




SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK, VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

OBJEDNATEL:  STATUTÁRNÍ MĚSTO OSTRAVA PROKEŠOVO NÁMĚSTÍ 8 729 30 OSTRAVA		ZHOTOVITEL:  AFRY AFRY CZ s.r.o. MAGISTRŮ 1275/13 140 00 PRAHA 4 tel.: +420 277 005 500 www.afry.cz		
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU:  Ing. DAVID NOVÁK	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT: Ing. VLADIMÍR PITÁK	VYPRACOVAL: Ing. EMÍLIA KAJÁNKOVÁ	KONTROLOVAL: Ing. LUBOMÍR MACURA	
NÁZEV PROJEKTU: REVITALIZACE NÁMĚSTÍ REPUBLIKY				
ČÁST:	DOKUMENTACE OBJEKTŮ			
STAVEBNÍ OBJEKT:	SO 665.1 Rekonstrukce tramvajových mostů - most ev. č. 4793-2			
PŘÍLOHA:	STATICKÝ VÝPOČET			
KRAJ:	MORAVSKOSLEZSKÝ	ČÁST:	PŘÍLOHA Č.:	ČÍSLO PARE:
DATUM:	11/2024	D.6	8	
STUPEŇ:	DPS			
MĚŘÍTKO:				
Č. ZAKÁZKY:	2022/0144			

Revitalizace Náměstí Republiky

SO 665.1 – REKONSTRUKCE TRAMVAJOVÝCH MOSTŮ – MOST EV. Č. 4793-2

STATICKÝ VÝPOČET

Dokumentace pro provedení stavby (DPS)

Objednatel:

Statutární město Ostrava

Prokešovo náměstí 8, 729 30 Ostrava

OBSAH:

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU	3
1.1	ÚDAJE O STAVBĚ	3
1.2	ÚDAJE O STAVEBNÍKOVÍ	3
1.3	ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE	3
1.4	ÚDAJE O ZPRACOVATELI STAVEBNÍHO OBJEKTU	3
1.5	ÚDAJE O MOSTNÍM OBJEKTU	4
1.6	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU	4
1.7	SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A PŘEDPISŮ	5
2	DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ	6
2.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	7
3	STATICKÝ PŘEPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE	8
3.1	VÝPOČETNÍ MODEL	8
3.2	VÝPOČET ZATÍŽENÍ	9
3.3	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL	11
3.4	VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE	13
4	PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI ČÁSTÍ MOSTU (DLE S5/1)	18
5	ZÁVĚR	19
6	PŘÍLOHA	20

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU

1.1 ÚDAJE O STAVBĚ

Název: Revitalizace Náměstí Republiky

Stavební objekt: SO 665.1 – Rekonstrukce tramvajových mostů – most ev. č. 4793-3

Místo stavby:

Kraj: Moravskoslezský

Katastrální území: Moravská Ostrava [713520]

Stupeň dokumentace: Dokumentace pro provedení stavby (DPS)

1.2 ÚDAJE O STAVEBNÍKOVĚ

Název: Statutární město Ostrava

Sídlo: Prokešovo náměstí 8, 729 30 Ostrava

IČ: 00845451

DIČ: CZ00845451

1.3 ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE

Název: AFRY CZ s.r.o.

Sídlo: Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4

IČ: 45306605

DIČ: CZ45306605

Zastoupený: Ing. Petr Košan, jednatel

1.4 ÚDAJE O ZPRACOVATELI STAVEBNÍHO OBJEKTU

Název: AFRY CZ s.r.o.

Sídlo: Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4

Autorský kolektiv:

Odpovědný projektant
dílčí částí (SO/PS):

Ing. Vladimír Piták
autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce,
ČKAIT 3000270
tel. +421 910 224 470
e-mail: vladimir.pitak@afry.com

Ostatní zpracovatelé
dílčí částí (SO/PS):

Ing. Emília Kajánková
tel. +421 910 383 042
e-mail: emilia.kajankova@afry.com

Ing. Peter Šípek
tel. +421 903 238 765
e-mail: peter.sipek@afry.com

1.5 ÚDAJE O MOSTNÍM OBJEKTU

Objekt:	Tramvajový most na ul. 28. října přes komunikaci pro pěší v Moravské Ostravě
Správce objektu:	Statutární město Ostrava, Prokešovo náměstí 1803/8, 729 00 Ostrava
Název převáděné komunikace:	Tramvajová trať
Převáděná komunikace:	Tramvajová trať na ulici 28. října
Uhel křížení:	-
Směrové vedení:	-
Rok postavení:	1984
Staničení mostu – evidenční:	-
Staničení mostu – nové:	km 0,16100
Bod křížení	-
Úhel křížení	-
Traťový úsek:	tramvajová trať č. 1 – Přívoz – Zábřeh
Účel objektu:	Mostní objekt převádí tramvajovou trať Přes komunikaci pro pěší
Počet kolejí na mostě stávající:	3
Počet kolejí na mostě nový:	2

1.6 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU

Počet mostních otvorů:	5
Počet dilatačních celků:	5
Počet mostovkových podlaží:	jednopodlažní
Výšková poloha mostovky:	horní
Poloha hlavní nosné konstrukce:	nepohyblivá
Hmotní podstata nosní konstrukce:	masívní
Členitost nosní konstrukce:	plnostěnný
Statická funkce mostní konstrukce:	deskový
Konstrukční uspořádání mostu:	otevřeně uspořádaný
Volná výška pod mostem:	3,50 m
Nosná konstrukce:	předpjaté nosníky KA-73
Délka ŽB nosníků:	9 + 9 + 9 + 9 + 15 m
Rozpětí ŽB nosníků:	8,4 + 8,4 + 8,4 + 8,4 + 14,4 m

1.7 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A PŘEDPISŮ

- Protokol o hlavní prohlídce - datum provedení prohlídky: 20.02.2024
- Mostní list mostu pozemní komunikace - Ev. č. mostu: 4793-2
- Původní mostní list
- Stavebně-technický průzkum tramvajových mostů 03/2024
- KLMP 1/2019 Katalógové listy mostných prefabrikátov

Poznámka: Všechny vypsány předpisy, metodické pokyny a normy jsou včetně oprav, doplňků, změn a národních příloh.

Předpisy, pokyny a MVL SŽ/SŽDC a ČD (v aktuálně platném znění)

MVL 101	Prostorové uspořádání mostů
MVL 102	Přechody mezi nosnými konstrukcemi, mezi nosnou konstrukcí a opěrou, mezi spodní stavbou a tělesem železničního spodku
SŽ S5/1	Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů
SŽDC S 3	Železniční svršek
SŽDC S 4	Železniční spodek

Evropské (v aktuálně platném znění)

ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1 vlastní	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 206+A2	Beton: Specifikace vlastností, výroba a shoda
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí

Normy ostatní (v aktuálně platném znění)

ČSN 73 6200	Mosty – Terminologie a třídění
ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů

Smluvní podklady

- požadavky zadavatele uvedené ve smlouvě o dílo
- Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby „Rekonstrukce a revitalizace Náměstí republiky“ zpracovaná společností Dopravoprojekt Ostrava a.s., se sídlem: Masarykovo nám. 5/5, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava, IČO: 42767377, pod zakázkovým číslem 190241,
- Diagnostický průzkum mostu ev. č. 4793-2 zpracovaný společností TESTSTAV, spol. s r.o., se sídlem: Ostrava - Bělský Les, Františka Lýska 1599/6, PSČ 70030, IČO: 62301268.

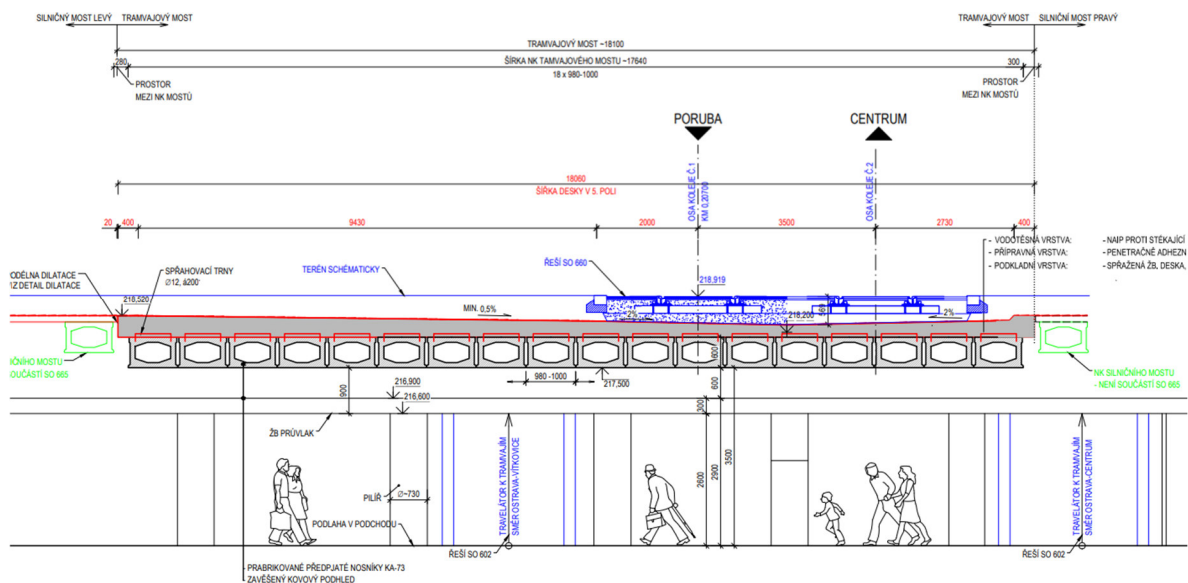
Geodetické a mapové podklady

- geodetické zaměření stávajícího stavu, SŽG Praha

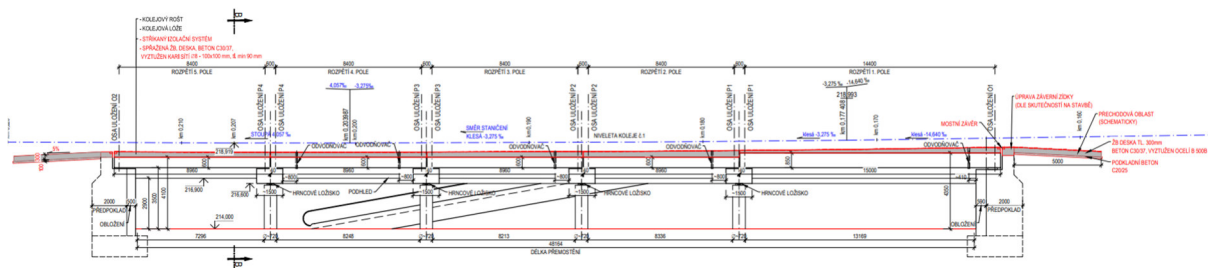
- katastrální mapa digitalizovaná
- ortofotomapa, WMS služba ČÚZK

2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

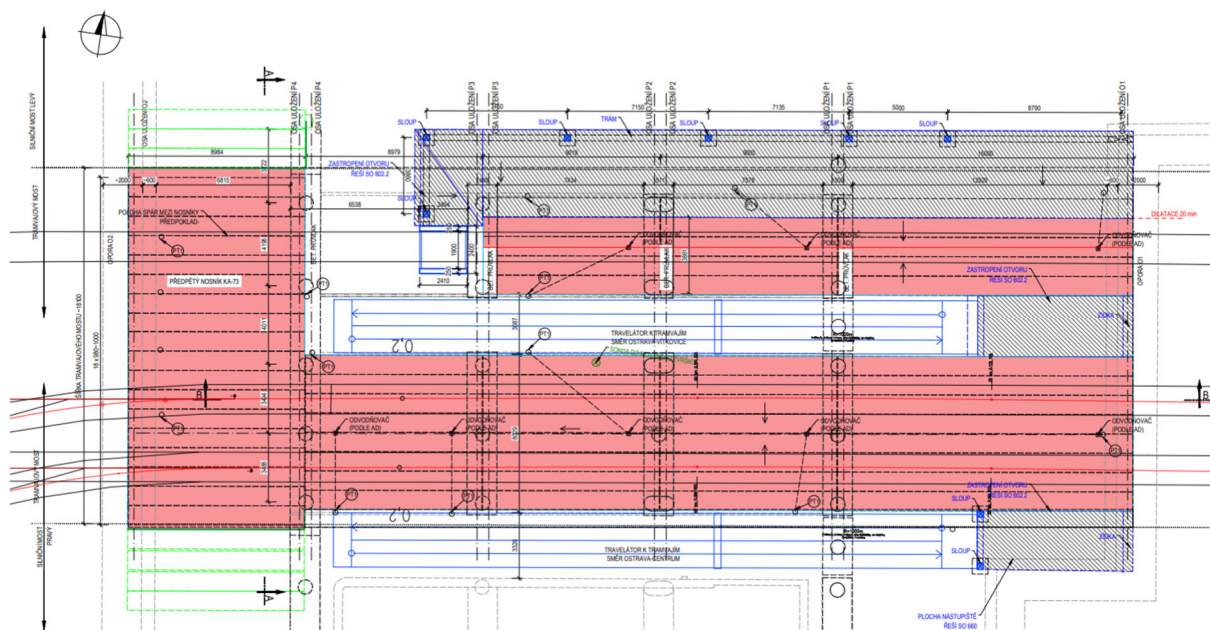
Příčný řez



Podélný řez



Půdorys



2.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Nosnou konstrukci tvoří prefabrikované předpjaté komorové nosníky typu KA – 73, které jsou uloženy na lepenku na železobetonových příčných. V příčném směru je v polích 1 a 5 použito 18 ks nosníků. V polích 2, 3 a 4 jsou vynechány nosníky v místě přístupových ramp na nástupiště tramvají. Rampy jsou od nosné konstrukce odděleny dilatací. Příčníky jsou uloženy na podpěrách 2, 4 a 5 pomocí hrncových všesměrně posuvných ložisek. Na podpěře 3 je použito pevné uložení bez ložisek.

Počet polí: 4

Světlost kolmá:	8,4 m
Konstrukční výška:	0,80 m
Rozpětí pole:	9,0 m
Převažující materiál:	Předpjatý beton PREFA, nosníky KA-73
Druh stat. působení:	deska prostá

Počet polí: 1

Světlost kolmá:	14,4 m
Konstrukční výška:	0,80 m
Rozpětí pole:	15,0 m
Převažující materiál:	Předpjatý beton PREFA, nosníky KA-73
Druh stat. působení:	deska prostá

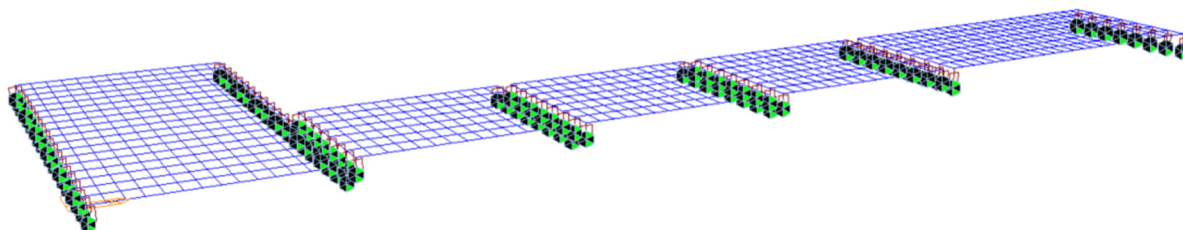
3 STATICKÝ PŘEPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE

3.1 VÝPOČETNÍ MODEL

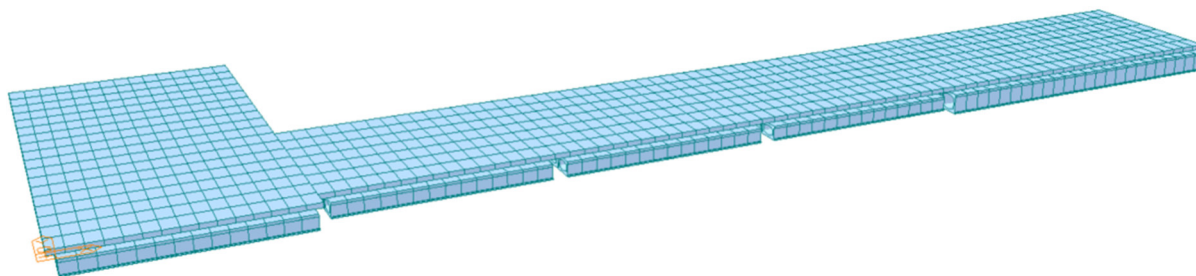
Výpočetní model nosné konstrukce byl analyzován ve výpočetním prostředí systému Midas Civil. Nosná konstrukce byla modelována prutovými prvky. Příčný řez nosníků byl uvažován podle KLMP 1/2019. Konstrukce působí jako prostě podepřená s rozpětím 8,4+8,4+8,4+14,4m. V poli 1 je v příčném směru uvažováno 19 nosníků v poli 2 až 5 je uvažováno 8 nosníků. V příčném směru působí nosná konstrukce jako „žaluziová deska“.

Jednotlivé nosníky byly modelovány jako prutové 1D prvky, přičemž jako základní materiál byl zadán beton pevnostní třídy C25/30 s modulem pružnosti $E=31\text{GPa}$, což vyplynulo z výsledků stavebně technického průzkumu. Nosníky byly v příčném směru propojeny pomocí prutových 1D prvků s tuhostí odpovídající vyrovnávacímu betonu ale s měrnou hmotností 0kg/m^3 , které sloužily k roznosu zatížení od dopravy.

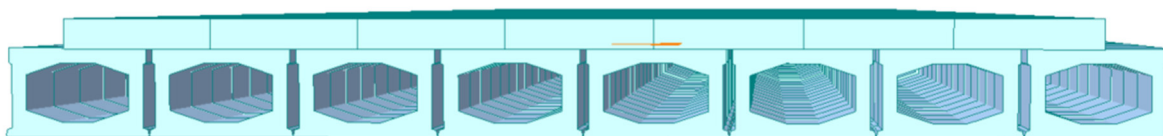
Všechna zatížení byla modelována ve své reálné podobě a přesně podle požadavků ČSN EN 1991. Uložení nosné konstrukce v modelu bylo podle dispozičního řešení, přičemž respektovalo možné posunutí a pootočení podle ložisek.



Obr. 1 Geometrické schéma výpočetního modelu



Obr. 2 Rendering konstrukce



Obr. 3 Detail nosníků

3.2 VÝPOČET ZATÍŽENÍ

3.2.1 Stále zatížení

Vlastní váha

Vlastní váha nosné konstrukce je vygenerována programem Midas Civil, na základě zadaných tloušťek průřezů konstrukce. Objemová hmotnost zadaného betonu C25/30 je $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Mostní svršek

šterkové lože

$$0,47\text{m} \cdot 20\text{kN}\cdot\text{m}^{-3} = 9,40\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

Pro mezní stavy únosnosti bereme charakteristickou hodnotu o 30% větší anebo menší – v souladu s doporučeními ČSN EN 1990, tedy

$$1,3 \cdot 9,40\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} = 12,22\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} \text{ resp. } 0,7 \cdot 9,40\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} = 6,58\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

přetížení kolej. lože beton. pražci s upevňovacími (1,5kN/m)

$$1,5\text{kN}\cdot\text{m}^{-1} / 2,95\text{m} = 0,51\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

2 kolejnice (1,2 kN/m)

$$1,2\text{kN}\cdot\text{m}^{-1} / 2,95\text{m} = 0,41\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

izolace, ochrana izolace

$$0,01\text{m} \cdot 24\text{kN}\cdot\text{m}^{-3} = 0,24\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

Pro mezní stavy únosnosti bereme charakteristickou hodnotu o 20% větší anebo menší – v souladu s doporučeními ČSN EN 1990, tedy

$$1,2 \cdot 0,24\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} = 0,29\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} \text{ resp. } 0,7 \cdot 0,24\text{kN}\cdot\text{m}^{-2} = 0,17\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

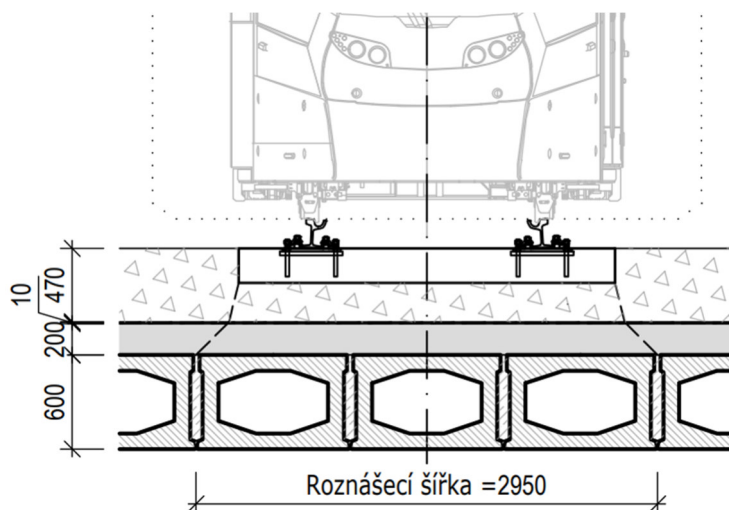
betonová zídka pro zastřešení

$$0,75\text{m}^2 \cdot 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3} = 18,75 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

betonová deska

$$0,2\text{m} \cdot 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3} = 5,0\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

Roznos zatížení je na mostě uvažován ve sklonu 4:1 v šterkovém loži a 1:1 v betonové desce. Na základě toho je uvažována roznášecí šířka nosné konstrukce, která vzdoruje zatížení z kolejového roštu uvažována hodnotou 2,95 m, podle obr.4:



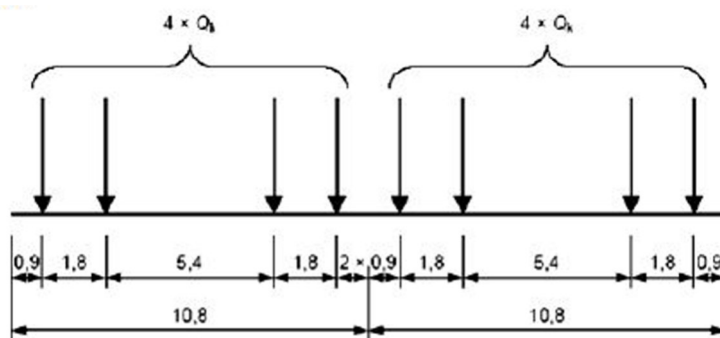
Obr. 4 Schéma roznosu zatížení

3.2.2 Proměnné zatížení

Pohyblivé zatížení kolejovými vozidly městské kolejové dopravy

Tato zatížení jsou definována normou ČSN EN 1991-2.

Svislé zatížení



Obrázek NA.7 – Zatěžovací souprava tramvajových vozidel, vzdálenosti v m

Obr. 5 Zatěžovací souprava tramvajových vozidel

Charakteristické hodnoty svislého zatížení nápravových sil:

$$Q_k = 120 \text{ kN}$$

Dynamický součinitel ϕ_t pro svislé pohyblivé zatížení městskou kolejovou dopravou pro rychlost $v \leq 80 \text{ km/h}$

$$L_\phi = L = 14,4 \text{ m}$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{14,4} - 0,2} + 0,73 = 1,33$$

$$\phi_t = 1 + 0,85 \cdot (\Phi_3 - 1) = 1 + 0,85 \cdot (1,33 - 1) = 1,28$$

$$L_\phi = L = 8,4 \text{ m}$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = \frac{2,16}{\sqrt{8,4} - 0,2} + 0,73 = 1,53$$

$$\phi_t = 1 + 0,85 \cdot (\Phi_3 - 1) = 1 + 0,85 \cdot (1,53 - 1) = 1,45$$

Boční ráz

Účinek bočních rázů tramvajových vozidel se nahrazuje vodorovnou silou 30kN působící v nejúčinnější poloze v úrovni temene kolejnice, kolmo kosi koleje.

Odstředivé síly

Jelikož se nosná konstrukce nenachází ve směrovém oblouku, s odstředivými silami se neuvažuje.

Rozjezdové a brzdné síly

U tramvajových mostů se uvažují účinky rozjezdových a brzdných sil působících v úrovni pojízdné hrany kolejnice. Rozjezdové síly působí proti směru jízdy, brzdné síly ve směru jízdy. Velikost rozjezdové a brzdné síly tramvajových vozidel se uvažuje 15% svislého pohyblivého zatížení.

3.3 VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

Výpočet vnitřních sil byl realizovaný na výpočtovém prutovém modelu pomocí programu midas Civil.

3.3.1 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení respektují požadavky ČSN EN.

Kombinování stálých zatížení „G“

Základné kombinační pravidlo pro stále zatížení uvádí následovná tabulka. Při zatížitelnosti se při stanovení návrhových hodnot stálých zatížení použijí hodnoty dílčích součinitelů účinků stálých zatížení γ_G na základě tab.1 SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů.

Tab. 1 Dílčí součinitele účinků stálého zatížení

Dílčí součinitele účinků stálého zatížení γ_G					
Prvky nebo části mladší než 30 let		Prvky nebo části starší než 30 let			
Ocelové a prefabrikované betonové prvky	Prvky z ostatních materiálů	Ocelové a prefabrikované betonové prvky		Prvky z ostatních materiálů	
		Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly	Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly
1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	1,30

Kromě součinitelů zatížení sú teda v případě štěrkového lože a izolace uváděné horní a dolní hranice pro určení charakteristické hodnoty.

Tab. 2 Kombinování stálých zatížení

Stále zatížení "G"	Koeficient charak. hodnoty	Součinitele zatížení		
	max	min	γ_{Gsup}	γ_{Ginf}
Vlastní tíha	1	-	1,30	1
Izolace	1,2	0,8	1,30	1
Kolejové lože	1,3	0,7	1,30	1
Ostatní stále	1	-	1,30	1

Skupiny zatížení od železniční dopravy „Q“

Dílčí součinitele γ_Q a součinitele kombinace Ψ_Q se pro mosty městské kolejové dopravy uvažují jako pro mosty železniční dopravou dle ČSN EN 1990/A1.

Dílčí součinitel γ_Q účinků svislého proměnného zatížení železniční dopravou, se při určování zatížitelnosti jednotlivých prvků mostního objektu uvažuje v závislosti na stáří prvku mostního objektu a jeho plánované zbytkové životnosti následujícími hodnotami:

- pro nosné prvky stávajících mostních objektů starší 30 let: $\gamma_Q = 1,30$.

Svislé proměnné zatížení železniční dopravou a zatížení rozjezdovými a brzdnými silami se při přepočtu mostního objektu zohledňuje modelem zatížení 71 podle 6.3.2 v ČSN EN 1991-2 se součinitelem $\alpha = 1,00$

Tab. 3 Skupiny zatížení městskou kolejovou dopravou

Tabulka NA.9 – Stanovení sestav zatížení městskou kolejovou dopravou
(charakteristické hodnoty vícetřížkových zatížení)

Počet kolejí na konstrukci			Sestavy zatížení			Svislé síly	Vodorovné síly			Poznámka
			odkazy na NA ČSN EN 1991-2			na základě NA.2.51.2.2.1	NA.2.51.2.2.4	NA.2.51.2.2.3	NA.2.51.2.2.5	
1	2	≥ 3	Počet zatížených kolejí	Sestava zatížení ⁽⁴⁾	Zatížená kolej	Zatěžovací souprava tramvaje nebo metra	Rozjezd, brzdění ⁽¹⁾	Odstředivá síla ⁽¹⁾	Boční ráz ⁽¹⁾	
			1	gr 111	T ₁	1	1 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾	max. svislá 1 s max. podélnou
			1	gr 112	T ₁	1	0,5 ⁽³⁾	1 ⁽³⁾	1 ⁽³⁾	max. svislá 2 s max. příčnou
			1	gr 113	T ₁	1 ⁽²⁾	1	0,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾	max. podélná
			1	gr 114	T ₁	1 ⁽²⁾	0,5 ⁽³⁾	1	1	max. boční
			2	gr 121	T ₁ T ₂	1 1	1 ⁽³⁾ 1 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	max. svislá 1 s max. podélnou
			2	gr 122	T ₁ T ₂	1 1	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	1 ⁽³⁾ 1 ⁽³⁾	1 ⁽³⁾ 1 ⁽³⁾	max. svislá 2 s max. příčnou
			2	gr 123	T ₁ T ₂	1 ⁽²⁾ 1 ⁽²⁾	1 1	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	max. podélná
			2	gr 124	T ₁ T ₂	1 ⁽²⁾ 1 ⁽²⁾	0,5 ⁽³⁾ 0,5 ⁽³⁾	1 1	1 1	max. boční
			≥ 3	gr131	T _i	0,75	0,75 ⁽³⁾	0,75 ⁽³⁾	0,75 ⁽³⁾	přídavný zatěžovací případ

Kombinace s ostatními zatíženími

Kombinace návrhových hodnot zatížení se vytvořili dle ČSN EN 1990. Při kombinaci s ostatními zatíženími platilo pravidlo, že dominantním zatížením je městská kolejová doprava.

$$„G_k” + „Q_k” + \Psi_{0,k} \cdot \gamma_F \cdot Q_{k,i}$$

Kde za „G” a „Q” je potřebné dosadit jednu z alternativ uvedenou v tabulkách tab.2 a tab. 3.

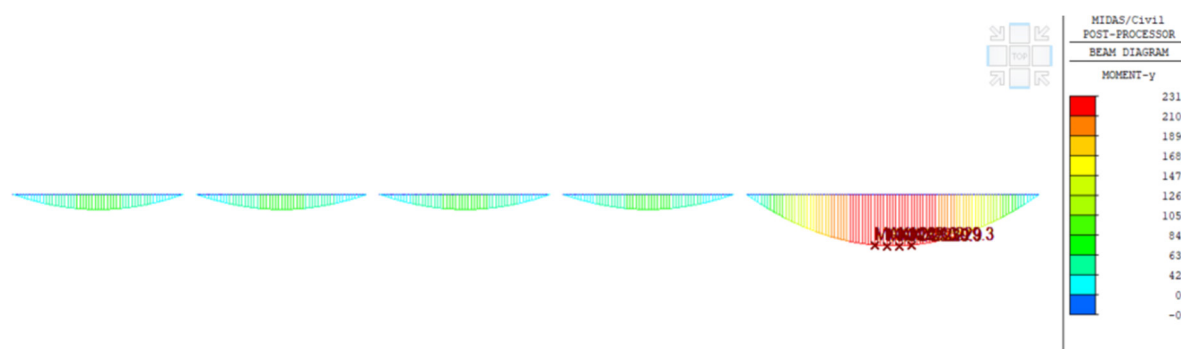
3.4 VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE

Zatížitelnost nosné konstrukce mostu určíme v rozhodujících průřezích z hlediska únosnosti a použitelnosti. Zatížitelnost se stanovuje pro zatěžovací model tramvaje.

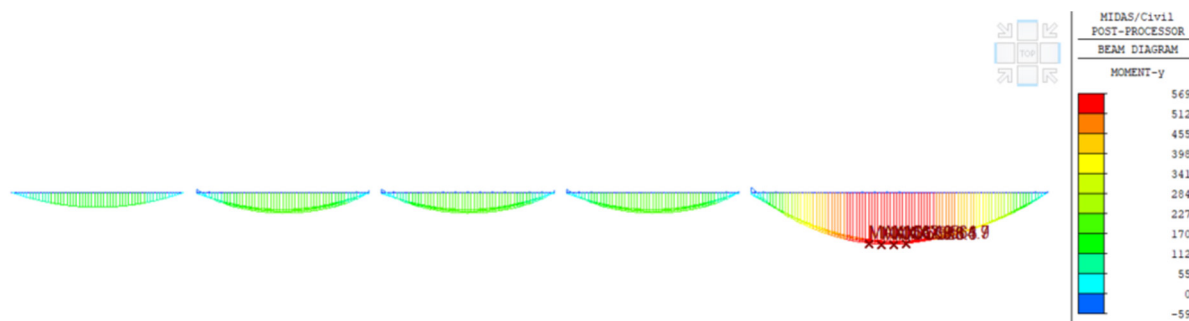
Rok výstavby mostu je podle mostního listu datován do roku 1984. Zatížení působící na nosnou konstrukci se v té době uvažovala podle skutečných tloušťek jednotlivých vrstev a podle skutečného působícího zatížení. Momenty odolnosti průřezu byly stanoveny podle dovolených namáhání. V současnosti jsou mostní konstrukce dimenzované podle polopravděpodobnostních metod (mezních stavů), čímž dochází ke značným rozdílům při stanovení únosnosti jednotlivých prvků. Z toho důvodu byla zatížitelnost nosné konstrukce stanovena pouze z **charakteristických hodnot**.

3.4.1 Vnitřní síly

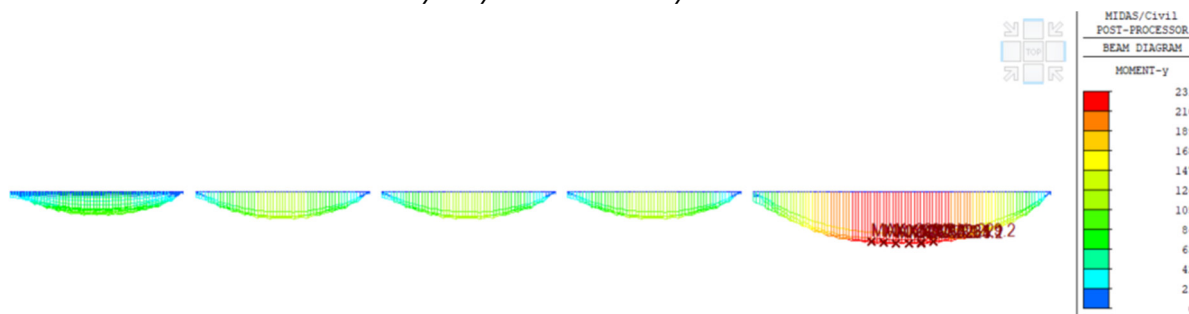
Výpočet vnitřních sil byl realizován na výpočetním modelu pomocí programu Midas Civil (Obr. 1 Obr. 2 Obr. 3).



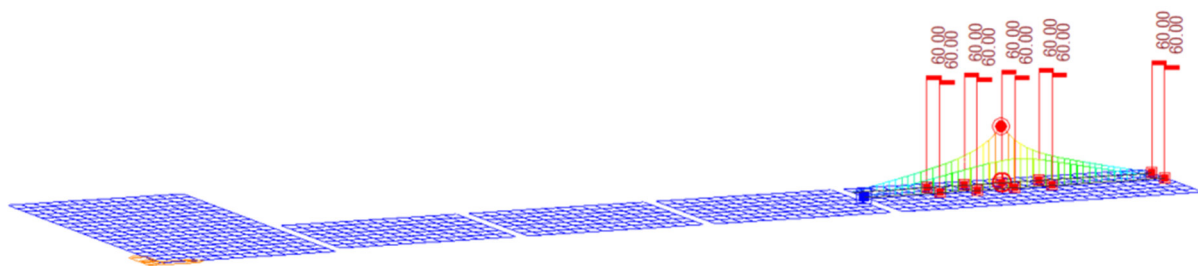
Obr. 6 Průběh ohybových momentu M_y od vlastní tíže



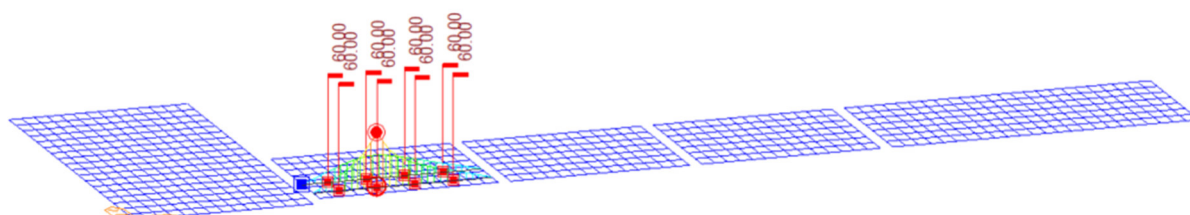
Obr. 7 Průběh ohybových momentu M_y od ostatní stálá zatížení



Obr. 8 Průběh ohybových momentu M_y od tramvaje



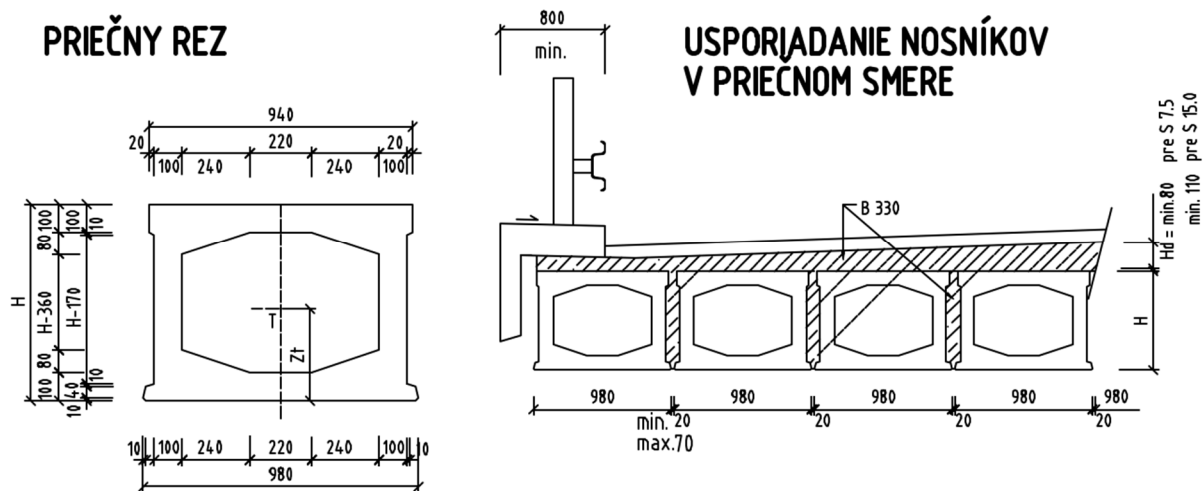
Obr. 9 Postavení tramvaje pro vyvození max. ohybových momentů (rozpětí 14,4m)



Obr. 10 Postavení tramvaje pro vyvození max. ohybových momentů (rozpětí 8,4m)

3.4.2 Posouzení únosnosti průřezu

Určení únosnosti průřezu bylo určeno z katalogových mostních prefabrikátů KLMP 1/2019.



ZÁKLADNĚ ROZMERY A SPOTREBA HLAVNÝCH STAVEBNÝCH HMŮT NA JEDEN NOSNÍK TYP "A"

DĚLKA (m)	ZÁKLADNĚ ROZMERY (m)		BETÓN		OCEĚ MÁK+TVR.
	VÝROB. DĚLKA	H VÝŠKA	KUBATÚRA (m³)	HMOTNOST (t)	HMOTNOST (kg)
9	8.96	0.60	2.78	7.09	520.52
10	9.96	0.60	3.03	7.89	603.79
11	10.96	0.60	3.34	8.68	654.32
12	11.96	0.60	3.64	9.47	699.75
13	12.96	0.70	4.21	10.94	795.10
14	13.96	0.70	4.53	11.79	850.29
15	14.96	0.70	4.86	12.63	899.91
16	15.96	0.85	5.66	14.71	1047.12
17	16.96	0.85	6.02	15.64	1107.84
18	17.96	0.85	6.37	16.56	1162.27

PRIEREZOVÉ VELIČINY

TYPOVÁ DĚLKA (m)	MOMENT ZOTRVAČNOSTI PRIER. V KRÚTENÍ J_k (m⁴)	MOMENT ZOTRVAČNOSTI PRIEREZU J_t (m⁴)	ŤAŽISKA OD SP. OKRAJA Z_t (m)	PLOCHA PRIEREZU A (m²)
9	0.024615	0.013887	0.300	0.3066
12	0.024615	0.013943	0.300	0.3066
15	0.032914	0.020760	0.350	0.3266
18	0.046452	0.034213	0.425	0.3566

DIMENZAČNÉ VELIČINY

TYPOVÁ DĚLKA (m)	ROZPĀTIE NOSNÍKA (m)	DYMEZAČNÝ SÍČINITEĽ δ	OH. MOMENT M_g (MNm)	PODPEROVÁ REAKCIA Q_g (MN)	DYMEZAČNÝ MOMENT M_{dim} (MN m)	PODPEROVÁ REAKCIA BEZ δ Q_{dim} (MN m)
9	8.40	1.22	0.0703	0.0355	0.4183	0.2561
12	11.40	1.18	0.1295	0.0474	0.6448	0.2954
15	14.40	1.15	0.2201	0.0631	0.9380	0.3404
18	17.40	1.12	0.3509	0.0828	1.3114	0.3940

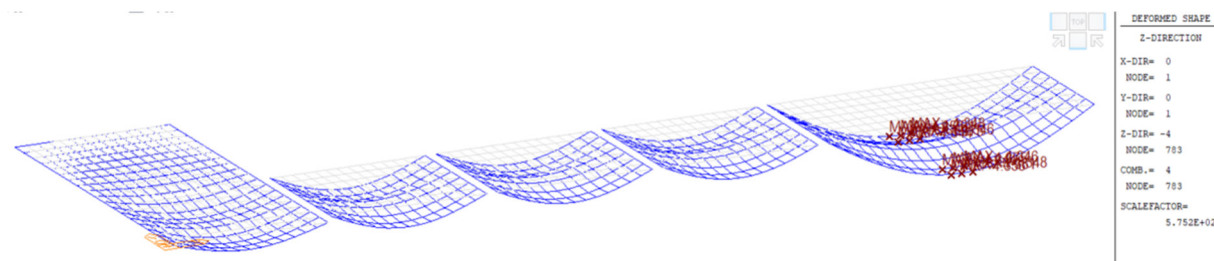
POZNÁMKY:

ROK ZAČĀTIA VÝROBY: 1973
 VÝROBCA:
 TRIEDA BETÓNU: B 500 (ČSN 732400)
 PREDPĪNACIA VÝSTUŽ: Φ PZ 4.5
 BETONÁRSKA VÝSTUŽ: 10 400 (B)

POSOUZENÍ PRETVORENÍ

3.4.3 Posouzení průhybu nosné konstrukce

Průhyby od stálých a dlouhodobých zatížení, jakož i jejich případné zvětšování vlivem dotvarování jsou eliminovány výškou šterkového lože, resp. správnou kontrolou a podbíjením koleje. Potřebné je tedy ověřit mezní průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje.



Průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje rozpětí 14,4m:

$$f_{\text{tramvaj}} = 4,4\text{mm}$$

Maximální průhyb od klasifikovaného charakteristického svislého zatížení umístěného na moste je:

$$f_{\text{lim}} \leq \frac{L}{600} = \frac{14400}{600} = 24,0\text{mm} \rightarrow f_{\text{lim}} = 24,0\text{mm}$$

$$f_{\text{tramvaj, red}} \cdot \Phi \cdot \alpha = 4,4 \cdot 1,45 \cdot 1,0 = 6,4\text{mm} < f_{\text{lim}} = 24,0\text{mm}$$

⇒ **vyhovuje**

Ověření pohodlí cestujících:

Průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje včetně dynamického součinitele ($\varphi = 1,0$)

$$f_{lim} \leq \frac{L}{800} = \frac{14400}{800} = 18,0\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 18,0\text{mm}$$

$$f_{tramvaj, red} \cdot \varphi = 4,4 \cdot 1,00 = 4,4\text{mm} < f_{lim} = 18,0\text{mm}$$

⇒ **vyhovuje**

Průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje rozpětí 8,4m:

$$f_{tramvaj} = 2,0\text{mm}$$

Maximální průhyb od klasifikovaného charakteristického svislého zatížení umístěného na moste je:

$$f_{lim} \leq \frac{L}{600} = \frac{8400}{600} = 14,0\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 14,0\text{mm}$$

$$f_{tramvaj, red} \cdot \Phi \cdot \alpha = 2,0 \cdot 1,45 \cdot 1,0 = 2,9\text{mm} < f_{lim} = 14,0\text{mm}$$

⇒ **vyhovuje**

Ověření pohodlí cestujících:

Průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje včetně dynamického součinitele ($\varphi = 1,0$)

$$f_{lim} \leq \frac{L}{800} = \frac{8400}{800} = 10,5\text{mm} \rightarrow f_{lim} = 10,5\text{mm}$$

$$f_{tramvaj, red} \cdot \varphi = 2,0 \cdot 1,00 = 2,0\text{mm} < f_{lim} = 10,5\text{mm}$$

⇒ **vyhovuje**

3.4.4 Výpočet zatížitelnosti

Zatížitelnost nosné konstrukce mostu určíme v rozhodujícím průřezu z hlediska únosnosti a použitelnosti. Zatížitelnost se stanovuje pro zatěžovací model tramvaje.

Zatížitelnost z ohybové únosnosti - pole s rozpětím 14,4m

- charakteristické vnitřní síly od všech zatížení kromě modelu tramvaje

$$M_{y,rs} = M_{g1,d} + M_{g2,d} = 231 + 569 = 800,00 \text{ kNm}$$

- návrhové vnitřní síly od modelu tramvaje

$$M_{y,tramvaj} = 1,28 \cdot 231 = 295,68 \text{ kNm}$$

- návrhová odolnost průřezu

$$M_{y,Rd} = 1311,4 \text{ kNm}$$

- zatížitelnost

$$Z_{tramvaj} = \frac{M_{y,Rd} - M_{y,rs}}{M_{y,tramvaj}} = \frac{1311,4 - 800}{295,68} = 1,73$$

Zatížitelnost z ohybové únosnosti - pole s rozpětím 8,4m

- charakteristické vnitřní síly od všech zatížení kromě modelu tramvaje - pole s rozpětím 8,4m

$$M_{y,rs} = M_{g1,d} + M_{g2,d} = 68 + 226 = 294 \text{ kNm}$$

- návrhové vnitřní síly od modelu tramvaje

$$M_{y,tramvaj} = 1,45 \cdot 121 = 175,45 \text{ kNm}$$

- návrhová odolnost průřezu

$$M_{y,Rd} = 418,3 \text{ kNm}$$

- zatížitelnost

$$Z_{tramvaj} = \frac{M_{y,Rd} - M_{y,rs}}{M_{y,tramvaj}} = \frac{418,3 - 294}{175,45} = 0,71$$

Zatížitelnost z průhybu uprostřed - pole s rozpětím 14,4m

– *průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje:*

$$f_{\text{tramvaj}} = 4,4\text{mm}$$

– *limitní průhyb:*

$$f_{\text{lim}} = 18,0\text{ mm}$$

– *zatížitelnost:*

$$Z_{\text{tramvaj}} = \frac{f_{\text{lim}}}{f_{\text{tramvaj}} \cdot \delta} = \frac{18,0}{4,4} = 4,09$$

Zatížitelnost z průhybu uprostřed - pole s rozpětím 8,4m

– *průhyb od zatěžovacího modelu tramvaje:*

$$f_{\text{tramvaj}} = 2,0\text{mm}$$

– *limitní průhyb:*

$$f_{\text{lim}} = 10,5\text{ mm}$$

– *zatížitelnost:*

$$Z_{\text{tramvaj}} = \frac{f_{\text{lim}}}{f_{\text{tramvaj}} \cdot \delta} = \frac{10,5}{2,0} = 5,25$$

V Žiline 05/2024

Ing. Peter Šípek

4 PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI ČÁSTÍ MOSTU (DLE S5/1)

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): Tram. trať č. 1, Přívoz-Zábřeh

DÚ:

km:

		0	,	1	6	1
--	--	---	---	---	---	---

B. Identifikace části mostu

 Část mostu: nosná konstrukce / ~~opěra~~ / ~~pilíř~~,

poř. číslo 1,2,3,4,5... , pod kolejí č. 1,2....

(ve směru staničení)

C. Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti:.....0.... Výpočtový model: 3D prutový model s deskostěnovými prvky....

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

	na začátku		uprostřed		na konci	
poloměr oblouku	přímá	[m]	přímá	[m]	přímá	[m]
převýšení koleje	0	[mm]	0	[mm]	0	[mm]
excentricita osy koleje	0	[m]	0	[m]	0	[m]

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

- Uvažováno se skutečnými vlastnostmi betonu dle materiálových zkoušek

Datum zjištění technického stavu mostu

zpracovatelem přepočtu

21

03

2024

Poznámka k části mostu či k rozhodující poloze zatížení:

Poř. číslo	Prvek ⁴⁾	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	φ _i	L _φ	γ _{Q,LM}	Viz číslo strany přepočtu	Z _{LM}	Poznámky ³⁾
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15
1	Podélný směr	MSP	ohyb		M	14,4	1,28	14,4	1,0	16	1,73	Uvažováno char. zatížení
2	Podélný směr	MSP	ohyb		M	8,4	1,45	8,4	1,0	16	0,71	Uvažováno char. zatížení
3	Podélný směr	MSP	Svislý průhyb		M	14,4	1,28	14,4	1,0	17	4,09	
4	Podélný směr	MSP	Svislý průhyb		M	8,4	1,45	8,4	1,0	17	5,25	

Dne: 25 03 2024 , zatížitelnost určil:

Ing. Peter Šípek, Ing. Vladimír Piták (číslo autorizace 3000270)

5 ZÁVĚR

Pro stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce byl zpracovaný statický výpočet, kde byla ověřena statická únosnost nosné konstrukce. Vzhledem ke stávajícím skutečnostem, byla nosná konstrukce posouzená na charakteristické zatížení. Dle výsledku, které zpracoval Ing. Jakub Vašek z Dopravoprojektu Ostrava (viz příloha) je možné předpokládat, že zatížitelnost mostu je 96t.

Na základě provedených statických výpočtů, a dle výsledků Dopravoprojektu Ostrava, je možné konstatovat, že nosná konstrukce bude po zhotovení navrhovaných konstrukčních úprav a za dodržení běžné údržby spolehlivě plnit požadovanou funkci.

6 PŘÍLOHA



Projektová, inženýrská a konzultační organizace

Váš dopis zn.:

Ze dne:

Naše značka:

 Vyřizuje: **Ing. Jakub Vašek**

Telefon: +420 731 803 784

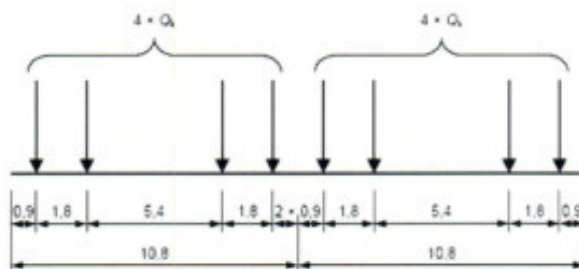
E-mail: j.vasek@dpova.cz

Datum: 06.02.2024

Ing. Roman Maceček
Dopravní podnik Ostrava a.s.
 Poděbradova 494/2
 702 00 Ostrava, Moravská Ostrava

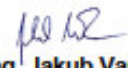
Projekt: Tramvajové mosty na ul. Plzeňská ev. č. 5-022 a 5-023
 Předmět: Oprava zatížitelnosti tramvajových mostů 5-022 a 5-023

Při kontrole evidence tramvajových mostů ev. č. 5 – 022 a 5 – 023 bylo v mostních listech (Ing. Sandriová 04/2017) a prvních hlavních mostních prohlídkách (Ing. Zajíc 10/2017) uvedena zatížitelnost 48 t. V souladu s normou pro návrh mostů, tj. ČSN EN 1991 – 2, bylo v realizační dokumentaci uvažováno s normovým vozidlem o dvou vosech s celkovou tonáží 2×48 t. Tento postup odpovídá aktuálně platné normě ČSN EN 1991 – 2/Z4 čl. NA.2.51.2.2.10. Uvedená zatížitelnost je tedy myšlena pro jeden 4 nápravový vůz s tonáží jedné nápravy 12 t.



Obrázek NA.7 – Zatěžovací souprava tramvajových vozidel, vzdálenosti v m

Při srovnání vozového parku Dopravního podniku Ostrava a.s. s normovým vozidlem je zřejmé, že používané tramvaje mají minimálně dva vozy. Typy používaných vozidel odpovídají více celé normové soupravě než jednomu vozidlu. S přihlédnutím k provedeným statickým výpočtům, statickému schématu předmětných mostů a používaných vozidel upravujeme z pozice autora RDS, HMP a ML zatížitelnost mostů ev. č. 5 – 022 a 5 – 023 na 96 t. Tato zatížitelnost je brána jako normální a značí největší okamžitou celkovou hmotnost tramvajové soupravy o 8 nápravách s maximální hmotností na nápravu 12 t dle uvedeného schématu jet po předmětných mostech bez doplňujících omezení.


Ing. Jakub Vašek
 Vedoucí projektant


DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.
 Masarykovo náměstí 5/5,
 Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava

Příloha: Revidované ML mostů ev. č. 5-022 a 5-023