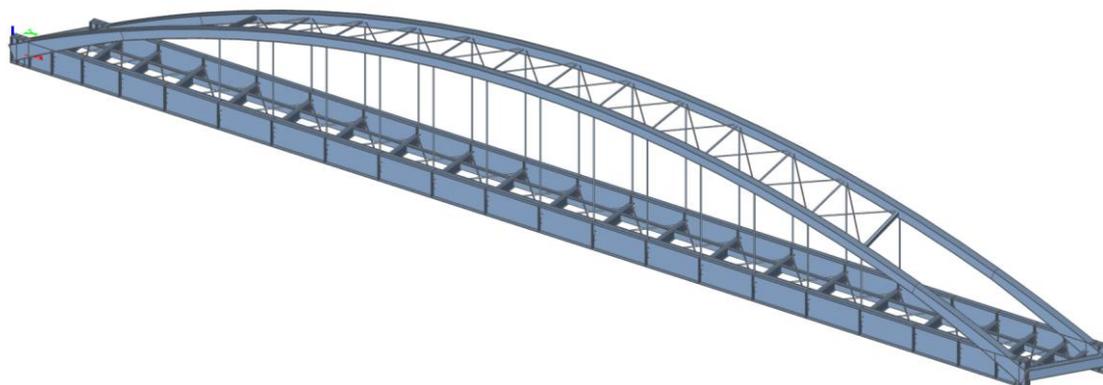
Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy je podle ČS EN 1991-2 tab. 6.11  $\gamma_F = 1,45$ .

### 6.3 Kombinace zatížení pro nahodilá zatížení

Součinitel zatížení pro zatížení větrem a zatížení teplotou  $\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivé účinky a  $\gamma_Q = 0$  pro příznivé účinky zatížení.

## 7 Statický výpočet

Statický výpočet je proveden v programu SCIA Engineer, který je shrnut do následujícího reportu (43 stran).



*Obrázek 7.1 Prostorový model návrhu konstrukce K01 v programu SCIA Engineer*

## 1. Obsah

1. Obsah	259
2. Materiály	259
3. Průřezy	259
4. Zatěžovací stavy	264
5. Skupiny zatížení	266
6. Kombinace	266
7. Vnitřní síly v táhle	274
8. Posudek MSÚ: Horní pás	274
9. Posudek MSÚ: Dolní pás	278
10. Posudek MSÚ: Táhlá	281
11. Posudek MSÚ: Příčnick v poli	282
12. Posudek MSÚ: Příčnick krajní Q.M 0-22	286
13. Posudek MSÚ: Podélníky střední	290
14. Posudek MSÚ: Zavětrování - krajní horní pás	293
15. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála zavětrování	296
16. Posudek MSÚ: Brzdné ztužidlo - diagonály	297
17. Deformace na prutu	298
18. Klíč kombinace	299
19. Výkaz materiálu	300
20. Vlastní frekvence	300

## 2. Materiály

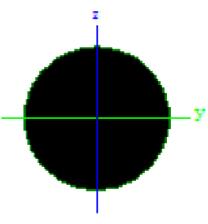
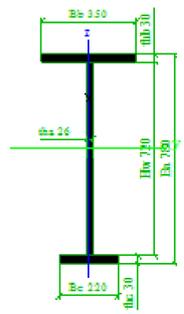
Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa] $G_{mod}$ [MPa]	$\mu$ $\alpha$ [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]
S 355	8080,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0 40	40 80	355,0 335,0	490,0 470,0
S 460 N/NL	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0 40	40 80	460,0 430,0	540,0 540,0

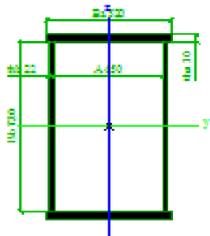
## 3. Průřezy

Horní pás		
Detailní	590; 40; 700; 22; 500; 40; 15	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m <sup>2</sup> ]	7,4400e-02	
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	295	383
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m <sup>4</sup> ], $I_z$ [m <sup>4</sup> ]	6,3993e-03	3,2006e-03
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	293	207
$W_{el,y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el,z}$ [m <sup>3</sup> ]	1,6722e-02	1,0850e-02
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	1
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	5,8160e-03	3,8489e-05
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	-8	0

Obrázek		
<b>Dolní pás</b>		
Detailní	2050; 22; 590; 25; 590; 25; 2000; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	7,3500e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	295	1025
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,4910e-02	8,5752e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	782	108
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,3815e-02	2,9068e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,3333e-05	8,7727e-04
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Dolní pás - podpora</b>		
Detailní	2050; 40; 590; 25; 590; 25; 2000; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,0950e-01	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	295	1025
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,6910e-02	8,6641e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	721	89
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	5,5522e-02	2,9370e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,9346e-05	8,7727e-04
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Táhl</b>		

Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	5,0240e-03	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	40	40
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,9685e-06	1,9685e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	20	20
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,9212e-05	4,9212e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,0292e-06	1,5992e-19
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		
<b>Příčnick - střední</b>		
Detailní	780; 26; 350; 30; 220; 30; 720; 0	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m <sup>2</sup> ]	3,5820e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	175	431
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,1550e-03	1,3486e-04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	297	61
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	7,3230e-03	7,7064e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	186
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	9,5240e-06	1,1995e-05
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-422	0
Obrázek		
<b>Příčnick - krajní krabice</b>		
Detailní	520; 30; 720; 22; 450	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m <sup>2</sup> ]	6,2880e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	260	390
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,7584e-03	2,4688e-03
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	303	198
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,4765e-02	9,4953e-03
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	5,0450e-03	2,5718e-05
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0

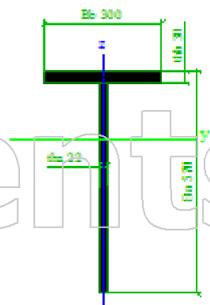
Obrázek



**Podélník**

Detailní	570; 22; 300; 30	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	c	c
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	2,0880e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	150	393
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,0529e-04	6,7979e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	184	57
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,7953e-03	4,5319e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	160
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,6699e-06	3,9578e-37
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-431	0

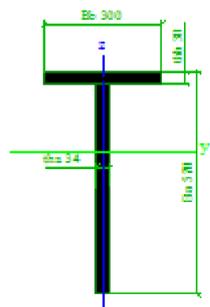
Obrázek



**Podélník s vyztuženou stojinou**

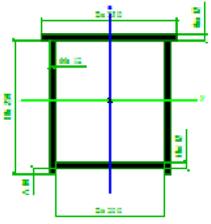
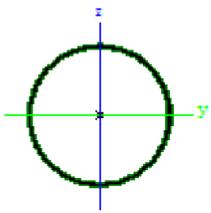
Detailní	570; 34; 300; 30	
Posudek rovinného vzpěru y-y,	c	c
Posudek rovinného vzpěru z-z		
A [m <sup>2</sup> ]	2,7360e-02	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	150	364
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	9,3738e-04	6,9269e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	185	50
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	2,5770e-03	4,6179e-04
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	188
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	9,9712e-06	1,2541e-36
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	-445	0

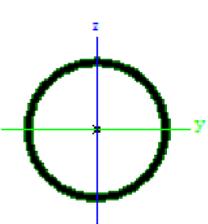
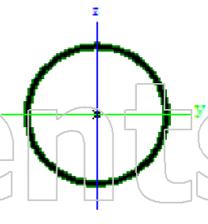
Obrázek



**Zavětrování - svislice**

Detailní	250; 12; 250; 12;
	200; 12; 10

Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z A [m <sup>2</sup> ] c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm] α [deg] I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ] i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm] W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ] d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm] I <sub>w</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ] β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm] Obrázek	b  1,1400e-02 125 0,00 1,0980e-04 98 8,0422e-04 0 1,3802e-04 -2	b   137  9,1113e-05 89 7,2890e-04 1 4,1126e-09 0
		
<b>Zavětrování - svislice ve středu</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z A [m <sup>2</sup> ] c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm] α [deg] I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ] i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm] W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ] d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm] I <sub>w</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ] β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm] Obrázek	a  1,2500e-03 57 0,00 1,9200e-06 39 3,3600e-05 0 3,8400e-06 0	a   57  1,9200e-06 39 3,3600e-05 0 8,8683e-42 0
		
<b>Zavětrování - diagonála</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z A [m <sup>2</sup> ] c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm] α [deg] I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ] i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm] W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ] d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm] I <sub>w</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ] β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	a  5,7400e-04 30 0,00 2,3500e-07 20 7,7800e-06 0 4,6900e-07 0	a   30  2,3500e-07 20 7,7800e-06 0 2,1843e-43 0

Obrázek		
<b>Diagonála brzdného ztužení</b>		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m <sup>2</sup> ]	7,3300e-04	
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	38	38
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	4,8800e-07	4,8800e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	26	26
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,2800e-05	1,2800e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	9,7600e-07	5,2595e-43
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrázek		

Vysvětlivky symbolů	
A	Plocha
c <sub>y,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Y zadávacího systému
c <sub>z,UCS</sub>	Souřadnice těžiště ve směry osy Z zadávacího systému
I <sub>y,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I <sub>z,LCS</sub>	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I <sub>yz,LCS</sub>	Moment setrvačnosti I <sub>yz</sub> v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I <sub>y</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I <sub>z</sub>	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i <sub>y</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů	
i <sub>z</sub>	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W <sub>el,y</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W <sub>el,z</sub>	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
d <sub>y</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d <sub>z</sub>	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I <sub>t</sub>	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I <sub>w</sub>	Výšečový moment setrvačnosti
β <sub>y</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β <sub>z</sub>	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

#### 4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	Stálé	
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé Standard	Stálé	
ZS3	Brzdné síly	Proměnné	Brzdná a rozjezdová síla	Krátkodobé

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
ZS4	Standard Rozjezdové síly	Statické Proměnné	Brzdná a rozjezdová síla	Krátkodobé
ZS5	Standard Nezatížený vlak	Statické Proměnné	Nezatížený vlak	Krátkodobé
ZS6	Standard Vítr Y+	Statické Proměnné	Vítr	Krátkodobé
ZS7	Standard Vítr Y-	Statické Proměnné	Vítr	Krátkodobé
ZS8	Standard Vítr X-	Statické Proměnné	Vítr	Krátkodobé
ZS9	Standard Vítr Y+ (s vlakem)	Statické Proměnné	Vítr	Krátkodobé
ZS10	Standard Vítr Y- (s vlakem)	Statické Proměnné	Vítr	Krátkodobé
ZS11	Teplota Teplota	Statické Proměnné	Teplota	
Pruh pro LM71-Model 71-Min N	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min My	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max N	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max My	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	LM71	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	Obálka pohyb.zat.	Statické Proměnné	Boční ráz	

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení
	Spec	Typ zatížení		
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	
Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	Obálka pohyb.zat.	Proměnné Statické	Boční ráz	

## 5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stálé	Stálé		
LM71	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr11 (LM71 + SW/0)
Boční ráz	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr14 (odstředivé/boční rázy)
Brzdná a rozjezdová síla	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr13 (brzdné/třecí)
Nezatížený vlak	Proměnné	Výběrová	Doprava - gr15 (prázdný vlak)
Vítr	Proměnné	Výběrová	Zatížení větrem - F**W - návrhové
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplotní zatížení - Tk

## 6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	Zatížení konstrukce bez vlaku	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS6 - Vítr Y+ ZS7 - Vítr Y- ZS8 - Vítr X- ZS11 - Teplota	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO2	Zatížení hlavních nosníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - Ostatní stálé zatížení ZS3 - Brzdné síly ZS4 - Rozjezdové síly ZS5 - Nezatížený vlak ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem) ZS10 - Vítr Y- (s vlakem) ZS11 - Teplota Pruh pro LM71-Model 71-Min N Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,16 1,16 1,16 1,16

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,16
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,16
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO3	Zatížení středních příčniců (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzděné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,63
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,63
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO4	Zatížení krajních příčníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO5	Zatížení podélníků 1 (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,20
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,20
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO6	Zatížení podélníků 2 (s vlakem)	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,64
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,64
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO7	Zatížení podélníků 3 (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,56
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,56
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO8	Zatížení středních podélníků (s vlakem)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS3 - Brzdné síly	1,00
			ZS4 - Rozjezdové síly	1,00
			ZS5 - Nezatížený vlak	1,00
			ZS9 - Vítr Y+ (s vlakem)	1,00
			ZS10 - Vítr Y- (s vlakem)	1,00
			ZS11 - Teplota	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,50
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,50
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,10
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,10
CO9	Char.-Zatížení hlavních nosníků (s vlakem) - horní mez	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,05
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,05
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min N	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vy	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Vz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min My	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Mz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max N	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vy	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Vz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max My	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Mz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Ry	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Min Rz	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rx	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Ry	1,00
			Pruh pro LM71-Boční ráz-Max Rz	1,00
CO10	Char.-Zatížení středních příčníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,48
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,48
CO11	Char.-Zatížení krajních příčníků (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,00
CO12	Char.-Zatížení podélníku 1 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	2,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	2,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	2,00
CO13	Char.-Zatížení podélníku 2 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,49
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,49
CO14	Char.-Zatížení podélníku 3 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,42
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,42
CO15	Char.-Zatížení podélníku 4 (s vlakem)	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
			Pruh pro LM71-Model 71-Min N	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min My	1,36

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max N	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max My	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Min Rz	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry	1,36
			Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz	1,36
CO16	Char.-Zatížení hlavních nosníků (bez vlaku) - dolní mez	EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,00

## 7. Vnitřní síly v táhle

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Táhllo - RD80

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B386	Táhllo - RD80	6,469	CO2/1	<b>1049,30</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 8. Posudek MSÚ: Horní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Horní pás - Stěna komory (590; 40; 700; 22; 500; 40; 15)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B470</b>	<b>86,594 m</b>	<b>Stěna komory (590; 40; 700; 22; 500; 40; 15)</b>	<b>S 355</b>	<b>CO2/2</b>	<b>0,94 -</b>
-------------------	-----------------	---	--------------	--------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

#### Kritický posudek v místě 76.601 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-8099,33	kN
Vy,Ed	20,25	kN
Vz,Ed	-80,23	kN
T,Ed	-48,90	kNm

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
My,Ed	-2028,56	kNm
Mz,Ed	40,40	kNm

#### Vlastnosti průřezu

A	7.440000e+004 mm <sup>2</sup>		
Ay/A	0.570	Az/A	0.424
Iy	6.399322e+009 mm <sup>4</sup>	Iz	3.200632e+009 mm <sup>4</sup>
Iyz	-5.204170e-006 mm <sup>4</sup>	It	5.815972e+009 mm <sup>4</sup>
Iw	3.848878e+013 mm <sup>6</sup>		
Wely	1.672203e+007 mm <sup>3</sup>	Welz	1.084960e+007 mm <sup>3</sup>
Wply	2.034836e+007 mm <sup>3</sup>	Wplz	1.401980e+007 mm <sup>3</sup>
cy	382.69 mm	cz	295.00 mm
dy	-0.00 mm	dz	0.86 mm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,4400e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	26412,00	kN
Jedn. posudek	0,31	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	1,6722e-02	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	5936,32	kNm
Jedn. posudek	0,34	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	1,0850e-02	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	3851,61	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	0,6	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	2,9	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	3,3	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	17	
Sigma,N,Ed	108,9	MPa
Sigma,My,Ed	121,3	MPa
Sigma,Mz,Ed	3,4	MPa

Elastický posudek		
Sigma,tot,Ed	233,6	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,tot,Ed	0,2	MPa
Sigma,von Mises,Ed	233,6	MPa
Jedn. posudek	0,66	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	18,236	18,236	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	18,236	18,236	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	39882,92	19947,51	kN
Štíhlost Lambda	62,18	87,92	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,81	1,15	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,72	0,51	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	18908,68	13353,83	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	7,4400e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	13353,83	kN
Jedn. posudek	0,61	

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 5.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	18,236	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	3642430,14	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	19947,51	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,15	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,51	
Průřezová plocha A	7,4400e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	13353,83	kN
Jedn. posudek	0,61	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	1,6722e-02	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	126288,86	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,22	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	18,234	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,30	
Součinitel momentu na klopení C2	0,48	
Součinitel momentu na klopení C3	0,41	
Vzdálenost středu smyku d,z	1	mm

Parametry M <sub>cr</sub>		
Vzdálenost polohy zatížení z <sub>g</sub>	0	mm
Konstanta monosymetrie beta <sub>y</sub>	-8	mm
Konstanta monosymetrie z <sub>j</sub>	-4	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	7,4400e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu W <sub>el,y</sub>	1,6722e-02	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu W <sub>el,z</sub>	1,0850e-02	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N <sub>Ed</sub>	8099,33	kN
Návrhový ohybový moment M <sub>y,Ed</sub>	-2028,56	kNm
Návrhový ohybový moment M <sub>z,Ed</sub>	40,40	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N <sub>Rk</sub>	26412,00	kN
Charakteristická momentová únosnost M <sub>y,Rk</sub>	5936,32	kNm
Charakteristická momentová únosnost M <sub>z,Rk</sub>	3851,61	kNm
Redukční součinitel χ <sub>i,y</sub>	0,72	
Redukční součinitel χ <sub>i,z</sub>	0,51	
Redukční součinitel χ <sub>i,LT</sub>	1,00	
Interakční součinitel k <sub>yy</sub>	1,06	
Interakční součinitel k <sub>yz</sub>	0,55	
Interakční součinitel k <sub>zy</sub>	0,95	
Interakční součinitel k <sub>zz</sub>	0,55	

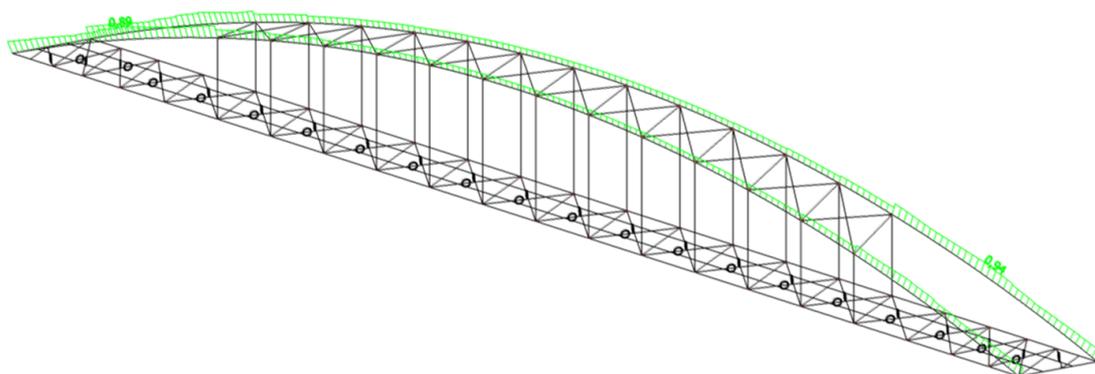
**Poznámka:** Protože tento dílec není prizmatický, použijí se skutečné momenty v průřezu namísto maximálních momentů.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	bodové zatížení F	
Koncový moment M <sub>h,y</sub>	1193,66	kNm
Moment v poli M <sub>s,y</sub>	-1825,47	kNm
Součinitel alpha <sub>h,y</sub>	-0,65	
Poměr koncových momentů Psi <sub>y</sub>	-0,33	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>my</sub>	0,88	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M <sub>h,z</sub>	658,93	kNm
Moment v poli M <sub>s,z</sub>	113,64	kNm
Součinitel alpha <sub>h,z</sub>	0,17	
Poměr koncových momentů Psi <sub>z</sub>	-0,16	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mz</sub>	0,40	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M <sub>h,LT</sub>	1193,66	kNm
Moment v poli M <sub>s,LT</sub>	-1825,47	kNm
Součinitel alpha <sub>h,LT</sub>	-0,65	
Poměr koncových momentů Psi <sub>LT</sub>	-0,33	
Součinitel ekvivalentního momentu C <sub>mLT</sub>	0,88	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,43 + 0,36 + 0,01 = 0,80 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,61 + 0,33 + 0,01 = 0,94 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



## 9. Posudek MSÚ: Dolní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Dolní pás - Iwn (2050; 22; 590; 25; 590; 25; 2000; 0)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B53	83,500 m	Iwn (2050; 40; 590; 25; 590; 25; 2000; 0)	S 355	CO2/3	0,83 -
-----------	----------	---	-------	-------	--------

Dílní souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

#### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

#### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	11,00
Třída 1 limit	8,54
Třída 2 limit	9,48
Třída 3 limit	13,31

=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 83.500 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	6506,51	kN
$V_{y,Ed}$	699,13	kN
$V_{z,Ed}$	-406,35	kN
$T_{,Ed}$	-1,02	kNm
$M_{y,Ed}$	-1687,37	kNm
$M_{z,Ed}$	599,99	kNm

#### Vlastnosti průřezu

A	1.095000e+005 mm <sup>2</sup>
---	-------------------------------

Ay/A	0.279	Az/A	0.722
Iy	5.691031e+010 mm <sup>4</sup>	Iz	8.664125e+008 mm <sup>4</sup>
Iyz	3.469447e-005 mm <sup>4</sup>	It	4.934583e+007 mm <sup>4</sup>
Iw	8.772732e+014 mm <sup>6</sup>		
Wely	5.552226e+007 mm <sup>3</sup>	Welz	2.936992e+006 mm <sup>3</sup>
Wply	6.986875e+007 mm <sup>3</sup>	Wplz	5.151250e+006 mm <sup>3</sup>
cy	1025.00 mm	cz	295.00 mm
dy	-0.00 mm	dz	0.00 mm

#### Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	1,0950e-01	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	38872,50	kN
Nu,Rd	38631,60	kN
Nt,Rd	38631,60	kN
Jedn. posudek	0,17	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	5,5522e-02	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	19710,40	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	2,9370e-03	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	1042,63	kNm
Jedn. posudek	0,58	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 5.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,9500e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	6046,30	kN
Jedn. posudek	0,12	-

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,6000e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	19676,10	kN
Jedn. posudek	0,02	-

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,8	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.2 a rovnice (6.42)

Normálová napětí		
Vlákno	12	
Sigma,N,Ed	-59,4	MPa
Sigma,My,Ed	-30,4	MPa
Sigma,Mz,Ed	-204,3	MPa
Sigma,tot,Ed	-294,1	MPa
Jedn. posudek	0,83	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

#### ....:POSUDEK STABILITY:....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

**Poznámka:** Pro tento průřez je klasifikace pro návrh průřezu použita také pro návrh ztráty stability dílce.  
 => průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	5,5522e-02	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	974024,92	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,14	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	1,500	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,21	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tahu**

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla $N_{Ed}$	6506,51	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	-1687,37	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	599,99	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	38631,60	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	19710,40	kNm
Vlákno	9	
Pružný modul průřezu $W_{el,z,com}$	2,9370e-03	m <sup>3</sup>
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	1042,63	kNm

Jednotkový posudek =  $0,09 + 0,58 - 0,17 = 0,49$

**Posudek ztráty stability od smyku**

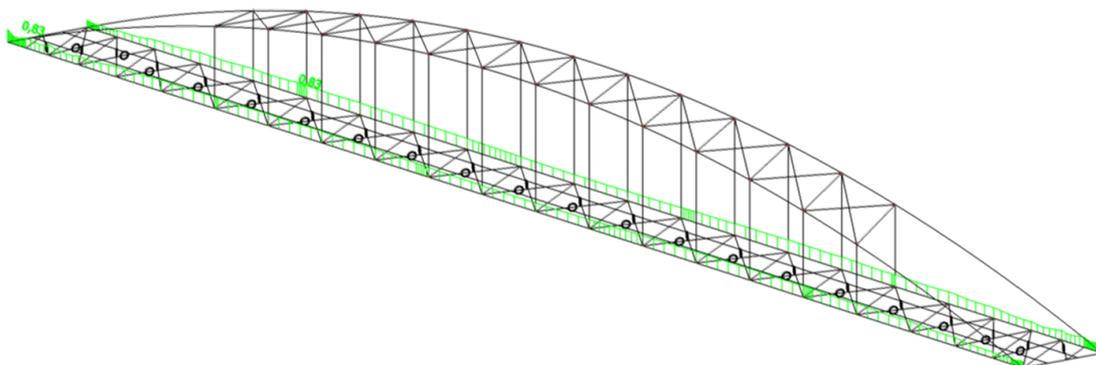
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	0,010	m
Stojina	vyztužený	
Výška stojiny $h_w$	2000	mm
Tloušťka stojiny t	40	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce $\eta$	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Součinitel smykové ztráty stability $\chi_{\tau}$	213604,00	
Štíhlost stojiny $h_w/t$	50,00	
Limit štíhlosti stojiny	9714,15	

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



## 10. Posudek MSÚ: Táhla

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Táhlo - RD80

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B386	6,469 m	RD80	S 460 N/NL	CO2/1	0,54 -
------------	---------	------	------------	-------	--------

Díjčí souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	460,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	540,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

....**POSUDEK PRŮŘEZU**:....

### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

### Kritický posudek v místě 6.469 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	1049,30	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{,Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

### Posudek na tah

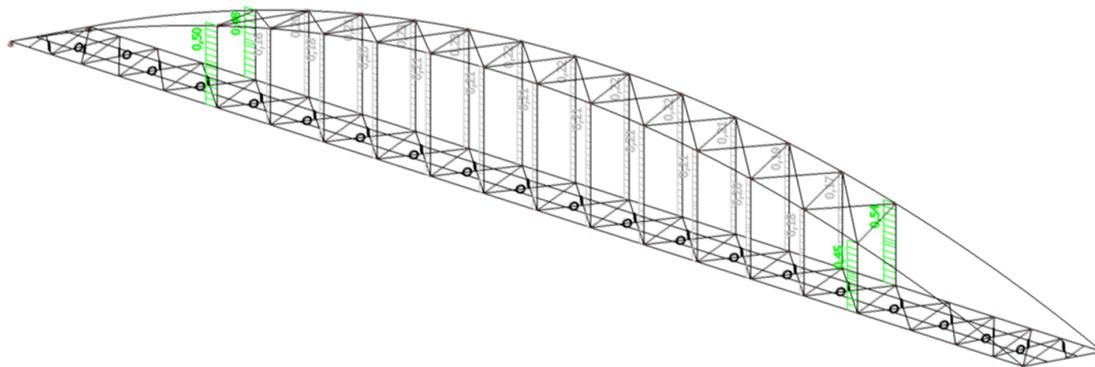
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	5,0240e-03	m <sup>2</sup>
$N_{pl,Rd}$	2311,04	kN
$N_{u,Rd}$	1953,33	kN
$N_{t,Rd}$	1953,33	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



## 11. Posudek MSÚ: Příčníc v poli

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO3

Průřez : Příčníc - střední - Iwn (780; 26; 350; 30; 220; 30; 720; 0)

**EN 1993-1-1 posudek**

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B107</b>	<b>4,750 m</b>	<b>Iwn (780; 26; 350; 30; 220; 30; 720; 0)</b>	<b>S 355</b>	<b>CO3/4</b>	<b>0,67 -</b>
-------------------	----------------	--	--------------	--------------	---------------

Dílní souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,69
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,38

=> vnitřní tlačené části třída 2

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,40
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	12,89

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh průřezu

#### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-41,83	kN
Vy,Ed	183,45	kN
Vz,Ed	-41,84	kN
T,Ed	0,15	kNm
My,Ed	0,56	kNm
Mz,Ed	-187,44	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,5820e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	12716,10	kN
Jedn. posudek	0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	9,6358e-03	m <sup>3</sup>
Mpl,y,Rd	3420,73	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,4034e-03	m <sup>3</sup>
Mpl,z,Rd	498,22	kNm
Jedn. posudek	0,38	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7100e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	3504,80	kN
Jedn. posudek	0,05	-

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,2464e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	4604,21	kN
Jedn. posudek	0,01	-

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

Npl,Rd	12716,10	kN
Mpl,y,Rd	3420,73	kNm
Mpl,z,Rd	498,22	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,00 + 0,00 + 0,38 = 0,38 -

**Poznámka:** Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

**Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnitřní tlačené části**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	27,69
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	35,38

=> vnitřní tlačené části třída 2

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,40
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	12,89

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,750	1,475	m
Součinitel vzpěru k	0,50	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,375	1,475	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1159273,37	128476,82	kN
Štíhlost Lambda	8,00	24,04	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,10	0,31	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	1,475	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	96505,84	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	71729,66	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,42	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu Wpl,y	9,6358e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	135900,36	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,16	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	1,475	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,81	
Součinitel momentu na klopení C2	0,01	

Parametry Mcr		
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	186	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-422	mm
Konstanta monosymetrie z,j	211	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	3,5820e-02	m <sup>2</sup>
Plastický modul průřezu Wpl,y	9,6358e-03	m <sup>3</sup>
Plastický modul průřezu Wpl,z	1,4034e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	41,83	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	1247,10	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-187,44	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	12716,10	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	3420,73	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	498,22	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	1,00	
Interakční součinitel k,yy	0,40	
Interakční součinitel k,yz	0,53	
Interakční součinitel k,zy	0,91	
Interakční součinitel k,zz	0,88	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B107 pozice 3,275 m.  
 Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B107 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniový moment M	
Poměr koncových momentů Psi,y	-0,64	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,40	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,z	-187,44	kNm
Moment v poli M,s,z	-160,39	kNm
Součinitel alpha,s,z	0,86	
Poměr koncových momentů Psi,z	-0,44	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,88	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment M,h,LT	-70,54	kNm
Moment v poli M,s,LT	-34,14	kNm
Součinitel alpha,s,LT	0,48	
Poměr koncových momentů Psi,LT	-0,01	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,59	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,00 + 0,15 + 0,20 = 0,35 -  
 Jednotkový posudek (6.62) = 0,00 + 0,33 + 0,33 = 0,67 -

**Posudek ztráty stability od smyku**

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

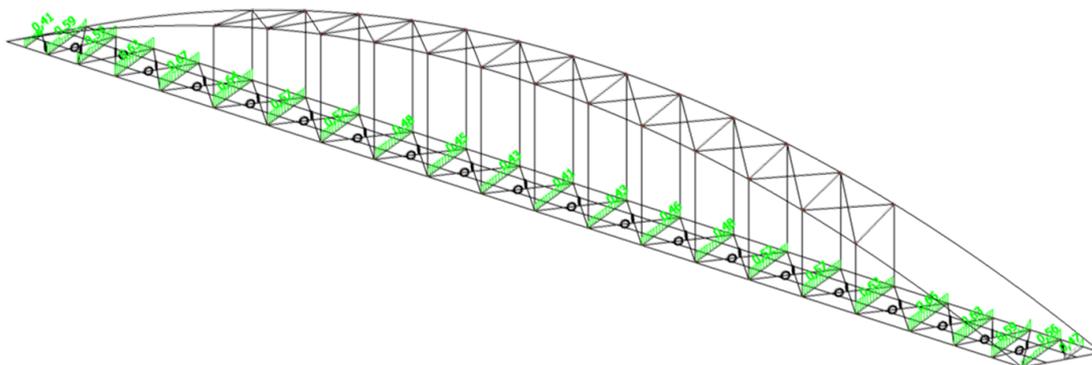
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	4,750	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny hw	720	mm

Parametry ztráty stability od smyku		
Tloušťka stojiny t	26	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny hw/t	27,69
Limit štíhlosti stojiny	48,82

**Poznámka:** Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



## 12. Posudek MSÚ: Příčník krajní Q.M 0-22

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : B350, B354

Kombinace : CO4

Průřez : Příčník - krajní krabice - Komora fl (520; 30; 720; 22; 450)

### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B354	5,812 m	Komora fl (520; 30; 720; 22; 450)	S 355	CO4/5	1,12 -
------------	---------	-----------------------------------	-------	-------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

**Kritický posudek v místě 4.910 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-12126,76	kN
Vy,Ed	-376,51	kN
Vz,Ed	-259,26	kN
T,Ed	-43,64	kNm
My,Ed	-108,29	kNm
Mz,Ed	972,55	kNm

#### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6,2880e-02	m <sup>2</sup>
Nc,Rd	22322,40	kN
Jedn. posudek	0,54	-

#### Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	1,4765e-02	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	5241,64	kNm
Jedn. posudek	0,02	-

#### Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	9,4953e-03	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	3370,82	kNm
Jedn. posudek	0,29	-

#### Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	14,6	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,07	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

#### Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	8,9	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,04	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

#### Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	3,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

#### Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	19	
Sigma,N,Ed	192,9	MPa
Sigma,My,Ed	7,3	MPa
Sigma,Mz,Ed	102,4	MPa
Sigma,tot,Ed	302,6	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,tot,Ed	0,3	MPa
Sigma,von Mises,Ed	302,6	MPa
Jedn. posudek	0,85	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,812	5,812	m
Součinitel vzpěru k	0,79	0,79	
Vzpěrná délka Lcr	4,588	4,584	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	566982,52	243456,21	kN
Štíhlost Lambda	15,16	23,14	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,20	0,30	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	1,00	0,96	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	22322,40	21498,19	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	6,2880e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	21498,19	kN
Jedn. posudek	0,56	-

**Posudek prostorového vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,812	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	3126420,10	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	243456,21	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,30	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,96	
Průřezová plocha A	6,2880e-02	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	21498,19	kN
Jedn. posudek	0,56	-

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu Wel,y	1,4765e-02	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment Mcr	300530,78	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,13	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	5,812	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,21	
Součinitel momentu na klopení C2	0,27	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	0	mm
Konstanta monosymetrie z,j	0	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6,2880e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu Wel,y	1,4765e-02	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu Wel,z	9,4953e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla N,Ed	12126,76	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	591,46	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	1395,90	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	22322,40	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	5241,64	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	3370,82	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	0,96	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	1,04	
Interakční součinitel k,yz	1,06	
Interakční součinitel k,zy	0,99	
Interakční součinitel k,zz	1,06	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B354 pozice 0,902 m.

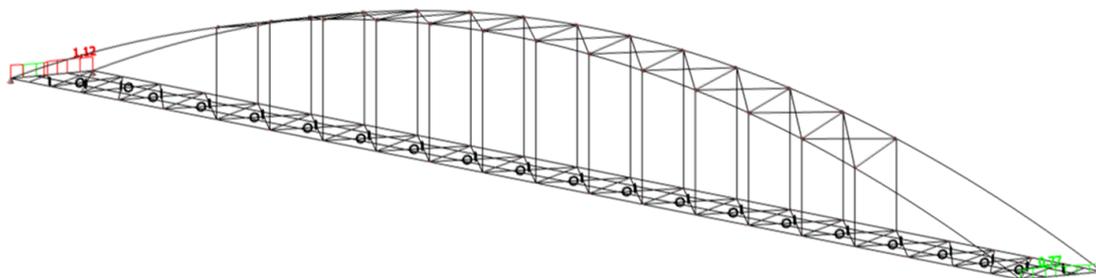
Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B354 pozice 4,008 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,y	386,86	kNm
Moment v poli M,s,y	523,97	kNm
Součinitel alpha,h,y	0,74	
Poměr koncových momentů Psi,y	-0,37	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,97	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,z	877,00	kNm
Moment v poli M,s,z	1367,20	kNm
Součinitel alpha,h,z	0,64	
Poměr koncových momentů Psi,z	-0,33	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,96	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,LT	386,86	kNm
Moment v poli M,s,LT	523,97	kNm
Součinitel alpha,h,LT	0,74	
Poměr koncových momentů Psi,LT	-0,37	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,97	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,54 + 0,12 + 0,44 = **1,10** -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,56 + 0,11 + 0,44 = **1,12** -

Prvek nesplňuje podmínky stabilního posudku!



### 13. Posudek MSÚ: Podélníky střední

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO8

Průřez : Podélník - Tw (570; 22; 300; 30)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B267</b>	<b>2,475 m</b>	<b>Tw (570; 22; 300; 30)</b>	<b>S 355</b>	<b>CO8/6</b>	<b>0,96 -</b>
-------------------	----------------	------------------------------	--------------	--------------	---------------

Díčí souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

#### ....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

##### Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	24,55
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,20

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

##### Kritický posudek v místě 2.475 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	1487,40	kN
$V_{y,Ed}$	-91,75	kN
$V_{z,Ed}$	-127,24	kN
$T_{,Ed}$	-0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	-68,01	kNm
$M_{z,Ed}$	-114,93	kNm

**Posudek na tah**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	2,0880e-02	m <sup>2</sup>
Npl,Rd	7412,40	kN
Nu,Rd	7366,46	kN
Nt,Rd	7366,46	kN
Jedn. posudek	0,20	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,y,min	1,7953e-03	m <sup>3</sup>
Mel,y,Rd	637,34	kNm
Jedn. posudek	0,11	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	4,5319e-04	m <sup>3</sup>
Mel,z,Rd	160,88	kNm
Jedn. posudek	0,71	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	9,0000e-03	m <sup>2</sup>
Vpl,y,Rd	1844,63	kN
Jedn. posudek	0,05	-

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2210e-02	m <sup>2</sup>
Vpl,z,Rd	2502,55	kN
Jedn. posudek	0,05	-

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	10	
Sigma,N,Ed	-71,2	MPa
Sigma,My,Ed	-17,1	MPa
Sigma,Mz,Ed	-253,6	MPa
Sigma,tot,Ed	-341,9	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,tot,Ed	0,1	MPa
Sigma,von Mises,Ed	341,9	MPa
Jedn. posudek	0,96	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro vnější pásnice**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	24,55
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,20

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

**Varování:** Průřez je klasifikován do třídy 4, ale efektivní průřezové charakteristiky nelze pro tento průřez spočítat. Průřez se posuzuje jako pružný, třída 3.

**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	1,7953e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	4267,90	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,39	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení L	2,475	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,76	
Součinitel momentu na klopení C2	0,83	
Součinitel momentu na klopení C3	0,41	
Vzdálenost středu smyku d,z	160	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-431	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	-216	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 1:9 2006 / Galea 2002

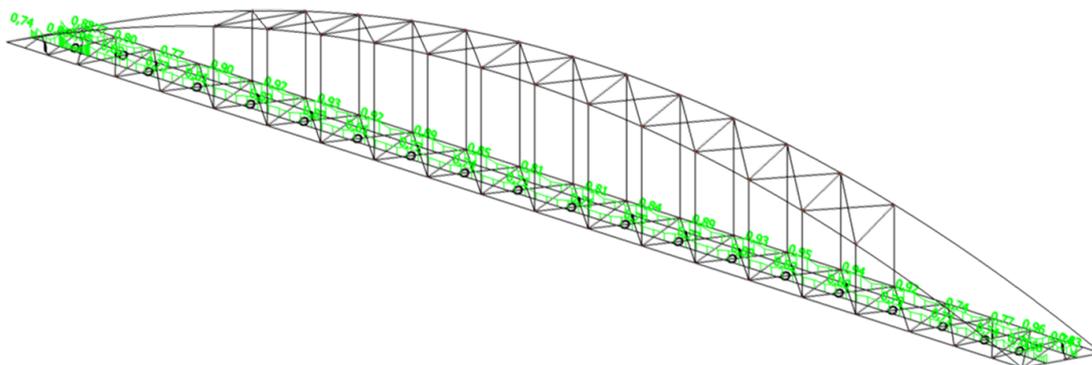
**Posudek ohybu a osového tahu**

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla $N_{Ed}$	1487,40	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	-68,01	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	-114,93	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	7366,46	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	637,34	kNm
Vlákno	12	
Pružný modul průřezu $W_{el,z,com}$	4,5319e-04	m <sup>3</sup>
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	160,88	kNm

Jednotkový posudek =  $0,11 + 0,71 - 0,20 = 0,62$  -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



### 14. Posudek MSÚ: Zavětrování - krajní horní pás

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Zavětrování - svislice - Stěna komory (250; 12; 250; 12; 200; 12; 10)

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

<b>Prvek B458</b>	<b>4,845 m</b>	<b>Stěna komory (250; 12; 250; 12; 200; 12; 10)</b>	<b>S 355</b>	<b>CO1/7</b>	<b>0,53 -</b>
-------------------	----------------	---	--------------	--------------	---------------

Díčí souč. spolehlivost	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Svařované	

**Varování:** Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu podporována.

#### ....POSUDEK PRŮŘEZU:....

##### Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Varování:** Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez byl klasifikován jako třída 3.

##### Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	-50,91	kN
$V_{y,Ed}$	28,75	kN
$V_{z,Ed}$	34,66	kN
$T_{,Ed}$	0,45	kNm
$M_{y,Ed}$	-77,82	kNm
$M_{z,Ed}$	-71,81	kNm

##### Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,1400e-02	m <sup>2</sup>
$N_{c,Rd}$	4047,00	kN
Jedn. posudek	0,01	-

**Posudek ohybového momentu pro My**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

W <sub>el,y,min</sub>	8,0422e-04	m <sup>3</sup>
M <sub>el,y,Rd</sub>	285,50	kNm
Jedn. posudek	0,27	-

**Posudek ohybového momentu pro Mz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

W <sub>el,z,min</sub>	7,2890e-04	m <sup>3</sup>
M <sub>el,z,Rd</sub>	258,76	kNm
Jedn. posudek	0,28	-

**Posudek smyku pro Vy**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	6,2	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek smyku pro Vz**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	6,7	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

**Poznámka:** Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

**Posudek kroucení**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

**Poznámka:** Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

**Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	10	
Sigma,N,Ed	4,5	MPa
Sigma,My,Ed	96,8	MPa
Sigma,Mz,Ed	88,3	MPa
Sigma,tot,Ed	189,5	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	189,5	MPa
Jedn. posudek	0,53	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Posudek rovinného vzpěru**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,845	4,845	m
Součinitel vzpěru k	0,73	0,73	
Vzpěrná délka Lcr	3,533	3,534	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	18236,50	15123,27	kN
Štíhlost Lambda	35,99	39,53	

Parametry vzpěru	yy	zz	
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel}$	0,47	0,52	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr $L_{cr}$	4,845	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	632539,58	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	15123,26	kN
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,T}$	0,52	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	8,0422e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment $M_{cr}$	23841,14	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,11	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry $M_{cr}$		
Délka klopení $L$	4,845	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel $k$	1,00	
Opravný součinitel $k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,52	
Součinitel momentu na klopení C2	0,03	
Součinitel momentu na klopení C3	0,00	
Vzdálenost středu smyku $d_z$	1	mm
Vzdálenost polohy zatížení $z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-2	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	-1	mm

**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

#### Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha $A$	1,1400e-02	m <sup>2</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	8,0422e-04	m <sup>3</sup>
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	7,2890e-04	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková síla $N_{Ed}$	50,91	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	78,19	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-71,81	kNm
Charakteristická tlaková únosnost $N_{Rk}$	4047,00	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	285,50	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	258,76	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{yy}$	0,40	
Interakční součinitel $k_{yz}$	0,40	
Interakční součinitel $k_{zy}$	1,00	
Interakční součinitel $k_{zz}$	0,40	

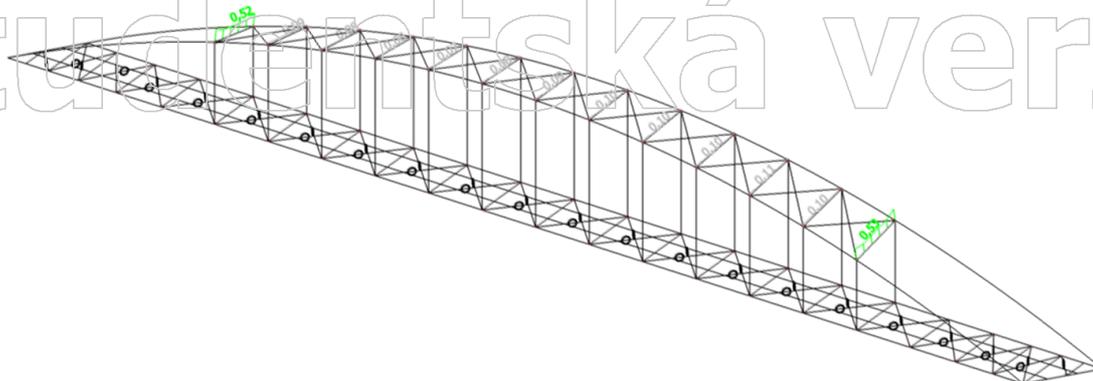
Maximální moment  $M_{y,Ed}$  je odvozen z nosníku B458 pozice 4,845 m.  
 Maximální moment  $M_{z,Ed}$  je odvozen z nosníku B458 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Výsledný typ zatížení y	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,y}$	78,19	kNm
Moment v poli $M_{s,y}$	-12,55	kNm
Součinitel $\alpha_{s,y}$	-0,16	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,y}$	-1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y}$	0,40	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	-0,94	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z}$	0,40	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	78,19	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-12,55	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	-0,16	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	-1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,LT}$	0,40	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,01 + 0,11 + 0,11 = 0,23 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,01 + 0,27 + 0,11 = 0,40 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



### 15. Posudek MSÚ: Zavětrování - diagonála zavětrování

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Zavětrování - diagonála - CHS60.3/3.2

#### EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B445	6,485 m	CHS60.3/3.2	S 355	CO1/8	0,85 -
------------	---------	-------------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**....POSUDEK PRŮŘEZU:....**

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro trubkovité průřezy**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,84
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 6.485 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{Ed}$	171,65	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Posudek na tah**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	5,7400e-04	m <sup>2</sup>
$N_{pl,Rd}$	203,77	kN
$N_{u,Rd}$	202,51	kN
$N_{t,Rd}$	202,51	kN
Jedn. posudek	0,85	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro trubkovité průřezy**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,84
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**16. Posudek MSÚ: Brzdné ztužidlo - diagonály**

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : Diagonála brzdného ztužení - CHS76.1/3.2

**EN 1993-1-1 posudek**

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B284	6,475 m	CHS76.1/3.2	S 355	CO2/9	0,86 -
------------	---------	-------------	-------	-------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu $f_y$	355,0	MPa
Mezní pevnost $f_u$	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

**....:POSUDEK PRŮŘEZU:....**

**Klasifikace pro návrh průřezu**

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

**Klasifikace pro trubkovité průřezy**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	23,78
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

**Kritický posudek v místě 0.000 m**

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{,Ed}$	223,55	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{,Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Posudek na tah**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	7,3300e-04	m <sup>2</sup>
$N_{pl,Rd}$	260,21	kN
$N_{u,Rd}$	258,60	kN
$N_{t,Rd}$	258,60	kN
Jedn. posudek	0,86	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

**....:POSUDEK STABILITY:....**

**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

**Klasifikace pro trubkovité průřezy**

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	23,78
Třída 1 limit	33,10
Třída 2 limit	46,34
Třída 3 limit	59,58

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

**17. Deformace na prutu**

Lineární výpočet, Extrém : Globální

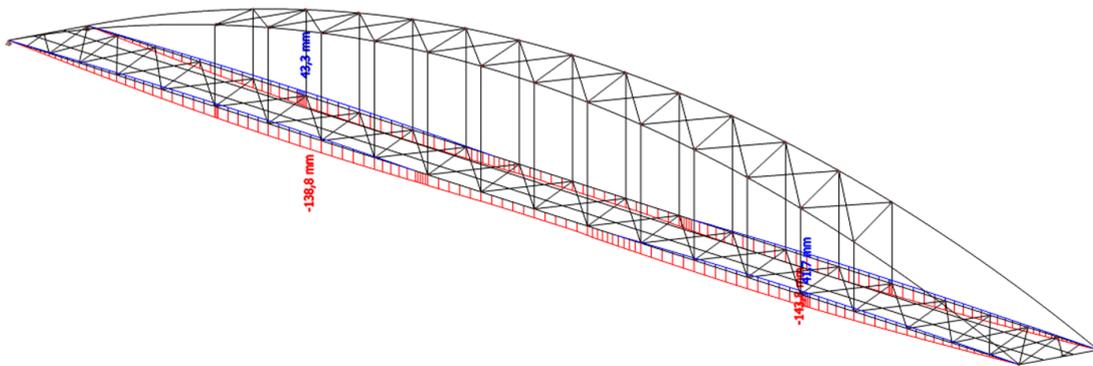
Výběr : Vše

Kombinace : CO9

Průřez : Dolní pás - Iwn (2050; 22; 590; 25; 590; 25; 2000; 0)

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B53	0,000	CO9/29	<b>-23,9</b>	0,0	0,0	2,7	3,2	1,3	23,9
B1	83,500	CO9/29	<b>23,9</b>	0,0	0,0	-2,2	-3,7	-1,1	23,9
B53	67,355	CO9/30	-4,6	<b>-1,7</b>	-52,7	-2,3	-2,6	0,0	52,9
B1	10,155	CO9/29	3,1	<b>1,7</b>	-34,0	3,9	3,0	0,0	34,2
B1	58,555	CO9/31	10,5	-0,4	<b>-143,8</b>	-1,9	0,8	0,0	144,2
B1	17,765	CO9/32	4,0	1,2	<b>43,3</b>	1,9	1,0	0,0	43,5
B1	80,150	CO9/33	12,6	0,1	-31,7	<b>-6,6</b>	-9,2	0,3	34,1
B53	5,575	CO9/31	-11,5	0,6	-46,1	<b>7,9</b>	7,5	0,1	47,6
B1	82,100	CO9/33	13,2	0,7	-13,1	-6,1	<b>-9,2</b>	-0,2	18,6

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1	2,475	CO9/34	0,4	0,6	-22,3	6,5	<b>8,7</b>	0,1	22,3
B53	83,405	CO9/29	0,0	0,1	-0,4	-2,1	-3,6	<b>-1,1</b>	0,4
B1	0,000	CO9/35	0,0	0,0	0,0	3,0	3,6	<b>1,3</b>	0,0



### 18. Klíč kombinace

Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,67
2	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,67
3	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy*1,34 +ZS11*1,50
4	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz*2,36 +ZS11*0,90
5	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Mz*2,55 +ZS11*1,50
6	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Mz*2,17 +ZS11*0,90
7	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS7*1,50 +ZS11*1,50
8	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS6*1,50 +ZS11*1,50
9	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,67
10	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx*1,67
11	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx*1,34 +ZS11*1,50
12	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,67
13	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50 +ZS11*1,50
14	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67
15	ZS1*1,35 +ZS2*1,35
16	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Rx*1,34 +ZS11*1,50
17	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rx*1,67
18	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,67
19	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50
20	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67 +ZS11*0,90
21	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,34 +ZS11*1,50
22	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,67
23	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +ZS11*1,50
24	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67
25	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS9*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Ry*1,67
26	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Ry*1,34 +ZS11*1,50
27	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +ZS9*1,50
28	ZS1*1,15 +ZS2*1,15 +ZS10*1,50 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Rz*1,67 +ZS11*0,90
29	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max N*1,05
30	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vy*1,05
31	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max My*1,05
32	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Min My*1,05
33	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Min Vz*1,05
34	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vz*1,05
35	ZS1*1,00 +ZS2*1,00 +Pruh pro LM71-Model 71-Max Vy*1,05

## 19. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Celkový součet :	284524,9	2328,704	3,5245e+01

### Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
Horní pás - Stěna komory (590; 40; 700; 22; 500; 40; 15)	S 355	621,7	173,205	107678,0	485,923	8080,0	1,3326e+01
Dolní pás - Iwn (2050; 22; 590; 25; 590; 25; 2000; 0)	S 355	594,0	163,100	96876,4	1046,448	8080,0	1,1990e+01
Táhló - RD80	S 460 N/NL	39,4	219,481	8656,0	55,016	7850,0	1,1027e+00
Příčník - střední - Iwn (780; 26; 350; 30; 220; 30; 720; 0)	S 355	289,4	104,004	30101,3	275,402	8080,0	3,7254e+00
Podélník - Tw (570; 22; 300; 30)	S 355	168,7	166,350	28066,3	289,449	8080,0	3,4735e+00
Zavětrování - svislice - Stěna komory (250; 12; 250; 12; 200; 12; 10)	S 355	92,1	9,690	892,5	10,116	8080,0	1,1046e-01
Diagonála brzděného ztužení - CHS76.1/3.2	S 355	5,9	255,128	1511,0	60,976	8080,0	1,8701e-01
Zavětrování - diagonála - CHS60.3/3.2	S 355	4,6	157,000	728,2	29,673	8080,0	9,0118e-02
Dolní pás - podpora - Iwn (2050; 40; 590; 25; 590; 25; 2000; 0)	S 355	881,0	3,900	3436,0	24,884	8080,0	4,2525e-01
Příčník - krajní krabice - Komora fl (520; 30; 720; 22; 450)	S 355	508,1	11,625	5906,3	30,829	8080,0	7,3098e-01
Zavětrování - svislice ve středu - CHS114.3/3.6	S 355	10,1	52,528	530,5	18,858	8080,0	6,5660e-02
Podélník s vyztuženou stojinou - Tw (570; 34; 300; 30)	S 355	219,1	0,650	142,4	1,131	8080,0	1,7622e-02

## 20. Vlastní frekvence

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega <sup>2</sup> [1/s <sup>2</sup> ]	T [s]
<b>Kombinace hmot : CM1</b>				
1	0,70	4,43	19,60	1,42
2	1,11	7,00	49,02	0,90
3	1,44	9,03	81,48	0,70
4	1,52	9,54	91,00	0,66

## 8 Posouzení vybraných prvků

Vnitřní síly jsou získány zatížením modelu zmíněnými zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer. Je vytvořeno deset skupin prvků (horní pás, dolní pás, svislice, krajní pás zavětrování, střední pás zavětrování, diagonála zavětrování, krajní příčnick Q.M 0-22, příčnick v poli Q.M 1-23 – Q.M 12-12, podélník a diagonála brzdného ztužení). Z každé skupiny prvků je vybrán jeden nejvíce namáhaný prut, na kterém je proveden posudek jeho únosnosti.

### 8.1 Vzpěrné délky

*Horní pás hlavního nosníku (viz kapitola 8.2 Stabilitní posouzení oblouku)*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,289 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 4,289$ m
Směr y-y:	85,297 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 14,758$ m, 4,546 m

*Dolní pás hlavního nosníku*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,375 m, 4,400 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,375$ m, 4,400 m
Směr y-y:	2,375 m, 4,400 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,375$ m, 4,400 m

*Krajní pás zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	4,750 m	$k_z = 0,5$	$L_z = 2,375$ m

*Střední pás zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	4,750 m	$k_z = 0,5$	$L_z = 2,375$ m

*Diagonála příčné vazby zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	1,933 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 1,933$ m
Směr y-y:	3,866 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,866$ m

*Diagonála zavětrování*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	6,507 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 6,507$ m
Směr y-y:	3,254 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,254$ m

*Krajní příčnick Q.M 0-22*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka

Směr z-z:	5,812 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,906$ m
Směr y-y:	5,812 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 5,812$ m

*Příčnick Q.M 1-23*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,127 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,064$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Příčnick Q.M 2-22 – 12-12*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,750 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,375$ m
Směr y-y:	1,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 1,475$ m

*Podélník L.P(L) 0-1 – L.P(L) 2-3*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,475 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,238$ m
Směr y-y:	2,475 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 2,475$ m

*Podélník L.P(L) 3-4*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,100 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,550$ m
Směr y-y:	3,100 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,100$ m

*Podélník L.P(L) 4-5*

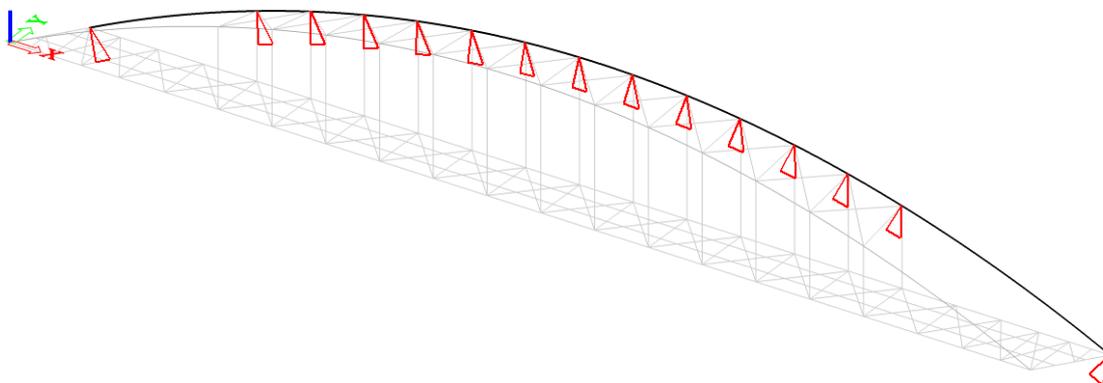
	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	3,700 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 1,750$ m
Směr y-y:	3,700 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 3,700$ m

*Podélník L.P(L) 5-6 – L.P(L) 11-12*

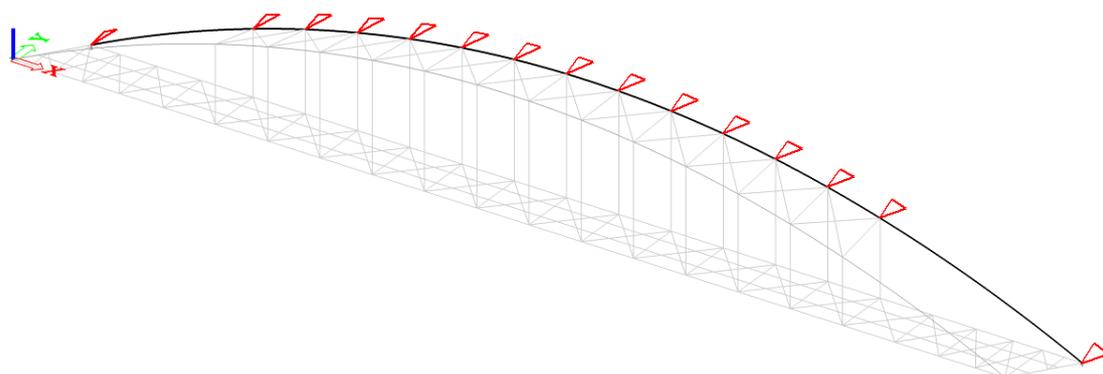
	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	4,400 m	$k_y = 0,5$	$L_y = 2,200$ m
Směr y-y:	4,400 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 4,400$ m

*Diagonála brzděného ztužení*

	Systémová délka	Součinitel	Vzpěrná délka
Směr z-z:	2,836 m	$k_y = 1,0$	$L_y = 2,836$ m
Směr y-y:	5,672 m	$k_z = 1,0$	$L_z = 5,672$ m



Obrázek 8.1 Příklad vzpěrných délek zadaných do programu SCIA Engineer na horním páse levého hlavního nosníku ve směru vybočení prutu kolmo na y-y



Obrázek 8.2 Příklad vzpěrných délek zadaných do programu SCIA Engineer na horním páse levého hlavního nosníku ve směru vybočení prutu kolmo na z-z<sup>9</sup>

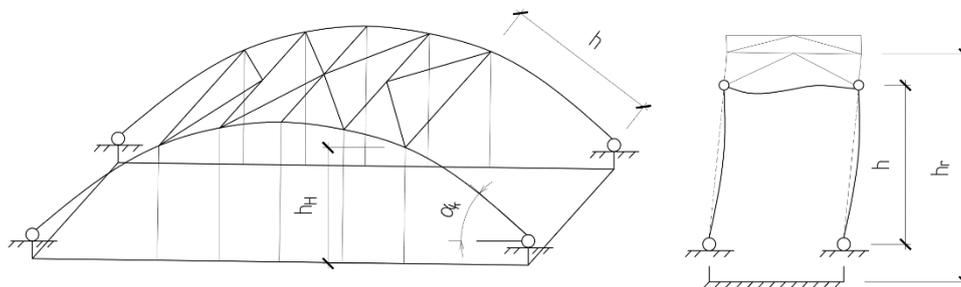
## 8.2 Stabilitní posouzení oblouku

Stanovení vzpěrné délky pro ověření stability tlačенého horního pásu nosníku se provede podle ČSN EN 1993-2 přílohy D. Ve výpočtu je stanovena vzpěrná délka rámu tvořeného horním pásem hlavního nosníku (obloukem) a krajní svislicí zavětrování.

Vybočení oblouku s podélným ztužením a koncovými portály z roviny se posoudí stabilitním výpočtem koncových portálů podle rovnice (8.1). Součinitel vzpěrné délky  $\beta$  je stanoven z tabulky D.1 v ČSN EN 1993-2 s použitím parametrů dle Obrázek 8.3 Vybočení portálů oblouku.

$$N_{ki} = \frac{\pi^2 EI}{(\beta h)^2} \quad (8.1)$$

<sup>9</sup> Trojúhelníky zobrazené plně značí pevné uzly.



Obrázek 8.3 Vybočení portálů oblouku

$$h = \frac{18,213 + 14,746}{2} = 16,480 \text{ m}$$

$$h_r = h_H \frac{1}{\sin \alpha_k} = 7,757 \text{ m}$$

Hodnota  $h$  je stanovena jako průměr délek horních pásů levého a pravého nosníku a hodnota  $h_r$  je stanovena jako průměr všech délek závěsů. Poměr  $\frac{h}{h_r}$  je 2,12.

Vypočtený poměr tuhostí rámu tvořeného horními pásy hlavních nosníků a krajní svislicí větrového ztužidla je  $\eta = 9,65$ .

S použitím tabulky D.1 v ČSN EN 1993-2 a výše uvedených hodnot je stanoven součinitel vzpěrné délky  $\beta = 1,0$ .

### 8.3 Posouzení na únavu

Pro posouzení konstrukce na únavu jsou použity charakteristické hodnoty zatěžovacího Modelu 71, včetně dynamického součinitele  $\Phi_2$ .

Posouzení na únavu se provede podle ČSN EN 1993-2 podle vztahu

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

Účinky poškození od spektra rozkmitů pro  $N_c = 2 \times 10^6$  cyklů:  $\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

$$\gamma_{Ff} = 1,0$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

Počet cyklů  $N_c = 2 \times 10^6$

Výpočet rozkmitů napětí:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$$

Součinitel účinků poškození od dopravy  $\lambda_1 = 0,61$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.3, součinitel pro standardní kolejovou dopravu pro  $L = 80 \text{ m}$ )

Součinitel objemu dopravy  $\lambda_2 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.5, doprava za rok  $25 \times 10^6 \text{ t/kolej}$ )

Součinitel návrhové životnosti mostu  $\lambda_3 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.6, návrhová životnost mostu 100 roků)

Součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než jednou kolejí  $\lambda_4 = 1,0$  (ČSN EN 1993-2 Tabulka 9.7)

Největší hodnota součinitele  $\lambda$  s uvážením meze únavy  $\lambda_{max} = 1,4$

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \leq \lambda_{max}$$

$$0,61 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \leq 1,4 \quad \text{Vyhovuje}$$

#### 8.3.1 Přípoj stojiny příčnicku Q.M 6-18 k dolní pásnici

Kategorie detailu: 112 (nosný prvek s oboustrannými automatovými podélnými koutovými nebo tupými svary s místy přerušeným svařováním, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.2)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO10 – charakteristická kombinace pro zatížení středních příčnicků.

Největší napětí:

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{844,37 \cdot 10^3}{3,155 \cdot 10^{-3}} 0,431 = 115,3 \text{ MPa}$$

Nejmenší napětí:

$$\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{40,94 \cdot 10^3}{3,155 \cdot 10^{-3}} 0,431 = 5,6 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 115,3 - (5,6) = 109,7 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 109,7 = 70,3 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 70,3 = 70,3 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{112}{1,35} = 83,0 \text{ MPa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

### 8.3.2 Přípoj stojiny příčnicku Q.M 6-18 k horní pásnici

Kategorie detailu: 112 (nosný prvek s oboustrannými automatovými podélnými koutovými nebo tupými svary s místy přerušeným svařováním, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.2)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO10 – charakteristická kombinace pro zatížení středních příčnicků.

Největší napětí:

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{844,37 \cdot 10^3}{3,155 \cdot 10^{-3}} 0,349 = 93,4 \text{ MPa}$$

Nejmenší napětí:

$$\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{40,94 \cdot 10^3}{3,155 \cdot 10^{-3}} 0,349 = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 93,4 - (4,5) = 88,9 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 88,9 = 56,9 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 56,9 = 56,9 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{112}{1,35} = 83,0 \text{ MPa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

### 8.3.3 Přípoj stojiny trámu levého hlavního nosníku k dolní pásnici

Kategorie detailu: 125 (nosný prvek s oboustrannými automatovými podélnými tupými svary, v místech přerušených svařováním nutno provést kontrolu správnosti provedení, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.2)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 125 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO9 – charakteristická kombinace pro zatížení hlavních nosníků.

Největší napětí:

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{6095,08 \cdot 10^3}{4,491 \cdot 10^{-2}} 1,025 = 139,1 \text{ MPa}$$

Nejmenší napětí:

$$\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{412,15 \cdot 10^3}{4,491 \cdot 10^{-2}} 1,025 = 9,4 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 139,1 - (9,4) = 129,7 \text{ MPa}$$

Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 129,7 = 87,2 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 87,2 = 87,2 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{125}{1,35} = 92,6 \text{ MPa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

### 8.3.4 Přípoj stojiny trámu levého hlavního nosníku k horní pásnici

Kategorie detailu: 125 (nosný prvek s oboustrannými automatovými podélnými tupými svary, v místech přerušených svařováním nutno provést kontrolu správnosti provedení, ČSN EN 1993-1-9 Tabulka 8.2)

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_c = 125 \text{ MPa}$

Referenční rozkmit napětí:  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$

Napětí bráno pro kombinaci CO9 – charakteristická kombinace pro zatížení hlavních nosníků.

Největší napětí:

$$\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{6095,08 \cdot 10^3}{4,491 \cdot 10^{-2}} 1,025 = 139,1 \text{ MPa}$$

Nejmenší napětí:

$$\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,max}}{I_y} z = \frac{412,15 \cdot 10^3}{4,491 \cdot 10^{-2}} 1,025 = 9,4 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = 139,1 - (9,4) = 129,7 \text{ MPa}$$

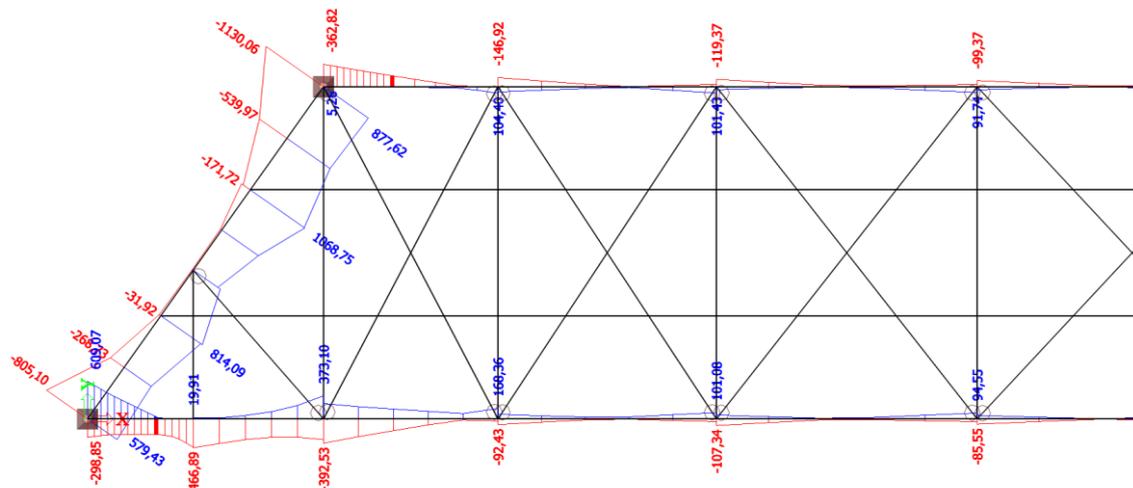
Ekvivalentní rozkmit napětí vztažený na  $2 \times 10^6$  cyklů:

$$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\Phi_2\Delta\sigma_p = 0,61 \cdot 1,05 \cdot 129,7 = 87,2 \text{ MPa}$$

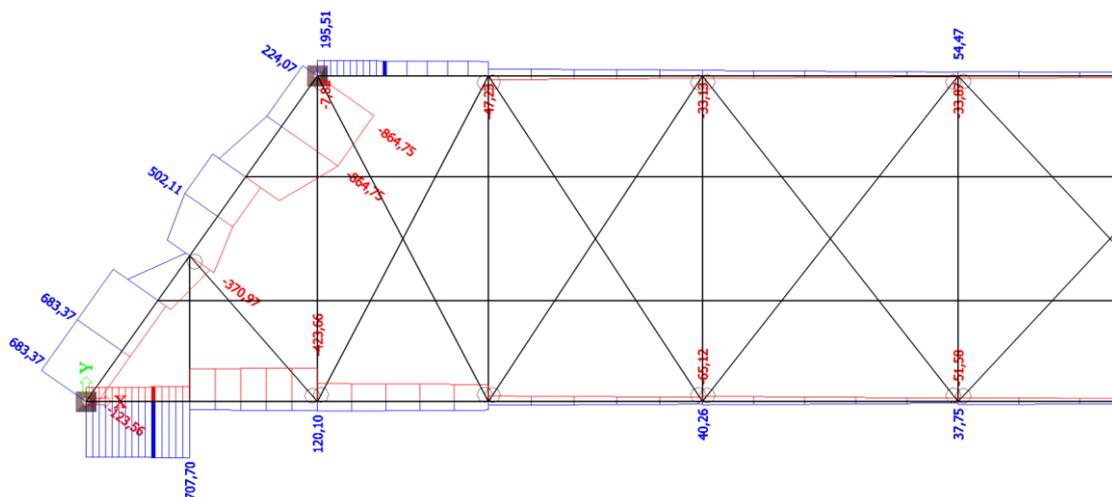
$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E,2} = 1,0 \cdot 87,2 = 87,2 \text{ MPa} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{125}{1,35} = 92,6 \text{ MPa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

### 8.4 Vyhodnocení vybraných prvků

Důsledkem šikmosti uložení konstrukce  $54^\circ 57'$  je velké namáhání prvků mostovky v oblasti uložení. Na hlavních nosnících vzniká v trámu v místě podpory velký ohybový moment  $M_z$  a velká smyková síla  $V_y$ , které jsou způsobeny rámovým spojením hlavních nosníků, šikmého příčnicku Q.M 0-22, zkráceného příčnicku Q.M 1-23 a příčnicku jdoucího do podpory Q.M 2-22 (Obrázek 8.4 a Obrázek 8.5).



Obrázek 8.4 Obálka ohybových momentů  $M_z$  na trámech a krajním příčniku Q.M 0-22 pro návrhovou kombinaci zatížení hlavních nosníků.



Obrázek 8.5 Obálka smykových sil  $V_y$  na trámech a krajním příčniku Q.M 0-22 pro návrhovou kombinaci zatížení hlavních nosníků

Ve středu pole je trám namáhán ohybovým momentem  $M_y$  a normálovou tahovou silou v rozmezí návrhových hodnot<sup>10</sup> od 7650 kN do 7150 kN. V oblasti podpor dochází k navýšení tahové síly na hodnotu 8620 kN. V oblasti podpor je trám namáhán již zmíněným lokálním ohybovým a smykovým namáháním.

Oblouk je namáhán konstantní tlakovou silou, která se navyšuje v oblasti podpor (viz. Obrázek 2.1), kde je také navrženo rozšíření průřezu náběhem.

<sup>10</sup> Návrhová kombinace pro zatížení hlavních nosníků.



ložisek L2 a L4 ložiska všesměrně pohyblivá.



Obrázek 8.7 Schéma ložisek

### 8.7 Mezní stav použitelnosti konstrukce K01

Maximální průhyb nově navržené konstrukce K01 je 148,3 mm, což odpovídá přibližně  $\frac{1}{580}$  rozpětí konstrukce.

Hmotnost konstrukce je 284,5 tun.

### 8.8 Dynamické účinky

Norma ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou stanovuje vyšetření účinků dynamického zatížení na konstrukci. Jedním z kritérií, zda je či není nutné provést dynamickou analýzu konstrukce, je stanovení vlastní ohybové frekvence mostu zatíženého stálým zatížením. Pro mosty s první vlastní frekvencí  $\eta_0$  v rozmezí uvedeném v ČSN EN 1991-2 s maximální rychlostí trati v daném místě nepřekračující 200 km/h není dynamická analýza vyžadována.

Horní resp. dolní mez  $\eta_0$  se stanoví z výrazu (8.2) resp. (8.3), přičemž  $L$  je délka konstrukce [m].

$$\eta_0 = 94,76L^{-0,748} \quad (8.2)$$

$$\eta_0 = 23,58L^{-0,592} \quad (8.3)$$

Po dosazení délky  $L = 83,50$  m do výrazů je horní mez  $\eta_0 = 3,64$  Hz a dolní mez  $\eta_0 = 1,72$  Hz.

První ohybová frekvence vypočítána programem SCIA Engineer je 0,70 Hz a nespádá do rozmezí stanovené výše zmíněnou normou, lze tedy předpokládat, že je nutné provést dynamickou analýzu konstrukce.

Vypracování dynamické analýzy není předmětem této diplomové práce.

## 9 Závěr

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes vodní tok (řeku Vltavu) a silnici SII/102 na trati Praha Modřany – Vrané nad Vltavou na 29,219 km. Stávající mostní objekt má pět polí, předmětem práce je vypracování variantního návrhu nejdelšího pole s využitím moderní obloukové konstrukce splňující požadavky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou<sup>11</sup> s ohledem na stávající konstrukci. V návrhu je zachována poloha stávajících ložisek, kterými je definovaná šikmost mostu  $54^{\circ}57'$ . Návrhem je oblouková konstrukce (Langrův trám), jehož konstrukční výška (11,313 m) je téměř shodná s konstrukční výškou stávající konstrukce (11,485 m).

V návrhu je obdobně jako u stávající konstrukce mostu prvková mostovka, která je zachována z důvodu geometrického uspořádání hlavních nosníků, které neumožňuje použití kolejového lože, jak je u nově navrhovaných konstrukcí běžně používáno. Snahou je zjednodušení konstrukce v proveditelnosti i údržbě, 42 svislic a 52 diagonál stávající konstrukce je nahrazeno 26-ti táhly, veškeré nýtované spoje náročné na údržbu jsou nahrazeny spoji svařovanými. Zavětrování je provedeno ve vazbách 6-18' – 6'-18 z důvodu dodržení podjezdné výšky vlaku.

Důsledkem šikmosti uložení konstrukce  $54^{\circ}57'$  je velké namáhání prvků mostovky v oblasti uložení. Na hlavních nosnících vzniká v místě podpory velký moment  $M_z$  a velká smyková síla  $V_y$ , které jsou způsobeny rámovým spojením hlavních nosníků, šikmého příčnicku Q.M 0-22, zkráceného příčnicku Q.M 1-23 a příčnicku Q.M 2-22 jdoucího do podpory (viz. kapitola 8.5 Vyhodnocení vybraných prvků).

Použití moderní obloukové konstrukce – Langrova trámu – není jednoznačně přínosné. Spojení prvkové mostovky a Langrova trámu způsobuje velké lokální namáhání prvků v podporové oblasti, což má negativní důsledek na únavovou pevnost. Provedení spoje napojení podélníků na příčnicku vyžaduje rozšíření pásnice podélníku pro zajištění plynulého svařovaného spoje s horní pásnicí příčnicku z hlediska zamezení vzniku únavových trhlin ve spoji.

Konstrukce má oproti stávající konstrukci téměř dvojnásobnou hmotnost (hmotnost navržené konstrukce je 284,5 tun, hmotnost stávající konstrukce je 165,5 tun). Z estetického hlediska je konstrukce masivní a nezapadá do prostředí. Stávající nýtovaná konstrukce působí lehkým dojmem, má historickou hodnotu a je zvažováno prohlášení konstrukce za kulturní památku.

<sup>11</sup> V návrhu není dodržen průjezdný profil, viz kapitola 1.1 Identifikační údaje mostu.





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST S OCELOVOU NOSNOU  
KONSTRUKCÍ – TECHNICKÁ ZPRÁVA  
RAILWAY BRIDGE WITH STEEL LOAD-CARRYING STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Iveta Šarmanová

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2017



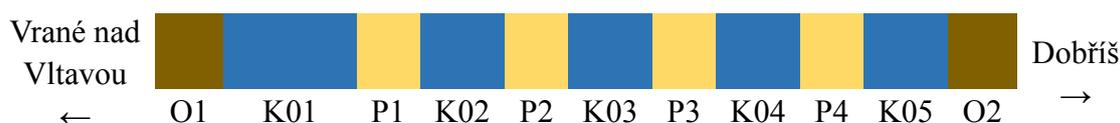
## 1 Identifikační údaje mostu přes vodní tok a silnici SII/102

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes vodní tok (řeku Vltavu) a silnici SII/102 na trati Praha Modřany – Vrané nad Vltavou na 29,219 km. Stávající mostní objekt má pět polí, předmětem práce je vypracování variantního návrhu nejdelšího pole s využitím moderní obloukové konstrukce splňující požadavky ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2 – Zatížení mostů dopravou s ohledem na stávající konstrukci. V návrhu je zachována poloha stávajících ložisek, kterými je definovaná šikmost mostu  $54^{\circ}57'$ . Návrhem je oblouková konstrukce (Langrův trám), jehož konstrukční výška bude shodná s výškou stávající konstrukce (11,49 m). Při návrhu nové konstrukce není možné dodržet průjezdný profil stanovený ČSN 73 6320, proto je tato skutečnost zanedbána.

### 1.1 Identifikační údaje mostu

Trať	Praha Modřany – Vrané nad Vltavou, trať 210, TÚ 1721
Objekt	Most ČD na km 29,219
Název objektu	Skochovický most, Měchenický most
Místo objektu	Vrané nad Vltavou
Okres	Praha-Západ
Kraj	Středočeský
Správce mostu	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
Přemostěná překážka	Vodní tok řeka Vltava, Silnice II/102

### 1.2 Schéma mostního objektu<sup>12</sup>



O1	Opěra O1 na straně u Skochovic
K01	Konstrukce K01 – rozpětí pole 83,50 m
P1	Pilíř P1
K02	Konstrukce K02 – rozpětí pole 36,69 m
P2	Pilíř P2
K03	Konstrukce K03 – rozpětí pole 37,26 m
P3	Pilíř P3

<sup>12</sup> Číslování konstrukce je opačně proti staničení mostu.

K04 ..... Konstrukce K04 – rozpětí pole 37,30 m  
 P4 ..... Pilíř P4  
 K05 ..... Konstrukce K05 – rozpětí pole 12,90 m  
 O2 ..... Opěra O2 na straně u Měchenic

## 2 Základní údaje o mostě (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220)

### 2.1 Technické řešení

Část mostního objektu ČD na km 29,219 – konstrukce K01 – je navržena jako jednopulový objekt s rozpětím pole 83,50 m a se šikmostí uložení 54°57'. Nosnou konstrukci tvoří dva hlavní nosníky tvořené tuhým trémem a netuhým obloukem a prvková dolní mostovka. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbě – krajní opěře mostního objektu O1 a pilíři P1.

### 2.2 Hlavní údaje o navrhované konstrukci

Traťová třída	C3
Traťová rychlost	60 km/h
Rychlost na mostě	60 km/h
Směrové poměry	trať v levém oblouku
Sklonové poměry	nezjištěny
Materiál	S355 J2, S460 N/NL
Úhel křížení	54°57'
Rozpětí pole	83,500 m
Světlá šířka pole	80,996 m
Délka nosné konstrukce	84,610 m
Šířka nosné konstrukce	5,340 m
Výška mostu nad terénem	12,496 m
Stavební výška	1,200 m
Konstrukční výška	11,313 m
Plocha konstrukce mostu	451,82 m <sup>2</sup>

## 3 Zdůvodnění mostu a jeho umístění

### 3.1 Zdůvodnění mostu

Most slouží pro převedení železniční tratě Praha Modřany – Vrané nad Vltavou přes vodní tok (řeku Vltavu) a silnici SII/102 mezi obcemi Vrané nad Vltavou a Měchenice. Toto variantní řešení bylo zhotoveno jako návrh moderní konstrukce sloužící k porovnání se stávající příhradovou nýtovanou konstrukcí. Navrhovaná konstrukce splňuje požadavky<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Při návrhu není dodržen průjezdný profil stanovený ČSN 73 6320.

ČSN EN 1993-2 – Ocelové mosty při uvážení normového zatížení dle ČSN EN 1991-2.

### 3.2 Charakter překážky a převáděné trati

Most převádí železniční jednokolejnou trať Praha Modřany – Vrané nad Vltavou přes vodní tok (řeku Vltavu) a silnici SII/102. Světlá šířka mezi opěrou O1 a pilířem P1 je 80,996 m, hladina vody při normálním stavu je +194,36 m n. m. Opěra O1 a pilíř P1 kopírují osu vodního toku pod úhlem křížení  $54^{\circ}57'$ .

Převáděnou trať je jednokolejná neelektrifikovaná trať číslo 210 Praha Modřice – Vrané nad Vltavou. Traťová rychlost v úseku je 60 km/h. Niveleta koleje je +207,08 m n. m. Trať je v levém oblouku. Sklonové poměry trati nejsou zjištěny – je předpokládáno, že je trať ve stoupání 0,0 ‰.

### 3.3 Územní podmínky

Místo křížení se nachází v jižní části obce Vrané nad Vltavou v katastrálním území Vrané nad Vltavou. Most se nachází blízko zástavby obce. Levý nosník je nosník návodní. Směr staničení trati je opačný oproti číslování mostního objektu (viz. kapitola 1.2 Schéma mostního objektu).

### 3.4 Geotechnické podmínky

Rozbor geotechnických podmínek není součástí diplomové práce.

## 4 Technické řešení mostu

### 4.1 Popis konstrukce

#### 4.1.1 Nosná konstrukce K01

Nosná konstrukce hlavního nosníku se skládá ze dvou obloukových parabolických nosníků o rozpětí 83,50 m v osové vzdálenosti 4,750 m se šikmým uložením  $54^{\circ}57'$ . Hlavní nosník je tvořen parabolickým obloukem se vzepětím 10,013 m a tuhým trámem zavěšeným na oblouku pomocí svislic (táhel). Táhla jsou v osové vzdálenosti 4,40 m. Na hlavní nosníky je upevněna prvková mostovka sestávající z příčníků s osovou vzdáleností od 1,50 m do 4,40 m a podélníků v osové vzdálenosti 1,80 m. Pražce jsou uloženy na podélnících.

Konstrukce je uložena na stávající ocelolitinová vahadlová ložiska, uložená na stávající spodní stavbě.

Oblouk je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 590x740 mm. V místech ukotvení táhel je oblouk vyztužen vnitřními příčnými diafragmaty.

Trám je tvořen svařovaným I profilem vnějších rozměrů 590x2050 mm. Průřez je vyztužen příčnými výztuhami, které se nacházejí vždy v místě připojení příčnicku na trám. Krajní šikmý příčník je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 520x780 mm.

Příčníky v poli jsou tvořeny svařovaným I profilem vnějších rozměrů 350x780 mm. Podélníky jsou tvořeny svařovaným T profilem vnějších rozměrů 300x570 mm. Připojení podélníků na příčníky je provedeno přivařením pásnice podélníku na horní pásnici příčníku. Rozšíření pásnice podélníku pro vytvoření plynulého svařovaného spoje z hlediska zamezení vzniku únavových trhlin není v této práci uvedeno.

Diagonály brzděného ztužení jsou tvořeny trubkami CHS76,1x3,2 jako kosočtverečná soustava připojenými pomocí styčnickových plechů na dolní pásnici trámu.

Zavětrování je tvořeno složenou příhradovou soustavou tvořenou svislicemi a diagonálami ve vazbách 6-18' – 6'-18. Krajní svislice zavětrování je tvořena svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 250x262 mm. Krajní svislice je připojena k oblouku svařovaným spojem. Svislice zavětrování v poli jsou tvořeny trubkami CHS114,3x3,6. Svislice jsou připojeny k oblouku svařovaným spojem. Diagonály jsou tvořeny trubkami CHS60,3x3,2. Diagonály jsou připojeny k oblouku svařovaným spojem.

Montážní spoje nejsou řešeny.

#### 4.1.2 Izolace

Není navržena.

#### 4.1.3 Odvodnění

Není zřízeno.

#### 4.1.4 Zábradlí

Není navrženo.

#### 4.1.5 Materiál

Ocel pro nosnou konstrukci: S355 J2

Ocel pro táhla: S460 N/NL

#### 4.1.6 Nátěrové hmoty, povrchová úprava

Protikorozní ochrana ocelové konstrukce bude zajištěna pomocí ochranných nátěrových systémů navržených podle ČSN EN ISO 12944 pro stupeň korozní agresivity C4. Základním požadavkem pro nátěrový systém je záruka min. 5 let, životnost více než 15 let.

### 4.2 Mostní vybavení

Podlahy z ocelových rýhovaných plechů tloušťky 5 mm.

### 4.3 Statické posouzení

Viz. statický výpočet

## 5 Výstavba mostu

### 5.1 Postup a technologi výstavby mostu

Viz. kapitola 15 Výroba a montáž.

### 5.2 Vztah k území

Není řešen.

## 6 Všeobecně

Tato technická zpráva je součástí dokumentace pro provedení stavby (dále jen DPS) železničního mostu s ocelovou nosnou konstrukcí a specifikuje požadavky na nosnou ocelovou konstrukci.

Podkladem pro výrobu a montáž ocelové konstrukce je výrobní dokumentace (výkresy, výkazy materiálu a technologický postup výroby a montáže) zpracovaná podle projektu ocelové konstrukce ve stupni DPS.

## 7 Použité normy a předpisy

Zákon č. 183/2006 Sb. stanovuje povinnost dokládat certifikáty o vhodnosti použitých stavebních výrobků pro všechny stavební výrobky a materiály vyráběné nebo prodávané v České Republice. Posuzování shody stavebních výrobků a podmínek jejich uvedení na trh upravuje zákon č. 22/97 Sb.

Seznam použitých předpisů a norem je uveden v úvodní části této diplomové práce.

## 8 Zatížení

Zatížení pro výpočet ocelové nosné konstrukce je stanoveno v souladu se sadou norem ČSN EN 1991. Ve statickém výpočtu je uvažováno s následujícím zatížením:

### 8.1 Zatížení stálá

Vlastní tíha ocelové konstrukce	Generována výpočetním programem SCIA Engineer s objemovou hmotností oceli 8080 kg/m <sup>3</sup>	
Kolejnice, pražce, upevňovadla	3,0 kN/m	$\gamma_G = 1,35$

### 8.2 Zatížení proměnná užitná

Zatížení dopravou	Model 71	$\gamma_F = 1,45$
Boční ráz	100 kN	$\gamma_F = 1,45$
Brzdné a rozjezdové síly	viz. statický výpočet	$\gamma_F = 1,45$

### 8.3 Zatížení proměnná klimatická

Zatížení větrem	II. větrná oblast, kategorie terénu II $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$	$\gamma_Q = 1,50$
Zatížení teplotou	Předpokládaná teplota montáže $T_0$ $T_0 = 10 \text{ °C}$	$\gamma_Q = 1,50$

## 9 Geometrie konstrukce

### 9.1 Výškové úrovně

Niveleta koleje:	+207,13 m n. m. B.p.v.
Hladina vody:	+194,36 m n. m. B.p.v.

## 10 Technický popis konstrukce

### 10.1 Všeobecně

Nosná konstrukce je navržena dle ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových mostů. Nosnou konstrukci K01 tvoří oblouková konstrukce o jednom přímém poli se šikmě uloženými hlavními nosníky s úhlem uložení  $54^\circ 57'$ . Rozpětí konstrukce K01 je 83,50 m. Trať je vedena v levém oblouku bez převýšení koleje a bez podélného sklonu.

### 10.2 Nosná konstrukce

Nosná konstrukce hlavního nosníku se skládá ze dvou obloukových parabolických nosníků o rozpětí 83,50 m v osové vzdálenosti 4,750 m. Hlavní nosník je tvořen parabolickým obloukem a tuhým trámem zavěšeným na oblouku pomocí svislíc (táhel). Táhla jsou v osové vzdálenosti 4,40 m. Na hlavní nosníky je upevněna prvková mostovka skládající se z příčníků s osovou vzdáleností od 1,50 m do 4,40 m a podélníků v osové vzdálenosti 1,80 m. Pražce jsou uloženy na podélnících.

Konstrukce je uložena na stávající ocelolitinová vahadlová ložiska uložená na stávající spodní stavbě.

Oblouk je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 590x740 mm. Průřez je tvořen plechy P40x590 (horní pásnice), P40x500 (dolní pásnice) a P22x700 (stojiny).

Trám je tvořen svařovaným I profilem vnějších rozměrů 590x2050 mm. Průřez je tvořen plechy P25x590 (horní a dolní pásnice) a P22x2000 (stojina). Průřez je vyztužen příčnými výtuhami, které se nacházejí vždy v místě připojení příčnicku na trám.

Detail v oblasti připojení oblouku na trám a vyztužení podporové oblasti nejsou ve variantním návrhu řešeny.

Krajní šikmý příčník je tvořen svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 520x780 mm. Průřez je tvořen plechy P30x520 (horní a dolní pásnice) a P22x720 (stojiny). Připoj krajního šikmého příčnicku na hlavní nosníky je proveden

pomocí svarového spoje. Tento spoj zajišťuje rámové působení hlavních nosníků a šikmého příčnicku. Detail provedení přípoje není v této práci uveden.

Příčnický v poli jsou tvořeny svařovaným I profilem vnějších rozměrů 350x780 mm. Průřez je tvořen plechy P30x350 (horní pásnice), P30x220 (dolní pásnice) a P26x720 (stojina).

Podélníky jsou tvořeny svařovaným T profilem vnějších rozměrů 300x570 mm. Průřez je tvořen plechy P30x300 (horní pásnice) a P22x540 (stojina). Připojení podélníků na příčnický je provedeno přivařením pásnice podélníku na horní pásnici příčnicku. Rozšíření pásnice podélníku pro vytvoření plynulého svařovaného spoje z hlediska zamezení vzniku únavových trhlin není v této práci uvedeno.

Diagonály brzděného ztužení jsou z profilu TRØ76,1x3,2 připojenými k dolní pásnici trámu pomocí styčnickových plechů. Uspořádání diagonál je do kosočtverečné soustavy. Zavětrování začíná ve vazbách 6-18' – 6'-18. Krajiní svislice zavětrování je tvořena svařovaným uzavřeným krabicovým průřezem vnějších rozměrů 250x262 mm. Průřez je tvořen plechy P12x250 (horní pásnice), P12x200 (dolní pásnice) a P12x250 (stojiny). Krajiní svislice je připojena k oblouku ve vazbě 6-18 svařovaným spojem. Svislice zavětrování v poli je z profilu TRØ114,3x3,6. Svislice jsou připojeny k oblouku svařovaným spojem. Diagonály jsou z profilu TRØ60,3x3,2. Diagonály jsou připojeny k oblouku taktéž svařovaným spojem. Uspořádání zavětrování je do kosočtverečné soustavy.

Montážní spoje nejsou řešeny.

### **10.3 Mostní vybavení**

#### *10.3.1 Ložiska*

Ložiska jsou uvažována stávající ocelolitinová vahadlová.

#### *10.3.2 Odvodnění*

Není zřízeno.

#### *10.3.3 Zábradlí*

Není navrženo.

## **11 Požární odolnost**

Dle požárně bezpečnostního řešení se jedná o prostor bez požárního rizika, odolnost ocelových konstrukcí není zvlášť posuzována.

## **12 Povrchová ochrana**

Dle předpisu Českých drah ČD S 5/4 – protikorozní ochrana ocelových konstrukcí musí být všechny části ocelové konstrukce chráněny před atmosférickou korozi.

Stupeň korozní agresivity je stanoven na C4.

Jedna z možné protikorozní ochrany je ochranný povlak. Doporučená volba ochranných protikorozních povlaků pro ocelové konstrukce mostních objektů je pro navrhovanou konstrukci dle výše zmíněného předpisu českých drah ochranný protikorozní povlak ONS 23 nebo žárově stříkaný povlak kovu (zinek a slitina ZnAl) s nátěrem ONS 02. Další rozbor protikorozní ochrany dle předpisu Českých drah ČD S 5/4 není v práci uveden.

### **13 Materiál**

Nosná konstrukce je navržena z konstrukční oceli S355 J2, táhla jsou navržena z oceli S460 N/NL.

Podrobný rozbor materiálových charakteristik dle ČSN EN 10025 a ČSN EN 10204 není v práci uveden.

### **14 Zemnění**

Norma ČSN EN 62305-4 Ochrana před bleskem nařizuje vodivé propojení a napojení ocelové konstrukce na uzemněné části stavby.

Podrobný rozbor zemnění není v práci uveden.

### **15 Výroba a montáž**

#### **15.1 Zařazení konstrukce do výrobní skupiny**

Nosná konstrukce je zařazena do výrobní skupiny Aa – dynamicky namáhané konstrukce s požadavkem dílenského sestavení.

#### **15.2 Podmínky pro výrobu**

Pro výrobu platí tyto základní normy:

- ČSN 73 2601      Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN 73 2603      Provádění ocelových mostních konstrukcí
- ČSN 73 2611      Úchytky rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí
- ČSN EN ISO 5817    Svarové spoje ocelí zhotovené obloukovým svařováním

Technické a kvalitativní podmínky ČD

Kompletní výroba proběhne v mostárně společnosti určené zadavatelem. Při výrobě bude zvlášť vyráběn a následně dílensky sestavován trám a oblouk hlavních nosníků, příčníky a podélníky. Dílenské nátěry proběhnou v lakovacích boxech do druhého podkladního nátěru, vrchní nátěr bude aplikovaný z důvodu montážních svarů až na stavbě.

Podrobný výpis podmínek pro výrobu není v práci uveden.

#### **15.3 Podmínky pro montáž**

Pro montáž ocelové konstrukce platí tyto základní normy:

- ČSN 73 2601      Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN 73 2603      Provádění ocelových mostních konstrukcí

ČSN 73 2611 Úchyly rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí

Technické a kvalitativní podmínky ČD

V případě rozporu v údajích výše uvedených norem jsou rozhodující nařízení ČSN 73 2611.

Montáž bude provedena technologií podélného výsunu s použitím mezilehlých montážních skruží.

Jednotlivé montážní dílce budou z mostárny dovezeny na stavbu po stávající železniční trati č. 210. Z důvodu terénních podmínek bude montáž provedena technologií podélného výsunu. Konstrukce bude v podélném směru rozdělena na několik dílců (rozměry dílců budou určeny přepravními a montážními podmínkami). Konstrukce bude vysouvána od Skochovické opěry O1 nacházející se na levém břehu vodního toku. Vysouvaná konstrukce bude opatřena naváděcím krakorcem. Před opěrou O1 bude zřízena montážní plošina.

Na montážních plošinách budou prováděny montážní svary hlavního nosníku, přičemž musí být zajištěna projektovaná poloha oblouku – horního pásu hlavního nosníku. Po sestavení a svaření montážních dílců bude konstrukce vysouvána z montážní plošiny pomocí tažných tyčí dutými hydraulickými válci o kapacitě stanovené projektem. Hydraulické válce budou součástí tažného zařízení přenášející tažnou sílu do opěry O1 přes tažné závěsy.

Ložiska na mezilehlých montážních skružích budou opatřena kluznými vložkami.

Po dosažení konečné polohy vysouvané konstrukce bude konstrukce spuštěna na ložiska a dojde k výškové rektifikaci trámu. Po výškové rektifikaci trámu bude provedeno přivaření svislic (táhel) na oblouk a trám. Etapovost a technologie svařování není předmětem této diplomové práce.

Podrobná analýza výsunu se stanovením průběhu reakcí a průhybu není předmětem diplomové práce.

## 16 Bezpečnost práce

Při realizaci je nutné seznámení všech zúčastněných osob s bezpečnostními zákony, vyhláškami, nařízeními vlády a souvisejícími platnými normami v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Výpis právních předpisů týkající se bezpečnosti práce není v této práci uveden.

## Seznam použitých zdrojů

- ČSN EN 1991-1-1 (730035). (2004). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*.
- ČSN EN 1991-1-4 (730035). (2007). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*.
- ČSN EN 1991-1-5 (730035). (2005). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou*.
- ČSN EN 1991-2 (736203). (2005). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou*.
- ČSN EN 1993-1-1 (731401). (2006). *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*.
- ČSN EN 1993-1-9 (731401). (2006). *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-9: Únava*.
- ČSN EN 1993-2 (736205). (2008). *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty*.
- Džurný, J. (19. 12. 2016). *Měchenice*. Načteno z Posázavský Pacifik: [www.pacifikem.cz](http://www.pacifikem.cz)
- Džurný, J. (04. 12. 2016). *Měchenický ocelový most*. Načteno z Posázavský pacifik: [www.pacifikem.cz](http://www.pacifikem.cz)
- Hledání ztraceného času - Vltava v obrazech (72)*. (21. 12. 2016). Načteno z Česká televize: [www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz)
- Ing. Jiří Schindler. (1995). *Most ČD Skochovice, km 29.319*. Praha: PONTEX s.r.o.
- Měchenice. (2011). *Měchenický čtvrtletník. číslo 3/2011, ročník 1*, str. 7.
- Měchenický ocelový most*. (04. 12. 2016). Načteno z Posázavský pacifik: [www.pacifikem.cz](http://www.pacifikem.cz)
- PONTEX s.r.o. (1995). *Most ČD Skochovice, km 29.319*. Praha: PONTEX s.r.o.
- PONTEX s.r.o. (1998). *ČD - Rekonstrukce žel. mostu v km 29,319 tratě Dobříš - odbočka Skochovice*. Praha: PONTEX s.r.o.
- Statické tabulky*. (17. 12. 2016). Načteno z Ocelářské tabulky: <http://www.staticstools.eu>
- Středočeská vědecká knihovna v Kladně*. (04. 12. 2016). Načteno z Most (Měchenice, Česko): <http://ipac.svkkl.cz/>
- Studnička J., Rotter, T. (1999). *Ocelové mosty, pomůcka do cvičení*. Praha: Vydavatelství ČVUT.
- SŽDC, s.o. (2014). *Protokol o podrobné prohlídce*. Praha: SŽDC.
- SŽDC, s.o. (2015). *Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů*. Praha: SŽDC.