



# Spolufinancováno Evropskou unií

## Nástroj pro propojení Evropy

Projekt „Modernizace trati Praha hl. n. - Praha Smíchov“ je spolufinancovaný EU z programu Nástroj pro propojení Evropy (CEF)


Za tuto publikaci odpovídá pouze její autor. Evropská unie nenes odpovědnost za jakékoli využití informací v ní obsažených.

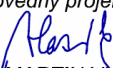
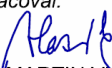

### NÁVRH PD k projednání

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

<b>Investor:</b>  <small>Správa železniční dopravní cesty</small>	Správa železniční dopravní cesty, s.o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1  Stavební správa západ Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9
--	---

Účastníci Společnosti "SP+MTP+SPEU_Praha hl. - Praha-Smíchov"		
		

<b>Správce:</b>  SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz	<b>Vedoucí týmu:</b>  ING. MICHAL MEČL	<b>Asistent vedoucího týmu:</b> ING. TOMÁŠ MARTINEK  <b>Specialista profese:</b> ING. MARTIN VLASÁK
---	--	---

<b>Středisko:</b> SUDOP PRAHA a.s., STŘEDISKO - MOSTŮ			
<b>Vedoucí střediska:</b>  ING. DANA WANGLER	<b>Odpovědný projektant SO, IO, PS:</b>  ING. MARTIN VLASÁK	<b>Vypracoval:</b>  ING. MARTIN VLASÁK	<b>Kontroloval:</b>  ING. TOMÁŠ MARTINEK

<b>Název akce:</b> <b>REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ POD VYŠEHRADEM</b>		<b>Číslo smlouvy:</b> 16 354 201
		<b>Projektový stupeň:</b> PD
<b>Část:</b> STAVEBNÍ ČÁST		<b>Datum:</b> 04/2020
MOSTY, PROPUSTKY A ZDI		<b>Číslo části:</b> E.1.4
<b>Název přílohy:</b> SO 20-20-05 ŽEL. M. V EV. KM 3,706 STATICKÝ PŘEPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE		<b>Měřítko:</b> - <b>Počet formátů:</b> 182 x A4
		<b>Číslo přílohy:</b> <b>012.2</b>



AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST :	Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“**

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

# **STATICKÝ PŘEPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU V KM 3,706 - POD VYŠEHRADEM TECHNICKÁ ZPRÁVA**



*Severní pohled po proudu řeky Vltavy na most v km 3,706 trati Praha hl. nádraží - Smíchov*

V Praze 30.5.2018

Ing. Martin Vlasák  
SUDOP PRAHA a.s., středisko - mostů

Objednatel: SŽDC, s.o.	1.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## OBSAH

<b>1. ÚVODNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>5</b>
1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY .....	5
1.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVEBNÍHO OBJEKTU .....	6
1.3 ÚČEL STATICKÉHO PŘEPOČTU .....	7
1.4 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY .....	8
1.5 POUŽITÁ LITERATURA .....	8
1.6 POUŽITÝ VÝPOČETNÍ SOFTWARE, POMŮCKY, TABULKY, NOMOGRAMY .....	9
1.7 ARCHIVNÍ DOKUMENTACE A OSTATNÍ PODKLADY .....	9
1.8 PODKLADY K TRATI A MOSTU .....	9
1.9 LICENCE SW PRO STATICKÝ VÝPOČET .....	10
1.10 POPIS MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ .....	11
1.11 ÚZEMNÍ PODMÍNKY .....	15
1.12 MATERIÁLOVÉ ZKOUŠKY VZORKŮ OCELOVÉ NOSNÉ KONSTRUKCE .....	16
1.12.1 Materiálové zkoušky obecně .....	16
1.12.2 Výsledky mechanických zkoušek .....	16
1.12.3 Výsledky mechanických zkoušek - tvrdoměrných .....	17
1.12.4 Výsledky zkoušek chemického složení .....	17
1.12.5 Výsledky metalografických zkoušek - mikrostruktura .....	17
1.13 PODROBNÁ PROHLÍDKA OCELOVÉ NOSNÉ KONSTRUKCE .....	18
1.13.1 Rekapitulace vyhodnocení průzkumu korozního oslabení prvků OK .....	20
<b>2. ROZBOR ZATÍŽENÍ .....</b>	<b>27</b>
2.1 VŠEOBECNĚ .....	27
2.2 PŘEHLED KOMBINACÍ SKUPIN ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ .....	28
2.3 PARCIÁLNÍ SOUČINITELE SPOLEHLIVOSTI ZATÍŽENÍ A MATERIÁLU .....	30
2.3.1 Skupina zatížení G0 - stálé - vlastní tíha .....	31
2.3.2 Skupina zatěžovacích stavů G1 - Ostatní stálé .....	33
2.3.3 Skupina zatěžovacích stavů G2 - Nahodilé dlouhodobé .....	35
2.3.4 Skupina zatěžovacích stavů P - Svislá zatížení železniční dopravou .....	36
2.3.6 Skupina zatěžovacích stavů T - Zatížení teplotou .....	42
2.3.7 Skupina zatěžovacích stavů W - Zatížení větrem .....	44
2.3.8 Skupina zatěžovacích stavů BR - Zatížení brzdnými a rozjezdovými silami .....	48
2.3.9 Skupina zatěžovacích stavů S - Zatížení bočním rázem .....	51
2.3.10 Skupina zatěžovacích stavů FR - Zatížení třením v pohyblivých ložiscích .....	54
2.3.11 Skupina zatěž. stavů K - Zatížení teplotním rozdílem NK .....	54
2.4 SKUPINA ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ I - IMPERFEKCE SOUSTAVY .....	55
2.5 PRŮZKUM DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ NA TRATI .....	56
2.5.1 Aktuální železniční doprava na mostě .....	63
<b>3. VÝPOČETNÍ MODEL .....</b>	<b>69</b>
3.1 OBECNÝ POPIS MODELU .....	69
3.2 ZÁKLADNÍ OSOVÁ GEOMETRIE VÝPOČETNÍHO MODELU .....	70
3.3 RENDERING MODELU .....	78
3.4 MODELOVÁNÍ TUHOSTI STYČNÍKŮ .....	82
3.4.1 Výsledky analýzy projektu COST CZ .....	82
3.4.2 Modelování ekvivalentní tuhosti členěných průřezů .....	91
3.4.3 Modelování tuhosti podepření .....	93

Objednatel: SŽDC, s.o.	2.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

<b>4.</b>	<b>ANALÝZA KONSTRUKCE .....</b>	<b>94</b>
4.1	GLOBÁLNÍ ANALÝZA KONSTRUKCE.....	94
4.2	ANALÝZA VLIVU II. ŘÁDU.....	94
4.3	STANOVENÍ VZPĚRNOSTNÍCH CHARAKTERISTIK .....	98
4.3.1	Metodika stanovení vzpěrnostních charakteristik.....	98
4.3.2	Stabilitní analýza horního pásu .....	100
4.3.3	Stabilitní analýza dolního pásu.....	102
4.3.4	Stabilitní analýza diagonál a svislic .....	103
4.3.5	Ztráta torzní a příčné stability (Klopení) .....	108
4.4	DYNAMICKÁ ANALÝZA.....	109
4.4.1	Výpočet vlastní frekvencí a tvarů .....	109
4.4.2	Porovnání experiment – měření.....	113
4.5	SPEKTRA ROZKMITŮ NAPĚTÍ .....	114
4.5.1	Spektra rozkmitů napětí od charakteristických skupin vlaků .....	115
4.5.2	Relativní spektra rozkmitů napětí od traťové třídy zatížení C3.....	125
4.5.3	Porovnání spekter experimentálního měření a výsledků výpočtu .....	127
4.6	FÁZE VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE.....	129
4.7	ANALÝZA SPOLUPŮSONÍ MOSTOVKY S HLAVNÍM NOSNÝM SYSTÉMEM.....	130
4.7.1	Spolupůsobení mostovky - příčníky.....	130
4.7.2	Spolupůsobení mostovky - podélníky .....	131
4.7.3	Zohlednění tuhosti připojení podélníků k příčnicím.....	131
4.7.4	Primární stav mostu při jeho dokončení (bez brzdových ztužidel).....	132
4.7.5	Zohlednění primárního stav mostu při jeho dokončení (bez zesílení pásnic podélníků).....	132
<b>5.</b>	<b>STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI.....</b>	<b>133</b>
5.1	POSOUZENÍ PRŮŘEZŮ - VŠEOBECNĚ .....	133
5.2	VŠEOBECNĚ - PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	134
5.2.1	Výpočet třídy průřezu.....	134
5.2.2	Posouzení průřezů v mezním stavu únosnosti .....	135
5.2.3	Posouzení průřezů v mezním stavu použitelnosti .....	136
5.2.4	Výpočet oslabené plochy otvory v řezu .....	137
5.3	KRITICKÉ PRŮŘEZY KONSTRUKCE.....	141
5.3.1	Kritické průřezy - hlavní nosník.....	141
5.3.2	Kritické průřezy - mostovka.....	144
5.4	VŠEOBECNĚ - VNITŘNÍ SÍLY .....	146
5.5	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI.....	147
5.5.1	Dílčí závěr - mezní stav únosnosti.....	153
5.6	MEZNÍ STAV ÚNAVY .....	154
5.6.1	Metodika posouzení mezního stavu únavy .....	154
5.6.2	Únavové kategorie detailu .....	160
5.6.3	Rozkmitý napětí v kritických průřezích.....	162
5.6.4	Rekapitulace NK1 až NK3 - mezní stav únavy.....	167
5.6.5	Dílčí závěr - mezní stav únavy .....	168
5.7	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI .....	169
5.7.1	Svislý průhyb - kritérium bezpečnosti .....	169
5.7.2	Svislé zrychlení nosné konstrukce mostu.....	169
5.7.3	Zkroucení hlavní nosné konstrukce.....	170
5.7.4	Dílčí závěr - mezní stav použitelnosti.....	170

Objednatel: SŽDC, s.o.	3.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

<b>6. POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI.....</b>	<b>171</b>
6.1 NOSNÁ KONSTRUKCE .....	171
6.1.1 Dílčí závěr - posouzení přechodnosti.....	174
<b>7. PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – JEDNOTKY .....</b>	<b>175</b>
7.1 PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – JEDNOTKY .....	175
7.2 PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – FORMÁT DAT.....	175
<b>8. ZÁVĚR PŘEPOČTU.....</b>	<b>176</b>
8.1 VŠEOBECNĚ .....	176
8.2 NOSNÁ KONSTRUKCE .....	176
8.3 POPIS ROZSAHU ÚPRAV .....	177
<b>9. TABULKA ZATÍŽITELOSTI .....</b>	<b>178</b>
<b>10. PŘÍLOHY – POSOUZENÍ NK .....</b>	<b>181</b>

Objednatel: SŽDC, s.o.	4.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

# 1. ÚVODNÍ ÚDAJE

## 1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby: "Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem" (Stavba 2)  
úsek v rámci Rekonstrukce trati Praha hl. n. (mimo) - Praha-Smíchov (vč.)

Stupeň dokumentace: Přípravná dokumentace (PD) a záměr projektu (ZP)

Charakteristika stavby: Liniová železniční stavba, modernizace železniční trati

Číslo ISPROFIN: 511 352 0019

Číslo SoD objednatele: E618-S-12006/2016/Šim

Číslo SoD zhotovitele: 16 354 201

Místo stavby: Železniční trať 0201 Praha hl. n. – Praha-Smíchov  
obě tratě jsou součástí dráhy celostátní evropského významu (E)

Kraj: Hl. město Praha

Obec / Městská část: Praha 2, Praha 5

Katastrální území: k.ú. Vyšehrad, k.ú. Smíchov

Pověřené městské úřady: Praha 2, Praha 5

Obce s rozšířenou působností: Hl. m. Praha

Objednatel: **Správa železniční dopravní cesty, státní organizace**  
se sídlem: Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1 - Nové Město

Organizační složka: **Stavební správa západ**, Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9  
za investora: Ing. Petr Vaníček, SŽDC, s.o., Stavební správa západ

Zpracovatel: „SP+MTP+SPEU\_Praha hl. – Praha-Smíchov“  
  
založené Smlouvou o Společnosti ze dne 04. 08. 2016  
účastníci Společnosti  
Obchodní firma: **SUDOP PRAHA a.s.**  
Sídlo: Praha 3, Žižkov, Olšanská 2643/1a, 130 00  
IČ: 25793349, DIČ: CZ25793349  
a  
Obchodní firma: **METROPROJEKT a.s.**  
a  
Obchodní firma: **SUDOP EU a.s.**

Hlavní inženýr projektu: Hlavní inženýr projektu: Ing. Michal Mečl  
AI v oboru dopravní stavby č. 0009519

Hlavní inženýr projektu (Stavba 2): Ing. Tomáš Martinek, SUDOP PRAHA, a.s.

Odpovědný projektant objektu: Ing. Martin Vlasák, SUDOP PRAHA, a.s.  
AI v oboru Mosty a IK a oboru Dopravní stavby č. 0009271

Spolupráce: Ing. Jaroslav Voříšek, SUDOP PRAHA, a.s.

Objednatel: SŽDC, s.o.	5.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 1.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVEBNÍHO OBJEKTU

Název stavebního objektu: SO 20-20-05 Mosty pod Vyšehradem, žel. m. v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

Vžitý název: Pod Vyšehradem

Traťový úsek: TÚ 0201 Praha hl. n. (mimo) – Praha- Smíchov (mimo)

Definiční úsek: DÚ 04 Praha- Vyšehrad – Praha- Smíchov (staniční úsek)

Druh nosné konstrukce	ocelové nýtovaná příhradová parabolická s dolní prvkovou mostovkou společná pro obě převáděné koleje
Popis spodní stavby včetně křídel	kamenné opěry, kamenné pilíře založení plošné (P02 a P03 na kesonu) na dřevěných pilotách (O02) kamenná křídla rovnoběžná a kolmá u O02
Počet mostních otvorů	3
Počet kolejí	2
Délka přemostění	215,550 m
Délka mostu	234,450 m
Rozpětí nosné konstrukce	71,72 m pod kolejí č. 1 a č. 2
Stavební výška	1,380 m (k TK) pod kolejí č. 1 a č. 2
Rozhodující výška obrysu kolejového lože	plošně uložené mostnice (svislý šroub) (objekt bez kolejového lože)
Volná výška pod mostem	3,74 m (chodník pravý břeh) 7,73 m (Vltava - max $Q_{plav} = 188,28$ m n.m. Bpv)
Kolmá světlost otvoru	Otvor 1 69,045 m Otvor 2 69,145 m Otvor 3 69,450 m
Šikmost mostu (pravá/levá, úhel šikmosti)	90°
Úhel křížení s přemostěvanou překážkou	cca 80°
Šířka mostu	13,580 m (vč. konzol lávky)
Volná šířka na mostě:	8,108 (mezi portálovými svislicemi)
Rok výstavby (výroby)	NK: 1901 (RZ 1901) O01: 1901 (RZ 1901) P01: 1901 (RZ 1901) P02: 1901 (RZ 1901) O02: 1871 (úpravy 1901)
Rok poslední rekonstrukce nebo opravy objektu	1987 oprava (MES) 1957 obnova nátěru (MES) 1912 oprava spodní stavby (MES)
Údaje o dosavadní zatížitelnosti:	$Z_{UIC} = 0,41$ (přípoj příčník hl. nosník)
Stavební stav objektu	nosná konstrukce - stupeň 3 spodní stavba - stupeň 2
Vybavení mostu:	vnější chodníkové konzoly lávky Plavební znaky vč. osvětlení jsou ve správě a vlastnictví
Povodí Vltavy s.p.	
Říční km:	Vltava řkm 55.35
Zatížení mostu:	traťová třída zatížení <b>C3/60</b> (viz TTP)
Důležitá upozornění: kulturní nemovitá památka od roku 2004 č. reg. ÚSKP 101 315	

Objednatel: SŽDC, s.o.	6.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 1.3 ÚČEL STATICKÉHO PŘEPOČTU

Cílem statického přepočtu bylo stanovení zatížitelnosti a posouzení přechodnosti stávající ocelové konstrukce z roku 1901 se zohledněním jejího aktuálního stavebního stavu.

Statický výpočet je podkladem pro návrh rekonstrukce mostu, která je koncipována s předpokladem využití stávajících mostní konstrukce s prodloužením provozu na následujících **30 let** při zachování alespoň stávající přechodnosti traťové třídy zatížení **C3/60**, která však umožní výhledové navýšení počtu vlakových kapacit téměř na dvounásobek.

Zbytková životnost konstrukce po provedení rekonstrukce je definována zadáním na **30 let**.

Ve statickém výpočtu je provedeno posouzení pro rekonstruovaný stav, který vyhoví požadavku na přechodnost TTZ C3/60 s předpokladem životnosti 30 let.

Přepočet stávajících mostních konstrukcí je proveden podle nových zásad daných Metodickým pokynem pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů v **kategorii D**, který vychází ze souboru platných norem ČSN EN 1990 - ČSN EN 1996..

Pro odpovědné provedení přepočtu byly v rámci zakázky zajištěny zejména tyto podklady:

- ověření rozměrů ocelové konstrukce a spodní stavby (globální zaměření, lokální oměření průřezu),
- vyhotovení výkresů (stávajícího stavu) nosné ocelové konstrukce a spodní stavby,
- podrobná prohlídka ocelové nosné konstrukce mostu se stanovením korozních úbytků prvků OK,
- zkoušky vzorků oceli (mechanické zkoušky, metalografické zkoušky, chemické složení),
- podrobná prohlídka kamenného zdiva opěr a pilířů (podvodní a nadvodní části),
- provedení statické a dynamické ověřovací zatěžovací zkoušky (ověření reálného chování),
- provedení dlouhodobého monitoringu účinků dopravního zatížení (stanovení spekter napětí pro posouzení mezního stavu únavy).
- analýza historie dopravního zatížení tratě

Kamenná spodní stavba nevykazuje poruchy statického charakteru a z hlediska zatížitelnosti stávající mostní konstrukce není limitující. Na opěrách jsou patrné důsledky nedostatečné funkce pohyblivých ložisek (rzi zanesené válce bez možnosti volného otáčení), které se projevují posunem horní řady kamenných kvádrů. Tyto části opěry byly sanovány pomocí ocelových svorníků cca v roce 1987 v rámci rekonstrukce mostovky. V současné době se však poškození posunulo o řadu níže pod svorníky, kde je pravidelně prováděno přespárování poškozeného zdiva.

Stanovení zatížitelnosti u těchto částí mostní konstrukce (pilíře P1/P2 a opěry O2) bylo provedeno podle nových zásad daných Metodickým pokynem pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů v **kategorii C**.

Statický výpočet spodní stavby je uveden v příloze 12.3 - SO 20-20-05, Statický přepočet - spodní stavba

Objednatel: SŽDC, s.o.	7.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 1.4 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

- [1.1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (02/2011),
- [1.2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb (03/2004),
- [1.3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem (04/2013),
- [1.4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou (05/2005),
- [1.5] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou (07/2005),
- [1.6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (07/2011),
- [1.7] ČSN EN 1993-1-5 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulání stěn (02/2008),
- [1.8] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-8: Navrhování styčníků (07/2011),
- [1.9] ČSN EN 1993-1-9 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-9: Únava (12/2013),
- [1.10] ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty (01/2008),
- [1.11] ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů
- [1.12] ČSN EN 1090-2+A1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce 01/2012,
- [1.13] ČSN 73 2603:2011 Provádění ocelových mostních konstrukcí
- [1.14] Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (09/2015)
- [1.15] ČSN ISO 13 822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, 2015
- [1.16] UIC 778-2 R “Recommendations for determining the carrying capacity and fatigue risks of existing metal bridges”

## 1.5 POUŽITÁ LITERATURA

- [2.1] Ocelové konstrukce 20, Zatížení staveb, ČVUT 1999
- [2.2] Ocelářské tabulky, ČVUT 1995
- [2.3] Závěrečná zpráva projektu COST CZ - LD15127 - Pokročilé metody posuzování degradovaných ocelových konstrukcí, ČVUT v Praze, 2017
- [2.4] GARCÍA M. O. The Impact of the Connection Stiffness on the Behaviour of a Historical Steel Railway Bridge. Diplomová práce. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2017.
- [2.5] Statický přepočet mostu km 41,791 trati Tábor – Písek včetně návrhu řešení opravy, SUDOP PRAHA a.s., 2015
- [2.6] Ekvivalentní rozkmit napětí železničních mostů, Dizertační práce, Ing. L. Žemličkové, ČVUT v Praze, 2004.
- [2.7] Prof. L. Frýba, Dynamika železničních mostů, Academia, 1992, ISBN 80-200-0262-6
- [2.8] Statický přepočet mostu km 41,791 trati Tábor – Písek, včetně návrhu řešení opravy, TP, SUDOP PRAHA a.s., 2014
- [2.9] Interakce koleje a mostů s velkými dilatačními délkami - závěrečná zpráva, VUT v Brně, doc. Ing. Otto Plášek, 2015
- [2.10] předběžná zpráva z projektu SŽDC s.o. „Pokročilé metody posuzování existujících ocelových mostů na účinky zatížení větrem, brzdových a rozjezdových sil“, ČVUT v Praze, 2018

Objednatel: SŽDC, s.o.	8.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 1.6 POUŽITÝ VÝPOČETNÍ SOFTWARE, POMŮCKY, TABULKY, NOMOGRAMY

- [3.1] MIDAS Civil 2016 v1.1
- [3.2] MS Office EXCEL 2010, Microsoft - tabulkové zpracování výpočtů
- [3.3] MS Office WORD 2010
- [3.4] Aplikace Stress spectrum generator na rozhraní softwaru Matlab „Guide“, ČVUT v Praze, 2017

## 1.7 ARCHIVNÍ DOKUMENTACE A OSTATNÍ PODKLADY

- [4.1] Archivní dokumentace spodní stavby z roku 1872
- [4.2] Archivní dokumentace spodní stavby z roku 1900 vč. konstrukce ocelových kesonů
- [4.3] Archivní dokumentace nosné konstrukce z roku 1900, hlavní výkresy vč. rozdělení materiálu, Bratři Prášilové (Brüder Prašil & Co)
- [4.4] Archivní dokumentace výměny horního ztužení z roku 1969, Severozápadní dráha v Praze, projekční kancelář Ústí n. Labem,
- [4.5] Statický přepočet mostu v km 3,706, Příloha C.1, TOPCON servis s.r.o., 2004
- [4.6] Fischer J., Fischer O. – Pražské mosty, 1985,
- [4.7] Soukup J. – Obrazy z pražských břehů a vod, Díl I., Pražské mosty, 1904

*Pozn: archivní dokumentace k úpravám mostovky (zesílení podílníků, brzdné ztužidlo) z roku 1987 nebyla nalezena*

## 1.8 PODKLADY K TRATI A MOSTU

- [5.1] Protokol o podrobné prohlídce mostu v km 3,706, SŽDC, 2014
- [5.2] Protokol o podrobné prohlídce mostu v km 3,706, SŽDC, 2017
- [5.3] Průzkum korozního oslabení OK a spodní stavby, SUDOP PRAHA a.s., 2017
- [5.4] Statická a dynamická ověřovací zatěžovací zkouška, ČVUT v Praze, 2017
- [5.5] Statická a dynamická ověřovací zatěžovací zkouška, Vyhodnocení radarovou interferometrií, Vintegra s.r.o., 2017
- [5.6] Monitoring svislých deformací mostu pod Vyšehradem během běžného provozu, Vintegra s.r.o., 2017
- [5.7] Materiálové zkoušky oceli, FERMET CZ, 2017
- [5.8] Výroční zpráva podniku čs. státní drah za rok 1946. Praha: Josef Pacl, 1947
- [5.9] Eisenbahn Verkehrs Jahrbuch 1917. Wien: Compassverlag, 1917
- [5.10] Převážní statistika čsl. Státních drah za rok 1928. Praha: Josef Pacl, 1929
- [5.11] Ročenka státních a soukromých drah 1920. Praha, 1921

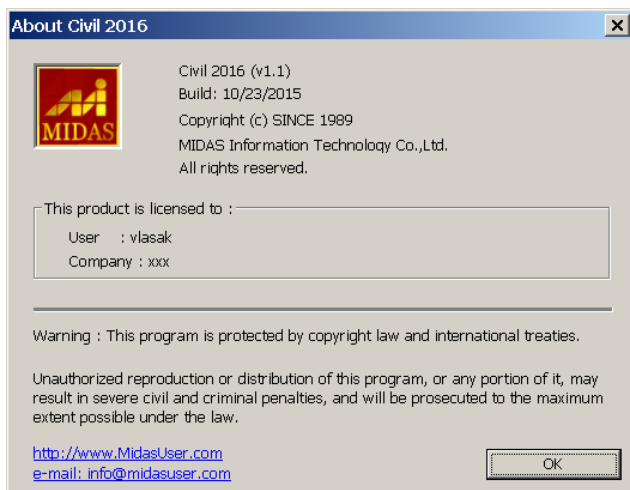
Objednatel: SŽDC, s.o.	9.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 1.9 LICENCE SW PRO STATICKÝ VÝPOČET

Pro zpracování výpočtu byl použit speciální mostní software MIDAS Civil 2016 v1.1. Číslo lokálního licenčního klíče U001- 06635 - vlastník společnost SUDOP PRAHA a.s.



Objednatel: SŽDC, s.o.	10.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**Horní pás** je tvořený dvoustěnným průřezem tvaru II o světlosti mezi stěnami 416 mm. Stěna má v celé délce pásu konstantní výšku 470 mm i konstantní tloušťku 24 mm složenou ze dvojice plechů 2 x 12 mm. Průběh narůstající osově síly je zohledněn změnou tloušťky horní pásnice, která je odstupňována ze základní tloušťky  $t_1 = 10$  mm v první příhradě po 10 mm až do tloušťky 70 mm uprostřed rozpětí. Spojení stěny a pásnice horního pásu je provedeno pomocí dvojice rovnoramenných úhelníků L 110x14 u každé stěny a nýtů  $\varnothing 22$  mm ve stěnách resp. 24 mm v pásnicích. Tvar příčného řezu prutů horního pásu zabezpečují plnostěnná diafragmata přinýtovaná ke stěnám i pásnicím ve třetinách rozpětí příhrad.

**Dolní pás** hlavního nosníku má dvoustěnný otevřený průřez ve tvaru dvojice  $\perp \perp$  o shodné světlosti jako horní pás tzn. 416 mm s konstantní výškou 560 mm a šířkou 410 mm. Spojení stěn a pásnic je opět pomocí krčních úhelníků L 110x14 a nýtů  $\varnothing 22$  mm ve stěnách resp. 24 mm v pásnicích. Tvar příčného řezu zabezpečují plnostěnná diafragmata nýtovaná na stěny v polovinách rozpětí příhrad.

**Diagonály D1 až D3** mají členěný průřez tvořený 2 čtveřicemi úhelníků L 80 x 9, každá zesílení dvojicí pásnic z plechu P14 x 360 mm (D1), P14 x 400 mm (D2) a P12 x 340 (D3).

**Diagonálu D4** mají členěný průřez, který tvoří dvě čtveřice úhelníků L 80 x 8 zesílené opět dvojicí pásnic z plechu P10 x 320 mm.

**Diagonály D5 až D7** mají rovněž členěný průřez zhotoveny jen z dvou čtveřic úhelníků L 90 x 130 x 12 (D5), L 80 x 120 x 11 (D6) a L 80 x 100 x 10 (D7) bez pásnic.

**Průřez diagonál D8 až D10** je členěný jen z dvojic úhelníků L 80 x 100 x 13 (D8), L 90 x 10 (D9) a L 80 x 8 (D10).

Spojení čtveřic i dvojic úhelníků do členěného průřezu zabezpečují příhradové spojky z pásku P8 x 60 mm. Spojení s oběma pásy je provedeno nýtovanými spoji s nýty  $\varnothing 22$  mm.

**Vnitřní svislice V1 až V8** jsou obdobného konstrukčního uspořádání jako středové diagonály. **Svislice V1 až V3** mají členěný průřez tvořený vždy dvěma čtveřicemi úhelníků L 100 x 150 x 14 mm (V1), L 90 x 130 x 14 mm (V2) a L 90 x 130 x 11 (V3) spojené do členěného průřezu příhradovými spojkami z pásoviny P13 x 60 mm. **Svislice V4 až V8** mají členěný průřez složený ze dvou dvojic úhelníků L 100 x 150 x 14 mm (V4), L 90 x 130 x 14 mm (V5) a L 80 x 120 x 12 (V6), L 80 x 100 x 12 mm (V7), L 80 x 10 mm (V8), které jsou propojeny příhradovými spojkami z pásoviny P13 x 60 mm. Spojení svislic s oběma pásům pomocí nýtů nýty  $\varnothing 20$  mm je provedeno přes styčnickové plechy, které vytváří diafragmata průřezu dolního a horního pásu. U dolního pásu je do svislice zapojen styčnickový plech rámového rohu příčníku.

Průřez krajní **portálové svislice V0** tvoří 16 úhelníků L 100 x 12 mm složených do profilu H. Pásnice jsou tvořené vždy 8 úhelníky a výplňovým plechem 2 x P12 x 600 mm. Pásnice jsou propojeny po celé výšce svislým plechem tloušťky 13 mm. Na čelní straně je provedeno zakrytí (kapotáž) z plechu P8 a na vnitřní straně je provedeno propojení pásnic příhradovými spojkami do členěného prutu. Portálová svislice vytváří konstrukčně komorový průřez avšak s malou torzní tuhostí.

**Dolní prvkovou mostovku** tvoří příčníky a vložené nespojitě podélníky. **Podélníky** mají vzhledem k různým délkám příhrad diferencovaný průřez. **Podélník L1** v příhradě 1 tvoří stěna plechu P10 x 690 mm. Pásnice jsou tvořeny ze dvojice úhelníků L 80 x 8 mm. Spojení úhelníků se stěnou je pomocí nýtů  $\varnothing 20$  mm s roztečemi 120 mm. Podélník byl v roce 1987 zesílen přidáním pásnic. Horní pásnice byla zesílena plechem P10 x 250 s otvory pro svislý mostnicový šroub a dolní plechem P10 x 190 mm.

Podélník L2 v 2. příhradě má stejné uspořádání, avšak s krčními úhelníky L 80 x 10 mm a **podélník L3** ve 3. příhradě s úhelníky L 90 x 10 mm.

**Podélníky L4 až L8** v dalších příhradách mají zesílení pásnic z plechu P10 x 280 mm u horní a P10 x 220 u dolní pásnice. Krční úhelníky jsou z L100 x 12.

Objednatel: SŽDC, s.o.	12.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

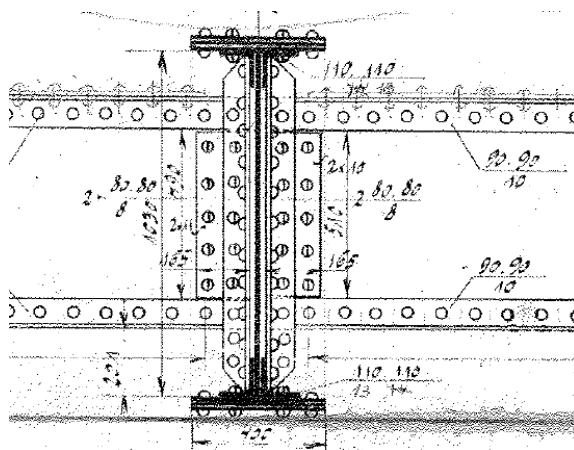
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**Příčnky** mají také diferencovaný průřez s odstupňováním pásnic směrem k hlavním nosníkům. **Krajní příčník P0** tvoří stěna P13 x 1030 mm spojená s pásnicemi z plechu 2 x P10 x 400 mm pomocí krčních úhelníků L 110 x 13. Krční nýty mají profil  $\varnothing 22$  s roztečí 100 mm. Tento průřez má příčník ve střední části a pod vnitřními podélníky. V místě vnějších podélníků až do napojení k hlavnímu nosníku je odstupňován na profil P10 x 400. Průřezy příčnic P1 a P2 se liší tloušťkou pásnic, která je ve střední části tl. 26 mm z plechů P12 + P14 x 400 mm a v krajní části přechází do průřezu s jednou pásnicí z plechu P14 x 400 mm.

Příčnky P3 až P8 mají pásnici tl. 30 mm z trojice plechů P10 x 400 mm a krční úhelníky L 110 x 13 mm. Krční nýty mají shodný profil  $\varnothing 22$  s roztečí 100 mm. Odstupňování pásnice příčníku je směrem k hlavnímu nosníku tzn. pod vnějšími podélníky je odstupňování na profil pásnice 2 x P10 v napojení na hlavní nosník na profil pásnice 1 x P10.

Montážní styky všech příčnic tvoří 27 nýtů  $\varnothing 22$  mm upořádaných do 3 řad po 9 nýtech. Přípoj příčnic na hlavní nosníky je pomocí nýtů  $\varnothing 20$  mm.

Přípoj podélníků na stěnu příčníku je u všech podélníků shodný a je řešen pomocí dvojice přípojných úhelníků L 80 x 8, které propojují stěny příčníku a podélníku. Počet nýtů ve stěně podélníku je 7, přičemž krajní nýty jsou  $\varnothing 20$  mm a vnitřní mají  $\varnothing 22$  mm. Spoj doplňuje 18 nýtů ve stěně příčníku  $\varnothing 22$  mm.



*Spojení podélníku s příčníkem (podélný řez osou podélníku)*

V rámci zesílení podélníků v roce 1987 byly podélníky doplněny o mostovkové ztužení a dále o brzdné ztužidlo. Ztužidlo bylo situováno do středu nosné konstrukce a ke krajům do 2. příhrady.

Obvodové profily brzdného ztužidla jsou z dvojice úhelníku 2 x L 125 x 12 mm. Vnitřní diagonály jsou z úhelníku L 125 x 12 mm v části mezi podélníky resp. L 90 x 12 mm ve středové části. Výška příhrady brzdného ztužidla je v 2. příhradě 1700 mm a v 8. a 9. příhradě 2 x 1600 mm.

**Dolní vodorovné ztužení** je složené soustavy tvořené v 1. až 4. příhradě z dvojice snýťovaných úhelníků L 110 x 12 mm.

V 5. příhradě jsou diagonály dolního ztužení z průřezu 2 x L100 x 12 mm, v 6. příhradě z průřezu 2 x L100 x 10 mm, v příhradě z průřezu 2 x L 90 x 10 mm a v 8. příhradě z průřezu 2 x L 80 x 10 mm.

Při rekonstrukci byly osazeny chodníkové plechy a podélníky chodníkových plechů.

**Horní nadmostovkové ztužení** bylo komplexně rekonstruováno v roce 1970 společně s elektrizací železnice. Horní ztužení je tvořeno rombickou soustavou s příčlemi (svislicemi). Původní ztužení příčného řezu bylo kompletně odstraněno a nahrazeno příčlím v úrovni horního pásu ze svařovaného nesymetrického I profilu se stěnou z plechu P12 x 300, dolní pásnicí z P14 x 180 mm a horní pásnicí z P14 x 200 mm.

Objednatel: SŽDC, s.o.	13.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Součástí rekonstrukce byly krajní portály. Příčle portálu je ze symetrického svařovaného I profilu se stěnou z plechu P14 x 600 mm a pásnicemi P20 x 300 mm.

Diagonály horního vodorovného ztužení jsou tvořeny z oboustranně členěného průřezu ze dvojice úhelníků L 90 x 8 mm.

Na oba hlavní nosníky jsou připojeny konzoly lávky pro pěší s volnou šířkou mezi zábradlím 1820 mm.

Konzoly jsou připojeny přes styčnickový plech k profilu svislic a dále k dolní pásnici dolního pásu. V podélném směru jsou konzoly propojeny na vnější straně spojitým římsovým nosníkem tvaru U složeným se stěny P7 x 450 mm a pásnic z úhelníku L 70 x 7 mm. Na vnitřní straně je podélník z válcovaného U - profilu výšky 260 mm. Vnější římsový podélník a vnitřní podélník jsou v polovině příhrad vzájemně propojeny mezilehlých příčníkem

Výška zábradlí je po obou stranách lávky cca 1130 mm nad pochozí plochou, která je tvořena z dřevěných fošen tl. 50 mm.

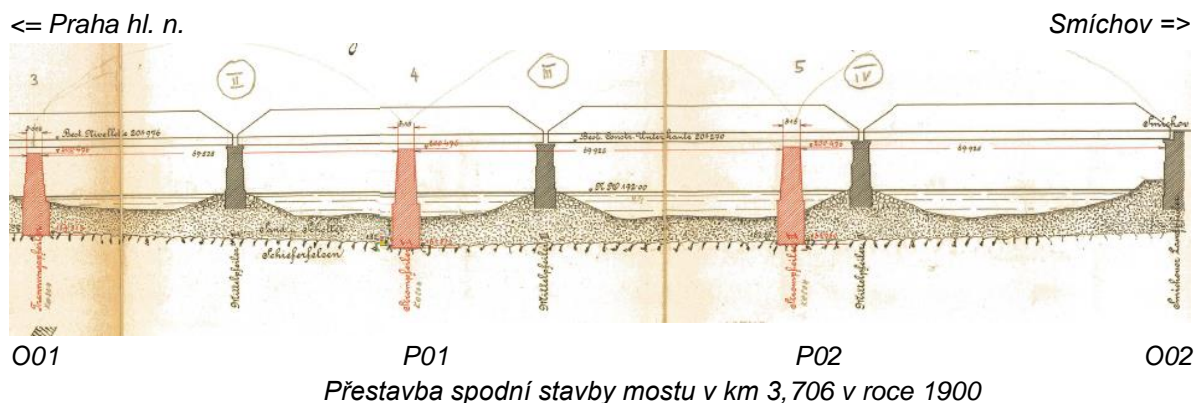
Nosné konstrukce jsou uloženy na ocelolitinových ložiscích. Dilatační pohyb všech konstrukcí je od Smíchova směrem k Vyšehradu. Pohyblivá ložiska jsou válcová s pěti válci Ø 160 mm a vahadlem. Pevná ložiska jsou stojanová.

Z archivní dokumentace bylo provedeno dohledání změny hmotnosti v průběhu životnosti mostní konstrukce. Z výkazů oceli archivních dokumentací byl vytvořen přehled pro vlastní nosnou konstrukci a pro mostní vybavení.

Jedna nosná konstrukce mostu přes Vltavu ve stávajícím stavu váží včetně mostního vybavení **593 t**, což odpovídá **8,0 t.m<sup>-1</sup>**.

Spodní stavba je masivní z řádkového kamenného zdiva, s výplní betonem. Způsob založení je v případě opěry O01a pilířů P01 a P02 plošné. Pilíře jsou založeny na ocelových nýtovaných kesonech. Smíchovská opěra O02 z roku 1871 je založena na dřevěném pilotovém roštu. V rámci osazení nových konstrukcí v roce 1901 byla provedena úprava horní části opěry v místě úložných kvádrů a říms na křídlech.

Původní díky pilířů byly zbourány do úrovně dna řeky Vltavy.



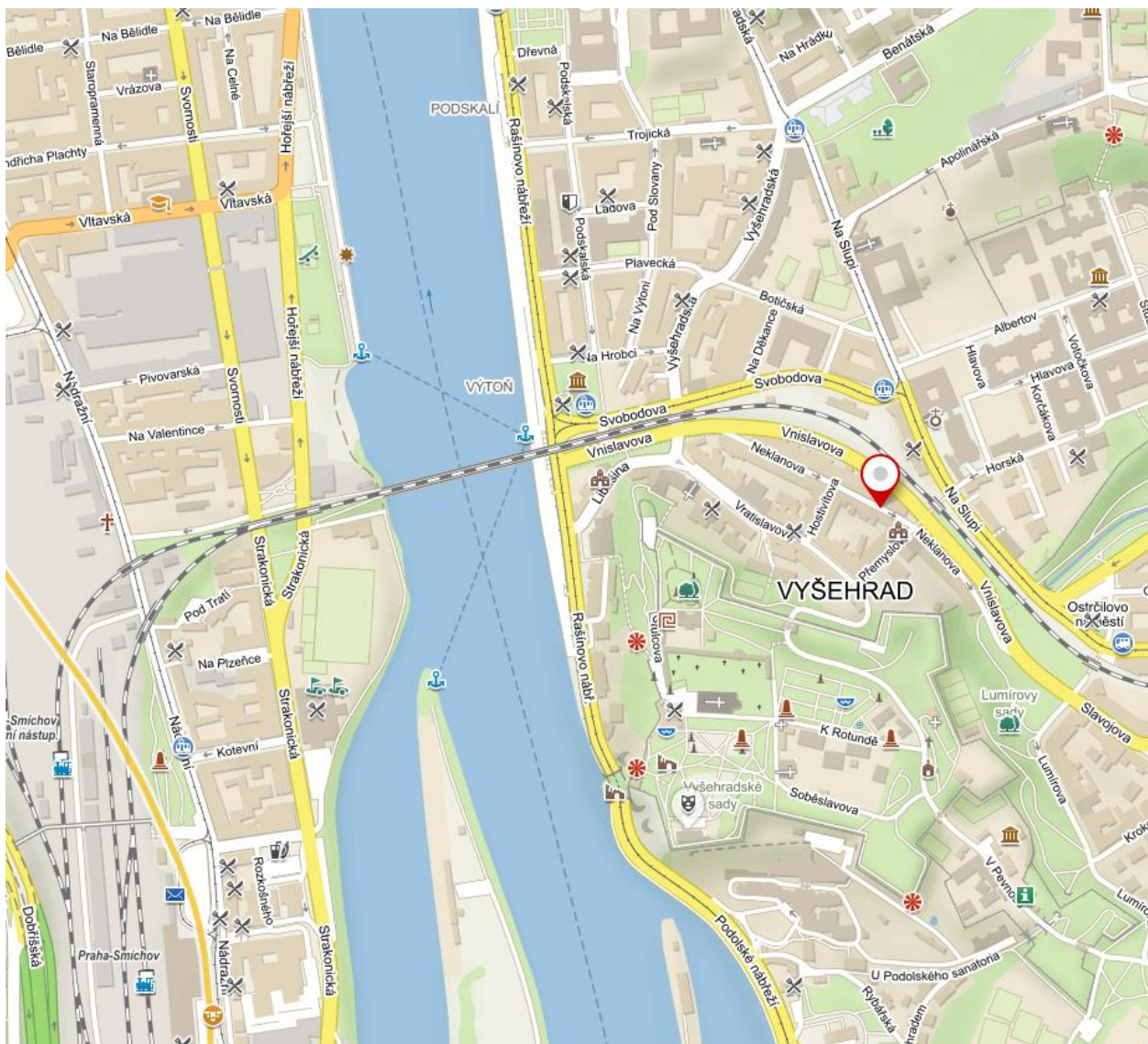
Objednatel: SŽDC, s.o.	14.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



## 1.11 Územní podmínky

Přemostění se nachází na jižním okraji centra hl. m. Prahy. Mostní objekt přes 100 let spoluutváří panorama Prahy a to jak při severním pohledu na Pražský hrad, tak při jižním pohledu na baziliku svatého Petra a Pavla (Vyšehrad). Mostní objekt je součástí památkové rezervace. Při návrhu rekonstrukce mostu je třeba přistupovat s ohledem na tuto skutečnost.

Přístupy k mostu jsou dány průjezdem po místních komunikacích v centru města Prahy. Další možností je přístup v ose po trati. Pro zásobování stavby materiálem je možné využít i lodní dopravu po řece Vltavě .



Situace železničního přemostění Vltavy

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 1.12 Materiálové zkoušky vzorků ocelové nosné konstrukce

### 1.12.1 Materiálové zkoušky obecně

Laboratorní práce byly provedeny ve zkušebně CZ FERMET s.r.o, Kladno. Odběr vzorků byl proveden po dohodě se správcem mostního objektu SŽDC, OŘ Praha. Poloha míst odběru byla stanovena dle statických a konstrukčních možností tak, aby nedošlo k trvalému poškození konstrukce mostu. Odběr byl proveden na válcovaném plechu a válcovaném profilu L. Vzorky nýtů a pásovin výplňových prvků členěných prutů nebylo možné odebrat. Kontrola vlastností těchto prvků byla provedena pomocí tvrdoměrných zkoušek. Pomocí těchto zkoušek byly provedeny kontrolní ověření i na rozhodujících prvcích nosné konstrukce, čímž byl získán dostatečný soubor měřených míst pro popis vlastností materiálu oceli použité pro výrobu nosných konstrukcí.

S ohledem na nezávislou výrobu nosných konstrukcí ve třech mostárnách, byly vzorky odebrány, že všech tří nosných konstrukcí. Minimálně byl na stavbu mostu dodán materiál se šesti různých taveb.

### 1.12.2 Výsledky mechanických zkoušek

Z materiálových zkoušek vzorků oceli bylo zjištěno, že mez kluzu odpovídá charakteristickým hodnotám dle Metodického pokynu pro plávkovou ocel. Při zkouškách byla dosažena vysoká tažnost **od 33% do 41%**. Minimální hodnota tažnosti dle dnešních dodacích norem je pro ocel S235 JR **26%**. Vlastnosti v příčném směru **Q** a podélném směru **L** se výrazně neliší, což je typickým znakem plávkové oceli. Modul pružnosti **E** byl naměřen **od 192 GPa do 207 GPa** (v průměru 197 GPa).

Kontrolně byly provedeny zkoušky vrubové houževnatosti při pokojové teplotě +23 °C. Hodnoty nárazové práce u plechu byly **8 J až 42 J** a u válcovaného profilu **18 J až 155J**.

Hodnoty nárazové práce odpovídají přibližně oceli jakosti **JR**, která je pro dynamicky namáhané konstrukce **zcela nevhodná**. Důvodem je vyšší náchylnost k náhlým porušením křehkým lomem.

Dle současné ČSN EN 1993-2 tab. 3.1 je požadováno pro tloušťky do 30 mm hodnota vrubové houževnatosti (absorbované energie při zkoušce rázem v ohybu) **min 27J při teplotě -20°C**, což v daném případě **není splněno**.

Dále z hlediska současných požadavků na základní materiál železničních mostů, které jsou definovány v TKP SSD kap. 19, čl. 19.2.1 není použití oceli jakosti **JR** pro mostní konstrukce **nepřípustné**.

Rok výroby	Materiál pevnostní třídy	Dovolené namáhání $\sigma_{adm}$ [MPa]	Zaručená mez kluzu $f_y$ [MPa]	Mez pevnosti $f_u$ [MPa]	Norma
do 1894	svářkové železo	130	210	340	
1895-1904	svářkové železo	130	210	340	Nařízení 97/1904
	<b>plávková ocel</b>	<b>140</b>	<b>230</b>	<b>360</b>	

Pro posouzení průřezů v rámci určování zatížitelnosti a posouzení přechodnosti byly použity základní hodnoty zaručených mezí kluzu dle Metodického pokynu 2015. Ze zkoušek vyplývá mírně vyšší hodnota meze kluzu, ale hodnota meze pevnosti odpovídá hodnotě dle MP. Rovněž počet vzorků a jejich rozložení po délce konstrukce není pro statistické vyhodnocení zcela průkazný pro možnost uvážení vyšších hodnot meze kluzu, než udává Metodický pokyn.

Objednatel: SŽDC, s.o.	16.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 1.12.3 Výsledky mechanických zkoušek - tvrdoměrných

Pomocí tvrdoměrných zkoušek byla ověřena kvalita oceli. Zkoumaný parametr odpovídá pevnosti oceli  $f_u$ . Kalibrace tvrdoměrných zkoušek byla provedena na vzorcích zkoušených ve zkušebně v rámci mechanických zkoušek.

Z měření lze konstatovat, že ocel odpovídá oceli plávkové, a je blízká dnešní oceli S235. Naměřené hodnoty jsou pevnostně vždy vyšší než hodnota  $f_u=340$  MPa udávaná v MP 2015. Dále je patrné, že plechy obecně vykazují lepší hodnoty pevnosti než válcované profily (úhelníky), což je u těchto konstrukcí obvyklé. Současně je důležité, že nebylo objeveno místo s výrazně menší hodnotou pevnosti, které by znamenalo riziko použití oceli horší kvality.

U příčnicku a podélníku nelze vyloučit, že na zesílení byla místy použita kvalitnější ocel, než tehdy užívaná ocel řady 37, neboť zkoušky se prováděly na horní pásnici.

### 1.12.4 Výsledky zkoušek chemického složení

Pro možnost porovnání vlastností byl u 6 vzorků proveden rozbor chemického složení.

Chemické složení je u všech vzorků oceli obdobné. Obsah uhlíku se pohybuje v rozmezí 0,07 až 0,2%. Z legovacích prvků je větší obsah manganu Mn. Nízký obsah síry S a fosforu P jsou potvrzením plávkové oceli.

Z chemického rozboru je vypočtena hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV:

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15$$

Plech:

$$CEV = 0,15 + 0,24/6 + (0,01 + 0,01 + 0,003)/5 + (0,01 + 0,02)/15 = 0,20 < 0,35$$

$$C = 0,15 < 0,17$$

Úhelník:

$$CEV = 0,16 + 0,31/6 + (0,05 + 0,01 + 0,002)/5 + (0,05 + 0,04)/15 = 0,23 < 0,35$$

$$C = 0,16 < 0,17$$

**Plech a úhelník vyhovuje chemickému složení dle požadavků aktuálně platné dodací normy dle ČSN EN 10025-2 pro oceli jakosti S235.**

Z hodnot uhlíkového ekvivalentu vyplývá nízký obsah legujících prvků, což odpovídá nelegované konstrukční oceli. Srovnání s dnes vyráběnou ocelí by bylo možné s **ocelí S235JR** dle ČSN EN 10025-2.

Pro ocel **S 235JR** pro  $t < 30$  mm je dle ČSN EN 10 025-2 mezní hodnota uhlíkového ekvivalentu **CEV < 0,35**

### 1.12.5 Výsledky metalografických zkoušek - mikrostruktura

Na vzorcích bylo provedeno po vybroušení a vyleštění foto mikrostruktury zrn oceli. Z výsledků byla vyhodnocena u vzorů plechu a úhelníku **Feriticko-perlitická sktruktura s cementitem**.

Metalografickými zkouškami bylo potvrzeno, že se jedná o **plávkovou ocel**.

Objednatel: SŽDC, s.o.	17.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 1.13 Podrobná prohlídka ocelové nosné konstrukce

Korozní oslabení prvků ocelové konstrukce bylo dokumentováno pomocí tzv. Karet prvků. Jde o systém dokumentace korozního oslabení prvků, kdy je konstrukce rozdělena do skupin prvků. Jednotlivé prvky tak mají jednoznačné označení. Pro identifikaci polohy vady je dále použito lokální staničení prvku, které je relativní vůči délce prvku od 0 na začátku do 1 na konci prvku. V rámci prvku jsou vady označovány pořadovým číslem. Pro popis vady je použito jednoznačné kódové označení. Fotodokumentace má shodné kódové označení. Takto lze vady sledovat při dalších prohlídkách.

KÓDOVÉ OZNAČENÍ VADY:

#### V.W.X.Y.Z

**V** – nosná konstrukce (1 - NK1, 2 - NK2, 3 - NK3)

**W** – Typ Prvku (1. Svislice, 2. Styčníky dolního pásu, .....8. Horní pás, 9. Dolní pás...)

**X** – Příhrada (1 až 30)

**Y** – Strana (1 – vlevo, 2 - vpravo)

**Z** – Číslo vady v příčném řezu (1 Až 999)

Seznam skupin prvků ocelové konstrukce

Č. složky	Název složky	Označení
1	Horní pás	O1 až O16
2	Dolní pás	U1 až U16
3	Koncové svislice	V0 a V16
4	Vnitřní svislice	V1 - V4 a V12 - V16
5	Středové svislice	V5 - V8 a V9 - V12
6	Diagonály - krajní	D1 - D4 a Z12 - Z15
7	Diagonály - vnitřní	D5 - D8 a Z8 - Z11
8	Diagonály - středové	D9 - D10 a Z6 - Z7
9	Příčníky	P0 - P16
10	Podélníky	L1 - L16
11	Horní ztužení	WO
12	Dolní ztužení	WU

Poškození PKO odpovídá v celé ploše OK prorezavění nátěrů více jak 10% (Ri 5 dle ČSN EN ISO 4628-3).

Výsledkem podrobné prohlídky bylo stanovení korozního oslabení jednotlivých prvků, které bylo použito pro posouzení prvků hlavní nosné konstrukce. Vyhodnocení korozního oslabení pro účely statického přepočtu je uvedeno v následující kapitole.

Objednatel: SŽDC, s.o.	18.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Z výsledků diagnostického průzkumu mostu vyplynulo, že:

- při podrobné prohlídce korozního oslabení byly zjištěny poruchy, které jsou limitující pro zbytkovou živostnost mostní konstrukce. Zejména se jedná o detail v místě připojení příhradové spojky členěného prutu mezi dvojicí krčních úhelníků a vlastních prutů ke styčnickým plechům příp. přímo k dolnímu pásu. V úzkém prostoru štěrbiny mezi krčními úhelníky se usazuje nečistota a stálou vlhkostí dochází k prokorodování celých přírub krčních úhelníků nebo výraznému koroznímu úbytku.
- z hlediska možnosti opravy se jedná o neopravitelnou poruchu, kterou lze **vyřešit pouze výměnou celého prvku**. Omezení koroze v místě poruchy nelze jakkoli snížit, protože oprava protikorozní ochrany není účelně proveditelná s ohledem na vrstevnatý nárůst koroze v místě štěrbiny, který způsobuje trvalé deformace vnějších přírub úhelníků. V čase se bude koroze těchto poruch dále zhoršovat. Z hlediska únosnosti jsou zjištěné poruchy významné a snižují únosnost prutů. Při prohlídce byla zjištěna velká četnost těchto poruch. Týká se prakticky všech svislic a diagonál.
- výměna všech těchto postižených prvků ve výše uvedeném rozsahu je možná pouze v odlehčeném stavu na montážní skruži mimo stavební otvor.

Zde je nutné uvést, že se jedná o charakteristické "**vrozené**" vady příhradových nýtovaných konstrukcí středních a větších rozpětí s členěnými pruty a dolním pásem profilu  $\perp\perp$  z počátku 20. století. Výše uvedené poruchy jsou dány především nevhodným konstrukčním řešením, které odpovídá poznání, možnostem provedení a účelnosti mostních konstrukcí v době jejich vzniku. Možnosti ochrany proti korozi těchto detailů jsou i při pravidelné údržbě velmi omezené a v dlouhodobém horizontu nelze spolehlivě dosáhnout.

- dalším prvkem, který je oslaben korozí, jsou krční úhelníky dolního pásu a styčnickové plechy dolního vodorovného ztužení vč. nadložiskových styčnickových desek. Zde dochází vlivem stále vlhkosti v místě styčníků ke korozním úbytkům krčních úhelníků, což je dáno malou mezerou mezi pásy dolního pásu, která neumožňuje samovolný spad nečistot. Poruchu lze opravit pouze výměnou těchto úhelníků a styčnickových plechů,
- v rámci prohlídky korozního oslabení byly diagnostikovány 2 nové trhliny délky 185 mm a 580 mm v horních pásnicích podélníků, které v konstrukci nebyly zjištěny při podrobné prohlídce v roce 2014,
- ve srovnání s pravidelnou prohlídkou z roku 2014 se jedná o vzrůstající zhoršení stavebního stavu mostní konstrukce, o čemž svědčí i nově diagnostikované trhliny v podélnících.

#### Poznámka:

*Výše uvedené potvrzuje i současné tuzemské a zahraniční zkušenosti, kde nejčastějšími poruchami ocelových mostů jsou poruchy způsobené únavou a korozí v důsledku špatné údržby a členitých detailů.*

Objednatel: SŽDC, s.o.	19.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : **„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“**  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST: **Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem**

STUPEŇ : PD

STRANA: L/P

NK Č.: **1, 2, 3**

[illegible]

TYPICKÁ KOROZE DOLNÍHO PÁSU V MÍSTĚ STYČNÍKU (DIAGONÁLA/SVISLICE)



## TYPICKÁ KOROZE DOLNÍHO PÁSU V USEKU MEZI STYČNÍKY



## POZNÁMKY

- 1 - VODOROVNÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 2 - SVISLÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 3 - DOLNÍ PÁSNICE CELKEM

DIAGONÁLA D \ - SESTUPNÁ  
DIAGONÁLA Z / - VZESTUPNÁ



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

PRVEK: **DIAGONÁLY D1-D10 A Z6-Z15** STRANA: **L/P** NK Č.: **1, 2, 3**

PŘÍHR.	0	NK	0.5	NK	1	NK	POZNÁMKY
D.1/Z.15	1/40%	1_L	1/20%	2_L			
D.2/Z.14	1/35%	1_L	1/25%	3_P			
D.3/Z.13	1/35%	2_P	1/25%	3_L			
D.4/Z.12	1/40%	2_L	1/30%	2_P			
D.5/Z.11	1/35%	3_P	1/20%	3_P			
D.6/Z.10	1/30%	3_P	1/15%	3_P			
D.7/Z.9	1/35%, 2/25%	3_P (1_P)	1/20%	3_P			
D.8/Z.8	1/20%	3_P	1/20%	1_P			
D.9/Z.7	1/20%	2_P	1/15%	3_P			
D.10/Z.6	1/20%	2_P	1/10%	1_P			

TYPICKÁ KOROZE DIAGONÁLY V MÍSTĚ STYČNÍKU S DOLNÍK PÁSEM



TYPICKÁ ŠTĚRBINOVÁ KOROZE DIAGONÁLY



#### POZNÁMKY

- 1 - KRAJNÍ PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (SVISLÉ)
- 2 - PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (VODOROVNÉ)
- 3 - PLECH DIAGONÁLY

DIAGONÁLA D \ - SESTUPNÁ  
DIAGONÁLA Z / - VZESTUPNÁ

Objednatel: SŽDC, s.o.	22.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

PRVEK: **DIAGONÁLY D1-D10 A Z6-Z15** STRANA: **L/P** NK Č.: **1, 2, 3**

PŘÍHR.	0	NK	0.5	NK	1	NK	POZNÁMKY
D.1/Z.15	1/40%	1_L	1/20%	2_L			
D.2/Z.14	1/35%	1_L	1/25%	3_P			
D.3/Z.13	1/35%	2_P	1/25%	3_L			
D.4/Z.12	1/40%	2_L	1/30%	2_P			
D.5/Z.11	1/35%	3_P	1/20%	3_P			
D.6/Z.10	1/30%	3_P	1/15%	3_P			
D.7/Z.9	1/35%, 2/25%	3_P (1_P)	1/20%	3_P			
D.8/Z.8	1/20%	3_P	1/20%	1_P			
D.9/Z.7	1/20%	2_P	1/15%	3_P			
D.10/Z.6	1/20%	2_P	1/10%	1_P			

TYPICKÁ KOROZE DIAGONÁLY V MÍSTĚ STYČNÍKU S DOLNÍM PÁSEM



TYPICKÁ ŠTĚRBINOVÁ KOROZE DIAGONÁLY



#### POZNÁMKY

- 1 - KRAJNÍ PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (SVISLÉ)
- 2 - PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (VODOROVNÉ)
- 3 - PLECH PÁSNICE DIAGONÁLY

DIAGONÁLA D \ - SESTUPNÁ  
DIAGONÁLA Z / - VZESTUPNÁ

Objednatel: SŽDC, s.o.	23.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

PRVEK: SVISLICE V0-V8 (V9 - V16)

STRANA: L/P

NK Č.: 1, 2, 3

PŘÍHR.	0,1 - 0,5	NK	0,5 - 1	NK	POZNÁMKY
V.0/V.16	4/10%	1_P	1/0%	1/ 2/ 3	
V.1/V.15	1/10%	3_P	1/10%	3_P	
V.2/V.14	1/10%	2_P	1/10%, 2/5%	2_P	
V.3/V.13	1/10%	3_P	1/10%	3_P	
V.4/V.12	1/10%	1_P	1/15%	1_P	
V.5/V.11	1/10%	3_P	1/10%, 2/5%	3_P	
V.6/V.10	1/15%	1_P	1/20%	1_P	
V.7/V.9	1/15%	1_P	1/20%	1_P	
V.8	1/15%	1_P	1/20%	1_P	

TYPICKÁ KOROZE SVISLICE V MÍSTĚ STYČNÍKU S DOLNÍK PÁSEM



TYPICKÁ ŠTĚRBINOVÁ KOROZE SVISLICE

**POZNÁMKY**

1 - SVISLÉ PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (Z ROVINY)

2 - VOROVORVNÉ PŘÍRUBY ÚHELNÍKŮ (V ROVINĚ)

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

PRVEK: PŘÍČNÍK P.0 - P.16

STRANA: L/P

NK Č.: 1, 2, 3

STYČ.	0 - kraj k hl. nosníku	0,25 - vnější podélník	0,5 - vnitřní podélník/střed	POZNÁMKY
P.0/P.16	5/5%	3/1%, 5/3%	3/4%, 5/3%	
P.1/P.15	5/5%	2/15%, 5/3%	2/10%, 5/3%	
P.2/P.14	5/5%	2/15%, 5/3%	2/10%, 5/3%	
P.3/P.13	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	
P.4/P.12	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	
P.5/P.11	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	
P.6/P.10	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	
P.7/P.9	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	
P.8	5/5%	1/15%, 2/15%, 5/3%	1/15%, 2/10%, 5/3%	

TYPICKÁ KOROZE KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ PŘÍČNÍKU



foto: 2-9-7-02-2.JPG

- KOROZE STĚNY NAD KRČNÍMI ÚHELNÍKY

**POZNÁMKY**

- 1 - VODOROVNÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 2 - SVISLÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 3 - DOLNÍ PÁSNICE CELKEM
- 4 - STĚNA DOLNÍHO PÁSU
- 5 - HORNÍ PÁSNICE CELKEM

KE KOROZNÍMU PRŮZKUMU:

- horní pásnice s důlkovou korozí do 3 mm. Globálně se představuje oslabení 3-5%.

Objednatel: SŽDC, s.o.	25.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

PRVEK: **PODÉLNÍK L1 - L16**

STRANA: **L/P**

NK Č.: **1, 2, 3**

PŘÍHR.	0	0.5	1	POZNÁMKY
L.1 (L.16)		5/5%		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>Č. 1 (Č.3)</p> </div> <div> <p>Č. 2 (Č.4)</p> </div> </div>
L.2/L.15		2/5%, 5/5%		
L.3/L.14		5/5%		
L.4/L.13		5/5%		
L.5/L.12		5/5%		
L.6/L.11		5/5%		
L.7/L.10		5/5%		
L.8/L.9		1/5%, 2/5%, 5/5%		

TYPICKÁ KOROZE KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ PODELNÍKU V MÍSTĚ BRZDNÉHO ZTUŽIDLA

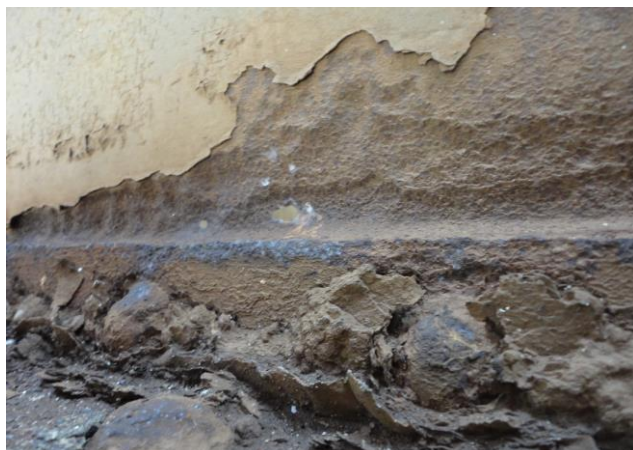
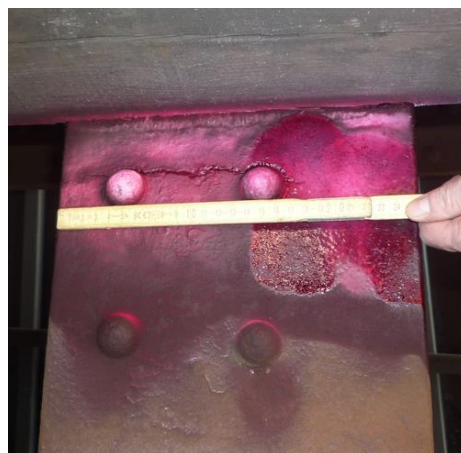


foto 2-10-15-05

TRHLINA V HORNÍ PÁSNICI



trhlina v pásnici podélníku L4.1 (NK1)

#### POZNÁMKY

- 1 - VODOROVNÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 2 - SVISLÉ PŘÍRUBY KRČNÍCH ÚHELNÍKŮ
- 3 - DOLNÍ PÁSNICE CELKEM
- 4 - STĚNA DOLNÍHO PÁSU
- 5 - HORNÍ PÁSNICE CELKEM

KE KOROZNÍMU PRŮZKUMU:

- dle Podrobné prohlídky 2017 jsou oslabeny horní pásnice pod mostnicemi cca 2-3 mm. Globálně se může jednat o oslabení 5% až 10%

Objednatel: SŽDC, s.o.	26.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2. ROZBOR ZATÍŽENÍ

### 2.1 VŠEOBECNĚ

Zatížitelnost mostu je stanovena dle Metodického pokynu SŽDC (MP 2015) tzn. podle metodiky souboru norem ČSN EN. Uvažované zatěžovací schéma pro stanovení zatížitelnosti je **Model zatížení LM 71** s klasifikačním součinitelem zatížení  $\alpha=1,00$ . Dynamické součinitele jsou uvažovány pro standardně udržovanou kolej  $\Phi_3$ . U prvků mostovky byly použity dynamické součinitele pro lokální systém  $\Phi_3$ .

**Při stanovení zatížitelnosti a posouzení přechodnosti** dle MP 2015 byly stanoveny součinitele spolehlivosti zatížení i materiálu na základě stáří a zbytkové životnosti konstrukce (příloha F daného MP). Parciální součinitele spolehlivosti byly stanoveny při uvažování zbytkové životnosti **30 let** v základním nastavení. U nevyhovujících posudků byla přechodnost stanovena pro zbytkovou životnost **5 let**. V níže uvedené tabulce je pro informativní přehled uvedeno porovnání celkové bezpečnosti zatížení dopravou podle jednotlivých předpisů.

PŘEDPIS	Parciální součinitele		Celková bezpečnost zatížení dopravou	Poznámka
	zatížení (vlak)	materiál		
	$\gamma_F$	$\gamma_M$		
<b>ČSN</b> (ČSN 73 6203)	1,40	1,15	<b>1,61</b>	<i>větší bezpečnost oproti předpisu SŽDC SR 5 (S)</i>
<b>SŽDC SR 5 (S)</b>	1,25	1,15	<b>1,44</b>	
<b>EC 1</b> ČSN EN 1991-2	1,45	1,00	<b>1,45</b>	<i>shodná bezpečnost s předpisem SŽDC SR 5 (S)</i>
<b>Metodický pokyn 2015</b>	1,30	1,1	<b>1,43</b>	<i>pro zbytkovou životnost 30 let</i>
<b>Metodický pokyn 2015</b>	<b>1,155</b>	<b>1,065</b>	<b>1,23</b>	<i>pro zbytkovou životnost 5 let</i>

*Parciální součinitele bezpečnosti nahodilého zatížení dopravou dle jednotlivých normativů*

Pro výpočet vnitřních sil byly použity kombinace dle ČSN EN 1990 a ČSN 1991-2. Pro charakteristickou kombinaci bylo použito rovnice **6.10a** a rovnice **6.10b** tak, aby byly využity veškeré přesnější normové postupy. Výpočet součinitele  $\xi$  pro kombinaci **6.10b** byl proveden podle zásad ČSN EN 1990 jako poměr součinitelů spolehlivosti stálého zatížení při uvažování jako hlavní (dominantní) a jako vedlejší zatížení.

**Poznámka:  $\xi = 0,85$  se v daném případě redukce součinitelů zatížení nesmí použít!**

Jednotlivé zatěžovací stavy jsou dle charakteru sestaveny do dílčích obálkových stavů tzv. skupin zatěžovacích stavů, které jsou dále vzájemně kombinovány. Kombinace zatížení byly použity z ČSN EN 1990:2002/A1. Z hlediska kombinace je k zatížení železniční dopravou přistupováno jako k jednomu vícesložkovému zatížení tzn. skupiny **gr11** a **gr12** (viz ČSN EN 1991-2).

Kombinaci železničního provozu a chodců ČSN EN neuvádí. Pro kombinaci byla využita analogie se silničním mostem, kde se dle ČSN EN 1991-2, čl. NA 2.21 použije v sestavě silničního zatížení **gr1a** kombinační hodnota zatížení chodci **3 kN.m<sup>-2</sup>**.

Objednatel: SŽDC, s.o.	27.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2.2 PŘEHLED KOMBINACÍ SKUPIN ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

Jednotlivé zatěžovací stavy jsou dle charakteru sestaveny do dílčích obálkových stavů tzv. skupin zatěžovacích stavů, které jsou dále vzájemně kombinovány. Charakteristické základní kombinace zatížení byly použity z ČSN EN 1990:2002/A1 pro mezní stav únosnosti (MSÚ) rovnice 6.10a a 6.10.b (STR/GEO), které zohledňují hlavní a vedlejší zatížení pro jednotlivé dominantní skupiny zatěžovacích stavů. V daném případě se jedná o skupinu stálých zatížení a zatížení dopravou.

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

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

kde “+” značí „kombinovaný s“;

Uvažována byla vždy méně příznivá kombinace z výše uvedených dvou.

Tabulka kombinací zatěžovacích stavů použitých pro stanovení zatížitelnosti konstrukce:

POL.	NÁZEV SKUPINY ZS	POPIS	KAT.	SOUČ. ZAT.				KOMBINACE OBÁLEK SKUPIN ZS				
				γf.uls.1	γf.uls.2	γf.sls.1	γf.sls.2	K1	K2	K3	K4	K10
								ADD	ADD	ADD	ADD	ADD
1	<b>G0</b>	Vlastní tíha OK	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95	
2	<b>G1</b>	Ostatní stálé - mostní vybavení	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95	
3	<b>G2</b>	Ostatní stálé - cizí zařízení	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95	
4	<b>P1_71</b>	a.LM71 - kolej 1 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0	0.80	0.80	1.00	1.00	
5	<b>P2_71</b>	a.LM71 - kolej 2 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0	0.80	0.80	1.00	1.00	
6	<b>P1_C3</b>	TTZ C3 - kolej 1 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0					1.00
7	<b>P2_C3</b>	TTZ C3 - kolej 2 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0					1.00
8	<b>BR</b>	Brzdné a rozjezdové síly	<b>P</b>	1.3	-1.3	1	-1	0.80	0.40	1.00	0.50	
9	<b>S</b>	Boční ráz	<b>P</b>	1.3	-1.3	1	-1	0.40	0.80	0.50	1.00	
10	<b>CH</b>	Chodci na lávkách	<b>Q</b>	1.3	0	1		1.00	1.00	1.00	1.00	
11	<b>W</b>	Vítr na konstrukci	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.75	0.75	0.75	0.75	
12	<b>WP</b>	Vítr na vozidla	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.75	0.75	0.75	0.75	
13	<b>TR</b>	Teplota rovnoměrná	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.45	0.45	0.45	0.45	
14	<b>TN</b>	Teplota nerovnoměrná	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.60	0.60	0.60	0.60	
15	<b>FR</b>	Třecí síly v ložiskách	<b>Q</b>	1.2	-1.2	1	-1	1.00	1.00	1.00	1.00	
16	<b>I</b>	Imperfekce soustavy	<b>Q</b>	1.2	-1.2	1	-1	1.00	1.00	1.00	1.00	
35												

G - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Q - NAHODILÉ KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

P - ZATÍŽENÍ DOPRAVOU - VÍCESLOŽKOVÉ ZATÍŽENÍ

CHAR. gr21 - P_71_6.10a	CHAR. gr22 - P_71_6.10a	CHAR. gr21 - P_71_6.10b	CHAR. gr22 - P_71_6.10b	fat - P_C3
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------

Objednatel: SŽDC, s.o.	28.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Tabulka kombinací zatěžovacích stavů použitých pro určení přechodnosti konstrukce:

POL.	NÁZEV SKUPINY ZS	POPIS	KAT.	SOUČ. ZAT.				KOMBINACE OBÁ LEK SKUPIN ZS			
				γf.uls.1	γf.uls.2	γf.sls.1	γf.sls.2	K5	K6	K7	K8
								ADD	ADD	ADD	ADD
1	<b>G0</b>	Vlastní tíha OK	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95
2	<b>G1</b>	Ostatní stálé - mostní vybavení	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95
3	<b>G2</b>	Ostatní stálé - cizí zařízení	<b>G</b>	1.2	1	1	1	1.00	1.00	0.95	0.95
4	<b>P1_71</b>	a.LM71 - kolej 1 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0				
5	<b>P2_71</b>	a.LM71 - kolej 2 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0				
6	<b>P1_C3</b>	TTZ C3 - kolej 1 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0	0.80	0.80	1.00	1.00
7	<b>P2_C3</b>	TTZ C3 - kolej 2 (bez dyn. souč. )	<b>P</b>	1.3	0	1	0	0.80	0.80	1.00	1.00
8	<b>BR</b>	Brzdné a rozjezdové síly	<b>P</b>	1.3	-1.3	1	-1	0.64	0.32	0.64	0.32
9	<b>S</b>	Boční ráz	<b>P</b>	1.3	-1.3	1	-1	0.32	0.64	0.32	0.64
10	<b>CH</b>	Chodci na lávkách	<b>Q</b>	1.3	0	1		1.00	1.00	1.00	1.00
11	<b>W</b>	Vítr na konstrukci	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.75	0.75	0.75	0.75
12	<b>WP</b>	Vítr na vozidla	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.75	0.75	0.75	0.75
13	<b>TR</b>	Teplota rovnoměrná	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.45	0.45	0.45	0.45
14	<b>TN</b>	Teplota nerovnoměrná	<b>Q</b>	1.35	-1.35	1	-1	0.60	0.60	0.60	0.60
15	<b>FR</b>	Třecí síly v ložiskách	<b>Q</b>	1.2	-1.2	1	-1	1.00	1.00	1.00	1.00
16	<b>I</b>	Imperfekce soustavy	<b>Q</b>	1.2	-1.2	1	-1	1.00	1.00	1.00	1.00
35											

G - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Q - NAHODILÉ KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

P - ZATÍŽENÍ DOPRAVOU - VÍCESLOŽKOVÉ ZATÍŽENÍ

CHAR. gr21 - P\_C3\_6.10a

CHAR. gr22 - P\_C3\_6.10a

CHAR. gr21 - P\_C3\_6.10b

CHAR. gr22 - P\_C3\_6.10b

Objednatel: SŽDC, s.o.	29.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2.3 PARCIÁLNÍ SOUČiniteLE SPOLEHLIVOSTI ZATÍŽENÍ A MATERIÁLU

Přehled parciálních součinitelů spolehlivosti dle přílohy F metodického pokynu použitých v posudcích při stanovení zatížitelnosti. Pro stanovení zatížitelnosti byly použity součinitele pro požadovanou zbytkovou životnost **30 let**. Pro posouzení přechodnosti byly použity součinitele pro zbytkovou životnost **30 let** a při nevyhovujícím posouzení byly následně redukovány pro zbytkovou životnost **5 let**. Pro porovnání jsou uvedeny i součinitele pro návrhovou dobu 100 let.

<b>Stáří konstrukce</b>		117	let	let	
<b>Zbytková životnost</b>	N	5	30	100	
<b>Index spolehlivosti</b>	$\beta_t =$	2.791	3.322	3.800	Tab. F.1

<b>Stálé zatížení</b>	$\gamma_G =$	1.200	1.200	1.200	F.1.4 pro 6.10b  hlavní vedlejší min. 0.02
	$\xi =$	0.947	0.938	0.930	
	$\gamma_{G.a} =$	1.153	1.172	1.190	
	$\gamma_{G.b} =$	1.091	1.099	1.106	
	$\gamma_{Sd} =$	1.050	1.050	1.050	
	$\alpha E =$	-0.700	-0.700	-0.700	
	$\alpha E =$	-0.280	-0.280	-0.280	
	$V_G =$	0.050	0.050	0.050	
<b>Pohyblivé zatížení</b>	$\gamma_{F,LM71} =$	1.155	1.301	1.442	F.1.5     Tab. 1
	$\gamma_{Sd} =$	1.050	1.050	1.050	
	$V_Q =$	0.290	0.290	0.290	
	$\alpha E =$	-0.700	-0.700	-0.700	
	$(-\alpha E \cdot \beta_t)$	1.954	2.325	2.660	
	$\phi(-\alpha E \cdot \beta_t)$	0.974	0.990	0.996	
<b>Zatížení větrem</b>	$\gamma_{F,w} =$	1.152	1.357	1.516	F.1.6
	$\gamma_{Sd} =$	1.050	1.050	1.050	
	$V_{Q,w} =$	0.120	0.120	0.120	
	$\alpha E =$	-0.700	-0.700	-0.700	
	$(-\alpha E \cdot \beta_t)$	1.954	2.325	2.660	
	$\phi(-\alpha E \cdot \beta_t) =$	0.974	0.990	0.996	
<b>Materiálový součinitel</b>	$\gamma_{M0} =$	1.065	1.105	1.097	F.1.7          Tab F.2
	$\gamma_{Rd} =$	1.000	1.000	1.000	
	$\alpha_R =$	-0.800	-0.800	-0.800	
	$k_{\alpha x} =$	1.645	1.645	1.645	
	$m_a =$	1.030	1.030	1.030	
	$v_a =$	0.067	0.067	0.067	
	$a_a =$	0.000	0.000	0.000	
	$v_r =$	0.084	0.084	0.084	
	$a_r =$	0.509	0.509	0.509	
	$\kappa_k =$	0.200	0.200	0.200	
	$\kappa_d =$	0.312	0.377	0.420	
<b>Materiálový součinitel</b>	$\gamma_{M1} =$	1.172	1.216	1.206	F.1.7
	$\gamma_{Rd} =$	1.100	1.100	1.100	

Objednatel: SŽDC, s.o.	30.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.1 Skupina zatížení G0 - stálé - vlastní tíha

Skupina zatížení/Popis

**G0.1** - vlastní tíha konstrukce mostu

**G0.2** - vlastní tíha železničního svršku

Ve výpočetním modelu zadáno pomocí modulu generovaného zatížení vl. tíhou (hodnota  $Z=-1$ ).

Zatížení zadáno v ose prutů ve směru globální osy Z. Při výpočtu zatížení vlastní tíhou je uvažováno tíhové zrychlení  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

Tíha nemodelovaných prvků modelu tzn. styčnickových plechů, výplňových spojek členěných prutů, revizních madel apod. je zohledněna zvětšením (objemové hmotnosti) o 25% na hodnotu  $1,25 \cdot 7850 \text{ kg. m}^{-3} \sim 9810 \text{ kg. m}^{-3}$ .

Objemová hmotnost dřeva impregnovaných mostnic je uvažována  $\sim 700 \text{ kg. m}^{-3}$ .

Výpočet hmotnosti ocelové konstrukce byl sestavován z dostupných archivních podkladů. Vývoj hmotnosti OK v čase je uveden v následující tabulce.

## PŘEHLED HMOTNOSTI OCELI NOSNÉ KONSTRUKCE

### ČÁST: NOSNÁ KONSTRUKCE - NK1

POLOŽKY TRVALE ZABUDOVANÉ - ČISTÁ HMOTNOST

ROK OSAZENÍ	POPIS	KVALITA OCELI DLE ČSN EN			ROZMĚRY DÍLCE	HMOTNOST	HMOTNOST
		Martinská plávková ocel S235 JR+AR	Odlitky a Roheisenova LOŽISKA	NÝTY 4%	DÉLKA [m]	JEDNOT. [kg/typ]	CELKEM [kg]
1901	PŮVODNÍ OCEL. KONSTRUKCE	488 210		19 528	71.720	7 079	507 738
1901	LOŽISKA		16 218	649			16 867
1901	CHODNÍKY - KONZOLY, ZABR. A PODÉLNÍ	35 962		1 438	71.720	521	37 400
1970	HORNÍ ZTUŽENÍ - DEMONT. ČÁSTI	-28 002		-1 120	71.720	-406	-29 122
1970	HORNÍ ZTUŽENÍ - MONT. ČÁSTI	18 377		735	71.720	266	19 112
1987	MOSTOVKA - ZESÍLENÍ	15 641		626	71.720	227	16 266
1987	MOSTOVKA - DEMONT ČÁSTI	-6 452			71.720	-90	-6 452
CELKEM DLE OCELÍ		523 735	16 218	21 856	71.720	7 598	561 809

NOSNÁ KONSTRUKCE (BEZ LOŽISEK A CHODNÍKŮ) - PRO KONTROLU VÝPOČETNÍHO MODELU	507 543
NOSNÁ KONSTRUKCE - LOŽISKA - PRO KONTROLU VÝPOČETNÍHO MODELU [ kg ]	16 867
NOSNÁ KONSTRUKCE - CHODNÍKY - PRO KONTROLU VÝPOČETNÍHO MODELU [ kg ]	37 400
<b>HMOTNOST CELKEM - NOSNÁ KONSTRUKCE [ kg ]</b>	<b>561 809</b>

ROK OSAZENÍ	POPIS	KVALITA OCELI DLE ČSN EN			ROZMĚR	HMOTNOST	HMOTNOST
		Martinská plávková ocel S235 JR+AR	Odlitky a Roheisenova LOŽISKA	NÝTY 4%	DÉLKA [m]	JEDNOT. [kg/typ]	CELKEM [kg]
1987	PODLAHOVÉ PLECHY + PODÉLNÍKY	30 008		1 200	71.720	435	31 208
<b>HMOTNOST CELKEM - MOSTNÍ VYBAVENÍ [ kg ]</b>							<b>31 208</b>

Objednatel: SŽDC, s.o.	31.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### MODELOVANÉ PRVKY - HLAVNÍ MOSTNÍ KONSTRUKCE

Označ.	Část zatížení	Zatíží. (kN.m-1)	počet (ks/m)	zatížení (kN)
G0.1	Nosná konstrukce	1	1	5075
G0.1	Ložiska	-	4	169

**G0.1 : kontrola reakcí Rz:** Celkem NK1 = **5244** kN  
**7.31** t.m<sup>-1</sup>

#### MODELOVANÉ PRVKY - VEDLEJŠÍ KONSTRUKCE - CHODNÍKY

Označ.	Část zatížení	Zatíží. (kN.m-1)	počet (ks/m)	zatížení (kN)
G0.1	Chodníky - konzoly	6.3	34	215
G0.1	Chodníky - podélníky	1.1	143	159

**G0.1 : kontrola reakcí Rz:** Celkem NK1 = **374** kN  
**0.52** t.m<sup>-1</sup>

**G0.1 : kontrola reakcí Rz:** Celkem NK1 (OK) = **5618** kN  
**7.83** t.m<sup>-1</sup>

#### MODELOVANÉ PRVKY - MOSTNÍ VYBAVENÍ

Označ.	Část zatížení	Zatíží. (kN.m-1)	počet (ks/m)	zatížení (kN)
G0.2	Kolejnice S49 a upevňovací	1.3	145	184
G0.2	Mostnice	0.4	446	180

**G0.2 : kontrola reakcí Rz:** Celkem NK1 = **364** kN  
**0.51** t.m<sup>-1</sup>

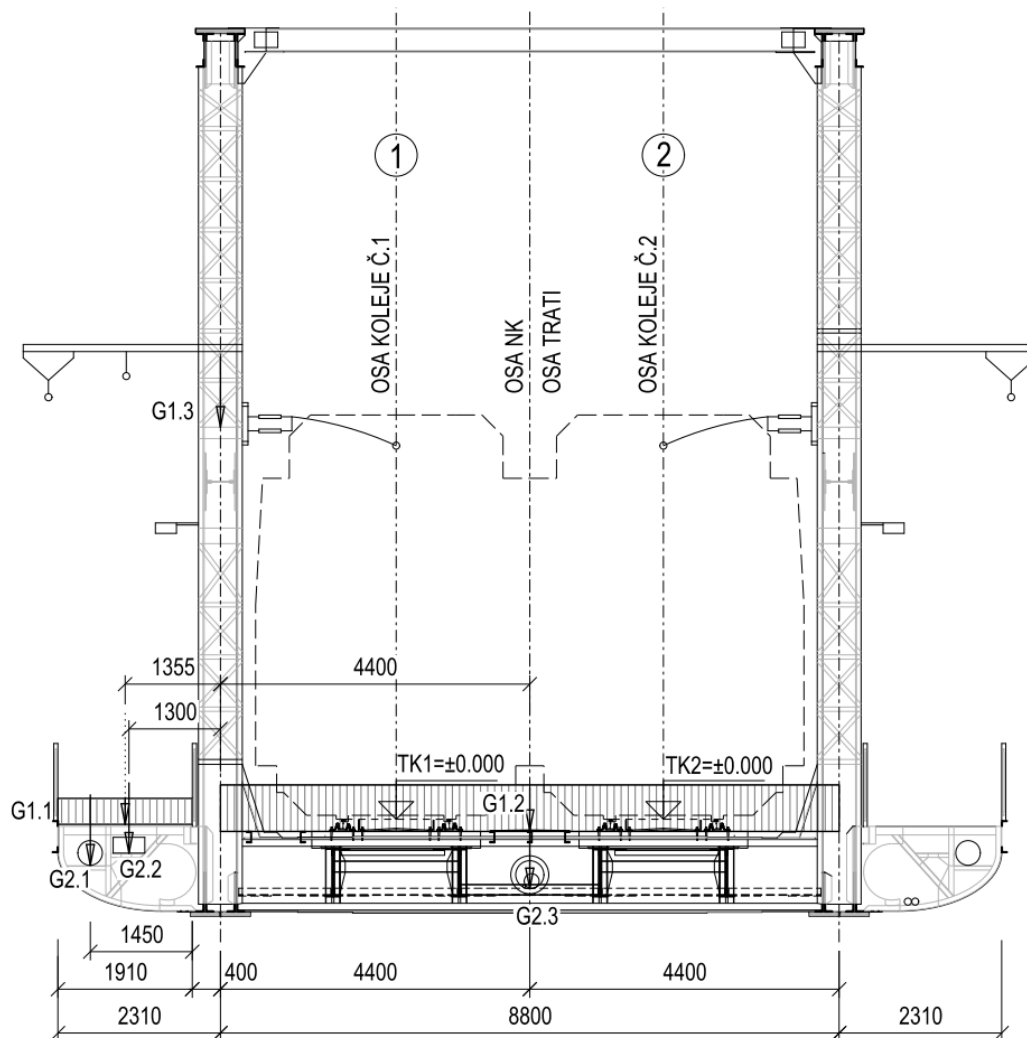
**G0 : kontrola reakcí Rz:** Celkem NK1 = **5982** kN  
**8.34** t.m<sup>-1</sup>

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.2 Skupina zatěžovacích stavů G1 - Ostatní stálé

Skupina zatížení/Popis

**G1** - povrch na vnějších chodnících a chodníkové plechy služebních chodníků



*Uvažování zatížení stálým a dlouhodobým zatížením ve výpočetním modelu - roznoš v příčném směru*

Zatížení je ve výpočetním modelu zadáno jako spojitě liniové v ose příčníků nebo chodníkových konzol. Závěsy trakčního vedení jsou zadány jako uzlové zatížení v ose prutu svislice po levé a pravé straně ve styčnicku 1, 3, 5 a 7 a symetricky na druhé polovině mostu 9, 11, 13 a 15.

Objednatel: SŽDC, s.o.	33.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## PODLAHA CHODNÍKŮ - FOŠNY TL. 50 MM

### v ose konzoly

Označ.	Část zatížení	Délka konzoly (m)	Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	liniové zatížení (kN/m)	excentr. (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G1.1.1	konzola 0	1.91	1.73	0.573	0.52	0	0.00
G1.1.2	konzola 1	1.91	3.73	0.573	1.12	0	0.00
G1.1.3	konzola 2	1.91	4.20	0.573	1.26	0	0.00
G1.1.4	konzola 3	1.91	4.60	0.573	1.38	0	0.00
G1.1.5	konzola 4-8	1.91	4.80	0.573	1.44	0	0.00

uvažováno mokré dřeno s objemovou hmotností 600 kg.m<sup>-3</sup>

G1.1 : kontrola reakcí Rz: délka NK = 71.72 m 82 kN

## PODLAHOVÉ PLECHY + PODÉLNÍKY

### v ose příčnicku

Označ.	Část zatížení	Délka příčnicku (m)	Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	liniové zatížení (kN/m)	excentr. (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G1.2.1	příčník 0	8.80	1.73	4.35	0.86	0	0.00
G1.2.2	příčník 1	8.80	3.73	4.35	1.84	0	0.00
G1.2.3	příčník 2	8.80	4.20	4.35	2.08	0	0.00
G1.2.4	příčník 3	8.80	4.60	4.35	2.27	0	0.00
G1.2.5	příčník 4-8	8.80	4.80	4.35	2.37	0	0.00

G1.2 : kontrola reakcí Rz: délka NK = 71.72 m 306 kN

## TRAKČNÍ VEDENÍ (SVISLÉ ÚČINKY)

### v ose svislice

Označ.	Část zatížení		Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	uzlové zatížení (kN)	excentr. (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G1.3	svislice 1, 3, 5 a 7				2.00	0	0.00

G1.3: kontrola reakcí Rz: délka NK = 71.72 m 32 kN

Objednatel: SŽDC, s.o.	34.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.3 Skupina zatěžovacích stavů G2 - Nahodilé dlouhodobé

Skupina zatížení/Popis

**G2** - sítě SŽDC a cizí zařízení umístěné na mostě

Inženýrské sítě umístěné na mostě jsou ve výpočetním modelu zadáno pomocí osamělých sil v místě příčníků a vnějších chodníkových konzol. Zatížení je umístěno v odpovídající poloze skutečného působení viz obr. v G.1

#### CIZÍ ZAŘÍZENÍ - STL plynovod ocel TR 350/12

v ose konzoly

Označ.	Část zatížení		Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	uzlové zatížení (kN)	excentricita (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G2.1.1	konzola 0		1.73	1.05	1.82	0	0.00
G2.1.2	konzola 1		3.73	1.05	3.92	0	0.00
G2.1.3	konzola 2		4.20	1.05	4.41	0	0.00
G2.1.4	konzola 3		4.60	1.05	4.83	0	0.00
G2.1.5	konzola 4-8		4.80	1.05	5.04	0	0.00

ocel TR 350/12

**G2.1: kontrola reakcí Rz:** délka NK = 71.72 m **151** kN

#### CIZÍ ZAŘÍZENÍ - Kabelové trasy na konzole chodníku

v ose konzoly

Označ.	Část zatížení		Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	uzlové zatížení (kN)	excentricita (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G2.2.1	konzola 0		1.73	0.5	0.87	0	0.00
G2.2.2	konzola 1		3.73	0.5	1.87	0	0.00
G2.2.3	konzola 2		4.20	0.5	2.10	0	0.00
G2.2.4	konzola 3		4.60	0.5	2.30	0	0.00
G2.2.5	konzola 4-8		4.80	0.5	2.40	0	0.00

**G2.2: kontrola reakcí Rz:** délka NK = 71.72 m **72** kN

#### CIZÍ ZAŘÍZENÍ - Kabelové trasy na příčniku v ose NK

v ose konzoly

Označ.	Část zatížení		Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	uzlové zatížení (kN)	excentricita (m)	momentové zatížení (kNm/m)
G2.3.1	příčník 0		1.73	0.5	0.87	0	0.00
G2.3.2	příčník 1		3.73	0.5	1.87	0	0.00
G2.3.3	příčník 2		4.20	0.5	2.10	0	0.00
G2.3.4	příčník 3		4.60	0.5	2.30	0	0.00
G2.3.5	příčník 4-8		4.80	0.5	2.40	0	0.00

ocel TR 200/6

**G2.3: kontrola reakcí Rz:** délka NK = 71.72 m **36** kN

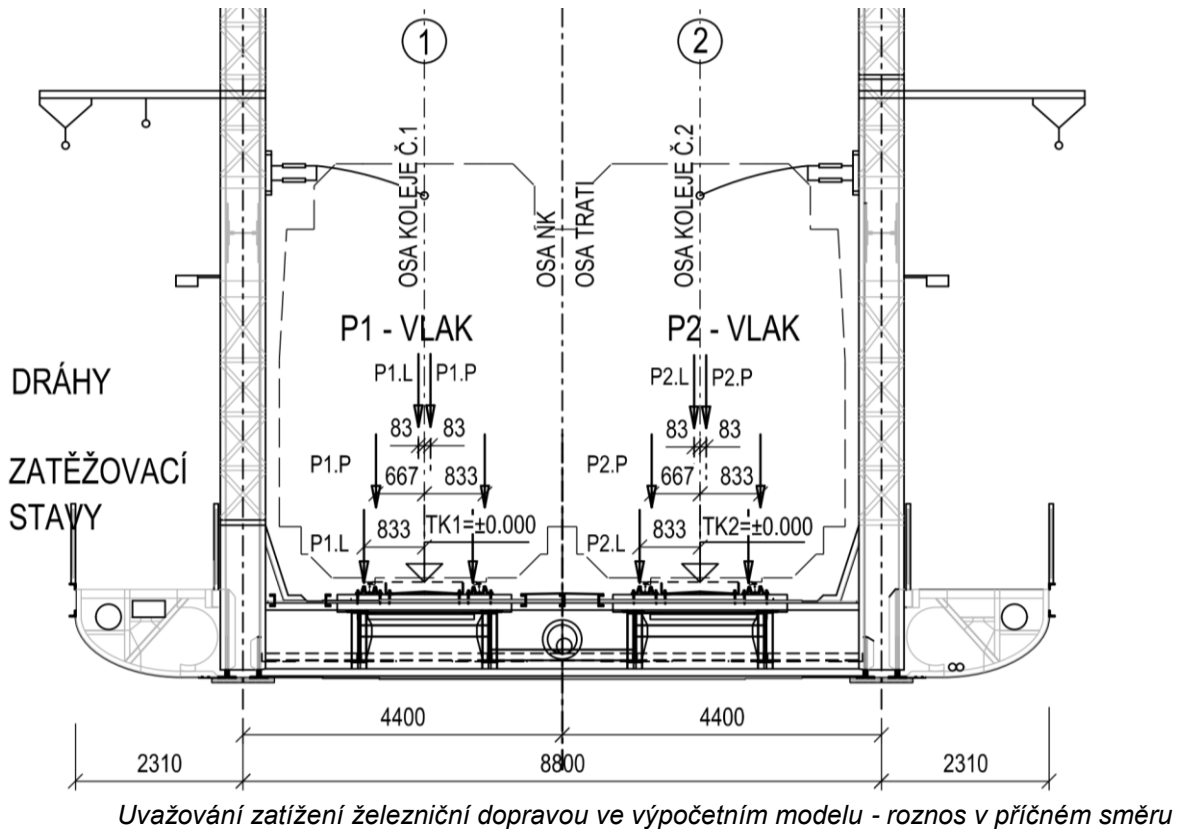
Objednatel: SŽDC, s.o.	35.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD	

### 2.3.4 Skupina zatěžovacích stavů P - Svislá zatížení železniční dopravou

Skupina zatížení/Popis

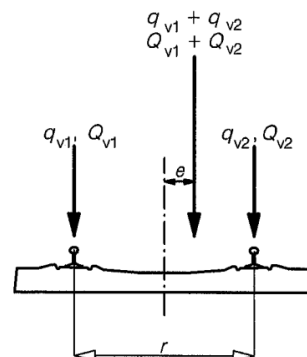
**P** - pohyblivé zatížení kolejovou dopravou



Popis zadání pohyblivého zatížení v 3D prutovém výpočetním modelu:

Pro zadání pohyblivého zatížení na prutový model byly vytvořeny dráhy, které byly k prutům kolejnic přiřazeny s excentricitou +83 mm/ -83 mm viz poměr zatížení kolejnicových pásů v poměru 4:5.

Celkem byly sestaveny 4 dráhy na prutovém 3D modelu (P1.L, P1.P, P2.L, P2.P) pro krajní polohy vlevo resp. vpravo výslednice zatížení (viz excentricita e).



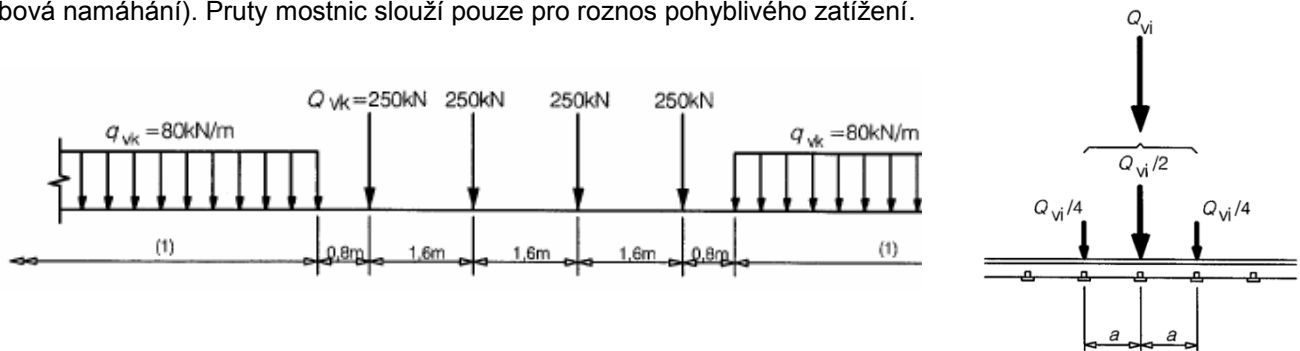
*excentricita svislých zatížení dle ČSN EN 1991-2*

Pruty kolejnic nespolutpůsobí s globálním systémem. Ve výpočetním programu MIDAS je zatížení roznášeno na pruty, které jsou zařazeny do skupiny tzv. "crossbeams" se zadaným rozchodem  $r = 1,5$  m.

Objednatel: SŽDC, s.o.	36.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

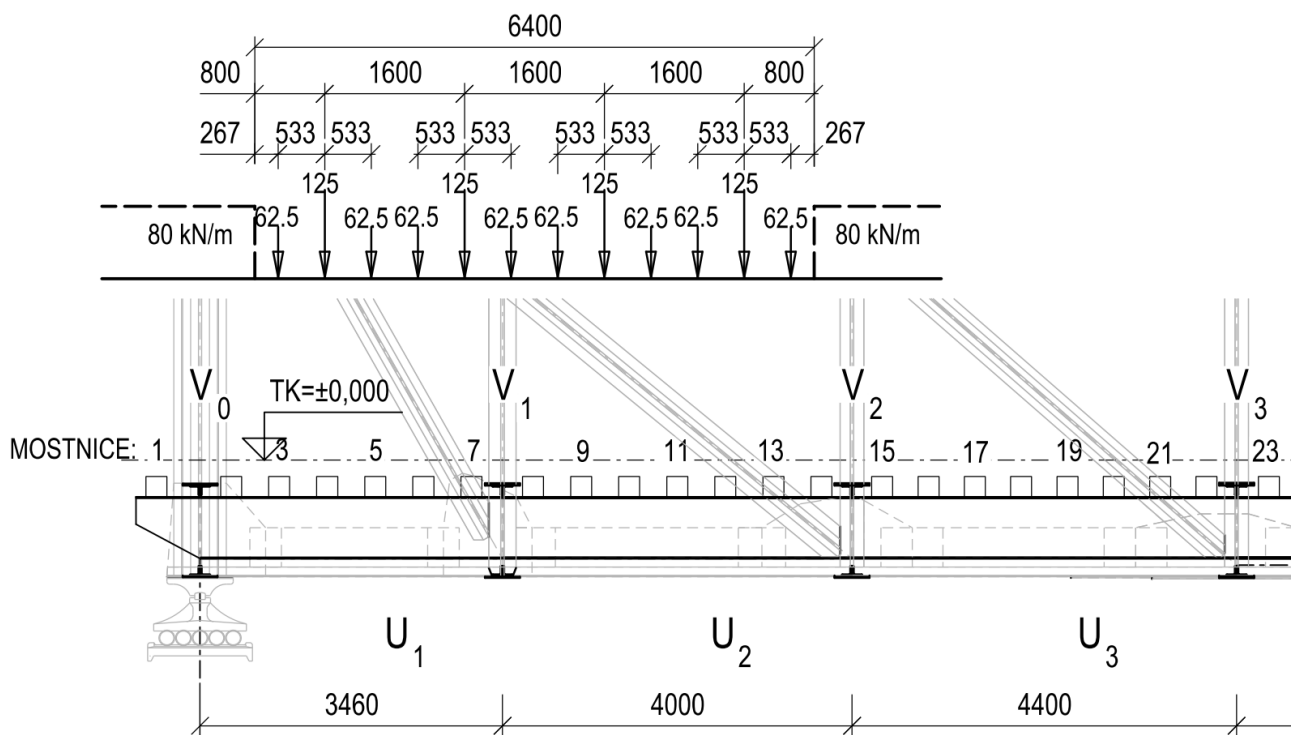
Skupina "crossbeams" je tvořena pruty mostnic, které jsou připojené k prutům podélníků tak, aby se přenášely pouze svislé a vodorovné účinky, ale nespoleupůsobily s lokálním systémem mostovky (dodatečná ohybová namáhání). Pruty mostnic slouží pouze pro roznos pohyblivého zatížení.



Základní zatěžovací schéma 71

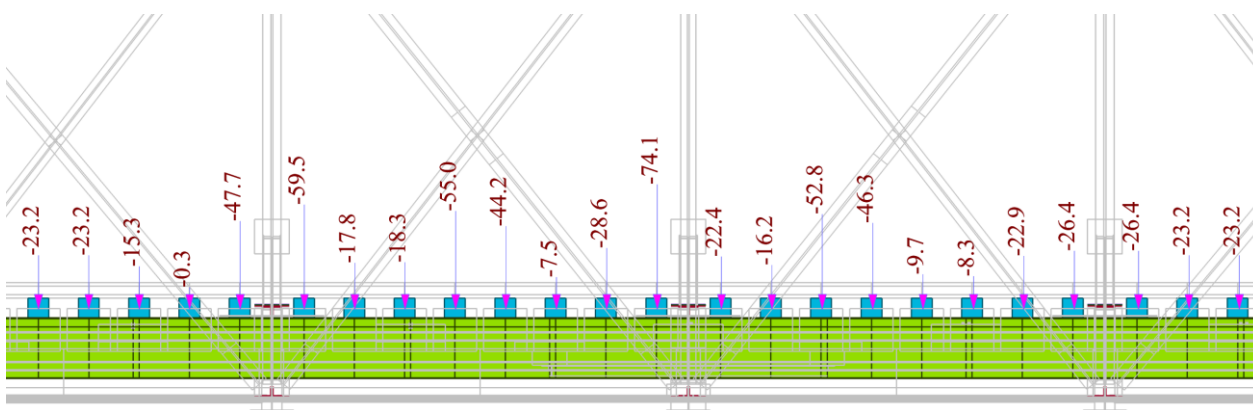
v podélném směru

Pro roznos v podélném směru je zvolena vzdálenost  $a = 0,533$  m, což odpovídá průměrné vzdálenosti mostnic.

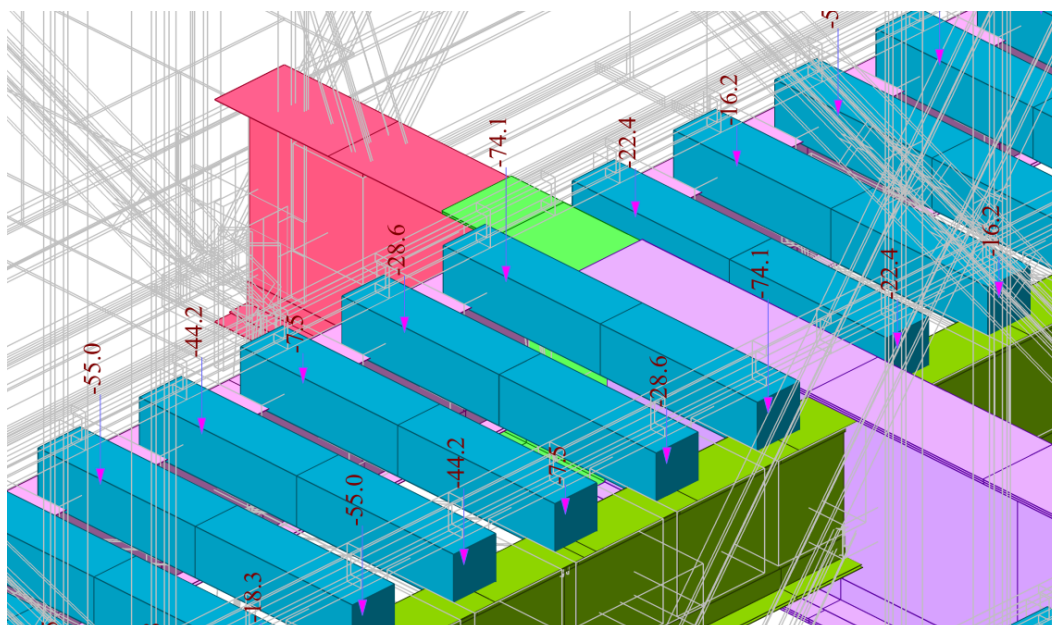


Roznos zatěžovacího schématu LM71 v podélném směru dle ČSN EN 1991-2

Objednatel: SŽDC, s.o.	37.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



*Příklad roznosu zatěžovacího schématu LM71 v podélném směru na mostnice (síly v jedné kolejnici)*

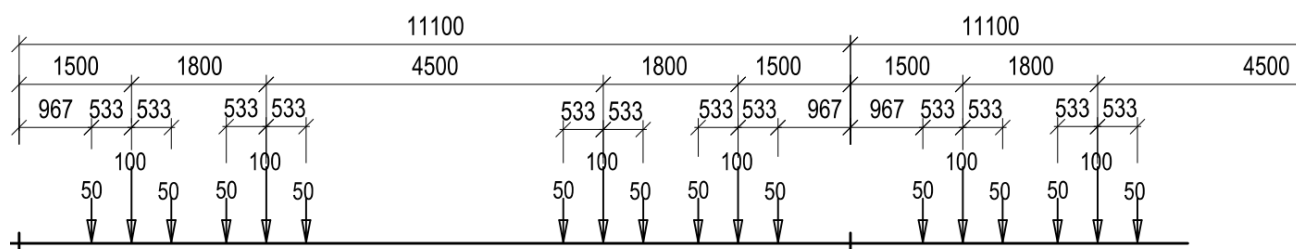
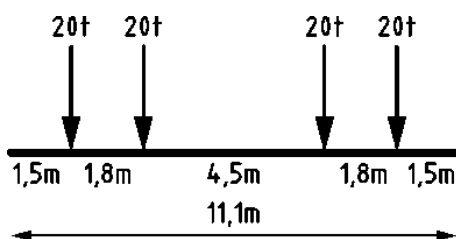
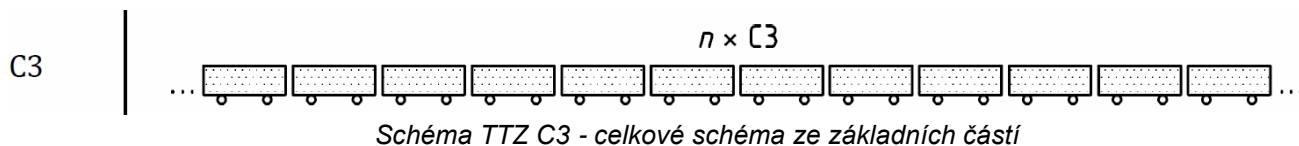


*Příklad roznosu zatěžovacího schématu LM71 na mostnice - axonometrický pohled*



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Pro posouzení přechodnosti C3 je základní schéma traťovou třídou zatížení dle ČSN EN 15 528 rozneseno shodně na tři mostnice v poměru 25 : 50 : 25



Objednatel: SŽDC, s.o.	39.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### Dynamický součinitel

pro standardně udržovanou kolej

$$\Phi_3 = 2,16/(L_\Phi^{0,5-0,2})+0,73$$

< 2,00

Přechodnost

pro pečlivě udržovanou kolej

$$\Phi_2 = 1,73/(L_\Phi^{0,5-0,2})+0,82$$

< 1,67

pro rychlost 60 km.h<sup>-1</sup>

#### Náhradní délky prvků NK

			$\Phi_3$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_2$
- hlavní nosník rozpětí ve směru hlavních nosníků případ 5.1	$L = 72.000$	m			$n_0$	$n_0$
	$L_\Phi = L$	m			1.050	1.050
	$L_\Phi = 72.00$	m	1.000	1.000		
- prvková mostovka - příčník dvojnásobek délky příčníků případ 3.3	$L_{pr} = 8.800$	m				
	$L_\Phi = 2 \cdot L_{pr}$	m			1.315	1.180
	$L_\Phi = 17.60$	m	1.271	1.180		
- prvková mostovka - koncový příčník 3,6 m, případ 3.4	$L_{pr} = 8.800$	m				
	$L_\Phi = 3.6$	m			1.675	1.370
	$L_\Phi = 3.60$	m	2.000	1.668		
- prvková mostovka - podélník L1 apr + 3,0 m, případ 3.1	$a_{pr} = 3.600$	m				
	$L_\Phi = apr + 3$	m			1.640	1.350
	$L_\Phi = 6.60$	m	1.642	1.428		
- prvková mostovka - podélník L2 apr + 3,0 m, případ 3.1	$a_{pr} = 4.000$	m				
	$L_\Phi = apr + 3$	m			1.630	1.340
	$L_\Phi = 7.00$	m	1.613	1.409		
- prvková mostovka - podélník L3 apr + 3,0 m, případ 3.1	$a_{pr} = 4.400$	m				
	$L_\Phi = apr + 3$	m			1.615	1.335
	$L_\Phi = 7.40$	m	1.587	1.391		
- prvková mostovka - podélník L4 apr + 3,0 m, případ 3.1	$a_{pr} = 4.800$	m				
	$L_\Phi = apr + 3$	m			1.600	1.330
	$L_\Phi = 7.80$	m	1.563	1.375		
- podélné konzoly podélníků 3,6 m, případ 3.2	$a_{pr} = 3.600$	m				
	$L_\Phi = 3.600$	m			1.675	1.370
	$L_\Phi = 3.60$	m	2.000	1.668		

Dynamické součinitele jsou uvažovány pro LM 71 dle NA k ČSN EN 1991-2 a pro TTZ dle MP 2015

Pro posouzení mezního stavu únosnosti je použit dynamický součinitel  $\Phi_3$  a pro mezní stav únavy  $\Phi_2$  dle NA k ČSN EN 1991-2.

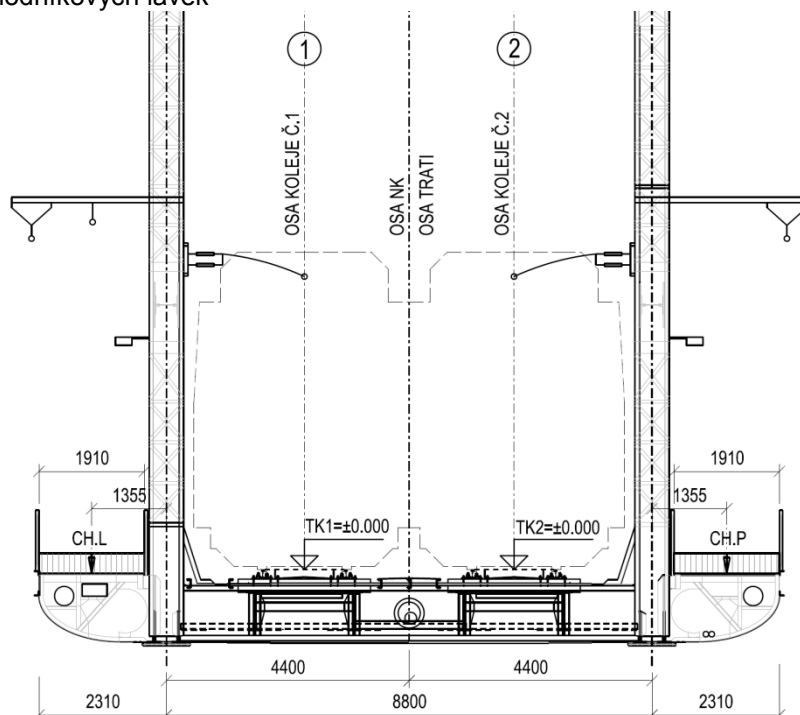
Objednatel: SŽDC, s.o.	40.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.5 Skupina zatěž. stavů CH – Zatížení chodníků

Skupina zatížení Popis

**CH** - zatížení chodníkových lávek



*Uvažování zatížení chodníkových lávek ve výpočetním modelu - roznos v příčném směru*

Pro posouzení globálního nosného systému je současně s železničním provozem na mostě uvažováno se zatížením chodníků v šířce 1,9 m. Kombinační hodnota zatížení je uvažována **3,0 kN.m<sup>-2</sup>**.

Zatížení je zadáno na prvky konzoly jako spojitě rovnoměrné. V podélném směru jsou vytvořeny tři případy působení. Jedná se o vystižení extrémů namáhání příhradové konstrukce.

**v ose konzoly**

Označ.	Část zatížení	Délka konzoly (m)	Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m <sup>2</sup> )	liniové zatížení (kN/m)	excentr. (m)	momentové zatížení (kNm/m)
CH.1.1	konzola 0	1.91	1.73	3.00	5.19	0	0.00
CH.1.2	konzola 1	1.91	3.73	3.00	11.19	0	0.00
CH.1.3	konzola 2	1.91	4.20	3.00	12.60	0	0.00
CH.1.4	konzola 3	1.91	4.60	3.00	13.80	0	0.00
CH.1.5	konzola 4-8	1.91	4.80	3.00	14.40	0	0.00

**CH.1 : kontrola reakcí Rz:**

délka NK = 71.72 m

**411** kN

Zatížení je uvažováno v dílčích stavech

Zatížení vlevo L1/vpravo R1 (styčnick 0-8):

Zatížení vlevo L2/vpravo R2 (styčnick 8-16):

Zatížení vlevo L3/vpravo R3 (styčnick 0-16):

Objednatel: SŽDC, s.o.	41.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST :	Statický přepčet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.6 Skupina zatěžovacích stavů T - Zatížení teplotou

Skupina zatížení	Popis
------------------	-------

**TR** - zatížení rovnoměrnou složkou teploty

**TN** - zatížení nerovnoměrnou složkou teploty

Zatížení teplotou je zadáno na pruty hlavního nosníku a mostovky pomocí teplotního zatížení (poměrná deformace). Nerovnoměrná teplota je zadávána pomocí různé velikosti teplotní změny na prutech mostní konstrukce.

Pro výpočet účinků byly na výpočetní model zadány tyto zatěžovací stavy, z kterých byly vytvořeny obálkové zatěžovací stavy **TR** a **TN**:

### Skupina zatěžovacích stavů TR (rovnoměrná teplota)

1. TR+45 - rovnoměrné oteplení celé konstrukce o +45 °C
2. TR-44 - rovnoměrné ochlazení celé konstrukce o -44 °C

### Skupina zatěžovacích stavů TN (nerovnoměrná teplota - teplotní gradient)

1. TG+15 - nerovnoměrná teplota - oslunění mostu shora
2. TG-15 - nerovnoměrná teplota - ochlazení mostu shora
3. TG.L+15 - nerovnoměrná teplota - oslunění mostu zleva
4. TG.R+15 - nerovnoměrná teplota - oslunění mostu zprava

ČSN EN 1991-1-5 nedefinuje požadavky na teplotní gradient příhradových konstrukcí. V ČSN EN je uváděn teplotní rozdíl mezi prvky mostu 15 °C.

Výše uvedené zatížení je stanoveno dle interních aplikačních pravidel pro navrhování ocelových příhradových mostů, které vychází z MVL pro železniční mosty.

Objednatel: SŽDC, s.o.	42.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

## NOSNÁ KONSTRUKCE

Typ nosné konstrukce: 1. typ - ocelová nosná konstrukce

TR - Rovnoměrná složka teploty

$T_0 =$	10.0 °C
$T_{min} =$	-31.0 °C
$T_{max} =$	39.0 °C

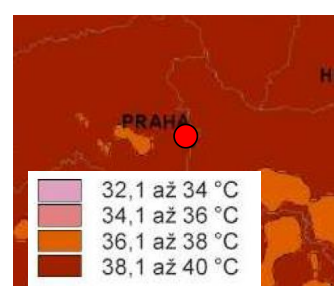
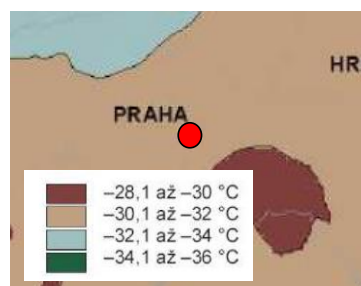
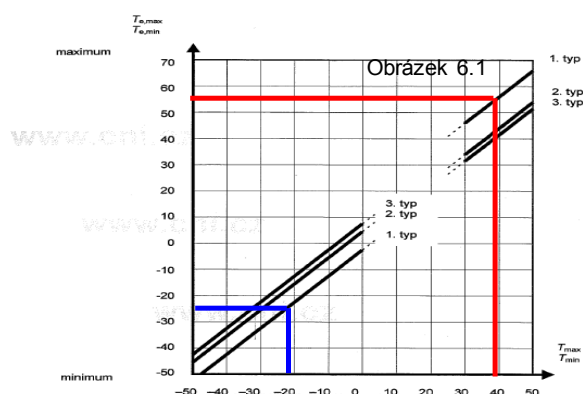
$T_{e,min} =$	-34.0 °C
$T_{e,max} =$	55.0 °C

ochlazení

$\Delta T_{N,con} = -(T_0 - T_{e,min}) =$	-44.0 °C
---	----------

oteplení

$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 =$	45.0 °C
--	---------



TN - Nerovnoměrná složka teploty

TNS - svislé složky

nerovnoměrné oteplení	+ 15°C	Horní pás a diagonály	Oslunění na mostu shora (slunný den)
	+ 0°C	Dolní pás	
	+ 0°C	Mostovka	
	+ 0°C	Ostatní části	
nerovnoměrné ochlazení	- 15°C	Horní pás a diagonály	Ochlazení horní části (chladný vítr)
	- 0°C	Dolní pás	
	- 0°C	Mostovka	
	- 0°C	Ostatní části	

TNV - vodorovné složky

nerovnoměrná oteplení zleva	+ 15°C	Levý hlavní nosník	Boční oslunění na mostu (slunný den) teplotní rozdíl mezi částmi 15 °C
	+ 0°C	Pravý hlavní nosník	
	+ 0°C	Mostovka	
	+ 0°C	Ostatní části	
nerovnoměrná oteplení zprava	+ 15°C	Pravý hlavní nosník	
	+ 0°C	Levý hlavní nosník	
	+ 0°C	Mostovka	
	+ 0°C	Ostatní části	

Kombinace TR a TN

$$\omega_M = 0.75$$

$$\omega_N = 0.35$$

$$0,35 \cdot TR + 1,00 \cdot TN$$

$$1,00 \cdot TR + 0,75 \cdot TN$$

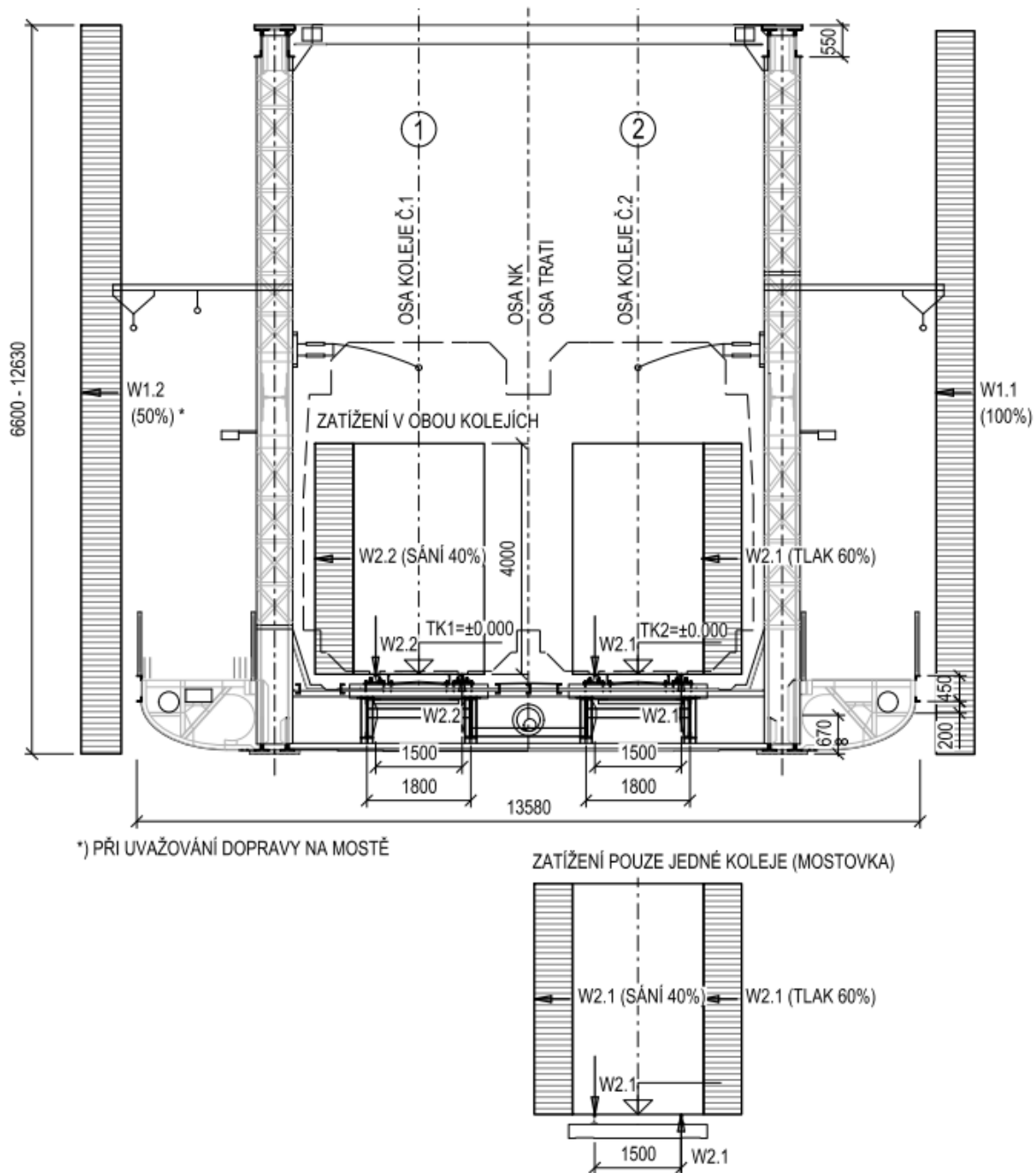
AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD	

### 2.3.7 Skupina zatěžovacích stavů W - Zatížení větrem

Skupina zatížení      Popis

**W-Y**    - vítr kolmo na mostní konstrukci

**WP-Y**   - vítr kolmo na pohyblivé zatížení dopravou



*Uvažování zatížení větrem ve výpočetním modelu - roznos v příčném směru*

Zatížení větrem je zadáno na konstrukci mostu dle průmětu jednotlivých prvků. Na návětrné straně je uvažováno 100% zatížení větrem a na závětrné straně (vzdálenější nosník) je uvažováno 50% zatížení větrem, což je pro rozhodující kombinaci zatížení na konstrukci a na dopravu odpovídající účinek. Zatěžovací stavy pro posouzení stability nebyly vytvářeny s ohledem na dolní mostovku a dvoukolejný most.

Objednatel: SŽDC, s.o.		44.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s		

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : <b>Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem</b>	STUPEŇ : <b>PD</b>

Roznos zatížení je ve výpočetním modelu uvažován na prvky podélníků svislým přitížením resp. odlehčením (ohybový účinek od excentricity působíště vodorovné síly) a vodorovným zatížením, které je rozděleno na oba podélníky shodně v poměru 50:50.

Účinek zatížení od větru je uvažován pro zatížení dvou kolejí a pouze jedné koleje tak, aby nedocházelo k duplicitě zatížení. Pro výpočet účinků byly na výpočetní model zadány tyto zatěžovací stavy, z kterých byly vytvořeny obálkové zatěžovací stavy **W** a **WP**:

**Skupina zatěžovacích stavů W** (vítr na konstrukci mostu)

1. W+ Y - vítr na konstrukci zprava
2. W- Y - vítr na konstrukci zleva

**Skupina zatěžovacích stavů WP** (vítr na pás dopravního zatížení)

3. WP.1 + Y - vítr na dopravu v koleji č.1 zprava
4. WP.2 + Y - vítr na dopravu v koleji č.2 zprava
5. WP.1 - Y - vítr na dopravu v koleji č.1 zleva
6. WP.2 - Y - vítr na dopravu v koleji č.2 zleva

Při sestavování do skupiny **WP** je pro zatížení v obou kolejích uvažován poměr 40% a 60% v příslušném směru od zatížení v jedné koleji viz obr. výše.

**W-X** - vítr podél mostní konstrukce

**W-Z** - vítr svisle na mostní konstrukci (přítlak resp. vztlak)

Zatížení podélným větrem W-X a zatížení svislým větrem W-Z není při rozhodující kombinaci zatížení společně s pohyblivým zatížením vlakem v obou kolejích uvažováno. Tato zatížení proto nejsou pro danou mostní konstrukci rozhodná pro stanovení zatížitelnosti a posouzení přechodnosti.

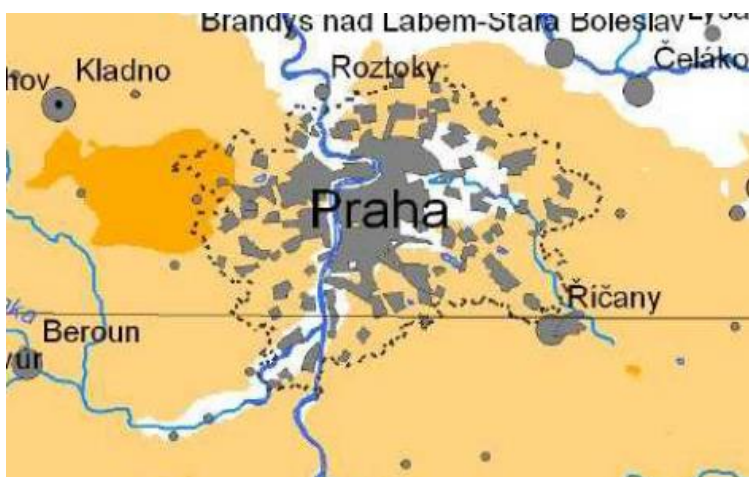
Objednatel: SŽDC, s.o.	45.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



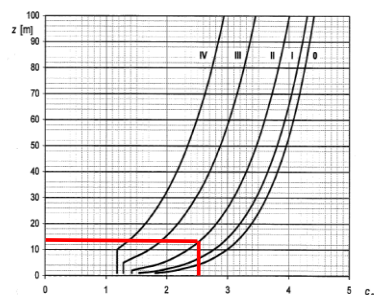
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## Tlak větru na most - ve směru Y

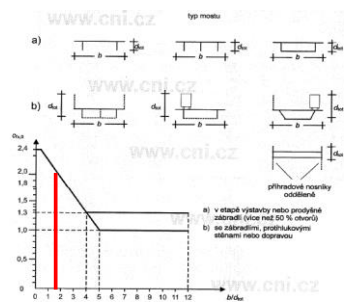
	$F_W = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,y}$	
větrná oblast	větrná oblast = I	
výchozí zákl. rychlost větru	$v_{b,0} = 22.5$	m/s
součinitel směru větru	$C_d = 1$	
součinitel ročního období	$C_s = 1$	
základní rychlost větru	$v_b = C_d \cdot C_s \cdot v_{b,0}$ $= 22.5$	m/s
oblast expozice	kategorie terénu = II	- niva řeky ve velkoměstě - střed NK a hladina řeky
výška nad terénem	$z = 13$	m
součinitel expozice	$C_e = 2.5$	
šířka mostu	$b = 13.58$	m
výška mostu	$d_{tot} = 9.6$	m
délka NK mostu	$l = 210$	m
plocha průřezu NK	$A = 119$	m <sup>2</sup>
celková plocha obrysu NK	$A_c = 380$	m <sup>2</sup>
	$\phi = A/A_c$ $= 0.31$	
součinitel síly	$C_{fy,0} = 2.09$	pro $b/d_{tot} = 1.41$
	$\lambda = 30.6$	
Součinitel koncového efektu	$\psi_\lambda = 0.96$	most s dolní mostovkou - ANO
součinitel síly	$C_f = C_{fy,0} \cdot \psi_\lambda$ $C_{f,y} = 2.01$	
součinitel zatížení větrem	$C = C_e \cdot C_{f,y}$ $= 5.02$	
měrná hmotnost	$\rho = 1.25$	kg/m <sup>3</sup>
	$f_W = 1.59$	kN/m <sup>2</sup>
působíště:	$e_z = 0$	m (zadáno do osy prutů)



Výřez větrné mapy v oblasti Praha  
- větrná oblast I (ČSN EN 1991-1-4)



Obrázek 4.2 - Součinitel expozice  $c_e(z)$  pro  $c_s = 1.0$  a  $k_1 = 1.0$



Obrázek 5.3 - Součinitel síly pro mosty  $c_{fy,0}$

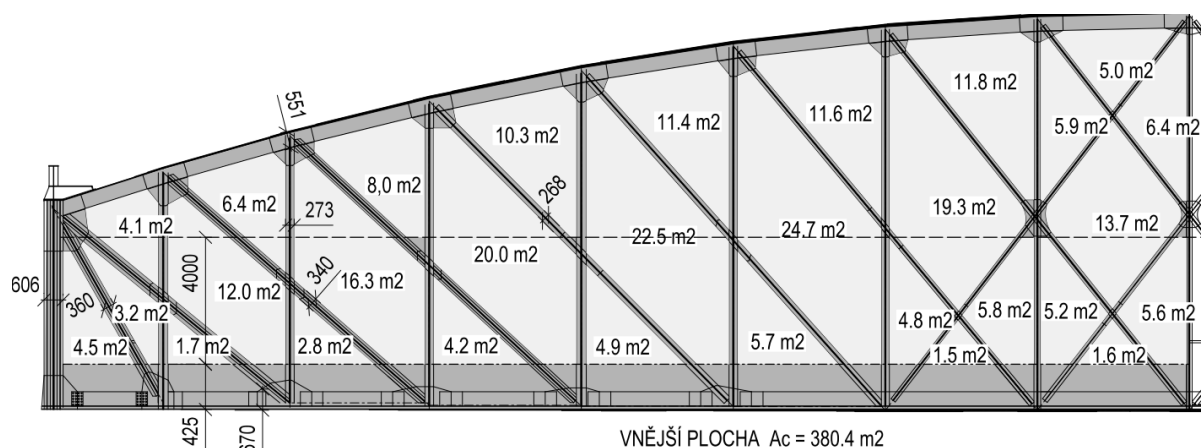
grafy pro výpočet tlaku větru

Objednatel: SŽDC, s.o.	46.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Výpočet návětrné plochy (plochy otvorů v příhradách OK)

#### W.Y - nosná konstrukce

prvek	h	$f_{w,y}$	spojité zatížení	délka	celkem
horní pás vč. styč. plechů	0.55	0.87	kN/m liniově	146	128
diagonály - krajní D1-D4	0.36	0.57	kN/m liniově	143	82
diagonály - středové D5-D9	0.27	0.43	kN/m liniově	369	158
svislice - portálová V0	0.66	1.05	kN/m liniově	25	26
svislice - V1 - V8	0.27	0.43	kN/m liniově	309	132
dolní pás vč. styč. plechů (obě strany)	0.67	1.06	kN/m liniově	143	152
římسا chodníku a kabel žlaby (návětrná)	0.65	1.03	kN/m liniově	72	74
vlak - v 1. koleji	4.00	6.35	kN/m liniově	72	456
Celkem W-Y					1209 kN

#### W.Y - doprava roznos na prvky momentový a příčný účinek

vlak	H	=	4.00	m	
působíště:	h	=	2.40	m	nad mostovkou (do osy podélníku)
vlak v 1. koleji	r	=	1.80	m	vzdálenost podélníků
svislé na jeden podélník +/-Z	$f_{s,w,y}$	=	8.47	kN/m	+/- liniově mostovka
vodorovné na jeden podélník +Y	$f_{v,w,y}$	=	3.18	kN/m	liniově mostovka

#### W-Y - uzlové zatížení v ose konzoly

Označ.	Část zatížení	Zatěž. délka (m)	jednot. zatížení (kN/m)	uzlové zatížení (kN)	excentricita (m)	momentové zatížení (kNm/m)
římسا chodníku a kabel žlaby	konzola 0	1.73	0.52	0.89	0	0.00
římسا chodníku a kabel žlaby	konzola 1	3.73	0.52	1.93	0	0.00
římسا chodníku a kabel žlaby	konzola 2	4.20	0.52	2.17	0	0.00
římسا chodníku a kabel žlaby	konzola 3	4.60	0.52	2.37	0	0.00
římسا chodníku a kabel žlaby	konzola 4-8	4.80	0.52	2.48	0	0.00
Celkem				148	kN	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

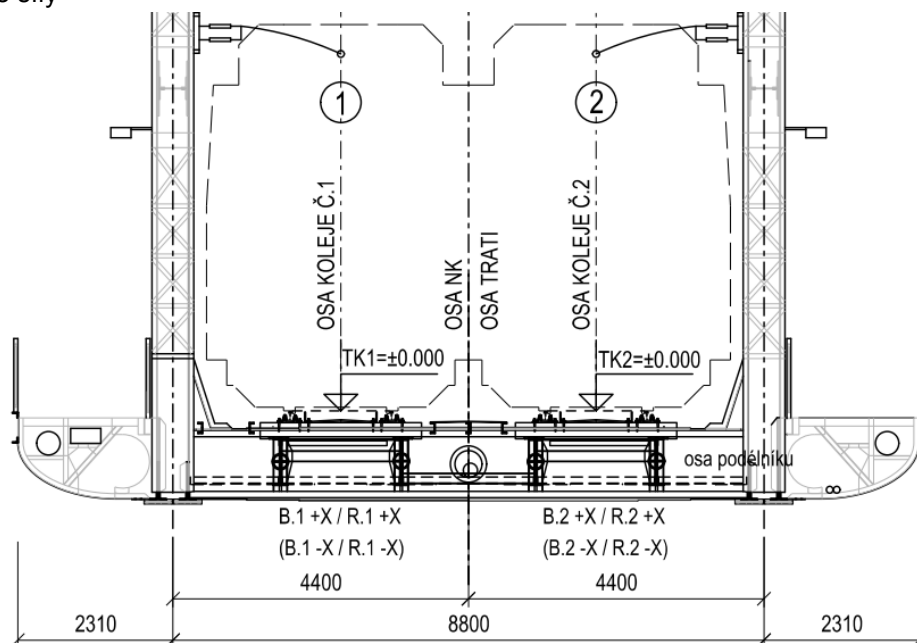
### 2.3.8 Skupina zatěžovacích stavů BR – Zatížení brzdnými a rozjezdovými silami

Skupina zatížení / Popis

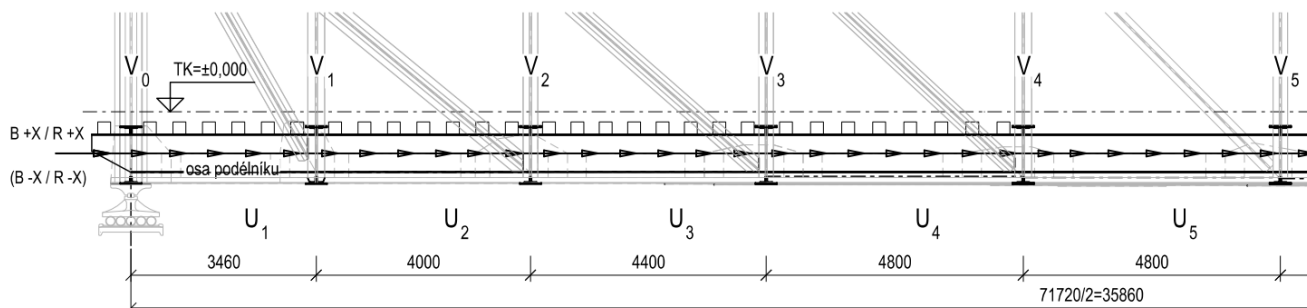
**BR** - brzdné a rozjezdové síly

**B** - brzdné síly

**R** - rozjezdové síly



*Uvažování zatížení brzdnými a rozjezdovými silami ve výpočetním modelu - roznos v příčném směru*



*Uvažování zatížení brzdnými a rozjezdovými silami ve výpočetním modelu - roznos v podélném směru*

Pro vystižení reálného chování při zatížení brzdnými silami s uvažováním působení vlastní konstrukce podvozku vozidla (tuhosti podvozku) a spolupůsobením s železničním svrškem je zatížení zadáno na pruty podélníku do osy tak, aby od vodorovných účinků vznikala v podélníku primárně podélná osová síla  $N_x$ .

Pro přímé posouzení přechodnosti jsou účinky traťovou třídou zatížení C3 uvažovány jako poměr nápravových sil traťové třídy zatížení **C3** a zatěžovacího schématu LM 71 a tzn.  $200 \text{ kN}/250 \text{ kN} = \mathbf{0,8}$ .

#### Poznámka:

*V rámci průzkumu stávající dopravy (skladba 14 reprezentativních souprav viz 2.5.1 kap. Aktuální železniční doprava na mostě) byl vyhodnocen součinitel brzdných sil pro reálný provoz, který v průměru dosahuje hodnoty 0,27, přičemž maximum bylo 0,43 (nákladní vlak NEX).*

Objednatel: SŽDC, s.o.	48.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**R: rozjezdová síla pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem  $\alpha = 1.0$** 

char. hodnota rozjezdové síly  $k \quad q_{la,71,k} = 33 \cdot 1,00 \quad \text{kN/m}$   
 $= 33.0 \quad \text{kN/m}$

Přičiňující délka NK1  $L_{R,1} = 30.30 \quad \text{m}$

Redukční součinitele přenosu  $z \quad \zeta_{R,1} = 1.00 \quad - \text{dilatační zařízení na obou stranách mostu}$

Zatížení v ose hlavního nosníku T.L/ T.P (1 kolej)

NK1  $q_{K,1} = 33.0 \quad \text{kN/m}$  zatížení v délce 30.3 m (1 až 7 a 9 až 16 příhrada)

Reakce  $R_{x,1}$  (1 kolej)  $R_{x,1} = 1000 \quad \text{kN}$

**B: brzdná síla pro zatěžovací schéma LM-71, klasifikované součinitelem  $\alpha = 1.0$** 

char. hodnota brzdné síly  $k \quad q_{lb,71,k} = 20 \cdot 1,00 \quad \text{kN/m}$   
 $= 20 \quad \text{kN/m}$

Přičiňující délka NK1  $L_{B,1} = 72.80 \quad \text{m}$

Redukční součinitele přenosu  $z \quad \zeta_{B,1} = 1.00 \quad - \text{dilatační zařízení na obou stranách mostu}$

Zatížení v ose koleje (1 kolej)

NK1  $q_{K,1} = 10.0 \quad \text{kN/m}$

Reakce  $R_{x,1}$  (1. kolej)  $R_{x,1} = 1456 \quad \text{kN} \quad > 1000 \quad \text{kN}$  rozhoduje B

Reakce  $R_{x,2}$  (2. kolej) 50%  $R_{x,2} = 728 \quad \text{kN} \quad < 1000 \quad \text{kN}$  rozhoduje kombinace B+R

Celkem (2 koleje)  $2184 \quad \text{kN}$

excentricita osv prutu a TK  $e = 0.000 \quad \text{m} \quad \text{uvažováno bez excentricity}$

Zatížení rozjezdovými silami a brzdnými silami je uvažováno dle ČSN EN 1991-2 NA čl. NA.2.71, který řeší současný výskyt ve 2 kolejích.

Skupina zatížení **BR** byla vytvořena jako obálková kombinace z dílčích kombinací viz tabulka:

POL.	NÁZEV ZATĚŽ. STAVU	POPIS	DÍLČÍ KOMBINACE ZS											
			B.1 +X	B.2 +X	B.1 -X	B.2 -X	R.1 +X	R.2 +X	R.1 -X	R.2 -X	B.1_R.2 +X	B.2_R.1 +X	B.1_R.2 -X	B.2_R.1 -X
1	<b>B.1 +X</b>	Brzdné síly - kolej 1 +X	1.0	0.5							1.0			
2	<b>B.2 +X</b>	Brzdné síly - kolej 2 +X	0.5	1.0								1.0		
3	<b>B.1 -X</b>	Brzdné síly - kolej 1 -X			1.0	0.5							1.0	
4	<b>B.2 -X</b>	Brzdné síly - kolej 2 +X			0.5	1.0								1.0
5	<b>R.1 +X</b>	Rozjezdové síly - kolej 1 +X					1.0	0.5				1.0		
6	<b>R.2 +X</b>	Rozjezdové síly - kolej 2 +X					0.5	1.0			1.0			
7	<b>R.1 -X</b>	Rozjezdové síly - kolej 1 -X							1.0	0.5				1.0
8	<b>R.2 -X</b>	Rozjezdové síly - kolej 2 -X							0.5	1.0			1.0	

POL.	NÁZEV SKUPINY ZS	POPIS	OBÁLKOVÁ KOMBINACE ZS											
1	<b>B</b>	Brzdné síly	X	X	X	X								
2	<b>R</b>	Rozjezdové síly					X	X	X	X				
3	<b>BR</b>	Brzdné a Rozjezdové síly	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Pro výpočet účinků byly na výpočetní model zadány tyto zatěžovací stavy, z kterých byly vytvořeny obálkové zatěžovací stavy **B** a **R** :

#### Skupina zatěžovacích stavů B

1. B.1+ X - brzdné síly v koleji č.1 na celé délce mostu ve směru +X (po staničení)
2. B.2+ X - brzdné síly v koleji č.2 na celé délce mostu ve směru +X (po staničení)
3. B.1- X - brzdné síly v koleji č.1 na celé délce mostu ve směru -X (proti staničení)
4. B.2- X - brzdné síly v koleji č.2 na celé délce mostu ve směru -X (proti staničení)

#### Skupina zatěžovacích stavů R

1. R.1.1+ X - rozjezdové síly koleji č.1 v příhradě 1-7 na délce 30 m ve směru +X (po staničení)
2. R.2.1+ X - rozjezdové síly koleji č.2 v příhradě 1-7 na délce 30 m ve směru +X (po staničení)
3. R.1.2+ X - rozjezdové síly koleji č.1 v příhradě 9-16 na délce 30 m ve směru +X (po staničení)
4. R.2.2+ X - rozjezdové síly koleji č.2 v příhradě 9-16 na délce 30 m ve směru +X (po staničení)
  
1. R.1.1 - X - rozjezdové síly koleji č.1 v příhradě 1-7 na délce 30 m ve směru -X (proti staničení)
2. R.2.1 - X - rozjezdové síly koleji č.2 v příhradě 1-7 na délce 30 m ve směru -X (proti staničení)
3. R.1.2 - X - rozjezdové síly koleji č.1 v příhradě 9-16 na délce 30 m ve směru -X (proti staničení)
4. R.2.2 - X - rozjezdové síly koleji č.2 v příhradě 9-16 na délce 30 m ve směru -X (proti staničení)

Zatěžovací stavy jsou voleny s ohledem na skutečnost, že přenos podélných účinků není na konstrukci symetrický v podélném směru. Zvýšených účinků je dosahováno směrem k pevnému ložisku viz Analýza konstrukce - mostovka.

Pro možnost kombinování **B** a **R** dle ČSN EN (viz tabulka na předchozí straně) je zatížení zadáváno po kolejích 1 a 2. Rozjezdové síly jsou v podélném směru zadány v první a druhé polovině délky mostu.

S ohledem na uspořádání kolejnicových dilatačních zařízení (KDZ) na mostní konstrukci v místech přechodů z konstrukce na konstrukci působí brzdné a rozjezdové síly na celé mostní konstrukci bez redukce vlivem interakce koleje a konstrukce mostu v souladu s požadavky ČSN EN 1991-2.

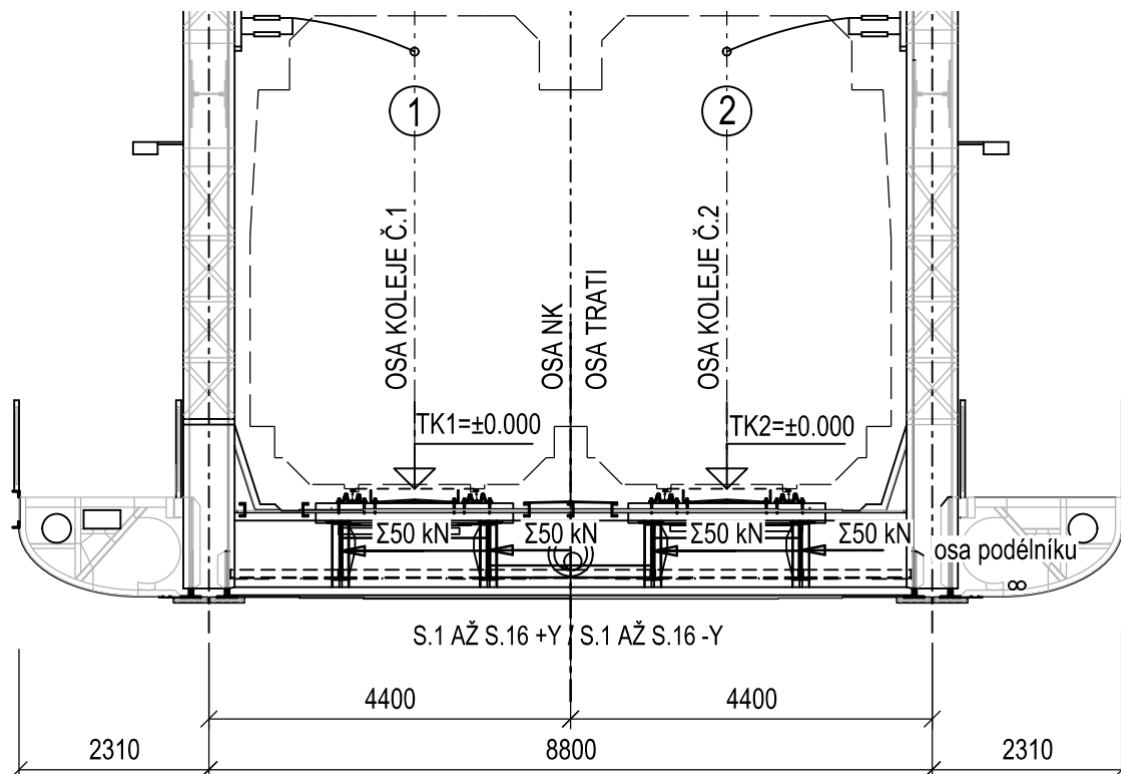
Objednatel: SŽDC, s.o.	50.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.9 Skupina zatěžovacích stavů S – Zatížení bočním rázem

Skupina zatížení / Popis

**S** - boční ráz



*Uvažování zatížení bočním rázem ve výpočetním modelu - roznos v příčném směru*

Pro vystižení reálného chování při zatížení bočním rázem s uvažováním působení vlastní konstrukce podvozku vozidla (tuhosti podvozku) a spolupůsobením s železničním svrškem je zatížení zadáno na pruty podélníku do osy tak, aby od příčných vodorovných účinků vznikl v podélníku primárně vodorovný ohybový moment  $M_z$ .

Pro přímé posouzení přechodnosti jsou účinky traťovou třídou zatížení **C3** uvažovány jako poměr nápravových sil traťové třídy zatížení **C3** a zatěžovacího schématu LM 71 a tzn.  $200 \text{ kN}/250 \text{ kN} = 0,8$ .

**Poznámka:**

*V rámci průzkumu novelizace Metodického pokynu je zvažováno s bočním rázem na úrovni **60 kN** ( tzn.  $0,6 \times 100 \text{ kN}$ ), což je v souladu se směrnicemi UIC a bylo uváděno i v původní směrnici SR 5 (S):1995.*

Objednatel: SŽDC, s.o.	51.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

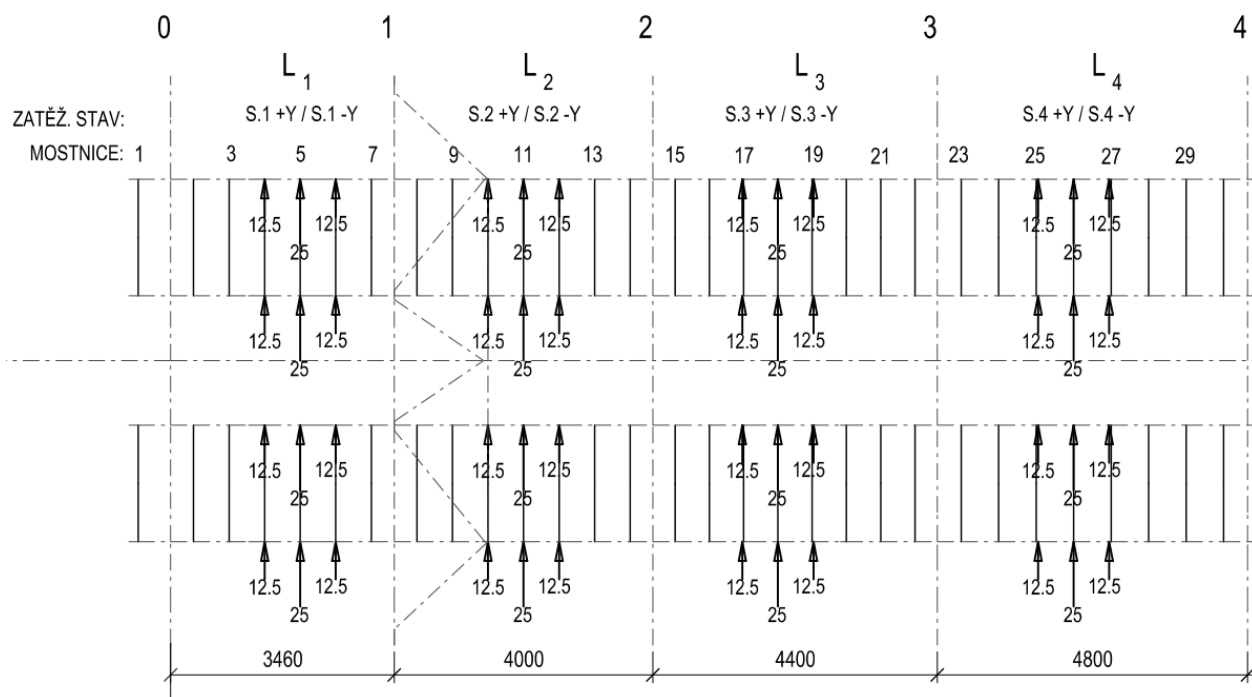
AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

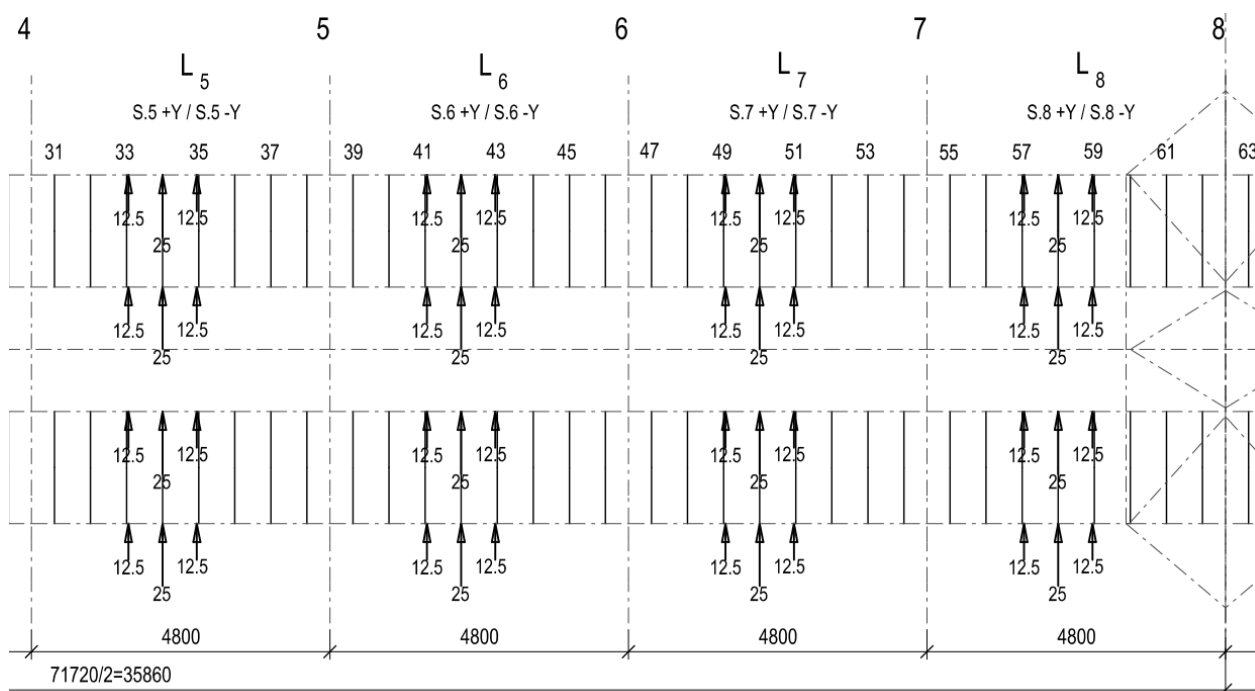
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



*Uvažování zatížení bočním rázem ve výpočetním modelu - roznos v podélném směru (ZS S.1+Y až S.4+Y)*



*Uvažování zatížení bočním rázem ve výpočetním modelu - roznos v podélném směru (ZS S.5+Y až S.8+Y)*

Osamělá síla 100 kN je rozdělena v poměru 0,25 : 0,50 : 0,25. Působí síly v místě mostnic v blízkosti středu rozpětí. Pro každou příhradu 1 až 16 je vytvořen samostatný zatěžovací stav pro směr působení +Y a -Y.

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

52.



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Pro výpočet účinků byly na výpočetní model zadány tyto zatěžovací stavy, z kterých byl vytvořen obálkový zatěžovací stav **S**:

#### Skupina zatěžovacích stavů S

- |             |   |
|-------------|---|
| 1. S.1 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 1 ve směru +Y (zprava)  |
| 2. S.2 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 2 ve směru +Y (zprava)  |
| 3. S.3 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 3 ve směru +Y (zprava)  |
| 4. S.4 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 4 ve směru +Y (zprava)  |
| 5. S.5 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 5 ve směru +Y (zprava)  |
| 6. S.6 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 6 ve směru +Y (zprava)  |
| 7. S.7 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 7 ve směru +Y (zprava)  |
| 8. S.8 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 8 ve směru +Y (zprava)  |
| 9. S.9 +Y   | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 9 ve směru +Y (zprava)  |
| 10. S.10 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 10 ve směru +Y (zprava) |
| 11. S.11 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 11 ve směru +Y (zprava) |
| 12. S.12 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 12 ve směru +Y (zprava) |
| 13. S.13 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 13 ve směru +Y (zprava) |
| 14. S.14 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 14 ve směru +Y (zprava) |
| 15. S.15 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 15 ve směru +Y (zprava) |
| 16. S.16 +Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 16 ve směru +Y (zprava) |
|             |   |
| 17. S.1 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 1 ve směru -Y (zleva)   |
| 18. S.2 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 2 ve směru -Y (zleva)   |
| 19. S.3 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 3 ve směru -Y (zleva)   |
| 20. S.4 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 4 ve směru -Y (zleva)   |
| 21. S.5 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 5 ve směru -Y (zleva)   |
| 22. S.6 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 6 ve směru -Y (zleva)   |
| 23. S.7 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 7 ve směru -Y (zleva)   |
| 24. S.8 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 8 ve směru -Y (zleva)   |
| 25. S.9 -Y  | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 9 ve směru -Y (zleva)   |
| 26. S.10 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 10 ve směru -Y (zleva)  |
| 27. S.11 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 11 ve směru -Y (zleva)  |
| 28. S.12 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 12 ve směru -Y (zleva)  |
| 29. S.13 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 13 ve směru -Y (zleva)  |
| 30. S.14 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 14 ve směru -Y (zleva)  |
| 31. S.15 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 15 ve směru -Y (zleva)  |
| 32. S.16 -Y | - boční ráz v koleji č.1 a č.2 v příhradě 16 ve směru -Y (zleva)  |

Objednatel: SŽDC, s.o.	53.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 2.3.10 Skupina zatěžovacích stavů FR – Zatížení třením v pohyblivých ložiscích

Skupina zatížení            Popis  
**FR** - zatížení od tření v ložiskách

Tření ve válcových ložiskách je dle původní ČSN 73 6203 0,02 % až 0,04% ( $\mu_{\max}$ )

Zatížení je zadáno na pruty v místě pohyblivých ložisek.

Součinitel tření ve válcovém ložisku (v provozním stavu bez koroze)

$$\mu_{\max} = 4 \cdot d^{-1} < 0,04$$

d = 180 - průměr válce v mm

$$\mu_{\max} = 0.022$$

NK	Zatěž. stav	G+P_71		Reakce od tření max	
	Podpěra	$\Sigma L$	$\Sigma P$	Rx.L	Rx.P
NK1	OP1	5013	5013	111	111

Pro výpočet účinků byly na výpočetní model zadány tyto zatěžovací stavy, z kterých byly vytvořeny obálkové zatěžovací stavy **FR** :

1. **FR + X** - tření v ložiscích ve směru +X (po staničení)
2. **FR - X** - tření v ložiscích ve směru -X (proti staničení)

### 2.3.11 Skupina zatěž. stavů K – Zatížení teplotním rozdílem NK

Skupina zatížení            Popis

**K** - kombinovaná odezva koleje a mostu

S ohledem na uspořádání kolejnicových dilatačních zařízení (KDZ) na mostní konstrukci v místech přechodů z konstrukce na konstrukci není kombinovaná odezva mostu a kolej při posouzení konstrukce uvažována.

Upevnění železničního svršku je pomocí pružných svěrek.

#### *Poznámka:*

*U NK 3 je přechod na opěru OP2, kde je pevné ložisko, bez kolejnicového dilatačního zařízení. Za opěrou OP2 je situována kolejová spojka (výh.601 /602), kterou jsou účinky bezstykové koleje z navazujícího úseku redukovány. Případné negativní účinky z interakce v daném úseku z částečné interakce by byly ve výsledné kombinaci při uvažování účinků brzdových a rozjezdových sil vzájemně eliminovány.*

Objednatel: SŽDC, s.o.	54.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2.4 Skupina zatěžovacích stavů I – Imperfekce soustavy

Skupina zatížení Popis

I - imperfekce soustavy

Metodika stanovení imperfekcí popsána v kapitole 4. Analýza konstrukce., 4.2 Analýza vlivu II. řádu charakteristik konstrukce.

### Imperfekce soustavy použité pro výpočet součinitelů interakce

Tlačený horní pás je proti vybočení stabilizován vodorovným ztužením.

Náhradní silové zatížení vyjadřuje vliv od globálních imperfekcí soustavy

Součinitel spolehlivosti zatížení pro příčné zatížení od imperfekcí soustavy: shodně s vlastní tíhou

Amplituda deformace je stanovena dle ČSN EN 1993-2 čl. 5.3.3 (1)

$e_0$	=	$\alpha_m \cdot L/500$	
$L$	=	28800 mm	- délka dle kritického tvaru v místě amplitudy (2. tvar vybočení z roviny)
$\alpha_m$	=	0.87	- vliv počtu výztužných prutů/hl. nosníků ( $n = 2$ )
$1/\Phi$	=	1263	- počáteční hodnota naklonění pro vybočení z roviny nosníku
$e_0$	=	49.9 mm	- celková náhradní imperfekce ve středu nosníku
$\phi_0$	=	0.28%	- počáteční natočení ve styčnicku 0

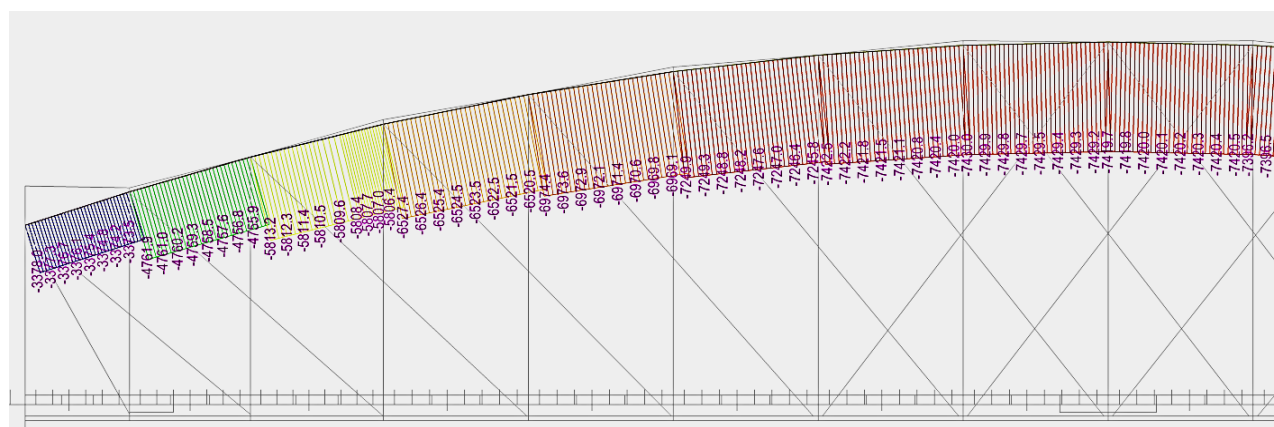
Příhrada $j \in (1, 8)$	1	2	3	4	5	6	7	8
osové síly	-3370	-4761	-5813	-6972	-7248	-7421	-7420	-7429
délka příhrady $L_i$	3600	4000	4400	4800	4800	4800	4800	4800
dílková excentricita $e_{0,i}$		21		37		47		50
změna úhlu $\Phi_i$		0.079%		0.079%		0.079%		0.079%

Velikost síly je dána vztahem:

$$F_{Sk,i} = \pm 0,5 \cdot (N_{Sk,j} + N_{Sk(j+1)}) \cdot \Phi_i$$

Uvažované hodnoty příčných sil na styčníky levého a pravého horního pásu:

Styčník $i \in (1, 8)$	1	2	3	4	5	6	7	8
$F_{Sk,j}$		-4.2		-5.6		-5.9		-5.9



průběh normálové síly  $N_x$  v horním páse

Objednatel: SŽDC, s.o.	55.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2.5 PRŮZKUM DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ NA TRATI

Pro potřeby posouzení mezního stavu únavy pomocí metody "kumulace únavového poškození" tzv. **Palmgren-Minerovou** hypotézou bylo nezbytné získat informace o dopravním zatížení od vzniku mostu, až po dobu plánovaného konce životnosti tzn. od roku 1901 až po 2055 (30 let po provedení rekonstrukce mostu).

Uvedená metoda kumulace únavového poškození patří mezi nejpřesnější metody a z možných přístupů k nejvíce rozšířeným. Jedná se o lineární hypotézu kumulace únavového poškození. V případě této metody jsou vstupní data ve formě spekter napětí.

Přemostění v místě trati Praha - Hlavní nádraží - Smíchov je specifické s ohledem na sdruženou funkci s Branickým mostem, který překonává řeku Vltavu na jižním okraji Prahy a převádí tzv. Jižní spojku Radotín - Krč - Vršovice. V roce 1964 byla větší část nákladní dopravy převedena právě na tuto trať. Část nákladních vlaků směr Kladno bylo na mostě ponecháno společně s osobní dopravou.

Dopravní data byla dohledávána v historických dokumentech, což bylo velmi časově náročné. Historická data byla následně rozdělena na intenzity připadající Branickému mostu a intenzity připadající mostu Pod Vyšehradem. S pohledu celkové intenzity přeprav je nutné na obě trati pohlížet jako na jeden úsek.

Historická data jsou dostupná za celou síť. Tato data je třeba tedy přepočítat k délce tratí v rámci Rakouska-Uherska, od roku 1918 v rámci Československa a poté od roku 1993 v rámci České republiky. Do vývoje intenzit se také promítají dvě světové války a krizová období po jejich konci. Základní zdrojem informací jsou ročenky, kde jsou uváděny dopravní údaje.

Dělení podle tratí bylo dohledáno do roku 1986, což je jeden ze stěžejních milníků, protože zde docházelo ke kulminaci dopravních přeprav (vrchol grafu). Následně nastával pokles a to zejména po roce 1989, kdy docházelo vlivem vývoje hospodářství k zásadní přeměně potřeb přepravy. Od roku 2005 lze získat data rozdělená na nákladní dopravu a osobní dopravu.

Výhledové zatížení bylo uvažováno dle předpokladů dopravní technologie.

Pro posouzení mezního stavu únavy bylo využito relativních spekter rozkmitů napětí dle ČSN 73 6203:86 v období 1901 až 2000. Tato normová relativní spektra vztažená k zatěžovacímu vlaku ČD-Z (LM 71 s  $\alpha=1,1$ ) byla transformována pro zatěžovací schéma traťové třídy zatížení C3 a následně aplikována na dvoukolejný most.

Pro období 2001 až 2055 byla spektra stanovena na základě vyhodnocení dynamické odezvy od současných a výhledových vlaků, které byly vyhodnoceny ze stávající skladby dopravy.

Metodicky byla data intenzit dopravy vyhodnocena dle postupů Prof. L. Frýby shrnuté v dizertační práci Ing. L. Žemličkové "Ekvivalentní rozkmit napětí železničních mostů", 2004 [2.6].

Základem metodiky jsou údaje o vývoji průměrného provozního zatížení v celé síti, které je bráno jako celkové zatížení v miliónech hrubých tunokilometrů za rok v závislosti na celkové délce kolejí [2.6].

$$P_{pz} = c_z / s,$$

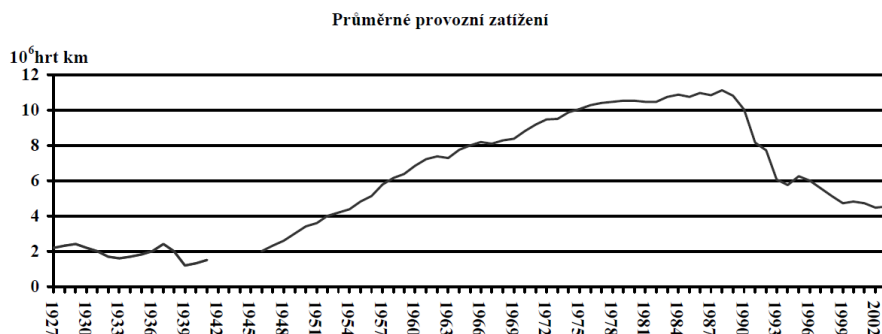
kde  $P_{pz}$  průměrné provozní zatížení,  
 $c_z$  celkové zatížení dopravou,  
 $s$  celková délka kolejí

Celková délka kolejí se od padesátých let výrazně změnila pouze jednou a to při rozpadu ČSD na ČD a ŽSR. Ostatní změny jsou z hlediska celé sítě nepatrné, a proto jsou zanedbány a vzaty v úvahu pouze 2 různé hodnoty.

Objednatel: SŽDC, s.o.	56.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

časový interval	délka sítě s [km]
1954 – 1992	16175
1993 – 2004	11430



Vývoj průměrného provozního zatížení v celé síti SŽDC (ČD) v období 1927 až 2002 [zdroj 2.6]

Jak již bylo v úvodu zmíněno, odhad vývoje zatížení od dopravy na železničních mostech (zejména ocelových mostech) je velmi důležitý pro stanovení únavy materiálu mostu, ze které se následně stanoví zbytková únavová životnost vybraných detailů.

Vývoj dopravního zatížení na mostě Pod Vyšehradem v km 3,706 je stanoven z tabulek provozního zatížení, výročních zpráv od SŽDC a dokumentů z Ústřední technické knihovny dopravy. Pro stanovení vývoje dopravy na mostě pod Vyšehradem je sledován i vývoj dopravy na mostě Branickém, který po svém uvedení do provozu v roce 1964 přebírá velkou část dopravního zatížení zejména od nákladních vlaků.

Mezi lety 2005-2015 jsou známy hodnoty přepočtené i nepřepočtené, zatímco v letech 1901-2004 s výjimkou let 1990, 2000 a 2001 jsou známy pouze hodnoty nepřepočítané. Přepočtené hodnoty v sobě obsahují částečně i dynamické zatížení koleje, které je zohledněno v dílčích součinitelích, jako například vliv maximální povolené rychlosti na trati osobní i nákladní dopravy, vliv hmotnosti a nepříznivých účinků náprav od nákladního provozu a také podíl hmotnosti hnacích vozidel na celkové hmotnosti vlaku. Dynamické zatížení se ovšem zavádí pomocí dynamického součinitele v pozdější části výpočtu. Z důvodu, aby nebyly hodnoty vynásobeny dvakrát kvůli dynamickému zatížení, jsou použity **hodnoty nepřepočtené**.

Z tabulek provozního zatížení od SŽDC jsou známy přesné hodnoty přepravených milionů hrubotun pro most Pod Vyšehradem i pro most Branický. Na mostě Pod Vyšehradem je také celkové zatížení rozděleno i do jednotlivých kolejí. Na Branickém mostě toto rozdělení není, protože se jedná o jednokolejný most. Tyto hodnoty jsou známy z let 2000, 2001 a 2005-2015. Z těchto let, kromě roku 2015, je známo i kolik z toho zatížení tvořili vlaky osobní a kolik nákladní. V letech 2002-2004 je provozní zatížení stanoveno pomocí interpolace mezi známými hodnotami z let 2001 a 2005. Z výročních zpráv SŽDC je znám celkový výkon dopravců v letech 2003-2015, kde jsou hodnoty přepočtené. Výkony dopravců mezi lety 1954-2003 byly známy z dizertační práce [2.6]. Výkony jsou rozděleny na osobní a nákladní dopravu. Hodnoty v této dizertační práci [2.6] jsou nepřepočtené. Na základě těchto údajů je v letech, kdy jsou známy hodnoty zatížení Branického mostu i mostu Pod Vyšehradem, zjištěn poměr mezi oběma pražskými mosty dohromady a celkovým výkonem v síti, což je hodnota, která ukazuje, kolik provozního zatížení přejede přes oba tyto mosty a velmi přesně je stanovena v letech 2000-2015. Spočítáno je také procentuální zastoupení od nákladní a osobní dopravy na celkovém výkonu v celé železniční síti. Na základě poměru obou mostů dohromady k celkovému výkonu dopravců v celé síti, bylo dopočítáno celkové zatížení obou mostů.

Objednatel: SŽDC, s.o.	57.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : <b>Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem</b>	STUPEŇ : <b>PD</b>

Rozdělení mezi nákladní a osobní dopravu je rozpočítáno pomocí poměru mezi výkony osobní a nákladní dopravy v celé železniční síti v daném roce. Dopravní zatížení v roce 1990, kde je známa hodnota zatížení každé koleje na obou mostech, a to přepočtená i nepřepočtená. Rozdělení dopravy na mosty na nákladní a osobní dopravu bylo spočítáno za předpokladu, že veškerá osobní doprava jezdila po mostě Pod Vyšehradem a celkové zatížení na Branickém mostě tvořila pouze doprava nákladní. Výkon nákladní dopravy na mostě Pod Vyšehradem se poté stanovil jako rozdíl mezi výkonem od nákladní dopravy stanoveným dohromady pro oba mosty a nákladní dopravou, která jela přes Branický most.

Zatížení jednotlivých kolejí na mostě pod Vyšehradem je rozděleno dle průměrného poměru z let 1986-1990 celkového zatížení těchto kolejí.

Hodnoty zatížení obou mostu v letech 1991-1999 jsou dopočítány pomocí interpolace mezi známými roky 1990 a 2000.

Dále v roce 1986 je známa hodnota zatížení obou mostů, ale pouze hodnota přepočtená pro každou kolej na obou mostech. Nepřepočtená hodnota byla stanovena pomocí poměru mezi přepočtenou a nepřepočtenou hodnotou z roku 1990. Rozdělení dopravy opět proběhlo tak, že přes most Pod Vyšehradem jela všechna osobní doprava a přes Branický most pouze nákladní doprava. Zatížení nákladní dopravou na mostě Pod Vyšehradem bylo stanoveno opět jako rozdíl mezi celkovou nákladní dopravou pro oba mosty a tou, která jela přes Branický most.

Roky 1987-1989 byly opět dopočítány lineární interpolací mezi roky 1986 a 1990. Poté byl z let 1986-1990 stanoven průměrný výkon na mostě pod Vyšehradem v obou kolejích a na Branickém mostě ku celkovému výkonu v celé železniční síti. Spočítány jsou průměrné zatížení v letech 1986-1990 na mostě pod Vyšehradem v každé koleji. Zatížení obou mostů a jednotlivých kolejí je poté stanoveno jako zatížení celé sítě krát průměrné procentuální zastoupení, z let 1986-1990, na výkonu v celé síti. Takto byly spočítány roky 1964-1985.

V roce 1964 byl postaven Branický most, a tedy před tímto rokem je předpokládáno, že všechna železniční doprava jezdila přes most Pod Vyšehradem. Před tímto rokem se procentuální zastoupení na výkonech od obou mostů sečetlo a předpokládalo se, že vše jezdilo po mostě pod Vyšehradem. Roky 1954 až 1963 jsou dopočítány jako výkony v celé síti krát průměrný výkon v letech 1986-1990 pro oba mosty, což se rovná celkovému zatížení na mostě pod Vyšehradem. Rozdělení mezi jednotlivé koleje bylo pomocí průměrného poměru z let 1986-1990.

Rozdělení na osobní a nákladní proběhlo opět pomocí poměru mezi výkony od osobní dopravy a nákladní v celé síti ku celkovému. Před rokem 1954 již nejsou data z dizertační práce [2.6]. Data byla poté dohledána v Ústřední technické knihovně dopravy. V knihovně byla nalezena data o výkonech v celé síti v letech 1946, 1928, 1927, 1921, 1920, 1919 a také data v letech 1901-1913, která jsou z období Rakouska-Uherska.

V letech 1907-1953 byly dopočítány pomocí interpolace mezi známými roky. Od postavení mostu v roce 1901 do 1913 byly známé hodnoty vynásobeny poměrnou délkou tratí v Rakousku – Uhersku a v pozdějším Československu. Hodnoty v době světových válek tedy v letech 1914-1918 a 1939-1945 byly zvětšeny o 50% z důvodu zvýšené potřeby převozu armádní techniky a zásob. Celkové zatížení a zatížení jednotlivých kolejí na mostě Pod Vyšehradem bylo opět dopočítáno jako celkové zatížení v celé železniční síti v daném roce krát průměrné procentuální zatížení z let 1986-1990. V letech 1901 až 1906 je na mostě dle dobových dokumentů počítáno pouze s jednou kolejí, tudíž veškerá doprava na mostě jezdila přes kolej ve směru na Smíchov. Rozdělení v letech 1901-1953 na osobní a nákladní dopravu je na základě průměrného rozdělení v letech 1954-1963.

Objednatel: SŽDC, s.o.	58.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

## Vyhodnocení vývoje intenzity dopravního zatížení v uzlu Praha [nepřepočtené m.hr. tun/rok]

Rok	Výtoňský most			Výtoňská most - Smíchov			Výtoňská most - Vyšehrad			Vršovice (Křč), Radotín			Praha	Výtoňský most		Branický most Nákladní (celkem)
	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	celkem	Osobní	Nákladní	
1901	1.49	0.31	1.18	1.49	0.31	1.18	-	-	-				1.49	0.31	1.18	
1902	1.48	0.31	1.17	1.48	0.31	1.17	-	-	-				1.48	0.31	1.17	
1903	1.47	0.31	1.16	1.47	0.31	1.16	-	-	-				1.47	0.31	1.16	
1904	1.47	0.31	1.16	1.47	0.31	1.16	-	-	-				1.47	0.31	1.16	
1905	1.53	0.32	1.21	1.53	0.32	1.21	-	-	-				1.53	0.32	1.21	
1906	1.63	0.34	1.29	1.63	0.34	1.29	-	-	-				1.63	0.34	1.29	
1907	1.69	0.35	1.33	0.82	0.17	0.65	0.87	0.18	0.69				1.69	0.35	1.33	
1908	1.73	0.36	1.37	0.84	0.18	0.66	0.89	0.19	0.70				1.73	0.36	1.37	
1909	1.71	0.36	1.35	0.83	0.17	0.65	0.88	0.19	0.70				1.71	0.36	1.35	
1910	1.68	0.35	1.33	0.81	0.17	0.64	0.87	0.18	0.68				1.68	0.35	1.33	
1911	1.81	0.38	1.43	0.88	0.18	0.69	0.93	0.20	0.74				1.81	0.38	1.43	
1912	1.90	0.40	1.50	0.92	0.19	0.73	0.98	0.21	0.77				1.90	0.40	1.50	
1913	1.89	0.40	1.49	0.92	0.19	0.72	0.98	0.20	0.77				1.89	0.40	1.49	
1914	5.83	1.22	4.60	2.82	0.59	2.23	3.01	0.63	2.37				5.83	1.22	4.60	
1915	5.83	1.22	4.61	2.82	0.59	2.23	3.01	0.63	2.38				5.83	1.22	4.61	
1916	5.83	1.23	4.61	2.83	0.59	2.23	3.01	0.63	2.38				5.83	1.23	4.61	
1917	5.84	1.23	4.61	2.83	0.59	2.23	3.01	0.63	2.38				5.84	1.23	4.61	
1918	5.84	1.23	4.61	2.83	0.59	2.23	3.01	0.63	2.38				5.84	1.23	4.61	
1919	3.89	0.82	3.08	1.89	0.40	1.49	2.01	0.42	1.59				3.89	0.82	3.08	
1920	4.51	0.95	3.56	2.19	0.46	1.73	2.33	0.49	1.84				4.51	0.95	3.56	
1921	5.36	1.13	4.24	2.60	0.55	2.05	2.77	0.58	2.19				5.36	1.13	4.24	
1922	4.85	1.02	3.83	2.35	0.49	1.86	2.50	0.53	1.98				4.85	1.02	3.83	
1923	4.34	0.91	3.42	2.10	0.44	1.66	2.24	0.47	1.77				4.34	0.91	3.42	
1924	3.82	0.80	3.02	1.85	0.39	1.46	1.97	0.41	1.56				3.82	0.80	3.02	
1925	3.31	0.69	2.61	1.60	0.34	1.26	1.70	0.36	1.35				3.31	0.69	2.61	
1926	2.79	0.59	2.20	1.35	0.28	1.07	1.44	0.30	1.14				2.79	0.59	2.20	
1927	2.28	0.48	1.80	1.10	0.23	0.87	1.17	0.25	0.93				2.28	0.48	1.80	
1928	2.40	0.50	1.90	1.16	0.24	0.92	1.24	0.26	0.98				2.40	0.50	1.90	
1929	2.59	0.54	2.05	1.26	0.26	0.99	1.34	0.28	1.06				2.59	0.54	2.05	
1930	2.79	0.59	2.20	1.35	0.28	1.07	1.44	0.30	1.14				2.79	0.59	2.20	
1931	2.98	0.63	2.35	1.44	0.30	1.14	1.54	0.32	1.21				2.98	0.63	2.35	
1932	3.17	0.67	2.50	1.54	0.32	1.21	1.63	0.34	1.29				3.17	0.67	2.50	
1933	3.36	0.71	2.66	1.63	0.34	1.29	1.73	0.36	1.37				3.36	0.71	2.66	
1934	3.55	0.75	2.81	1.72	0.36	1.36	1.83	0.38	1.45				3.55	0.75	2.81	
1935	3.75	0.79	2.96	1.81	0.38	1.43	1.93	0.41	1.53				3.75	0.79	2.96	
1936	3.94	0.83	3.11	1.91	0.40	1.51	2.03	0.43	1.60				3.94	0.83	3.11	
1937	4.13	0.87	3.26	2.00	0.42	1.58	2.13	0.45	1.68				4.13	0.87	3.26	
1938	4.32	0.91	3.41	2.09	0.44	1.65	2.23	0.47	1.76				4.32	0.91	3.41	
1939	6.77	1.42	5.35	3.28	0.69	2.59	3.49	0.73	2.76				6.77	1.42	5.35	
1940	7.06	1.48	5.58	3.42	0.72	2.70	3.64	0.76	2.88				7.06	1.48	5.58	
1941	7.35	1.54	5.80	3.56	0.75	2.81	3.79	0.80	2.99				7.35	1.54	5.80	
1942	7.64	1.60	6.03	3.70	0.78	2.92	3.94	0.83	3.11				7.64	1.60	6.03	
1943	7.92	1.66	6.26	3.84	0.81	3.03	4.09	0.86	3.23				7.92	1.66	6.26	
1944	8.21	1.72	6.49	3.98	0.84	3.14	4.23	0.89	3.34				8.21	1.72	6.49	
1945	8.50	1.78	6.71	4.12	0.86	3.25	4.38	0.92	3.46				8.50	1.78	6.71	
1946	5.86	1.23	4.63	2.84	0.60	2.24	3.02	0.63	2.39				5.86	1.23	4.63	
1947	7.11	1.49	5.61	3.44	0.72	2.72	3.66	0.77	2.90				7.11	1.49	5.61	
1948	8.36	1.75	6.60	4.05	0.85	3.20	4.31	0.90	3.40				8.36	1.75	6.60	
1949	9.60	2.02	7.59	4.65	0.98	3.68	4.95	1.04	3.91				9.60	2.02	7.59	
1950	10.85	2.28	8.57	5.26	1.10	4.15	5.60	1.18	4.42				10.85	2.28	8.57	
1951	12.10	2.54	9.56	5.86	1.23	4.63	6.24	1.31	4.93				12.10	2.54	9.56	
1952	13.35	2.80	10.55	6.47	1.36	5.11	6.88	1.45	5.44				13.35	2.80	10.55	
1953	14.60	3.07	11.53	7.07	1.48	5.59	7.53	1.58	5.95				14.60	3.07	11.53	
1954	15.85	3.72	12.13	7.68	1.80	5.88	8.17	1.92	6.26				15.85	3.72	12.13	
1955	17.51	4.00	13.40	8.48	1.94	6.49	9.03	2.06	6.91				17.51	4.00	13.40	
1956	18.64	4.10	14.41	9.03	1.99	6.98	9.61	2.11	7.43				18.64	4.10	14.41	
1957	20.97	4.33	16.50	10.16	2.10	7.99	10.81	2.23	8.51				20.97	4.33	16.50	
1958	22.38	4.46	17.79	10.84	2.16	8.62	11.54	2.30	9.17				22.38	4.46	17.79	
1959	23.24	4.63	18.48	11.26	2.24	8.95	11.98	2.39	9.53				23.24	4.63	18.48	
1960	24.89	4.96	19.80	12.06	2.40	9.59	12.83	2.56	10.21				24.89	4.96	19.80	
1961	26.25	5.09	21.03	12.71	2.47	10.18	13.53	2.62	10.84				26.25	5.09	21.03	
1962	26.83	5.18	21.52	13.00	2.51	10.42	13.84	2.67	11.10				26.83	5.18	21.52	
1963	26.49	5.04	21.32	12.83	2.44	10.33	13.66	2.60	10.99				26.49	5.04	21.32	
1964	14.20	5.31	8.76	6.88	2.57	4.24	7.32	2.74	4.52	13.99	-	13.99	28.18	5.31	8.76	13.99

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**pokračování (1964 - 2025)**

Rok	Výtoňský most			Výtoňská most - Smíchov			Výtoňská most - Vyšehrad			Vršovice (Krč), Radotín			Praha	Výtoňský most			Branický most
	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	celkem	Osobní	Nákladní	Nákladní (celkem)	
1964	14.20	5.31	8.76	6.88	2.57	4.24	7.32	2.74	4.52	13.99	-	13.99	28.18	5.31	8.76	13.99	
1965	14.67	5.39	9.16	7.11	2.61	4.44	7.57	2.78	4.73	14.45	-	14.45	29.13	5.39	9.16	14.45	
1966	14.97	5.53	9.32	7.25	2.68	4.51	7.72	2.85	4.81	14.75	-	14.75	29.72	5.53	9.32	14.75	
1967	14.81	5.72	8.98	7.18	2.77	4.35	7.64	2.95	4.63	14.59	-	14.59	29.41	5.72	8.98	14.59	
1968	15.20	5.92	9.17	7.36	2.87	4.44	7.84	3.05	4.73	14.97	-	14.97	30.16	5.92	9.17	14.97	
1969	15.33	6.13	9.09	7.42	2.97	4.41	7.90	3.16	4.69	15.10	-	15.10	30.43	6.13	9.09	15.10	
1970	16.15	6.18	9.86	7.82	3.00	4.78	8.33	3.19	5.08	15.91	-	15.91	32.05	6.18	9.86	15.91	
1971	16.82	6.34	10.46	8.15	3.07	5.07	8.67	3.27	5.40	16.57	-	16.57	33.39	6.34	10.46	16.57	
1972	17.34	6.53	10.80	8.40	3.16	5.23	8.94	3.37	5.57	17.08	-	17.08	34.43	6.53	10.80	17.08	
1973	17.42	6.66	10.75	8.44	3.23	5.20	8.98	3.43	5.54	17.16	-	17.16	34.58	6.66	10.75	17.16	
1974	18.11	6.83	11.33	8.77	3.31	5.49	9.34	3.52	5.84	17.84	-	17.84	35.94	6.83	11.33	17.84	
1975	18.45	6.83	11.58	8.94	3.31	5.61	9.51	3.52	5.97	18.17	-	18.17	36.62	6.83	11.58	18.17	
1976	18.85	6.77	12.07	9.13	3.28	5.84	9.72	3.49	6.22	18.57	-	18.57	37.42	6.77	12.07	18.57	
1977	19.07	6.79	12.31	9.24	3.29	5.96	9.84	3.50	6.35	18.79	-	18.79	37.86	6.79	12.31	18.79	
1978	19.17	6.80	12.36	9.29	3.29	5.99	9.88	3.51	6.37	18.88	-	18.88	38.05	6.80	12.36	18.88	
1979	19.30	6.74	12.54	9.35	3.27	6.07	9.95	3.48	6.47	19.01	-	19.01	38.31	6.74	12.54	19.01	
1980	19.28	6.77	12.50	9.34	3.28	6.05	9.94	3.49	6.45	18.99	-	18.99	38.28	6.77	12.50	18.99	
1981	19.21	6.75	12.45	9.30	3.27	6.03	9.90	3.48	6.42	18.92	-	18.92	38.13	6.75	12.45	18.92	
1982	19.18	6.84	12.33	9.29	3.31	5.97	9.89	3.53	6.36	18.89	-	18.89	38.07	6.84	12.33	18.89	
1983	19.67	7.00	12.66	9.53	3.39	6.13	10.14	3.61	6.53	19.38	-	19.38	39.05	7.00	12.66	19.38	
1984	19.94	7.09	12.83	9.66	3.44	6.22	10.28	3.66	6.62	19.64	-	19.64	39.57	7.09	12.83	19.64	
1985	19.70	7.10	12.59	9.54	3.44	6.10	10.16	3.66	6.49	19.41	-	19.41	39.11	7.10	12.59	19.41	
1986	19.02	7.67	11.34	9.15	3.70	5.46	9.87	3.98	5.88	22.70	-	22.70	41.72	7.67	11.34	22.70	
1987	19.29	7.67	11.62	9.32	3.70	5.61	9.97	3.97	6.01	21.07	-	-	40.36	7.67	11.62	21.07	
1988	19.57	7.67	11.90	9.48	3.71	5.76	10.09	3.96	6.13	19.45	-	-	39.01	7.67	11.90	19.45	
1989	19.85	7.67	12.18	9.64	3.72	5.92	10.21	3.94	6.26	17.82	-	-	37.66	7.67	12.18	17.82	
1990	20.59	7.66	12.46	10.02	3.73	6.07	10.56	3.93	6.39	16.19	-	16.19	36.78	7.66	12.46	16.19	
1991	19.93	8.57	11.36	9.72	4.20	5.52	10.20	4.37	5.83	15.79	-	-	35.72	8.57	11.36	15.79	
1992	19.74	9.48	10.25	9.65	4.67	4.98	10.09	4.82	5.27	15.39	-	-	35.13	9.48	10.25	15.39	
1993	19.54	10.39	9.15	9.57	5.14	4.43	9.97	5.26	4.71	14.99	-	-	34.53	10.39	9.15	14.99	
1994	19.35	11.30	8.04	9.49	5.60	3.89	9.85	5.70	4.15	14.59	-	-	33.94	11.30	8.04	14.59	
1995	19.15	12.21	6.94	9.41	6.07	3.34	9.74	6.14	3.60	14.19	-	-	33.34	12.21	6.94	14.19	
1996	18.96	13.12	5.83	9.34	6.54	2.80	9.62	6.59	3.04	13.79	-	-	32.75	13.12	5.83	13.79	
1997	18.76	14.03	4.73	9.26	7.01	2.25	9.50	7.03	2.48	13.39	-	-	32.15	14.03	4.73	13.39	
1998	18.57	14.94	3.63	9.18	7.47	1.71	9.39	7.47	1.92	12.99	-	-	31.56	14.94	3.63	12.99	
1999	18.38	15.85	2.52	9.10	7.94	1.16	9.27	7.91	1.36	12.59	-	-	30.96	15.85	2.52	12.59	
2000	18.18	16.77	1.42	9.03	8.41	0.62	9.16	8.36	0.80	12.19	0.07	12.12	30.37	16.77	1.42	12.19	
2001	19.52	17.85	1.66	9.53	8.82	0.72	9.98	9.04	0.95	11.44	0.06	11.38	30.95	17.85	1.66	11.44	
2002	19.72	18.23	1.49	9.80	9.10	0.70	9.91	9.13	0.79	10.88	0.04	10.84	30.60	18.23	1.49	10.88	
2003	19.92	18.61	1.31	10.08	9.39	0.69	9.84	9.22	0.62	10.33	0.03	10.29	30.24	18.61	1.31	10.33	
2004	20.12	18.98	1.14	11.24	9.67	0.68	9.77	9.31	0.46	9.77	0.02	9.75	29.89	18.98	1.14	9.77	
2005	20.32	19.36	0.96	10.62	9.96	0.66	9.70	9.40	0.30	9.21	0.01	9.21	29.54	19.36	0.96	9.21	
2006	18.18	17.48	0.71	9.10	8.70	0.39	9.09	8.77	0.31	10.33	0.01	10.32	28.51	17.48	0.71	10.33	
2007	20.94	20.23	0.71	10.57	10.18	0.39	10.38	10.06	0.32	9.71	0.01	9.70	30.65	20.23	0.71	9.71	
2008	14.35	13.82	0.53	7.18	6.93	0.26	7.17	6.90	0.27	9.34	0.02	9.32	23.68	13.82	0.53	9.34	
2009	26.26	24.57	1.69	13.11	12.32	0.79	13.15	12.25	0.90	5.66	0.03	5.63	31.92	24.57	1.69	5.66	
2010	24.59	23.02	1.57	12.30	11.51	0.80	12.29	11.51	0.77	5.97	0.07	5.91	30.56	23.02	1.57	5.97	
2011	16.65	15.07	1.58	8.54	7.55	1.00	8.11	7.53	0.58	5.48	0.15	5.34	22.13	15.07	1.58	5.48	
2012	25.31	23.46	1.85	12.92	11.78	1.13	12.40	11.68	0.72	4.97	0.27	4.70	30.29	23.46	1.85	4.97	
2013	21.24	19.81	1.43	10.61	9.92	0.69	10.63	9.89	0.75	6.80	0.13	6.67	28.04	19.81	1.43	6.80	
2014	20.20	19.11	1.09	10.16	9.60	0.56	10.03	9.51	0.53	6.86	0.21	6.66	27.06	19.11	1.09	6.86	
2015	17.38	-	-	8.66	-	-	8.72	-	-	5.41	-	-	22.79	-	-	5.41	
2016	19.00	-	-	10.04	-	-	8.96	-	-	7.60	-	-	26.60	-	-	7.60	
2017	20.62			10.46			10.16			5.41			26.03				
2018	24.81			12.62			12.20			6.86			31.68				
2019	26.26			13.34			12.92			6.80			33.06				
2020	26.42			13.41			13.01			4.97			31.40				
2021	27.34			13.91			13.43			5.48			32.82				
2022	26.42			8.00			0.00			5.97			32.40				
2023	11.82			8.00			0.00			17.48			29.29				
2024	11.17			8.00			0.00			20.50			31.67				
2025	9.28			13.32			12.89			18.99			28.27				

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**pokračování (2023 - 2055)**

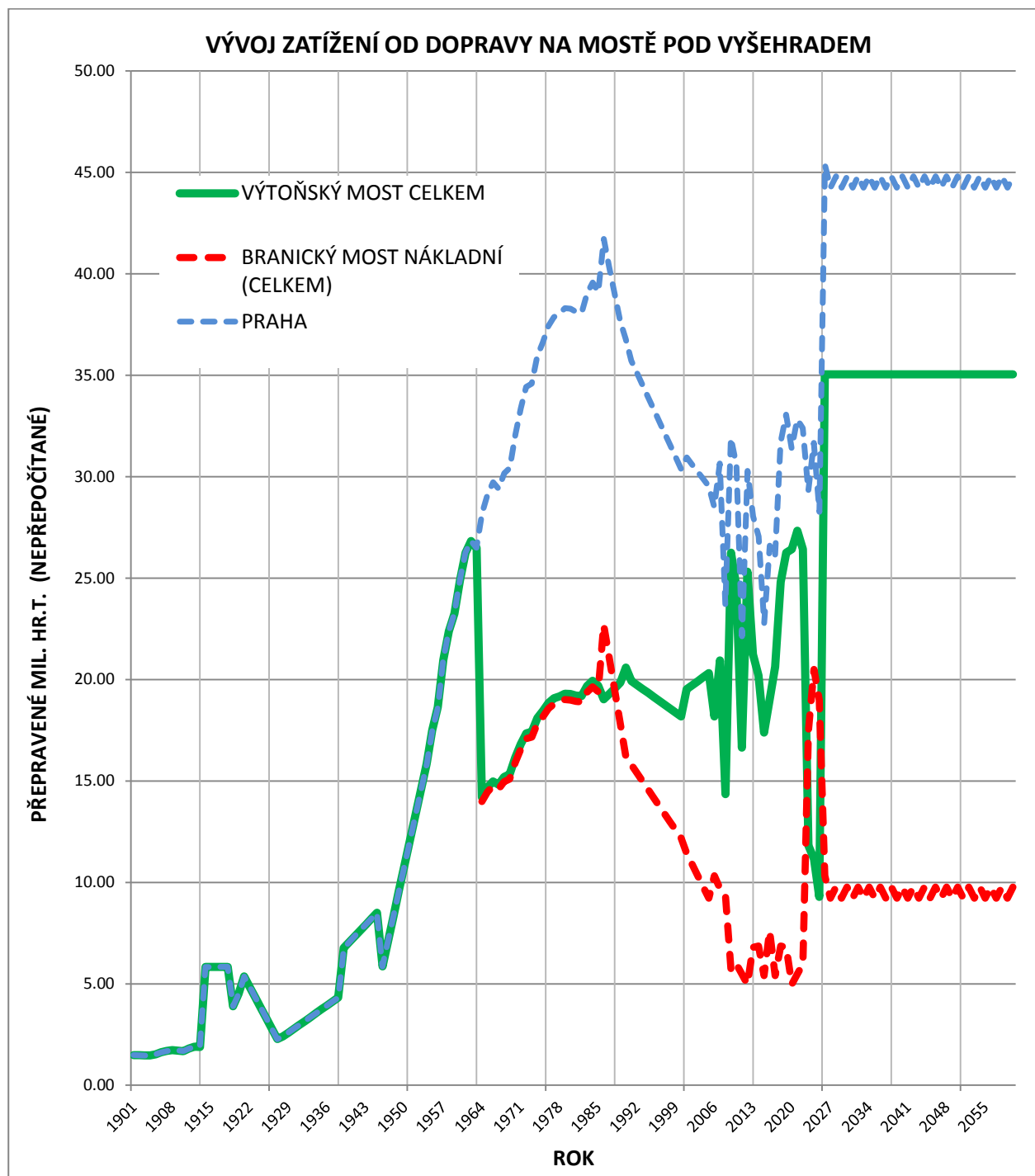
Rok	Výtoňský most			Výtoňská most - Smíchov			Výtoňská most - Vyšehrad			Vršovice (Krč), Radotín			Praha	Výtoňský most			Branický most
	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	Celkem	osob.	náklad.	celkem	Osobní	Nákladní	Nákladní (celkem)	
2023	11.82			8.00			0.00			17.48			29.29				
2024	11.17			8.00			0.00			20.50			31.67				
2025	9.28			13.32			12.89			18.99			28.27				
2026	35.04			17.81			17.23			10.33			45.37				
2027	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2028	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2029	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2030	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2031	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2032	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2033	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2034	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2035	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2036	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2037	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2038	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2039	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2040	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2041	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2042	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2043	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2044	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2045	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2046	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2047	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2048	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2049	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2050	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2051	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2052	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2053	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2054	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2055	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2056	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2057	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2058	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				
2059	35.04			17.81			17.23			9.21			44.25				
2060	35.04			17.81			17.23			9.77			44.81				

**Rekapitulace vývoje intenzity dopravního zatížení v uzlu Praha [m.hr. tun/rok] - nepřepočtené**

Rok	Průměr dopravního zatížení [mil. hr.t/rok]		Poznámka
	Výtoňský most	kolej č.1	
1921	5.365	1.533	od 1901 do 1921
1927	2.276	1.781	
1937	4.130	1.633	
1941	7.347	3.188	
1953	14.600	4.754	
1969	15.328	9.757	
1987	19.289	9.333	
1997	18.765	9.489	od 1987 do 1997
1999	18.376	9.188	od 1987 do 1999
2000	18.182	9.637	
2017	20.623	10.127	
2022	26.424	13.126	
2025	9.281	10.754	rekonstrukce
2055	35.040	17.520	výhled

Objednatel: SŽDC, s.o.	61.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

Výsledný graf vývoje intenzity dopravního zatížení na mostě přes Vltavu a Branickém mostě je uveden na následujícím grafu.



Vývoj provozního zatížení v uzlu Praha (směr Plzeň/Kladno) v období 1901 až 2055

Z přehledu historie cyklického zatížení je patrné, že výhledová doprava bude dosahovat téměř dvounásobku průměru dopravy do této doby. Zatížení na mostě tedy enormně vzroste, což má dopady do návrhu rekonstrukce mostu (koncepte řešení). Oproti původní intenzitě v době realizace mostu je intenzita na 10-ti násobku, což má dopady právě na kumulaci únavového zatížení.

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 2.5.1 Aktuální železniční doprava na mostě

### 2.5.1.1 Osobní vlaky

Na základě grafikonu, poskytnutého společností SŽDC, byly zjištěny veškeré možné varianty složení jednotlivých osobních vlaků. Tyto vlaky může táhnout 13 různých lokomotiv. Počet vagónů je u většiny vlaků stejný, naopak u vlaků tažených lokomotivou 362 je počet vagónů velmi proměnný. Tyto různé varianty složení vlaků byly rozřazeny do skupin dle nápravových sil lokomotiv a vagónů, celkové hmotnosti a délce vlaku. Poté byl vybrán vždy jeden vlak s danou lokomotivou, který reprezentoval danou skupinu. Následně byly dohledány jeho přesné rozměry na webové stránce [www.zelpage.cz](http://www.zelpage.cz).

Na základě označení vagónů byla na webové stránce [www.atlasvozu.cz](http://www.atlasvozu.cz) zjištěna váha prázdného a plného vozu. U všech vagónů byla poté dopočítána hmotnost s plnými vozy, pouze u souprav společnosti Regiojet bylo počítáno s prázdnými vagóny, neboť tyto vlaky mají konečnou stanici na Hlavním nádraží v Praze a přes most pod Vyšehradem jedou pouze z důvodu odstávky vlaků na Smíchovském nádraží. Na základě jejich hmotnosti a počtu přejezdů jednotlivých vlaků za den bylo zjištěno celkové zatížení v miliónech tun za rok. Tento údaj se však neshodoval s údaji od společnosti SŽDC, proto u vlaků, které se výrazně podílí na celkovém zatížení, byla jejich hmotnost redukována součinitelem. Zavedení redukce vychází z předpokladu, že vlaky nejsou zcela zaplněny.

U souprav CityElefant bylo na základě grafikonu zjištěno, že je vlak obvykle složen ze dvou souprav, proto je i jeho skupina zastoupena dvěma spojenými soupravami, přičemž jedna souprava je 471+071+971. Tento vlak se výrazně podílí na celkovém zatížení mostu, nepředpokládá se však, že je vlak zcela naplněn při přejezdu mostu, proto byla jeho celková váha redukována již zmiňovaným součinitelem a to takovým, aby výsledná váha byla  $2 \times 180 = 360$  t, což je údaj stanovený dopravním technologem.

### 2.5.1.2 Nákladní vlaky

Opět na základě grafikonu bylo zjištěno, že po mostě denně projíždí prázdný nákladní vlak, který z důvodu své malé hmotnosti celkové i na jednotlivé nápravy není natolik podstatný, i přesto je však do výpočtu zahrnut. Daleko důležitější je vlak společnosti Metrans Rail s.r.o. Tento vlak jezdí 5 krát týdně a jeho hmotnost a délka je proměnná v závislosti na druhu přepravovaného zboží. Tyto hodnoty byly stanoveny na základě údajů od dopravního technologa na 2000 t a délku 590 m. Vlak je složen z jedné lokomotivy a 29 vagónů.

Nákladní vlaky jsou pak v tabulce ve dvou skupinách, které neobsahují žádné osobní vlaky, a to prázdný nákladní vlak a plně naložený nákladní vlak.

### 2.5.1.3 Předpoklad vývoje dopravy v daném úseku

Z grafikonu je známo, jaké množství jednotlivých vlaků jezdí po mostě nyní a dle výhledů vypracovaných dopravním technologem byl dán předpoklad, jaké množství vlaků zde bude jezdit po rekonstrukci. Na základě poměru dané skupiny vlaků ke všem vlakům, k celkovému počtu vlaků stejného použití a k výhledům, byl stanoven počet vlaků jednotlivých skupin, které by zde měly jezdit po rekonstrukci. Na základě poměrů ze současnosti bylo také určeno, kolik vlaků pojedou po směru staničení, tedy ve směru na Smíchovské nádraží, a kolik vlaků pojedou proti směru staničení, tedy ve směru na Hlavní nádraží nebo nádraží ve Vršovicích.

Objednatel: SŽDC, s.o.	63.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 2.5.1.4 Rozdělení dopravy do skupin vlaků

Vlaky se dle účelu používání dělí na:

- expresy
- rychlíky
- soupravové vlaky
- lokomotivní vlaky
- osobní vlaky
- nákladní.

Expresy jsou skupiny č. 6 a č. 14, rychlíky č. 5 a č. 7, soupravové vlaky č. 2, lokomotivní vlaky č. 8, osobní vlaky č. 1, 3, 4, 11, 12, 13 a nákladní jsou č. 9 a č. 10.

#### PŘEHLED VYHOCENÝCH SKUPIN VLAKŮ

CHARAKTERISTICKÉ SKUPINY VLAKŮ						POČET PŘEJEZDŮ VLAKŮ		
ČÍSLO SKUPINY	TYP	OZNAČENÍ VLAKU	ZÁKLADNÍ HMOTNOST [t]	NÁSOBITEL	VÝSLEDNÁ HMOTNOST [t]	OBDOBÍ		
						2017	2018 - 2022	2025 - 2055
						[počet/den]	[počet/den]	[počet/den]
1	Os		298.00	1.00	298	3	3	6
2	Sv	REGIOJET	550.00	0.85	469	28	28	14
3	Os	REGIONOVA	47.00	1.00	47	22	22	41
4	Os		219.00	1.00	219	2	2	4
5	R		146.00	1.00	146	11	11	25
6	Ex		529.00	0.61	320	29	64	32
7	R		484.00	0.60	290	18	18	41
8	Lk	LK	64.00	1.00	64	6	6	6
9	Mn	MN	500.00	1.00	500	1	1	1
10	Nex	NEX	2066.00	1.00	2066	0.7	0.7	1
11	Os	CE - PLNE	208.50	1.00	209	0	0	0
12	Os	CE - PRŮMĚR	180.00	1.00	180	128	128	238
13	Os	CE - PRAZDNÉ	155.40	1.00	155	0	30	0
14	Ex	PENDOLINO - plný	417.00	1.00	417	4	4	4
CELKEM						253	318	412

#### CELKOVÝ VÝVOJ OBJEMU DOPRAVY

Celkem za den	52054	tun	Celkem za den	96000	tun
Celkem za rok	19,0	mil tun	Celkem za rok	35,04	mil tun

*Poznámka: data z grafikonu pro rok 2017  
nepočítáno s vlaky, které mají zkratku začínající na "Rus" (Rušící spoje)  
nepočítáno s vlaky, které jedou pouze několikrát ročně*

Uvedené skupiny byly použity pro stanovení spekter rozkmitů pomocí dynamické odezvy v rámci projektu [2.3]. Z přehledu dopravy je patrný velký nárůst dopravy po provedení rekonstrukce mostu.

Objednatel: SŽDC, s.o.	64.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

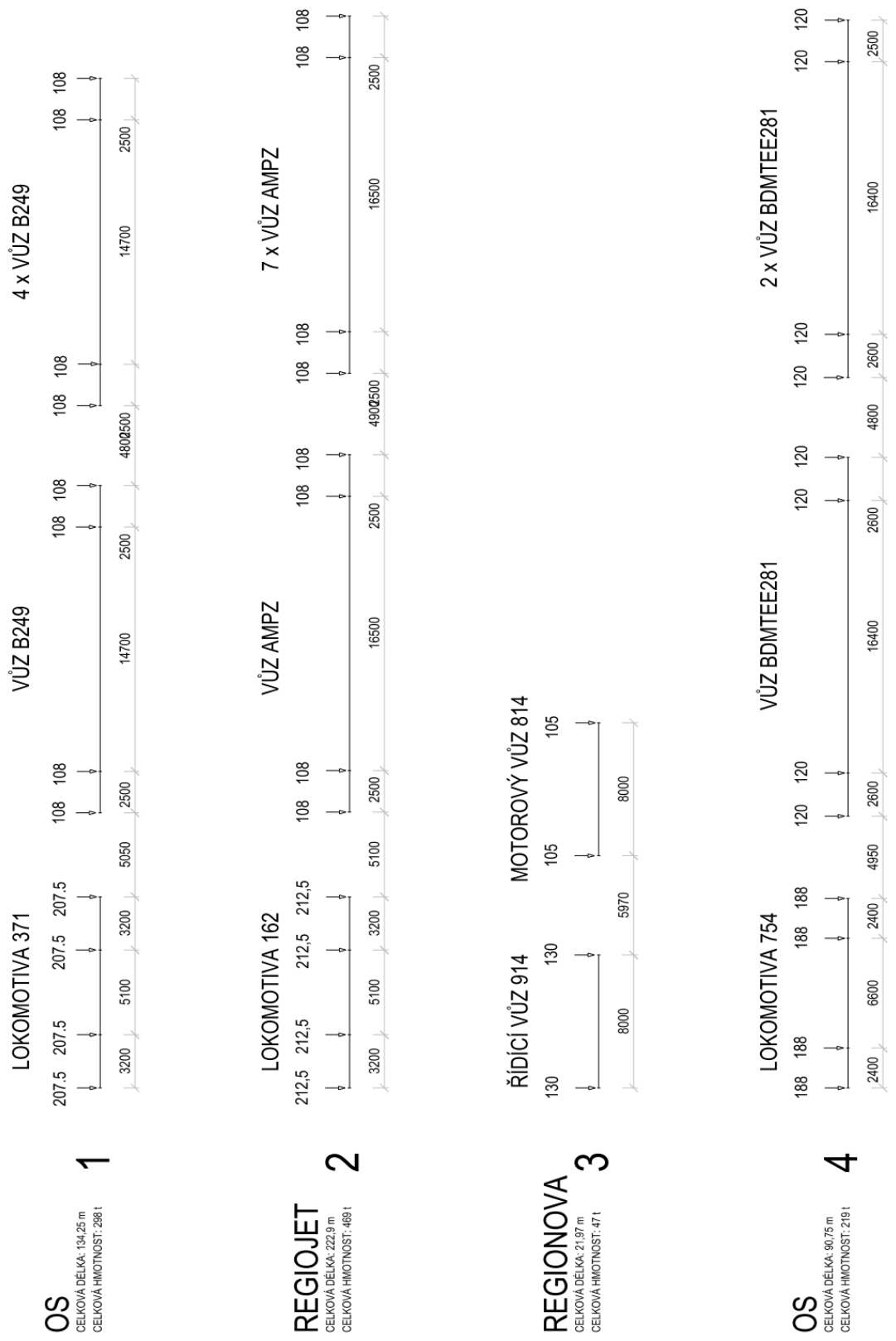


Schéma nápravových sil skupin charakteristických vlaků 1 - 4

Objednatel: SŽDC, s.o.	65.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

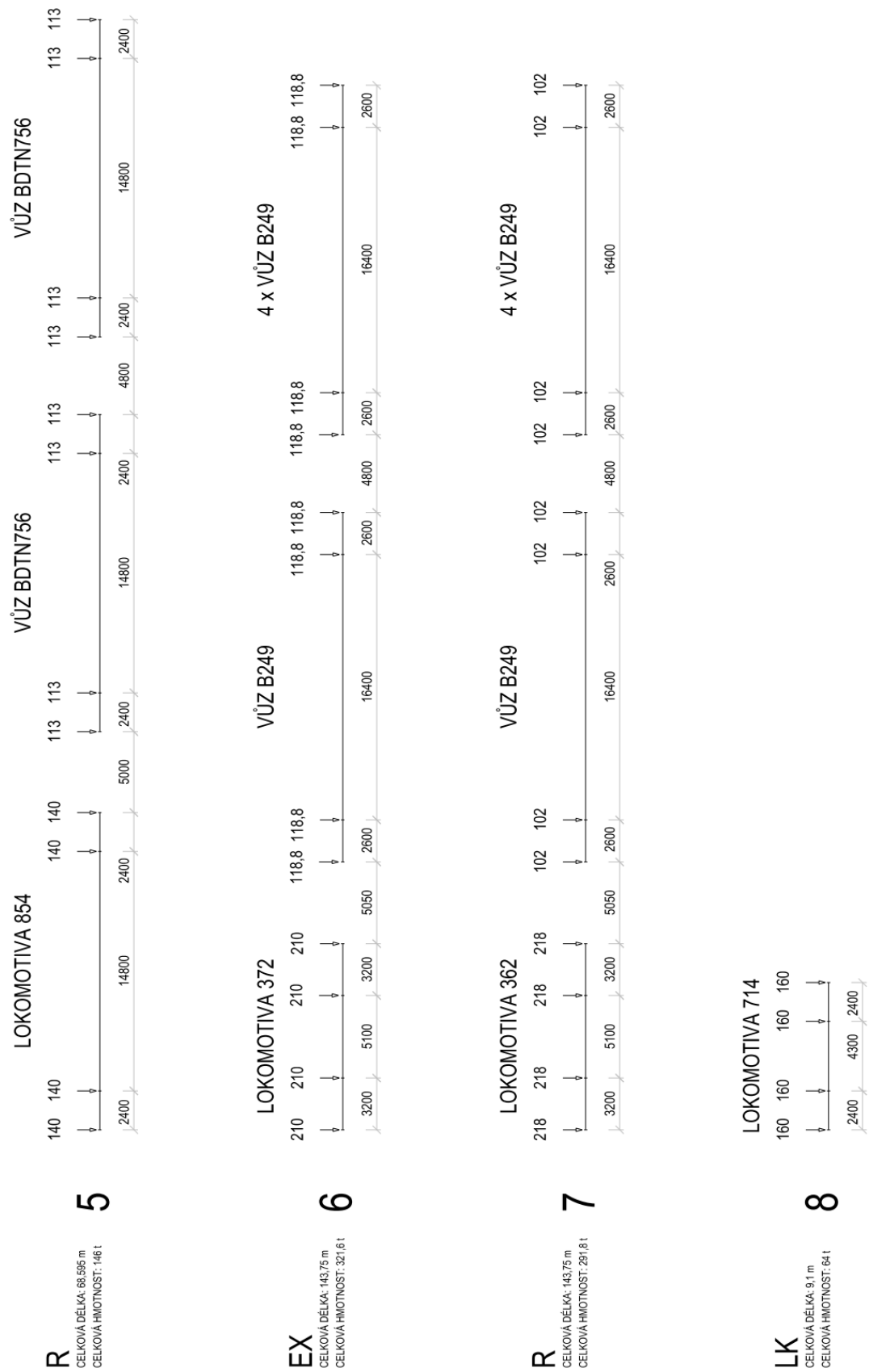


Schéma nápravových sil skupin charakteristických vlaků 5 -8

Objednatel: SŽDC, s.o.	66.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

STUPEŇ : PD



67.



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

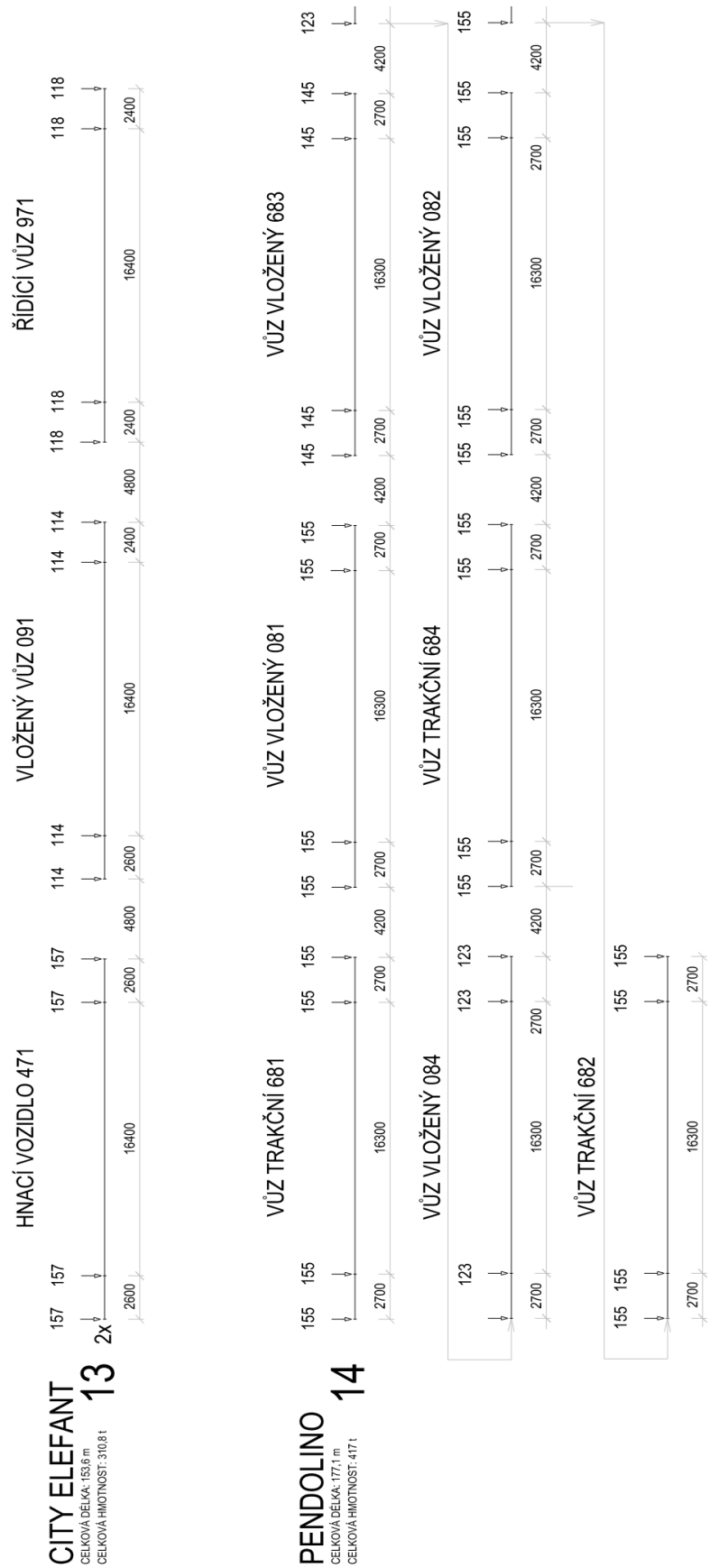


Schéma nápravových sil skupin charakteristických vlaků 13 -14

Objednatel: SŽDC, s.o.	68.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 3. VÝPOČETNÍ MODEL

### 3.1 OBECNÝ POPIS MODELU

Pro výpočet vnitřních sil globálního systému konstrukce byl vytvořen 3D prutový výpočtový model v programu MIDAS Civil 2016. Z důvodu přehlednosti výsledků a kapacity výpočetního softwaru byl základní model rozdělen na 3 modelové typy:

1. globální statická analýza nosné konstrukce (obálky pohyblivého zatížení; celkové kombinace zatížení),
2. globální dynamická analýza nosné konstrukce (specifické okrajové podmínky - vlastní tvary a frekvence),
3. analýza konstrukce (generované stavy od pohyblivého zatížení pro stabilitní kombinace; imperfektní model pro výpočet vlivu II. řádu - nelineární výpočet)

Označení výsledného výpočetního modelu pro:

1. statickou globální analýzu

**H2D\_3Dg\_v14\_180227\_StatLM.mcb** (základní model pro tvorbu ostatních navazujících modelů)

*Poznámka:*

*textový přepis vstupních dat H2D\_3Dg\_v14\_180227\_StatLM.mct je uveden v digitální verzi dokumentace v pdf.*

**H2D\_3Dg\_v14\_180227\_Stat\_G0.mcb**

(základní model pro výpočet stálých zatížení do roku 1987 bez brzdného ztužidla, kdy je rozdílné spolupůsobení mostovky s hlavním nosným systémem)

2. dynamickou globální analýzu

H2D\_3Dg\_v10\_171001dynam.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_171001dynam\_Kx\_500.mcb

- 3a. stabilitní analýzu

H2D\_3Dg\_v10\_171215\_Stab.mcb (základní model)

přičemž pro každý vyšetřovaný prvek byl vytvořen samostatný výpočetní model - celkem 15 modelů

H2D\_3Dg\_v10\_171215\_Stab\_D5.mcb

.....

H2D\_3Dg\_v10\_171215\_Stab\_D10.mcb

a

H2D\_3Dg\_v10\_171215\_Stab\_V0.mcb

.....

H2D\_3Dg\_v10\_171215\_Stab\_V8.mcb

Objednatel: SŽDC, s.o.	69.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : <b>Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem</b>	STUPEŇ : <b>PD</b>

### 3b. nelineární analýzu

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_nelin1.mcb (základní model pro nelineární výpočet II. řádem - horní pás)

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_lin1.mcb (základní model pro výpočet I. řádem - horní pás)

přičemž pro hlavní vyšetřované prvky byly vytvořeny samostatné výpočetní modely pro výpočet I. řádem a II. řádem, kdy byla měněna poloha pohyblivého zatížení dopravou - celkem 2 x 4 modelů = 8 modelů

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_lin\_V0.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_lin\_V6.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_lin\_D6.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_lin\_D10.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_nelin\_V0.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_nelin\_V6.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_nelin\_D6.mcb

H2D\_3Dg\_v10\_180102\_nelin\_D10.mcb

Základem výpočetního modelu je osová schéma konstrukce mostu dané systémovými osami. Průřezy jsou k osám připojeny s excentricitou dle skutečné polohy jejich těžiště. Ve výpočetním modelu je zadána excentricita polohy krajního vlákna průřezu (horního, spodního atd.) od systémové osy, čímž je automaticky zajištěna správná vzájemná poloha jednotlivých prvků ve 3D modelu konstrukce. Jednotlivé pruty tak svými průřezy charakterizují reálný tvar nosné konstrukce, tzn. zejména vzájemné excentricity v připojení ve styčnicích příhradové konstrukce

V místech, kde fyzicky přechází jeden konstrukční prvek do druhého, je vytvořen prut s fiktivním průřezem (nehmotný) o cca **10 krát** vyšší tuhosti tak, aby byla vystižena odpovídající konstrukční délka prutu.

Pro propojení prutů se vzájemnou excentricitou v napojení nebo přípoji jsou koncové uzly propojeny opět pomocí prutů s fiktivním průřezem (nehmotný) o cca **10 krát** vyšší tuhosti.

Pro vystižení reálného rozložení zatížení jsou do výpočetního modelu mostu doplněny pruty mostnic a pruty kolejnic. Tyto pruty jsou pomocí koncových vazeb uvolněny tak, že nespolutpůsobí s modelem konstrukcí mostu.

## 3.2 Základní osová geometrie výpočetního modelu

Osová schémata použitá pro vytvoření výpočetního modelu jsou uvedena na následujících stranách.

Osová schémata byla vytvořena z archivní dokumentace příp. s doplněním o oměření skutečné konstrukce (např. geometrie brzdového ztužení).

V modelu jsou uvažovány změny provedené v rámci úprav v roce 1970 a 1987. Pro úpravy do roku 1987 je výpočtový model upraven tak, aby odpovídal stavu konstrukce před provedením úprav mostovky.

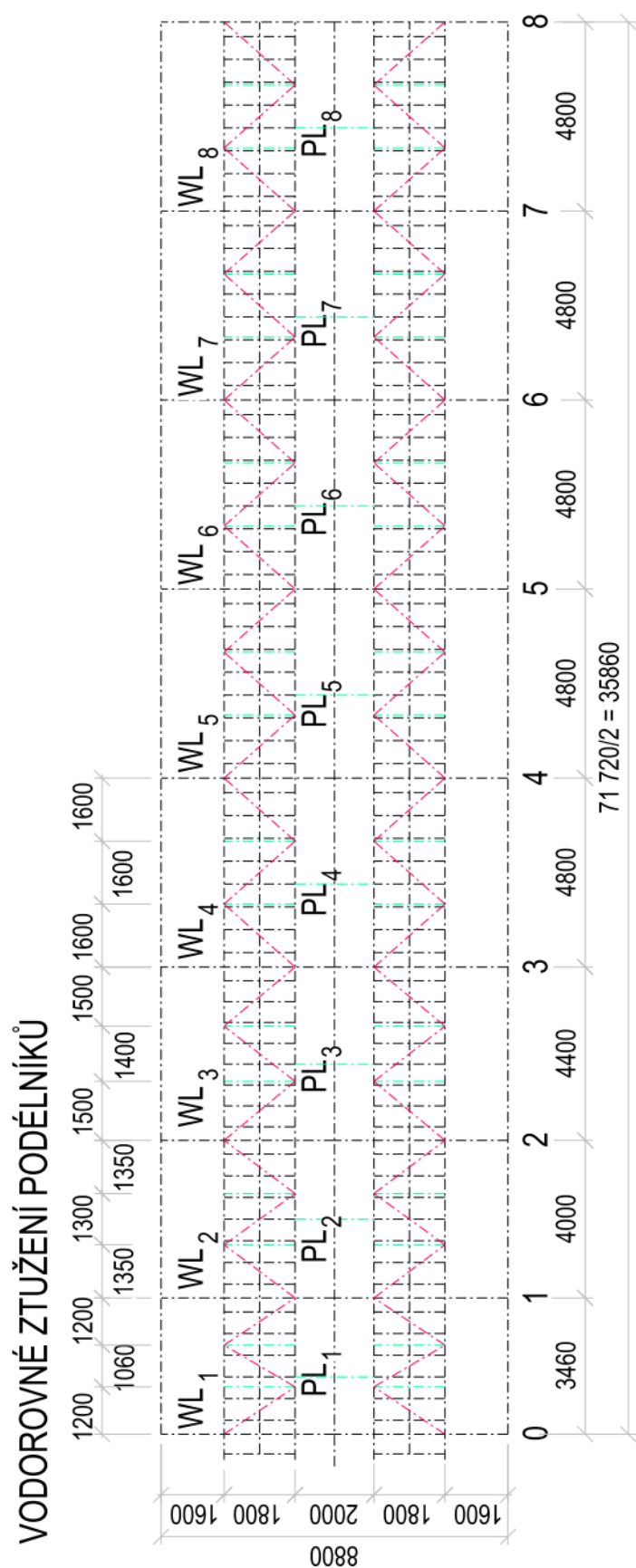
Objednatel: SŽDC, s.o.	70.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Osově schéma výpočetního modelu - mostovka - podélníky

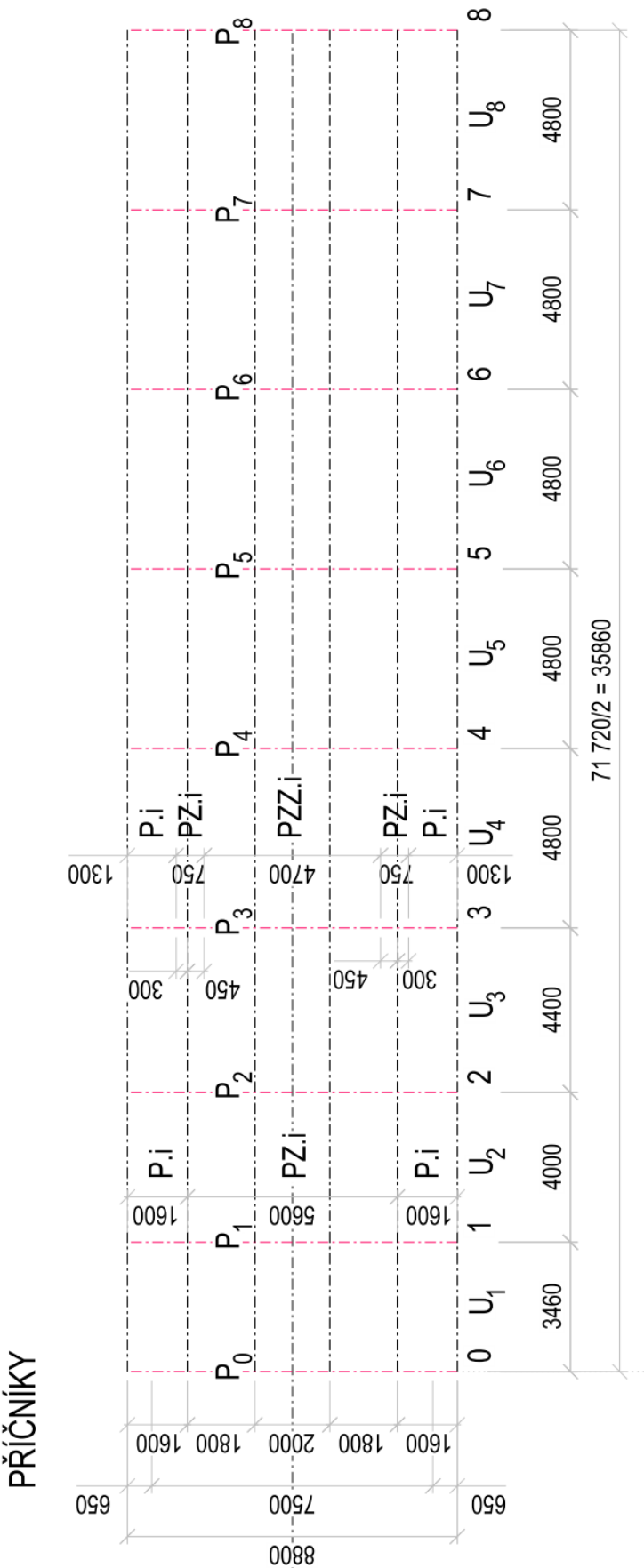
Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



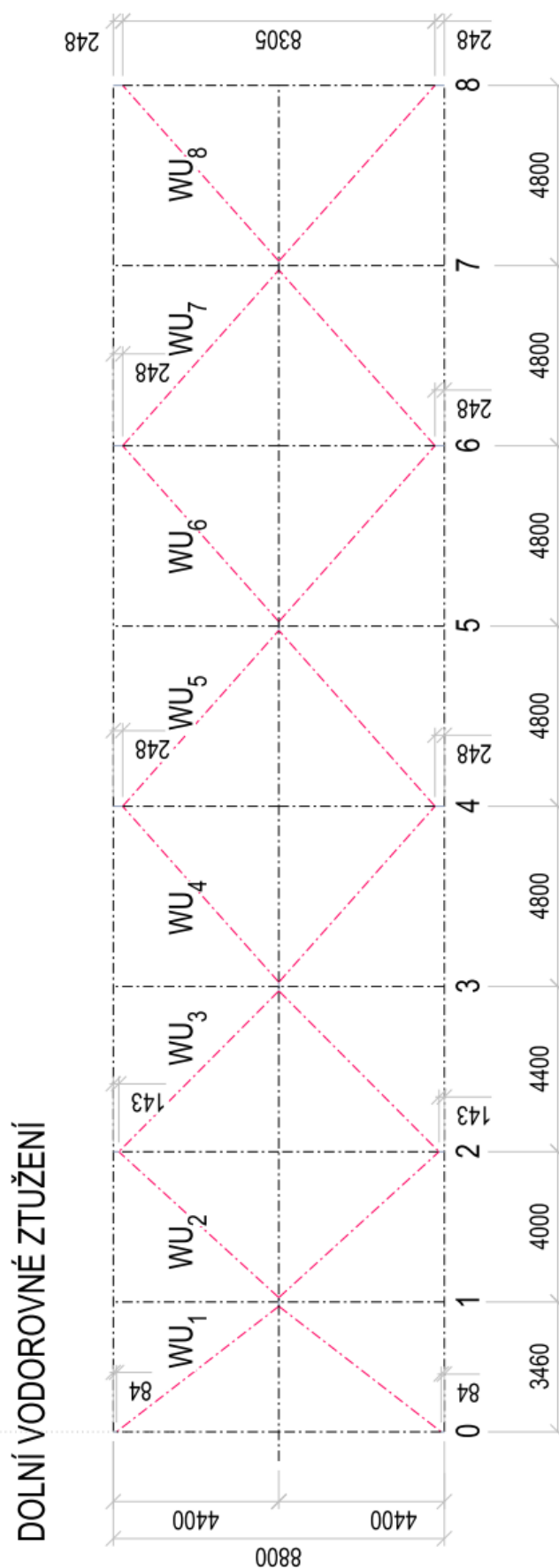


AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Osově schéma výpočetního modelu - dolní vodorovné ztužení

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

75.

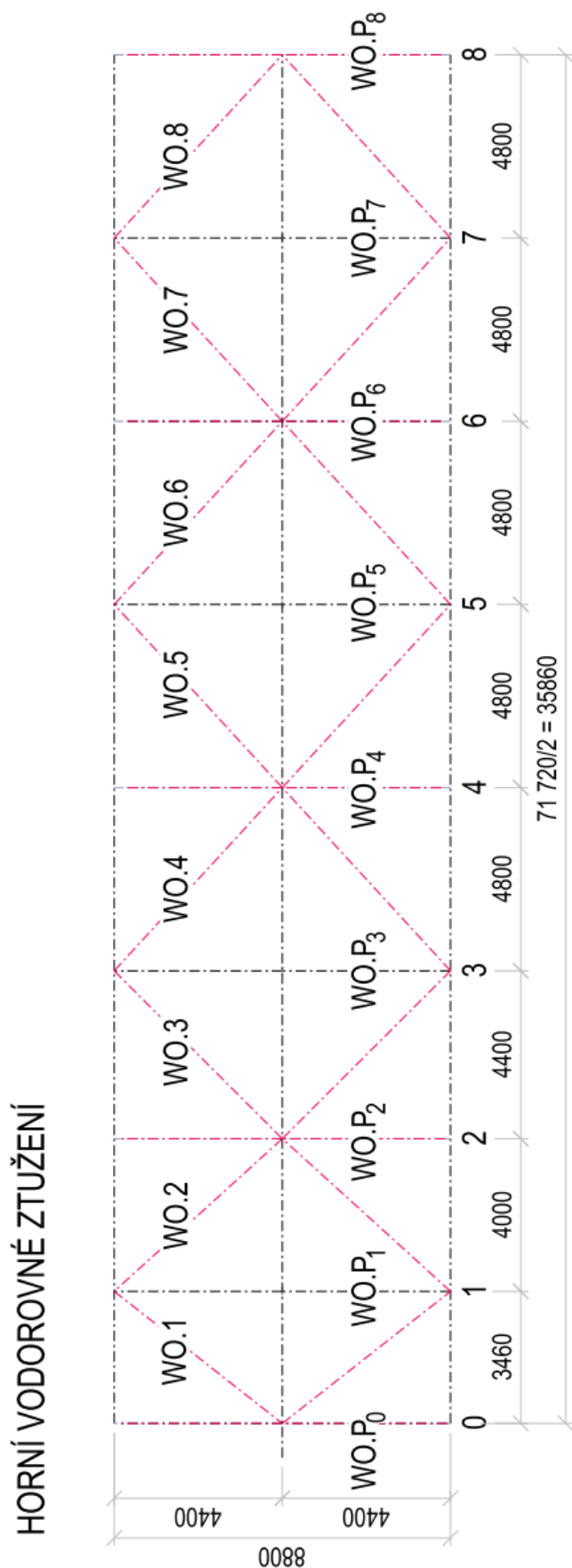


AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Osové schéma výpočetního modelu - dolní vodorovné ztužení

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

76.

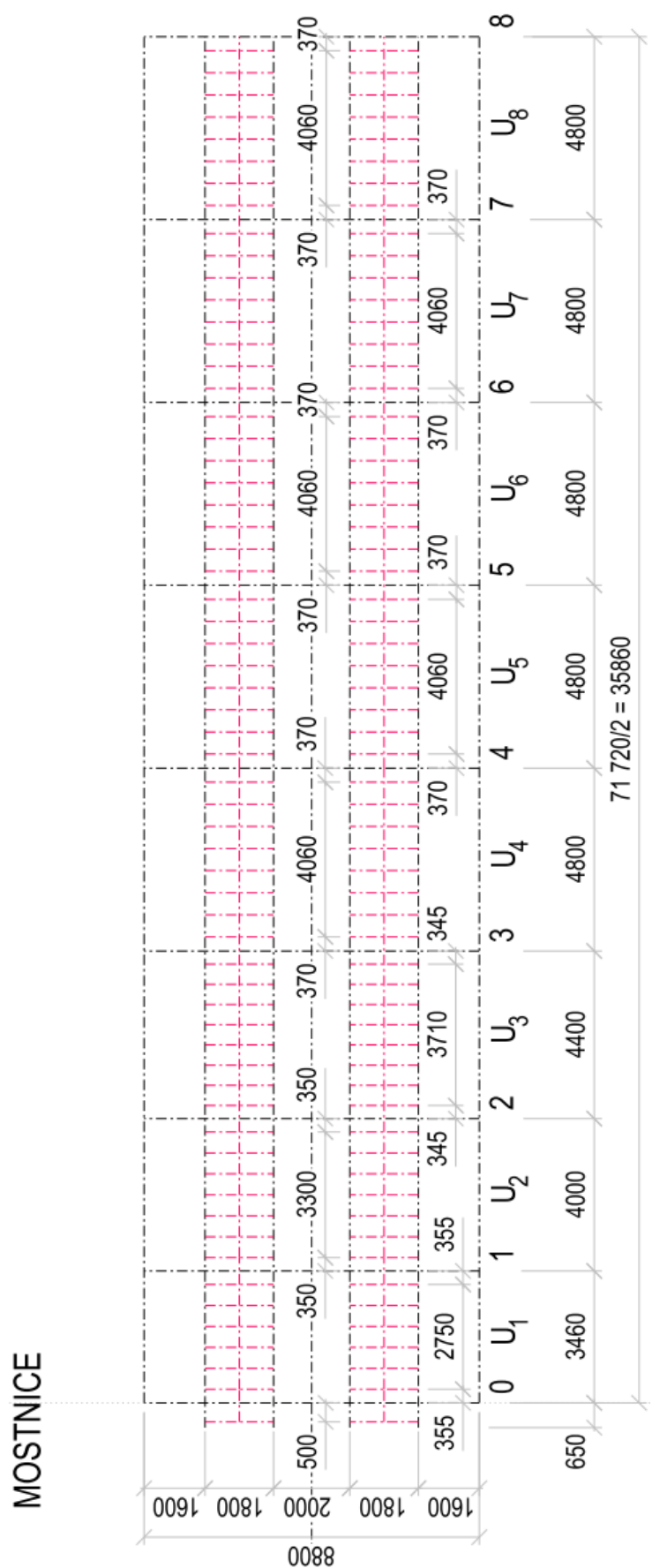
AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

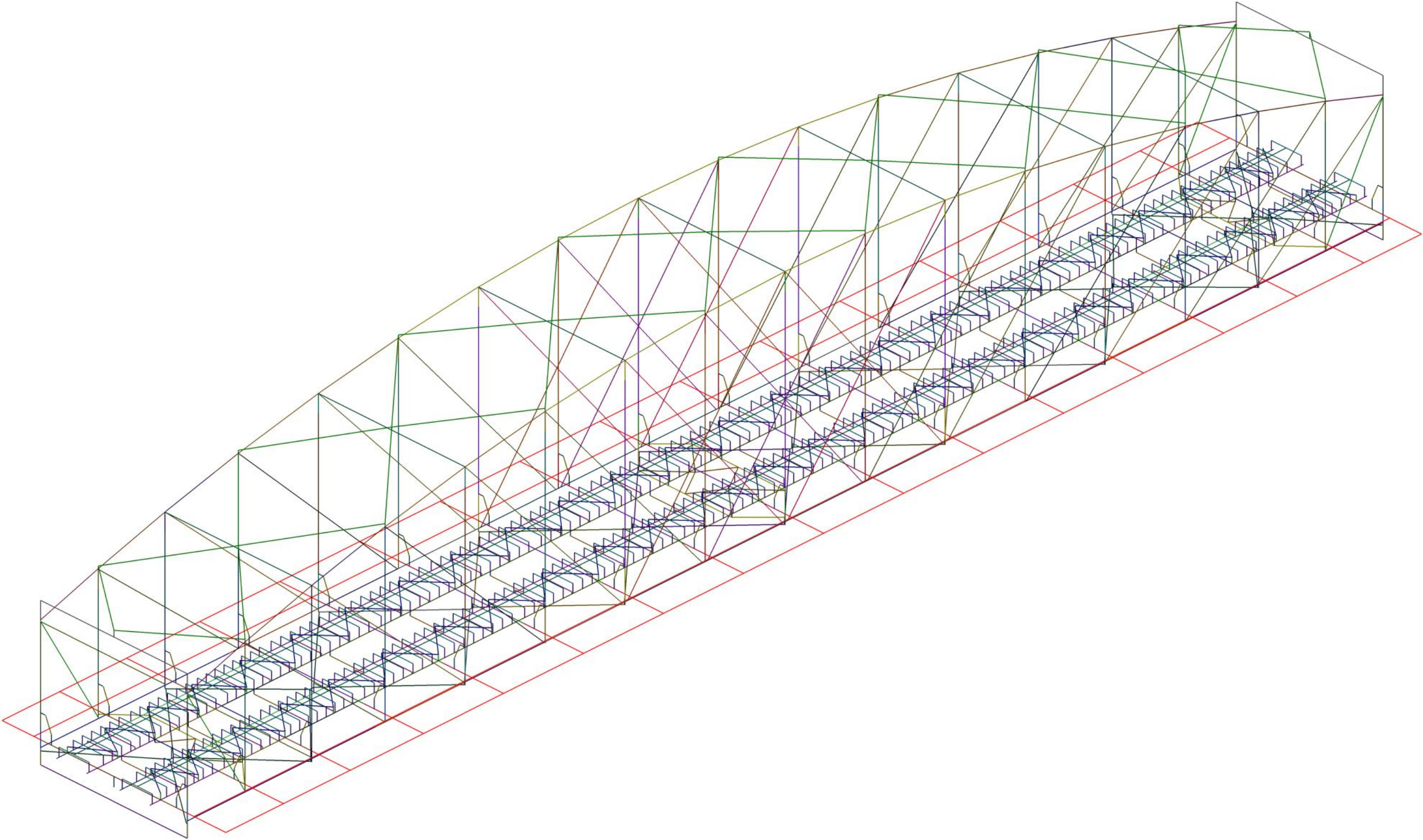


Osové schéma výpočetního modelu - mostovka - mostnice

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

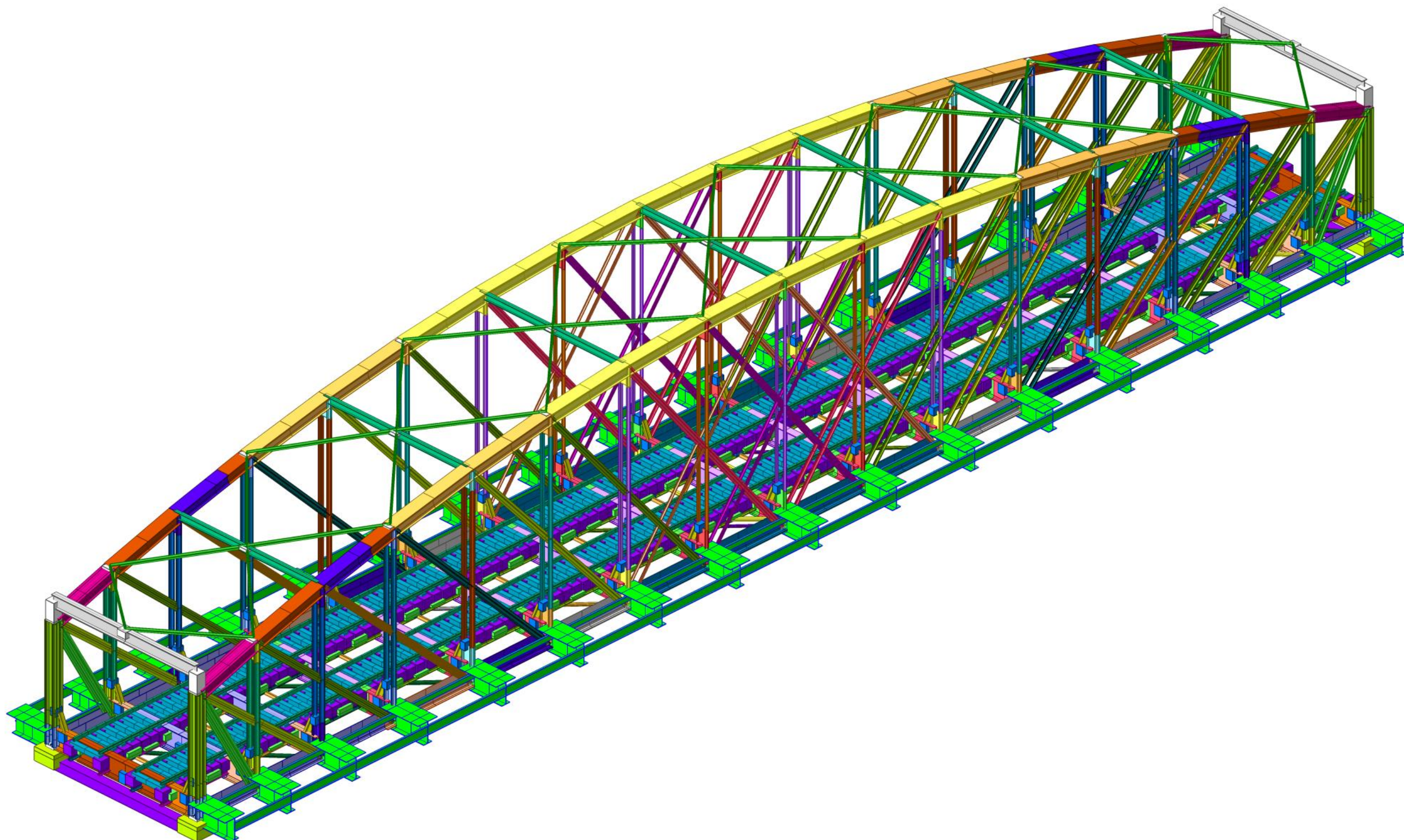
3.3 RENDERING MODELU



Výpočetní model 3D - osově schéma

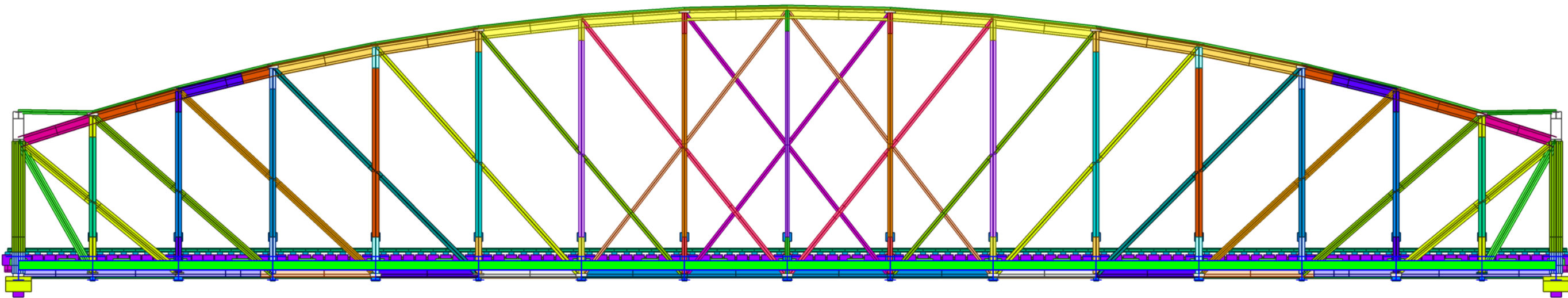


AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

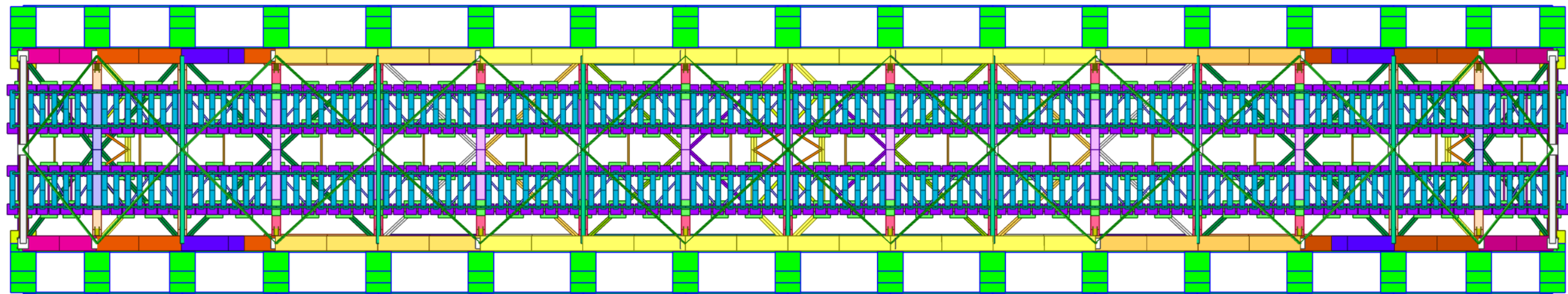


Výpočetní model 3D – rendering výpočetního modelu (barevnost dle průřezu)





Výpočetní model 3D – rendering výpočetního modelu - podélný řez (barevnost dle průřezu)

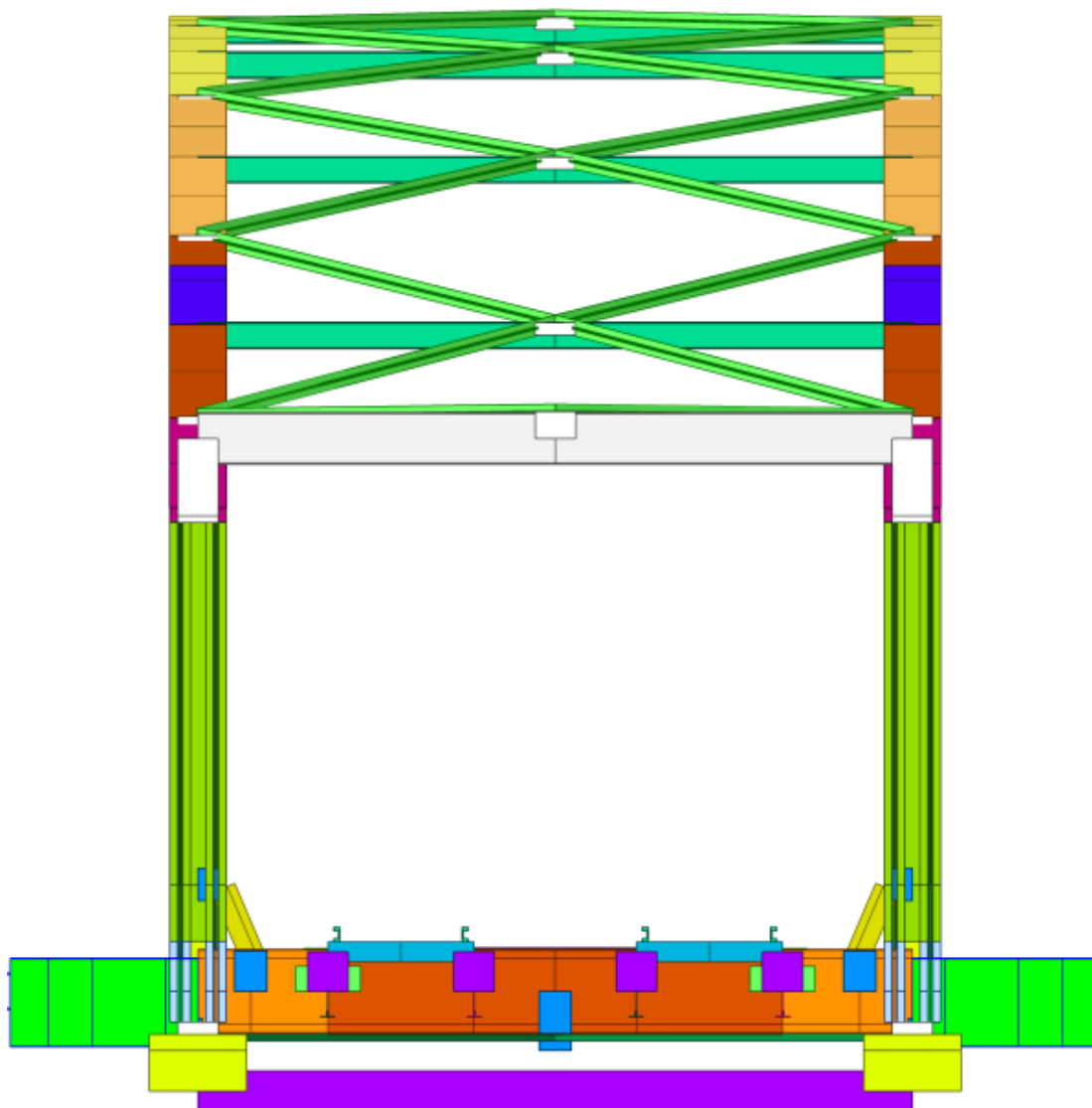


Výpočetní model 3D – rendering výpočetního modelu - půdorys (barevnost dle průřezu)

AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem
--------	---

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem
---

STUPEŇ : PD
-------------



*Výpočetní model 3D – rendering výpočetního modelu - příčný řez (barevnost dle průřezu)*

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 3.4 MODELOVÁNÍ TUHOSTI STYČNÍKŮ

Pro dosažení nejlepší možné shody modelu konstrukce se skutečným chováním konstrukce byla věnována zvýšená pozornost styčnickům hlavního nosného systému. Tuhost styčnicku ovlivňuje velikost tzv. parazitních ohybových momentů, které nemalou měrou vyčerpávají únosnost průřezu. Z hlediska přepočtu mostu se tedy jedná o velmi důležitý detail.

Ve výpočetním programu MIDAS lze tuhost připojení vztáhnout relativně k ohybové tuhosti připojovaného prvku (tuhost 0 = kloub a tuhost 1 = vetknutí). Relativní tuhosti jednotlivých styčnicků byly zadány do konců připojovaných prutů, tak aby bylo vystiženo skutečné chování mostu a vyhodnocené vnitřní síly odpovídaly reálnému namáhání nýtované konstrukce

Pro stanovení relativních hodnot tuhostních parametrů styčnicků bylo využito výsledků výpočtu provedených v programu IDEA StatiCa (modul Connection) v rámci projektu [2.3], který se zabýval přímo i mostem Pod Vyšehradem a projektu [2.8], který se zabýval mostem přes VD Orlík u Červené nad Vltavou, který má konstrukčně obdobně řešené nýtované styčnické.

#### 3.4.1 Výsledky analýzy projektu COST CZ

V rámci projektu [2.3] byly provedeny detailní výpočty pro stanovení tuhosti styčnicků historických nýtovaných ocelových konstrukcí. Problematikou se v rámci své diplomové práce zabýval Oscar Minor García [2.4].

Pro stanovení vlivu tuhosti přípojí na chování historických ocelových železničních mostů byla provedena v rámci projektu [2.3] případová studie na železničním mostě pod Vyšehradem. Jednotlivé styčnické na konstrukci byly nejprve klasifikovány do skupin dle geometrického uspořádání. Byly stanoveny 2 základní skupiny a do nich následně styčnické rozděleny:

- Přípoje v příhradovém nosníku:
  - C-01 Přípoj krajní svislice a spodního pásu
  - C-02 Přípoj krajní svislic, horního pásu a dvou diagonál
  - C-03 Přípoje svislice, spodního pásu a jedné diagonály
  - C-04 Přípoje horního pásu svislice a jedné diagonály
  - C-05 Přípoj svislice a diagonály
  - C-06 Přípoj spodního pásu, svislice a jedné diagonály
  - C-07 Přípoj spodního pásu, svislice a dvou diagonál
  - C-08 Přípoje horního pásu, svislice a dvou diagonál (uprostřed rozpětí nosníku)
- Přípoje v mostovce
  - C-09 Přípoje příčnicku a hlavního nosníku
  - C-10 Přípoje příčnicku, hlavního nosníku a dvou vodorovných diagonál ztužení
  - C-11 Přípoje podélníku k příčnicku

Na následujících stranách jsou uvedeny posuzované detaily styčnicků mostní konstrukce.

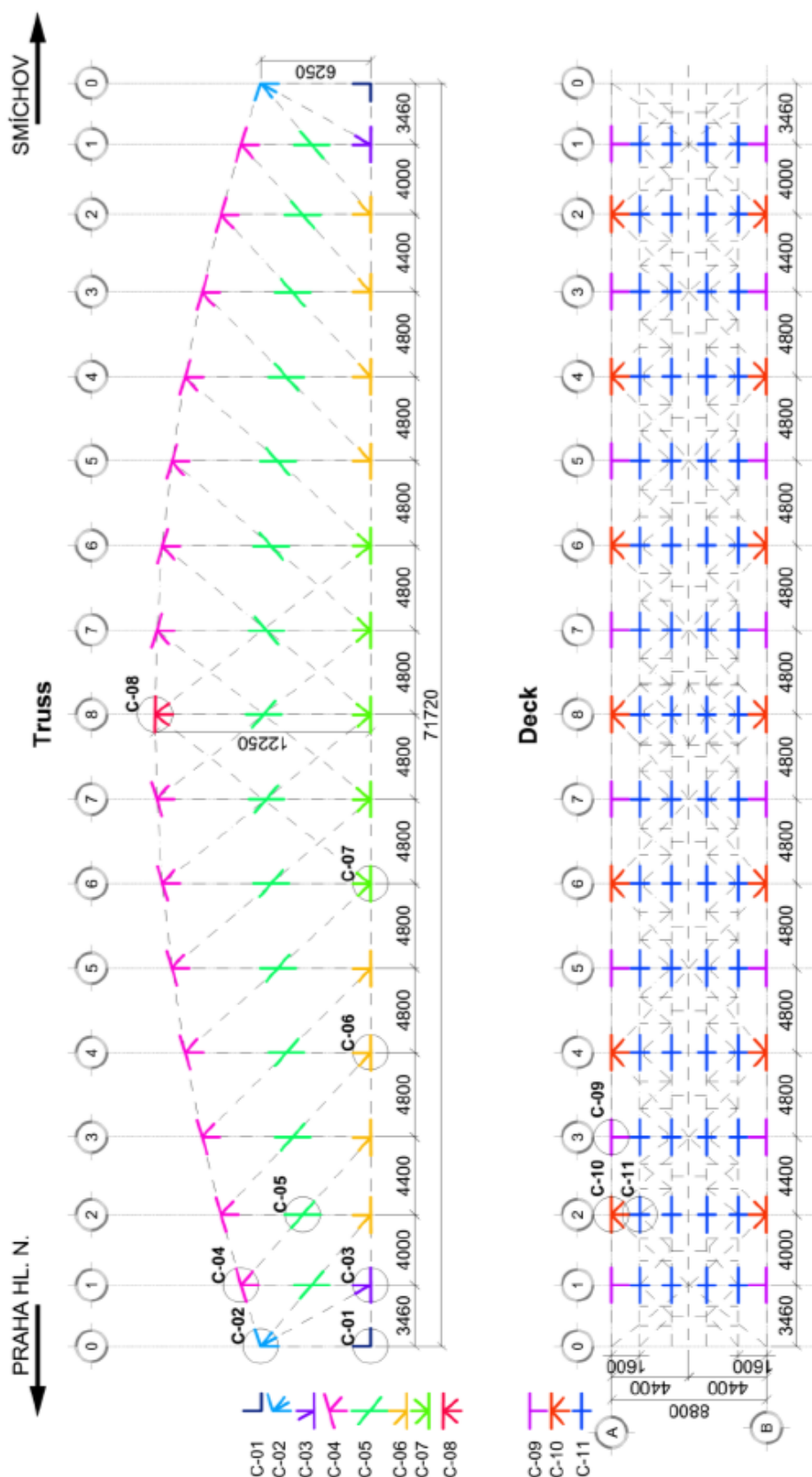
Objednatel: SŽDC, s.o.	82.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Rozdělení styčníků do skupin a jejich poloha na konstrukci

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

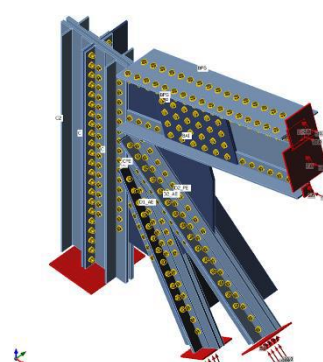
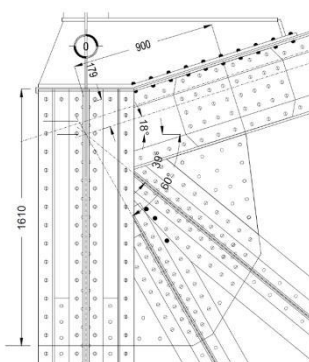


**„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“**  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

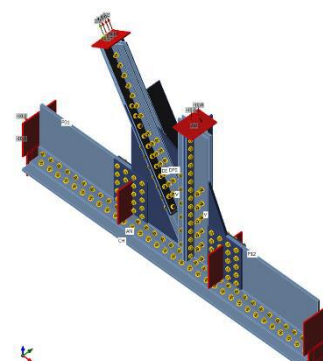
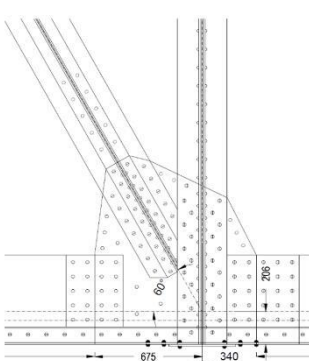
**ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem**

STUPEŇ : PD

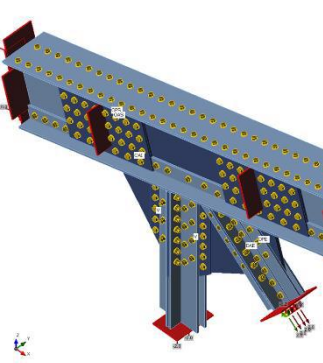
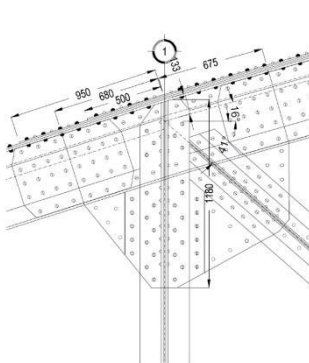
**C-02**



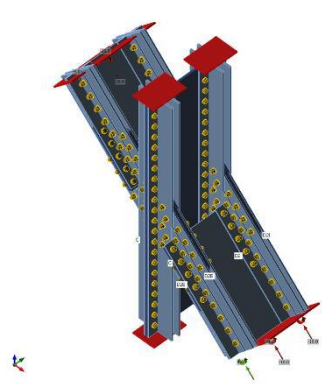
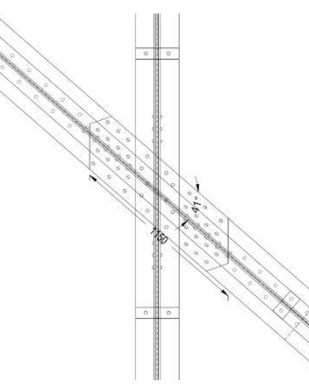
**C-03**



**C-04**



**C-05**



## Přípoje na mostě - část 1

Objednatel:	SŽDC, s.o.
Zhotovitel:	SUDOP PRAHA a.s

84.

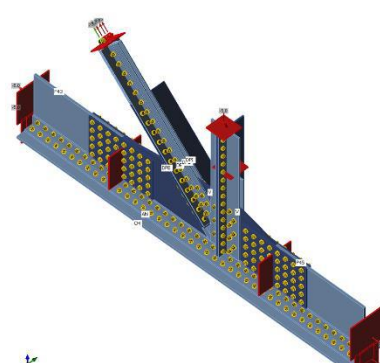
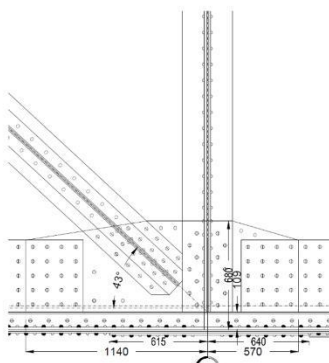
AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

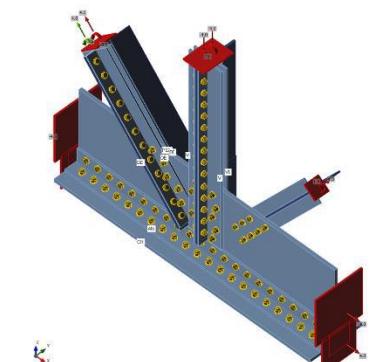
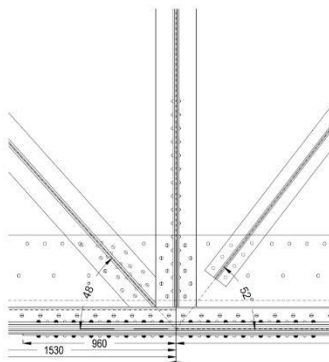
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

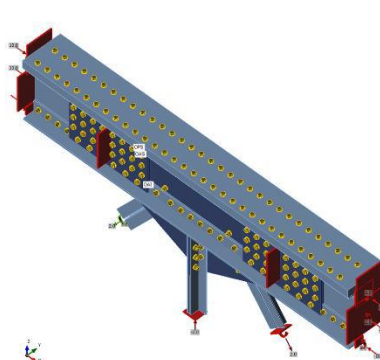
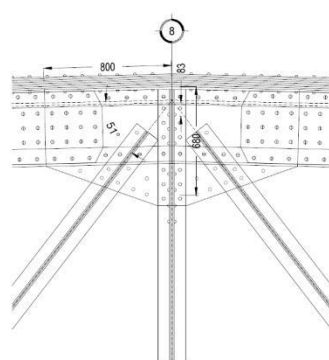
**C-06**



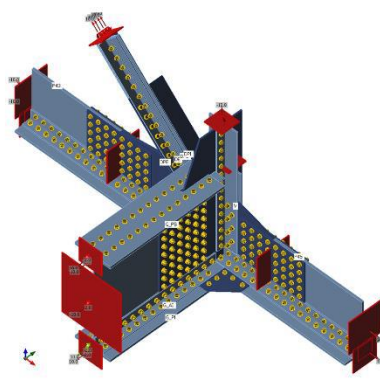
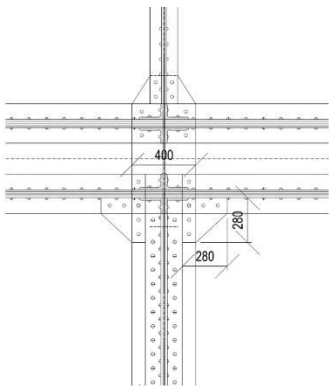
**C-07**



**C-08**



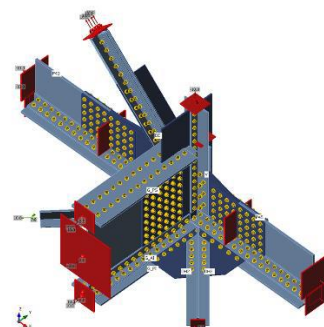
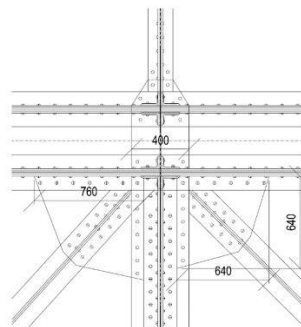
**C-09**



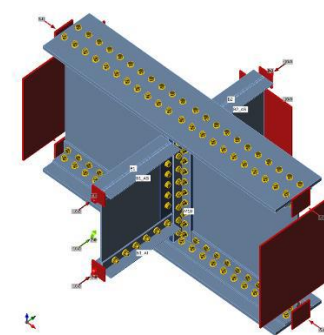
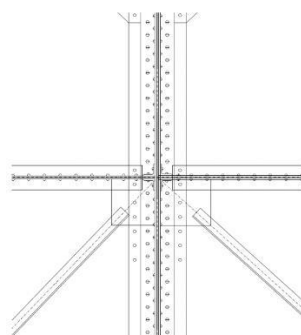
*Přípoje na mostě - část 2*



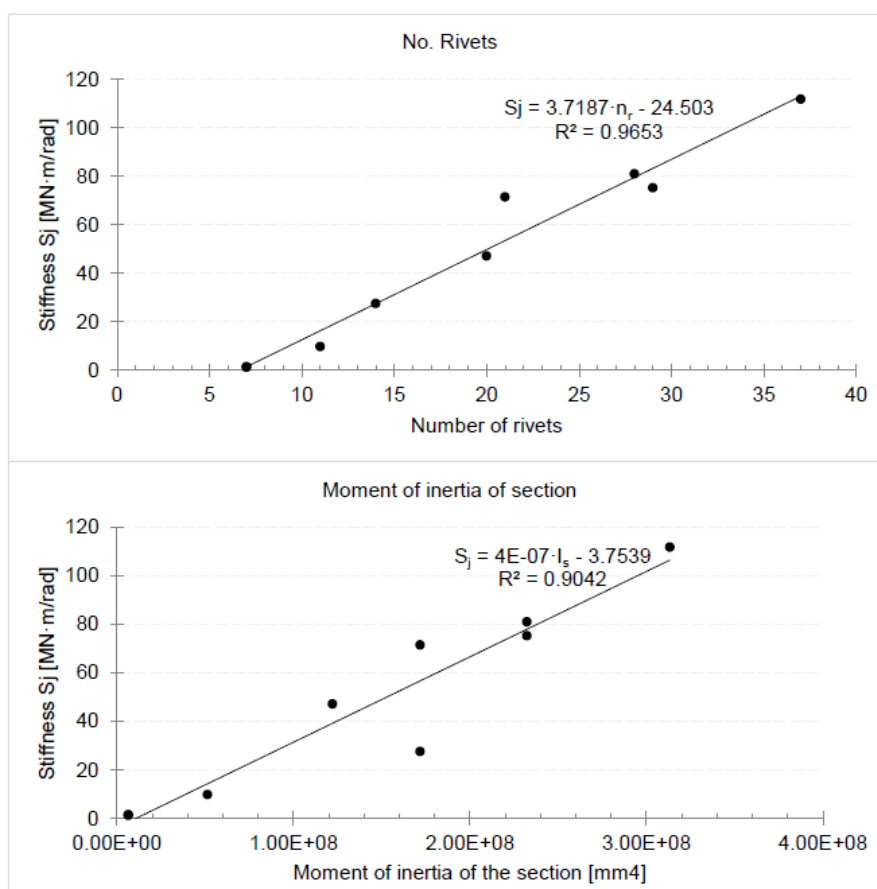
**C-10**



**C-11**



*Přípoje na mostě - část 3*



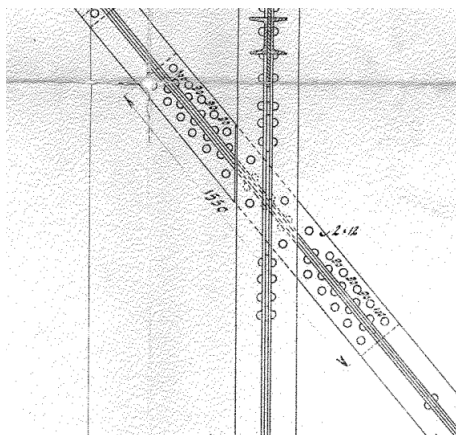
*Graf závislosti tuhosti  $S_j$  a počtu nýtů (nahore) a závislosti tuhosti  $S_j$  a momentu setrvačnosti prutu (dole)*

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 3.4.1.1 Styčník svislic a diagonál

Specifickým detailem mostní konstrukce jsou křížení svislic a diagonál případně křížení vlastních diagonál, které je typické pro násobné příhradové soustavy.

Výpočetní modelu byl vytvořen nůžkový spoj tak, aby pruty zůstaly celistvé a definovanou rotační tuhostí bylo umožněno jejich vzájemné pootočení při omezení vzájemného posunu ve styčníku.



archivní dokumentace křížení svislice a diagonály

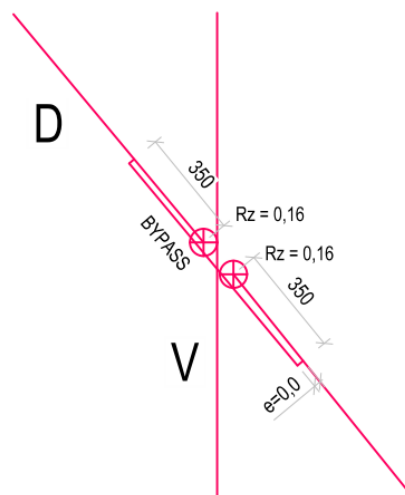
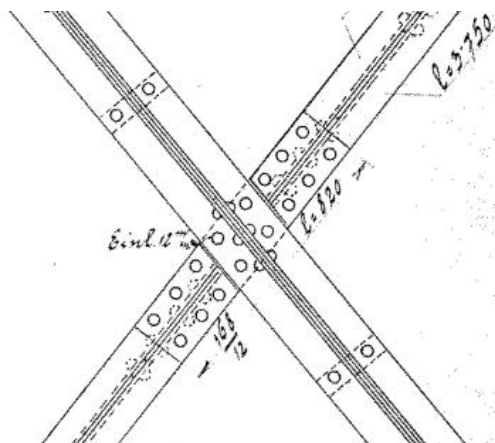


schéma řešení výpočetního modelu

Křížení je konstrukčně řešeno tak, že tažené sestupné diagonály jsou primárně bez přerušení. Relativní tuhost styčníku v místě křížení svislice a diagonály resp. křížení diagonál je uvažována **0,16** na začátku i konci prutu (Boundary group - D - bypass)

Vzestupná (primárně tlačенá diagonála D10) je v místě styčníku přerušena a připojena přes styčníkový plech.



archivní dokumentace křížení diagonál

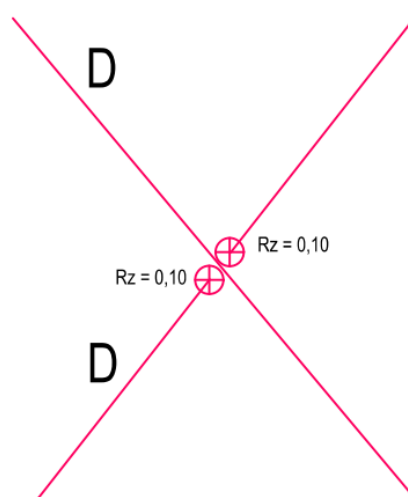


schéma řešení výpočetního modelu

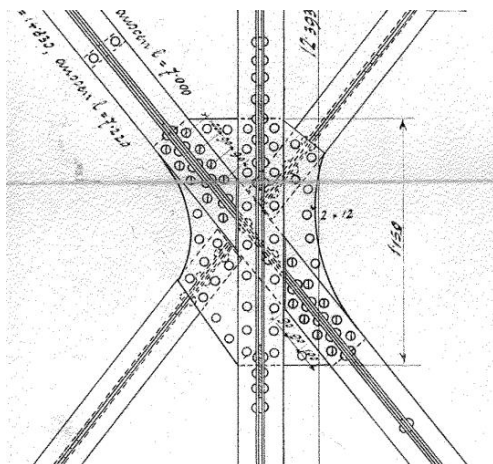
Tuhost styčníku v místě přerušené diagonály D10 je uvažována relativní tuhost **0,1** na začátku i konci prutu (Boundary group - D - 0.1)

Objednatel: SŽDC, s.o.	87.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Kombinace křížení je v uzlu, kde se kříží diagonály a svislice (u středu NK). Křížení je konstrukčně řešeno opět tak, že tažené sestupné diagonály jsou primárně bez přerušení. Relativní tuhost styčnicku v místě křížení svislice a diagonál resp. křížení diagonál je uvažována shodně s výše uvedenými detaily tzn.

**0,16** na začátku i konci prutu průběžného prutu (Boundary group - D - bypass) a **0,1** v místě ukončeného prutu (Boundary group - D - 0.1)



archivní dokumentace křížení svislice a diagonál

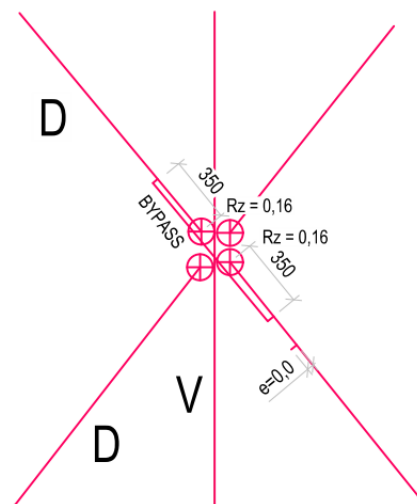


schéma řešení výpočetního modelu

### 3.4.1.2 Styčník přípoje příčnicku na dolní pás

Relativní svislá ohybová tuhost připojení stěny příčnicku k dolnímu pásu hlavního nosníku je 47%. Tuhost však neobsahuje vliv pásnic příčnicku. Do tuhosti připoje se projevuje zejména dolní pásnice. Při uvážení těchto vlivů lze reálnou hodnotu relativní svislé tuhosti očekávat okolo hodnot **~30%**. U koncového příčnicku, kde je připojení ke svislici pouze jednou svislou řadou nýtů přes krční úhelníky a dolním styčnickovým nadložiskovým plechem, bude tuhost připoje nižší (cca poloviční).

Svislá tuhost je zadána:

u vnitřního příčnicku  $R_y = 0,25$

u koncového příčnicku  $R_y = 0,20$

Relativní vodorovná tuhost připojení příčnicku k dolnímu pásu dle [2.4] je **4% a 5%**. U styčnicku s připojem dolního vodorovného ztužení je tuhost vyšší o cca 50% tzn. **6-7%**.

Přípoj dolní pásnice příčnicku k dolnímu pásu je přes dělený styčnickový plech a to pouze k vnitřní polovině dolního pásu. Dolní pás je při zatížení tažený, což omezuje jeho příčnou deformaci od vodorovného ohybu příčnicku. Tento vliv byl v dílčím výsekovém modelu styčnicku zohledněn koncovými okrajovými podmínkami.

Vodorovná tuhost připojení příčnicku je zadána:

u příčnicku bez vodorovného ztužidla  $R_z = 0,05$

u příčnicku s vodorovným ztužidlem  $R_z = 0,07$  (v místech se zvětšenou tuhostí)

u koncového příčnicku  $R_z = 0,10$  (v místech s nadložiskovým plechem)

(Boundary group: P1 - Crossbeam a P2 - Crossbeam)

Objednatel: SŽDC, s.o.	88.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 3.4.1.3 Styčník přípoje podélníku na příčník

Relativní svislá ohybová tuhost připojení stěny podélníku na příčník 17% (odvozeno poměrem momentů setrvačnosti stěny a celku). Tuhost neobsahuje vliv přípoje stěny. Při uvažování tohoto vlivu lze očekávat svislou tuhost okolo **5%**, což odpovídá zjištění na výsekovém modelu v [2.4].

Vodorovná ohybová tuhost přípoje je dle [2.4] je **6%**. Tato tuhost odpovídá poměru vodorovné tuhosti stěny a celého průřezu podélníku (cca 5%).

Svislá tuhost je zadána:

$$R_y = 0,05$$

Vodorovná tuhost je zadána:

$$R_z = 0,05$$

(Boundary group : L - stringer)

Podélná tuhost přípoje je dána přípojem pomocí oboustranného krčního úhelníku pouze stěny. Uvažováním podélné tuhosti je redukováno namáhání příčníků vodorovným ohybem  $M_z$ .

Zohledněním tuhosti přípoje v podélném směru bude vystiženo reálné spolupůsobení mostovky a globálního systému.

Podélná tuhost je zadána:

$$F_x = 0,15$$

(Boundary group : L - axial stiffness)

### 3.4.1.4 Styčník přípoje svislic k pásům hlavního nosníku

Podporová svislice a konce dolního a horního pásu jsou v rovině příhrady zadány ve výpočetním modelu s relativní tuhostí **0,40**, což vystihuje napojení pouze části průřezu v daném uzlu.

(Boundary group : V0 - Ends)

Vnitřní svislice jsou v rovině příhrady uvolněny v připojení k hornímu a dolnímu pásu s relativní tuhostí **0,75**, což vystihuje napojení průřezu v daném uzlu.

(Boundary group : V - Ends)

Objednatel: SŽDC, s.o.	89.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### Přehled tuhosti styčnicků prutů ve výpočetním modelu

POS. Č.	POPIS PRŮŘEZU	OZNAČENÍ PRŮŘEZU	Norálová tuhost X	Rel. norm. tuhost X	Rotační tuhost Y	Rel. rot. tuhost Y	Rotační tuhost Z	Rel. rot. tuhost Z	Skupina okrajových podmínek (Boundary group)
				[rel]		[rel]		[rel]	
D - DIAGONÁLY									
1	DIAGONÁLA D1	D1	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.5	D - 0.5
2	DIAGONÁLA D2	D2	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.5	D - 0.5
3	DIAGONÁLA D3	D3	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.5	D - 0.5
4	DIAGONÁLA D4	D4	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.5	D - 0.5
5	DIAGONÁLA D5	D5	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.3	D - 0.3
6	DIAGONÁLA D6	D6	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.3	D - 0.3
7	DIAGONÁLA D7	D7	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.2	D - 0.2
8	DIAGONÁLA D8	D8	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.2	D - 0.2
9	DIAGONÁLA D9	D9	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.1	D - 0.1
10	DIAGONÁLA D10	D10	tuhý	1	tuhý	1	polotuhý	0.1	D - 0.1
V - SVISLICE									
1	KONCOVÁ SVISLICE - V0	V0	tuhý	1	polotuhý	0.4	tuhý	1	V0 - Ends
2	SVISLICE - V1 - V8	V1 až V8	tuhý	1	polotuhý	0.75	tuhý	1	V - Ends
L - PODÉLNÍKY									
1	PODÉLNÍK L1 - L16	L	tuhý	1	polotuhý	0.05	polotuhý	0.05	L - Stringer
2	PODÉLNÍK L1 - L17 PŘÍPOJ K PŘÍČNÍKU	L	polotuhý	0.15	tuhý	1	tuhý	1	L - axial stiffness
P - PŘÍČNÍK									
1	PŘÍČNÍK P0, P2, P4, P6, P8, PŘÍČNÍK P10, P12, P14, P16	P	tuhý	1	polotuhý	0.3	polotuhý	0.06	P1 - Crossbeam
2	PŘÍČNÍK P1, P3, P5, P7, P9, PŘÍČNÍK P11, P13, P15	P	tuhý	1	polotuhý	0.3	polotuhý	0.04	P2 - Crossbeam
3	KOUTOVÁ VÝZTUHA PŘÍČNÍKU V NAPOJENÍ NA SVISLICI	V	tuhý	1	polotuhý	0.5	polotuhý	0.5	V - Joint
W - ZTUŽENÍ									
1	WO - HORNÍ VODOROVNÉ ZTUŽENÍ	WO	tuhý	1	polotuhý	0.1	polotuhý	0.15	WO
2	WO - VNITŘNÍ PŘÍČLE HORNÍHO VODOR. ZTUŽENÍ	WO.P2	tuhý	1	polotuhý	0.5	polotuhý	0.5	WO
3	WU - DOLNÍ VODOROVNÉ ZTUŽENÍ	WU	tuhý	1	kloub	0.1	polotuhý	0.3	WU
4	WL - VODOROVNÉ ZTUŽENÍ PODÉLNÍKŮ - DIAGONÁLY	WL	tuhý	1	kloub	0	kloub	0	WL
5	WP1 - VODOROVNÉ ZTUŽENÍ PODÉLNÍKŮ - PŘÍČNÍK	WP1	tuhý	1	polotuhý	0.5	kloub	0	WP1
6	WP2 - VODOROVNÉ ZTUŽENÍ PODÉLNÍKŮ - PŘÍČNÍK MEZI	WP2	tuhý	1	polotuhý	0.5	kloub	0	WP2
B - BRDNÉ ZTUŽIDLO									
1	B - BRDNÉ ZTUŽIDLO	B	tuhý	1	kloub	0	polotuhý	0.2	B

Pozn:

- pootočení okolo osy prutu Y
- pootočení okolo osy prutu Z

Objednatel: SŽDC, s.o.	90.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

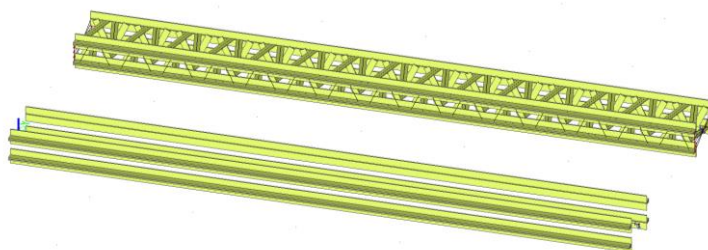
### 3.4.2 Modelování ekvivalentní tuhosti členěných průřezů

Vzhledem k tomu, že je model vytvořen z prutových prvků s celistvým průřezem, bylo nutné uvážit vliv změny tuhosti u prutů, které jsou tvořeny složenými průřezy (dolní pás, diagonály a svislice).

Zohlednění ekvivalentní tuhosti členěných prutů je velmi důležité z hlediska vystižení reálné tuhostní charakteristiky výpočetního modelu, což má zásadní vliv na stanovení odpovídající velikosti vnitřních sil.

Pro stanovení odpovídající redukce tuhosti byly využity poznatky z přepočtu mostu přes Orlickou přehradu [2.8], kde k tomuto účelu byly vytvořeny dílčí výpočetní modely členěných prutů pro dva případy:

- 1) průřez prvku zadán jako celistvý bez uvážení členění - odpovídá globálnímu modelu,
- 2) průřez prvku zadán tak, že všechny jeho části byly modelovány samostatně a byly vzájemně propojeny příhradovými prutovými spojkami resp. deskostěnovými prvky představující stěny nebo styčnickové plechy.



*Příklady modelovaných prvků – obousměrně členěná diagonála [viz 2.8]*

Tyto dva modely 1) a 2) byly následně modelovány s koncovým uložením jako kloubové (prostý nosník), částečně vetknuté a úplně vetknuté (vetknutý nosník). Deformace na jednotlivých modelech byly vyhodnoceny od zatížení stejným zatížením v horizontální Y i vertikální rovině Z.

Z výsledných deformací modelů 1) a 2) v kombinaci se všemi typy uložení byly stanoveny jejich vzájemné poměry tzn. hodnoty ekvivalentní tuhosti členěného prutu.

Na základě hodnot ekvivalentní tuhosti členěného prutu byly ve výpočetním modelu upraveny moduly setrvačnosti jednotlivých průřezů pomocí relativního tuhostního součinitele (tzv. stiffnessfactor) pro moment setrvačnosti  $I_z$  resp.  $I_y$ . Uvažované hodnoty ekvivalentní tuhosti členěných prutů jsou uvedeny na následující straně.

#### *Poznámka:*

*hodnoty ekvivalentní tuhosti členěných prutů jsou následně použity při výpočtu průřezových charakteristik členěných prutů, což umožňuje posouzení napjatosti jako celistvého prutu s redukovanou tuhostí.*

Objednatel: SŽDC, s.o.	91.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### Přehled ekvivalentní tuhost členěných prutů ve výpočetním modelu

D - DIAGONÁLY		Poměr tuhost I <sub>y</sub>	Poměr tuhost I <sub>z</sub>	Boundary group BG	Orientace
DIAGONÁLA D1	D1	0.5	1	D - Stiffness	ly - z roviny lz - v rovině
DIAGONÁLA D2	D2	0.5	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D3	D3	0.55	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D4	D4	0.55	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D5	D5	0.6	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D6	D6	0.6	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D7	D7	0.6	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D8	D8	0.6	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D9	D9	0.65	1	D - Stiffness	
DIAGONÁLA D10	D10	0.65	1	D - Stiffness	

V - SVISLICE		Poměr tuhost I <sub>y</sub>	Poměr tuhost I <sub>z</sub>	Boundary group BG	Orientace
SVISLICE V1	V0	1	1	V - Stiffness	ly - z roviny lz - v rovině
SVISLICE V1	V1	0.5	1	V - Stiffness	
SVISLICE V2	V2	0.5	1	V - Stiffness	
SVISLICE V3	V3	0.5	1	V - Stiffness	
SVISLICE V4	V4	0.6	1	V - Stiffness	
SVISLICE V5	V5	0.6	1	V - Stiffness	
SVISLICE V6	V6	0.6	1	V - Stiffness	
SVISLICE V7	V7	0.6	1	V - Stiffness	
SVISLICE V8	V8	0.6	1	V - Stiffness	

U - DOLNÍ PÁS		Poměr tuhost I <sub>y</sub>	Poměr tuhost I <sub>z</sub>	Boundary group BG	Orientace
DOLNÍ PÁS U1	U1	1	0.15	U1 - Stiffness	ly - v rovině lz - z roviny
DOLNÍ PÁS U2	U2	1	0.15	U1 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U3	U3	1	0.15	U1 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U4	U4	1	0.15	U4 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U5	U5	1	0.15	U5 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U6	U6	1	0.15	U6 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U7	U7	1	0.15	U7 - Stiffness	
DOLNÍ PÁS U8	U8	1	0.15	U7 - Stiffness	

Objednatel: SŽDC, s.o.	92.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 3.4.3 Modelování tuhosti podepření

Uspořádání ložisek podepření nosné konstrukce je staticky neurčité s dvojicí podélně pohyblivých ložisek na jedné podpěře a dvojicí pevných ložisek na druhé podpěře. Z korozního průzkumu jsou podélně pohyblivá válcová ložiska zadřené a dochází k narušování podložiskových kvádrů. Pohyby konstrukce jsou tímto omezovány. K porušování kvádrového zdiva dochází i na straně pevných ložisek u smíchovské opěry. Vliv na pilířích není patrný, což je dáno jejich menší podélnou tuhostí oproti tuhosti masivních opěr.

Z porovnání deformací koncového příčnicku při ověřovací zatěžovací zkoušce je pohyb v pohyblivém ložisku omezen z cca 50%. Ekvivalentní lineární tuhost v podélném směru odpovídající této poruše byla odvozena  $K_x \sim 300 - 500 \text{ MN.m}^{-1}$ , což je prakticky podélná tuhost pevného ložiska. Tomuto stavu odpovídají i poruchy spodní stavby opěr.

Pro výpočet vnitřních sil od návrhového zatížení pro výpočet zatížitelnosti jsou uvažovány ekvivalentní lineární tuhosti podepření zahrnující vůle v ložisku a tuhost spodní stavby. Současná vada zadřené podélně pohyblivých ložisek není pro výpočet vnitřních sil uvažována, což je na straně bezpečné pro posouzení ocelové konstrukce. Předpoklad je repase ložisek a odstranění této vady. Dále se vada může projevovat různě v závislosti na velikosti pohybu a druhu zatížení (teplota, pohyblivé zatížení, vítr).

Pro stanovení zatížitelnosti a posouzení přechodnosti byly ve výpočetním modelu zadány tyto tuhosti podepření.

tuhost pevného ložiska v podélném směru:

$$K_x = 250 \text{ MN.m}^{-1}$$

tuhost podélně pohyblivého ložiska v podélném směru (bez uvažování zvýšeného odporu):

$$K_x = 0 \text{ MN.m}^{-1}$$

tuhost podélně pohyblivého a pevného ložiska v příčném směru:

$$K_y = 500 \text{ MN.m}^{-1}$$

tuhost ve svislém směru:

$$K_z = 5000 \text{ MN.m}^{-1}$$

*Poznámka: kontrolně byl ověřen vliv omezení pohybu v ložisku na napjatost v průřezích nosné konstrukce*

Pro výpočet deformací a charakteristik konstrukce (vlastní frekvence) od reálného a zkušebního zatížení byly uvažovány tuhosti odpovídající reálnému chování konstrukce v současném stavu.

tuhost pevného ložiska v podélném směru:

$$K_x = 500 \text{ MN.m}^{-1}$$

tuhost podélně pohyblivého ložiska v podélném směru je uvažována ve dvou mezích (s uvažováním zvýšeného odporu):

$$K_{x,\min} = 0 \text{ MN.m}^{-1} \text{ (volný pohyb - minimální hodnota)}$$

$$K_{x,\max} = 200 \text{ MN.m}^{-1} \text{ (reálná hodnota)}$$

$$K_{x,\max} = 500 \text{ MN.m}^{-1} \text{ (zamezený pohyb - extrémní hodnota)}$$

tuhost podélně pohyblivého a pevného ložiska v příčném směru:

$$K_y = 500 \text{ MN.m}^{-1}$$

tuhost ve svislém směru:

$$K_z = 5000 \text{ MN.m}^{-1}$$

Objednatel: SŽDC, s.o.	93.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 4. ANALÝZA KONSTRUKCE

### 4.1 GLOBÁLNÍ ANALÝZA KONSTRUKCE

Globální analýza je provedena jako pružnostní analýza s uvažováním:

- globálních imperfekcí dle ČSN EN 1993-2 čl. 5.3.2 (2) pro návrh hlavních nosných prvků mostu pomocí náhradních sil viz ČSN EN 1993-1-1 čl. 5.3.2 (7) a (8), které jsou s ohledem na charakter mostní konstrukce vyjádřeny globálními imperfekcemi výztužného systému dle ČSN EN 1993-2 čl. 5.3.3 odstavec (1),
- lokálních imperfekcí jednotlivých prutů dle ČSN EN 1993-2 5.3.4 odstavec (1) tzn. pomocí součinitelů vzpěrnosti stanovených na základě stabilitního výpočtu pro jednotlivé pruty.

### 4.2 ANALÝZA VLIVU II. ŘÁDU

Posouzení štíhlosti konstrukce dle ČSN EN 1993-2 čl. 5.2.1 bod 2:

$\alpha_{cr} = 13.55 > 10$  není nutný výpočet II. řádem (pozn: z hodnoty  $\alpha_{cr}$  lze usuzovat, že vliv nebude veliký)

Pro posouzení průřezů dle ČSN EN 1993-2 čl. 6.3.3 je provedeno pro analyticky stanovené **součinitele interakce**  $k_y$  resp.  $k_z$ , ( $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$ ).

Analytické vyjádření **součinitelů interakce** zohledňující vliv II. řádu je provedeno analýzou změny vnitřních sil na sledovaných prutech.

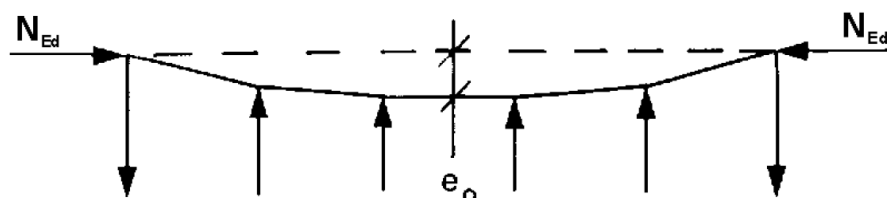
**Součinitele interakce** jsou odvozeny jako poměr vnitřních sil  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  stanovených dle výpočtu II. řádem a I. řádem s uvažováním náhradního zatížení od imperfekcí:

$$k_x, k_y \text{ resp. } k_z = (\text{II. řád} + \text{imperfekce}) / (\text{I. řád} + \text{imperfekce})$$

Tento způsob umožňuje posouzení průřezů na vnitřní síly stanovených dle I. řádu, kde platí superpozice zatěžovacích stavů, se zavedením vlivu II. řádu na imperfektním modelu (počáteční deformace vnějším zatížením).

Při nelineárním výpočtu II. řádem bylo chování výpočetního modelu imperfektní konstrukce stabilní a k zastavení přírůstků deformace dochází během 2 až 3 iterací, což svědčí o dostatečné tuhosti mostní konstrukce a systém působí spolehlivě resp. není náchylný ke kolapsu.

Imperfekce jsou zadány jako náhradní vodorovné síly vznikající vlivem nepřímosti horního pásu s náhradním úhlem zalomení ve styčnicku, který je odvozen z amplitudy počátečního prohnutí dle 1993-2 čl. 5.3.3 (1) viz ČSN EN 1993-1-1 5.3.3 (1) obr. 5.6.



Počáteční prohnutí horního pásu:

$$e_0 = \alpha_m \cdot L_0 / 500$$

$$e_0 = 0,87 \cdot (3 \cdot 9600) / 500 = 50 \text{ mm}$$

Objednatel: SŽDC, s.o.	94.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Hodnota  $L_0$  je odvozena z kritického tvaru v místě amplitudy (2. tvar vybočení z roviny), přičemž tvar počáteční deformace je uvažován viz obr. výše na celou délku horního pásu.

kde,  $\alpha_m$  vyjadřuje vliv počtu nosníků dle vzorce 5.12 v ČSN EN 1993-1-1 čl. 5.3.3 (1)

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot (1+1/m)} = \sqrt{0,5 \cdot (1+1/2)} = 0,87, \text{ kde } m \text{ je počet pásů příhradového nosníku.}$$

Počáteční úhel zalomení v podporovém styčnicku 0 je odvozen z tečny k parabole 2° s počátečním prohnutím  $e_0$ .

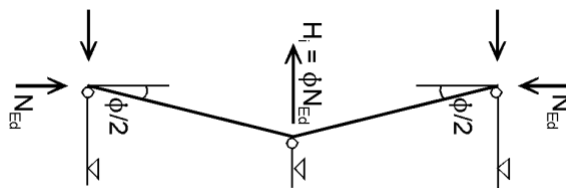
$$\phi_0 = 2 \cdot e_0 / (L/2) = 2 \cdot 50 / (72000/2) = 0,28\%$$

$$1/\phi_0 = 1/0,28\% = 357$$

Úhel zalomení v mezilehlém styčnicku  $i$  (viz obr. 5.7 ČSN EN 1993-1-1) je závislý na počtu styčnicků, kde se mění úhel. Pro danou konstrukci se jedná o polohy příčl. horního vodorovného ztužení tzn. ve styčnicku 2, 4, 6 a 8. Ve styčnicku 8 je změna úhlu  $\phi/2$ , tak aby byl součet zalomení představoval geometricky reálný tvar.

$$\phi_i = \phi_0 / n = 0,28 / (3+0,5) = 0,079\%$$

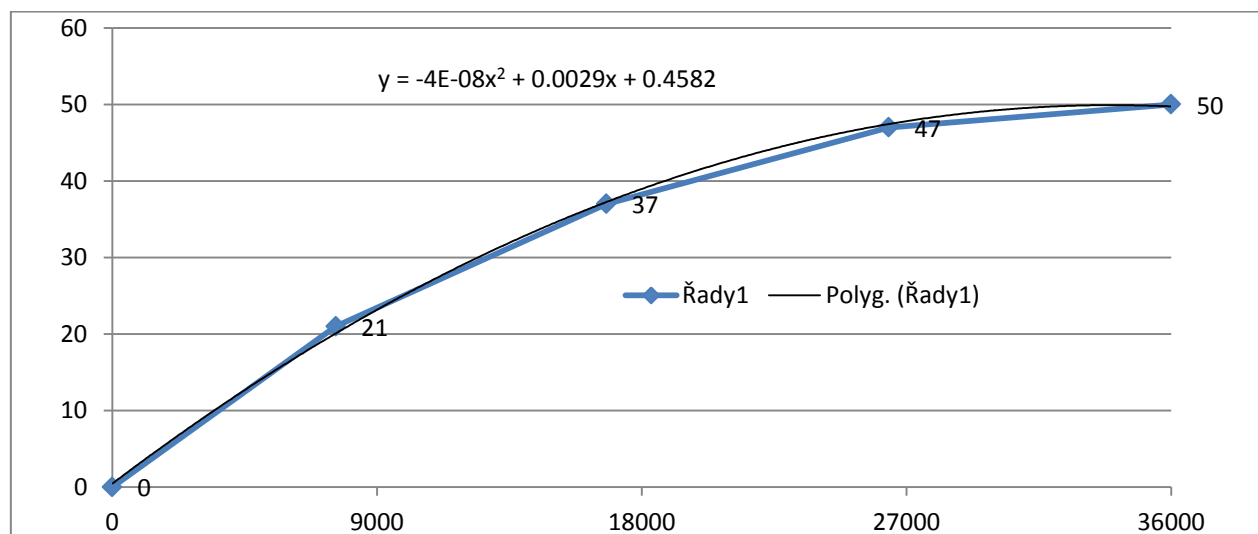
$$1/\phi_i = 1/0,079\% \sim 1250 \text{ (konstrukčně reálná hodnota zalomení ve styčnicku pro imperfekci } e_0)$$



Náhradní vodorovná síla ve styčnicku je vypočtena ze vzorce:

$$H_i = \phi_i \cdot N_{Ed}$$

kde,  $N_{Ed}$  osová síla v příhradě  $j$  (zleva/zprava) ve styčnicku  $i$   $N_{Ed} = (N_{Sk,j} + N_{Sk,(j+1)})/2$



Tvar náhradní počáteční deformace horního pásu pro výpočet styčnickových sil

Objednatel: SŽDC, s.o.	95.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Uvažovaná počáteční deformace odpovídá zkosení příčného řezu ve středu NK:

$$e_0/h = 50/12200 = 1/244$$

kde h - výška nosníku ve středu NK (vzdálenost os horního a dolního pásu)

**Uvažovaný tvar globálních imperfekcí pro posouzení nosné konstrukce lze považovat odpovídající skutečně vyrobenému tvaru OK.**

Předpis nelineární kombinace zatěžovacích stavů NC:

$$\Sigma G0 + G1 + P(N_x) + CH + W(-Y) + I(-Y)$$

kde, I - náhradní zatížení od globálních imperfekcí ( viz 2. Rozbor zatížení kap. 2.4.11 I – Imperfekce soustavy)

Extrém zatížení byl zvolen pro pravou stranu NK mostu. Nahodilá zatížení jsou orientována tak, aby přitěžovala pravou stranu NK.

Pro nelineární výpočet bylo nahodilé pohyblivé zatížení P od návrhového schéma LM71 v jedné i druhé koleji stanoveno pro:

Horní pás: pro extrém tlakové síly  $N_x$  prut O8 - střed NK

Diagonály: pro extrém tlakové síly  $N_x$  prut D7 (D8)  
pro extrém tlakové síly  $N_x$  prut D9 (D10)

Svislice : pro extrém tlakové síly  $N_x$  prut V0 (koncová)  
pro extrém tlakové síly  $N_x$  prut V4 (vnitřní)

Pro vyhodnocení byly použity charakteristické hodnoty zatížení tzn. bez součinitelů spolehlivosti zatížení.

U nahodilého pohyblivého zatížení je uvažováno návrhové schéma LM71 s dynamickým součinitelem pro globální systém  $\phi = 1,00$  a klasifikačním součinitelem  $\alpha=1,00$ .

*Pozn:*

*v programu MIDAS je nelineární kombinace zadána jako jeden kumulovaný zatěžovací stav. Důvodem je použití "Beam end release" (koncová uvolnění - klouby).*

Objednatel: SŽDC, s.o.	96.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## PŘEHLED VYHODNOCENÝCH SOUČINITELŮ INTERAKCE $k_y$ resp. $k_z$

### ANALÝZA VLIVU II. ŘÁDU NA TLAČENÝ PÁS - SOUČINITELE INTERAKCE

Přut	Vnitřní síly - I. řád					Vnitřní síly - II. řád					součinitele interakce				
	minN	minMy	maxMy	min Mz	max Mz	minN	maxMy	min Mz	max Mz	max Mz	kx	ky.min	ky.max	kz.min	kz.max
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	kNm					
O1	-3611	-121.0	181.5	-21.4	38.9	-3618	-123	182	-21.9	39.9	1.00	1.02	1.00	1.02	1.03
O2	-4903	-23.8	31.3	-69.4	50.9	-4907	-24	31	-69.7	51.8	1.00	1.01	0.98	1.00	1.02
O3	-5997	-48.3	120.8	-66.7	115.5	-6003	-49	122	-67.6	116.1	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01
O4	-6592	-21.7	38.6	-105.9	125.5	-6594	-23	38	-107.1	126.0	1.00	1.08	0.99	1.01	1.00
O5	-7058	-	71.5	-105.0	129.1	-7061	-	74	-106.7	129.0	1.00	-	1.03	1.02	1.00
O6	-7255	-35.7	74.4	-102.5	134.8	-7253	-38	74	-103.0	134.4	1.00	1.05	0.99	1.00	1.00
O7	-7444	-	73.5	-103.3	140.5	-7441	-	76	-104.2	140.7	1.00	-	1.03	1.01	1.00
O8	-7434	-4.1	34.8	-105.4	143.6	-7429	-5	35	-106.2	143.8	1.00	1.20	1.01	1.01	1.00
Celkově											1.00	1.03		1.02	

### ANALÝZA VLIVU II. ŘÁDU NA DIAGONÁLY - SOUČINITELE INTERAKCE

Přut	Vnitřní síly - I. řád					Vnitřní síly - II. řád					součinitele interakce				
	minN	minMy	maxMy	min Mz	max Mz	minN	minMy	maxMy	min Mz	max Mz	kx	ky.min	ky.max	kz.min	kz.max
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	kNm					
D7	-144.1	-18.4	11.5	-3.3	2.7	-143.9	-18.2	11.2	-3.3	0.6	1.00	0.99	0.97	1.00	0.22
D8	-153.0	-7.9	17.8	-4.4	4.4	-152.9	-7.6	17.1	-4.4	1.3	1.00	0.96	0.96	1.00	0.30
D9	-162.6	-5.0	8.6	0.5	-0.5	-160.5	-4.9	8.4	0.0	-0.5	0.99	0.98	0.98	0.00	1.00
D10	-188.7	-2.7	5.6	0.6	-0.2	-187.2	-2.6	5.5	0.0	-0.2	0.99	0.96	0.98	0.00	1.00
Celkově											1.00	1.00		1.00	

### ANALÝZA VLIVU II. ŘÁDU NA SVISLICE - SOUČINITELE INTERAKCE

Přut	Vnitřní síly - I. řád					Vnitřní síly - II. řád					součinitele interakce				
	minN	minMy	maxMy	min Mz	max Mz	minN	minMy	maxMy	min Mz	max Mz	kx	ky.min	ky.max	kz.min	kz.max
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	kNm					
V0	-5402	-268.4	129.8	-173.8	161.5	-5419	-283.9	137.2	-179.3	163.3	1.00	1.06	1.06	1.03	1.01
V0	-5229	-257.0	120.4	-200.4	156.5	-5253	-271.5	127.4	-204.9	158.0	1.00	1.06	1.06	1.02	1.01
Celkově											1.00	1.06		1.03	
V3	-849		10.2	-5.0	5.0	-850.4		9.2	-5.3	5.0	1.00	-	0.90	1.06	1.00
V4	-707		32.0	-5.7	5.4	-707.0		29.0	-6.0	5.5	1.00	-	0.91	1.05	1.02
Celkově											1.00	1.00		1.03	

#### Poznámka:

vnitřní síly jsou vyhodnoceny v úseku členěného prutu svislice tzn. v místech, kde bude prováděno jejich posouzení

Objednatel: SŽDC, s.o.	97.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 4.3 STANOVENÍ VZPĚRNOSTNÍCH CHARAKTERISTIK

### 4.3.1 Metodika stanovení vzpěrnostních charakteristik

K výpočtu součinitelů vzpěru jsou použity vztahy uvedené v ČSN EN 1993-2 kap. 6.3.1.2.

Pro přiřazení křivky vzpěrné pevnosti pro daný typ nýtované konstrukce s otevřenými průřezy neposkytuje tab. 6.2 dostatečné podklady resp. uvedené případy nezahrnují použité typy průřezů.

S odkazem na původní ČSN 73 1401:1984 lze křivky přiřadit následovně:

#### Horní pás a portálová svislice:

při vybočení kolmo k ose Y: **křivka b** (součinitel imperfekce  $\alpha = 0,34$ )  
(v rovině příhradového nosníku)

při vybočení kolmo k ose Z: **křivka c** (součinitel imperfekce  $\alpha = 0,49$ )  
(z roviny příhradového nosníku/

#### Členěné pruty diagonál a svislic, pruty dolního pásu:

při vybočení kolmo k ose Y: **křivka c** (součinitel imperfekce  $\alpha = 0,49$ )  
(v rovině příhradového nosníku)

při vybočení kolmo k ose Z: **křivka c** (součinitel imperfekce  $\alpha = 0,49$ )  
(z roviny příhradového nosníku/  
k nehmotné ose členěných prutů svislic a diagonál)

Hodnoty poměrných štíhlostí  $\lambda$  jsou odvozeny z vypočtených vzpěrných délek na základě stabilitního výpočtu.

Stabilitní výpočet byl proveden pro:

- pruty horního pásu (O1 - O8)
- tlačené pruty dolního pásu (U1)
- pruty svislic (V0 - V8)
- pruty tlačných diagonál (D5 - D10)

Výsledky stabilitního výpočtu jsou uvedeny v následujících kapitolách. Přehledný souhrn stabilitních charakteristik je uveden v tabulce na následující straně.

Objednatel: SŽDC, s.o.	98.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

# PŘEHLED VYHODNOCENÝCH SOUČINITELŮ VZPĚRNOСТИ HLAVNÍHO NOSNÍKU

Součinitele vzpěrnosti  $\chi$  hlavního nosníku - při vybočení z roviny Za v rovině Y

Prvek NK	N <sub>sd</sub>	α <sub>cr,Nz</sub>	α <sub>cr,Ny</sub>	α <sub>cr,z</sub>	α <sub>cr,y</sub>	N <sub>cr,z</sub>	N <sub>cr,y</sub>	Délka	Plocha	Moment setrvačnosti		Vzpěrné délky				Poloměr setrvačnosti		Štíhlost		Poměrná štíhlost		součinitel vzpěru		Poznámka
										I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>	β <sub>y</sub>	L <sub>z</sub>	L <sub>y</sub>	i <sub>z</sub>	i <sub>y</sub>	λ <sub>z</sub>	λ <sub>y</sub>	λ̄ <sub>z</sub>	λ̄ <sub>y</sub>	χ <sub>z</sub>	χ <sub>y</sub>	
	kN					kN	kN	mm	A	mm <sup>4</sup>			mm	mm	mm	mm	mm	mm						
Horní pás																								
O1	3 460			18.3	53.4	63 214	184 799	3600	47344	2.407E+09	1.446E+09	2.59	1.17	9328	4229	225.5	174.8	41.4	24.2	0.44	0.25	0.878	0.980	začátek NK
O2	4 860			18.2	31.8	88 209	154 499	4000	61344	2.979E+09	1.873E+09	2.20	1.32	8784	5263	220.4	174.7	39.9	30.1	0.42	0.32	0.887	0.958	
O3	5 917			13.9	29.7	82 010	175 498	4400	68344	3.265E+09	2.050E+09	2.17	1.17	9537	5167	218.6	173.2	43.6	29.8	0.46	0.31	0.865	0.959	
O4	6 620			13.4	28.0	88 840	185 294	4800	82344	3.836E+09	2.371E+09	2.07	1.13	9933	5407	215.8	169.7	46.0	31.9	0.48	0.34	0.851	0.951	
O5	7 037			13.7	27.8	96 477	195 840	4800	82344	3.836E+09	2.371E+09	1.99	1.10	9532	5260	215.8	169.7	44.2	31.0	0.47	0.33	0.862	0.954	
O6	7 288			13.6	27.7	98 825	201 805	4800	89344	4.120E+09	2.522E+09	2.03	1.11	9760	5343	214.7	168.0	45.5	31.8	0.48	0.34	0.855	0.951	
O7	7 426			13.6	27.6	100 697	204 958	4800	89344	4.120E+09	2.522E+09	2.01	1.10	9669	5302	214.7	168.0	45.0	31.6	0.47	0.33	0.857	0.952	
O8	7 429	13.67	27.58	13.6	27.6	100 663	205 040	4800	89344	4.120E+09	2.522E+09	2.01	1.10	9671	5301	214.7	168.0	45.0	31.6	0.47	0.33	0.857	0.952	sřed NK
Dolní pás																								
U1	917			44.2	249.9	40 541	229 158	3600	38416	1.897E+08	1.209E+09	0.91	0.96	3270	3472	70.3	177.4	46.5	19.6	0.49	0.21	0.848	0.998	začátek NK
Diagonály																								
D5	814	0.6	1	42.0	10.9	34 212	8 889	6795	19968	6.131E+08	7.787E+07	0.94	0.66	6399	4474	175.2	62.4	36.5	71.6	0.38	0.75	0.905	0.691	
D6	804	0.6	1	22.2	5.36	17 817	4 312	7191	16632	5.073E+08	5.656E+07	1.12	0.76	8066	5475	174.7	58.3	46.2	93.9	0.49	0.99	0.850	0.546	
D7	696	0.6	1	32.16	4.43	22 390	3 084	7473	13600	4.159E+08	3.051E+07	0.87	0.64	6515	4755	174.9	47.4	37.3	100.4	0.39	1.06	0.901	0.507	
D8	727	0.6	1	35.89	6.33	26 092	4 602	7548	17368	5.317E+08	3.991E+07	0.90	0.59	6824	4451	175.0	47.9	39.0	92.9	0.41	0.98	0.892	0.553	
D9	418	0.65	1	45.45	5.89	18 998	2 462	3954	6800	1.941E+08	1.137E+07	1.22	0.82	4832	3248	169.0	40.9	28.6	79.4	0.30	0.84	0.949	0.639	
D10	412	0.65	1	43.40	3.78	17 868	1 556	4013	4864	1.427E+08	6.485E+06	1.06	0.77	4271	3086	171.3	36.5	24.9	84.5	0.26	0.89	0.968	0.606	sřed NK
Svislice																								
V0	984	228.1	216.1	228.3	213.0	224 647	209 592	6250	72792	3.380E+09	1.982E+09	0.94	0.74	5863	4649	215.5	165.0	27.2	28.2	0.29	0.30	0.956	0.965	podpora svislice
		stiffnessfactor																						
V1	863	0.5	1	94.9	61.5	81 899	53 109	3981	26432	6.852E+08	1.451E+08	1.10	0.63	4372	2498	161.0	74.1	27.2	33.7	0.29	0.36	0.956	0.921	
V2	891	0.5	1	61.3	29.7	54 618	26 427	4652	23072	6.024E+08	9.670E+07	1.08	0.62	5020	2892	161.6	64.7	31.1	44.7	0.33	0.47	0.935	0.859	
V3	885	0.5	1	45.1	18.9	39 896	16 691	5153	18392	4.859E+08	7.570E+07	1.02	0.62	5276	3219	162.5	64.2	32.5	50.2	0.34	0.53	0.928	0.827	
V4	859	0.6	1	40.7	14.3	34 969	12 261	5778	13216	5.902E+08	7.254E+07	1.07	0.64	6210	3677	211.3	74.1	29.4	49.6	0.31	0.52	0.944	0.830	
V5	836	0.6	1	30.2	8.84	25 256	7 390	6108	11536	5.081E+08	4.835E+07	1.11	0.63	6780	3867	209.9	64.7	32.3	59.7	0.34	0.63	0.928	0.768	
V6	743	0.6	1	26.3	6.35	19 571	4 720	6265	9024	3.875E+08	3.295E+07	1.07	0.64	6726	3994	207.2	60.4	32.5	66.1	0.34	0.70	0.928	0.727	
V7	762	0.6	1	23.5	4.54	17 937	3 459	6320	8064	3.509E+08	1.989E+07	1.06	0.57	6886	3625	208.6	49.7	32.1	73.0	0.34	0.77	0.930	0.682	
V8	636	0.6	1	26.9	2.84	17 115	1 806	6266	6000	2.641E+08	9.031E+06	0.95	0.54	5938	3380	209.8	38.8	28.3	87.1	0.30	0.92	0.950	0.589	sřed NK



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 4.3.2 Stabilitní analýza horního pásu

Pro stanovení vzpěrných délek příhrad horního pásu je použito stabilitního výpočtu. Stabilitní posouzení bylo provedeno pro kombinaci zatížení, která vyvolá v jednotlivých příhradách horní pásu maximální tlakové zatížení pro zatížení v obou kolejích a na chodnících.

Pro stabilitní výpočet není uvažováno zatížení vedlejší tzn. zejména klimatické vlivy, boční ráz, brzdné síly apod., které působí ve své směru +/- Vliv těchto zatížení na velikost vzpěrné délky není podstatný. Dále vliv tření v pohyblivých ložiscích není při stabilitním výpočtu uvažován.

Předpis kombinace SC1:

$$\Sigma G_0 + G_1 + \Phi_3 \cdot P_{(\min N_x)} + CH$$

Pohyblivé zatížení  $P_{(\min N_x)}$  vždy odpovídalo pro extrém účinku pro vyhodnocovaný prut O1 - O8. Pro každou kombinaci byl hledán pro každý prut odpovídající kritický tvar (násobek) vybočení.

Pro zatížení chodníků je použita hodnota pro mosty pozemní dle ČSN EN 1991-2 čl. 4.5.1 tab. 4.4 (NA 2.21) hodnotou  $3,0 \text{ kN.m}^{-2}$  viz kap. Rozbor zatížení.

Výpočet byl proveden pro charakteristické hodnoty zatížení. U pohyblivého zatížení je uvažován dynamický součinitele pro MSÚ  $\Phi_3 = 1,00$

U takto členité konstrukce je hledání odpovídajícího tvaru pro zkoumanou část velmi náročné z důvodu velkého počtu tvarů podružných částí mostu. Z tohoto důvodu byl zvolen iterační postup tak, že kritický tvar byl hledán nejprve s nastavením uvažování pouze vlivu normálové síly  $N_x$  a následně po identifikaci kritického násobku byl výpočet proveden v pásmu pro tuto očekávanou hodnotu kritického násobku daného prutu s uvažováním všech vnitřních sil.

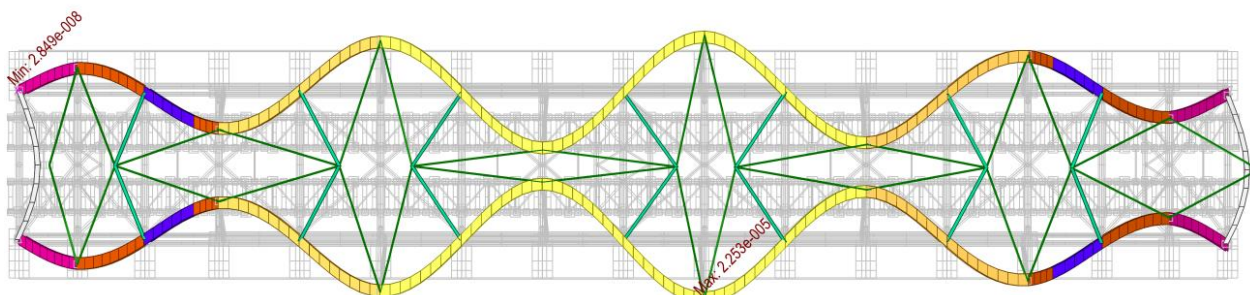
V rámci úprav výpočetního modelu bylo provedení zvýšení dělení prutů horního pásu (manuální zjemnění sítě).

#### Poznámka:

*Pro provedení stabilitního výpočtu bylo nutné odstranit pomocné pruty kolejnice a odstranit okrajové podmínky na mostnicích, které způsobovali velké množství vlastních tvarů a nebylo by možné výpočet vyhodnotit.*

*Dalším problematickými pruty při stabilitním výpočtu jsou krátké fiktivní elementy, které bylo nutné ve specifických případech odstranit, čímž byla drobně upravena geometrie, která však nemá na sledované prvky horního pásu vliv.*

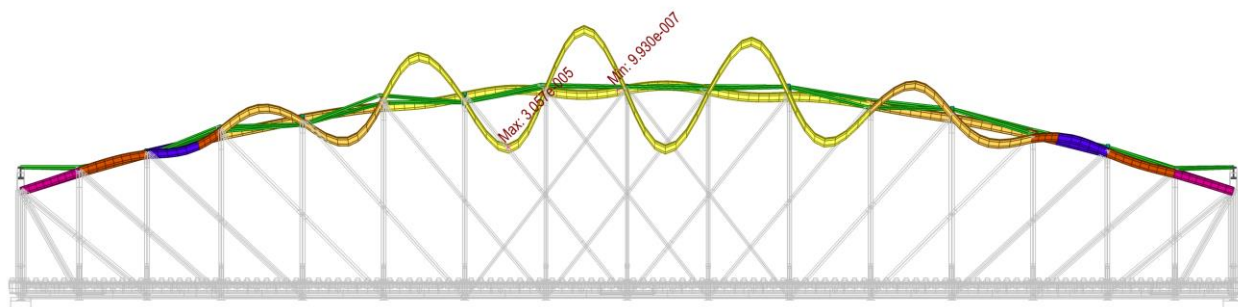
Příklady typických kritických tvarů vybočení horního pásu a k nim odpovídajících násobků jsou uvedeny níže.



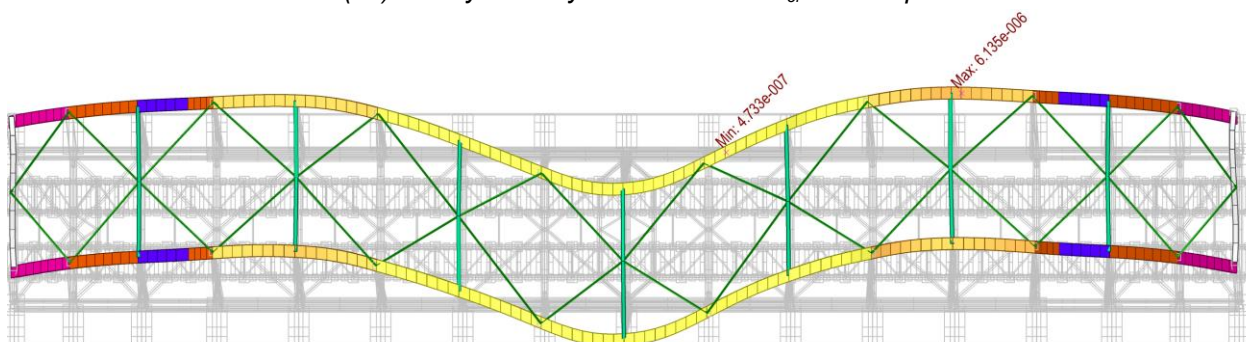
1. (11) kritický tvar - vybočení z roviny  $\alpha_{cr} = 13.55$  pro O8

Objednatel: SŽDC, s.o.	100.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD



1. (56) kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 27.60$  pro O8



2. (58) kritický tvar. 9 - vybočení z roviny  $\alpha_{cr} = 28.29$  pro O8

Ze stabilitního výpočtu vyplývá, že minimální kritické násobky vnitřních sil od stabilitní kombinace SC1 tzn. při zatížení definovanou kombinací zatížení pro horní pás se pohybují v pásmu  $\alpha_{cr} \in (13;18)$ .

Vyhodnocené vzpěrné délky jsou rovněž standardních délek tzn., že jsou v očekávaném intervalu pro tento typ mostní konstrukce s horním ztužením.

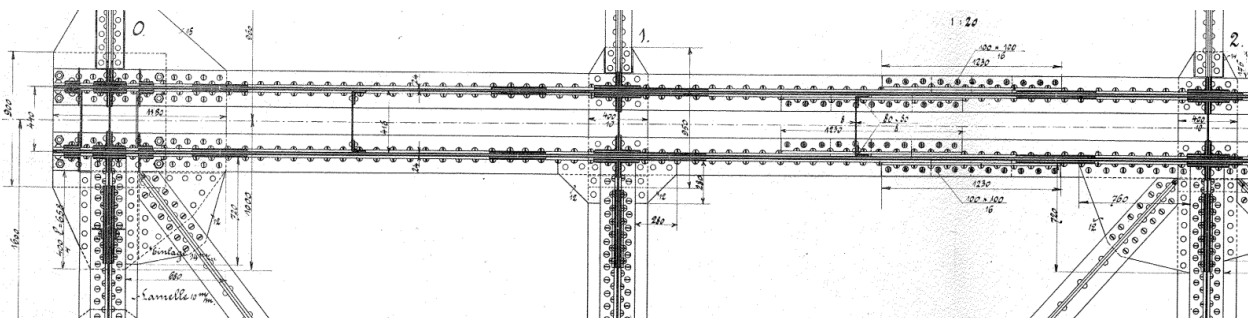
*Poznámka: kritický násobek horního pásu se váže ke kombinaci SC1*

Objednatel: SŽDC, s.o.	101.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 4.3.3 Stabilitní analýza dolního pásu

Dolní pás je primárně taženou částí nosné konstrukce. V první příhradě 1 je však průřez dolního pásu tlačен, což je dáno svislým koncovým portálem a tahovou diagonálou D1 vedenou mezi styčníky 0 a 1. V druhé příhradě je tlak od situování diagonály D2 do styčníku 0 vyrovnáván globálním tajem a výsledná síla je malých hodnot + tah/- tlak. Konstrukčně dolní pás není na toto tlakové namáhání navrhován viz obr.



vodorovný řez nad dolním pásem v příhradě 1 a 2 (ztužení členěného průřezu pouze rámovými spojkami)

Levá a pravá část průřezu jsou spojeny pouze příčnými diafragmaty a v místě styčníku vodorovným styčnickovým plechem a styčnickovým plechem svislice a příčníku, což odpovídá spíše průřezu tvořenému samostatně levou a pravou částí dolního pásu. Členěný průřez je s rámovými spojkami.

Pro takto konstruované průřezy je ekvivalentní tuhost členěného prutu k nehmotné ose (z roviny příhrady) zhruba ~10 x menší než tuhost celistvého průřezu viz [2.8]. Tuhostní součinitel (tzv. stiffnessfactor) pro moment setrvačnosti  $I_z$  byl ve výpočetním modelu zaveden hodnotou **0,15**.

Pro stanovení vzpěrné délky tlačенého dolního pásu bylo při stabilitním výpočtu použito náhradního silového zatížení (**N**) v koncových styčnicích, které doplňuje primárně působící zatížení od kombinace zatížení, která vyvolá v jednotlivých prutech maximální tlakové zatížení pro zatížení v obou kolejkách a na chodnicích.

Důvodem použití náhradního zatížení vybuzení vlastního tvaru konkrétního prutu při s ohledem na členitost konstrukce a množství prutů. Výpočetní model byl v části sledovaného prutu upraven tak, že bylo zvětšeno jeho dělení (manuální zjemnění sítě).

Předpis kombinace SC2:

$$\Sigma G_0 + G_1 + \Phi_3 \cdot P_{(\min N_x)} + CH + N$$

**N** - náhradní silové zatížení (osové síla **N = 1000 kN**)

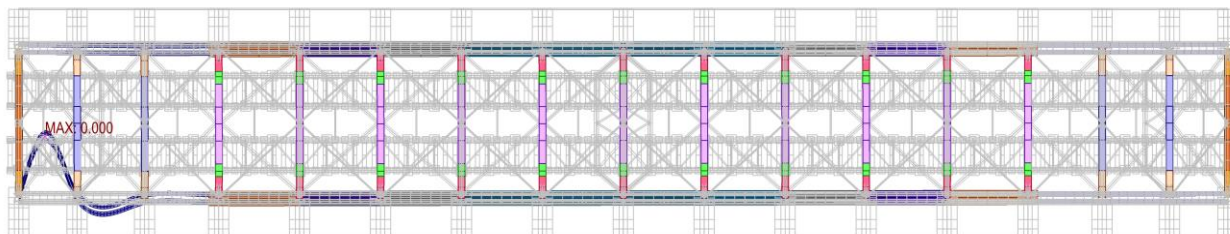
Pohyblivé zatížení  $P_{(\min N_x)}$  vždy odpovídalo pro extrém účinku pro vyhodnocovaný prut O1 - O8. Pro každou kombinaci byl hledán pro každý prut odpovídající kritický tvar (násobek) vybočení.

Pro zatížení chodníků je použita hodnota pro mosty pozemní dle ČSN EN 1991-2 čl. 4.5.1 tab. 4.4 (NA 2.21) hodnotou  $3,0 \text{ kN.m}^{-2}$  viz kap. Zatížení.

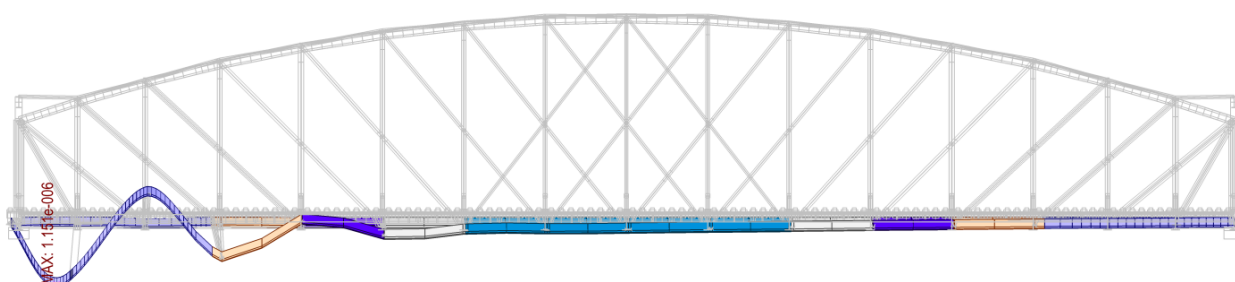
Výpočet byl proveden pro charakteristické hodnoty zatížení. U pohyblivého zatížení je uvažován dynamický součinitele pro MSÚ  $\Phi_3 = 1,00$ .

Objednatel: SŽDC, s.o.	102.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD



1. kritický tvar - vybočení z roviny  $\alpha_{cr} = 44.20$  pro U1



1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 249.9$  pro U1

*Poznámka: kritický násobek se váže pouze k náhradnímu silovému zatížení  $N_x$*

S ohledem na velikost vlivu vzpěru na tyto pruty dolního pásu nebude posouzení na tlakové namáhání pro celkovou únosnost prutů U1 až U3 rozhodující.

#### 4.3.4 Stabilitní analýza diagonál a svislic

Pro stanovení vzpěrných délek tlačných diagonál a svislice použito stabilitního výpočtu obdobně jako u dolního pásu pomocí náhradního silového zatížení (**N**) v koncových styčnicích. Výpočetní model byl pro každý sledovaný prut diagonály a svislice upraven tak, že bylo zvětšeno jeho dělení (manuální zjemnění sítě).

Předpis kombinace SC2:

$$\Sigma G_0 + G_1 + \Phi_3 \cdot P(\min N_x) + CH + N$$

**N** - náhradní silové zatížení (osové síla **N = 1000 kN**)

*Poznámka: uváděný kritický násobek se váže pouze k náhradnímu silovému zatížení **N***

Pohyblivé zatížení  $P(\min N_x)$  vždy odpovídalo pro extrém účinku pro vyhodnocovaný prut diagonály D5 až D10 a svislici V0 až V8. Pro každou kombinaci byl hledán pro každý prut odpovídající kritický tvar (násobek) vybočení. Tvary a kritické násobky jsou vyhodnoceny pro vybočení v rovině hlavního nosníku a pro vybočení z roviny hlavního nosníku.

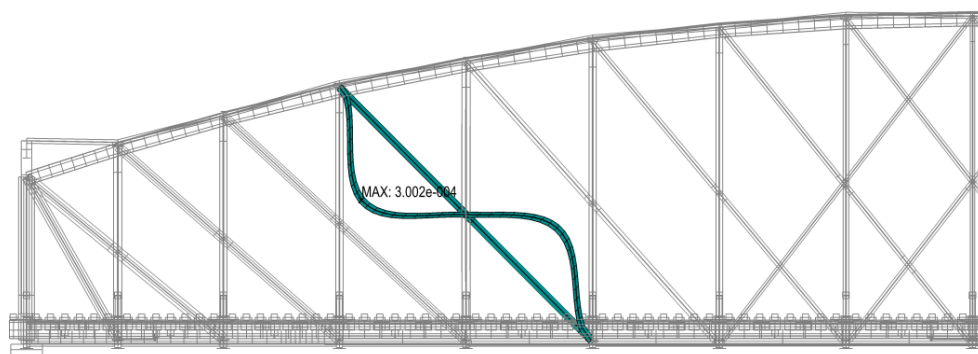
Objednatel: SŽDC, s.o.	103.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



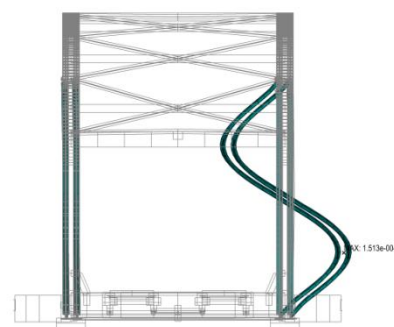
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

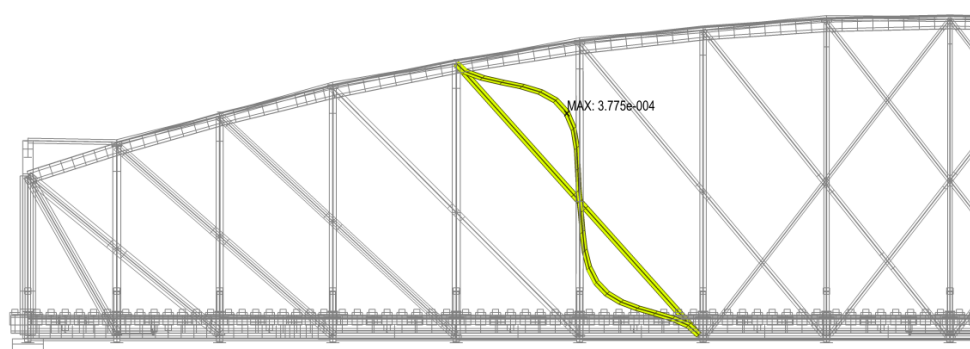
STUPEŇ : PD



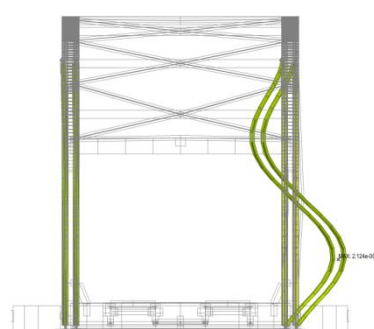
Diagonála D5 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 10.92$



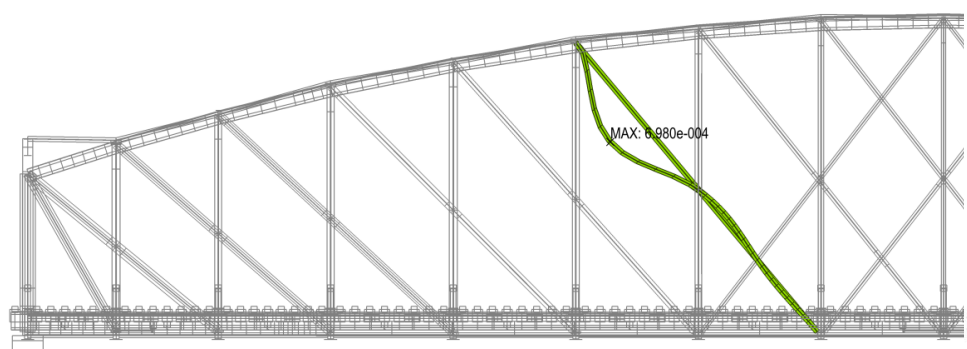
z roviny  $\alpha_{cr} = 42.03$



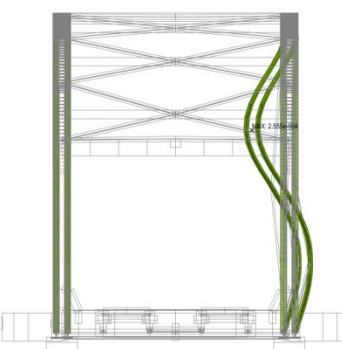
Diagonála D6 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 5.36$



z roviny  $\alpha_{cr} = 22.15$



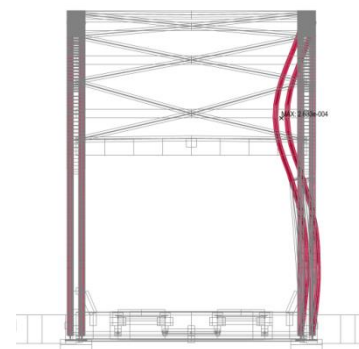
Diagonála D7 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 4.32$



z roviny  $\alpha_{cr} = 32.16$



Diagonála D8 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 6.33$



z roviny  $\alpha_{cr} = 35.89$

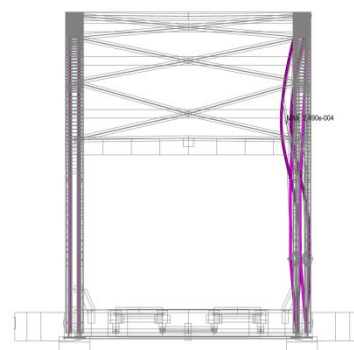
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

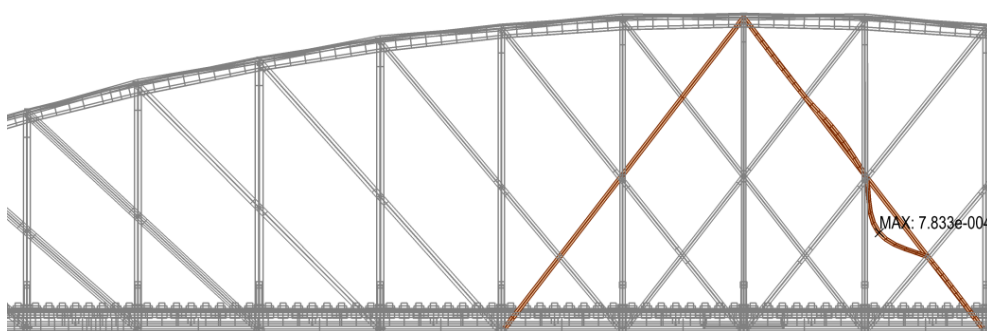
STUPEŇ : PD



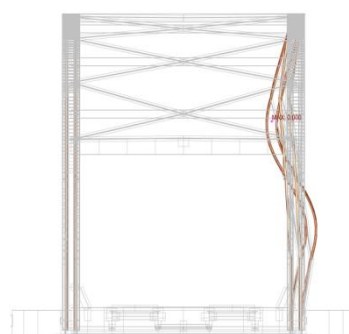
Diagonála D9 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 5.89$



z roviny  $\alpha_{cr} = 45.45$



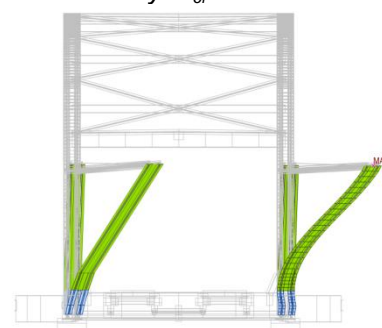
Diagonála D10 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 3.87$



z roviny  $\alpha_{cr} = 45.45$



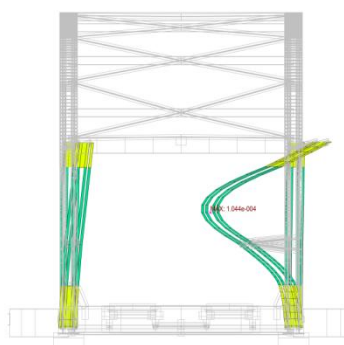
Svislice V0 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 216.1$



z roviny  $\alpha_{cr} = 228.1$



Svislice V1 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 61.54$



z roviny  $\alpha_{cr} = 94.90$

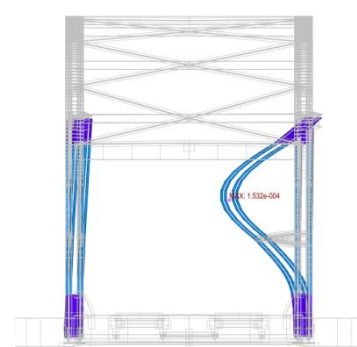
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

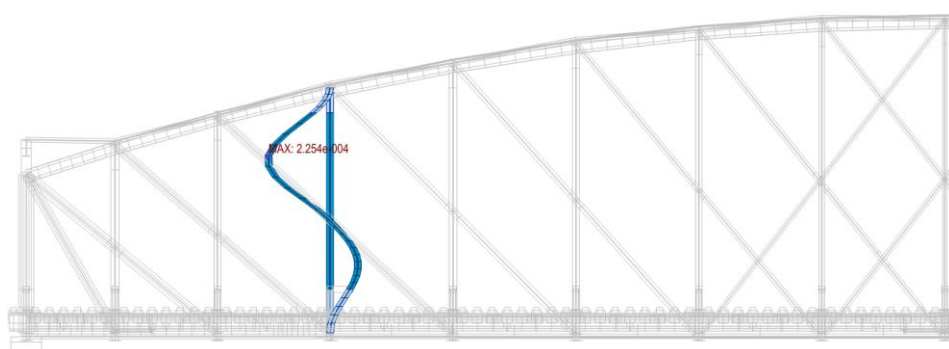
STUPEŇ : PD



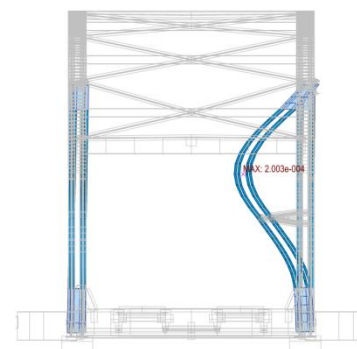
Svislice V2 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 29.66$



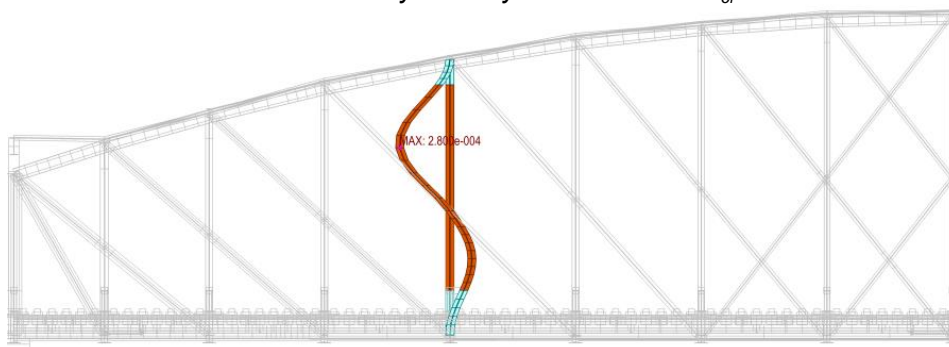
z roviny  $\alpha_{cr} = 61.30$



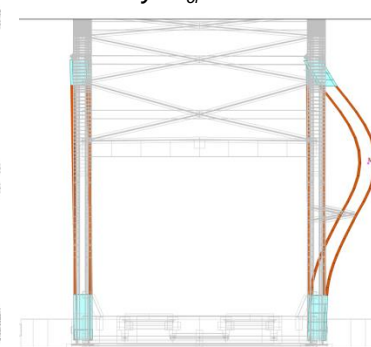
Svislice V3 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 18.86$



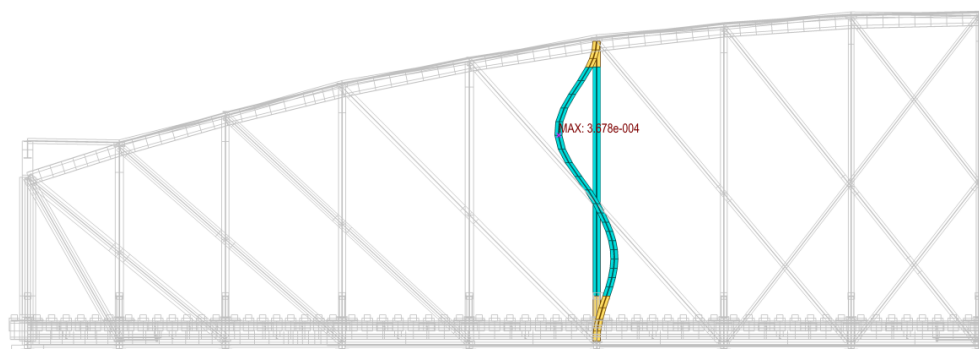
z roviny  $\alpha_{cr} = 45.08$



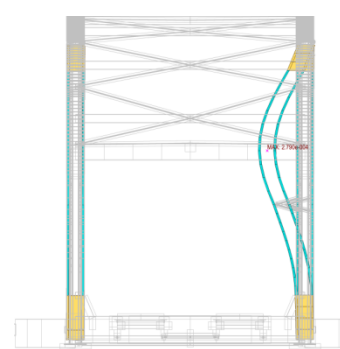
Svislice V4 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 14.27$



z roviny  $\alpha_{cr} = 40.70$



Svislice V5 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 8.84$



z roviny  $\alpha_{cr} = 30.21$

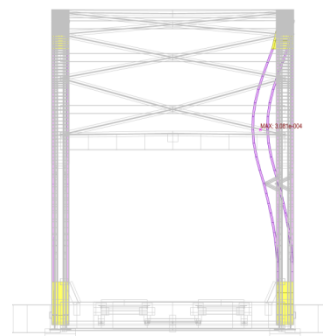
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



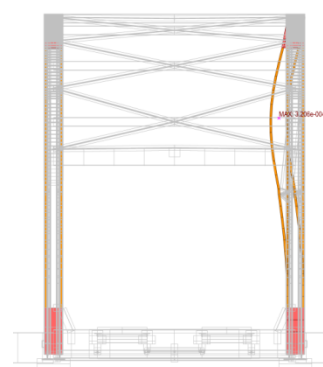
Svislice V6 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 6.35$



z roviny  $\alpha_{cr} = 26.33$



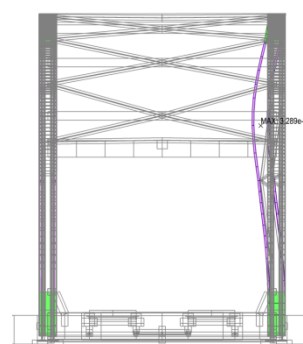
Svislice V7 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 4.54$



z roviny  $\alpha_{cr} = 23.54$



Svislice V8 - 1. kritický tvar - vybočení v rovině  $\alpha_{cr} = 2.85$



z roviny  $\alpha_{cr} = 26.91$



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.3.5 Ztráta torzní a příčné stability (Klopení)

Vliv ztráty příčné a torzní stability (klopení) klopení je v rámci posouzení průřezu uvažován zjednodušenou metodou dle čl. 6.3.2.4 (1) ČSN EN 1993-2 pro vybočení tlačené pásnice.

Horní pásnice podélníku je stabilizována ve třetinách příčným ztužením tzn. ve vzdálenosti 1,6 m. Dále při zatížení dopravou je dále částečně stabilizována mostnicemi, které v místě extrémního zatížení znemožňují při zatížení příčný posun horní pásnice podélníku.

$$\lambda_f = 0,0106 \cdot k_c \cdot L_c / i_z < \lambda_{c,0} = 0,2$$

$$\lambda_f = 0,0106 \cdot 0,86 \cdot 1,60 / 0,075 = \mathbf{0,195 < 0,2 \text{ vyhovuje}}$$

Stanoveno pro poměr  $M_{c,Rd} / M_{y,Ed} = 1,0$  (zatížitelnost stanovována do plného využití)

U podélníku není reálné, aby při zatížení od dopravy nastala ztráta torzní a příčné stability.

Příčníky jsou stabilizovány podélníky. Volná délka horní pásnice je v místě extrémního zatížení je 2,0 m.

$$\lambda_f = 0,0106 \cdot k_c \cdot L_c / i_z < \lambda_{c,0} = 0,2$$

$$\lambda_f = 0,0106 \cdot 0,86 \cdot 2,0 / 0,115 = \mathbf{0,159 < 0,2 \text{ vyhovuje}}$$

Stanoveno pro poměr  $M_{c,Rd} / M_{y,Ed} = 1,0$  (zatížitelnost stanovována do plného využití)

Celkově lze charakterizovat působení konstrukce mostovky, že ke ztrátě torzní a příčné stability nedochází.

Objednatel: SŽDC, s.o.	108.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

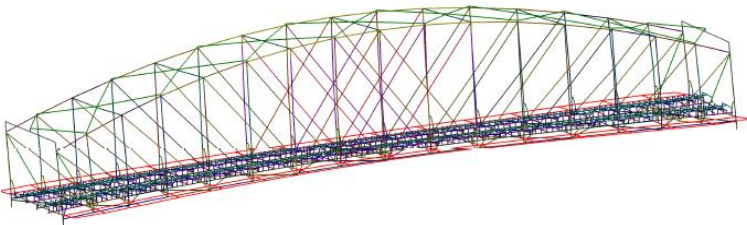
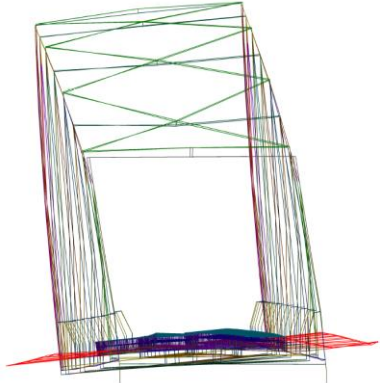
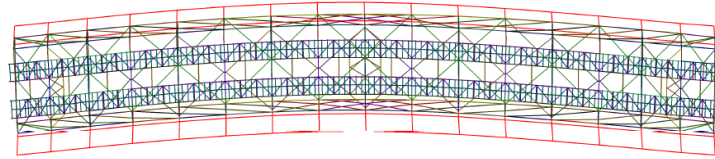
## 4.4 DYNAMICKÁ ANALÝZA

### 4.4.1 Výpočet vlastní frekvencí a tvarů

Ověření nastavených charakteristik ve výpočetním modelu tzn. jeho tuhostní chování bylo provedeno pomocí srovnání vlastních tvarů a frekvencí s výsledky experimentu při dynamické ověřovací zatěžovací zkoušce.

Dynamickým výpočtem vlastních tvarů a frekvencí byly na výpočetním modelu vyhodnoceny tyto hodnoty:

EIGENVALUE ANALYSIS		Poznámka	
Mode No	Popis tvaru	Vlastní frekvence pro $K_x=500 \text{ MN.m}^{-1}$	Vlastní frekvence pro $K_x=200 \text{ MN.m}^{-1}$
		(Hz)	(Hz)
<b>1</b>	<b>Vodorovný 1 vlna</b>	<b>2.03</b>	<b>1.99</b>
2	Vodorovný - příčný 1 vlna	2.85	2.84
<b>3</b>	<b>Podélný ohybový 1 vlna</b>	<b>4.35</b>	<b>4.14</b>
4	Vodorovný 2 vlny	4.15	4.14
5	Torzni 2 vlny	5.15	5.10
<b>6</b>	<b>Torzni 1 vlna</b>	<b>5.28</b>	<b>5.27</b>
7	Vodorovný 3 vlny		6.41
8	Vodorovný - příčný 2 vlny		7.56
9	Vodorovný 4 vlny		8.55
10	Podélný ohybový 2 vlny		8.95

1. tvar vybočení	1.99	Vodorovný 1 vlna
		
		

AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

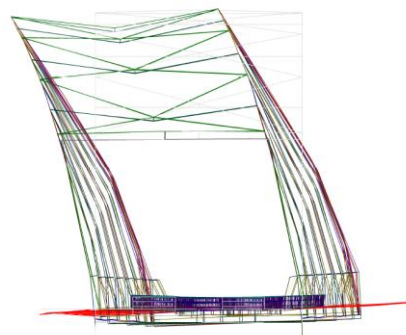
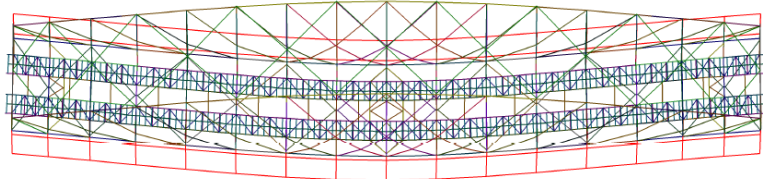
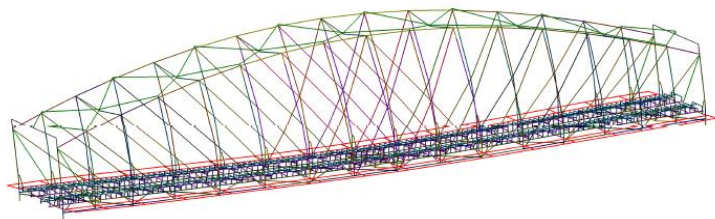
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

2. tvar vybočení

2.84

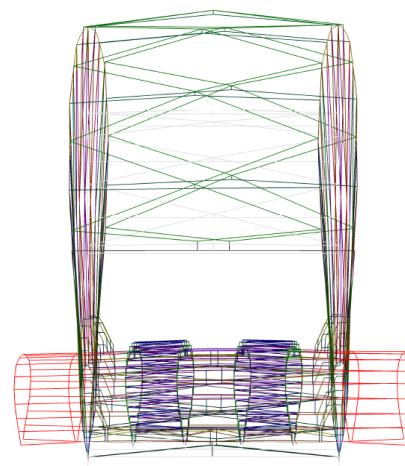
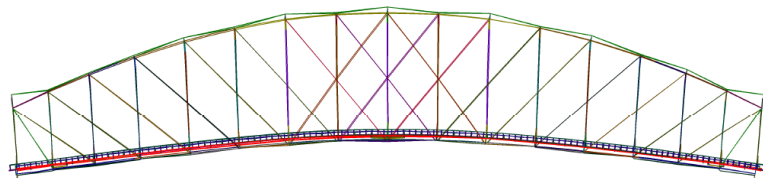
Vodorovný - příčný 1 vlna



3. tvar vybočení

4.14

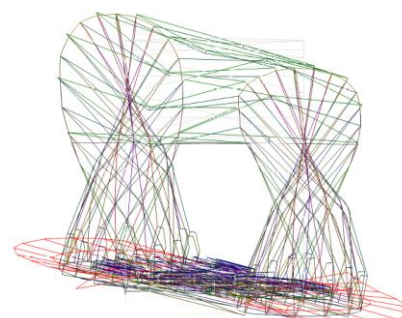
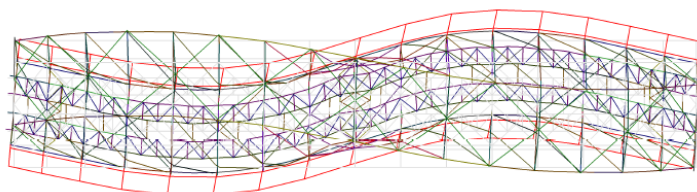
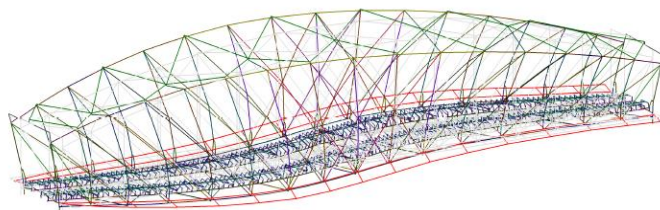
Podélný ohybový 1 vlna



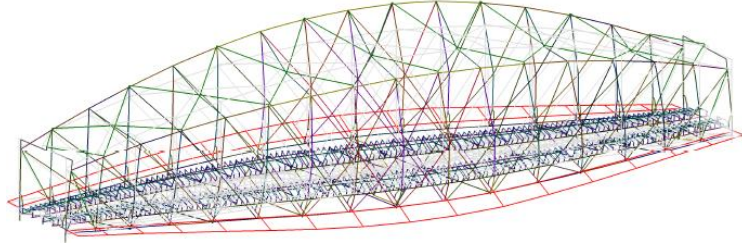
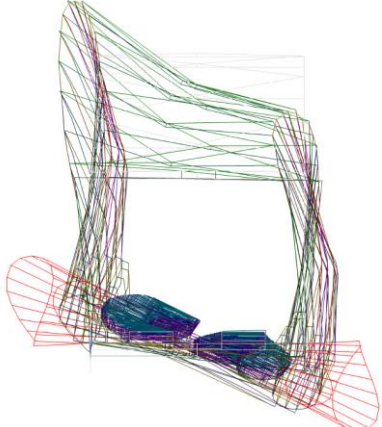
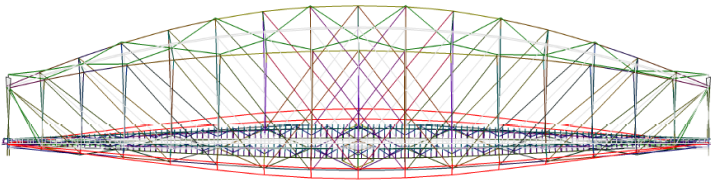
5. tvar vybočení

5.10

Torzní 2 vlny



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

6. tvar vybočení 5.27	Torzní 1 vlna
	
10. tvar vybočení 8.95	Podélný ohybový 2 vlny
	

### Popis vypočtených vlastních tvarů v měřených místech mostní konstrukce - řez 4, 8 a 12

#### PŘÍČNÝ ŘEZ - STYČNÍK 4

EIGEN VECTOR (kN,mm)													EIGENVALUE ANALYSIS	
Mode No	Bod 41 133			Bod 42 82			Bod 44 262			Bod 45 189			Vlastní frekvence	Popis tvaru
	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	(Hz)	
1	-0.094	0.983	-0.169	0.093	0.983	0.169	-0.061	1.254	-0.173	0.060	1.256	0.173	1.99	Vodorovný 1 vlna
2	0.050	-0.947	-0.058	-0.051	-0.948	0.055	0.022	-0.310	-0.068	-0.023	-0.280	0.065	2.84	Vodorovný - příčný 1 vlna
3	0.483	0.141	1.006	0.468	0.135	1.073	0.340	0.235	1.042	0.308	0.220	1.106	4.14	Podélný ohybový 1 vlna
4	0.011	-1.027	0.331	0.122	-1.027	-0.038	-0.066	-1.593	0.325	0.156	-1.600	-0.022	4.14	Vodorovný 2 vlny
5	0.136	-1.486	0.482	-0.126	-1.487	-0.482	0.065	-1.104	0.503	-0.056	-1.055	-0.502	5.10	Torzní 2 vlny
6	0.102	0.944	1.085	-0.087	0.944	-1.062	-0.044	0.075	1.122	0.055	0.093	-1.098	5.27	Torzní 1 vlna
7	-0.029	-0.836	0.106	0.028	-0.837	-0.107	-0.067	-1.232	0.085	0.066	-1.225	-0.086	6.41	Vodorovný 3 vlny
8	0.020	-1.513	0.102	-0.020	-1.513	-0.114	0.029	-1.223	0.111	-0.031	-1.207	-0.122	7.56	Vodorovný - příčný 2 vlna
9	-0.159	-0.332	0.190	0.153	-0.332	-0.229	-0.198	-0.092	0.162	0.194	-0.086	-0.199	8.55	Vodorovný 4 vlny
10	-0.221	0.052	-1.600	-0.220	0.033	-1.711	-0.036	-0.343	-1.535	-0.031	0.192	-1.645	8.95	Podélný ohybový 2 vlny

#### PŘÍČNÝ ŘEZ - STYČNÍK 8

EIGEN VECTOR (kN,mm)													EIGENVALUE ANALYSIS	
Mode No	Bod 81 147			Bod 82 96			Bod 84 282			Bod 85 209			Vlastní frekvence	Popis tvaru
	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	(Hz)	
1	-0.015	1.460	-0.218	0.015	1.460	0.218	-0.017	1.858	-0.225	0.017	1.853	0.225	1.99	Vodorovný 1 vlna
2	0.007	-1.640	-0.110	-0.008	-1.641	0.105	0.008	-0.442	-0.104	-0.009	-0.352	0.100	2.84	Vodorovný - příčný 1 vlna
3	0.338	-0.015	1.659	0.303	-0.019	1.692	0.335	0.056	1.649	0.301	-0.034	1.682	4.14	Podélný ohybový 1 vlna
4	-0.080	0.048	0.265	0.169	0.048	0.207	-0.077	0.038	0.264	0.166	0.026	0.205	4.14	Vodorovný 2 vlny
5	0.015	0.219	0.745	-0.005	0.218	-0.733	0.067	-0.227	0.737	-0.058	-0.169	-0.726	5.10	Torzní 2 vlny
6	0.030	0.235	1.805	-0.019	0.234	-1.770	0.009	-0.884	1.784	0.003	-0.733	-1.749	5.27	Torzní 1 vlna
7	0.018	0.927	-0.055	-0.018	0.927	0.054	0.016	2.518	-0.070	-0.017	2.484	0.069	6.41	Vodorovný 3 vlny
8	0.009	1.791	0.049	-0.009	1.792	-0.043	0.013	1.558	0.048	-0.013	1.444	-0.042	7.56	Vodorovný - příčný 2 vlna
9	-0.135	-0.004	0.001	0.134	-0.004	0.002	-0.124	0.000	0.001	0.117	-0.002	0.002	8.55	Vodorovný 4 vlny
10	0.016	-0.008	0.120	0.030	0.001	0.118	-0.253	0.122	0.108	-0.257	-0.085	0.106	8.95	Podélný ohybový 2 vlny

Objednatel: SŽDC, s.o.	111.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

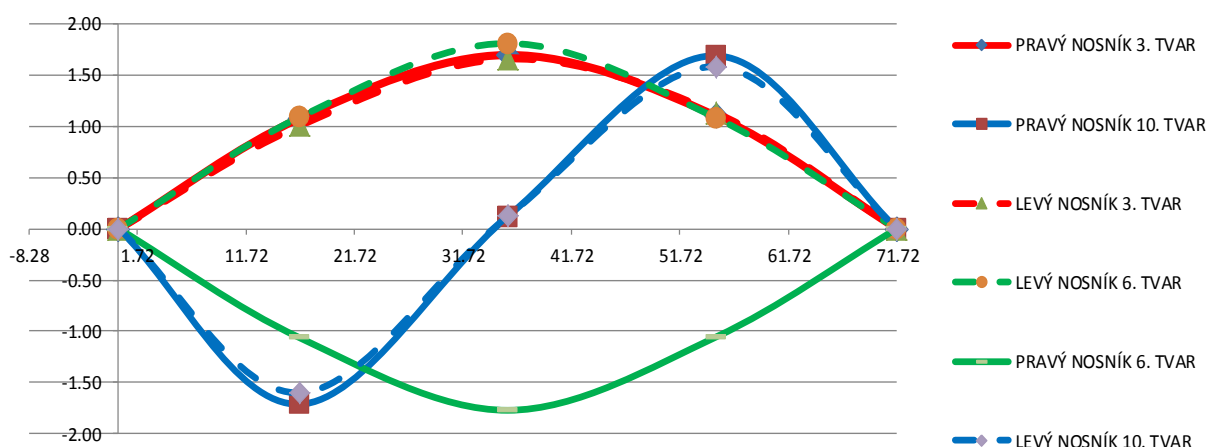
# PŘÍČNÝ ŘEZ - STYČNÍK 12

E I G E N V E C T O R (kN,mm)												E I G E N V A L U E A N A L Y S I S		
Mode No	Bod 121 161			Bod 122 110			Bod 124 302			Bod 125 229			Vlastní frekvence	Popis tvaru
	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz	(Hz)	
1	0.050	0.880	-0.144	-0.050	0.879	0.144	0.024	1.163	-0.150	-0.025	1.166	0.150	1.99	Vodorovný 1 vlna
2	-0.029	-0.882	-0.071	0.029	-0.882	0.068	-0.005	-0.250	-0.081	0.004	-0.221	0.077	2.84	Vodorovný - příčný 1 vlna
3	0.151	-0.149	1.122	0.132	-0.160	1.098	0.329	-0.213	1.149	0.298	-0.228	1.128	4.14	Podélný ohybový 1 vlna
4	-0.046	1.055	0.016	0.085	1.053	0.296	-0.069	1.600	0.031	0.157	1.604	0.289	4.14	Vodorovný 2 vlny
5	0.031	1.672	0.448	-0.024	1.673	-0.432	0.091	0.786	0.457	-0.082	0.765	-0.441	5.10	Torzní 2 vlny
6	-0.092	-0.434	1.079	0.099	-0.435	-1.056	0.053	-0.775	1.122	-0.040	-0.728	-1.098	5.27	Torzní 1 vlna
7	0.065	-0.927	0.093	-0.065	-0.927	-0.095	0.100	-1.285	0.073	-0.100	-1.276	-0.076	6.41	Vodorovný 3 vlny
8	0.007	-1.588	0.052	-0.007	-1.588	-0.063	-0.008	-1.265	0.064	0.010	-1.248	-0.074	7.56	Vodorovný - příčný 2 vlna
9	-0.158	0.339	-0.191	0.155	0.340	0.229	-0.197	0.100	-0.162	0.195	0.094	0.200	8.55	Vodorovný 4 vlny
10	-0.119	-0.056	1.579	-0.116	-0.022	1.685	0.038	0.350	1.533	0.043	-0.195	1.639	8.95	Podélný ohybový 2 vlny

## Grafické zobrazení vyhodnocených vlastních tvarů

Uz	LEVÝ HLAVNÍ NOSNÍK									
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.66	-0.17	-0.06	1.01	0.33	0.48	1.09	0.11	0.10	0.19	-1.60
35.86	-0.22	-0.11	1.66	0.27	0.74	1.81	-0.05	0.05	0.00	0.12
55.06	-0.14	-0.07	1.12	0.02	0.45	1.08	0.09	0.05	-0.19	1.58
71.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Uz	LEVÝ HLAVNÍ NOSNÍK									
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.66	0.17	0.05	1.07	-0.04	-0.48	-1.06	-0.11	-0.11	-0.23	-1.71
35.86	0.22	0.10	1.69	0.21	-0.73	-1.77	0.05	-0.04	0.00	0.12
55.06	0.14	0.07	1.10	0.30	-0.43	-1.06	-0.10	-0.06	0.23	1.68
71.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00





AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.4.2 Porovnání experiment – měření

Frekvence a tvary vlastního kmitání vyhodnocené při dynamické zatěžovací zkoušce byly porovnány s vypočtenými frekvencemi a tvary vlastního kmitání určenými v dynamickém výpočtu mostu. Cílem tohoto porovnání bylo zpřesnění charakteristik MKP výpočetního modelu mostu.

Pro porovnání bylo použito kritérií z normy ČSN 736209 změna Z1.

$$\Delta_{(j)} = \frac{f_{(j)cal} - f_{(j)obs}}{f_{(j)cal}} \cdot 100 \quad [\%]. \quad (1)$$

Pro nejnižší ověřovanou vlastní frekvenci  $f_{(min)cal}$ , která je příslušná ke globálnímu vlastnímu tvaru hlavní nosné konstrukce s dominantními pořadnicemi ve svislém směru, je stanoven interval +10 až -15 %, pro kteroukoliv vyšší ověřovanou vlastní frekvenci  $f_{(j)cal}$  je interval vymezen výrazem

$$\pm \left( 14 + \frac{f_{(j)cal}}{f_{(min)cal}} \right) \leq \pm 25 \quad [\%]. \quad (2)$$

Pro vyšetřovaný mostní objekt je porovnání odpovídajících si změřených a vypočtených frekvencí vlastního kmitání pomocí odchylky  $\Delta_{(j)}$  uvedeno v následující tabulce. V této tabulce jsou pro porovnané vlastní frekvence uvedeny i mezní odchylky určené na základě vzorce (2).

Vzájemné přiřazení srovnávaných dvojic vlastních frekvencí bylo provedeno na základě vizuálně posouzené podobnosti experimentálně určených a teoretických vlastních tvarů. Pro lepší porovnání byly z vypočítaných vlastních tvarů vybrány pořadnice ve stejných bodech a směrech, v jakých bylo na reálné konstrukci měřeno. Porovnání odpovídajících si vypočtených a naměřených frekvencí vlastního kmitání pomocí odchylky  $\Delta_{(j)}$  sledovaného mostního objektu.

Vlastní frekvence vypočtené		Vlastní frekvence naměřené			Odchylka vlastních frekvencí	Přípustná mezní odchylka frekvencí
Poř. č.	$f_{(j)}$	Poř. č.	$f_{(j)}$	Rozšířená nejistota $U_{k=2}$	$\Delta_{(j)}$	$\Delta_{(j)}$
(j)	[Hz]	(j)	[Hz]	[Hz]	[%]	[%]
(1)	2.03	(1)	2.09	+/- 0.06	-3.0 +/- 2.9	+10 ; -15
(2)	2.85	(2)	3.34	+/- 0.06	-17.2 +/- 1.8	+10 ; -15
(3)	4.15		x	+/- 0.06		+10 ; -15
(4)	4.35	(3)	4.41	+/- 0.06	-1.4 +/- 1.4	+/- 15.0
(5)	5.15		x	+/- 0.06		+/- 15.2
(6)	5.28	(4)	5.78	+/- 0.06	-9.5 +/- 1.0	+/- 15.3
(7)	6.41	(5)	6.84	+/- 0.06	-6.7 +/- 0.9	+/- 15.5

**Poznámka:** Výsledky zkoušky jsou ovlivněny nepřesnostmi měření. Rozšířená nejistota  $U_{k=2}$  určuje interval vyhodnocené veličiny, který představuje pravděpodobnost pokrytí cca. 95%.

**x – Tyto frekvence a tvary vlastního kmitání nebyly při orientační modální analýze naměřeny. Jedná se o tvary s převažující vodorovnou složkou kmitání, které byly přejezdem zkušební soupravy s převažujícími svislými účinky obtížně vybuditelné.**

Teoretické vlastní tvary kmitání mají shodný počet uzlových linií se zkouškou zjištěnými vlastními tvary a linie leží ve shodných polích konstrukce. Všechny porovnávané dvojice vlastních tvarů vykazují velmi dobrou shodu. Odchylka  $\Delta_{(j)}$  překračuje mezní odchylku pro dvojici porovnávaných frekvencí příslušných k 2. tvaru vlastního kmitání, pro ostatní porovnávané frekvence je toto kritérium splněno.

Objednatel: SŽDC, s.o.	113.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

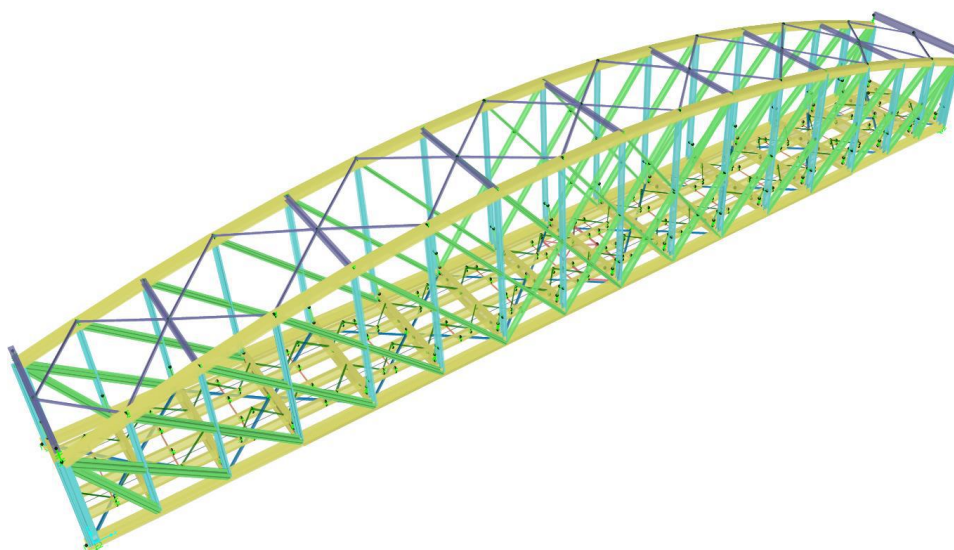
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 4.5 SPEKTRA ROZKMITŮ NAPĚTÍ

Pro posouzení mezní stavu únavy pomocí metody "kumulace únavového poškození" tzv. Palmgren-Minerovou hypotézou za období 2000 až 2055 byly vyhodnoceny spektra rozkmitů napětí pomocí vyhodnocení dynamické analýzy výpočetního modelu, která byla provedena v rámci projektu COST CZ [2.3].

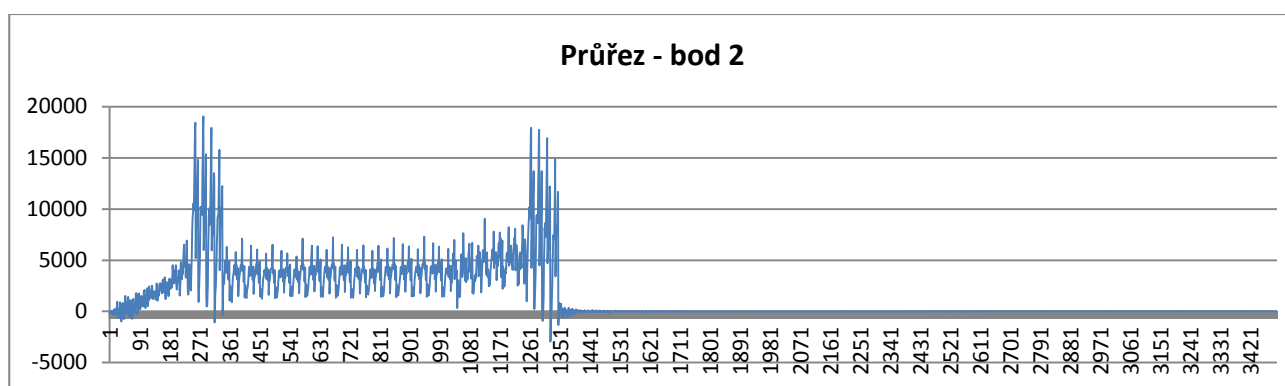
Dynamická odezva byla vyhodnocena pro charakteristické skupiny vlaků viz kapitola 2.5 Analýza dopravního zatížení. Vyhodnocení rozkmitů napětí bylo provedeno pro průřezy mostní konstrukce, ve kterých bylo prováděno tenzometrické měření dlouhodobého monitoringu železničního provozu [2.6].

Pro dynamickou odezvu byl vytvořen prostorový prutový model mostu ve výpočetním programu **CSi Bridge** (licence ČVUT v Praze, FSv). Hodnota útlumu byla stanovena na hodnotu **0,005** (0,5%).



*Prostorový model konstrukce (rendrovaný)*

Z virtuálního přejezdu byly pro jednotlivá krajní vlákna (body) průřezu vyhodnoceny průběhy závislosti napětí na čase po celou dobu přejezdu vlaku. Rychlost přejezdu byla volena  $50 \text{ km.h}^{-1}$ , což odpovídá průměrné reálné rychlosti projíždějících souprav ( $40 \text{ km.h}^{-1}$  až  $60 \text{ km.h}^{-1}$ )



*Příklad průběhu napětí v bodě průřezu v závislosti na čase od přejezdu schématem vlaku*

Pro stanovení spekter napětí bylo použita třídící metoda Metoda Rainflow (= metoda stékajícího deště).

**Metoda Rainflow** (metoda stékajícího deště)

Název metody je odvozen od analogie se stékajícím proudem deště po "střeše", otočíme-li časový záznam o 90 stupňů (viz obr). Podmínkou pro správné fungování této metody je odfiltrování bodů mezi lokálními extrémy (maximy a minimy) záznamu. Počáteční a konečný extrém půlcyklu nemusí následovat po sobě -

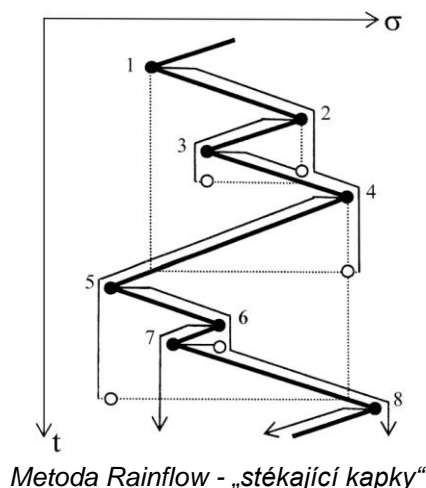
Objednatel: SŽDC, s.o.	114.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

mohou mezi nimi proběhnout jiné cykly. K sobě se vztahují ty extrémy, které vytvářejí hysterezní smyčku. Při vyhodnocování platí následující pravidla:

1. Uvnitř každého extrému začíná půlcykl (stékající kapka).
2. Půlcykl končí, jestliže:
  - a) je dosaženo jeho výchozí úrovně (body 1-4, 2-3, 4-5),
  - b) kapka narazí na kapku stékající z vyšší střechy (body 3-2, 7-6).



Pro efektivní vyhodnocování spekter byl v rámci projektu [2.3] vytvořen v rozhraní softwaru Matlab „Guide“ program (aplikace) „**Stress spectrum generator**“ umožňující výpočet spektra napětí ze vstupních dat, jež mají formát časového průběhu napětí (popřípadě přetvoření). Samotný výpočet je založen na metodě Rainflow, která je do programu pomocí kódu integrována.

Výstupem z programu „**Stress spectrum generator**“ jsou rozkmity napětí rozdělené do zvoleného počtu intervalů + počty cyklů daných rozkmitů napětí spadajících do jednotlivých intervalů (vše od jednotlivých zatěžovacích vozidel - vlaků). Střední hodnota každého intervalu je pak reprezentující hodnota rozkmitu napětí.

Vliv dynamiky kolejových vozidel (interakce hmot neodpružených náprav vlaku a mostu viz příloha C, ČSN EN 1991-2 ) je uváženo součinitelem  $\varphi''$

Náhradní délky prvků NK			$\Phi_{2.fat}$	$\varphi''$	$0.5 \varphi''$
hlavní nosník	$L = 72.000$ m				
rozpětí ve směru hlavních nosníků	$L_{\Phi} = L$ m				
případ 5.1	$L_{\Phi} = 72.00$ m		1.000	0.000	0.000
prvková mostovka - příčník	$L_{pr} = 8.800$ m				
dvojnásobek délky příčníků	$L_{\Phi} = 2 \cdot L_{pr}$ m				
případ 3.3	$L_{\Phi} = 17.60$ m		1.135	0.271	0.135

#### 4.5.1 Spektra rozkmitů napětí od charakteristických skupin vlaků

Z dynamické analýzy byly vyhodnoceny spektra absolutního napětí [hodnoty v kPa]. Spektra byla vyhodnocena pro období minulé 2000-2017, současné 2018-2022 a výhledové 2025-2055. Spektra jsou vyhodnocena pro pojezd v koleji č.1, v koleji č.2 a při zatížení obou kolejí současně, přičemž procento dvoukolejnosti bylo uváženo dle vzrůstající intenzity dopravy (reálně se jedná o 1% až 5% vzájemných setkání).

Objednatel: SŽDC, s.o.	115.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



**„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“**  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

2

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE																															
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7		SOUPRAVA 8		SOUPRAVA 9		SOUPRAVA 10		SOUPRAVA 11		SOUPRAVA 12		SOUPRAVA 13		SOUPRAVA 14					
stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N		
[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]		
7512	16	12130	153	5320	120	11029	11	8796	60	12004	350	7465	99	2673	16	7049	5	15150	0	11992	0	10361	701	9960	164	10923	22	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2303	8	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	2764	3	5415	0	4956	0	4274	350	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3447	230	1555	120	3289	16	2851	30	3426	175	0	0	0	0	2928	33	4836	3	3988	1402	3988	1402	3833	246	4119	33	0	0	0	0
0	0	3114	383	1763	120	2931	5	1036	30	3070	701	0	0	0	0	2620	25	1612	33	3860	0	3328	1752	1000	164	1249	33	0	0	0	0
0	0	2741	920	1165	181	2534	49	2160	120	2719	1402	1736	197	2001	41	2540	66	3657	3270	3270	1540	2855	2102	2453	575	2619	208	0	0	0	0
0	0	2200	537	307	241	614	55	1556	241	2080	1051	1308	394	1583	156	1143	93	2692	1143	2177	0	1887	5857	1834	1396	2024	350	0	0	0	0
0	0	452	2989	1385	471	126	335	813	456	3854	893	1774	1038	370	960	189	592	189	471	0	406	11914	383	2464	1247	767	0	0	0	0	0
189	16	832	9543	353	4158	720	454	546	1656	821	486	8032	594	1068	486	684	1016	684	807	0	698	47479	653	10758	770	1462	0	0	0	0	0
106	181	5361	142	14640	195	5360	400	539	314	3192	427	27594	277	318	1117	247	660	538	423	0	367	50808	347	10964	405	1801	0	0	0	0	0
24	2907	134	30957	97	15508	108	1747	84	10118	126	65798	90	15472	75	4615	76	1548	167	133	0	116	115982	110	23072	125	2913	0	0	0	0	0

117.

# TABULKY ROZKMITŮ NAPĚTÍ A POČTU CYKLŮ

## PRVEK HLAVNÍ NOSNÍK

## Dolní pás U8

bod: 2

DVOUKOLEJNOST

5%

DYNAMICKÝ SOUČINITEL 1.00

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ PŘÍLEHLÁ (SMĚR SMÍCHOV)																															
SOUKRAVA 1		SOUKRAVA 2		SOUKRAVA 3		SOUKRAVA 4		SOUKRAVA 5		SOUKRAVA 6		SOUKRAVA 7		SOUKRAVA 8		SOUKRAVA 9		SOUKRAVA 10		SOUKRAVA 11		SOUKRAVA 12		SOUKRAVA 13		SOUKRAVA 14					
stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N		
[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]		
4537	968	8349	2427	3585	7087	7548	644	6076	4340	8281	5485	3733	7102	0	0	5045	202	10335	144	8237	0	7116	47234	6840	0	7400	757				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2303	968	0	0	0	0	0	0	3191	8681	0	0	0	0	0	0	2764	202	5415	1558	4621	0	3988	16437	3833	0	4487	1513				
0	0	3447	7282	1555	1474	3289	1933	2851	4340	3426	5485	0	0	0	0	2104	2225	4836	2745	3899	0	3368	41234	3143	0	3338	1513				
0	0	3114	12136	1110	7087	2931	644	0	0	3070	21940	0	0	0	0	1930	1214	0	2618	0	0	2259	82468	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1832	14564	801	7087	1710	2577	1546	8681	1822	21940	868	14205	1429	1040	1032	2380	1300	2393	0	2067	123703	1703	0	1727	3783					
0	0	1552	9709	0	0	0	0	1085	4340	1460	16455	654	28410	1089	1040	795	202	8777	578	1544	0	1333	41234	1311	0	1386	1513				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	447	127843	707	2081	717	202	0	0	0	0	0	0	0	809	5674				
0	0	564	16591	227	120481	478	9342	359	47744	559	38356	261	578845	391	18204	341	9507	663	7079	531	0	458	927769	435	0	511	40653				
0	0	281	165053	131	297028	268	32274	210	195316	293	353780	139	625011	218	39530	173	22857	353	28607	285	0	248	2603923	235	0	269	69224				
13	17673	30	90	38	1024069	74	124991	24	798625	84	1294449	45	1115076	50	169041	55	75649	111	69628	87	0	777	9195219	72	0	79	123317				

[illegible]

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE																																
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7		SOUPRAVA 8		SOUPRAVA 9		SOUPRAVA 10		SOUPRAVA 11		SOUPRAVA 12		SOUPRAVA 13		SOUPRAVA 14						
stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N			
[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]			
7512	51	12130	128	5320	373	11029	34	8796	228	12004	289	7465	374	2673	27	7049	11	15150	0	11992	0	10361	2170	9960	0	10923	40	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2303	25	0	0	0	0	0	0	0	228	0	0	0	0	0	0	2764	5	5415	0	4956	0	4274	1085	0	4487	40	0	0	0	0		
0	0	3114	31	1763	373	2931	17	1036	114	3070	577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3988	4340	3833	0	4119	60	0	0	0		
0	0	2741	767	1165	560	2534	153	2160	457	2719	1155	1736	748	2001	68	1540	128	3657	0	3899	0	3368	1085	3143	0	4841	60	0	0	0		
0	0	2200	447	307	746	614	170	1556	914	2080	868	1308	1495	1593	260	1143	181	2692	0	3870	0	2855	6511	2453	0	1249	60	0	0	0		
0	0	452	2491	588	4290	437	390	335	3084	456	3176	893	6729	1038	616	960	367	592	0	2177	0	1887	18447	1834	0	2024	637	0	0	0		
189	51	832	7952	353	12869	720	1407	546	6282	821	24734	523	30468	594	1779	486	1331	1016	471	0	406	36984	383	0	1247	1394	0	0	0	0		
106	560	1659	400	1670	191	16599	400	1670	141	12107	277	32895	318	1862	247	1283	538	347	0	807	0	698	147032	653	0	770	2658	0	0	0	0	
134	903	134	57	48075	108	5409	84	38376	126	54200	90	58698	75	7692	76	3010	167	133	0	423	0	116	359171	110	0	405	3275	0	0	0	0	
24	9103	24	25806	197	48075	108	5409	84	38376	126	54200	90	58698	75	7692	76	3010	167	133	0	423	0	116	359171	110	0	125	5296	0	0	0	0



TABULKY ROZKMITŮ NAPĚTÍ A POČTU CYKLŮ

PRVEK  
HLAVNÍ NOSNÍK  
Diagonála D7

DVOUKOLEJNOST  
1%  
DYNAMICKÝ SOUČINITEL 1.00

bod : 4

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ PŘÍLEHLÁ (SMĚR SMÍCHOV)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
5728	542	21045	2529	9068	1987	19428	181	12148	994	20725	2628	21394	1628
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3684	542	11559	2529	0	0	10041	361	7024	994	10334	5240	11614	1628
0	0	10509	2529	3907	1987	0	0	5226	4969	0	0	10639	1628
0	0	7300	30353	0	0	7613	361	3660	1987	7330	15719	6723	11383
0	0	5355	5059	0	0	5440	723	0	0	5148	5240	5731	0
0	0	4046	5059	0	0	0	0	0	0	3910	5240	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1214	96119	600	45711	1110	4698	763	37761	1219	62875	7231	22785
188	2168	773	384478	310	131545	721	18068	437	95396	744	296036	748	165880
16	104068	230	1040722	64	850618	169	61066	92	427296	211	1013858	210	666691

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ ODLEHLÁ (SMĚR VYŠEHRAD)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
2724	542	10591	2529	4486	1987	9539	181	6332	994	10425	2620	10790	1628
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2066	542	0	0	3348	1987	0	0	4468	994	0	0	0	0
0	0	7055	2529	0	0	6208	181	0	0	6941	2620	7202	1628
1477	542	0	0	0	0	0	0	3543	1987	0	0	0	0
0	0	4491	15177	0	0	4253	542	2882	1987	4497	10479	0	0
0	0	3913	22765	1601	1987	3180	723	2357	2981	3703	13099	3776	11383
0	0	2599	10118	968	7950	0	0	0	0	2399	15719	2698	6504
0	0	1870	5059	779	21862	0	0	1103	9937	0	0	1994	6504
0	0	1211	116355	512	29811	1158	5059	729	31799	1227	83833	1222	35774
163	2710	733	389535	319	131170	656	20416	443	103346	721	298658	740	164234
91	16261	380	490713	186	170919	350	26921	225	127195	379	403447	385	242285
10	119517	120	811953	39	622064	98	43181	53	320969	128	738780	131	504083

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
8452	5	31636	26	13554	20	28967	2	18480	10	31151	26	32184	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2066	3	0	0	3348	10	0	0	4468	5	0	0	0	0
0	0	7055	13	5534	10	6208	1	0	0	6941	13	7202	8
5062	5	11559	13	0	0	10041	2	10568	15	10334	28	11614	8
0	0	14989	89	3907	10	4253	3	7908	35	4497	53	10639	66
0	0	11214	268	1601	10	10793	5	6017	25	11032	146	10499	66
0	0	7954	77	9988	40	5440	4	0	0	7547	106	8419	33
0	0	5916	51	779	110	0	0	1103	50	3910	26	1994	33
0	0	1211	588	512	151	1158	26	1958	171	1227	423	4203	197
163	14	1946	2453	918	893	1765	127	1206	713	1940	1828	1971	944
279	93	1163	4420	176	1546	1071	227	662	1124	1123	3533	1133	2061
26	1128	350	9402	103	7438	268	527	144	3779	339	8852	341	5913



**„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“**  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

### Diagonála D7

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE																																
SOUKRAVA 1		SOUKRAVA 2		SOUKRAVA 3		SOUKRAVA 4		SOUKRAVA 5		SOUKRAVA 6		SOUKRAVA 7		SOUKRAVA 8		SOUKRAVA 9		SOUKRAVA 10		SOUKRAVA 11		SOUKRAVA 12		SOUKRAVA 13		SOUKRAVA 14						
stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N	stress range	N			
[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]	[kPa]	[cycles]			
8452	51	31636	64	13554	187	28967	17	18480	114	31151	144	32184	187	24962	27	19222	5	33433	0	24991	0	22901	1085	20811	0	27639	20	0	0	0		
2066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2066	25	0	0	3348	93	0	0	4468	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6882	0	6030	1628	5177	0	5677	50	0	0	0	0	
0	0	7055	32	5534	93	6208	8	0	6941	72	7202	93	5085	14	4208	3	7912	0	16204	0	14892	3798	13579	0	13999	110	0	0	0	0	0	
5062	51	11599	32	0	0	10041	17	171	10834	144	11614	93	9415	14	6806	5	17192	0	13408	0	10710	1085	8012	0	11274	80	0	0	0	0	0	0
0	0	14999	224	3907	93	4253	25	7908	400	4497	289	10639	93	7831	14	8117	13	15890	0	10775	5426	9767	0	9892	40	0	0	0	0	0	0	0
0	0	11214	61	1601	93	10793	51	6017	286	11032	794	10499	748	3078	14	6325	5793	6498	0	6498	3255	7202	0	5018	30	0	0	0	0	0	0	0
0	0	7954	192	968	373	5440	34	0	7547	577	7547	1028	0	4819	149	8203	11	1929	0	1746	2170	1563	0	1815	70	0	0	0	0	0	0	0
0	0	5916	128	779	1026	0	0	1103	571	3910	144	1964	374	0	3237	11	1882	0	1459	0	1372	5426	1284	0	1285	239	0	0	0	0	0	0
0	0	1211	1469	512	1399	1158	237	1958	1942	1227	2309	4203	2243	0	2275	90	3695	0	2944	0	2736	3631	2529	0	2475	816	0	0	0	0	0	0
163	127	1946	6132	918	8298	1785	1178	1206	810	1940	9960	1971	10747	1537	1040	1225	743	2305	1778	0	1615	128043	1452	0	1468	2688	0	0	0	0	0	0
279	865	1153	11050	476	14361	1071	2111	662	12793	1123	19270	1133	6930	683	1823	1235	889	693	312	0	820	146490	742	0	810	3185	0	0	0	0	0	0
26	10491	350	23506	103	66099	288	4891	144	43004	339	48282	341	67286	177	9294	153	3718	294	819	0	287	285384	282	0	218	6291	0	0	0	0	0	0

121.



AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

DYNAMICKÝ SOUČINITEL 1.14

1%

DVOUKOLEJNOST

TABULKY ROZKMITŮ NAPĚTÍ A POČTU CYKLŮ

PRVEK MOSTOVKA

Příčník P0 - střed

bod : 3

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ PŘÍLEHLÁ (SMĚR SMÍCHOV)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
9913	542	22317	10118	14536	1987	27619	723	21029	994	22845	10479	23105	6504
0	0	0	0	12049	1987	0	0	17679	4969	0	0	0	0
0	0	17663	26205	11346	9937	0	0	0	0	17522	10479	0	0
0	0	15944	45530	9488	1987	0	0	14694	1987	15775	31437	15423	16261
0	0	13740	20236	0	0	16413	1445	11408	5962	13378	20598	13392	12445
0	0	9608	5069	0	0	13618	1084	8828	5962	9646	5240	11620	11383
0	0	8353	55648	4717	3975	10115	1084	6646	1987	8534	36677	7799	19513
2322	542	5969	45530	3382	13912	7269	2168	5053	8943	6036	36677	5982	26017
0	0	4285	35412	2508	17887	4772	1265	3949	3975	4139	26198	4114	9756
0	0	2902	123943	1818	19874	3540	2710	2540	28818	2987	94312	3090	52034
0	0	1646	282398	1020	85459	2119	9576	1458	58629	1722	225302	1673	141469
0	0	857	280769	509	113283	1098	10479	775	36767	868	289338	890	157229
17	134422	177	938426	54	1001662	149	67392	92	401460	114	943124	122	613030

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ ODLEHLÁ (SMĚR VYŠEHRAD)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
9913	542	22317	10118	14536	1987	27619	723	21029	994	22845	10479	23105	6504
0	0	0	0	12049	1987	0	0	17679	4969	0	0	0	0
0	0	17863	26205	11346	9937	0	0	0	0	17522	10479	0	0
0	0	15944	45530	9488	1987	0	0	14694	1987	15775	31437	15423	16261
0	0	13740	20236	0	0	16413	1445	11408	5962	13378	20598	13392	12445
0	0	9608	5069	0	0	13618	1084	8828	5962	9646	5240	11620	11383
0	0	8353	55648	4717	3975	10115	1084	6646	1987	8534	36677	7799	19513
2322	542	5969	45530	3382	13912	7269	2168	5053	8943	6036	36677	5982	26017
0	0	4285	35412	2508	17887	4772	1265	3949	3975	4139	26198	4114	9756
0	0	2902	123943	1818	19874	3540	2710	2540	28818	2987	94312	3090	52034
0	0	1646	282398	1020	85459	2119	9576	1458	58629	1722	225302	1673	141469
0	0	857	280769	509	113283	1098	10479	775	36767	868	289338	890	157229
17	134422	177	938426	54	1001662	149	67392	92	401460	114	943124	122	613030

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
19827	5	45833	102	29071	20	55239	7	42058	10	45290	106	46210	66
0	0	0	0	24097	20	0	0	35398	50	0	0	39125	5
0	0	35726	256	22693	100	0	0	0	0	35043	106	0	0
0	0	31888	480	18976	20	0	0	29329	20	31549	318	30845	164
0	0	27480	204	0	0	32826	15	22817	60	27156	212	26785	115
0	0	19217	51	0	0	27235	11	17656	60	19292	53	23241	115
0	0	16707	562	9434	40	20231	11	13283	20	17068	370	17597	197
4643	5	11937	460	6765	141	14539	22	10107	90	12071	370	11784	263
0	0	8570	358	5016	181	9545	13	7898	40	8277	265	8227	99
0	0	5804	1252	3637	201	7090	27	5080	291	5974	953	6180	526
0	0	3292	2862	2040	863	4238	97	2916	592	3445	2276	3346	1429
0	0	1713	2836	1018	1144	2197	108	1549	371	1716	2726	1780	1431
34	1358	354	9479	108	10118	299	681	184	4055	228	9527	243	6192

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

TABULKY ROZKMITŮ NAPĚTÍ A POČTU CYKLŮ

PRVEK MOSTOVKA

Příčník P0 - střed

DYNAMICKÝ SOUČINITEL 1.14

DVOUKOLEJNOST 3%

bod : 3

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ PŘÍLEHLÁ (SMĚR SMÍCHOV)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
9913	531	22917	9913	44366	1947	27619	708	21029	974	22845	22659	6373	177
0	0	0	0	12049	1947	0	0	17679	4868	0	0	19563	531
0	0	17863	24784	11346	9736	0	0	0	0	17322	22659	0	0
0	0	15944	44610	9488	1947	0	0	14684	1947	15775	67378	15423	177
0	0	13740	19827	0	0	16413	1416	11408	5842	13378	45318	13392	11153
0	0	9808	4957	0	0	13618	1062	8828	5842	9846	11330	11620	11153
0	0	8353	54524	4717	3895	10115	1062	6646	1947	8534	79307	7799	19119
2322	531	5969	44610	3382	13631	7269	2124	5053	8763	6036	79307	5892	25492
0	0	4285	34697	2308	17525	4772	1239	3949	3895	4139	56648	4114	9559
0	0	2902	121439	1818	19473	3540	2655	2540	28235	2987	203933	3090	50883
0	0	1846	277575	1020	83733	2119	9382	1458	57445	1722	487173	1673	138611
0	0	857	275097	509	110955	1088	10267	775	36025	858	583474	890	154643
17	131707	177	919468	54	981427	149	66030	92	393350	114	2039328	122	600646

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ ODLEHLÁ (SMĚR VYŠEHRAĐ)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
9913	531	22917	9913	14536	1947	27619	708	21029	974	22645	22659	6373	177
0	0	0	0	12049	1947	0	0	17679	4868	0	0	19563	531
0	0	17863	24784	11346	9736	0	0	0	0	17522	22659	0	0
0	0	15944	44610	9488	1947	0	0	14684	1947	15775	67378	15423	177
0	0	13740	19827	0	0	16413	1416	11408	5842	13578	45318	13392	11153
0	0	9808	4957	0	0	13618	1062	8828	5842	9846	11330	11620	11153
0	0	8353	54524	4717	3895	10115	1062	6646	1947	8534	79307	7799	19119
2322	531	5969	44610	3382	13631	7269	2124	5053	8763	6036	79307	5892	25492
0	0	4285	34697	2308	17525	4772	1239	3949	3895	4139	56648	4114	9559
0	0	2902	121439	1818	19473	3540	2655	2540	28235	2987	203933	3090	50883
0	0	1846	277575	1020	83733	2119	9382	1458	57445	1722	487173	1673	138611
0	0	857	275097	509	110955	1088	10267	775	36025	858	583474	890	154643
17	131707	177	919468	54	981427	149	66030	92	393350	114	2039328	122	600646

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
19827	16	45833	307	29071	60	55239	22	42038	30	45290	701	46210	197
0	0	0	0	24697	60	0	0	35398	151	0	0	39125	16
0	0	35726	767	22893	301	0	0	0	0	35043	701	0	0
0	0	31888	1380	18976	60	0	0	29329	60	31549	2102	30845	493
0	0	27480	613	0	0	32826	44	0	181	27156	1402	26785	345
0	0	19217	153	0	0	27235	33	17656	181	19292	350	23241	345
0	0	16707	1686	9434	120	20231	33	13293	60	17068	2453	15597	591
4643	16	11937	1390	6765	422	14539	66	10107	271	12071	2453	11784	788
0	0	8870	1073	5016	542	9545	38	7898	120	8277	1752	8227	296
0	0	5904	3756	602	7080	82	5080	873	5974	6307	6180	1577	9555
0	0	3292	8585	2040	2580	4238	290	2916	1777	3445	18067	4287	3346
0	0	1713	8508	1018	3433	2197	318	1549	1114	1716	18046	1780	4780
34	4073	354	28437	108	30353	299	2042	184	12165	228	63072	243	18577

TABULKY ROZKMITŮ NAPĚTÍ A POČTU CYKLŮ

PRVEK MOSTOVKA

DVOUKOLEJNOST

DYNAMICKÝ SOUČINITEL 1.14

Příčlık P0 - sítěd

bod : 3

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ PŘÍLEHLÁ (SMĚR SMÍCHOV)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
993	966	22917	4855	14536	3544	27619	1289	21029	2170	22845	10970	14205	21233
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	17863	12136	11346	17718	0	0	0	0	17522	10970	0	0
0	0	15944	21845	9488	3544	0	0	14684	4340	15759	32910	15423	35512
0	0	13740	9709	0	0	16413	2577	11408	13021	13578	21940	13392	24638
0	0	9608	2427	0	0	13618	1933	8828	13021	9646	5485	11620	24858
0	0	8353	26700	4717	7087	10115	1933	6646	4340	8534	38395	7799	42614
2322	966	5969	21845	3382	24805	7269	3866	5053	19532	6036	38395	5892	56819
0	0	4285	16991	2508	31892	4772	2255	3949	8681	4139	27423	4114	21307
0	0	2902	59468	1818	35436	3540	4832	2540	62935	2987	98729	3090	113638
0	0	1646	135926	1020	152373	2119	17074	1468	128040	1722	235853	1673	308954
0	0	857	134712	509	201983	1088	18684	775	80237	858	282475	890	344466
17	239674	177	450255	54	1785955	149	120159	92	876751	114	987292	122	1338802

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - KOLEJ ODLEHLÁ (SMĚR VYŠEHRAD)													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
993	966	22917	4855	14536	3544	27619	1289	21029	2170	22845	10970	14205	21233
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	17863	12136	11346	17718	0	0	0	0	17522	10970	0	0
0	0	15944	21845	9488	3544	0	0	14684	4340	15759	32910	15423	35512
0	0	13740	9709	0	0	16413	2577	11408	13021	13578	21940	13392	24638
0	0	9608	2427	0	0	13618	1933	8828	13021	9646	5485	11620	24858
0	0	8353	26700	4717	7087	10115	1933	6646	4340	8534	38395	7799	42614
2322	966	5969	21845	3382	24805	7269	3866	5053	19532	6036	38395	5892	56819
0	0	4285	16991	2508	31892	4772	2255	3949	8681	4139	27423	4114	21307
0	0	2902	59468	1818	35436	3540	4832	2540	62935	2987	98729	3090	113638
0	0	1646	135926	1020	152373	2119	17074	1468	128040	1722	235853	1673	308954
0	0	857	134712	509	201983	1088	18684	775	80237	858	282475	890	344466
17	239674	177	450255	54	1785955	149	120159	92	876751	114	987292	122	1338802

STRESS SPECTRUM CAUSED BY LOAD MODEL CROSSING OVER THE BRIDGE (DURING 1 YEAR) - OBĚ KOLEJE													
SOUPRAVA 1		SOUPRAVA 2		SOUPRAVA 3		SOUPRAVA 4		SOUPRAVA 5		SOUPRAVA 6		SOUPRAVA 7	
stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]	stress range [kPa]	N [cycles]
19827	51	45833	256	29071	187	55239	68	42038	114	45290	577	46210	748
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	35726	639	22893	933	0	0	35043	577	0	0	32641	11
0	0	31888	1130	18376	187	0	0	29329	228	31549	1732	30845	1869
0	0	27480	511	0	0	32826	136	685	27156	1155	26785	1308	24889
0	0	19217	128	0	0	27235	102	17696	685	19292	289	23241	1308
0	0	16707	1405	9434	373	20321	102	13263	228	17068	2021	15597	2243
4643	51	11937	6165	1306	14539	203	10107	1028	12071	11784	2021	11874	2021
0	0	8570	894	5016	1679	9545	119	7898	457	8277	1443	8227	1191
0	0	5804	3130	3637	1865	7080	254	5080	3312	5974	5196	6180	5881
0	0	3292	4150	2040	8020	4238	889	2916	6738	3445	12413	3346	16261
0	0	1713	7090	1018	10631	2197	963	1549	4428	1716	14867	1780	18130
34	12614	354	23698	108	93988	299	6324	184	46145	228	51963	243	70463

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.5.2 Relativní spektra rozkmitů napětí od traťové třídy zatížení C3

Jednotlivá spektra byla vztažena k relativnímu rozkmitu od schématu traťovou třídou zatížení C3 vč. dynamických účinků. Spektra byla vyhodnocena pro období minulé 2000-2017, současné 2018-2022 a výhledové 2025-2055. Procento dvoukolejnosti bylo uvaženo dle vzrůstající intenzity dopravy 1%, 3% a 5%. Z počtu cyklů relativních spekter je zřejmý enormní nárůst intenzity od roku 2000 do roku 2055.

#### Počty cyklů v tisících za rok od schématu traťovou třídou zatížení C3 vč. dynamických účinků.

Kolej č.1 je odlehlou kolejí k posuzovanému řezu a kolej č. 2 je přilehlou kolejí k posuzovanému řezu pro posouzení pravé poloviny NK.

Pro hlavní nosník jsou využity výsledky z bodů na dolním páse U8 a na diagonále D7

#### Relativní spektra rozkmitů napětí - počet cyklů v tisících za rok

##### HLAVNÍ NOSNÍK

Diagonála D7

bod : 4

Poměr	Období 2000 až 2017			Období 2018 až 2022			Období 2025 až 2055		
	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2
0.1	12319.7	13505.8	130.0	19018.9	20753.4	1044.3	19019	20753	1044
0.2	203.6	59.3	2.2	292.8	79.1	17.0	293	79	17
0.3	72.6	195.0	0.6	120.6	283.7	4.4	121	284	4
0.4	17.2	45.1	0.0	28.0	74.4	0.1	28	74	0
0.5	0.5	12.5	0.1	0.5	21.5	1.1	1	22	1
0.6	7.0	7.0	0.1	7.9	7.8	0.4	8	8	0
0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
	12620.5	13824.6	133.0	19468.8	21220.0	1067.4	19469	21220	1067

##### HLAVNÍ NOSNÍK

Dolní pás U8

bod : 2

Poměr	Období 2000 až 2017			Období 2018 až 2022			Období 2025 až 2055		
	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2
0.1	13936.6	15594.1	148.4	17286.3	19314.8	563.9	21553.4	23879.7	1190.3
0.2	271.1	144.2	3.0	337.3	176.7	10.7	354.3	195.8	22.5
0.3	129.6	4.2	0.1	143.0	4.1	0.2	228.1	7.3	0.8
0.4	3.4	26.7	0.0	8.6	31.5	0.1	5.9	47.6	0.2
0.5	34.5	14.6	0.3	40.0	20.5	1.4	50.5	16.4	2.7
0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14375.3	15783.9	151.8	17815.3	19547.6	576.3	22192.4	24146.7	1216.5

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Pro mostovku jsou využity výsledky z bodů na podporovém příčniku P0

#### MOSTOVKA

Příčník P0 - střed bod : 3

Poměr	Období 2000 až 2017			Období 2018 až 2022			Období 2025 až 2055		
	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2	č.1	č.2	č.1+č.2
0.1	13859.1	13781.8	139.2	17019.2	16943.4	524.2	21580.7	21494.1	1132.0
0.2	551.6	537.4	5.4	694.5	680.6	21.0	825.4	809.5	42.6
0.3	160.9	153.4	1.5	238.2	230.8	7.1	187.7	179.3	9.4
0.4	310.3	305.9	3.1	320.8	316.5	9.6	540.6	535.7	27.5
0.5	77.8	77.5	0.8	143.5	143.2	4.4	105.8	105.6	5.6
0.6	216.2	215.5	2.2	277.4	276.6	8.6	261.1	260.2	13.7
0.7	136.2	134.9	1.4	138.7	137.5	4.3	237.2	235.8	12.4
0.8	89.5	86.4	0.9	116.0	112.9	3.5	138.1	134.6	7.1
0.9	3.2	0.7	0.0	3.1	0.7	0.0	4.0	1.3	0.1
1.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
	15404.9	15293.4	154.5	18951.5	18842.3	582.8	23881.0	23756.1	1250.3

Pro relativní spektra rozkmitů napětí pro **podélník L** jsou použity regresní součinitele uvedené v teorii prof. Frýby viz [2.7] pomocí, kterých byl proveden přepoččet z příčnicku na podélníky. Dynamická součinitel byl použit pro náhradní  $L_\phi$  délku posuzovaného podélníku.

Pro vliv délky prvku na počet cyklů byl v definován [2.7] vztah:  $L^c$

kde  $c$  - regresní součinitel  **$c = -0.354$**

Délka prvku L	Regres. souč. $c$
	-0.354
1	1.0000
4	0.6122
6	0.5303
8.8	0.4631
10	0.4426
20	0.3463
30	0.3000
50	0.2504
100	0.1959

Přepoččet počtu cyklů byl proveden pomocí součinitele převodu  $\gamma_{fat,L} = 2,16 \cdot L^c$

kde  $L$  je náhradní délka podélníku (pro stanovení dynam. součinitele)

$c$  - regresní součinitel (exponent)  **$c = -0.354$**

*Poznámka: Délka příčnicku je uvažována konstrukční 8,8 m, což odpovídá působení v konstrukci mostu ve vztahu k délce kladných pořadnic příčnicků ohybového momentu příčnicku*

Objednatel: SŽDC, s.o.	126.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.5.3 Porovnání spekter experimentálního měření a výsledků výpočtu

Pro porovnání výsledků měření a výsledků dynamické analýzy bylo provedeno porovnání relativních spekter rozkmitů pro zatížení v obou kolejích vztažených k úrovni zatížení traťové třídy zatížení C3.

Porovnání bylo provedeno pro měření místa na dolním páse U8, diagonále D2 a D7 a na koncové příčnici P0.

#### Vyhodnocení spekter rozkmitů napětí

Spektra napětí jsou vztažena k zatěžovacímu schématu TTZ C3 v obou kolejích

**HLAVNÍ NOSNÍK Dolní pás U8** Setkání: **3%** **12%**

Relativní poměr rozkmitu	Měření		Numerická analýza		poměr cyklů	Výhled
	max. z Rozkmit	Součet z Cykly	max. z Rozkmit	Součet z Cykly		Součet z Cykly
0.1	2.9	9 683 630	3.9	29 812 063	3.1	28 432 400
0.2	5.8	29 256	7.8	273 708	9.4	276 471
0.3	8.6	28 435	11.7	27 322	1.0	25 598
0.4	11.5	2 438	15.6	10 151	4.2	9 395
0.5	14.4	106	19.5	1 172	11.1	4 298
0.6	17.3	53	23.3	4	0.07	16
0.7	20.1	27	27.2	0	0.00	0
0.8	23.0	0	31.1	0	0.0	0.0
0.9	25.9	0	35.0	0	0.0	0.0
1.0	28.8	0	38.9	0	0.0	0.0
Celkem	28.8	60 314	38.9	312 357	5.2	315 778

**HLAVNÍ NOSNÍK Diagonála D2** Setkání: **3%** **12%**

Relativní poměr rozkmitu	Měření		Numerická analýza		poměr cyklů	Výhled
	max. z Rozkmit	Součet z Cykly	max. z Rozkmit	Součet z Cykly		Součet z Cykly
0.1	4.4	7 687 703	4.5	29 849 873	3.9	28 465 868
0.2	8.9	98 130	9.0	120 854	1.2	127 191
0.3	13.5	25 997	13.6	39 607	1.5	36 235
0.4	17.7	5 247	18.1	85	0.0	339
0.5	22.1	663	22.6	1 042	1.6	3 777
0.6	26.6	0	27.1	3	-	12
0.7	31.0	0	31.6	0	0.0	0.0
0.8	35.4	0	36.2	0	0.0	0.0
0.9	39.8	0	40.7	0	0.0	0.0
1.0	44.3	0	45.2	0	0.0	0.0
Celkem	44.3	130 036	45.2	161 591	1.2	167 555

Objednatel: SŽDC, s.o.	127.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

**HLAVNÍ NOSNÍK**    **Diagonála D7**                      **Setkání:**    **3%**                      **12%**

Relativní poměr rozkmitu	Měření		Numerická analýza		poměr cyklů	Výhled
	max. z Rozkmit	Součet z Cykly	max. z Rozkmit	Součet z Cykly		Součet z Cykly
0.1	4.9	8 100 361	5.7	26 150 702	3.2	24 941 113
0.2	9.9	146 731	11.3	252 978	1.7	250 160
0.3	14.8	89 650	17.0	19 180	0.2	22 868
0.4	19.7	9 991	22.6	6 925	0.7	6 427
0.5	24.6	5 751	28.3	367	0.1	1 467
0.6	29.6	159	34.0	213	-	851
0.7	34.5	106	39.6	0	0.0	0.0
0.8	39.4	0	45.3	0	0.0	0.0
0.9	44.4	0	50.9	0	0.0	0.0
1.0	49.3	0	56.6	0	0.0	0.0
Celkem	49.3	252 386	56.6	279 663	1.1	281 773

**MOSTOVKA**                      **Příčník P0 - střed**                      **Setkání:**    **3%**                      **12%**

Relativní poměr rozkmitu	Měření 2017		Num. analýza do 2025		poměr cyklů	Num. analýza do 2025 - výhled
	max. z Rozkmit	Součet z Cykly	max. z Rozkmit	Součet z Cykly		Součet z Cykly
0.1	2.3	5 611 958	6.3	28 567 159	5.1	27 208 961
0.2	4.6	206 753	12.5	927 914	4.5	892 186
0.3	6.9	156 138	18.8	579 752	3.7	540 337
0.4	9.1	153 329	25.1	447 103	2.9	433 564
0.5	11.4	24 778	31.3	6 420	0.3	13 089
0.6	13.7	6 890	37.6	6 529	0.95	26 116
0.7	16.0	2 041	43.9	4 087	2.0	16348.4
0.8	18.3	371	50.1	2 617	-	10468.2
0.9	20.6	53	56.4	22	-	87.6
1.0	22.8	0	62.7	0	0.0	0.0
Celkem	22.8	550 352	62.7	1 974 443	3.6	1 932 195

Z porovnání měření a dynamické analýzy dobrá shoda u diagonál, kde nedochází k ovlivnění napjatosti okrajovými podmínkami v uložení nosné konstrukce. Počet cyklů a celková napjatost v průřezu z dynamické analýzy je ve shodném intervalu s experimentem. U dolního pásu je výsledek pravděpodobně ovlivněn okrajovými podmínkami v uložení (např. se jedná o působení tření v pohyblivém ložisku).

U koncového příčníku se pravděpodobně částečně projevuje příznivý vliv přenosu zatížení přes kolejnicové dilatační zařízení na další mostní konstrukci. Velikost rozkmitu u příčníku je ovlivněna smykovým přenosem nýty mezi stěnou a pásnici. V rámci iniciačních deformací průřez podélníku nepůsobí jako celistvý a dochází k pozdější iniciaci normálového napětí v tažené pásnici.

Celkově lze porovnání mezi experimentem a numerickou analýzou charakterizovat, že bylo dosaženo uspokojivého výsledku. Následným rozbořením průběhů odezvy virtuálního pojezdu vlakových souprav z numerické analýzy byla potvrzena teoretická správnost výstupů a pro další posouzení mezního stavu únavy bylo použito těchto výsledků tzn. vyhodnocených relativních spekter rozkmitů napětí z numerické analýzy.

Objednatel: SŽDC, s.o.	128.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.6 FÁZE VÝSTAVBY MOSTNÍ KONSTRUKCE

V rámci posudku průřezu na mezní stavu únavy byly zohledněny historické změny tzn. zesílení. Toto se týká podélníků, kde byla přidána dolní a horní pásnice. Napjatost v průřezu byla stanovena pro obě období působení průřezu podélníku.

Změna konstrukce horního vodorovného ztužení provedená v roce 1969 není v rámci analýzy zohledňována pro její očekávaný malý vliv.

Objednatel: SŽDC, s.o.	129.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 4.7 ANALÝZA SPOLUPŮSONÍ MOSTOVKY S HLAVNÍM NOSNÝM SYSTÉMEM

Pro ověření správné funkce výpočetního modelu byla provedena analýza toku vnitřních sil mezi hlavním nosným systémem a lokálním systémem prvkové mostovky.

Jedná se o analýzu chování výpočetního modelu s předpoklady reálného chování mostní konstrukce.

Z rozboru chování výpočetního modelu mostovkové části bylo shledáno, že chování výpočetního modelu odpovídá fungování reálné konstrukce a nastavené tuhosti styčníků lze považovat za odpovídající.

Zároveň byly analýzou stanoveny možnosti řešení pro návrh rekonstrukce.

### 4.7.1 Spolupůsobení mostovky - příčníky

Z analýzy výpočetního modelu vyplívají tyto zjištěné skutečnosti při zatížení brzdnými a rozjezdovými silami:

#### 1. vodorovné účinky jsou od brzdných sil směřovány k pevnému ložisku

Síly v Brzdných ztužidlech nejsou symetrické. U pevného ložiska dosahují cca dvounásobných hodnot oproti ztužidlu u podélně posuvného ložiska. Tímto také dochází k rozdílnému zatížení příčníků vodorovným účinkem od brzdných sil.

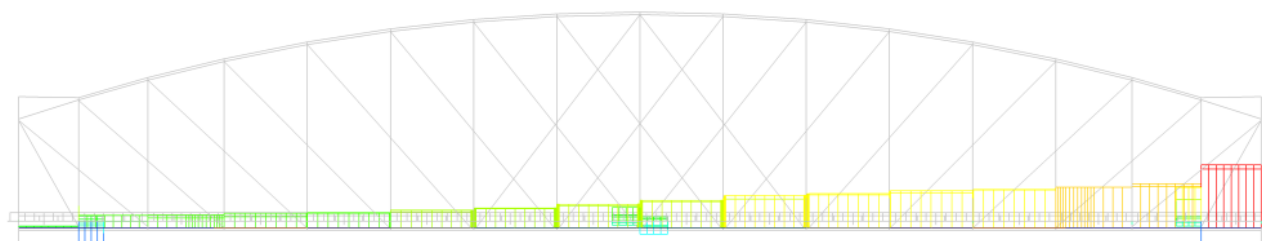
##### **Možnosti řešení v rámci návrhu rekonstrukce:**

Zvýšením tuhosti ztužidel se dosáhne rovnoměrnějšího namáhání příčníků po délce mostu a dále dochází ke zmenšení vlivu vodorovných účinků na příčnou deformaci tzn. vodorovný ohybový moment. výraznější změně v přenosu brzdné síly na jednotlivá ztužidla u pevného a pohyblivého ložiska. Vnitřní síly jsou bez větší změny.

#### 2. osová síla v dolním páse se zvyšuje směrem k pevnému ložisku, kde se vodorovná síla přenáší.

Od účinků v jedné koleji je rozdíl sil osových sil v dolních pásech k přilehlé a odlehlé koleji pouze cca 5% tzn., že roznos vodorovných účinků je pomocí brzdných ztužidel rovnoměrný na obě strany mostu.

Osová síla v dolní pásu postupně narůstá směrem k pevnému bodu.



*průběh normálové síly od brzdění/rozjezdu v dolním páse*

##### **Možnosti řešení v rámci návrhu rekonstrukce:**

Zvýšením tuhosti ztužidel zvýší účinnost ztužidel cca o 150%, ale u poměru přenášené síly mezi jednotlivými ztužidly k výraznější změně nedošlo. Síla ve ztužidlech se tedy zvyšuje směrem k pevnému bodu. Příčný ohybový moment  $M_z$  na příčníky se výrazně redukoval.

Přenosu podélné brzdné síly je z 94% z příčníků a vodorovných ztužidel (větrových a brzdných) přes dolní pásy a následně do ložisek. Zbylá část brzdné síly cca 4% se přenáší diagonálami do horního pásu a následně koncovou svislicí horním pásem a cca 2% koncovým příčníkem.

Objednatel: SŽDC, s.o.	130.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 3. vliv tuhosti přípoje příčnicku k hlavním nosníkům

v rámci přípravy výpočetního modelu byly vypočteny i tuhostní charakteristiky jednotlivých detailů styčnicků. Velikost svislých a vodorovných ohybových momentů v přípojích těchto prutů je závislá na velikosti uvažovaných tuhostí.

S ohledem na vliv vodorovných ohybových momentů  $M_z$  na celkovou únosnost příčnicku byla zkoumána změna tohoto vodorovného momentu  $M_z$  v závislosti na změně tuhosti přípoje příčnick a dolní pás. Hodnota maxima vodorovného momentu je bez větších změn při zvyšování vodorovné tuhosti. Toto je dáno spolupůsobením mostovky s globálním systémem, kdy se zvyšující se tuhosti narůstá i příčná síla na příčnick. Velikost maxima je však vyrovnávána polotuhým vetknutím (záporným ohybovým momentem) v připojení k dolnímu pásu.

Celkově se tak potvrzuje skutečnost, že na přenosu vodorovných podélných účinků se podílí vodorovná ztužidla a příčnicky svojí ohybovou tuhostí (ve směru měkké osy).

Uvažovaná relativní tuhost styčnicku ve vodorovném směru  $K_z = 0,05$  je přiměřená s ohledem na konstrukční možnosti přípoje dolní pásnice příčnicku k dolnímu pásu přes styčnickový plech.

#### 4.7.2 Spolupůsobení mostovky - podélníky

Namáhání podílníků je po délce mostu celkově vyrovnané s extrémy normálových napětí cca ve středu rozpětí podélníku. Lokální špičky vznikají v místech excentrického připojení krajních brzdných ztužidel v 2. a 15. příhradě, kdy lokální ohybový moment z přenosu normálové síly ohybově namáhá zejména vnější podélník. U středového brzdného ztužidla v příhradě 8 a 9 se lokální účinek z přenosu brzdné síly výrazně neprojevuje.

Lokální ohyb podélníku způsobuje dvojici sil působící v místech podepření tzn. od příčnicku. Podélník je tak postupně namáhán lineárním přírůstkem svislého ohybového momentu z obou stran. Poměr kladné a záporné části je dán poměrem vzdáleností přípoje brzdného ztužidla o míst podepření na příčnicích.

Délka styčnickového plechu přípoje ztužidla k podélníku je 900 mm. Lokální extrém se v reálném působení rozloží na této délce tzn., že změna znaménka lokálního ohybového momentu nastává postupně a nikoli tedy skokově. Podélná síla se vnáší přenosem přes jednotlivé nýty postupně do brzdného ztužidla. Místo posouzení podélníku bylo zvoleno v  $\sim 1/4$  délky styčnickového plechu od místa připojení ztužidla.

Z hlediska posouzení podélníků je rozhodující vždy vnější podélník. Průřezy podélníku jsou odstupňované dle příhrad 1, 2, 3 a 4-8 v závislosti na rozpětí dané vzdáleností příčnicků.

#### 4.7.3 Zohlednění tuhosti připojení podélníků k příčnickům.

Podélná normálová tuhost přípoje podélníku k příčnicku ovlivňuje míru spolupůsobení mostovky s globálním nosným systémem. Zejména se jedná o příčný vodorovný ohybový moment  $M_z$ .

Přípoj podélníků k příčnickům je pomocí dvojice krčních úhelníků L80x8. V rámci zkoumání tuhosti přípojů [2.4] byla vypočtena ohybová a normálová tuhost tohoto přípoje.

Z hlediska plochy je připojovaná stěna  $\sim 40\%$  plochy průřezu podélníku. Normálová tuhost přípoje stěny odpovídá cca  $\sim 40\%$  tuhosti profilu stěny. Celková normálová relativní tuhost přípoje se bude pohybovat v intervalu 0,15 až 0,20.

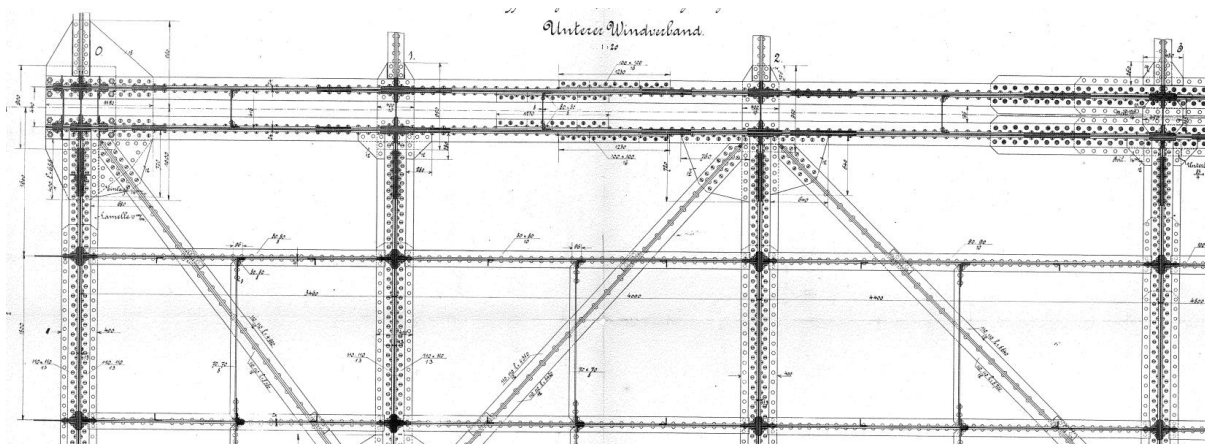
Vliv na velikost příčných ohybových momentů není zásadní a přerozdělení redukuje namáhání v koncových příčnicích cca 5-10%.

Objednatel: SŽDC, s.o.	131.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 4.7.4 Primární stav mostu při jeho dokončení (bez brzdých ztužidel).

Konstrukce realizované na přelomu 19. a 20. století se vyznačují společnými konstrukčními znaky, které z dnešního pohledu lze považovat za tzv. "vrožené vady". Zejména se jedná o absenci ztužidel pro přenos vodorovných účinků dopravy na mostní konstrukci. Příčné účinky bočním rázem a podélné účinky od brzdých a rozjezdových sil byly přenášeny pouze ohybovou tuhostí jednotlivých prvků.



*půdorys dolního pásu příhrady 1 až 3 (archivní dokumentace)*

Ztužení podélníků pro přenos příčných účinků bočním rázem a brzdné ztužidlo pro přenos brzdých a rozjezdových sil bylo doplněno až v roce 1987. současně s realizací ztužidel byly zesíleny pásnice podélníků.

Pro stav mostu před rokem 1987, kdy nebyla nainstalována brzdná ztužidla, byl model upraven tak, že brzdná ztužidla byla vynechána. Jedná se o zatěžovací stavy dlouhodobého zatížení, které působí na konstrukci bez ztužidel. U krajních příčnic došlo ke zvýšení příčného ohybového momentu o cca 70% od účinků vlastní tíhy. Brzdná ztužidla byla instalována na již zdeformované konstrukci.

Tento vliv je uvážěn při posouzení mostovkové části absencí ztužidel pro zatěžovací stavy dlouhodobého zatížení.

#### 4.7.5 Zohlednění primárního stav mostu při jeho dokončení (bez zesílení pásnic podélníků)

Z hlediska posouzení podélníku na únavu je nutné přihlédnout k provedení zesílení pásnic vč. výměny krčních úhelníků. Z původního materiálu jsou dnes pouze stěny podélníků.

##### *Poznámka:*

*při podrobné prohlídce byly zjištěny praskliny pásnic podélníku pod mostnicemi u NK1 (č.6-č.7) a NK2 (č.75) tzn. na tlačné straně průřezu. Důvody jsou patrně zapříčiněné lokálním namáháním plechu v místě uložení mostnice. Ze zprávy jsou v daném místě uvolněné nýty, což vede k lokálnímu ohybu plechu pásnice. Vlivem vysokého počtu cyklů zatížení, pak dochází k rozvoji trhliny.*

Objednatel: SŽDC, s.o.	132.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	





AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Charakteristické hodnoty meze kluzu původních částí průřezu z plávkové oceli jsou uvažovány dle Metodického pokynu 2015:

Značka oceli	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]
Svářkové železo	<b>210</b>	340
Plávková ocel	<b>230</b>	360

Charakteristické hodnoty meze kluzu oceli u nových částí přidávaných v rámci zesilování jsou uvažovány dle MP 2015:

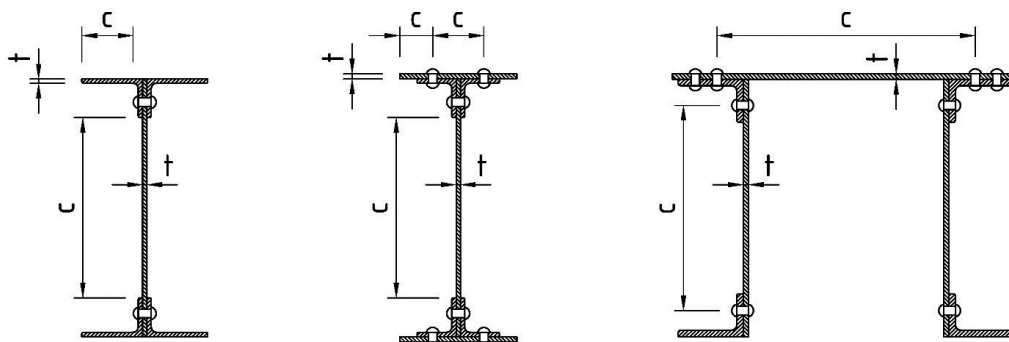
značka oceli	$f_y$ [MPa] / $t$ - tloušťka části průřezu [ mm ]				
	$t \leq 40$	$16 < t \leq 40$	$40t \leq 63$	$t \leq 80$	$t \leq 100$
S 235	<b>235</b>	225	<b>215</b>	215	215
S 355	<b>355</b>	345	<b>335</b>	325	315
S 460	<b>460</b>	440	<b>430</b>	410	400

Pozn: v šedých polích jsou hodnoty dle dodacích norem ČSN EN 10025-2 a ČSN EN 10025-3 v souladu s ČSN EN 1993-2/Z1 dodacích norem

## 5.2 VŠEOBECNĚ - PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

### 5.2.1 Výpočet třídy průřezu

Pro tlacené průřezy příp. ohýbané je provedeno zařazení do tříd průřezu dle ČSN EN 1993-2 s odkazem na ČSN EN 1993-1-1. Průřezy jsou posouzeny jako průřezy nejvýše třídy 3 tzn. za předpokladu pružného chování pro nýtované konstrukce dle Metodického pokynu 2015.



šířky tlačných pásů průřezů pro stanovení třídy průřezů

Objednatel: SŽDC, s.o.	134.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 5.2.2 Posouzení průřezů v mezním stavu únosnosti

Pro posouzení průřezu - podélná napětí dle ČSN EN 1993-1-5 čl. 4.6 a čl. 7.1:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{y,N}}{f_y W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{z,N}}{f_y W_{z,eff}} = \sigma_{x,Ed} \leq f_y / \gamma_{M0}$$

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1,0 = \sigma_{x,Ed} \leq f_y / \gamma_{M1}$$

$\sigma_{x,Ed}$  - podélné normálové napětí v posuzovaném vláknu průřezu

$A_{eff}, W_{eff}$  - efektivní průřezové charakteristiky celého průřezu

$k_{yy}, k_{yz}$  - součinitele interakce (stanoveny dle výsledků výpočtu II. řádu viz kap. 1.11.5)

Při posouzení je použita metodika redukce návrhových únosností na osovou sílu a momentu vlivem smykových sil dle metodiky ČSN EN 1993-1-5. Redukce je uvažována pro poměr  $V_{Sd}/V_{b,Rd} > 0,5$  (viz interakční diagram). Pro stanovení napětí je odvozeno ze vztahu:

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) (2\bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0 \quad , \text{ kde je uvažován poměr } M_{f,Rd}/M_{pl,Rd} \sim M_{f,el,Rd}/M_{el,Rd}$$

$$\sigma_{x,N,V} = \sigma_{x,N} / [1 - (A_{eff} - A_{eff,K}) / A_{eff} \cdot (1 - \phi_{V,z})] = \sigma_{x,N} / [1 - (1 - A_{eff,K}/A_{eff}) \cdot (1 - \phi_{V,z})]$$

$$\sigma_{x,My,V} = \sigma_{x,M} / [1 - (W_{eff,y} - W_{eff,yK}) / W_{eff,y} \cdot (1 - \phi_{V,z})] = \sigma_{x,My} / [1 - (1 - W_{eff,yK}/W_{eff,y}) \cdot (1 - \phi_{V,z})]$$

$$\sigma_{x,Mz,V} = \sigma_{x,M} / [1 - (W_{eff,z} - W_{eff,zK}) / W_{eff,z} \cdot (1 - \phi_{V,z})] = \sigma_{x,Mz} / [1 - (1 - W_{eff,zK}/W_{eff,z}) \cdot (1 - \phi_{V,z})]$$

Ve vzorcích jsou použity substituční součinitele  $\phi_{V,z}$  a  $\phi_{V,y}$ .

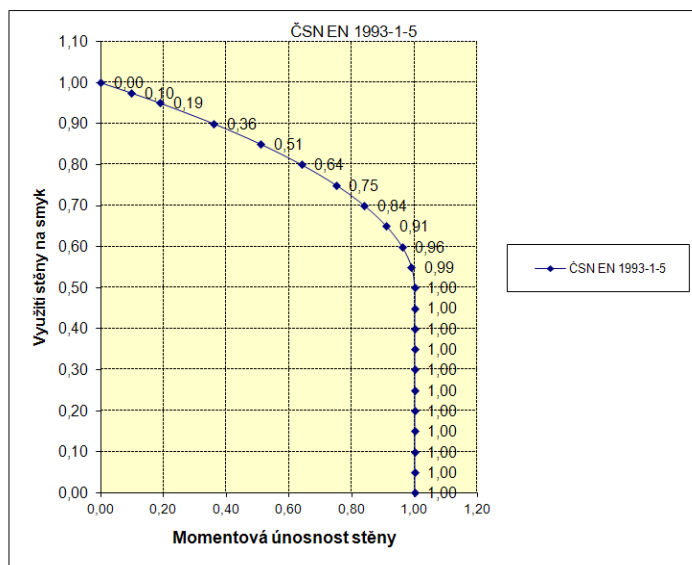
$\phi_{V,z} = 1 - (2\eta_3 - 1)^2$  - součinitel ohybové únosnosti stěny ve směru osy Z, pro  $V_{Sd,Z}/V_{b,Rd} > 0,5$

$\phi_{V,y} = 1,0$  - součinitel ohybové únosnosti stěny ve směru osy Y

(vliv smykové síly ve směru osy Y u této konstrukce je malý tzn.  $V_{Sd,Y}/V_{b,Rd} < 0,5$ )

$A_{eff,K}, W_{eff,K}$  - průřezové charakteristiky bez podílu stěny (části přenášející smyk v příslušném směru) na únosnosti při namáhání osovou silou N, ohybovým momentem My resp. Mz

INTERAKČNÍ DIAGRAM VLIVU SMYKOVÉ SÍLY NA MOMENTOVOU ÚNOSNOST STĚNY



1) kde,  $\phi_V = 1 - (2 \cdot (\eta_3 - 1))^2$  - substituce do vzorce dle metodiky v ČSN EN 1993-1-5 kap. 7

Objednatel: SŽDC, s.o.	135.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

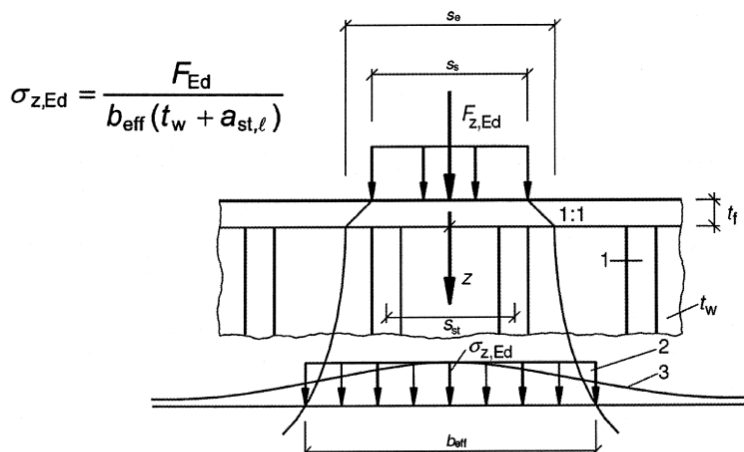
AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Posouzení interakce je provedeno z důvodu tabulkového zpracování ve všech průřezích včetně průřezů místě podpory viz čl. 7.1(2) ČSN EN 1993-1-5, což je mírně konzervativní přístup posudku.

Pro posouzení průřezu - příčná napětí dle ČSN EN 1993-1-5 čl. 3.2.3 a čl. 6.6:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{f_{yw} L_{eff} t_w} \leq 1,0 \quad \sigma_{z,Ed} \leq f_y / \gamma_{M1}$$

ové napětí v posuzovaném vláknu průřezu



- 1 výztuha
- 2 zjednodušený průběh napětí
- 3 skutečný průběh napětí

Pro posouzení průřezu - interakce podélného a příčného napětí dle ČSN EN 1993-1-5 čl. 7.2 :

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 \leq 1,4$$

Poměry využití průřezu ve směru X resp. Z jsou uvažovány pro příslušné posuzované vlákno průřezu a jemu odpovídající rovinné napjatosti

Pro posouzení průřezu - smykové napětí :

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad = \tau_v + \tau_t \leq f_{yw} / \gamma_{M1}$$

$\tau_v$  - smykové napětí od posouvající síly  $V_z$  resp.  $V_y$

$\tau_t$  - smykové napětí od kroutícího momentu  $M_x$

### 5.2.3 Posouzení průřezů v mezním stavu použitelnosti

#### Omezení napětí v oceli

Posouzení ocelového průřezu v mezním stavu únosnosti je podmínka plasticity dle ČSN EN 1993-2 čl. 7.3 (1) pro srovnávací napětí splněna. Samostatné posouzení není v MP 2015 požadováno.

$$\sigma_{e,Ed} = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_z^2)} < f_{y,d} = f_y / \gamma_{M,ser}$$

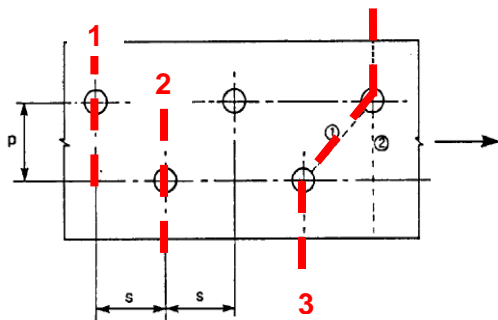
Objednatel: SŽDC, s.o.	136.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 5.2.4 Výpočet oslabené plochy otvory v řezu

Výpočet oslabené plochy je u průřezových charakteristik zohledněn tažených otvorů v kritickém řezu 1 nebo 2 viz obrázky níže. U vystřídanych otvorů nýtů je posouzen dále kritický řez 3, který prochází přes otvory lomeně.

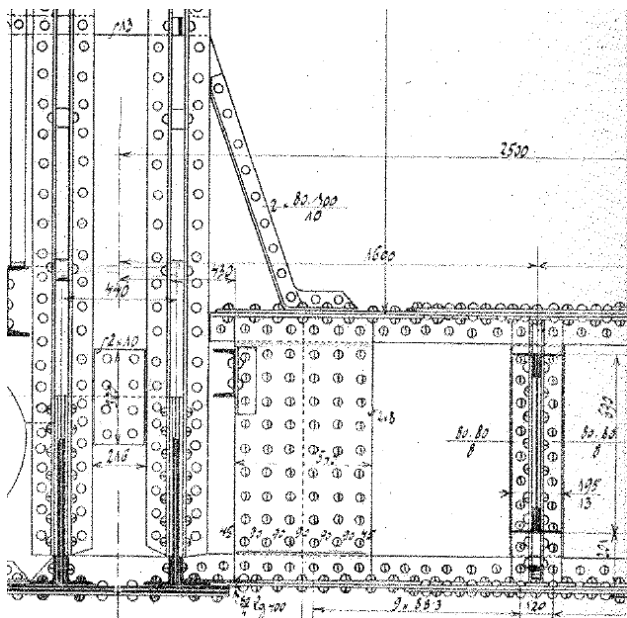
Oslabení průřezu tedy uvažováno v souladu s ČSN EN 1993-1-1, kap. 6.2.2.2, kde je nutno stanovit rozhodující oslabení otvory v řezu kolmém k ose prutu (6.2.2.2 (3)) nebo v řezu lomeném dle 6.2.2.2 (4)



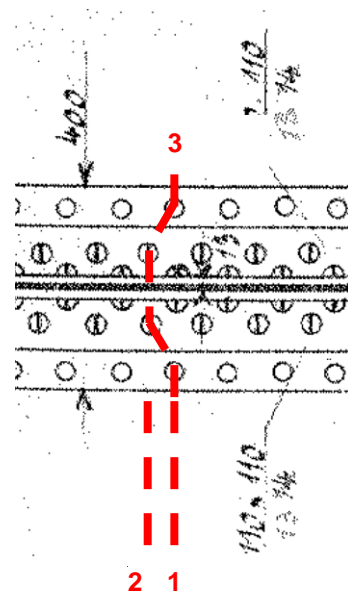
V případě rozhodujícího řezu 3, což bylo ve většině průřezů je pro výpočet skutečné délky řezu při zachování rozměrů kolmého řezu ekvivalentně redukován rozměr otvoru v tažené části průřezu.

*Příklad: příčník P3 – dolní pásnice*

V dolní pásnici příčníku jsou vystřídane nýty č. 19, 20, 21, 22. V seznamu nýtů v analýze průřezu jsou uvedené nýty označeny jako skupina (v daném příkladu SKUPINA 1). V blízkosti posuzovaného bodu jsou v dolní pásnici vystřídane nýty, viz půdorys dolní pásnice. Vyhodnoceno bude oslabení pro kolmý ŘEZ 1, kolmý ŘEZ 2 a lomený ŘEZ 3.



příčný řez - příčník u dolního pásu



půdorys dolní pásnice

nýt 22  
nýt 21  
nýt 20  
nýt 19

Tabulka níže udává, který nýt je ve kterém řezu uvažován. Pro výpočet oslabení lomeného řezu je zadána vzdálenost řezů  $s$  (polovina podélné vzdálenosti nýtů) a příčná vzdálenost vystřídanych nýtů  $p$  (rozdíl souřadnic  $y$ ). U řezu 3 je redukce  $t \cdot s^2 / 4p$  vypočtena pro všechny lomené přechody. „PLOCHA OSLABENÍ RED.“ udává celkové oslabení pro jednotlivé řezy. V případě, že rozhoduje lomený ŘEZ 3, je vliv redukce oslabení zohledněn součinitelem redukce v analýze průřezu.

Objednatel: SŽDC, s.o.	137.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

SK. NÝTŮ:	1	ČÁST PRŮŘEZU:			PÁSNICE DOLNÍ	t =	10.0	mm	
ČSN EN 1993-1-1, 6.2.2.2 (4)	OSLABENÁ PLOCHA PRŮŘEZU - VYSTŘÍDANÉ OTVORY								
	STANOVENÍ ROZHODUJÍCÍHO ŘEZU PORUŠENÍ:								
ČSN EN 1993-1-1, 6.2.2.2 (2) - ŘEZ 1	PŘÍČNÝ ŘEZ - NEVYSTŘÍDANÉ OTVORY								
ČSN EN 1993-1-1, 6.2.2.2 (2) - ŘEZ 2	PŘÍČNÝ ŘEZ - NEVYSTŘÍDANÉ OTVORY								
ČSN EN 1993-1-1, 6.2.2.2 (4) - ŘEZ 3	LOMENÝ ŘEZ - VYSTŘÍDANÉ OTV.					vzdálenost řezů 1-2	s =	44	mm
NÝT Č.	d [mm]	ŘEZ 1	ŘEZ 2	ŘEZ 3	POPIS	Y	Z		
19	20.0	1	0	1	nýt - f.b	-160.0	-5.0		
20	22.0	0	1	1	nýt - f.b - krční úhelník	-66.5	1.5		
21	22.0	0	1	1	nýt - f.b - krční úhelník	66.5	1.5		
22	20.0	1	0	1	nýt - f.b	160.0	-5.0		
PLNÉ OSLABENÍ		-400	-440	-840	A1 = - Σ t.di [mm2]				
PŘECHOD		p [mm]							
1-šikmo	93.5	-	-	52					
2-šikmo	93.5	-	-	52					
REDUKCE OSLABENÍ		0	0	104	A2 = + Σ t.si <sup>2</sup> / 4.pi [mm2]				
PLOCHA OSLABENÍ RED.		-400	-440	-736	A1 + A2				
ROZHODUJÍCÍ ŘEZ (MIN)		-	-	MIN					
VÝPOČET SOUČINITELE REDUKCE PRŮMĚRU OTVORU PRO PŘÍPAD, ŽE ROZHODUJE ŘEZ 3:									
SOUČINTEL REDUKCE		1.00	1.00	0.88	= (A1 + A2) / A1				

V daném případě bylo vypočteno, že pro danou skupinu vystřídáných nýtů (nýt 19,20,21,22) je rozhodující lomený ŘEZ 3.

TABULKA SOUČINTELŮ REDUKCE PRO ŘEZY A SKUPINY NÝTŮ:				
SKUPINY NÝTŮ		ŘEZY		
ID	POPIS	1	2	3
1	PÁSNICE DOLNÍ	1.00	1.00	0.88
2				
3				
4				
5				
6				

TABULKA ZADANÝCH ŘEZŮ PRO DANÉ SKUPINY

ID	ZADAT ŘEZ	RED.
1	3	0.88
2	1	0.00
3	1	0.00
4	1	0.00
5	1	0.00
6	1	0.00

V seznamu nýtu v analýze průřezu je uvažování vystřídáných otvorů zohledněno zadáním čísla skupiny vystřídáných nýtu (skupina 1 = nýt 19,20,21,22). Pro dané nýty je pak zadán odpovídající rozhodující řez (ŘEZ 3) a odpovídající součinitel redukce. Hodnoty ve sloupci AKTIVITA OTVORU musí odpovídat rozhodujícímu řezu (ŘEZ 3 zahrnuje všechny nýty skupiny, tzn. AKTIVITA OTVORU = 1 u nýtů 19,20,21,22 je v pořádku).

Objednatel: SŽDC, s.o.	138.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

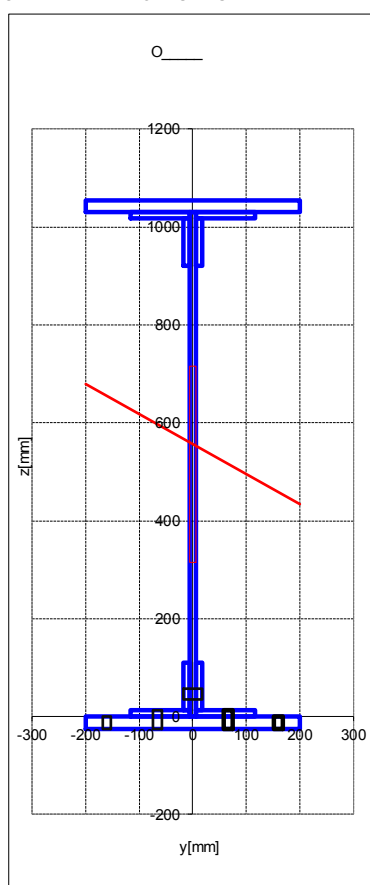
### 5.2.5 Výpočet oslabené plochy o otvory průřezu

Při výpočtu oslabené plochy průřezu bylo postupováno dle těchto pravidel, které zajistí pružné působení průřezu:

1. oslabení otvory vyplněnými nýty nebo šrouby v tažené oblasti je uvažováno plochu otvoru pro nýt resp. šroub
2. oslabení nadrozměrnými otvory vyplněnými šrouby v tlačené oblasti je uvažováno plochu otvoru pro šroub
3. oslabení otvory vyplněnými nýty v tlačené oblasti není uvažováno
4. tlačená a tažená oblast je dána polohou neutrálné osy průřezu pro výslednici vnitřních sil od výsledné kombinace pro sledovanou řídicí veličinu. Průřezové charakteristiky byly stanovovány iteračně tak, aby posudek odpovídal aktuální poloze neutrálné osy pro stanovení oslabení,

Příklad uvažování oslabení otvory (černě vyznačeny uvažované otvory pro nýty - pod neutrálnou osou)

SCHÉMA ZADANÉHO PRŮŘEZU



NEUTRÁLNÍ OSA

NAPĚTÍ [MPa]:

-22.31	-36.87
41.88	27.31

ZS:

N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
import 10	0	0	0	500	10

Postup pro uvažování otvorů pro spojovací prostředky při tahu a ohybu dle ČSN EN 1993-2 čl. 6.2.3 a čl. 6.2.5 nelze pro nýťované pruty použít z důvodu kontinuálního spojení podél prvku a ne pouze ve styčnicích nebo spojením (předpoklad normového přístupu).

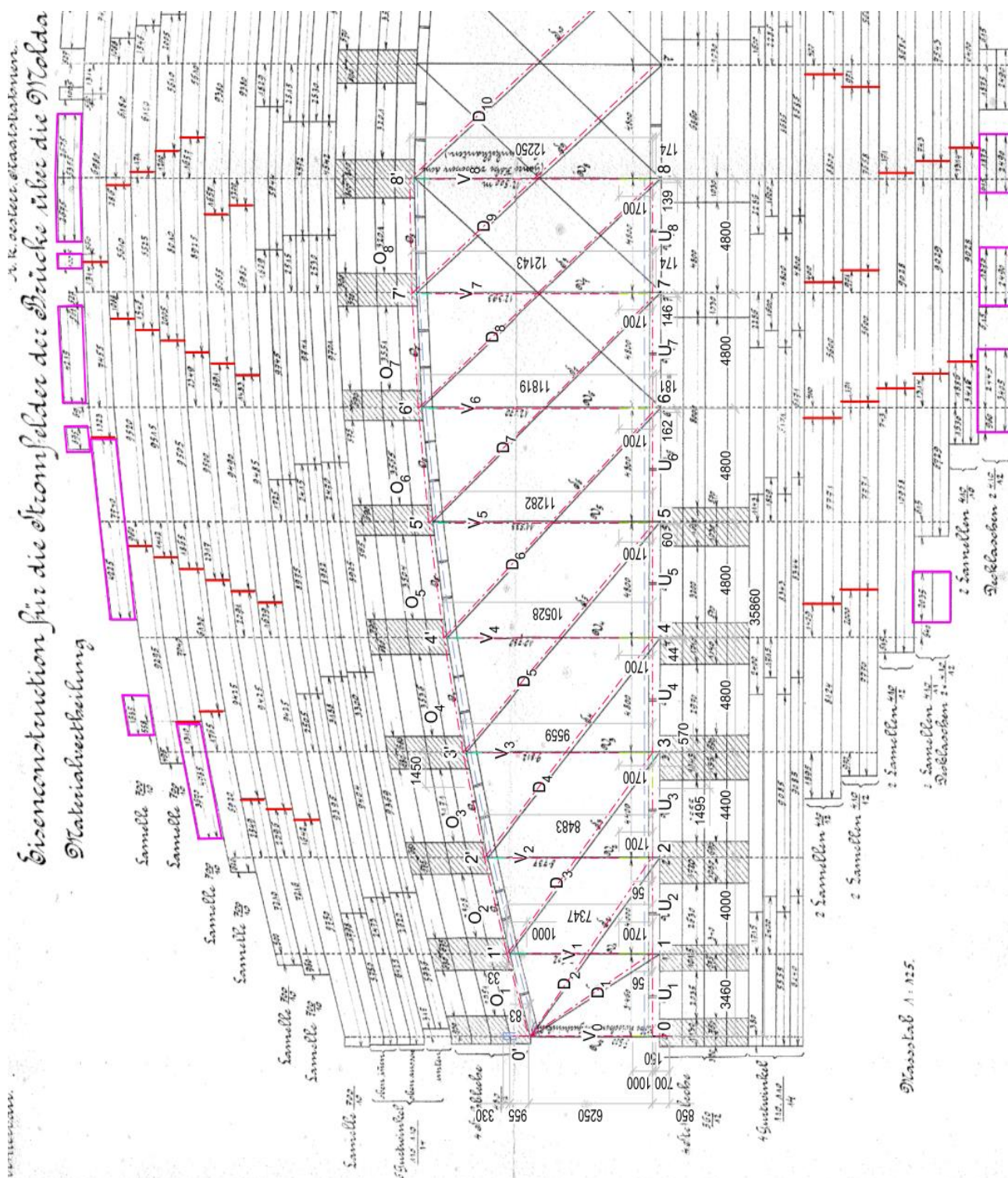
Uvažování částečné plastifikace k mezi pevnosti  $f_u$  v každém místě oslabení otvory po celé délce prvku by ovlivňovalo tuhostní charakteristiky.

Objednatel: SŽDC, s.o.	139.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



## 5.2.6 Stanovení plochy pásnic

Pro správný výpočet průřezových charakteristik bylo z archivní dokumentace dohledány spojovací lamely (přílohy), která nahrazují napojovanou lamelu pásnice. V průřezu tedy plně působí pouze lamely průběžné a přílohy. Stykované lamely není možné do průřezu uvažovat. Pro dolní a horní pás jsou aktivní lamely uvedeny na obrázku níže.



Podélný řez - stykování pásnic dolního a horního pásu (aktivní pásnice)

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 5.3 KRITICKÉ PRŮŘEZY KONSTRUKCE

Pro posouzení stávající konstrukce mostu byly na základě velikosti celkových napětí od charakteristické kombinace zatížení v mezním stavu únosnosti vybrány kritické průřezy v každém z konstrukčních prvků, kde je provedeno posouzení.

charakteristickou kombinaci skupin zatěžovacích stavů:

KZ:  $\Sigma G + P1 + \Sigma \psi_1 \cdot Q_i$  (stálé + nahodilé pohyblivé vlak  $\alpha \cdot LM71$  + ostatní proměnná zatížení)

Z hlediska celkového napětí je pravá a levá strana mostu namáhána shodně. V podélném směru je namáhána konstrukce mírně nesymetricky u přenosu podélných vodorovných účinků, kde se vnitřní síly soustředí k pevnému ložisku. Vyšetřována byla polovina mostní konstrukce v podélném směru resp. zejména v kvadrantu s pevným ložiskem.

Pro stanovení kritických míst z hlediska únavy byly vybrány body s extrémem rozkmitu normálového napětí od skupiny zatížení P.

Posuzované kritické body jsou uvedeny v následujících tabulkách a schématech.

#### 5.3.1 Kritické průřezy - hlavní nosník

POS. Č.	OZNAČENÍ POSUDKU	POPIS PRŮŘEZU	PRUT ID [č.p.]	POLOHA dx [m]	OZNAČENÍ PRŮŘEZU V MODELU	POLOHA $X_{NK}$ [m]	POZNÁMKA
O - HORNÍ PÁS							
1	TR_O1	HORNÍ PÁS O1	34	3/4	O1	71.290	
2	TR_O2	HORNÍ PÁS O2	32	3/4	O2	67.760	
3	TR_O3	HORNÍ PÁS O3	30	3/4	O3	63.710	
4	TR_O4	HORNÍ PÁS O4	26	1/4	O4	55.660	
5	TR_O5	HORNÍ PÁS O5	24	1/4	O4	50.860	
6	TR_O6	HORNÍ PÁS O6			O6		
7	TR_O7	HORNÍ PÁS O7	21	1/4	O6	44.860	
8	TR_O8	HORNÍ PÁS O8	18	1/4	O6	36.460	
U - DOLNÍ PÁS							
9	TR_U1	DOLNÍ PÁS U1	118	3/4	U1	71.290	
10	TR_U2	DOLNÍ PÁS U2			U1		
11	TR_U3	DOLNÍ PÁS U3	112	I[114]	U1	60.399	
12	TR_U4	DOLNÍ PÁS U4	109	1/4	U4	55.660	
13	TR_U5	DOLNÍ PÁS U5	107	3/4	U5	54.460	
14	TR_U6	DOLNÍ PÁS U6	104	3/4	U6	49.690	
15	TR_U7	DOLNÍ PÁS U7			U7		
16	TR_U8	DOLNÍ PÁS U8	96	3/4	U7	40.060	

Objednatel: SŽDC, s.o.	141.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

pokračování

POS. Č.	OZNAČENÍ POSUDKU	POPIS PRŮŘEZU	PRUT ID [č.p.]	POLOHA dx [m]	OZNAČENÍ PRŮŘEZU V MODELU	POLOHA X <sub>NK</sub> [m]	POZNÁMKA
D - DIAGONÁLY							
17	TR_D1	DIAGONÁLA D1	260	I[105]	D1	68.460	
18	TR_D2	DIAGONÁLA D2	259	I[2714]	D2	68.530	
19	TR_D3	DIAGONÁLA D3	252	J[2711]	D3	63.996	
20	TR_D4	DIAGONÁLA D4	248	J[2709]	D4	59.600	
21	TR_D5	DIAGONÁLA D5	244	J[2707]	D5	54.810	
22	TR_D6	DIAGONÁLA D6	240	J[2705]	D6	50.010	
23	TR_D7.1	DIAGONÁLA D7	239	2/4	D7	47.810	minN
24	TR_D7.2	DIAGONÁLA D7	235	J[2703]	D7	45.230	maxN
25	TR_D8.1	DIAGONÁLA D8	233	2/4	D8	42.840	minN
26	TR_D8.2	DIAGONÁLA D8	224	J[2701]	D8	40.960	maxN
27	TR_D9.1	DIAGONÁLA D9	219	2/4	D9	37.240	minN
28	TR_D9.2	DIAGONÁLA D9	212	J[2696]	D9	35.650	maxN
29	TR_D10.1	DIAGONÁLA D10	207	2/4	D10	32.240	minN
30	TR_D10.2	DIAGONÁLA D10	200	J[200]	D10	30.830	maxN
V - SVISLICE							
31	TR_V0	SVISLICE V0	442	J[368]	V0	71.720	
32	TR_V1.1	SVISLICE V1	439	2/4	V1	68.260	minN
33	TR_V1.2	SVISLICE V1	438	I[365]	V1	68.260	minMy
34	TR_V2.1	SVISLICE V2	433	2/4	V2	64.260	minN
35	TR_V2.2	SVISLICE V2	432	I[361]	V2	64.260	minMy
36	TR_V3.1	SVISLICE V3	428	2/4	V3	59.680	minN
37	TR_V3.2	SVISLICE V3	427	I[358]	V3	59.680	minMy
38	TR_V4.1	SVISLICE V4	423	2/4	V4	55.060	minN
39	TR_V4.2	SVISLICE V4	422	I[355]	V4	55.060	minMy
40	TR_V5.1	SVISLICE V5	418	2/4	V5	50.260	minN
41	TR_V5.2	SVISLICE V5	417	I[352]	V5	50.260	minMy
42	TR_V6.1	SVISLICE V6	413	2/4	V6	45.460	minN
43	TR_V6.2	SVISLICE V6	412	I[349]	V6	45.460	minMy
44	TR_V7.1	SVISLICE V7	408	2/4	V7	40.660	minN
45	TR_V7.2	SVISLICE V7	406	I[346]	V7	40.660	minMy
46	TR_V8.1	SVISLICE V8	402	2/4	V8	35.860	minN
47	TR_V8.2	SVISLICE V8	401	I[343]	V8	35.860	minMy

Objednatel: SŽDC, s.o.	142.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

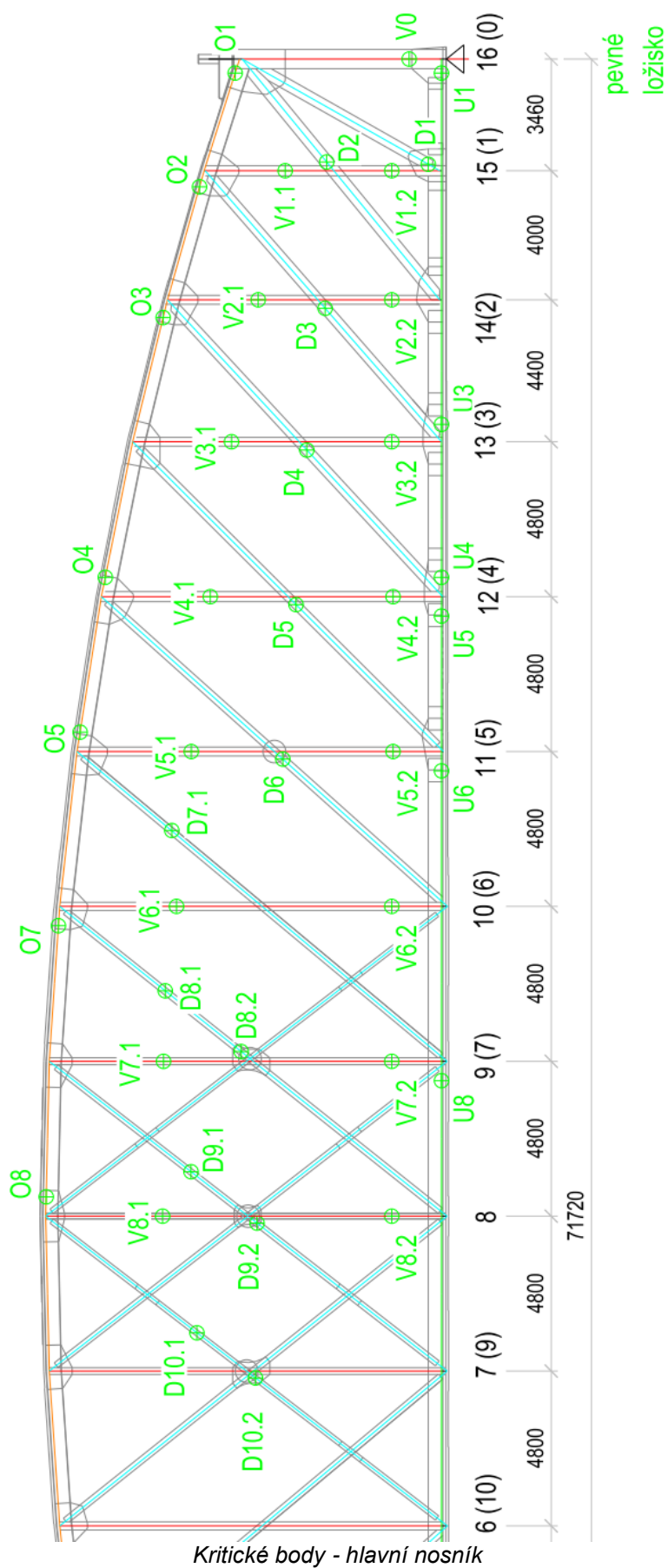
AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD



Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

143.

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

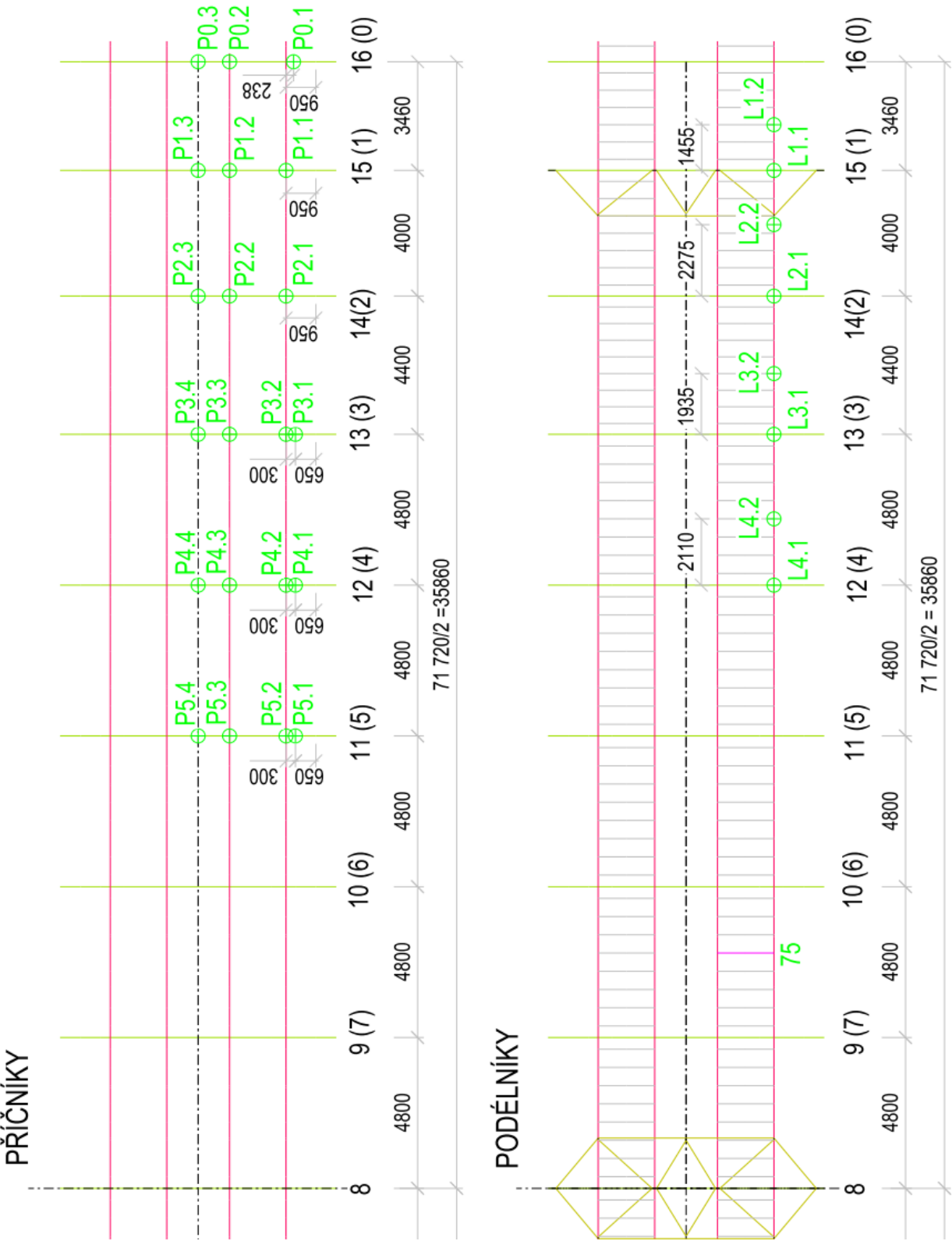
### 5.3.2 Kritické průřezy - mostovka

POS. Č.	OZNAČENÍ POSUDKU	POPIS PRŮŘEZU	PRUT ID [č.p.]	POLOHA dx [m]	OZNAČENÍ PRŮŘEZU V MODELU	POLOHA X <sub>NK</sub> [m]	POZNÁMKA
P - PŘÍČNÍKY							
1	TR_P0.1	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	706	3/4	P0	71.720	
2	TR_P0.2	PŘÍČNÍK P0 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	708	I[583]	P0Z	71.720	
3	TR_P0.3	PŘÍČNÍK P0 - STŘED	709	I[584]	P0Z	71.720	
4	TR_P1.1	PŘÍČNÍK P1 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	699	I[575]	P1	68.260	
5	TR_P1.2	PŘÍČNÍK P1 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	700	I[576]	P1Z	68.260	
6	TR_P1.3	PŘÍČNÍK P1 - STŘED	701	I[577]	P1Z	68.260	
7	TR_P2.1	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	691	I[568]	P1	64.260	
8	TR_P2.2	PŘÍČNÍK P2 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	692	I[569]	P1Z	64.260	
9	TR_P2.3	PŘÍČNÍK P2 - STŘED	693	I[570]	P1Z	64.260	
10	TR_P3.1	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	679	I[557]	P2	59.860	
11	TR_P3.2	PŘÍČNÍK P3 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	680	I[558]	P2Z	59.860	
12	TR_P3.3	PŘÍČNÍK P3 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	682	I[560]	P2ZZ	59.860	
13	TR_P3.4	PŘÍČNÍK P3 - STŘED	682	I[561]	P2ZZ	59.860	
14	TR_P4.1	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	667	I[546]	P2	55.060	
15	TR_P4.2	PŘÍČNÍK P4 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	668	I[547]	P2Z	55.060	
16	TR_P4.3	PŘÍČNÍK P4 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	670	I[549]	P2ZZ	55.060	
17	TR_P4.4	PŘÍČNÍK P4 - STŘED	671	I[550]	P2ZZ	55.060	
18	TR_P5.1	PŘÍČNÍK P5 - ZÁKLADNÍ ČÁST	655	I[535]	P2	55.060	
19	TR_P5.2	PŘÍČNÍK P5 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	656	I[536]	P2Z	55.060	
20	TR_P5.3	PŘÍČNÍK P5 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	658	I[538]	P2ZZ	55.060	
21	TR_P5.4	PŘÍČNÍK P5 - STŘED	659	I[539]	P2ZZ	55.060	
L - PODÉLNÍKY							
22	TR_L1.1	PODÉLNÍK L1.E - KRAJ	876	I[575]	L1_p	68.260	Vz
23	TR_L1.2	PODÉLNÍK L1.E - STŘED	880	I[739]	L1_p	69.715	Mz, My
24	TR_L2.1	PODÉLNÍK L2.E - KRAJ	866	I[568]	L2_p	64.260	Vz
25	TR_L2.2	PODÉLNÍK L2.E - STŘED	871	2/4	L2_p	68.260	Mz, My
26	TR_L3.1	PODÉLNÍK L3.E - KRAJ	855	I[558]	L3_p	59.860	Vz
27	TR_L3.2	PODÉLNÍK L3.E - STŘED	860	I[721]	L3_p	61.795	Mz, My
28	TR_L4.1	PODÉLNÍK L4.E - KRAJ	844	I[547]	L4_p	55.060	Vz
29	TR_L4.2	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	849	I[711]	L4_p	57.170	Mz, My

Objednatel: SŽDC, s.o.	144.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD



Objednatel: SŽDC, s.o.	145.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 5.4 VŠEOBECNĚ - VNITŘNÍ SÍLY

Vnitřní síly jsou vyšetřovány v hlavních centrálních osách, pro které je automaticky přizpůsoben výstup výpočetního programu MIDAS Civil 2016 v1.1.

Vnitřní síly byly vyhodnoceny v řezech kritických průřezů pro jednotlivé skupiny zatěžovacích stavů. Vnitřní síly jsou vyhodnocovány tak, že k maximu resp. minimu řídící veličiny jsou vyhledány příslušné odpovídající vnitřní síly. Takto je pro každou skupinu zatěžovacích stavů sestaveny matice 12 x 6.

Řídící veličiny tvoří základních šest složek vnitřních sil  $N_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  a  $M_z$  v minimech a maximech.

Kontrolně jsou ve shodném formátu vytvořeny celkové vnitřní síly charakteristické kombinace v mezním stavu únosnosti a použitelnosti.

Příklad formátu výpisu vnitřních sil (tzv. karta DATA):

### DATA

POSUDEK : **D1**

VYHODNOCOVANÉ VELIČINY

R1.NÁZEV: PRUT  
R2.NÁZEV: POLOHA BODU  
ŘEZ: TR\_D1  
ID: 14  
ELEMENT 260  
PART I[105]  
POPIS: DIAGONÁLA D1

TR_D1		POPIS: DIAGONÁLA D1				POSUDEK: D1			
POL	SKUPINA ZAT. STAVŮ	EXTRÉM	VYHODNOCOVANÉ VELIČINY						
			N	Vy	Vz	Mx	My	Mz	
			kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
1	G0	N.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		N.max	573	-6	1	0	1	-7	
1		Vy.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		Vy.max	573	-6	1	0	1	-7	
1		Vz.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		Vz.max	573	-6	1	0	1	-7	
1		Mx.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		Mx.max	573	-6	1	0	1	-7	
1		My.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		My.max	573	-6	1	0	1	-7	
1		Mz.min	573	-6	1	0	1	-7	
1		Mz.max	573	-6	1	0	1	-7	
2		G1	N.min	45	0	0	0	0	0
2			N.max	45	0	0	0	0	0
2	Vy.min		45	0	0	0	0	0	
2	Vy.max		45	0	0	0	0	0	
2	Vz.min		45	0	0	0	0	0	
2	Vz.max		45	0	0	0	0	0	
2	Mx.min		45	0	0	0	0	0	
2	Mx.max		45	0	0	0	0	0	
2	My.min		45	0	0	0	0	0	
2	My.max		45	0	0	0	0	0	
2	Mz.min		45	0	0	0	0	0	
2	Mz.max		45	0	0	0	0	0	
3	G2		N.min	34	0	0	0	-1	0
3			N.max	34	0	0	0	-1	0
3		Vy.min	34	0	0	0	-1	0	
3		Vy.max	34	0	0	0	-1	0	
3		Vz.min	34	0	0	0	-1	0	
3		Vz.max	34	0	0	0	-1	0	
3		Mx.min	34	0	0	0	-1	0	

Poznámka: kompletní výpis v matic vnitřních sil je součástí každého posudku viz Přílohy

Objednatel: SŽDC, s.o.	146.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 5.5 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Rekapitulace posouzení mezního stavu únosnosti v rámci stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce pro všechny kritické průřezy jsou uvedeny v následujících tabulkách.

V případě, že hodnota zatížitelnosti  $Z_{LM71} < 1,0$  je následně pro rozhodující posudky posouzena přechodnost pro traťové třídy zatížení C3.

Podrobné posudky pro každý řez jsou uvedeny v příloze **P.3 - Posouzení - mezní stav únosnosti** tohoto statického výpočtu.

### NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

### VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA		ŘÍDICÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_1$	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_3$	CELKOVÉ VYUŽITÍ	ZATÍŽITEL. $Z_{M71}$
O1	TR_O1	34 / 3/4	HORNÍ PÁS O1	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ04	-99.9	191.7	0.52	3.4	110.7	0.03	0.52	2.43	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-148.7	191.7	0.78	4.0	110.7	0.04	0.78	1.44	
				BOD S6	-HP	stěna	My.min	KZ03	-137.9	191.7	0.72	4.3	110.7	0.04	0.72	1.58	
										0.78			0.04	0.78	1.44		
O2	TR_O2	32 / 3/4	HORNÍ PÁS O2	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ03	-121.6	191.7	0.63	0.6	110.7	0.01	0.63	1.89	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-124.4	191.7	0.65	0.9	110.7	0.01	0.65	1.89	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	-109.8	191.7	0.57	1.7	110.7	0.02	0.57	2.31	
										0.65			0.02	0.65	1.89		
O3	TR_O3	30 / 3/4	HORNÍ PÁS O3	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-134.3	191.7	0.70	2.4	110.7	0.02	0.70	1.65	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-135.1	191.7	0.70	2.3	110.7	0.02	0.70	1.64	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	-116.9	191.7	0.61	2.9	110.7	0.03	0.61	2.00	
										0.70			0.03	0.70	1.64		
O4	TR_O4	26 / 1/4	HORNÍ PÁS O4	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-131.4	191.7	0.69	-0.3	110.7	0.00	0.69	1.71	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-118.9	191.7	0.62	-0.3	110.7	0.00	0.62	1.95	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ03	-55.0	191.7	0.29	-1.4	110.7	0.01	0.29	6.52	
										0.69			0.01	0.69	1.71		
O5	TR_O5	24 / 1/4	HORNÍ PÁS O5	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ03	-140.6	191.7	0.73	-0.2	110.7	0.00	0.73	1.57	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-118.6	191.7	0.62	-0.3	110.7	0.00	0.62	1.98	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-92.3	191.7	0.48	-1.4	110.7	0.01	0.48	2.82	
										0.73			0.01	0.73	1.57		
O8	TR_O8	18 / 1/4	HORNÍ PÁS O8	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ04	-134.2	191.7	0.70	-0.8	110.7	0.01	0.70	1.67	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Mz.min	KZ04	-132.2	191.7	0.69	-0.9	110.7	0.01	0.69	1.70	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ03	-91.2	191.7	0.48	-1.0	110.7	0.01	0.48	3.07	
										0.70			0.01	0.70	1.67		
Rekapitulace posouzení NK - Horní pás - (Mezní stav únosnosti)												0.78			0.04	0.78	1.44
U1	TR_U1	118 / 3/4	DOLNÍ PÁS U1	BOD K1	-HL	horní pásnice	My.min	KZ03	99.3	191.7	0.52	7.2	110.7	0.07	0.52	2.60	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.min	KZ03	-165.0	191.7	0.86	7.0	110.7	0.06	0.86	1.24	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	-121.8	191.7	0.64	7.4	110.7	0.07	0.64	1.66	
										0.86			0.07	0.86	1.24		
U3	TR_U3	112 / J[115]	DOLNÍ PÁS U3	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ03	116.8	209.1	0.56	2.0	120.7	0.02	0.56	2.26	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ03	227.1	209.1	1.09	2.7	120.7	0.02	1.09	0.87	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	124.2	209.1	0.59	3.5	120.7	0.03	0.59	1.94	
										1.09			0.03	1.09	0.87		
U4	TR_U4	109 / 1/4	DOLNÍ PÁS U4	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ03	137.0	209.1	0.66	0.8	120.7	0.01	0.66	1.84	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ03	163.6	209.1	0.78	0.6	120.7	0.00	0.78	1.42	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	135.9	209.1	0.65	2.3	120.7	0.02	0.65	1.91	
										0.78			0.02	0.78	1.42		
U5	TR_U5	107 / 3/4	DOLNÍ PÁS U5	BOD K1	-HL	horní pásnice	Mz.min	KZ03	155.1	209.1	0.74	1.9	120.7	0.02	0.74	1.59	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ03	179.5	209.1	0.86	0.8	120.7	0.01	0.86	1.29	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.max	KZ03	72.5	209.1	0.35	3.1	120.7	0.03	0.35	3.79	
										0.86			0.03	0.86	1.29		
U6	TR_U6	104 / 3/4	DOLNÍ PÁS U6	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ03	158.7	209.1	0.76	1.1	120.7	0.01	0.76	1.59	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ03	175.8	209.1	0.84	1.1	120.7	0.01	0.84	1.32	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.max	KZ03	128.7	209.1	0.62	3.2	120.7	0.03	0.62	2.21	
										0.84			0.03	0.84	1.32		
U8	TR_U8	96 / 3/4	DOLNÍ PÁS U8	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ04	139.0	209.1	0.66	-0.2	120.7	0.00	0.66	1.97	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ03	185.9	209.1	0.89	-0.3	120.7	0.00	0.89	1.22	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.max	KZ03	47.5	209.1	0.23	2.1	120.7	0.02	0.23	6.32	
										0.89			0.02	0.89	1.22		
Rekapitulace posouzení NK - Dolní pás - (Mezní stav únosnosti)												1.09			0.07	1.09	0.87

Objednatel: SŽDC, s.o.	147.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :		„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem			STUPEŇ : PD

# NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

# VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL. [MPa]	MEZ KLUZU [MPa]	VYUŽITÍ $\eta_1$ [eff]	NAPĚTÍ SMYK. Vz [MPa]	MEZ KLUZU [MPa]	VYUŽITÍ $\eta_3$ [eff]	CELKOVÉ VYUŽITÍ [eff]	ZATÍŽITEL. $Z_{U01}$
D7.1	TR_D7.1	239 / 2/4	DIAGONÁLA D7	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ03	-79.0	191.7	0.41	0.2	110.7	0.00	0.41	2.48
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-48.7	191.7	0.25	-0.7	110.7	0.01	0.25	3.32
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ04	82.8	191.7	0.43	2.9	120.7	0.02	0.43	3.15
											0.43			0.02	0.43	2.48
D7.2	TR_D7.2	235 / J[2703]	DIAGONÁLA D7	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ04	141.2	209.1	0.68	0.3	120.7	0.00	0.68	1.82
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ03	177.1	209.1	0.85	0.5	120.7	0.00	0.85	1.26
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	106.7	209.1	0.51	-4.7	120.7	0.04	0.51	2.84
											0.85			0.04	0.85	1.26
D8.1	TR_D8.1	233 / 2/4	DIAGONÁLA D8	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ04	-72.1	191.7	0.38	1.3	110.7	0.01	0.38	3.03
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ04	-54.7	191.7	0.29	-0.4	110.7	0.00	0.29	4.06
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ04	43.4	191.7	0.23	3.3	120.7	0.03	0.23	6.09
											0.38			0.03	0.38	3.03
D8.2	TR_D8.2	224 / J[2701]	DIAGONÁLA D8	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ03	103.7	209.1	0.50	0.2	120.7	0.00	0.50	2.42
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ04	76.5	209.1	0.37	1.1	120.7	0.01	0.37	4.11
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-43.7	209.1	0.21	-3.3	110.7	0.03	0.21	7.33
											0.50			0.03	0.50	2.42
D9.1	TR_D9.1	219 / 2/4	DIAGONÁLA D9	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ04	-95.1	191.7	0.50	0.1	110.7	0.00	0.50	2.31
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-72.3	191.7	0.38	-0.5	110.7	0.00	0.38	3.14
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ04	24.0	191.7	0.13	1.9	120.7	0.02	0.13	5.84
											0.50			0.02	0.50	2.31
D9.2	TR_D9.2	212 / J[2696]	DIAGONÁLA D9	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ04	116.9	209.1	0.56	2.3	120.7	0.02	0.56	2.23
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ04	134.9	209.1	0.65	-1.8	120.7	0.01	0.65	1.76
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	66.4	209.1	0.32	-5.9	110.7	0.05	0.32	4.55
											0.65			0.05	0.65	1.76
D10.1	TR_D10.1	207 / 2/4	DIAGONÁLA D10	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ04	-128.4	191.7	0.67	0.0	110.7	0.00	0.67	1.70
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-107.7	191.7	0.56	-0.3	110.7	0.00	0.56	2.08
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ04	25.3	191.7	0.13	2.7	120.7	0.02	0.13	4.61
											0.67			0.02	0.67	1.70
D10.2	TR_D10.2	200 / J[200]	DIAGONÁLA D10	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ04	120.7	209.1	0.58	1.7	120.7	0.01	0.58	1.97
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ03	101.8	209.1	0.49	1.3	120.7	0.01	0.49	2.38
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	41.7	209.1	0.20	-5.2	110.7	0.05	0.20	6.40
											0.58			0.05	0.58	1.97
Rekapitulace posouzení NK - Tlačené diagonály - (Mezní stav únosnosti)											0.85			0.05	0.85	1.26
D1	TR_D1	260 / J[105]	DIAGONÁLA D1	BOD K1	-HL	horní pásnice	Mz.min	KZ04	135.7	209.1	0.65	-0.9	120.7	0.01	0.65	2.18
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ04	196.9	209.1	0.94	7.5	120.7	0.06	0.94	1.10
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	160.8	209.1	0.77	9.2	120.7	0.08	0.77	1.52
											0.94			0.08	0.94	1.10
D2	TR_D2	259 / J[2714]	DIAGONÁLA D2	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ03	169.1	209.1	0.81	0.6	120.7	0.00	0.81	1.41
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ03	211.1	209.1	1.01	9.6	120.7	0.08	1.01	0.98
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ03	147.2	209.1	0.70	14.5	120.7	0.12	0.70	1.75
											1.01			0.12	1.01	0.98
D3	TR_D3	252 / J[2711]	DIAGONÁLA D3	BOD K1	-HL	horní pásnice	Mz.min	KZ03	131.5	209.1	0.63	2.2	120.7	0.02	0.63	2.05
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ03	187.0	209.1	0.89	-2.0	120.7	0.02	0.89	1.19
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	123.5	209.1	0.59	-9.3	120.7	0.08	0.59	2.27
											0.89			0.08	0.89	1.19
D4	TR_D4	248 / J[2709]	DIAGONÁLA D4	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ03	134.6	209.1	0.64	1.4	120.7	0.01	0.64	2.01
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ03	180.4	209.1	0.86	-3.3	120.7	0.03	0.86	1.26
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	117.0	209.1	0.56	-8.4	120.7	0.07	0.56	2.52
											0.86			0.07	0.86	1.26
D5	TR_D5	244 / J[2707]	DIAGONÁLA D5	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ03	124.6	209.1	0.60	0.0	120.7	0.00	0.60	2.25
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ04	162.1	209.1	0.78	-1.4	120.7	0.01	0.78	1.46
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	104.2	209.1	0.50	-3.8	120.7	0.03	0.50	2.93
											0.78			0.03	0.78	1.46
D6	TR_D6	240 / J[2705]	DIAGONÁLA D6	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ03	129.3	209.1	0.62	0.1	120.7	0.00	0.62	2.10
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.max	KZ04	164.7	209.1	0.79	-2.1	120.7	0.02	0.79	1.42
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	112.8	209.1	0.54	-4.5	120.7	0.04	0.54	2.55
											0.79			0.04	0.79	1.42
Rekapitulace posouzení NK - Tažené diagonály - (Mezní stav únosnosti)											1.01			0.12	1.01	0.98

Objednatel: SŽDC, s.o.	148.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

# NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPS:	VLÁKNO		POPS VLÁKNA		ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ η <sub>1</sub>	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ η <sub>3</sub>	CELKOVÉ VYUŽITÍ	ZATÍŽITEL. Z <sub>úsp1</sub>
										[MPa]	[MPa]	[eff]	[MPa]	[MPa]	[eff]	[eff]	
V0	TR_V0	442 / J[368]	SVISLICE V0	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.min	KZ03	-144.7	191.7	0.75	-1.1	110.7	0.01	0.75	1.49	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N.min	KZ03	-183.1	191.7	0.96	8.4	110.7	0.08	0.96	1.07	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ04	-92.3	191.7	0.48	10.4	110.7	0.09	0.48	3.34	
											0.96		0.09	0.96	1.07		
V1.1	TR_V1.1	439 / 2/4	SVISLICE V1	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-93.1	191.7	0.49	1.5	110.7	0.01	0.49	2.83	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-108.7	191.7	0.57	0.3	110.7	0.00	0.57	2.23	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ03	-67.0	191.7	0.35	-4.0	110.7	0.04	0.35	4.16	
										0.57		0.04	0.57	2.23			
V1.2	TR_V1.2	438 / I[365]	SVISLICE V1	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ03	41.5	191.7	0.22	-11.4	110.7	0.10	0.22	4.68	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ03	-119.7	191.7	0.62	-11.4	110.7	0.10	0.62	2.13	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ03	-118.8	191.7	0.62	-11.6	110.7	0.10	0.62	2.07	
										0.62		0.10	0.62	2.07			
V2.1	TR_V2.1	433 / 2/4	SVISLICE V2	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-93.7	191.7	0.49	0.2	110.7	0.00	0.49	2.76	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ04	-100.5	191.7	0.52	-0.5	110.7	0.00	0.52	2.36	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-45.6	191.7	0.24	-3.5	110.7	0.03	0.24	>10	
										0.52		0.03	0.52	2.36			
V2.2	TR_V2.2	432 / I[361]	SVISLICE V2	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	62.8	191.7	0.33	-8.6	110.7	0.08	0.33	3.21	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-110.2	191.7	0.57	-8.6	110.7	0.08	0.57	2.55	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-92.0	191.7	0.48	-8.8	110.7	0.08	0.48	3.38	
										0.57		0.08	0.57	2.55			
V3.1	TR_V3.1	428 / 2/4	SVISLICE V3	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-86.0	191.7	0.45	1.1	110.7	0.01	0.45	3.05	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-97.7	191.7	0.51	0.3	110.7	0.00	0.51	2.45	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-30.0	191.7	0.16	-2.7	110.7	0.02	0.16	>10	
										0.51		0.02	0.51	2.45			
V3.2	TR_V3.2	427 / I[358]	SVISLICE V3	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	92.4	191.7	0.48	-9.6	110.7	0.09	0.48	2.27	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-117.9	191.7	0.62	-9.6	110.7	0.09	0.62	2.29	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-106.9	191.7	0.56	-9.7	110.7	0.09	0.56	2.63	
										0.62		0.09	0.62	2.27			
V4.1	TR_V4.1	423 / 2/4	SVISLICE V4	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ03	-96.5	191.7	0.50	1.0	110.7	0.01	0.50	2.48	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-95.6	191.7	0.50	-0.6	110.7	0.01	0.50	2.40	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-25.5	191.7	0.13	-5.8	120.7	0.05	0.13	>10	
										0.50		0.05	0.50	2.40			
V4.2	TR_V4.2	422 / I[355]	SVISLICE V4	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	129.2	191.7	0.67	-13.4	110.7	0.12	0.67	1.60	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-123.5	191.7	0.64	-13.5	110.7	0.12	0.64	2.23	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-113.8	191.7	0.59	-13.6	110.7	0.12	0.59	2.51	
										0.67		0.12	0.67	1.60			
V5.1	TR_V5.1	418 / 2/4	SVISLICE V5	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ04	-85.6	191.7	0.45	1.5	110.7	0.01	0.45	2.74	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-95.2	191.7	0.50	0.2	110.7	0.00	0.50	2.39	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-6.2	191.7	0.03	-3.7	120.7	0.03	0.03	>10	
										0.50		0.03	0.50	2.39			
V5.2	TR_V5.2	417 / I[352]	SVISLICE V5	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	146.2	209.1	0.70	-13.4	120.7	0.11	0.70	1.58	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-112.9	209.1	0.54	-13.4	120.7	0.11	0.54	2.78	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-105.0	209.1	0.50	-13.5	120.7	0.11	0.50	3.06	
										0.70		0.11	0.70	1.58			
V6.1	TR_V6.1	413 / 2/4	SVISLICE V6	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.min	KZ04	-83.8	191.7	0.44	1.5	110.7	0.01	0.44	2.81	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.min	KZ03	-83.0	191.7	0.43	-1.4	110.7	0.01	0.43	2.62	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ04	26.2	191.7	0.14	-5.9	120.7	0.05	0.14	5.46	
										0.44		0.05	0.44	2.62			
V6.2	TR_V6.2	412 / I[349]	SVISLICE V6	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	170.8	209.1	0.82	-15.2	120.7	0.13	0.82	1.32	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-104.4	209.1	0.50	-15.2	120.7	0.13	0.50	3.09	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-97.8	209.1	0.47	-15.3	120.7	0.13	0.47	3.34	
										0.82		0.13	0.82	1.32			
V7.1	TR_V7.1	408 / 2/4	SVISLICE V7	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ04	106.6	209.1	0.51	-2.0	120.7	0.02	0.51	2.40	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ03	68.0	209.1	0.33	0.0	120.7	0.00	0.33	4.12	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ04	14.3	209.1	0.07	-2.6	120.7	0.02	0.07	>10	
										0.51		0.02	0.51	2.40			
V7.2	TR_V7.2	406 / I[346]	SVISLICE V7	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ04	214.8	209.1	1.03	-17.5	120.7	0.14	1.03	0.96	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.min	KZ04	-95.7	209.1	0.46	-17.5	120.7	0.14	0.46	3.36	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ04	-91.1	209.1	0.44	-17.6	120.7	0.15	0.44	3.62	
										1.03		0.15	1.03	0.96			

Objednatel: SŽDC, s.o.	149.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPS VLÁKNA		ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_1$	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_3$	CELKOVÉ VYUŽITÍ	ZATÍŽITEL. $Z_{L301}$
										[MPa]	[MPa]	[eff]	[MPa]	[MPa]	[eff]	[eff]	
V8.1	TR_V8.1	402 / 2/4	SVISLICE V8	BOD K2	-HP	horní pásnice	N <sub>max</sub>	KZ04	111.3	209.1	0.53	-4.8	120.7	0.04	0.53	2.31	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N <sub>max</sub>	KZ03	79.8	209.1	0.38	-1.0	120.7	0.01	0.38	4.03	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	41.3	209.1	0.20	-6.0	120.7	0.05	0.20	7.04	
											0.53			0.05	0.53	2.31	
V8.2	TR_V8.2	401 / [343]	SVISLICE V8	BOD K2	-HP	horní pásnice	My <sub>min</sub>	KZ04	245.7	209.1	1.17	-19.0	120.7	0.16	1.17	0.77	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>min</sub>	KZ04	-94.8	209.1	0.45	-18.9	120.7	0.16	0.45	3.20	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	-94.7	209.1	0.45	-19.0	120.7	0.16	0.45	3.15	
											1.17			0.16	1.17	0.77	
Rekapitulace posouzení NK - Svislice - (Mezní stav únosnosti)												1.17			0.16	1.17	0.77
L1.1 a	TR_L1.1	876 / [575]	PODÉLNÍK L1.E-KRAJ	BOD K2	-HP	horní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	-148.5	209.1	0.71	-14.1	120.7	0.12	0.71	1.53	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	-158.3	209.1	0.76	-32.1	120.7	0.27	0.76	1.38	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	40.8	209.1	0.20	-34.8	120.7	0.29	0.29	3.61	
											0.76			0.29	0.76	1.38	
L1.1 b	TR_L1.1	876 / [575]	PODÉLNÍK L1.E-KRAJ	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz <sub>min</sub>	KZ04	-139.7	209.1	0.67	-18.2	120.7	0.15	0.67	1.61	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	-147.8	209.1	0.71	-65.4	120.7	0.54	0.71	1.50	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	-28.9	209.1	0.14	-70.9	120.7	0.59	0.59	1.74	
											0.71			0.59	0.71	1.50	
L1.2	TR_L1.2	880 / [739]	PODÉLNÍK L1.E-STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	-199.2	209.1	0.95	5.5	120.7	0.05	0.95	1.05	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	180.6	209.1	0.86	5.4	120.7	0.04	0.86	1.17	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	32.1	209.1	0.15	-16.4	120.7	0.14	0.15	5.99	
											0.95			0.14	0.95	1.05	
L2.1 a	TR_L2.1	866 / [568]	PODÉLNÍK L2.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	My <sub>min</sub>	KZ03	201.4	209.1	0.96	-17.6	120.7	0.15	0.96	1.05	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz <sub>min</sub>	KZ03	115.2	209.1	0.55	-19.3	120.7	0.16	0.55	2.07	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	115.4	209.1	0.55	-39.8	120.7	0.33	0.55	1.96	
											0.96			0.33	0.96	1.05	
L2.1 b	TR_L2.1	866 / [568]	PODÉLNÍK L2.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ03	234.9	209.1	1.12	-87.6	120.7	0.73	1.12	0.86	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ03	114.2	209.1	0.55	-91.4	120.7	0.76	0.76	1.34	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	141.9	209.1	0.68	-91.4	120.7	0.76	0.76	1.34	
											1.12			0.76	1.12	0.86	
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E-STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy <sub>min</sub>	KZ03	-193.1	209.1	0.92	-8.9	120.7	0.07	0.92	1.10	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ03	274.5	209.1	1.31	-7.8	120.7	0.06	1.31	0.74	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>max</sub>	KZ03	36.6	209.1	0.18	22.5	110.7	0.20	0.20	5.20	
											1.31			0.20	1.31	0.74	
L3.1 a	TR_L3.1	855 / [558]	PODÉLNÍK L3.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	160.3	209.1	0.77	-36.1	120.7	0.30	0.77	1.36	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy <sub>min</sub>	KZ04	139.2	209.1	0.67	-27.1	120.7	0.22	0.67	1.61	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	67.8	209.1	0.32	-37.1	120.7	0.31	0.32	3.39	
											0.77			0.31	0.77	1.36	
L3.1 b	TR_L3.1	855 / [558]	PODÉLNÍK L3.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	159.5	209.1	0.76	-82.9	120.7	0.69	0.76	1.38	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	30.2	209.1	0.14	-85.2	120.7	0.71	0.71	1.44	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	82.8	209.1	0.40	-85.2	120.7	0.71	0.71	1.44	
											0.76			0.71	0.76	1.38	
L3.2	TR_L3.2	860 / [721]	PODÉLNÍK L3.E-STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	-227.4	209.1	1.09	3.7	120.7	0.03	1.09	0.91	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	228.7	209.1	1.09	3.0	120.7	0.03	1.09	0.90	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ03	94.1	209.1	0.45	-17.8	120.7	0.15	0.45	2.31	
											1.09			0.15	1.09	0.90	
L4.1 a	TR_L4.1	844 / [547]	PODÉLNÍK L4.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy <sub>min</sub>	KZ04	173.6	209.1	0.83	-4.2	120.7	0.03	0.83	1.25	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	N <sub>max</sub>	KZ04	102.7	209.1	0.49	-19.2	120.7	0.16	0.49	2.42	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	72.1	209.1	0.34	-38.6	120.7	0.32	0.34	3.26	
											0.83			0.32	0.83	1.25	
L4.1 b	TR_L4.1	844 / [547]	PODÉLNÍK L4.E-KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	88.6	209.1	0.42	-90.4	120.7	0.75	0.75	1.36	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz <sub>min</sub>	KZ04	25.6	209.1	0.12	-90.4	120.7	0.75	0.75	1.36	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>min</sub>	KZ04	79.8	209.1	0.38	-90.4	120.7	0.75	0.75	1.36	
											0.42			0.75	0.75	1.36	
L4.2	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E-STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy <sub>min</sub>	KZ04	-178.6	209.1	0.85	12.1	120.7	0.10	0.85	1.18	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	221.1	209.1	1.06	14.4	120.7	0.12	1.06	0.94	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz <sub>max</sub>	KZ03	97.9	209.1	0.47	22.9	120.7	0.19	0.47	2.35	
											1.06			0.19	1.06	0.94	
L4.2 t	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E-STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy <sub>min</sub>	KZ04	-255.8	209.1	1.22	10.9	110.7	0.10	1.22	0.81	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My <sub>max</sub>	KZ04	277.3	209.1	1.33	14.7	120.7	0.12	1.33	0.72	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz <sub>max</sub>	KZ03	-114.7	209.1	0.55	23.3	120.7	0.19	0.55	1.72	
											1.33			0.19	1.33	0.72	
Rekapitulace posouzení NK - Podélníky - (Mezní stav únosnosti)												1.33			0.76	1.33	0.72

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

AKCE :		„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem			STUPEŇ : PD

# NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS	ŘÍDÍČÍ	KOMB.	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	CELKOVÉ	ZATÍŽITEL
						VLÁKNA	VELIČINA	ZATÍŽENÍ	NORMÁL.	KLUZU	η <sub>1</sub>	SMYK. Vz	KLUZU	η <sub>3</sub>	VYUŽITÍ	Z <sub>U01</sub>
									[MPa]	[MPa]	[eff]	[MPa]	[MPa]	[eff]	[eff]	
P0.1	TR_P0.1	706 / 3/4	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-247.3	209.1	1.18	-59.1	120.7	0.49	1.18	0.76
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	259.3	209.1	1.24	-59.1	120.7	0.49	1.24	0.69
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	-23.0	209.1	0.11	-130.3	120.7	1.08	1.08	0.92
														1.24		1.08
P0.2	TR_P0.2	708 / [I583]	PŘÍČNÍK P0 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-181.7	209.1	0.87	-4.7	120.7	0.04	0.87	1.17
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My,max	KZ03	195.4	209.1	0.93	17.8	120.7	0.15	0.93	1.08
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-36.2	209.1	0.17	-51.2	120.7	0.42	0.42	2.89
														0.93		0.42
P0.3	TR_P0.3	709 / [I584]	PŘÍČNÍK P0 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	N,min	KZ03	-178.0	209.1	0.85	-17.4	120.7	0.14	0.85	1.19
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	179.0	209.1	0.86	20.1	120.7	0.17	0.86	1.18
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,max	KZ04	77.6	209.1	0.37	76.1	120.7	0.63	0.63	1.82
														0.86		0.63
Rekapitulace posouzení NK - Podporové příčky - (Mezní stav únosnosti)											1.24			1.08	1.24	0.69
P1.1	TR_P1.1	699 / [I575]	PŘÍČNÍK P1 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-223.1	209.1	1.07	-40.3	120.7	0.33	1.07	0.91
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My,min	KZ03	-204.1	209.1	0.98	-1.3	120.7	0.01	0.98	1.03
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-81.3	209.1	0.39	-55.8	120.7	0.46	0.46	2.34
														1.07		0.46
P1.2	TR_P1.2	700 / [I576]	PŘÍČNÍK P1 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-171.2	209.1	0.82	-6.9	120.7	0.06	0.82	1.27
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My,max	KZ03	178.0	209.1	0.85	4.6	120.7	0.04	0.85	1.19
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-44.3	209.1	0.21	-34.8	120.7	0.29	0.29	4.08
														0.85		0.29
P1.3	TR_P1.3	701 / [I577]	PŘÍČNÍK P1 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-201.6	209.1	0.96	-6.9	120.7	0.06	0.96	1.05
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My,max	KZ03	215.2	209.1	1.03	9.4	120.7	0.08	1.03	0.96
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,max	KZ04	-69.4	209.1	0.33	51.1	120.7	0.42	0.42	2.69
														1.03		0.42
P2.1	TR_P2.1	691 / [I568]	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vz,min	KZ03	-267.4	209.1	1.28	-55.3	120.7	0.46	1.28	0.72
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz,min	KZ03	268.7	209.1	1.28	-55.3	120.7	0.46	1.28	0.72
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	101.3	209.1	0.48	-60.0	120.7	0.50	0.50	1.89
														1.28		0.50
P2.2	TR_P2.2	692 / [I569]	PŘÍČNÍK P2 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ04	-173.8	209.1	0.83	-3.1	120.7	0.03	0.83	1.24
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ04	187.1	209.1	0.89	-3.0	120.7	0.02	0.89	1.14
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	51.7	209.1	0.25	-32.7	120.7	0.27	0.27	4.03
														0.89		0.27
P2.3	TR_P2.3	693 / [I570]	PŘÍČNÍK P2 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-161.1	209.1	0.77	1.0	120.7	0.01	0.77	1.32
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	168.2	209.1	0.80	-1.9	120.7	0.02	0.80	1.26
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,max	KZ03	76.8	209.1	0.37	47.6	120.7	0.39	0.39	2.71
														0.80		0.39
P3.1	TR_P3.1	679 / [I557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz,min	KZ03	-259.5	209.1	1.24	-59.5	120.7	0.49	1.24	0.75
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz,min	KZ03	303.2	209.1	1.45	-106.7	120.7	0.88	1.45	0.62
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	149.0	209.1	0.71	-111.9	120.7	0.93	0.93	1.09
														1.45		0.93
P3.2	TR_P3.2	680 / [I558]	PŘÍČNÍK P3 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vz,min	KZ03	-209.3	209.1	1.00	-58.4	120.7	0.48	1.00	1.00
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vz,min	KZ03	229.4	209.1	1.10	-58.4	120.7	0.48	1.10	0.89
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	114.8	209.1	0.55	-63.2	120.7	0.52	0.55	1.72
														1.10		0.52
P3.3	TR_P3.3	682 / [I560]	PŘÍČNÍK P3 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-187.7	209.1	0.90	-2.7	120.7	0.02	0.90	1.14
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	216.4	209.1	1.03	-2.8	120.7	0.02	1.03	0.96
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	64.5	209.1	0.31	-35.4	120.7	0.29	0.31	3.50
														1.03		0.29
P3.4	TR_P3.4	683 / [I561]	PŘÍČNÍK P3 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ04	-193.8	209.1	0.93	-1.2	120.7	0.01	0.93	1.11
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	216.0	209.1	1.03	-1.0	120.7	0.01	1.03	0.96
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,max	KZ04	87.2	209.1	0.42	52.8	120.7	0.44	0.44	2.43
														1.03		0.44
P4.1	TR_P4.1	667 / [I546]	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-306.3	209.1	1.46	-109.6	120.7	0.91	1.46	0.61
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	298.1	209.1	1.43	-109.6	120.7	0.91	1.43	0.64
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-129.2	209.1	0.62	-116.1	120.7	0.96	0.96	1.04
														1.46		0.96
P4.2	TR_P4.2	668 / [I547]	PŘÍČNÍK P4 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-225.5	209.1	1.08	-52.1	120.7	0.43	1.08	0.91
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	227.2	209.1	1.09	-52.1	120.7	0.43	1.09	0.91
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-96.1	209.1	0.46	-65.7	120.7	0.54	0.54	1.95
														1.09		0.54

Objednatel: SŽDC, s.o.	151.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE :		„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem			STUPEŇ : PD

# NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍCÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_1$	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_3$	CELKOVÉ VYUŽITÍ	ZATÍŽITEL. $Z_{M01}$
P4.3	TR_P4.3	670 / [I549]	PŘÍČNÍK P4 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-191.3	209.1	0.91	-1.7	120.7	0.01	0.91	1.11
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ04	202.7	209.1	0.97	-1.6	120.7	0.01	0.97	1.04
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,min	KZ04	-53.9	209.1	0.26	-35.9	120.7	0.30	0.30	3.61
										0.97			0.30	0.97	1.04	
P4.4	TR_P4.4	671 / [I550]	PŘÍČNÍK P4 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-169.7	209.1	0.81	0.4	120.7	0.00	0.81	1.26
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	177.0	209.1	0.85	-1.3	120.7	0.01	0.85	1.20
				BOD S5	-HL	stěna	Vz,max	KZ04	-77.1	209.1	0.37	53.5	120.7	0.44	0.44	2.37
										0.85			0.44	0.85	1.20	
P5.1	TR_P5.1	655 / [I535]	PŘÍČNÍK P5 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-280.8	209.1	1.34	-107.7	120.7	0.89	1.34	0.70
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	304.5	209.1	1.46	-107.7	120.7	0.89	1.46	0.64
				BOD S6	-HP	stěna	My,max	KZ04	173.1	209.1	0.83	-112.4	120.7	0.93	0.93	1.08
										1.46			0.93	1.46	0.64	
P5.2	TR_P5.2	656 / [I536]	PŘÍČNÍK P5 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-209.7	209.1	1.00	-51.2	120.7	0.42	1.00	1.00
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	229.8	209.1	1.10	-51.2	120.7	0.42	1.10	0.90
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	121.5	209.1	0.58	-65.1	120.7	0.54	0.58	1.60
										1.10			0.54	1.10	0.90	
P5.3	TR_P5.3	658 / [I538]	PŘÍČNÍK P5 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-188.8	209.1	0.90	-1.5	120.7	0.01	0.90	1.13
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ03	217.1	209.1	1.04	-1.5	120.7	0.01	1.04	0.96
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,min	KZ04	67.0	209.1	0.32	-36.6	120.7	0.30	0.32	3.36
										1.04			0.30	1.04	0.96	
P5.4	TR_P5.4	659 / [I539]	PŘÍČNÍK P5 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My,max	KZ03	-184.8	209.1	0.88	-0.4	120.7	0.00	0.88	1.16
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My,max	KZ04	209.0	209.1	1.00	-0.4	120.7	0.00	1.00	1.00
				BOD S6	-HP	stěna	Vz,max	KZ04	91.4	209.1	0.44	54.5	120.7	0.45	0.45	2.33
										1.00			0.45	1.00	1.00	
Rekapitulace posouzení NK - Běžné příčky - (Mezní stav únosnosti)											1.46			0.96	1.46	0.61

Objednatel: SŽDC, s.o.	152.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 5.5.1 Dílčí závěr - mezní stav únosnosti

Z hlediska mezního stavu únosnosti jsou limitujícím prvkem běžné příčníky P1 až P8. Jedná se zejména o vliv spolupůsobení mostovky s hlavním nosným systémem, kde u těchto prvků vzniká sekundární namáhání příčným vodorovným ohybem  $M_z$  (ve směru měkké osy průřezu).

Z hlavního nosného systému jsou rozhodující svislíce V, které mají subtilní členěný průřez. U těchto prvků je sekundární namáhání dáno ze ztužující funkce příčného řezu mostu tzn. ohybový moment v rovině příčného řezu).

Sekundární účinky namáhání průřezu se nemalou měrou podílí na jeho namáhání. Při návrhu ocelové konstrukce v době jejího vzniku však nebyly s ohledem na možnosti výpočtu tyto sekundární účinky uváženy.

### Rekapitulace - mezní stav únosnosti NK1 až NK3

Prvek	Mezní stav / využití v %	Zatížitelnost
	únosnost	$Z_{LM71}$
<b>HLAVNÍ NOSNÍK</b>		
Horní pás - O	78%	1.44
Dolní pás - U	109%	0.87
Diagonály - tlačené - D	85%	1.26
Diagonály - tažené - D	101%	0.98
Svislíce - V	117%	0.77
<b>CELKEM - HLAVNÍ NOSNÍK</b>	<b>117%</b>	<b>0.77</b>
<b>MOSTOVKA</b>		
Podélník L1 až L8	133%	0.72
Příčníky - podporové P0	124%	0.69
Příčníky - běžné P1 až P8	146%	0.61
<b>CELKEM - MOSTOVKA</b>	<b>146%</b>	<b>0.61</b>
<b>CELKEM - Most v km 3.706 Pod Vyšehradem</b>	<b>146%</b>	<b>0.61</b>

Objednatel: SŽDC, s.o.	153.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 5.6 MEZNÍ STAV ÚNAVY

### 5.6.1 Metodika posouzení mezního stavu únavy

Zásadním posudkem pro stanovení zbytkové únavové životnosti mostní konstrukce, která je v intenzivním provozu více jak 117 let, je posouzení mezního stavu únavy. Pro přesné posouzení tohoto mezního stavu únavy není vhodné použít zjednodušujících postupů dle současných norem ČSN EN resp. Metodického pokynu, které se běžně používají pro návrh mostních konstrukcí (metoda ekvivalentního rozkmitu).

Pro posouzení mezního stavu únavy bylo tedy použito metody "kumulace únavového poškození" tzv. **Palmgren-Minerovou** hypotézou. Uvedená metoda kumulace únavového poškození patří mezi nejpresnější a nejvíce rozšířené metody (doporučení viz Metodický pokyn). Teorie Palmgren-Minerovy hypotézy je založena na sčítání příspěvků od jednotlivých zátěžových amplitud (rozkmitů napětí).

Ze seříděného souboru dat (spekter) vyčteme jejich četnosti a odpovídající počet cyklů, které by při zatěžování konstantním cyklem dané amplitudy (rozkmitu) způsobily lom. Pro stanovení tohoto počtu cyklů do porušení je použita Wöhlerova křivka v log souřadnicích tzv. bilineární s prahovou hodnotou.

Jedná se tedy o **lineární hypotézu** kumulace poškození. V případě této metody jsou vstupní data o napětích ve formě spekter napětí.

Pro období, kdy je známa skladba dopravy tzn. od 2000 do 2055 byly pro účely posouzení vyhodnocena relativní spektra napětí od dopravního zatížení viz kap 2.5. Spektra byla vyhodnocena z výsledků dynamického analýzy přejezdů schémat skupin charakteristických vlaků. Výhledové zatížení bylo uvažováno dle předpokladů dopravní technologie.

Relativní spektra napětí od charakteristických skupin vlaků byla vztažena k účinkům traťové třídy zatížení C3. Dále byla spektra vyhodnocena samostatně pro zatížení v koleji č.1, zatížení v koleji č.2 a při současném zatížení obou kolejí. Procento setkání vlaků na mostě bylo odvozeno z vyhodnocení dlouhodobého monitoringu skutečné dopravy na mostě prováděné v rámci statické a dynamické zatěžovací zkoušky.

setkání vlaků na mostě

Pro období 2000 až 2017 : 1% až 3%

Pro období 2018 až 2022 : 3% až 5%

Pro období 2025 až 2055 : 5% až 10%

Pro posouzení mezního stavu únavy byly použity dolní meze výše uvedených intervalů

*Poznámka: dle ČSN EN 1991-2 je uvažováno standardní procento setkání vlaků na mostě 12%*

Pro období 1901 až 1999, kdy byly dohledány pouze hodnoty intenzity dopravního zatížení, bylo pro posouzení mezního stavu únavy použito relativních spekter napětí odvozených prof. Frýbou [2.7], která byla začleněna do normy ČSN 73 6203:1986. Relativní spektra stanovená prof. Frýbou jsou vztažena k zatěžovacímu vlaku ČD-Z dle ČSN 736203:1986 (schéma LM71 s klas. souč.  $\alpha = 1,1$ ) v jedné koleji.

**Pro použití na dvukolejném mostě byl použit tento postup:**

Pro účinky v koleji č. 1 a v koleji č. 2 byl použit počet cyklů redukováný o část cyklů, které byly uvažovány jako společná setkání v koleji č.1 a v koleji č.2. Pro daný případ byl použit shodný počet cyklů stanovený pro průměrnou intenzitu dopravní zátěže na trati v jedné koleji.

Pro toto období 1901 až 1999, kdy je použit normový podklad je uvažováno procento setkání na mostě odpovídající doporučené hodnotě  $p = 10\%$ .

počet cyklů v koleji č.1  $N_{1,red} = N_1 \cdot (1 - p)$

počet cyklů v koleji č.2  $N_{2,red} = N_2 \cdot (1 - p)$

počet cyklů v koleji č. 1 a č.2  $N_{1+2} = p \cdot (N_1 + N_2) / 2$

Objednatel: SŽDC, s.o.	154.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

kde,  $N_1$  - základní počet cyklů v koleji č.1  $N_1 = N$   
 $N_2$  - základní počet cyklů v koleji č.2  $N_2 = N$   
 $p$  - procento setkání na mostě  $p = 0,1$

Počet cyklů  $N$  odpovídající dílčímu intervalu relativního spektra rozkmitů napětí  $\Delta\sigma_{fat,i}$  se vypočte ze vztahu:

$$N_i = n \cdot (a \cdot T^b \cdot L^c \cdot \Delta\sigma_{fat,i}^d \cdot e^{k \cdot s})$$

kde  $i \in \langle 1; 10 \rangle$

Regresní koeficienty	$a =$	17.742	
	$b =$	0.860	
	$c =$	-0.354	
	$d =$	-4.464	
	$k =$	1.65	
	$s =$	1.323	
Délka časového intervalu	$n =$	počet roků viz intenzita	m.hr.t/rok
Zatížení tratí v jedné koleji	$T =$	dopravního zatížení	
Délka prvku	$L =$	dle prvku <sup>1)</sup>	m
Relativní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{fat,i} =$	0.1 až 1.0 <sup>2)</sup>	MPa

1) délka prvku  $L$  je volena ve vztahu k tvaru příčinkové čáry a délky úsek s kladnými příčinkami

2) základní hodnoty relativních rozkmitů dle prof. Frýby pro vlak ČD - Z tzn. v intervalu  $\langle 0.1; 1.0 \rangle$

Údaje o intenzitách dopravního zatížení viz kap. 2.5 byly průměrovány v časových úsecích, které byly voleny dle změn normativů v oblasti požadavků na zatížení železničních mostů.

Přehled vývoje normativů od roku 1870 po současnost (milníky ve vývoji dopravního zatížení)

P. č.	Normativ	Platnost	
		od	do
1	Zákoník říšský 1870, nařízení min. obchodu č. 114	1870	1878
2	Zákoník říšský 1878, nařízení min. obchodu č. 109	1878	1904
3	Nařízení min. železnic č.97 z r. 1904	1904	1921
4	Výnos min. železnic č. 1915-IV/4a z r. 1921	1921	1927
5	Výnos min. železnic č. 15614 z r. 1927	1927	1937
6	ČSN 1230/1937	1937	1941
7	BE 1934 a Směrnice pro navrhování mostů 1950	1941	1952
8	ČSN 73 6202/1953 a ČSN 73 6203/1968	1953	1986
9	ČSN 73 6203/1986	1986	2010
10	ČSN EN 1991-2 a Metodický pokyn 2015	2010	dnes

Rekapitulace průměrů dopravního zatížení na mostě v období od roku 1901 do roku 2000 (průměry za období platnost normativu)

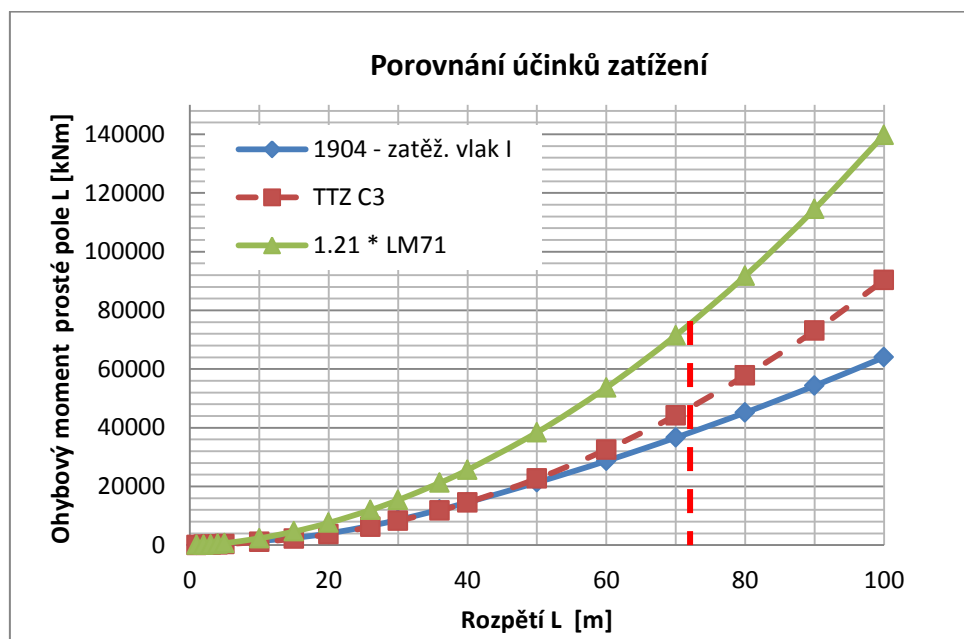
Objednatel: SŽDC, s.o.	155.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Rok	Průměr dopravního zatížení [mil. hr.t/rok]		Poznámka
	Výtoňský most	kolej č.1	
1921	5.365	<b>1.533</b>	od 1901 do 1921
1927	2.276	<b>1.781</b>	
1937	4.130	<b>1.633</b>	
1941	7.347	<b>3.188</b>	
1953	14.600	<b>4.754</b>	
1969	15.328	<b>9.757</b>	
1987	19.289	<b>9.333</b>	
1997	18.765	<b>9.489</b>	od 1987 do 1997
1999	18.376	<b>9.188</b>	od 1987 do 1999
2000	18.182	<b>9.637</b>	

Ve výše uvedené tabulce jsou vložena mezi období pro zohlednění vlivu fází výstavby (úprav) mostní konstrukce na kumulaci únavového poškození. Jedná se rozdílnou velikost rozkmitů napětí v čase od únavového zatížení TTZ C3.

Dle údajů z tabulek traťových poměrů a předpisu ČD S66 nebyla posuzovaná trať v minulosti zařazena do vyšší traťové třídy zatížení jak TTZ C3. Pro únavové zatížení byla tedy provedena transformace relativních spekter rozkmitů zatížení ze zatěžovacího schéma 1,1. LM71 na TTZ C3. Porovnání účinků zatížení je zobrazeno na grafu, kde je zřejmé, že pro rozpětí hlavního nosníku 72 m je účinek zatěžovacího schéma 1,1. LM71 o cca 50% vyšší než účinek TTZ C3 a o 75% vyšší než účinek od návrhového zatížení roku 1904.



graf závislosti velikosti účinků zatížení dle současných a historických normativů na rozpětí prvku

Objednatel: SŽDC, s.o.	156.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### Postup provedení transformace na převod mezi ČSN 73 6203 a traťovou třídou zatížení C3

Poměr k zatížení  $\phi_{2.1.1. LM71}$  k  $\phi_{T.2. C3}$ :  $p_{C3} = \sigma_{LM71} / \sigma_{C3}$

kde,  
 $p_{C3}$  - převodní součinitel převodu relativních rozkmitů na traťovou třídou zatížení C3  
 $\sigma_{LM71}$  - normálové napětí od zatížení 1,1 . LM 71 vč. dynamických účinků  
 $\sigma_{C3}$  - normálové napětí od zatížení TTZ C3 vč. dynamických účinků

Relativní spektra rozkmitů napětí:  $\Delta\sigma_{LM71}$  v intervalu

<0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 a 1,0>

byla přenásobena převodním součinitelem  $p_{C3}$  na intervaly relativních spekter TTZ C3:  $\Delta\sigma_{C3}$  v intervalu

<  $p_{C3} \cdot 0,1$ ;  $p_{C3} \cdot 0,2$ ;  $p_{C3} \cdot 0,3$ ;  $p_{C3} \cdot 0,4$ ;  $p_{C3} \cdot 0,5$ ;  $p_{C3} \cdot 0,6$ ;  $p_{C3} \cdot 0,7$ ;  $p_{C3} \cdot 0,8$ ;  $p_{C3} \cdot 0,9$  a  $p_{C3} \cdot 1,0$  >

Vzhledem ke skutečnosti, že se na mostě v historii nevyskytovalo zatížení vyšší úrovně účinků než od TTZ C3 lze jako relevantní únavové zatížení kumulovat pouze do úrovně relativního rozkmitu TTZ C3 tzn, že:

$$\Delta\sigma_{C3,max} \leq 1,0$$

V rámci provádění vyhodnocení spekter rozkmitů napětí bylo zjištěno, že od charakteristických skupin vlaků není pro globální statický systém (hlavní nosník) dosahováno úrovně namáhání odpovídající účinkům traťové třídy TTZ C3, ale o něco nižší přibližně úrovně odpovídající traťové třídě C2.

Pro lokální statický systém (mostovku) je dosahováno, a v historii také bylo, úrovně namáhání odpovídající účinkům traťové třídy TTZ C3, což je dáno velikosti nápravové síly 200 kN v charakteristické hodnotě

Z rozboru zatížení za období 03/2018 projelo oběma směry v daném usek celkem 9831 vlaků zatříděných do následujících traťových tříd zatížení:

TTZ A: vlaků zatříděných do TTZ A projelo 1258, což je **12,8 %** z celkového počtu.

TTZ B1: vlaků zatříděných do TTZ B1 projelo 462, což je **4,7 %** z celkového počtu.

**TTZ C2:** vlaků zatříděných do TTZ C2 projelo 7988, což je **81,25 %** z celkového počtu.

TTZ C3: vlaků zatříděných do TTZ C3 projelo 123, což je **1,25 %** z celkového počtu.

Pro zohlednění této skutečnosti na velikost maximálního relativního rozkmitu byl odvozen korekční součinitel skutečného zatížení  $k_{C3}$ .

Korekce skutečného zatížení k C3: pro globální systém  $k_{C3} = 0.8$

pro lokální systém  $k_{C3} = 1.0$

Součinitel udává maximální velikost relativního rozkmitu od zatížení TTZ C3, tzn. že

$$\Delta\sigma_{C3,max} \leq k_{C3}$$

Intenzita dopravního zatížení je stanovena kumulací hmotností jednotlivých průjezdů skutečných vlaků ve sledovaném úseku za časové období. Lze se domnívat, že s ohledem na omezenou přechodnost mostního objektu pouze na TTZ C3 byl podíl vlaků vyhodnocený v rámci stanovování spekter skutečné dopravy viz prof. Frýba [2.7] nad touto úrovní zatížení upraven tak, aby byl v daném úseku byl přechodný tzn., aby nepřekračoval zatížení nad úroveň limitu přechodnosti TTZ C3.

Objednatel: SŽDC, s.o.	157.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Na základě výše uvedené hypotézy byl odvozen vztah pro přepočít počtu cyklů, které jsou nad hranicí relativního rozkmitu  $\Delta\sigma_{C3,max}$ .

Základem přepočtu je zachování celkového počtu cyklů  $\Sigma N_i$ , který odpovídá intenzitě dopravního zatížení T, která byla použita pro jejich výpočet (viz vzorec pro výpočet  $N_i$ ).

Suma počtu cyklů, které odpovídají vyšší úrovni zatížení než TTZ C3 byla přerozdělena na dvě nejvyšší (poslední) úrovně relativních spekter rozkmitů pro zatížení TTZ C3. Přerozdělení bylo provedeno tak, aby byl zachován shodný poměr mezi počty cyklů těchto dvou nejvyšších úrovní relativních spekter rozkmitů.

Počty cyklů jsou tedy přepočteny podle následujících vztahů:

$$N_{C3,max-1} = N_{C3,max-1,zakl} \cdot (\Sigma N_{LM71} + \Sigma N_{C3}) / N_{C3}$$

$$N_{C3,max} = N_{C3,max,zakl} \cdot (\Sigma N_{LM71} + \Sigma N_{C3}) / N_{C3}$$

kde,  $N_{C3,max-1,zakl}$  - počet cyklů druhé nejvyšší úrovně relativních spekter rozkmitů pro TTZ C3 bez přerozdělení

$N_{C3,max,zakl}$  - počet cyklů nejvyšší úrovně relativních spekter rozkmitů pro TTZ C3 bez přerozdělení

$\Sigma N_{C3}$  - součet počtu cyklů  $\Sigma N_i$  dvou nejvyšších úrovní relativních spekter rozkmitů pro TTZ C3

$\Sigma N_{LM71}$  - součet počtu cyklů  $\Sigma N_i$  vyšších než úrovně relativních spekter rozkmitů pro TTZ C3

#### Příklad stanovení relativních spekter rozkmitů napětí pro TTZ C3 (období od 1901 do 2000)

Poměr k zatížení $\phi_{2.1,1.LM71}$ k C3:	$\rho_{C3} =$ 1.75	převod mezi ČSN 73 6203 a TTZ C3
Korekce skutečného zatížení k C3:	$k_{C3} =$ 1.00	odvozeno z analýzy spekter napětí
Dynamický součinitel:	$\Phi_2 =$ 1.18	MP 2015 pro pečlivě udržovanou kolej
Náhradní délka prutu:	$L_{d,fat} =$ 8.8 m	
Spolehlivost materiálu:	$\gamma_{Mf} =$ 1.15	MP 2015 pro vážný důsledek porušení

#### Dopravní zatížení do roku 2000

Relativní poměr rozkmitu	období	Počet cyklů zatížení v tis. v jedné koleji dle období [prof. Frýba]							Celkem do 2000	Přepočít rozkmitů k reálnému zatížení
		do 1921	1927	1937	1941	1953	1969	2000		
	zatížení	1.533	1.781	1.633	3.188	4.754	9.757	9.637		
	počet roků	20	6	10	4	12	16	31	99	
0.10	0.17	57228	19068	29908	19108	75827	167240	321233	689612	689612
0.20	0.35	2593	864	1355	866	3436	7578	14555	31247	31247
0.30	0.52	424	141	222	142	562	1240	2382	5114	5114
0.40	0.70	1.533	1.781	1.633	3.188	4.754	9.757	0	23	23
0.50	0.87	43	14	23	14	57	127	244	523	691
0.60	1.05	19	6	10	6	25	56	108	232	306
0.70	1.22	10	3	5	3	13	28	54	116	
0.80	1.40	5	2	3	2	7	16	30	64	
0.90	1.57	3	1	2	1	4	9	18	38	
1.00	1.75	2	1	1	1	3	6	11	24	
kontrola součtu cyklů									$\Sigma$ 726992	726992

Objednatel: SŽDC, s.o.	158.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Pro posouzení mezního stavu únavy byly použity součinitele spolehlivosti materiálu  $\gamma_{Mf}$  dle Metodického pokynu 2015.

$\gamma_{Mf} = 1,00$  MP 2015 pro mírný důsledek porušení (podélníky)  
 $\gamma_{Mf} = 1,15$  MP 2015 pro vážný důsledek porušení (příčnky a hlavní nosný systém)

Základní hodnoty únavové pevnosti  $\Delta\sigma_c$  byly uvažovány pro nýťované konstrukce dle Metodického pokynu tab A.6, který je odvozen ze směrnice UIC 778-2.

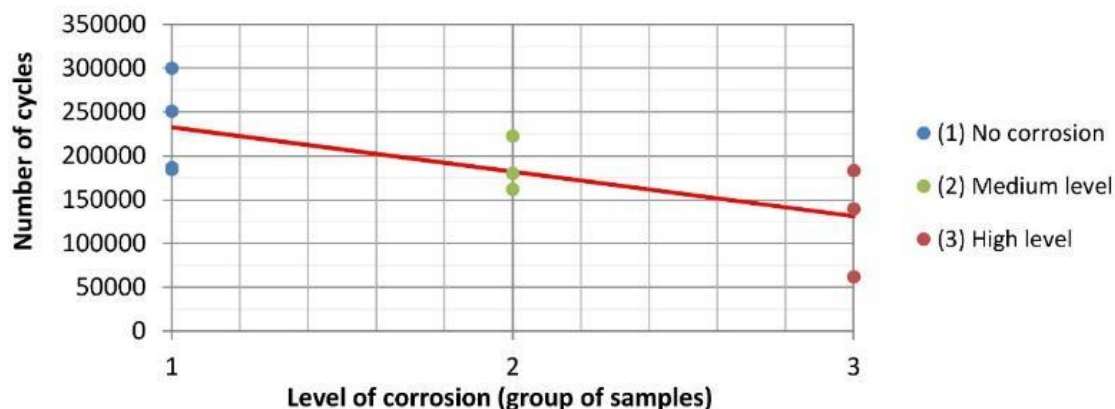
Redukce únavového detailu vlivem koroze byla uvážena součinitelem koroze  $c_R$ , který byl odvozen v rámci experimentálního zkoušení v projektu COST CZ, projekt LD 15127 [2.3].

$$c_R = 1 - 0.4874 \cdot d_A$$

kde,  $d_A$  - je procento oslabení průřezu vlivem koroze (vliv oslabení na velikost rozkmitu zatížení)

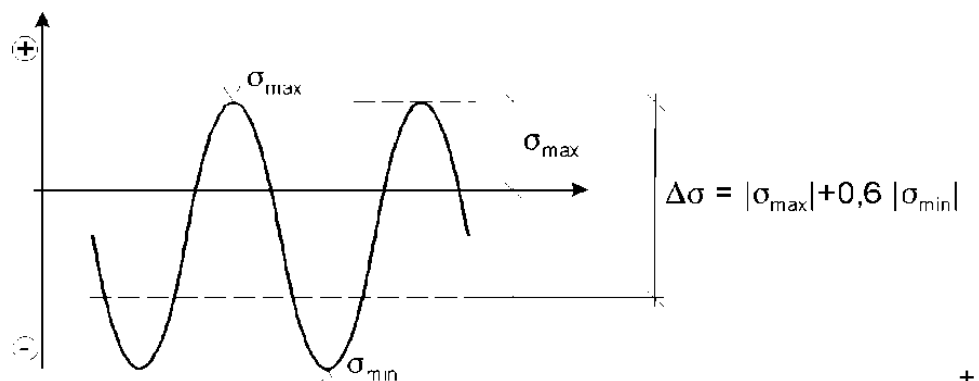
$$\Delta\sigma_{c,red} = \Delta\sigma_c \cdot c_R$$

Z výsledků laboratorních zkoušek rozdílně korozně oslabených vzorků byl v rámci projektu [2.3] sestaven graf závislosti počtu cyklů do porušení vzorku, ze kterého byl odvozen součinitel redukce únavového detailu  $c_R$ .



*Závislost počtu cyklů do porušení vzorku na úrovni koroze*

Velikost rozkmitu byla stanovena s ohledem na způsob namáhání tzn. s redukcí pro + tah / - tlak



*Úprava rozkmitu napětí pro nesvařované nebo relaxačně žíhané svařované detaily*

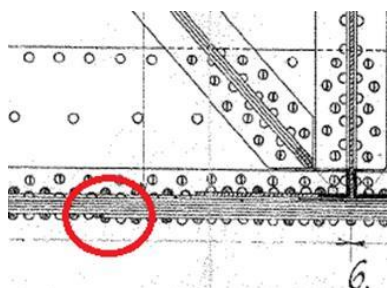
Objednatel: SŽDC, s.o.	159.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

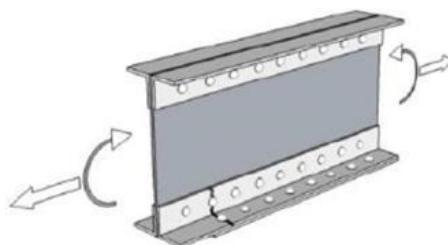
### 5.6.2 Únavové kategorie detailu

Posuzovaný detail se nachází na dolním pásu v místě připojení lamely nebo příločky dolní pásnice případně na příčniku v místě ukončení lamely dolní pásnice.

Kategorie detailu tohoto místa byla uvažována  $\Delta\sigma_c=71$  MPa.



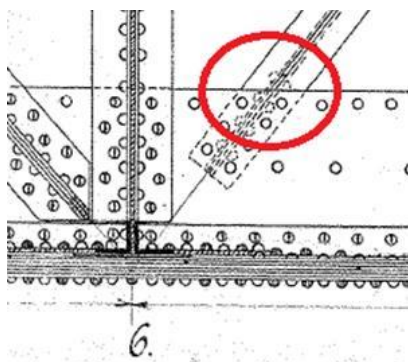
Posuzovaný detail na dolním pásu hlavního nosníku



Posuzovaný detail dle MP 2015

Tento detail byl posuzován na diagonále a svislici v místě připojení k dolnímu pásu hlavního nosníku nebo styčnicku. Toto místo je náchylné na únavové poškození a jeho kategorie detailu je  $\Delta\sigma_c=71$  MPa.

Místa připojení jsou také velmi korozně oslabena štěrbinovou korozí.

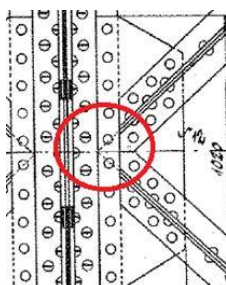


Posuzovaný detail na diagonále hlavního nosníku

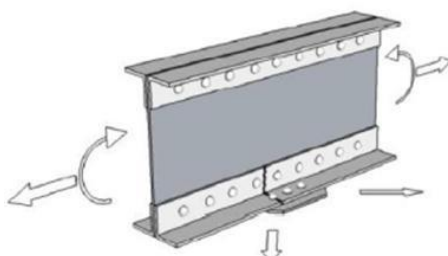


Posuzovaný detail dle UIC 778-2

Detail byl posuzován ve styčnicku v polovině rozpětí příčniku na spodní pásnici v místě připojení na styčnickový plech, který spojuje příčník s dolním vodorovným ztužením. Kategorie tohoto detailu pro případy uvažování prostorového působení je  $\Delta\sigma_c=85$  MPa.



Posuzovaný detail na dolním pásu příčniku

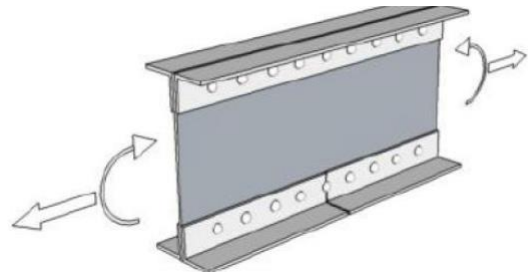
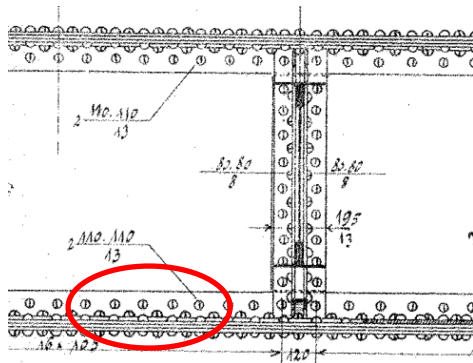


Posuzovaný detail dle MP 2015

Objednatel: SŽDC, s.o.	160.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočít nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

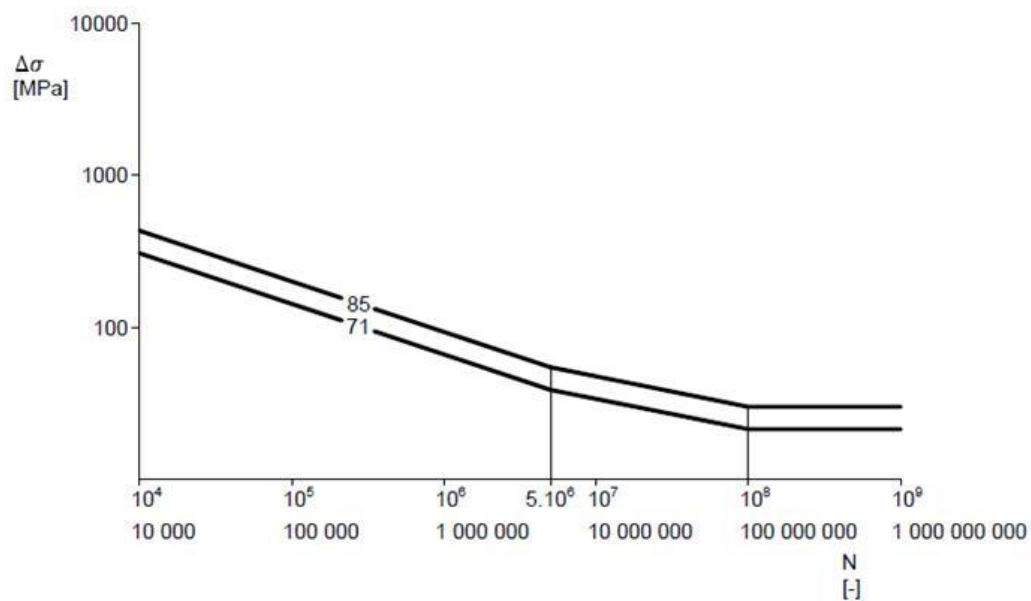
Detail pro souvislé připojení pásnic ke krčným úhelníkům je zařazen do kategorie detailu je  $\Delta\sigma_c=85$  MPa dle MP 2015.



Posuzovaný detail na připojení pásnice ke stěně

Posuzovaný detail dle MP 2015

Odpovídající únavová křivka byla použita bilineární s prahovou hodnotou (trilineární):



Wöhlerova křivka - bilineární s prahovou hodnotou pro kat. detailu 71 a 85

Objednatel: SŽDC, s.o.	161.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 5.6.3 Rozkmity napětí v kritických průřezech

V kritických průřezích byl vyhodnocen rozkmit napětí od únavového zatížení, které je uvažováno traťovou třídou zatížení C3 při rychlosti 60 km.h<sup>-1</sup>. Detailní posouzení jsou prováděna u zvýrazněných kritických průřezů, kde je dosaženo největších rozkmitů. Rozkmit napětí je stanoven dle zásad Metodického pokynu 2015, který vychází z ČSN EN 1993-1-9 tzn. s redukcí části rozkmitu v tlaku.

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	ROZKMINTY NAPĚTÍ OD ZATÍŽENÍ TTZ C3/60				
				EXTRÉM NAPĚTÍ σ <sub>p</sub>		ROZKMIT DLE EC3-1-9		Δσ <sub>p</sub>
				KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	CELKEM
HLAVNÍ NOSNÍK - HORNÍ PÁS								
O1	TR_O1	34 / 3/4	HORNÍ PÁS O1	-20.0	-41.8	-12.0	-25.1	-37.1
				0.9	1.6	0.9	1.6	2.5
				Σ		12.8	26.7	39.6
O2	TR_O2	32 / 3/4	HORNÍ PÁS O2	-15.7	-36.1	-9.4	-21.7	-31.1
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		9.4	21.7	31.1
O3	TR_O3	30 / 3/4	HORNÍ PÁS O3	-18.2	-40.0	-10.9	-24.0	-34.9
				0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
				Σ		10.9	24.1	35.0
O4	TR_O4	26 / 1/4	HORNÍ PÁS O4	-18.6	-39.5	-11.2	-23.7	-34.9
				0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
				Σ		11.2	23.8	35.0
O5	TR_O5	24 / 1/4	HORNÍ PÁS O5	-18.3	-42.4	-11.0	-25.5	-36.5
				0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
				Σ		11.0	25.5	36.6
O8	TR_O8	18 / 1/4	HORNÍ PÁS O8	-19.0	-38.8	-11.4	-23.3	-34.7
				0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
				Σ		11.4	23.4	34.8
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - HLAVNÍ NOSNÍK - HORNÍ PÁS								39.6
HLAVNÍ NOSNÍK - DOLNÍ PÁS								
U1	TR_U1	118 / 3/4	DOLNÍ PÁS U1	-0.1	-18.1	-0.1	-10.9	-11.0
				6.2	0.1	6.2	0.1	6.3
				Σ		6.3	11.0	17.2
U3	TR_U3	112 / J[115]	DOLNÍ PÁS U3	0.0	-0.4	0.0	-0.3	-0.3
				27.2	41.5	27.2	41.5	68.6
				Σ		27.2	41.7	68.9
U4	TR_U4	109 / 1/4	DOLNÍ PÁS U4	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1
				17.2	42.6	17.2	42.6	59.8
				Σ		17.2	42.7	59.9
U5	TR_U5	107 / 3/4	DOLNÍ PÁS U5	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1
				18.8	37.7	18.8	37.7	56.5
				Σ		18.9	37.8	56.6
U6	TR_U6	104 / 3/4	DOLNÍ PÁS U6	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1
				16.0	41.7	16.0	41.7	57.7
				Σ		16.0	41.7	57.8
U8	TR_U8	96 / 3/4	DOLNÍ PÁS U8	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
				18.6	42.8	18.6	42.8	61.4
				Σ		18.6	42.8	61.4
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - HLAVNÍ NOSNÍK - DOLNÍ PÁS								68.9

Objednatel: SŽDC, s.o.	162.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	ROZKMINTY NAPĚTÍ OD ZATÍŽENÍ TTZ C3/60				
				EXTRÉM NAPĚTÍ $\sigma_p$		ROZKMIT DLE EC3-1-9		$\Delta \sigma_p$
				KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	CELKEM
HLAVNÍ NOSNÍK - SVISLICE								
V0	TR_V0	442 / J[368]	SVISLICE V0	-20.0	-41.4	-12.0	-24.9	-36.9
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		12.0	24.9	36.9
V1.1	TR_V1.1	439 / 2/4	SVISLICE V1	-17.7	-29.0	-10.6	-17.4	-28.0
				-12.5	-7.1	-7.5	-4.3	-11.8
				Σ		18.1	21.6	39.8
V1.2	TR_V1.2	438 / I[365]	SVISLICE V1	-19.5	-41.1	-11.7	-24.7	-36.4
				0.0	1.4	0.0	1.4	1.4
				Σ		11.7	26.1	37.8
V2.1	TR_V2.1	433 / 2/4	SVISLICE V2	-16.2	-27.6	-9.7	-16.6	-26.3
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		9.7	16.6	26.3
V2.2	TR_V2.2	432 / I[361]	SVISLICE V2	-24.9	-37.1	-15.0	-22.2	-37.2
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		15.0	22.2	37.2
V3.1	TR_V3.1	428 / 2/4	SVISLICE V3	-15.7	-26.8	-9.4	-16.1	-25.5
				0.0	4.5	0.0	4.5	4.5
				Σ		9.4	20.6	30.0
V3.2	TR_V3.2	427 / I[358]	SVISLICE V3	-27.4	-30.0	-16.5	-18.0	-34.5
				0.0	3.8	0.0	3.8	3.8
				Σ		16.5	21.8	38.3
V4.1	TR_V4.1	423 / 2/4	SVISLICE V4	-9.2	-33.3	-5.5	-20.0	-25.5
				12.2	19.5	12.2	19.5	31.8
				Σ		17.7	39.5	57.3
V4.2	TR_V4.2	422 / I[355]	SVISLICE V4	0.0	-36.4	0.0	-21.8	-21.8
				25.2	29.5	25.2	29.5	54.7
				Σ		25.2	51.3	76.5
V5.1	TR_V5.1	418 / 2/4	SVISLICE V5	-16.2	-28.8	-9.7	-17.3	-27.0
				3.1	18.4	3.1	18.4	21.5
				Σ		12.8	35.7	48.5
V5.2	TR_V5.2	417 / I[352]	SVISLICE V5	0.0	-37.6	0.0	-22.5	-22.5
				32.0	29.2	32.0	29.2	61.2
				Σ		32.0	51.8	83.7
V6.1	TR_V6.1	413 / 2/4	SVISLICE V6	-8.5	-29.1	-5.1	-17.4	-22.5
				15.0	27.6	15.0	27.6	42.6
				Σ		20.0	45.1	65.1
V6.2	TR_V6.2	412 / I[349]	SVISLICE V6	0.0	-37.2	0.0	-22.3	-22.3
				36.1	30.2	36.1	30.2	66.2
				Σ		36.1	52.5	88.5
V7.1	TR_V7.1	408 / 2/4	SVISLICE V7	-1.6	-13.6	-1.0	-8.2	-9.1
				17.3	28.4	17.3	28.4	45.7
				Σ		18.3	36.6	54.9
V7.2	TR_V7.2	406 / I[346]	SVISLICE V7	0.0	-28.2	0.0	-16.9	-16.9
				45.3	35.8	45.3	35.8	81.1
				Σ		45.3	52.7	98.0
V8.1	TR_V8.1	402 / 2/4	SVISLICE V8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				18.3	27.5	18.3	27.5	45.8
				Σ		18.3	27.5	45.8
V8.2	TR_V8.2	401 / I[343]	SVISLICE V8	0.0	-31.8	0.0	-19.1	-19.1
				47.5	37.4	47.5	37.4	84.9
				Σ		47.5	56.4	103.9
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - HLAVNÍ NOSNÍK - SVISLICE								103.9

Objednatel: SŽDC, s.o.	163.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	ROZKMINTY NAPĚTÍ OD ZATÍŽENÍ TTZ C3/60				
				EXTRÉM NAPĚTÍ σ <sub>p</sub>		ROZKMIT DLE EC3-1-9		Δσ <sub>p</sub>
				KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	CELKEM
HLAVNÍ NOSNÍK - DIAGONÁLY								
D1	TR_D1	260 / I[105]	DIAGONÁLA D1	-0.7	-3.4	-0.4	-2.0	-2.4
				23.8	53.7	23.8	53.7	77.6
				Σ		24.2	55.8	80.0
D2	TR_D2	259 / I[2714]	DIAGONÁLA D2	0.0	-1.9	0.0	-1.1	-1.1
				26.7	61.8	26.7	61.8	88.6
				Σ		26.7	63.0	89.7
D3	TR_D3	252 / J[2711]	DIAGONÁLA D3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				26.1	49.2	26.1	49.2	75.2
				Σ		26.1	49.2	75.3
D4	TR_D4	248 / J[2709]	DIAGONÁLA D4	0.0	-4.8	0.0	-2.9	-2.9
				29.1	44.4	29.1	44.4	73.5
				Σ		29.1	47.2	76.4
D5	TR_D5	244 / J[2707]	DIAGONÁLA D5	0.0	-13.6	0.0	-8.2	-8.2
				26.3	38.5	26.3	38.5	64.8
				Σ		26.3	46.6	72.9
D6	TR_D6	240 / J[2705]	DIAGONÁLA D6	0.0	-29.6	0.0	-17.7	-17.7
				27.6	36.7	27.6	36.7	64.3
				Σ		27.6	54.4	82.0
D7.1	TR_D7.1	239 / 2/4	DIAGONÁLA D7	-16.1	-30.4	-9.6	-18.2	-27.9
				8.4	28.2	8.4	28.2	36.6
				Σ		18.0	46.5	64.5
D7.2	TR_D7.2	235 / J[2703]	DIAGONÁLA D7	-12.5	-49.9	-7.5	-30.0	-37.5
				35.1	44.8	35.1	44.8	79.9
				Σ		42.6	74.8	117.4
D.8.1	TR_D8.1	233 / 2/4	DIAGONÁLA D8	-12.5	-24.6	-7.5	-14.8	-22.3
				6.2	20.3	6.2	20.3	26.5
				Σ		13.7	35.1	48.8
D.8.2	TR_D8.2	224 / J[2701]	DIAGONÁLA D8	-6.5	-29.2	-3.9	-17.5	-21.4
				20.4	26.3	20.4	26.3	46.7
				Σ		24.3	43.8	68.1
D.9.1	TR_D9.1	219 / 2/4	DIAGONÁLA D9	-16.3	-31.0	-9.8	-18.6	-28.4
				7.3	22.6	7.3	22.6	29.9
				Σ		17.1	41.2	58.3
D.9.2	TR_D9.2	212 / J[2696]	DIAGONÁLA D9	-5.2	-35.1	-3.1	-21.1	-24.2
				27.0	32.2	27.0	32.2	59.2
				Σ		30.1	53.3	83.4
D10.1	TR_D10.1	207 / 2/4	DIAGONÁLA D10	-20.2	-38.4	-12.1	-23.0	-35.1
				7.3	24.8	7.3	24.8	32.1
				Σ		19.5	47.8	67.3
D.10.2	TR_D10.2	200 / J[200]	DIAGONÁLA D10	-36.3	-55.3	-21.8	-33.2	-55.0
				12.6	43.3	12.6	43.3	55.9
				Σ		34.4	76.5	110.9
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - HLAVNÍ NOSNÍK - DIAGONÁLY								117.4

Objednatel: SŽDC, s.o.	164.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Č. p.	PRŮŘEZ	PRUT/dx:	POPIS:	ROZKMINTY NAPĚTÍ OD ZATÍŽENÍ TTZ C3/60				
				EXTRÉM NAPĚTÍ $\sigma_p$		ROZKMIT DLE EC3-1-9		$\Delta \sigma_p$
				KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	CELKEM
MOSTOVKA - PŘÍČNÍKY - KRAJNÍ								
P0.1	TR_P0.1	706 / 3/4	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-3.1	0.0	-1.9	0.0	-1.9
				25.1	18.9	25.1	18.9	44.0
				Σ		27.0	18.9	45.9
P0.2	TR_P0.2	708 / I[583]	PŘÍČNÍK P0 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-0.8	0.0	-0.5	0.0	-0.5
				20.6	38.2	20.6	38.2	58.8
				Σ		21.1	38.2	59.3
P0.3	TR_P0.3	709 / I[584]	PŘÍČNÍK P0 - STŘED	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				29.4	29.4	29.4	29.4	58.7
				Σ		29.4	29.4	58.7
P1.1	TR_P1.1	699 / I[575]	PŘÍČNÍK P1 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-7.8	-41.3	-4.7	-24.8	-29.4
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		4.7	24.8	29.4
P1.2	TR_P1.2	700 / I[576]	PŘÍČNÍK P1 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-6.3	-9.7	-3.8	-5.8	-9.6
				19.4	33.9	19.4	33.9	53.3
				Σ		23.2	39.7	62.9
P1.3	TR_P1.3	701 / I[577]	PŘÍČNÍK P1 - STŘED	-9.2	-5.3	-5.5	-3.2	-8.7
				25.9	26.7	25.9	26.7	52.7
				Σ		31.4	29.9	61.3
P2.1	TR_P2.1	691 / I[568]	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-26.9	-51.9	-16.2	-31.1	-47.3
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Σ		16.2	31.1	47.3
P2.2	TR_P2.2	692 / I[569]	PŘÍČNÍK P2 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-2.0	-0.6	-1.2	-0.4	-1.5
				21.2	42.6	21.2	42.6	63.8
				Σ		22.4	43.0	65.4
P2.3	TR_P2.3	693 / I[570]	PŘÍČNÍK P2 - STŘED	-1.1	-1.1	-0.7	-0.7	-1.3
				31.4	31.4	31.4	31.4	62.8
				Σ		32.1	32.1	64.1
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - MOSTOVKA - PŘÍČNÍKY - KRAJNÍ								65.4
MOSTOVKA - PŘÍČNÍKY - VNITŘNÍ								
P3.1	TR_P3.1	679 / I[557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	-1.2	-1.4	-0.7	-0.8	-1.5
				28.5	57.3	28.5	57.3	85.9
				Σ		29.2	58.2	87.4
P3.2	TR_P3.2	680 / I[558]	PŘÍČNÍK P3 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-0.8	-1.1	-0.5	-0.6	-1.1
				24.0	50.2	24.0	50.2	74.2
				Σ		24.5	50.9	75.4
P3.3	TR_P3.3	682 / I[560]	PŘÍČNÍK P3 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-1.6	-0.1	-1.0	-0.1	-1.0
				24.6	45.4	24.6	45.4	70.0
				Σ		25.6	45.5	71.1
P3.4	TR_P3.4	683 / I[561]	PŘÍČNÍK P3 - STŘED	0.0	-0.7	0.0	-0.4	-0.4
				33.3	32.8	33.3	32.8	66.1
				Σ		33.3	33.2	66.5
P4.1	TR_P4.1	667 / I[546]	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	-23.9	-53.4	-14.4	-32.0	-46.4
				1.2	1.2	1.2	1.2	2.4
				Σ		15.6	33.2	48.8
P4.2	TR_P4.2	668 / I[547]	PŘÍČNÍK P4 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-20.7	-46.0	-12.4	-27.6	-40.0
				0.8	0.8	0.8	0.8	1.7
				Σ		13.2	28.5	41.7
P4.3	TR_P4.3	670 / I[549]	PŘÍČNÍK P4 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-4.9	-0.2	-2.9	-0.1	-3.1
				23.3	43.3	23.3	43.3	66.5
				Σ		26.2	43.4	69.6
P4.4	TR_P4.4	671 / I[550]	PŘÍČNÍK P4 - STŘED	-2.4	-2.3	-1.5	-1.4	-2.9
				32.5	32.5	32.5	32.5	65.0
				Σ		34.0	33.9	67.9

Objednatel: SŽDC, s.o.	165.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	ROZKMINTY NAPĚTÍ OD ZATÍŽENÍ TTZ C3/60				
				EXTRÉM NAPĚTÍ σ <sub>p</sub>		ROZKMIT DLE EC3-1-9		Δσ <sub>p</sub>
				KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	KOLEJ Č. 1	KOLEJ Č. 2	CELKEM
MOSTOVKA - PŘÍČNÍKY - VNITŘNÍ								
P5.1	TR_P5.1	655 / [535]	PŘÍČNÍK P5 - ZÁKLADNÍ ČÁST	-1.1	-1.0	-0.6	-0.6	-1.3
				15.4	55.6	15.4	55.6	71.0
				Σ		16.1	56.2	72.3
P5.2	TR_P5.2	656 / [536]	PŘÍČNÍK P5 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	-0.7	-0.7	-0.4	-0.4	-0.9
				15.1	50.5	15.1	50.5	65.6
				Σ		15.6	50.9	66.5
P5.3	TR_P5.3	658 / [538]	PŘÍČNÍK P5 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	-2.4	-0.7	-1.4	-0.4	-1.8
				26.0	46.8	26.0	46.8	72.8
				Σ		27.4	47.2	74.6
P5.4	TR_P5.4	659 / [539]	PŘÍČNÍK P5 - STŘED	-0.7	-0.8	-0.4	-0.5	-0.9
				34.6	35.0	34.6	35.0	69.6
				Σ		35.0	35.5	70.5
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - MOSTOVKA - PŘÍČNÍKY - KRAJNÍ								87.4
MOSTOVKA - PODÉLNÍKY								
L1.2	TR_L1.2	880 / [739]	PODÉLNÍK L1.E - STŘED	-0.6	-5.9	-0.4	-3.5	-3.9
				0.6	40.2	0.6	40.2	40.8
				Σ		1.0	43.7	44.7
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E - STŘED (VLIV BRZDNÉHO ZTUŽIDLA)	-0.4	-0.8	-0.2	-0.5	-0.7
				18.5	64.4	18.5	64.4	82.9
				Σ		18.7	64.9	83.6
L3.2	TR_L3.2	860 / [721]	PODÉLNÍK L3.E - STŘED	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				7.8	55.8	7.8	55.8	63.6
				Σ		7.8	55.8	63.6
L4.2	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	0.0	-2.6	0.0	-1.6	-1.6
				4.8	57.4	4.8	57.4	62.2
				Σ		4.8	59.0	63.8
L4.2t	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED S TRHLINOU V HORNÍ PÁSNICI	0.0	-2.0	0.0	-1.2	-1.2
				6.5	64.3	6.5	64.3	70.8
				Σ		6.5	65.5	72.0
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - MOSTOVKA - PODÉLNÍKY								83.6
MOSTOVKA - PODÉLNÍKY NEZESÍLENÉ DO ROKU 1987								
L01.2	TR_L1.2	880 / [739]	PODÉLNÍK L1.E - STŘED	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				3.9	57.6	3.9	57.6	61.4
				Σ		3.9	57.6	61.4
L02.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E - STŘED	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				5.5	67.9	5.5	67.9	73.4
				Σ		5.5	67.9	73.4
L04.2	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				4.9	72.2	4.9	72.2	77.1
				Σ		4.9	72.2	77.1
EXTRÉMNÍ ROZKMIT - MOSTOVKA - PODÉLNÍKY NEZESÍLENÉ DO ROKU 1987								77.1

Objednatel: SŽDC, s.o.	166.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :	„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

5.6.4 Rekapitulace NK1 až NK3 - mezní stav únavy

REKAPITULACE NK1 až NK3 - MEZNÍ STAV ÚNAVY													
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Č. p.	PRŮŘEZ	PRUT/dx	POPIS:	KUMULACE ÚNAVOVÉHO POŠKOZENÍ OD PROVOZNIHO ZATÍŽENÍ						Posouzení	Životnost prvku do porušení	POZNÁMKA:	
				1901	2000	2001	2017	2018	2022				2025
HLAVNÍ NOSNÍK - NK1 AŽ NK3													
U3	TR_U3	112 / J[115]	DOLNÍ PÁS U3	0.032	-	0.000	0.000	0.005		0.038	<1,0 vyhovuje	2055	
U8	TR_U8	96 / 3/4	DOLNÍ PÁS U8	0.028	-	0.000	0.000	0.003		0.031	<1,0 vyhovuje	2055	
D7.2	TR_D7.2	235 / J[2703]	DIAGONÁLA D7	0.526	-	0.096	0.036	0.293		0.951	<1,0 vyhovuje	2055	výměna diagonály
V8.2	TR_V8.2	401 / [343]	SVISLICE V8	0.268	-	0.017	0.008	0.060		0.353	<1,0 vyhovuje	2055	
PŘÍČNÍKY - NK1 AŽ NK3													
P0.3	TR_P0.3	709 / [584]	PŘÍČNÍK P0 - STŘED	0.045	-	0.004	0.004	0.057		0.110	<1,0 vyhovuje	2055	
P1.3	TR_P1.3	701 / [577]	PŘÍČNÍK P1 - STŘED	0.035	-	0.005	0.005	0.065		0.110	<1,0 vyhovuje	2055	
P2.2	TR_P2.2	692 / [569]	PŘÍČNÍK P2 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	0.168	-	0.200	0.082	0.709		1.159	>1,0 nevyhovuje	2048	výměna dolní pásnice
P3.1	TR_P3.1	679 / [557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	0.151	-	0.362	0.144	1.227		1.884	>1,0 nevyhovuje	2033	výměna dolní pásnice
P5.3	TR_P5.3	658 / [538]	PŘÍČNÍK P5 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	0.127	-	0.102	0.044	0.430		0.703	<1,0 vyhovuje	2055	výměna dolní pásnice
Č. p.	PRŮŘEZ	PRUT/dx	POPIS:	KUMULACE ÚNAVOVÉHO POŠKOZENÍ OD PROVOZNIHO ZATÍŽENÍ						Posouzení	Životnost prvku do porušení	POZNÁMKA:	
				1901	1987	1988	2000	2001	2017				2018
PODÉLNÍK - NK1 AŽ NK3													
L1.2	TR_L1.2	880 / [739]	PODÉLNÍK L1.E - STŘED	0.106	0.005	0.018		0.007	0.052	0.188	<1,0 vyhovuje	0	
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E - STŘED	0.284	0.055	0.327		0.124	1.987	2.777	>1,0 nevyhovuje	2024	celková výměna
L4.2	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	0.355	0.029	0.201		0.073	1.158	1.817	>1,0 nevyhovuje	2029	celková výměna
L4.2t	TR_L4.2	850 / [712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	0.358	0.029	0.157	0.071	0.362	-	0.977	<1,0 vyhovuje	do 2023	s tržinou v horní pásnici

POZNÁMKA:

1) ŽIVOTNOST PRVKU DO PORUŠENÍ JE ROK, KDY KUMULACE ÚNAVOVÉHO POŠKOZENÍ DOSÁHNE 100% (STANOVENO BEZ PROVEDENÍ REKONSTRUKCE)

Detailní posudky mezního stavu únavy jsou uvedeny v příloze **P5 - Posouzení - mezní stav únavy**.

Objednatel: SŽDC, s.o.	167.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

#### 5.6.5 Dílčí závěr - mezní stav únavy

Z výsledků posouzení mezního stavu únavy lze konstatovat, že limitující části z hlediska mostní konstrukce je mostovková část konkrétně podélníky, kde je **zbytková únavová živostnost 6 let tzn. do roku 2024**.

Tato část nosné konstrukce je nejvíce namáhána cyklickým zatížením s velkým počtem rozkmitů, který je dán počtem projíždějících náprav.

**Stávající trhlinu na podélníku L2 v místě 75 mostnice na NK2 je nutné opravit do roku 2023.**

Z hlavního nosného systému je limitující diagonála D.7, kde dosahuje kumulace únavového poškození **95%**.

Kritická místa z hlediska únavové životnosti je třeba zařadit do priorit při pravidelných podrobných prohlídkách mostní konstrukce. Zejména se jedná se o tyto prvky:

- podélníky
- příčnický v části mezi dolním pásem a vnějším podélníkem
- diagonály v místě připojení k dolnímu pásu a v místech křížení se svislicemi, kde dochází ke koroznímu působení

#### Důležité upozornění:

S ohledem na rozvoj korozního oslabení, které ovlivňuje kategorii únavového detailu, je nutné při změně provést opětovné vyhodnocení vlivu na **zbytkovou únavovou živostnost prvků nosné konstrukce mostu**.

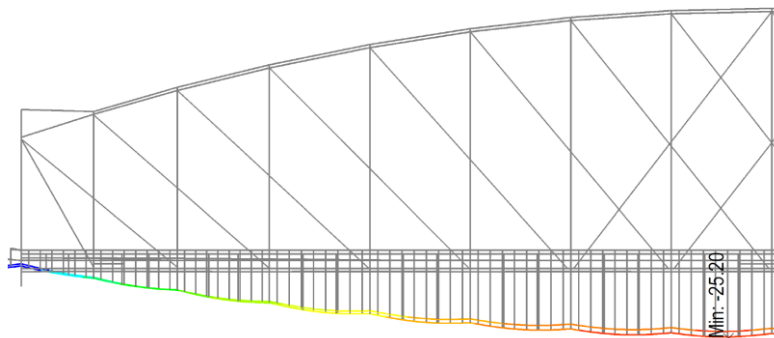
Objednatel: SŽDC, s.o.	168.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 5.7 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

### 5.7.1 Svislý průhyb - kritérium bezpečnosti

Průhyb v ose koleje č.1 od modelu zatížení  $\alpha$ . LM 71 v kolej č.1 a č. 2 :



Deformace uz od zatížení schématem LM71 v koleji č. 1

$$\delta_{2,1} = -25,2 \text{ mm (pro } \alpha = 1,0)$$

$$\delta_{2,2} = -18,9 \text{ mm (pro } \alpha = 1,0)$$

Celková svislá deformace od nahodilého zatížení :

$$\delta_2 = \alpha \cdot \phi_2 \cdot LM71 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot (25,2 + 18,9) = 44,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = L/600 = 71720/600 = 119,5 \text{ mm} > \delta_2 = 44,1 \text{ mm} \rightarrow L/1630 \quad \text{průhyb vyhovuje (využití 37 \%)}$$

$$\text{Stanovení zatížitelnosti: } Z_{LM71} = \delta_{lim} / \delta_2 = 119,5 / 44,1 = 2,71$$

*poznámka: ze zaměření stávajícího stavu je kolej vyrovnaná tzn. nadvýšením na vlastní váhu  $\delta_{rs} = 0,0 \text{ mm}$*

### 5.7.2 Svislé zrychlení nosné konstrukce mostu

Z hlediska bezpečnosti dopravy je požadováno dle čl. 4.17.1 c) posouzení vlastní frekvence nosné konstrukce.

$$\text{rychlost } V_k = 60 \text{ km.h}^{-1} < 200 \text{ km.h}^{-1}$$

**Vlastní frekvence konstrukce NK (ČSN EN 1991-2 (6.3)):**

$$n_0 = 4,41 \text{ Hz (naměřená hodnota)}$$

$$n_{0, \text{horní}} = 94,76 \cdot L^{-0,748} = 94,76 \cdot 71,72^{-0,748} = 3,88 \text{ Hz} \sim 4,41 \text{ Hz} = n_0$$

$$n_{0, \text{dolní}} = 23,58 \cdot L^{-0,592} = 23,58 \cdot 71,72^{-0,592} = 1,88 \text{ Hz} < 4,41 \text{ Hz} = n_0$$

Vlastní frekvence naměřená při ověřovací zatěžovací zkoušce [XX] je mírně nad limitem horní meze (cca 13%). Při měření odezvy konstrukce na dynamické buzení konané v rámci zkoušky nebyly zaznamenány rezonanční nebo jiné stav, které by negativně ohrožovaly bezpečnost.

Pro stanovení spekter napětí od reálného provozu byla provedena dynamická analýza pro rychlost 50 km.h<sup>-1</sup>.

- s ohledem na maximální rychlost v úseku 60 km.h<sup>-1</sup> není požadována dynamická analýza se zatěžovacími vlaky HSLM (viz ČSN EN 1991-2)
- posouzení rezonančního zrychlení a posouzení na únavu je provedeno charakteristické vlaky skladby stávající dopravy

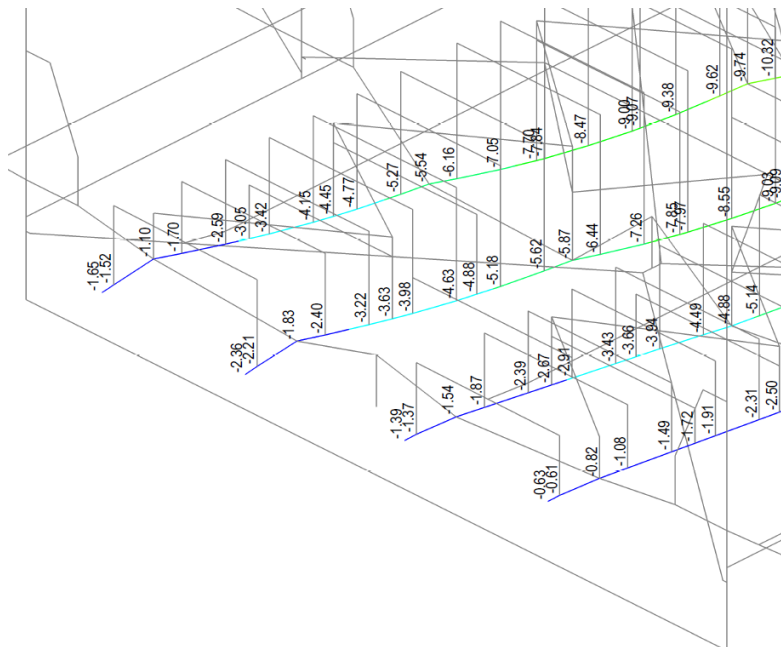
Objednatel: SŽDC, s.o.	169.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

### 5.7.3 Zkroucení hlavní nosné konstrukce

K výraznému zkroucení koleje nedochází. Deformace příčného řezu je vyhodnocena na deformaci prutů mostnic od zatížení v jedné koleji u přechodu na opěru tzn. koncového příčníku.



*Deformace uz od zatížení schématem LM71 v koleji č. 1*

deformace:

řez 1:  $1,83 - 1,10 = 0,73$  mm (příčník P0)

řez 2:  $7,26 - 7,05 = 0,26$  mm (příčník P0+3,0 m)

---

zkroucení koleje      $0,47 \text{ mm} < t_1 = 4,5 \text{ mm}$  - vyhovuje

### 5.7.4 Dílčí závěr - mezní stav použitelnosti

Nosná konstrukce z hlediska mezního stavu použitelnosti **vyhovuje požadavkům** Metodického pokynu 2015, s tím že **překročení horní meze** limitu vlastí frekvence **je zohledněno** v posudku mezního stavu únavy **pomocí dynamické analýzy** pro charakteristickou skladbu vlaků.

Objednatel: SŽDC, s.o.	170.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 6. POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI

### 6.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Rekapitulace posouzení přechodnosti pro průřezy, u kterých je hodnota zatížitelnost  $Z_{LM71} < 1,0$ , jsou uvedeny v následujících tabulkách. V případě, že není kladný posudek pro požadovanou traťovou třídu zatížení C3/60 je provedena redukce součinitelů zatížení příp. redukce dynamického součinitele ve vztahu ke snížení přidružené rychlosti.

Podrobné posudky pro každý řez jsou uvedeny v příloze **P.4 - Posouzení přechodnosti** tohoto statického výpočtu.

NK1 - NK3 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

TTZ C3/60 - 30 LET

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍCÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_1$	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_3$	VYUŽITÍ $+ 0,8 \eta_1$	CELKOVÉ VYUŽITÍ
									[MPa]	[MPa]	[eff]	[MPa]	[MPa]	[eff]	[eff]	[eff]
U3	TR_U3	112 / J[115]	DOLNÍ PÁS U3	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ07	109.7	209.1	0.52	1.5	120.7	0.01	0.30	0.52
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ07	207.7	209.1	0.99	2.7	120.7	0.02	0.57	0.99
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ07	114.8	209.1	0.55	3.2	120.7	0.03	0.31	0.55
											0.99			0.03		0.99
Rekapitulace posouzení NK - Dolní pás - (Mezní stav únosnosti)											0.99			0.03		0.99
D2	TR_D2	259 / I[2714]	DIAGONÁLA D2	BOD K2	-HP	horní pásnice	N.max	KZ07	155.9	209.1	0.75	0.9	120.7	0.01	0.43	0.75
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ07	198.0	209.1	0.95	9.9	120.7	0.08	0.54	0.95
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ07	135.6	209.1	0.65	12.7	120.7	0.11	0.37	0.65
											0.95			0.11		0.95
Rekapitulace posouzení NK - Tažené diagonály - (Mezní stav únosnosti)											0.95			0.11		0.95
V7.2	TR_V7.2	406 / I[346]	SVISLICE V7	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ08	182.8	209.1	0.87	-15.4	120.7	0.13	0.50	0.87
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.max	KZ07	-92.1	209.1	0.44	-11.8	120.7	0.10	0.25	0.44
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	-84.5	209.1	0.40	-15.5	120.7	0.13	0.23	0.40
											0.87					0.87
V8.2	TR_V8.2	401 / I[343]	SVISLICE V8	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.min	KZ08	211.2	209.1	1.01	-16.8	120.7	0.14	0.58	1.01
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ08	91.2	209.1	0.44	11.9	120.7	0.10	0.25	0.44
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	-85.8	209.1	0.41	-16.8	120.7	0.14	0.23	0.41
											1.01			0.14		1.01
Rekapitulace posouzení NK - Svislice - (Mezní stav únosnosti)											1.01			0.14		1.01
L2.1 b	TR_L2.1	866 / I[568]	PODÉLNÍK L2.E - KRAJ	BOD K1	-HL	horní pásnice	N.max	KZ07	193.2	209.1	0.92	-32.8	120.7	0.27	0.53	0.92
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ07	119.1	209.1	0.57	-34.9	120.7	0.29	0.33	0.57
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ07	102.8	209.1	0.49	-67.0	120.7	0.56	0.28	0.56
											0.92			0.56		0.92
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E - STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy.min	KZ07	-145.6	209.1	0.70	-4.5	120.7	0.04	0.40	0.70
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Vy.min	KZ07	225.9	209.1	1.08	-4.5	120.7	0.04	0.62	1.08
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ07	128.3	209.1	0.61	-19.6	120.7	0.16	0.35	0.61
											1.08			0.16		1.08
L3.2	TR_L3.2	860 / I[721]	PODÉLNÍK L3.E - STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	My.max	KZ08	-169.4	209.1	0.81	2.0	120.7	0.02	0.46	0.81
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	N.max	KZ08	180.3	209.1	0.86	-1.0	120.7	0.01	0.49	0.86
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ07	75.0	209.1	0.36	-14.1	120.7	0.12	0.20	0.36
											0.86			0.12		0.86
L4.2	TR_L4.2	850 / I[712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy.min	KZ08	-129.3	209.1	0.62	12.2	120.7	0.10	0.35	0.62
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ08	163.6	209.1	0.78	7.0	120.7	0.06	0.45	0.78
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ07	75.6	209.1	0.36	17.4	120.7	0.14	0.21	0.36
											0.78			0.14		0.78
L4.2 t	TR_L4.2	850 / I[712]	PODÉLNÍK L4.E - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.min	KZ08	-185.1	209.1	0.89	11.1	110.7	0.10	0.51	0.89
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ08	207.9	209.1	0.99	7.1	120.7	0.06	0.57	0.99
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ07	84.3	209.1	0.40	17.8	120.7	0.15	0.23	0.40
											0.99			0.15		0.99
Rekapitulace posouzení NK - Podélníky - (Mezní stav únosnosti)											1.08			0.56		1.08

Objednatel: SŽDC, s.o.	171.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE :		„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem			STUPEŇ : PD

# NK1 - NK3 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

# VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

TTZ C3/60 - 30 LET

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL.	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_1$	NAPĚTÍ SMYK. Vz	MEZ KLUZU	VYUŽITÍ $\eta_3$	VYUŽITÍ $+0,8 \eta_1$	CELKOVÉ VYUŽITÍ
P0.1	TR_P0.1	706 / 3/4	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.max	KZ07	-203.7	209.1	0.97	-11.5	120.7	0.10	0.56	0.97
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy.max	KZ07	211.4	209.1	1.01	-11.5	120.7	0.10	0.58	1.01
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	-31.4	209.1	0.15	-81.7	120.7	0.68	0.09	0.68
											1.01			0.68		1.01
Rekapitulace posouzení NK - Podporové příčky - (Mezní stav únosnosti)											1.01			0.68		1.01
P1.1	TR_P1.1	699 / [I575]	PŘÍČNÍK P1 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-187.0	209.1	0.89	-5.1	120.7	0.04	0.51	0.89
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.min	KZ07	-180.6	209.1	0.86	-1.5	120.7	0.01	0.49	0.86
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ08	-47.6	209.1	0.23	-36.5	120.7	0.30	0.13	0.30
										0.89			0.30		0.89	
P1.3	TR_P1.3	701 / [I577]	PŘÍČNÍK P1 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-155.5	209.1	0.74	-5.5	120.7	0.05	0.42	0.74
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My.max	KZ07	156.6	209.1	0.75	9.4	120.7	0.08	0.43	0.75
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.max	KZ08	-46.9	209.1	0.22	34.8	120.7	0.29	0.13	0.29
										0.75			0.29		0.75	
P2.1	TR_P2.1	691 / [I568]	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-229.6	209.1	1.10	-26.2	120.7	0.22	0.63	1.10
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ07	224.9	209.1	1.08	-26.2	120.7	0.22	0.61	1.08
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	55.7	209.1	0.27	-38.2	120.7	0.32	0.15	0.32
										1.10			0.32		1.10	
P3.1	TR_P3.1	679 / [I557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.max	KZ07	-232.3	209.1	1.11	-56.7	120.7	0.47	0.63	1.11
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy.max	KZ07	242.1	209.1	1.16	-56.7	120.7	0.47	0.66	1.16
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	74.2	209.1	0.35	-69.3	120.7	0.57	0.20	0.57
										1.16			0.57		1.16	
P3.2	TR_P3.2	680 / [I558]	PŘÍČNÍK P3 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-175.5	209.1	0.84	-30.4	120.7	0.25	0.48	0.84
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ07	185.3	209.1	0.89	-30.4	120.7	0.25	0.51	0.89
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	65.3	209.1	0.31	-40.6	120.7	0.34	0.18	0.34
										0.89			0.34		0.89	
P3.3	TR_P3.3	682 / [I560]	PŘÍČNÍK P3 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.max	KZ07	-128.0	209.1	0.61	-2.8	120.7	0.02	0.35	0.61
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ07	146.1	209.1	0.70	-2.8	120.7	0.02	0.40	0.70
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	40.5	209.1	0.19	-22.7	120.7	0.19	0.11	0.19
										0.70			0.19		0.70	
P3.4	TR_P3.4	683 / [I561]	PŘÍČNÍK P3 - STŘED	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.max	KZ08	-134.7	209.1	0.64	-1.3	120.7	0.01	0.37	0.64
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ07	147.6	209.1	0.71	-1.1	120.7	0.01	0.40	0.71
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.max	KZ08	54.8	209.1	0.26	33.6	120.7	0.28	0.15	0.28
										0.71			0.28		0.71	
P4.1	TR_P4.1	667 / [I546]	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-223.9	209.1	1.07	-64.3	120.7	0.53	0.61	1.07
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ07	211.7	209.1	1.01	-64.3	120.7	0.53	0.58	1.01
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ08	-59.8	209.1	0.29	-71.9	120.7	0.60	0.16	0.60
										1.07			0.60		1.07	
P4.2	TR_P4.2	668 / [I547]	PŘÍČNÍK P4 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ07	-172.4	209.1	0.82	-33.0	120.7	0.27	0.47	0.82
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ07	163.3	209.1	0.78	-33.0	120.7	0.27	0.45	0.78
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ08	-53.4	209.1	0.26	-42.3	120.7	0.35	0.15	0.35
										0.82			0.35		0.82	
P5.1	TR_P5.1	655 / [I535]	PŘÍČNÍK P5 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.max	KZ07	-190.9	209.1	0.91	-64.2	120.7	0.53	0.52	0.91
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ07	202.5	209.1	0.97	-64.1	120.7	0.53	0.55	0.97
				BOD S6	-HP	stěna	My.max	KZ08	90.0	209.1	0.43	-68.8	120.7	0.57	0.25	0.57
										0.97			0.57		0.97	
P5.2	TR_P5.2	656 / [I536]	PŘÍČNÍK P5 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.max	KZ07	-149.0	209.1	0.71	-31.5	120.7	0.26	0.41	0.71
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ07	160.2	209.1	0.77	-31.5	120.7	0.26	0.44	0.77
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	68.2	209.1	0.33	-41.9	120.7	0.35	0.19	0.35
										0.77			0.35		0.77	
P5.3	TR_P5.3	658 / [I538]	PŘÍČNÍK P5 - VNITŘNÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	My.max	KZ07	-125.5	209.1	0.60	-1.5	120.7	0.01	0.34	0.60
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ07	143.2	209.1	0.68	-1.6	120.7	0.01	0.39	0.68
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	41.8	209.1	0.20	-23.3	120.7	0.19	0.11	0.20
										0.68			0.19		0.68	
Rekapitulace posouzení NK - Běžné příčky - (Mezní stav únosnosti)											1.16			0.60		1.16

Objednatel: SŽDC, s.o.	172.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Posouzení přechodnosti průřezů, které nevyhovovali TTZ C3/60 pro zbytkovou životnost 30 let

### NK1-NK3 - MEZNÍ STAV ÚNOSVČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

### PŘECHODNOST C3/60 - 5 LET

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO		POPIS VLÁKNA		ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	CELKOVÉ VYUŽITÍ
										NORMÁL.	KLUZU	η1	SMYK. Vz	KLUZU	η3	
										[MPa]	[MPa]	[eff]	[MPa]	[MPa]	[eff]	[eff]
V8.2	TR_V8.2	401 / [343]	SVISLICE V8	BOD K2	-HP	horní pásnice	My_min	KZ08	187.3	215.0	0.87	-14.8	124.1	0.12	0.87	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	My_max	KZ08	80.6	215.0	0.38	10.4	124.1	0.08	0.38	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz_min	KZ08	-75.2	215.0	0.35	-14.8	124.1	0.12	0.35	
											0.87			0.12	0.87	
Rekapitulace posouzení NK - Svislice - (Mezní stav únosnosti)											0.87			0.12	0.87	
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E - STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy_min	KZ07	-130.6	215.0	0.61	-4.1	124.1	0.03	0.61	
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Vy_min	KZ07	204.4	215.0	0.95	-4.1	124.1	0.03	0.95	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz_min	KZ07	116.6	215.0	0.54	-17.6	124.1	0.14	0.54	
											0.95			0.14	0.95	
Rekapitulace posouzení NK - Podélníky - (Mezní stav únosnosti)											0.95			0.14	0.95	
P0.1	TR_P0.1	706 / 3/4	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy_max	KZ07	-183.0	215.0	0.85	-11.0	124.1	0.09	0.85	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My_max	KZ07	189.7	215.0	0.88	-25.4	124.1	0.20	0.88	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz_min	KZ08	-25.8	215.0	0.12	-72.9	124.1	0.59	0.59	
											0.88			0.59	0.88	
Rekapitulace posouzení NK - Podporové příčníky - (Mezní stav únosnosti)											0.88			0.59	0.88	
P2.1	TR_P2.1	691 / [568]	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz_min	KZ07	-207.9	215.0	0.97	-23.7	124.1	0.19	0.97	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz_min	KZ07	203.4	215.0	0.95	-23.7	124.1	0.19	0.95	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz_min	KZ08	50.0	215.0	0.23	-34.4	124.1	0.28	0.28	
											0.97			0.28	0.97	
P3.1	TR_P3.1	679 / [557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy_max	KZ07	-209.1	215.0	0.97	-51.3	124.1	0.41	0.97	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy_max	KZ07	217.9	215.0	1.01	-51.3	124.1	0.41	1.01	
				BOD S6	-HP	stěna	Vz_min	KZ08	66.0	215.0	0.31	-62.4	124.1	0.50	0.50	
											1.01			0.50	1.01	
P4.1	TR_P4.1	667 / [546]	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz_min	KZ07	-201.0	215.0	0.94	-58.0	124.1	0.47	0.94	
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz_min	KZ07	189.5	215.0	0.88	-58.0	124.1	0.47	0.88	
				BOD S5	-HL	stěna	Vz_min	KZ08	-52.8	215.0	0.25	-64.8	124.1	0.52	0.52	
											0.94			0.52	0.94	
Rekapitulace posouzení NK - Běžné příčníky - (Mezní stav únosnosti)											1.01			0.52	1.01	

### NK1-NK3 - MEZNÍ STAV ÚNOSVČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ

### PŘECHODNOST C3/40 - 5 LET

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO	POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ NORMÁL. [MPa]	MEZ KLUZU [MPa]	VYUŽITÍ $\eta_1$ [eff]	NAPĚTÍ SMYK. Vz [MPa]	MEZ KLUZU [MPa]	VYUŽITÍ $\eta_3$ [eff]	CELKOVÉ VYUŽITÍ [eff]	
P3.1	TR_P3.1	679 / [557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.max	KZ07	-204.9	215.0	0.95	-47.4	124.1	0.38	0.95
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy.max	KZ07	212.9	215.0	0.99	-47.4	124.1	0.38	0.99
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ08	60.8	215.0	0.28	-58.0	124.1	0.47	0.47
											0.99			0.47	0.99

Objednatel: SŽDC, s.o.	173.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Kontrolně byla posouzena přechodnost pro hybridní schéma traťové třídy C2 s vloženým jedním vozem traťové třídy D2. Toto schéma charakterizuje obecný vlak zařazený do traťové třídy C2, který je tažený jedním hnacím vozidlem zařazeným do traťové třídy zatížení D2.

Jedná se vazbu na zařazení vozidel a souprav do traťových tříd zatížení dle ČSN EN 15 528.

#### NK1 - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI VČ. KOROZNÍHO OSLABENÍ PŘECHODNOST C2D2/40 - 5 LET

Č. p.	PRŮŘEZ:	PRUT/dx:	POPIS:	VLÁKNO	POPIS VLÁKNA	ŘÍDÍČÍ VELIČINA	KOMB. ZATÍŽENÍ	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	NAPĚTÍ	MEZ	VYUŽITÍ	CELKOVÉ	
								NORMÁL. [MPa]	KLUZU [MPa]	η <sub>1</sub> [eff]	SMYK. Vz [MPa]	KLUZU [MPa]	η <sub>3</sub> [eff]	VYUŽITÍ [eff]	
L2.2	TR_L2.2	871 / 2/4	PODÉLNÍK L2.E-STŘED	BOD K1	-HL	horní pásnice	Vy.min	KZ19	-129.4	215.0	0.60	-7.3	124.1	0.06	0.60
				BOD K4	-SP	dolní pásnice	Vy.min	KZ19	199.6	215.0	0.93	-7.3	124.1	0.06	0.93
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ19	113.8	215.0	0.53	-16.8	124.1	0.14	0.53
										0.93			0.14	0.93	
Rekapitulace posouzení NK - Podélníky - (Mezní stav únosnosti)										0.93			0.14	0.93	
P0.1	TR_P0.1	706 / 3/4	PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.max	KZ19	-178.1	215.0	0.83	-10.5	124.1	0.08	0.83
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy.max	KZ19	184.9	215.0	0.86	-10.5	124.1	0.08	0.86
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ20	-24.9	215.0	0.12	-71.0	124.1	0.57	0.57
										0.86			0.57	0.86	
Rekapitulace posouzení NK - Podporové příčnický - (Mezní stav únosnosti)										0.86			0.57	0.86	
P2.1	TR_P2.1	691 / [568]	PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ19	-209.0	215.0	0.97	-25.4	124.1	0.20	0.97
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Mz.min	KZ19	206.0	215.0	0.96	-25.4	124.1	0.20	0.96
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ20	50.1	215.0	0.23	-34.3	124.1	0.28	0.28
										0.97			0.28	0.97	
P3.1	TR_P3.1	679 / [557]	PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Vy.max	KZ19	-202.8	215.0	0.94	-50.3	124.1	0.41	0.94
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	Vy.max	KZ19	211.3	215.0	0.98	-50.3	124.1	0.41	0.98
				BOD S6	-HP	stěna	Vz.min	KZ20	65.3	215.0	0.30	-62.0	124.1	0.50	0.50
										0.98			0.50	0.98	
P4.1	TR_P4.1	667 / [546]	PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST	BOD K2	-HP	horní pásnice	Mz.min	KZ19	-189.8	215.0	0.88	-50.8	124.1	0.41	0.88
				BOD K3	-SL	dolní pásnice	My.max	KZ19	180.5	215.0	0.84	-58.2	124.1	0.47	0.84
				BOD S5	-HL	stěna	Vz.min	KZ20	-51.8	215.0	0.24	-63.8	124.1	0.51	0.51
										0.88			0.51	0.88	
Rekapitulace posouzení NK - Běžné příčnický - (Mezní stav únosnosti)										0.98			0.51	0.98	

#### 6.1.1 Dílčí závěr - posouzení přechodnosti

Nosná konstrukce je přechodná: **TTZ C3/40** (při zatížení v obou kolejích)

Posouzení přechodnosti je za **předpokladu zbytkové životnosti 5 let** tzn., že v krátkodobém horizontu je nezbytně nutné zajistit rekonstrukci mostního objektu, protože přechodnost pro traťovou třídu C3/40 nelze dlouhodoběji garantovat.

**Dále bylo provedeno posouzení přechodnosti pro hybridní TTZ C2D2/40 za předpokladu zbytkové životnosti 5 let**

Jedná se vazbu na zařazení vozidel a souprav do traťových tříd zatížení dle ČSN EN 15 528, kdy stávající hnací vozidla s nápravovým tlakem nad 20 t odpovídají traťové třídě zatížení D2 a dle současně používané legislativy jsou zařazené do traťové třídy C3.

Objednatel: SŽDC, s.o.	174.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 7. PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – JEDNOTKY

### 7.1 PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – JEDNOTKY

Obecně jsou pořadnice příčinkových čar „bezrozměrné“, resp. jednotka příčinkové čáry ( $PC_E$ ) odpovídá jednotce sledované veličiny (E) při pojezdu svislého zatížení (F) po dráze příčinkové čáry:

$$E = \sum F(x) \cdot PC_E(x) \quad \Sigma \dots \text{sumace, resp. integrace}$$

$$[N] = [N] \cdot [-] \quad \text{jednotky SI pro N, V, R, ...}$$

$$[Nm] = [N] \cdot [m] \quad \text{jednotky SI pro M}$$

V daném projektu byly příčinkové čáry vytvořeny pomocí softwaru MIDAS jednotkovým zatížením (1 kN) v daných polohách x na dráze koleje č. 1 a koleje č. 2. Tyto jednotkové zatěžovací stavy byly vyhodnoceny pro vybrané vnitřní síly E (kN, resp. kNm).

Aby nedošlo k řádové chybě při vyhodnocování z příčinkových čar, je pro výstup příčinkových čar zvolen zápis jednotek příčinkových čar ve tvaru [jednotka vyhodnocované veličiny MIDAS / jednotka pojezdu MIDAS ]:

$$[kN/kN] \quad \text{jednotky } PC_E \text{ pro } E = N, Vz$$

$$[kNm/kN] \quad \text{jednotky } PC_E \text{ pro } E = My, Mz$$

### 7.2 PŘÍČINKOVÉ ČÁRY – FORMÁT DAT

Pro všechny posudky v tabulce zatížitelnosti jsou uvedeny pořadnice příčinkové čáry v místech každé mostnice a dále v místech příčníků (styčníků). Příčinky jsou uvedeny pro účinky v obou kolejích č.1 a č.2.

Příčinkové čáry jsou s ohledem na kombinované namáhání průřezu vyhodnoceny pro:

- Nx - normálovou sílu
- Vz - pospouvající sílu (svislou)
- My - ohybový moment (svislý)
- Mz - ohybový moment (vodorovný)

Příklady formátu výpisu příčinkové čáry:

#### POŘADNICE PŘÍČINKOVÉ ČÁRY PRVKU NK

Prvek: TR\_O1                      Element: 34  
Popis: HORNÍ PÁS O1            Part: 3/4

P. č.	Staničení	PŘÍČINKY OD KOLEJE Č. 1				PŘÍČINKY OD KOLEJE Č. 2				Poznámka
		Nx	Vz	My	Mz	Nx	Vz	My	Mz	
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
1	-0.500	-0.003222	0.000044	0.000010	-0.000389	0.008339	-0.000156	0.000134	0.000387	
2	0.000	-0.004288	0.000073	-0.000044	-0.000328	0.004278	-0.000072	0.000040	0.000330	STYČNÍK 0
3	0.355	-0.005048	0.000094	-0.000083	-0.000286	0.001398	-0.000012	-0.000027	0.000289	
4	0.905	-0.006269	0.000128	-0.000146	-0.000222	-0.003035	0.000079	-0.000129	0.000229	
5	1.455	-0.007536	0.000163	-0.000211	-0.000160	-0.007426	0.000167	-0.000231	0.000172	
6	2.005	-0.008801	0.000198	-0.000275	-0.000098	-0.011817	0.000256	-0.000332	0.000114	
7	2.555	-0.010065	0.000233	-0.000339	-0.000037	-0.016206	0.000345	-0.000434	0.000057	
8	3.105	-0.011358	0.000269	-0.000404	0.000022	-0.020568	0.000433	-0.000535	0.000003	
9	3.460	-0.012315	0.000295	-0.000446	0.000048	-0.023237	0.000490	-0.000600	-0.000023	STYČNÍK 1
10	3.810	-0.013268	0.000321	-0.000487	0.000073	-0.025857	0.000546	-0.000664	-0.000047	

*Poznámka: součástí digitální verze statického výpočtu jsou příčinkové čáry v otevřené formě xls*

Objednatel: SŽDC, s.o.	175.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	



AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 8. ZÁVĚR PŘEPOČTU

### 8.1 VŠEOBECNĚ

Cílem statického přepočtu bylo stanovení reálného stavu mostní konstrukce z hlediska mezního stavu únosnosti, mezního stavu únavy a mezního stavu použitelnosti. Z výsledků statického přepočtu byla stanovena zbytková životnost konstrukce, tzn. doba, po kterou lze potvrdit sledované přechodnostní parametry mostní konstrukce.

Pro stanovení zatížitelnosti a posouzení přechodnosti bylo použito nejpřesnějších současných postupů v oblasti přepočtů železničních mostů. V rámci posouzení průřezů byly aplikovány veškeré úlevy dané Metodickým pokynem 2015 se zohledněním aktuálně připravovaných změn.

Výsledky výpočtu byly verifikovány s experimentálně zjištěnými měřeními provedenými v rámci ověřovací statické a dynamické zkoušky a s nezávisle prováděným výpočtním modelem pro dynamickou analýzu konstrukce.

### 8.2 NOSNÁ KONSTRUKCE

Souhrnný přehled výsledků výpočtu pro **NK1 až NK3** je uveden v následující tabulce:

Prvek	Mezní stav / využití v %		Zatížitelnost	Přechodnost	Poznámka
	únosnost	únavy	$Z_{LM71}$	TTZ / PRTTZ	
<b>HLAVNÍ NOSNÍK</b>					
Horní pás - O	78%	-	1.44		
Dolní pás - U	109%	3%	0.87	C3/60	
Diagonály - tlačené - D	85%	-	1.26		
Diagonály - tažené - D	101%	<b>95%</b>	0.98	C3/60	
Svislice - V	117%	35%	0.77	C3/60	
<b>CELKEM - HLAVNÍ NOSNÍK</b>	<b>117%</b>	<b>95%</b>	<b>0.77</b>	<b>C3/60</b>	<b>únavová životnost do 2055</b>
<b>MOSTOVKA</b>					
Podélník L1 až L8	133%	<b>278%</b>	0.72	C3/60	únavová životnost do 2024
Příčníky - podporové P0	124%	11%	0.69	C3/60	
Příčníky - běžné P1 až P8	146%	<b>188%</b>	0.61	C3/40	únavová životnost do 2029
<b>CELKEM - MOSTOVKA</b>	<b>146%</b>	<b>278%</b>	<b>0.61</b>	<b>C3/40</b>	<b>únavová životnost do 2024</b>
<b>CELKEM - Most v km 3.706 Pod Vyšehradem</b>	<b>146%</b>	<b>278%</b>	<b>0.61</b>	<b>C3/40</b>	<b>únavová životnost do 2024</b>

Pozn:

- 1) přechodnost posouzena pro  $Z_{LM71} < 1,0$
- 2) životnost prvku do porušení je rok, kdy kumulace únavového poškození dosáhne 100%  
(stanoveno bez provedení rekonstrukce)

Nosná konstrukce z hlediska mezního stavu použitelnosti **vyhovuje požadavkům** Metodického pokynu 2015. V mezním stavu použitelnosti jsou deformační kritéria s využitím **37%** - průhyb.

Objednatel: SŽDC, s.o.	176.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

Překročení horní meze limitu vlastí frekvence je zohledněno v posudku mezního stavu únavy pomocí dynamické analýzy pro charakteristickou skladbu vlaků.

Přechodnost TTZ **C3/40** je posouzena pro **zbytkovou životnost 5 let** tzn., že v krátkodobém horizontu je nezbytně nutné zajistit rekonstrukci mostního objektu, protože přechodnost pro traťovou třídu **C3/40 nelze dlouhodoběji garantovat**.

Po uplynutí doby omezené životnosti je nutné provést opětovné posouzení. Lze očekávat, že s ohledem na zhoršující se stavební stav ocelové konstrukce bude nutné snížit přechodnost, což by vedlo k omezení počtu vlakových spojů v daném úseku. **Vzhledem k významu trati pro osobní dopravu a její mezinárodní důležitost jsou takováto opatření vždy velkou komplikací do organizace dopravy.**

**Dále bylo provedeno posouzení přechodnosti pro hybridní TTZ C2D2/40 za předpokladu zbytkové životnosti 5 let**

Jedná se vazbu na zatřídění vozidel a souprav do traťových tříd zatížení dle ČSN EN 15 528, kdy stávající hnací vozidla s nápravovým tlakem nad 20 t odpovídají traťové třídě zatížení D2 a dle současně používané legislativy jsou zatříděny do traťové třídy C3.

Dalším velmi důležitým aspektem je vyčerpání životnosti prvků mostovky vlivem cyklického zatížení, které je velmi ovlivněno stále se zvyšující intenzitou dopravní zátěže. Z posouzení mezního stavu únavy vyplývá, že:

- **zbytková únavová životnost mostu - podélníky je 6 let (tzn. do 2024)**
- **stávající trhlinu na podélníku L2 v místě 75 mostnice na NK2 je nutné opravit do roku 2022**

Z posouzení únavového poškození mostní konstrukce je zřejmé, že prvky mostovky jsou na konci své **životnosti** a je třeba při podrobných prohlídkách těmto prvků **věnovat zvýšenou pozornost s ohledem na možný rozvoj únavových poruch tzn. trhlin**. Z prvků hlavního nosného systému jsou nejvíce únavově poškozené zejména středové diagonály a svislice, kde jsou vyšší rozkmity napětí a výrazná korozní oslabení. Při prohlídkách je třeba i těmto prvků věnovat zvýšenou pozornost.

### 8.3 POPIS ROZSAHU ÚPRAV

Z výsledků statického přepočtu mostu vyplývá, že pro zajištění požadované traťové třídy zatížení **C30/60** je nutné provést tyto úpravy:

#### **v oblasti mostovky**

- výměnu a zesílení podélníků
- výměnu a zesílení pásnic příčníků vč. změny polohy ukončení lamel

#### **v oblasti hlavních nosníků**

- výměnu středových svislic V.4 až V.8
- výměnu středových diagonál D.5 až D.10

#### **v oblasti ztužení**

- zesílení brzdného B - (zvýšení tuhosti roznášení podélných sil)
- zesílení příčle horního vodorovného ztužení (zvýšení tuhosti příčného řezu)

V Praze 30.5.2018

Ing. Martin Vlasák  
SUDOP PRAHA a.s. středisko - mostů

Objednatel: SŽDC, s.o.	177.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 9. TABULKA ZATÍŽITELOSTI

### Přehled zatížitelnosti částí mostu

**Most v ev. km 3.706 - Pod Vyšehradem, TÚ Praha hl.n. - Praha-Smíchov** **nosná konstrukce NK1 - NK3 - stávající stav**

#### A. Identifikace mostu

TÚ: TÚ 0201 Praha hl. n. (mimo) – Praha - Smíchov-v. 1,2,3 (mimo)

DÚ: B1 km: ev. 3.706

#### B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstr. NK1 - NK3 poř. č.: 1, 2, 3

pod kolejí č.: 1 a 2

#### C. Doplnující údaje části mostu

Kat. zatížitelnosti: D Výpočtový model: prostorový prutový

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení): (kolej č. 1 / kolej č. 2)

		na zač.	uprostřed	na konci	
poloměr oblouku	[m]	- / -	- / -	- / -	(v přímé)
převýšení koleje	[mm]	0 / 0	0 / 0	0 / 0	
excentricita osy koleje	[m]	-1.90 / +1.90	-1.90 / +1.90	-1.90 / +1.90	

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

- korozní oslabení dle Vyhodnocení průzkumu korozního oslabení prvků OK (2018)
- horní pásnice podélníku L4.2 - oslabení trhlinou uvažováno absencí horní pásnice, trhlina dle místního šetření (2018/04)

...

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽDC s.o. 2017  
zpracovatelem přepočtu 2017

Poznámka k části mostu:

- dílčí součinitele spolehlivosti při výpočtu zatížitelnosti uvažovány dle MP 2015, Příloha F pro zbytkovou životnost 30 let

...

Poř. čís.	Prvek	Detail	Namáhání	ki	typ	L <sub>p</sub>	Φ <sub>i</sub>	L <sub>φ</sub>	γ <sub>o</sub> LM71	γ <sub>o</sub> LM71,E	viz str. přepočtu	Z <sub>LM71</sub>	Z <sub>LM71,E</sub>	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	NK - HL. NOSNÍK HORNÍ PÁS O1	BOD K4 - SP	MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 1	0.24	S		1.00	72.00	1.30		P3-10	1.44		1)
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 1	0.06	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 1	0.02	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 2	0.54	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 2	0.12	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 2	0.02	S		1.00	72.00	1.30					
2	NK - HL. NOSNÍK DOLNÍ PÁS U3	BOD K4 - SP	MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 1	0.26	S		1.00	72.00	1.30		P3-51	0.87		2)
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 1	0.07	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 1	0.07	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 2	0.39	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 2	0.14	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 2	0.07	S		1.00	72.00	1.30					
3	NK - HL. NOSNÍK DIAGONÁLA D2	BOD K4 - SP	MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 1	0.22	S		1.00	72.00	1.30		P3-87	0.98		2)
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 1	0.04	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 1	0.04	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 2	0.51	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 2	0.10	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 2	0.09	S		1.00	72.00	1.30					
4	NK - HL. NOSNÍK DIAGONÁLA D7 D7.2	BOD K3 - SL	MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 1	0.24	S		1.00	72.00	1.30		P3-123	1.26		1)
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 1	0.18	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 1	0.01	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> N - kolej 2	0.57	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MY - kolej 2	-0.01	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ σ <sub>x</sub> MZ - kolej 2	0.02	S		1.00	72.00	1.30					

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

AKCE :

„Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“

SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

Poř. čís.	Prvek	Detail	Namáhání	ki	typ	$L_p$	$\Phi_I$	$L_\Phi$	$\gamma_o$ , LM71	$\gamma_o$ , LM71,E	viz str. přepočtu	$Z_{LM71}$	$Z_{LM71,E}$	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	NK - HL. NOSNÍK SVISLICE V7 V7.2	BOD K2 -HP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.09	S		1.00	72.00	1.30		P3-243	0.96		2)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.45	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.01	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.23	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.22	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.01	S		1.00	72.00	1.30					
6	NK - HL. NOSNÍK SVISLICE V8 V8.2	BOD K2 -HP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.08	S		1.00	72.00	1.30		P3-255	0.77		3)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.46	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.00	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.23	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.23	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.00	S		1.00	72.00	1.30					
7	NK - MOSTOVKA PODÉLNÍK L2.E - KRAJ L2.1	BOD K1 -HL	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.19	S		1.61	7.00	1.30		P3-285	0.86		2)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.08	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.11	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.24	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.22	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.17	S		1.61	7.00	1.30					
8	NK - MOSTOVKA PODÉLNÍK L2.E - STŘED L2.2	BOD K4 -SP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.07	S		1.61	7.00	1.30		P3-292	0.74		3)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.08	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.05	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.08	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.64	S		1.61	7.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.08	S		1.61	7.00	1.30					
9	NK - MOSTOVKA PODÉLNÍK L4.E - STŘED L4.2	BOD K4 -SP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.05	S		1.56	7.80	1.30		P3-334	0.72		2)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.03	S		1.56	7.80	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.01	S		1.56	7.80	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.08	S		1.56	7.80	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.82	S		1.56	7.80	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.01	S		1.56	7.80	1.30					
10	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK P0.1	BOD K3 -SL	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	-0.01	S		2.00	3.60	1.30		P3-340	0.69		3)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.26	S		2.00	3.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.23	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	-0.03	S		2.00	3.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.57	S		2.00	3.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	-0.02	S		1.00	72.00	1.30					
11	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P1 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK P1.1	BOD K2 -HP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.00	S		1.27	17.60	1.30		P3-359	0.91		2)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.19	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.01	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.00	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.80	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.00	S		1.00	72.00	1.30					
12	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P2 - VNĚJŠÍ PODÉLNÍK P2.1	BOD K2 -HP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.02	S		1.27	17.60	1.30		P3-374	0.72		3)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.15	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.19	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.01	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.57	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.05	S		1.00	72.00	1.30					

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“  
SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem

ČÁST : Statický přepoččet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem

STUPEŇ : PD

Poř. čís.	Prvek	Detail	Namáhání	ki	typ	$L_p$	$\Phi_i$	$L_\Phi$	$\gamma_{Q, LM71}$	$\gamma_{Q, LM71,E}$	viz str. přepočtu	$Z_{LM71}$	$Z_{LM71,E}$	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P3 - ZÁKLADNÍ ČÁST P3.1	BOD K3 -SL	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.01	S		1.27	17.60	1.30		P3-394	0.62		4)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.16	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.15	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.00	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.63	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.05	S		1.00	72.00	1.30					
14	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST P4.1	BOD K2 -HP	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.03	S		1.27	17.60	1.30		P3-413	0.61		3)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.14	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.04	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.04	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.60	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.15	S		1.00	72.00	1.30					
15	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P5 - ZÁKLADNÍ ČÁST P5.1	BOD K3 -SL	MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 1	0.00	S		1.27	17.60	1.30		P3-434	0.64		2)
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 1	0.19	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 1	0.03	S		1.00	72.00	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ N - kolej 2	0.00	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MY - kolej 2	0.68	S		1.27	17.60	1.30					
			MSÚ $\sigma_x$ MZ - kolej 2	0.10	S		1.00	72.00	1.30					
16	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P6 - KRAJ L2.1	BOD S5 -HL	MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 1	0.06	S		1.61	7.00	1.30		P3-287	1.34		1)
			MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 2	0.94	S		1.61	7.00	1.30					
17	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P0 - VNĚJŠÍ PODELNÍK P0.1	BOD S6 -HP	MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 1	0.27	S		2.00	3.60	1.30		P3-341	0.92		2)
			MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 2	0.73	S		2.00	3.60	1.30					
18	NK - MOSTOVKA PŘÍČNÍK P4 - ZÁKLADNÍ ČÁST P4.1	BOD S5 -HL	MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 1	0.29	S		1.27	17.60	1.30		P3-415	1.04		1)
			MSÚ $\tau_x$ VZ - kolej 2	0.71	S		1.27	17.60	1.30					

Minimální zatížitelnost části mostu: nosná konstr. NK1 - NK3

$Z_{LM71} = 0.61$

Poznámky:

- 1)  $Z_{LM71} > 1.00$ , tzn. C3-60km/h-30 let je přechodné  
2) přechodné pro C3-60km/h-30 let  
3) přechodné pro C3-60km/h-5 let  
4) přechodné pro C3-40km/h-5 let

Zpracovatel přepočtu:

Ing. Martin Vlasák, SUDOP PRAHA a.s.

Dne: 04.05.2018, zatížitelnost určil:

Ing. Jaroslav Voříšek, SUDOP PRAHA a.s.

Objednatel: SŽDC, s.o.

Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s

180.

AKCE : „Rekonstrukce železničních mostů pod Vyšehradem“ SO 20-20-05 Žel. most v ev. km 3,706 - Pod Vyšehradem	
ČÁST : Statický přepočet nosné konstrukce mostu v km 3,706 - Pod Vyšehradem	STUPEŇ : PD

## 10. PŘÍLOHY – POSOUZENÍ NK

Z důvodu rozsahu a přehlednosti jsou Přílohy statického výpočtu uspořádány odděleně. Tyto přílohy obsahují podrobnější výpisy posudků a jsou nedílnou součástí statického výpočtu.

### OBSAH

PŘÍLOHA	POPIS	STRANA	
PŘÍLOHA P1	TABULKA ZATÍŽITELNOSTI	1	3
PŘÍLOHA P2	PŘÍČINKOVÉ ČÁRY	1	30
PŘÍLOHA P3	POSOUZENÍ - MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	1	450
PŘÍLOHA P4	POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI	1	91
PŘÍLOHA P5	POSOUZENÍ - MEZNÍ STAV ÚNAVY	1	33
PŘÍLOHA P6	VÝPOČETNÍ MODEL - VSTUPNÍ DATA (POUZE V DIGITÁLNÍ FORMĚ)	1	515

Objednatel: SŽDC, s.o.	181.
Zhotovitel: SUDOP PRAHA a.s	