


Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

Číslo zakázky:	192 18 00	HIP:	Ing. Jan Komanec	 Praha 4, Bezová 1658, 147 14 tel.: (+420) 244062215 fax: (+420) 244461038
		606606960, jkm@pontex.cz	<i>Komanec</i>	
Schválil:	Ing. Václav HVÍZDAL	Zodp. projektant:	Ing. Michal CHŮRA	
	<i>Hvizdal</i>	777598859, chura@pontex.cz	<i>Chura</i>	
Tech. kontrola:	Ing. Jan VESELÝ	Vypracoval:	Ing. Michal CHŮRA	
	<i>Vesely</i>		Ing. Václav KVASNIČKA	

Objednatel:	Město Žďár nad Sázavou	Obec:	Žďár nad Sázavou	Kraj:	Vysočina
Akce:	LÁVKY L5 A L6 ŽĎÁR NAD SÁZAVOU STAVEBNÍ ČÁST-D2 SO 202 – LÁVKA L6 NÁBŘEŽNÍ			Datum	Stupeň
				10/2020	PDPS
				Souprava	Č. přílohy
Část:	STATICKÝ A DYNAMICKÝ VÝPOČET				D28
Objekt:					
Příloha:					

STATICKÝ VÝPOČET

1.	Úvod, podklady	3
2.	Technické řešení	3
3.	Zatížení	3
3.1.	Zatížení chodci	3
3.2.	Ostatní stálé zatížení	3
4.	Použité normy	3
5.	Použité programy	3
6.	Podélný řez	3
7.	Příčný řez	4
8.	Způsob výpočtu	4
9.	Model konstrukce	4
10.	Uzly	4
11.	Pruty	4
12.	Materiály	5
13.	Průřezové charakteristiky	5
14.	Vedení předpětí	5
15.	Předpětí	5
16.	Zatěžovací stavy	5
17.	Kombinace zatížení	6
18.	Výsledné vnitřní síly	6
19.	Výsledky napětí	7
20.	Deformace	10
21.	Posouzení průřezů	10
22.	Závěr	11

Předmětem statického výpočtu je návrh nosné konstrukce lávky L6 Nábřeží přes řeku Sázavu na místní pěší komunikaci ve Žďáru nad Sázavou dle platných evropských předpisů. Předmětem je návrh dimenzí nosné konstrukce lávky a dále systému, množství a rozmístění předpětí NK. Spodní stavba a založení mostu není předmětem tohoto statického výpočtu.

Nosnou konstrukci lávky o rozpětí 25m tvoří dva prefabrikované nosníky celkové šířky 4 m vyztužené každý třemi podélnými trámy šířky 0.16-0.2m z předem předpjatého UHPC betonu. Mostovka je vysoká 0.85m a je ukončena příčnicí tl. 0.3m. Beton nosné konstrukce je UHPC C110/130. Jako předpínací výztuž jsou použita lana $\varnothing 15,7\text{mm}$ z oceli 1660/1860 MPa s velmi nízkou relaxací.

Zatížení teplotou nebylo v tomto stupni dokumentace na prostém poli uvažováno.

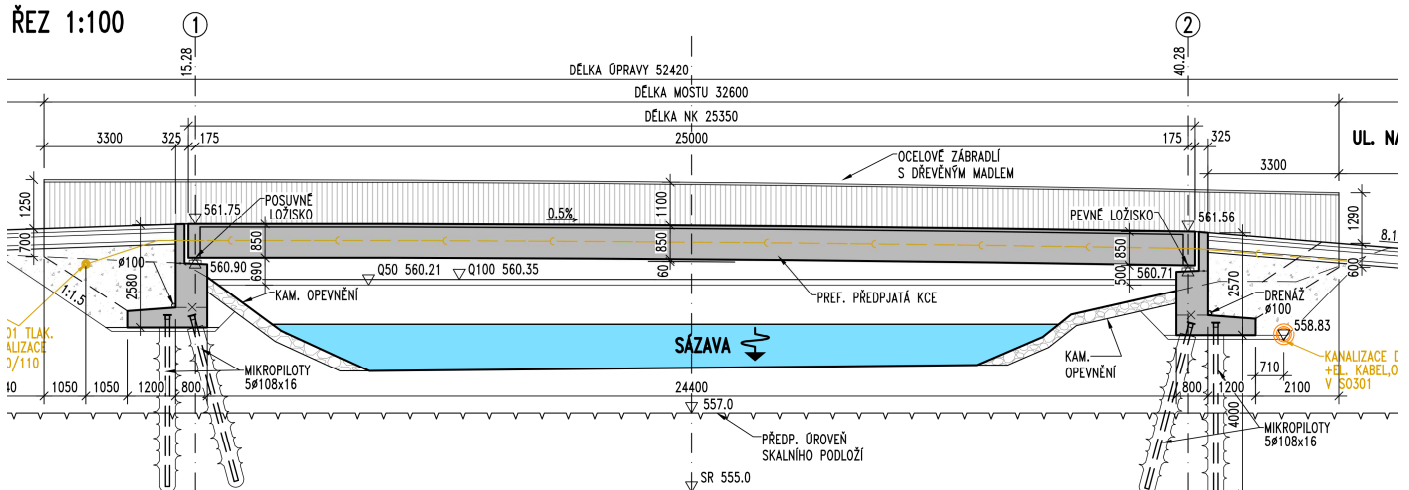
Bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-2 hodnotou 5kN/m².

Izolace	$q_v = 4 \cdot 0.005 \cdot 25 = 0.50$; kN/m
Zábradlí	$q_z = 2 \cdot 0.43 = 0.86$; kN/m
Sítě	$q_{is} = 2 \cdot 0.31 = 0.62$; kN/m
Celkem most	$q = q_v + q_z + q_{is} = 1.98$; kN/m

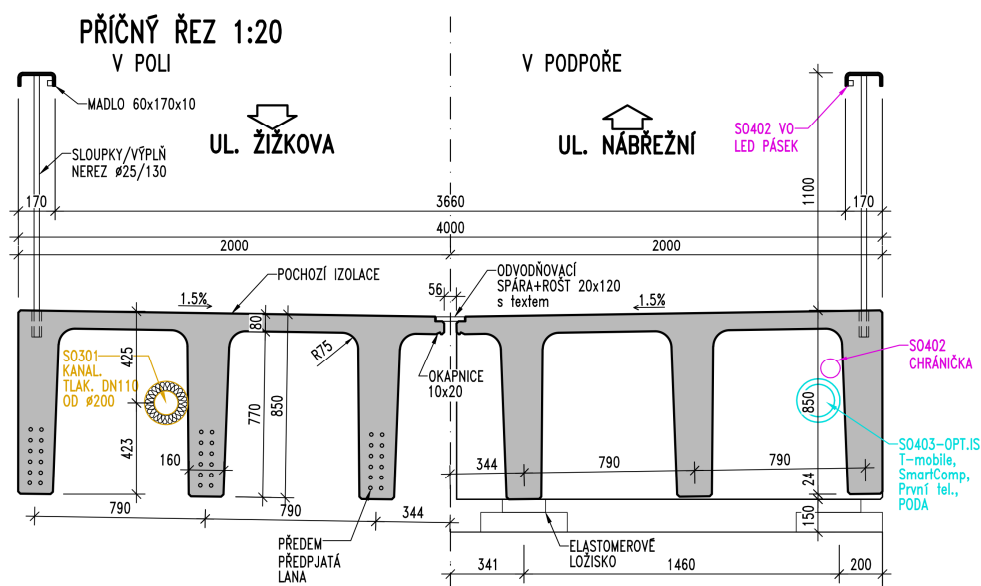
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení
- ČSN EN 1991-2 ed.2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových 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

- MIDAS Civil - © Midas Information Technology Co., Ltd., South Korea
- Microsoft Excel – tabulkový procesor, © Microsoft Inc.

ŘEZ 1:100



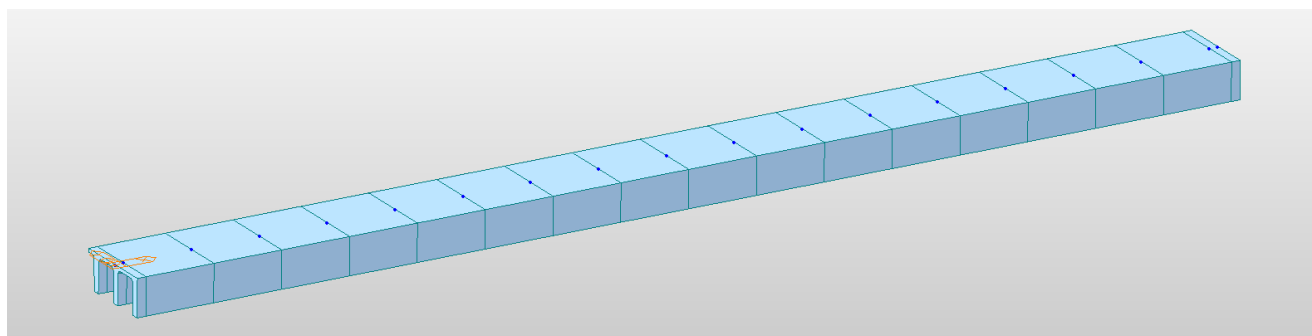
7. Příčný řez



8. Způsob výpočtu

Konstrukce mostu byla modelována jako prutová tvořící polovinu konstrukce včetně postupu výstavby. Program automaticky vyhodnotí nejnepříznivější polohy rovnoměrného zatížení pro každý účinek na konstrukci. Výpočet byl proveden pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení dle EC. Konstrukce byla posouzena dle dvou rozhodujících kombinací – 6.10a a 6.10b. Výběr rozhodujících kombinací pro zatížení byl proveden v programu.

9. Model konstrukce



Obrázek 1 model

10. Uzly

Tabulka 1 NodeGCS

Node	X(m)	Y(m)	Z (m)
1	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.200000	0.000000	0.000000
3	1.763000	0.000000	0.000000
4	3.325000	0.000000	0.000000
5	4.888000	0.000000	0.000000
6	6.450000	0.000000	0.000000
7	8.013000	0.000000	0.000000
8	9.575000	0.000000	0.000000
9	11.138000	0.000000	0.000000

10	12.700000	0.000000	0.000000
11	14.263000	0.000000	0.000000
12	15.825000	0.000000	0.000000
13	17.388000	0.000000	0.000000
14	18.950000	0.000000	0.000000
15	20.513000	0.000000	0.000000
16	22.075000	0.000000	0.000000
17	23.638000	0.000000	0.000000
18	25.200000	0.000000	0.000000
19	25.400000	0.000000	0.000000

11. Pruty

Obrázek 2 Elements

12. Materiály

Tabulka 2 Mat12

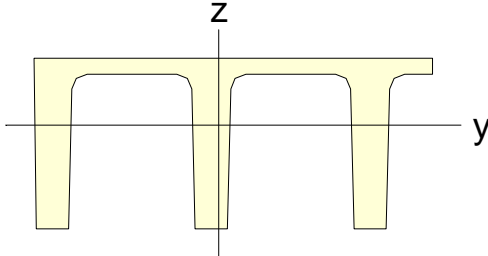
ID	Name	Type	Standard	Elasticity (kN/m ²)	Poisson	Thermal (1/[C])	Density (kN/m ³)
1	UHPC	Concrete	None	5.0000e+007	0.2	1.0000e-005	2.5000e+001
3	Prestress	Steel	EN05(S)	1.9500e+008	0.3	1.2000e-005	7.6980e+001

13. Průřezové charakteristiky

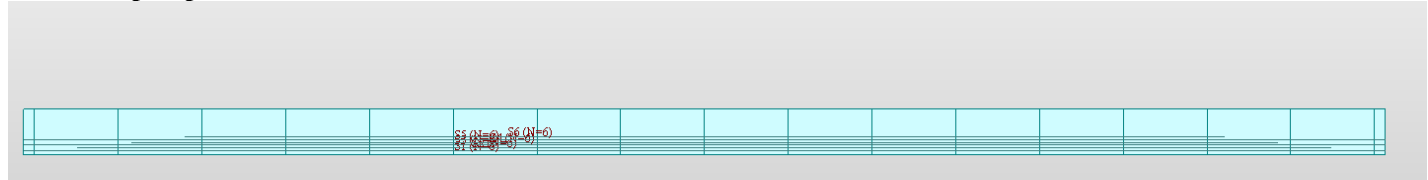
Tabulka 3 SectAll1

ID	Type	Shape	Name	Area (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)
1	PSC	VALU	UC	0.5761	0.1412	0.3699	0.0049	0.0401	0.2263

Tabulka 4 1 : UC

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.576	0.141	0.370	0.334	0.516
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.005	0.040	0.226	1.064	0.919

14. Vedení předpětí



Obrázek 3 Lana

15. Předpětí

Předpětí NK je navrženo pomocí 6 vrstev po dvou předem předpjatých lan v každém žebře NK. Celkem 3*6*2=36 lan v polovině konstrukce profilu 15.7 napínaných na 1300MPa.

Tendon properties

Tendon Name	19x15.7
Tendon Type	Internal (Pre-Tension)
Material	3: Prestress
Total Tendon Area	0.00015m ²
Strand diameter	15.7 mm
Relaxation Coefficient	EC: Low
Ultimate Strength	1860000 kN/m ²
Yield Strength	1660000 kN/m ²

Tabulka 5 Tdld

Tendon	Load Case	Type	Jacking	Stress Begin (kN/m ²)	Stress End (kN/m ²)	Grouting	Load Group
S1	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands
S2	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands
S3	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands
S4	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands
S5	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands
S6	Prestress	Stress	Both	1300000.00	1300000.00	0	Strands

16. Zatěžovací stavy

Tabulka 6 LoadCase

No	Name	Type	Description
1	SelfWeight	Construction Stage Load (CS)	
2	Other	Dead Load of Wearing Surfaces and Utilities (DW)	
3	Prestress	Prestress (PS)	
4	LM4	Live Load (L)	

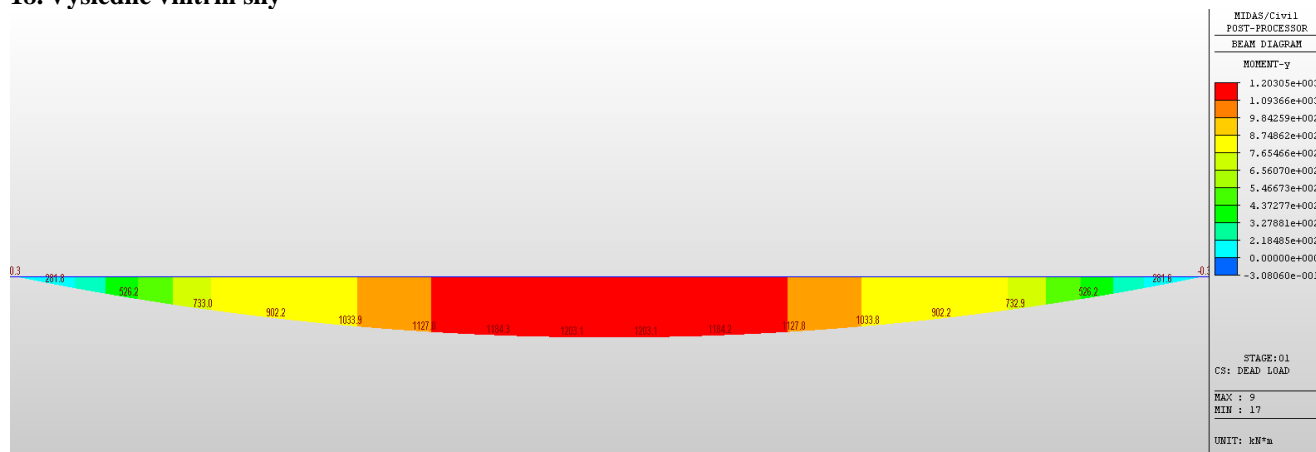
17. Kombinace zatížení

 DESIGN TYPE : Concrete Design

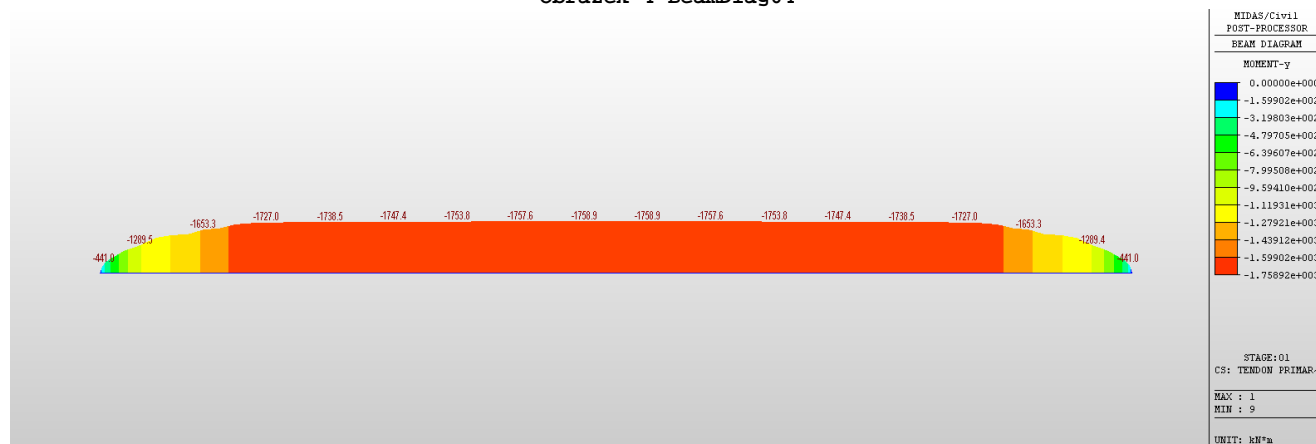
LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	FRQ	Serviceability Summation(1.000) +	Add	LM4(0.750)	
2	CHA	Serviceability Summation(1.000) +	Add	LM4(1.000)	
3	ULS	Strength/Stress Summation(1.350) +	Add	Tendon Primary(-1.350) +	LM4(1.350)

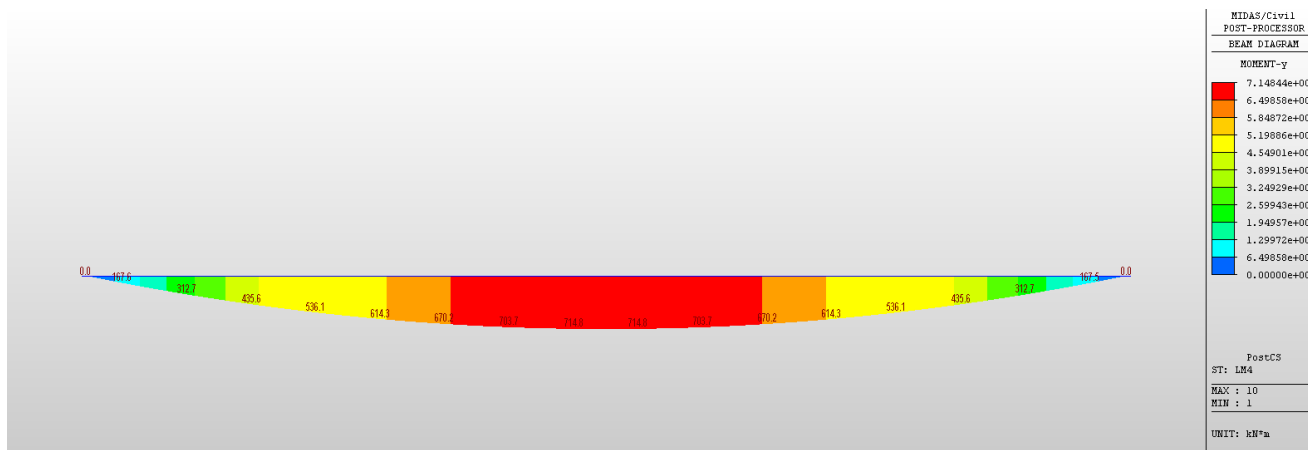
18. Výsledné vnitřní síly



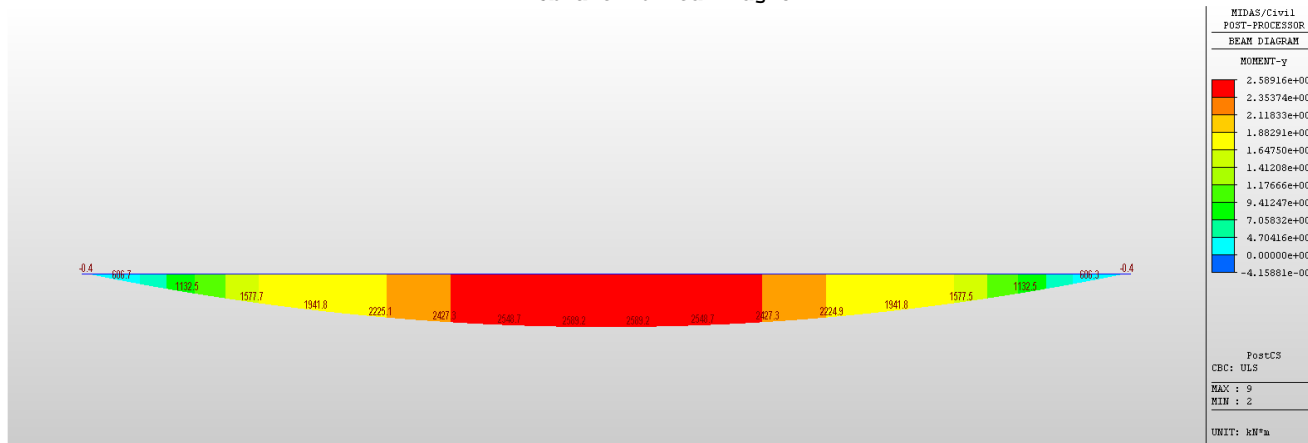
Obrázek 4 BeamDiag04



Obrázek 5 BeamDiag22

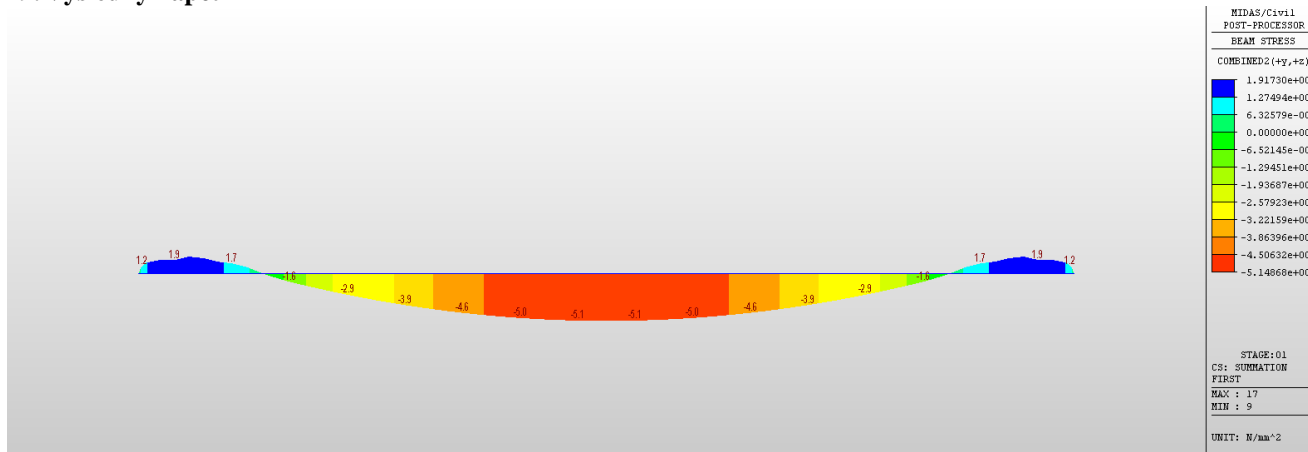


Obrázek 6 BeamDiag23

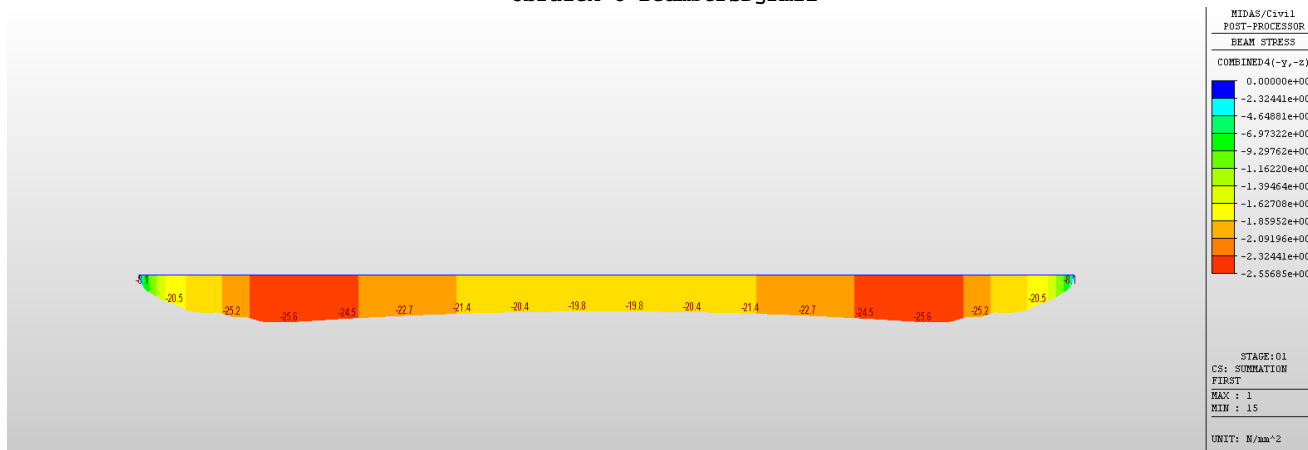


Obrázek 7 BeamDiag24

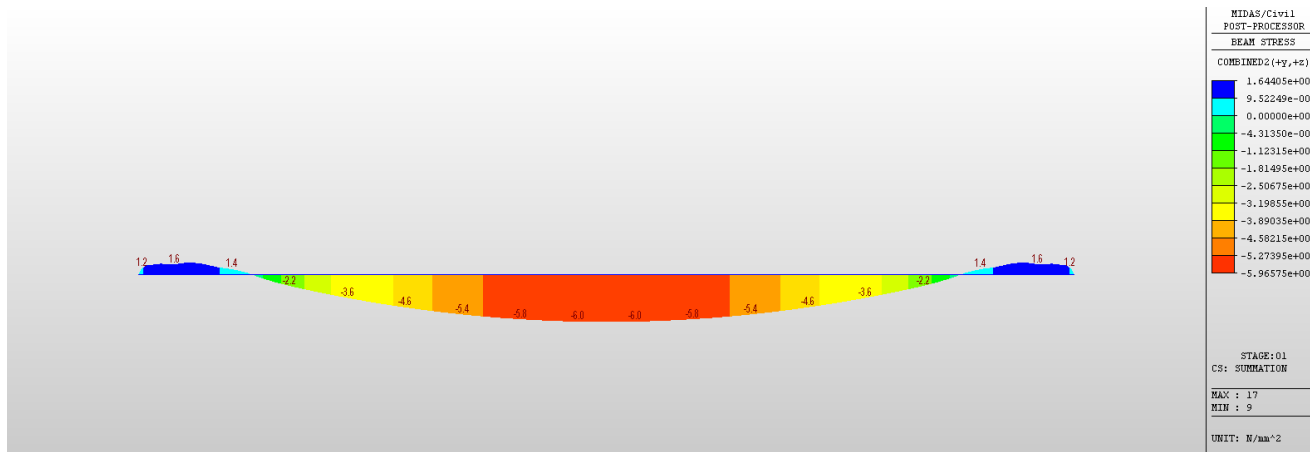
19. Výsledky napětí



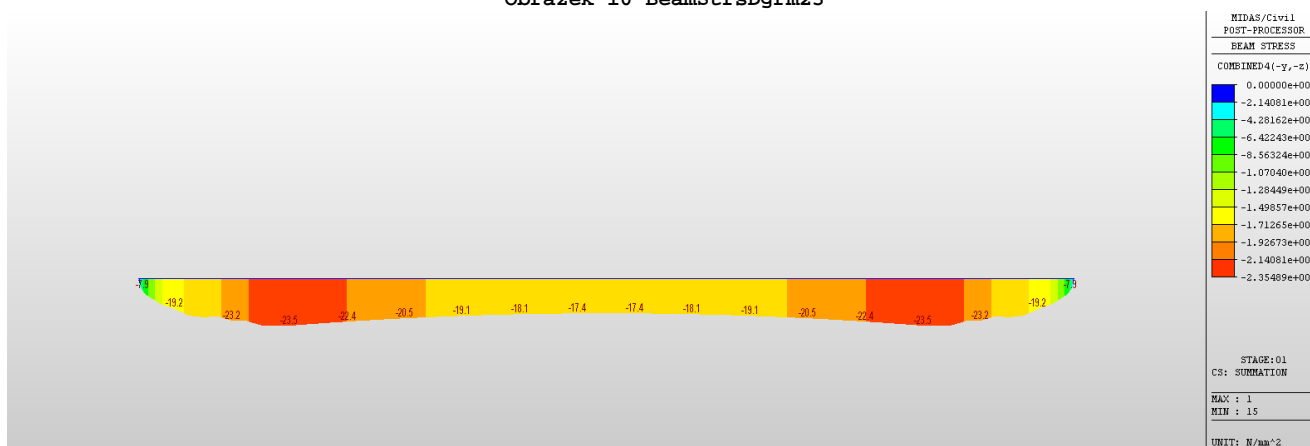
Obrázek 8 BeamStrsDgrm21



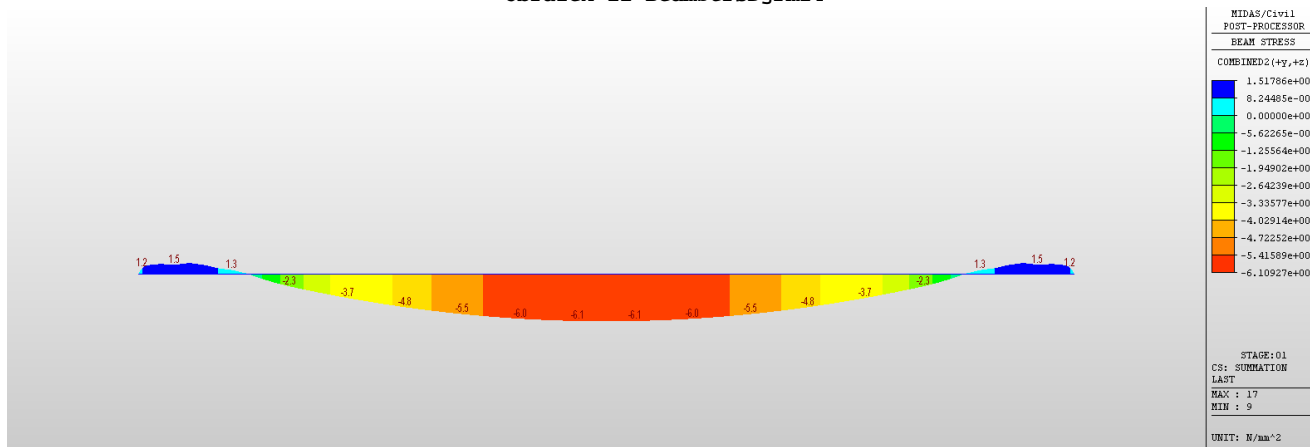
Obrázek 9 BeamStrsDgrm22



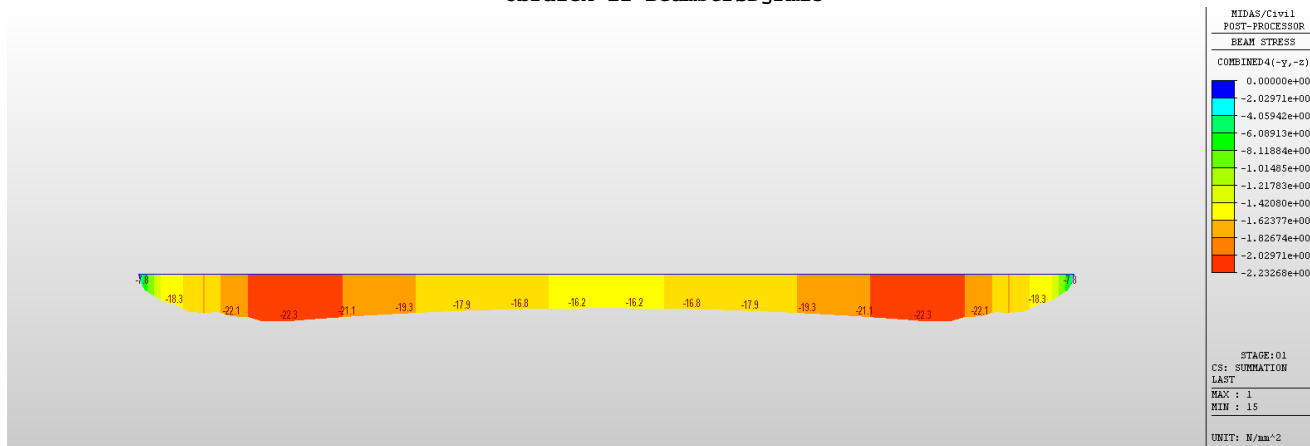
Obrázek 10 BeamStrsDgrm23



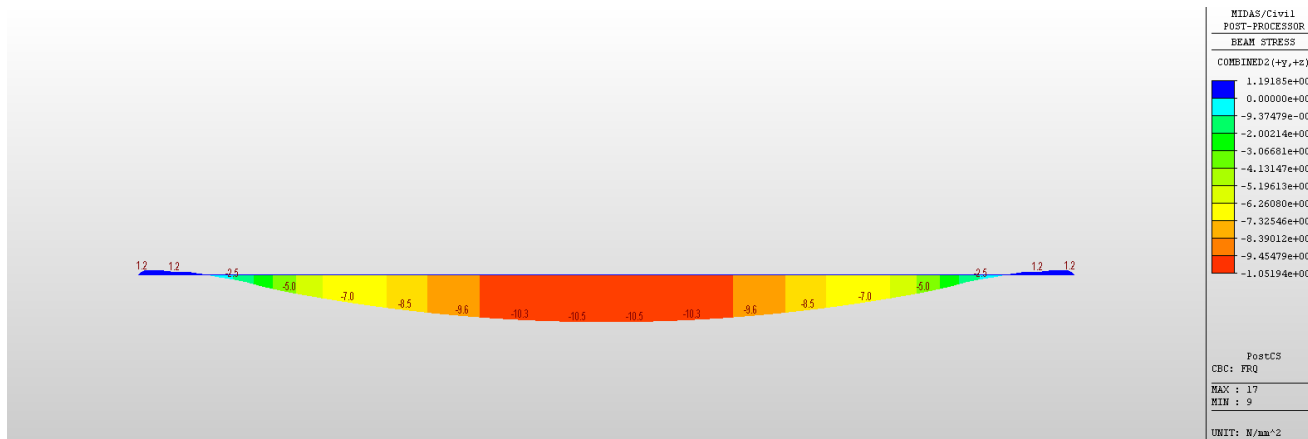
Obrázek 11 BeamStrsDgrm24



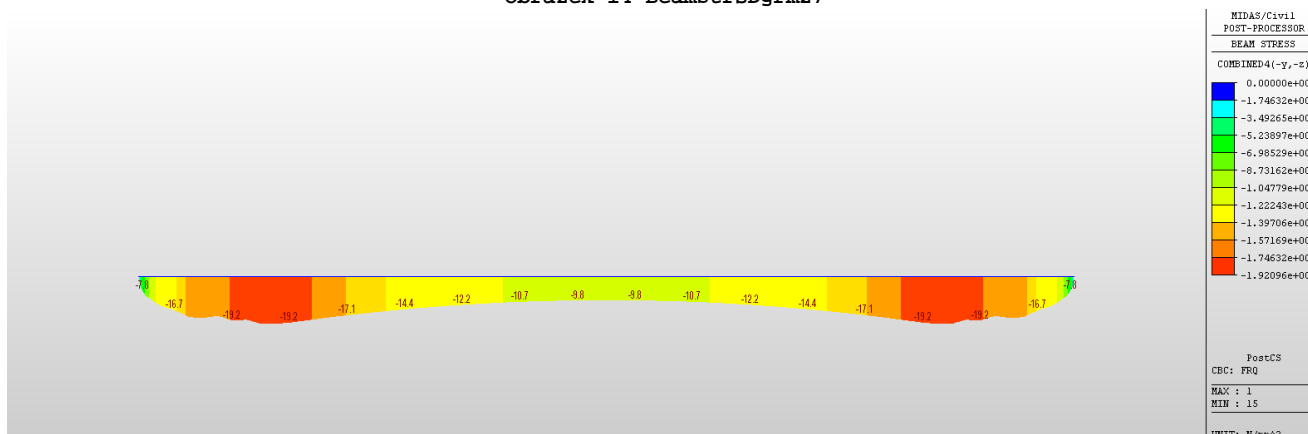
Obrázek 12 BeamStrsDgrm25



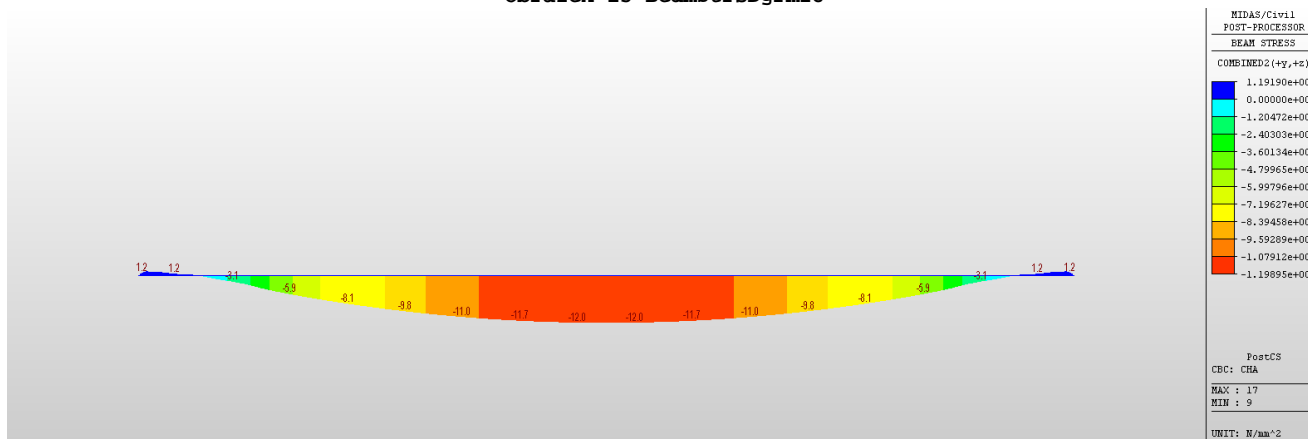
Obrázek 13 BeamStrsDgrm26



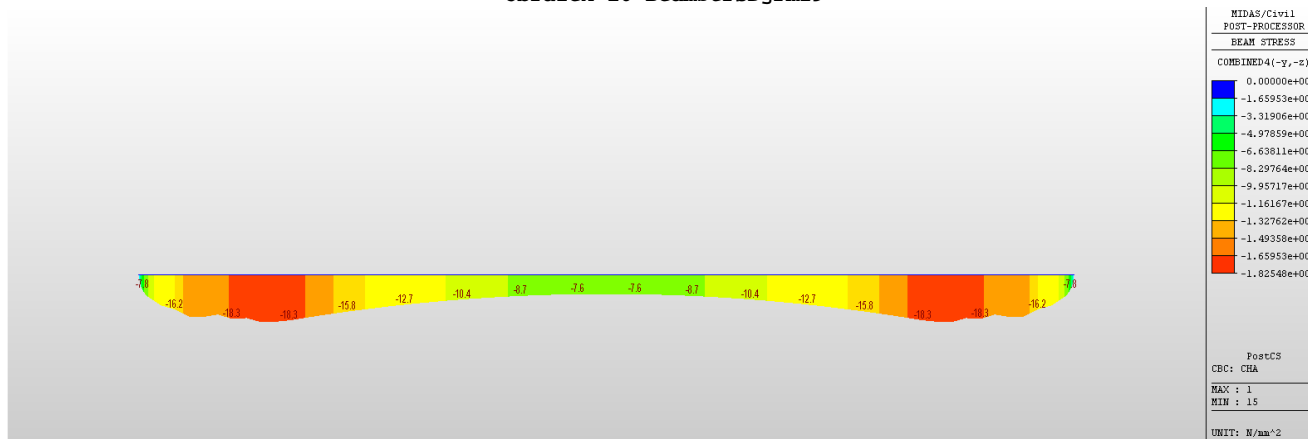
Obrázek 14 BeamStrsDgrm27



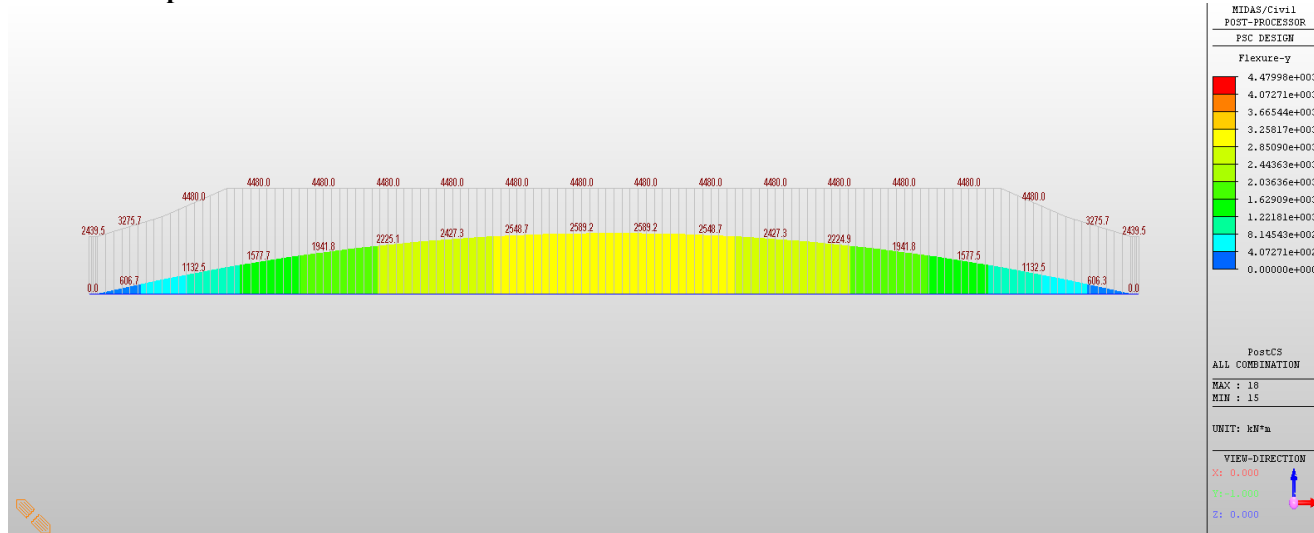
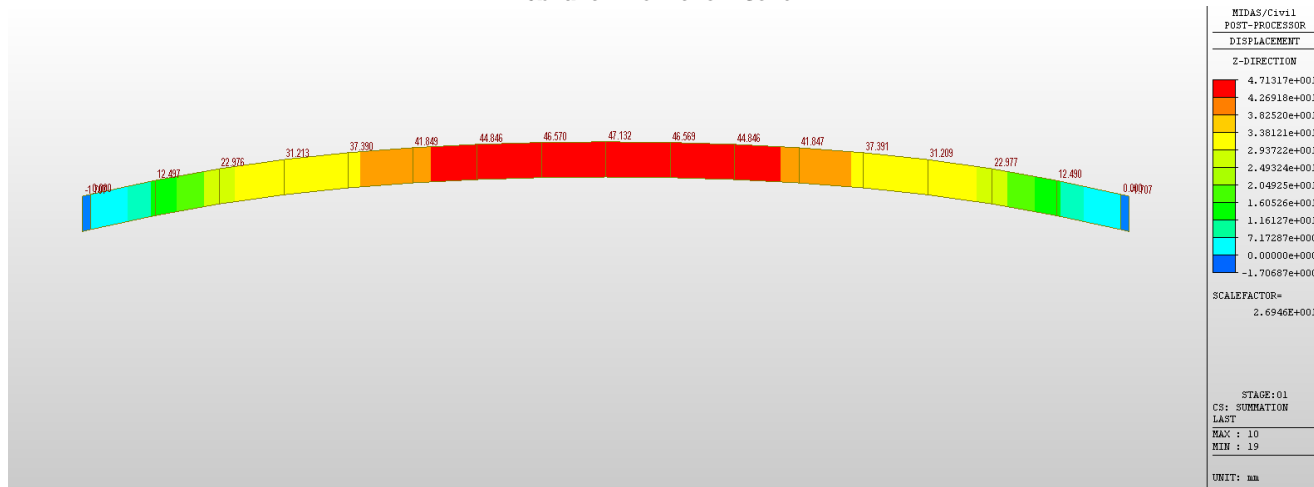
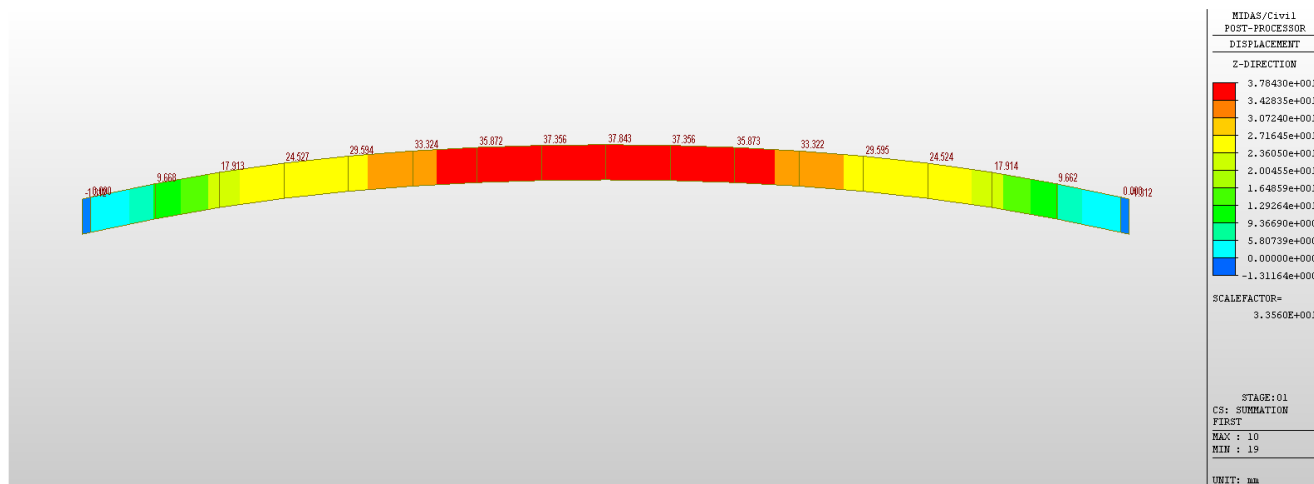
Obrázek 15 BeamStrsDgrm28

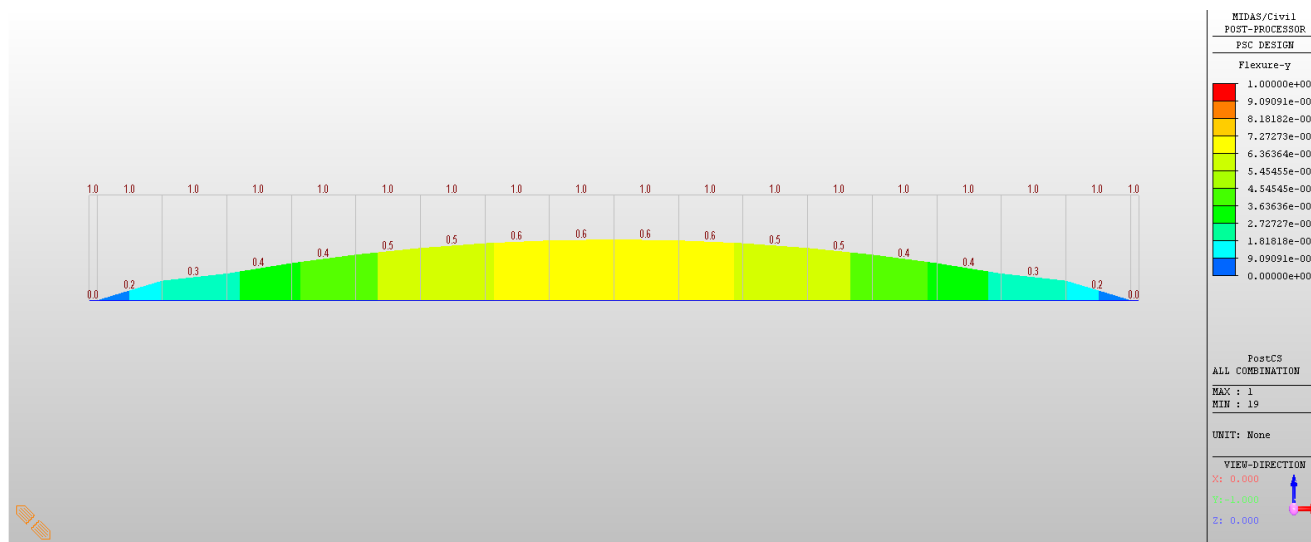


Obrázek 16 BeamStrsDgrm29



Obrázek 17 BeamStrsDgrm30





Obrázek 21 PscDgnDgrm2

22. Závěr

V časté kombinaci zatížení je napětí v dolních vláknech průřezu tlakové, což splňuje podmínku dekomprese. V ULS je využití průřezů cca 60%. Konstrukce je navržena, aby bezpečně přenášela normové zatížení.

Praha, 21.10.2020

Vypracoval: Ing. Michal Chůra

Chůra

Lávka SO 202 Nábřežní

Dynamický výpočet

Datum: 25.3.2020

Zpracoval: Ing. Václav Kvasnička, Pontex s.r.o.

Obsah

1	Úvod	2
2	Metoda výpočtu	2
3	SO 202 - Lávka Nábřežní - varianta 1	3
3.1	Vlastní frekvence a tvary kmitání	4
3.2	Účinek stálého proudu davu chodců dle BS NA 2.44.5	5
3.3	Účinek chůze skupiny chodců přes lávku dle BS NA 2.44.4	6
3.4	Účinek běhu skupiny běžců dle BS NA 2.44.4	6
4	SO 202 - Lávka Nábřežní - varianta 2	7
4.1	Vlastní frekvence a tvary kmitání	7
4.2	Účinek stálého proudu davu chodců dle BS NA 2.44.5	8
4.3	Účinek chůze skupiny chodců přes lávku dle BS NA 2.44.4	9
4.4	Účinek běhu skupiny běžců dle BS NA 2.44.4	9
5	Zhodnocení výsledků	10

1 Úvod

Výpočet se zabývá dynamickým chováním lávek navrhovaných ve stupni DSP ve městě Žďár nad Sázavou.

Výpočet neobsahuje posouzení statiky nosníků - je předmětem samostatného výpočtu.

2 Metoda výpočtu

Výpočet je proveden programem Lusas, FEA Ltd., Kingston upon Thames, UK. Výpočetní model je 3D prutový rošt.

Byl zvolen postup popsáný v národním dodatku BS EN 1991-2:2003, NA 2.44. Pokud není uvedeno jinak, odkazy v dalším textu na články NA znamenají odkazy na BS EN 1991-2:2003, NA 2.44.

Table NA.8 **Parameters to be used in the calculation of pedestrian response**

Load parameters	Walking	Jogging
Reference load, F_0 (N)	280	910
Pedestrian crossing speed, v_t (m/sec)	1,7	3

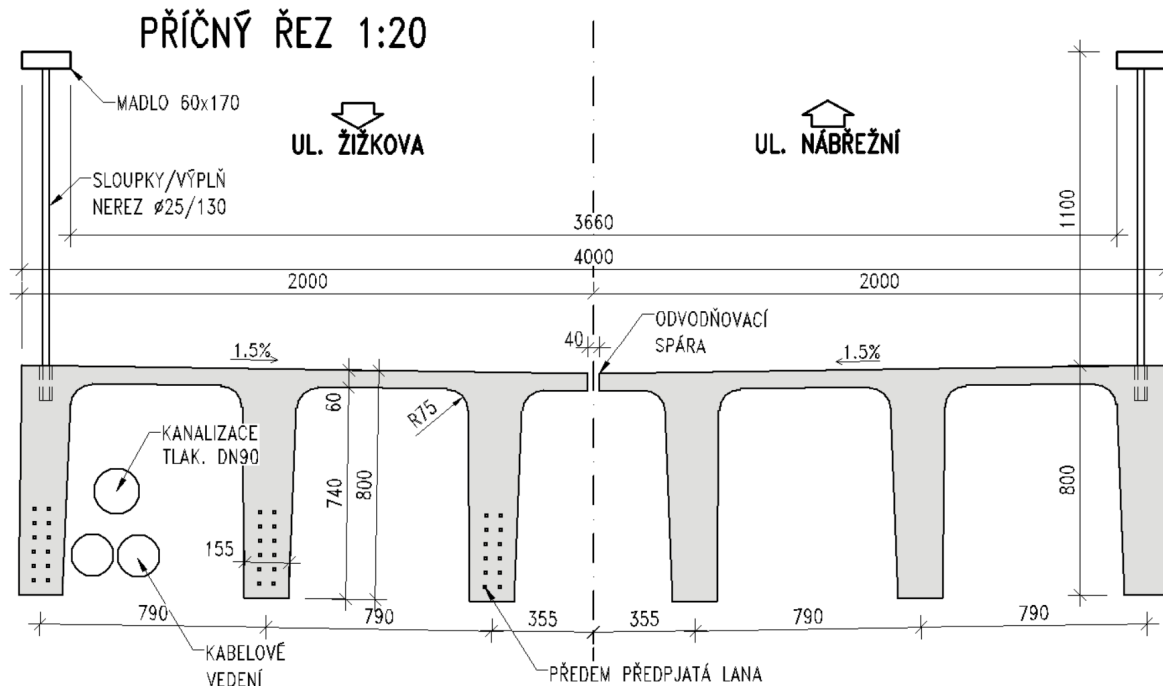
Table NA.7 **Recommended crowd densities for design**

Bridge class	Bridge usage	Group size (walking)	Group size (jogging)	Crowd density ρ (persons/m ²) (walking)
A	Rural locations seldom used and in sparsely populated areas.	N = 2	N = 0	0
B	Suburban location likely to experience slight variations in pedestrian loading intensity on an occasional basis.	N = 4	N = 1	0.4
C	Urban routes subject to significant variation in daily usage (e.g. structures serving access to offices or schools).	N = 8	N = 2	0.8
D	Primary access to major public assembly facilities such as sports stadia or major public transportation facilities.	N = 16	N = 4	1.5

*/SO 202 - Lávka Nábřežní - varianta 1

Jde o lávku z prefabrikovaných nozníků UHPC o rozpětí $L=25\text{m}$. Konstrukce je půdorysně přímá, kolmá.

Tvar příčného řezu je následující



Vzhledem k oddělení obou nosníků lávky je modelován jen jeden nosník.

Doplňkové hmotnosti

Kromě vlastní tíhy nosné konstrukce jsou zahrnuty hmotnosti pochozí izolace $d_i=0\text{mm}$; s měrnou tíhou

$\gamma_{\text{izol}}=1000\text{kg/m}^3$; tedy $q_{\text{izol}}=\gamma_{\text{izol}}*d_i=0.00\text{kg/m}^2$;

Zábradlí uvažujeme tíhou $q_{\text{zabr}}=20\text{kg/m}$;

Typická vzdálenost uzlů v podélném směru $a_{\text{odel}}=1.0\text{m}$; a v příčném směru $a_{\text{pric}}=0.79\text{m}$;

Pochozí izolace není navržena - uzlová hmotnost $m_i=a_{\text{odel}}*a_{\text{pric}}*q_{\text{izol}}=0.00\text{kg}$;

Zábradlí - uzlová hmotnost $m_{\text{zabr}}=q_{\text{zabr}}*a_{\text{odel}}=20.00\text{kg}$;

Krajní uzly tedy mají přidanou uzlovou hmotnost $m_{\text{kraj}}=m_i+m_{\text{zabr}}=20.00\text{kg}$; vnitřní uzly pak $m_v=m_i=0.00\text{kg}$;

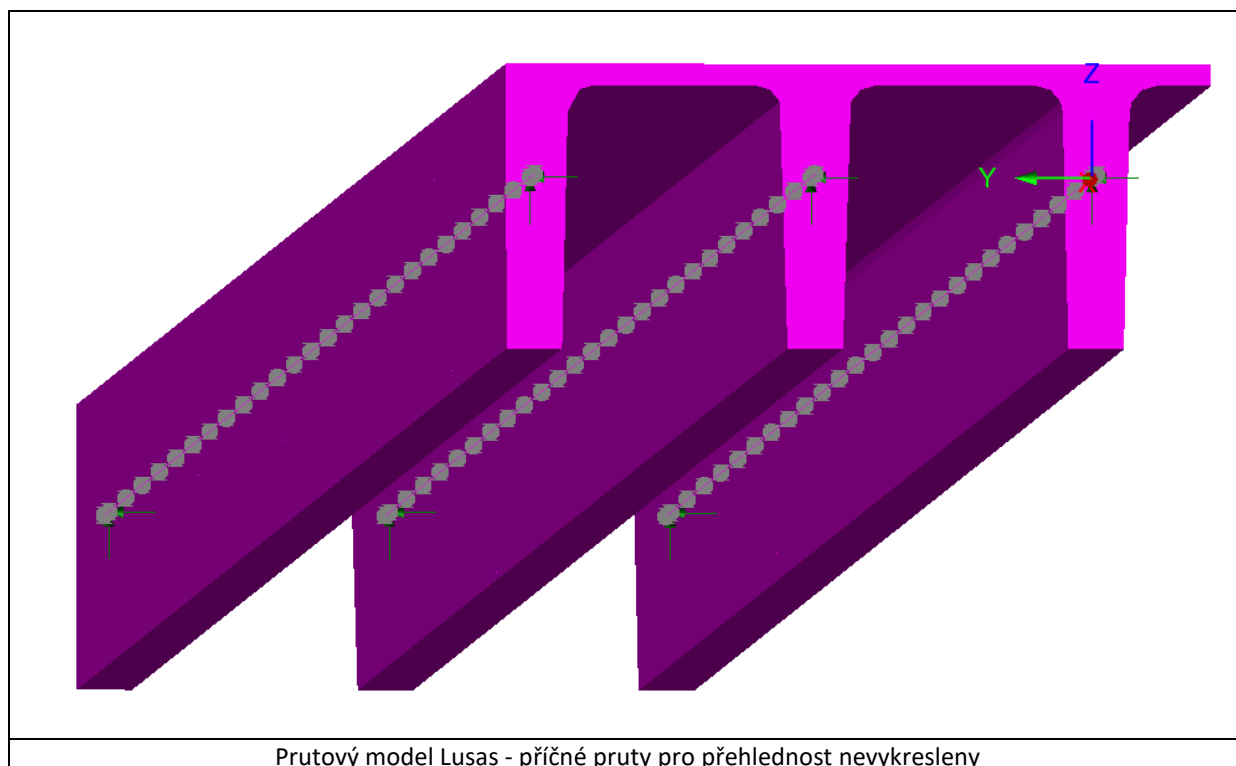
Ve variantě se započtenou tíhou chodců $q_{\text{ch}}=70\text{kg/m}^2$ pak jsou přidány uzlové hmotnosti

$m_{\text{kraj}}=m_i+m_{\text{zabr}}+q_{\text{ch}}*a_{\text{pric}}*a_{\text{odel}}=75.30\text{kg}$; vnitřní uzly pak $m_v=1.81m_i+q_{\text{ch}}*a_{\text{pric}}*a_{\text{odel}}=55.30\text{kg}$;

Alternativně pro vystižení tíhy kanalizace a kabelových vedení je ke krajnímu nosníku přidána další uzlová hmotnost. Kanalizace DN90 hmotnost $g_{\text{kan}}=(FC(100\text{mm})-FC(90\text{mm}))*7850+FC(90\text{mm})*1000=18.08\text{kg/m}$;

Kabelové trasy s odhadnutou náhradní hustotou $g_{\text{kab}}=2*(FC(100\text{mm})-FC(90\text{mm}))*5000=14.92\text{kg/m}$;

Potom uzlová hmotnost pro krajní nosník je $m_{\text{kraj}}=m_i+m_{\text{zabr}}+(g_{\text{kan}}+g_{\text{kab}})*a_{\text{odel}}=53.00\text{kg}$; a při započtení tíhy chodců $m_{\text{kraj}}=m_i+m_{\text{zabr}}+q_{\text{ch}}*a_{\text{pric}}*a_{\text{odel}}+(g_{\text{kan}}+g_{\text{kab}})*a_{\text{odel}}=108.30\text{kg}$;



Prutový model Lusas - příčné pruty pro přehlednost nevykresleny

3.1 Vlastní frekvence a tvary kmitání

Vlastní frekvence byly spočteny

- pro natiženou lávku
- pro lávku se započítanou hmotností 70kg/m²

Mode No	Model <u>bez</u> <u>chodců</u>		Model <u>bez</u> <u>chodců, s</u> <u>kanalizací</u>		Model <u>s</u> <u>chodci</u> <u>70kg/m²</u>		Model <u>s</u> <u>chodci</u> <u>70kg/m², s</u> <u>kanalizací</u>		Popis tvaru
	f [Hz]	T [s]	f [Hz]	T [s]	f [Hz]	T [s]	f [Hz]	T [s]	
1	2.52	0.40	2.50	0.40	<u>2.40</u>	0.42	<u>2.38</u>	0.42	svislý, 1 vlna
2	6.47	0.15	6.38	0.16	6.14	0.16	6.06	0.16	torzní s příčnou složkou, 1 vlna
3	9.25	0.11	9.12	0.11	8.81	0.11	8.70	0.11	torzní s příčnou složkou, 1 vlna
4	10.02	0.10	9.90	0.10	9.52	0.11	9.42	0.11	svislý, 2 vlny
5	14.85	0.07	14.65	0.07	14.09	0.07	13.92	0.07	torzní, 2 vlny
6	22.11	0.05	21.78	0.05	21.01	0.05	20.72	0.05	svislý, 3 vlny
7	22.15	0.05	21.93	0.05	21.29	0.05	21.10	0.05	
8	23.08	0.04	22.80	0.04	21.98	0.05	21.74	0.05	
9	25.59	0.04	25.31	0.04	24.28	0.04	24.04	0.04	
10	32.48	0.03	32.18	0.03	31.18	0.03	30.92	0.03	
11	37.60	0.03	36.76	0.03	35.64	0.03	34.91	0.03	
12	38.00	0.03	37.88	0.03	36.99	0.03	36.88	0.03	
13	39.41	0.03	38.96	0.03	37.29	0.03	36.91	0.03	
14	39.52	0.03	39.06	0.03	37.65	0.03	37.26	0.03	
15	40.02	0.02	39.85	0.03	38.08	0.03	37.92	0.03	

Pro výpočty tedy uvažujeme s rozhodující vlastní frekvencí $f_v = 2.375$; Hz

Rozpětí lávky $L = 25.00$ m; šířka $b = 2.0$ m; šířka prostoru pro chodce $b_{ch} = b - 0.15 = 1.85$ m;

plocha $A = L \cdot b_{ch} = 46.25$ m²;

Podle BS NA 2.44.6 má být maximální vypočtené svislé zrychlení menší,

Limitní přijatelné zrychlení je při konkrétních hodnotách koeficientů $k_1 = 1.0$; $k_2 = 1.0$; $k_3 = 1.1$;

$a_{limit} = 1.0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1.10$; m/s². Přitom koeficient k_3 má běžně hodnotu 1, což by vedlo k limitnímu zrychlení 1m/s². V tomto konkrétním případě se jedná o lávku umístěnou jen velmi nízko nad terénem, kdy norma do výšky nad terénem do 4m povoluje hodnotu $k_3 = 1.1$;

3.2 Účinek stálého proudu davu chodců dle BS NA 2.44.5

Uvažujeme lávku v městském prostředí, dle tab. NA.7 jde o třídu C. Odpovídající hustota chodců je tedy $\rho_0=0.8$; osob na 1 m². Počet chodců na mostě tedy $N=\text{INT}(\rho_0 \cdot L \cdot b \cdot ch)=37.00$;

Referenční amplituda síly při chůzi je $F_0=0.280\text{ kN}$;

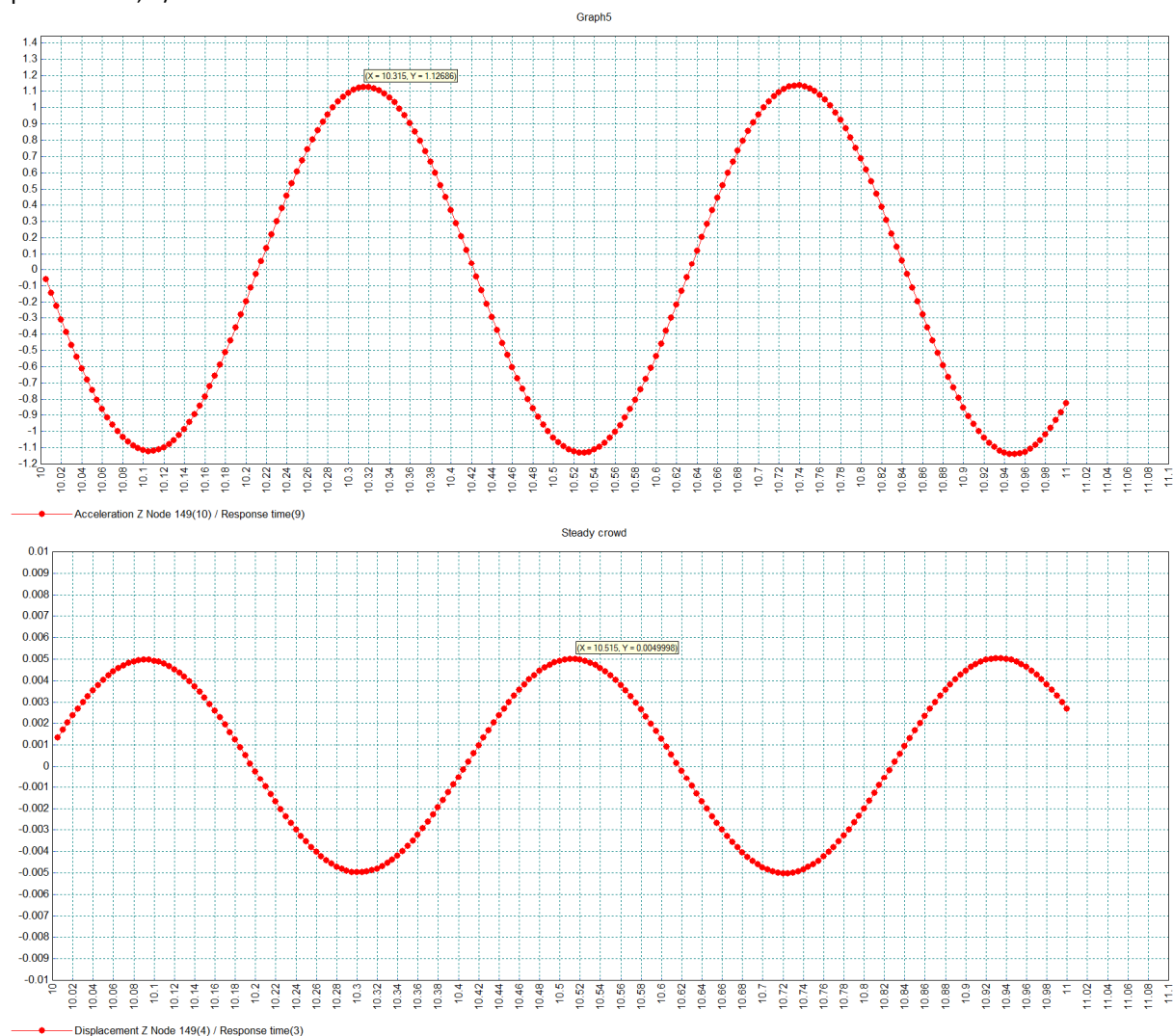
Pro chůzi a $f_v=2.38$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{f_v}=\text{figNA8}(f_v,0)=0.66$;

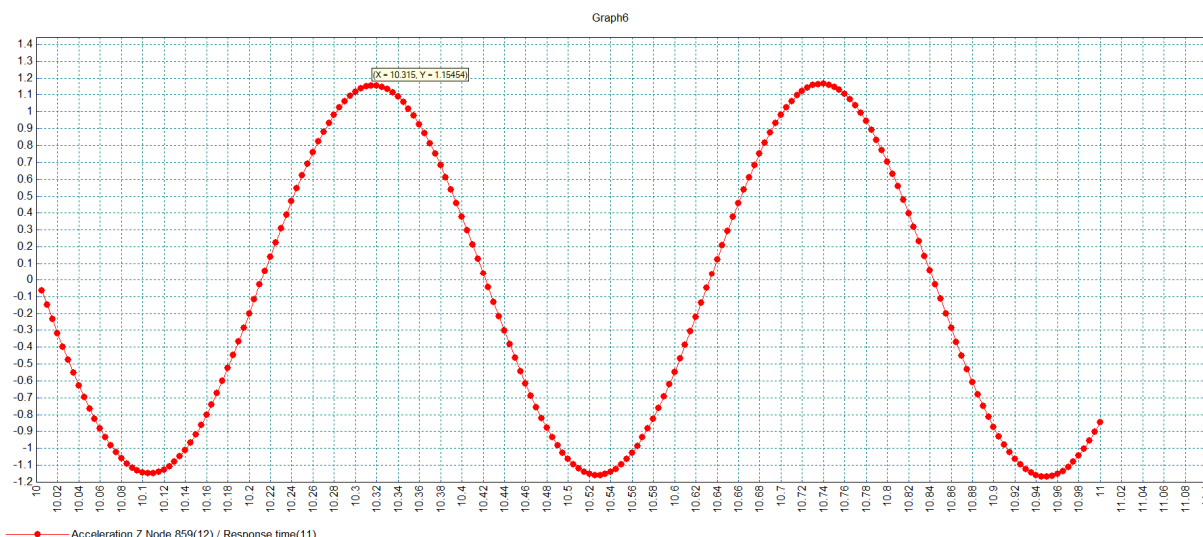
Vzhledem k vysokému stupni předpětí uvažuji poměrné viskózní tlumení hodnotou $\xi=1.5\%$; logaritmický dekrement útlumu $\delta=2 \cdot \pi \cdot \xi / \sqrt{1-\xi^2}=0.09426$; potom z fig. NA.9 tedy pro dav chodců je $\gamma=\text{figNA9}(\delta, L)=0.39693$;

Koeficient $\lambda=0.634$;

Amplituda budící síly tedy $w=1.8 \cdot (F_0/A) \cdot k_{f_v} \cdot \sqrt{\gamma \cdot N / \lambda}=0.03473\text{ kN}$;

Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_z=1.13\text{ m/s}^2$ při amplitudě svislé výchylky 5mm, což je snadno pocíitelná výchylka. Pro uzel u zábradlí je pak $a_z=1.15\text{ m/s}^2$





Vypočtená hodnota $a_Z=1.15000$; je větší, než alimit, KRITÉRIUM NENÍ SPLNĚNO

3.3 Účinek chůze skupiny chodců přes lávku dle BS NA 2.44.4

Počet chodců ve skupině $N=8$; osob

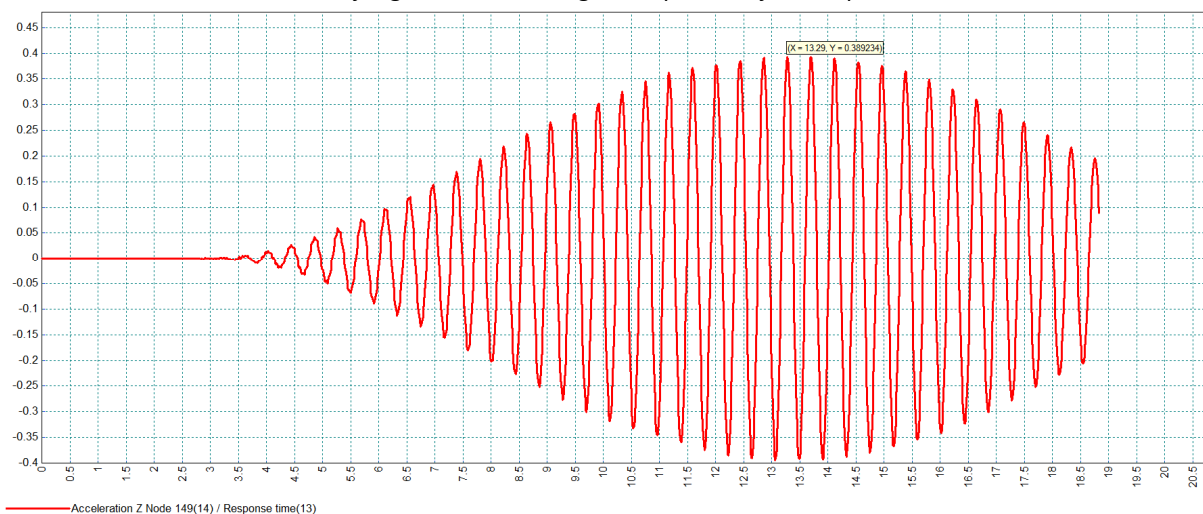
Referenční amplituda $F_0=0.280\text{kN}$;

Pro chůzi a $f_v=2.375$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{fv}=\text{figNA8}(f_v,0)=0.662$;

Pro $\delta=0.094$; a z fig. NA.9 pro efektivní rozpětí $L=25.000\text{m}$; tedy $\gamma=\text{figNA9}(\delta, L)=0.397$;

Amplituda budící síly tedy $F=F_0 \cdot k_{fv} \cdot \sqrt{1+\gamma \cdot (N-1)}=0.360\text{kN}$; Síla s uvedenou amplitudou se pohybuje po lávce rychlostí 1.7m/s

Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_Z=0.39\text{m/s}^2$ viz následující graf. Úvodní část grafu reprezentuje nástup zatížení na most.



Vypočtené zrychlení splňuje kritéria pohody podle BS NA

3.4 Účinek běhu skupiny běžců dle BS NA 2.44.4

Počet běžců ve skupině $N=2$; osob

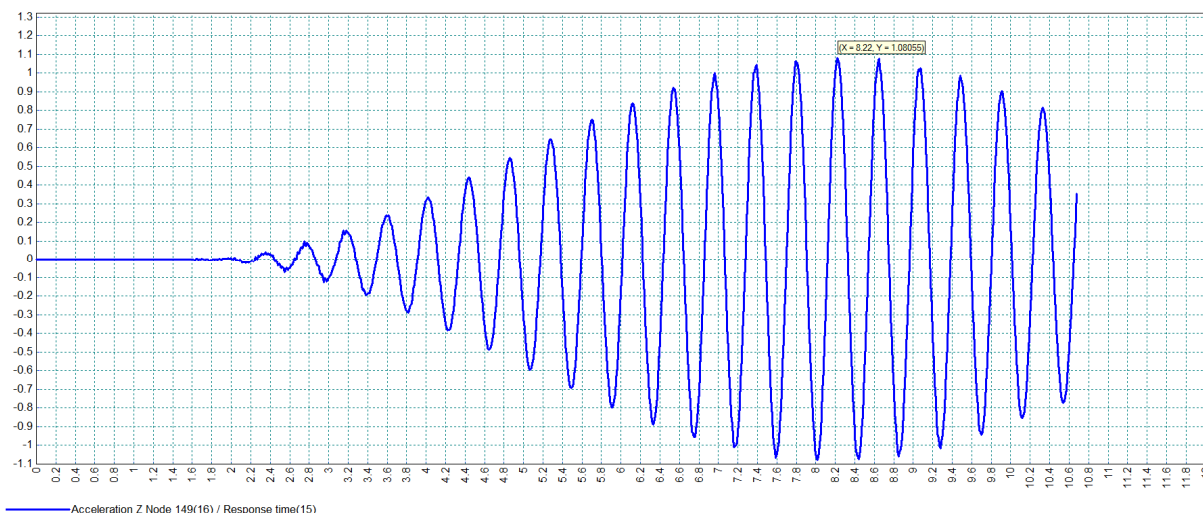
Referenční amplituda $F_0=0.910\text{kN}$;

Pro chůzi a $f_v=2.375$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{fv}=\text{figNA8}(f_v,1)=1.143$;

Pro $\delta=0.094$; a z fig. NA.9 pro efektivní rozpětí $L=25.000\text{m}$; tedy $\gamma=\text{figNA9}(\delta, L)=0.397$;

Amplituda budící síly tedy $F=F_0 \cdot k_{fv} \cdot \sqrt{1+\gamma \cdot (N-1)}=1.229\text{kN}$; Síla s uvedenou amplitudou se pohybuje po lávce rychlostí 3.0m/s

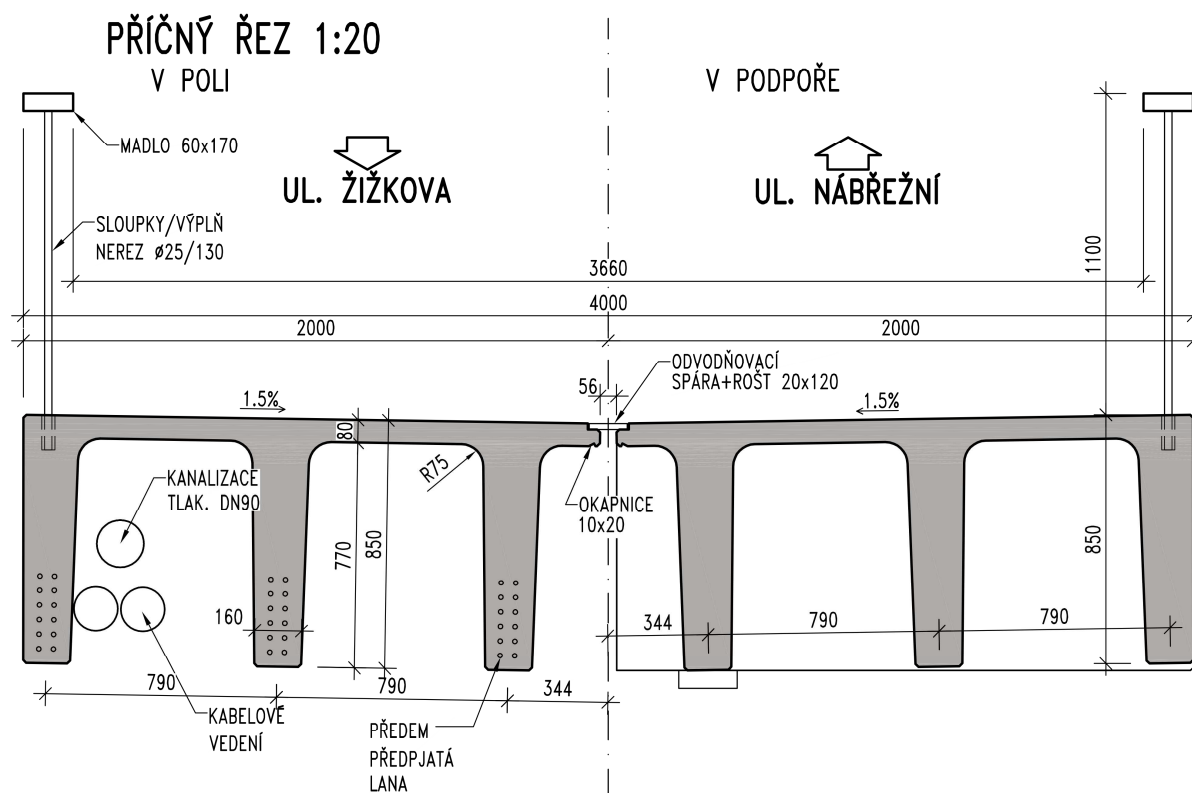
Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_Z=1.08\text{m/s}^2$ viz následující graf. Úvodní část grafu reprezentuje nástup zatížení na most. Odpovídající amplituda svislé výchylky je 5mm , což pohodu chodců zhorší.



Vypočtené zrychlení jen velmi těsně splňuje kritéria pohody podle BS NA. Pro lávku umístěnou ve výšce větší, než 4 m nad terénem by vypočtené zrychlení již nebylo přijatelné.

4 SO 202 - Lávka Nábřežní - varianta 2

Oproti variantě 1 je mírně upraven příčný řez



Doplňkové hmotnosti - viz varianta 1

4.1 Vlastní frekvence a tvary kmitání

Vlastní frekvence byly spočteny

- pro natiženou lávku
- pro lávku se započítanou hmotností 70kg/m²

Mode No	Model bez chodců		Model s chodci 70kg/m2, s kanalizací		Popis tvaru
	f [Hz]	T [s]	f [Hz]	T [s]	
1	2.64	0.38	2.50	0.40	svislý, 1 vlna
2	6.71	0.15	6.34	0.16	torzní s příčnou složkou, 1 vlna
3	9.41	0.11	8.94	0.11	torzní s příčnou složkou, 1 vlna
4	10.46	0.10	9.92	0.10	svislý, 2 vlny
5	15.68	0.06	14.82	0.07	torzní, 2 vlny
6	23.06	0.04	21.82	0.05	svislý, 3 vlny
7	23.63	0.04	22.45	0.04	
8	27.06	0.04	25.62	0.04	
9	28.54	0.04	27.38	0.04	
10	37.97	0.03	36.40	0.03	
11	38.89	0.03	36.71	0.03	
12	39.67	0.03	37.28	0.03	
13	40.74	0.02	38.70	0.03	
14	41.76	0.02	39.85	0.03	
15	50.07	0.02	48.52	0.02	

Pro výpočty tedy uvažujeme s rozhodující vlastní frekvencí $f_v=2.503$; Hz
 Rozpětí lávky $L=25.000$ m; šířka $b=2.0$ m; šířka prostoru pro chodce $b_{ch}=b-0.15=1.850$ m;
 plocha $A=L*b_{ch}=46.250$ m²;

Podle BS NA 2.44.6 má být maximální vypočtené svislé zrychlení menší, Limitní přijatelné zrychlení je při konkrétních hodnotách koeficientů $k_1=1.0$; $k_2=1.0$; $k_3=1.1$; $a_{limit}=1.0*k_1*k_2*k_3=1.100$; m/s². Přitom koeficient k_3 má běžně hodnotu 1, což by vedlo k limitnímu zrychlení 1m/s². V tomto konkrétním případě se jedná o lávku umístěnou jen velmi nízko nad terénem, kdy norma do výšky nad terénem do 4m povoluje hodnotu $k_3=1.1$;

4.2 Účinek stálého proudu davu chodců dle BS NA 2.44.5

Uvažujeme lávku v městském prostředí, dle tab. NA.7 jde o třídu C. Odpovídající hustota chodců je tedy $\rho=0.8$; osob na 1 m². Počet chodců na mostě tedy $N=INT(\rho*L*b_{ch})=37.000$;

Referenční amplituda síly při chůzi je $F_0=0.280$ kN;

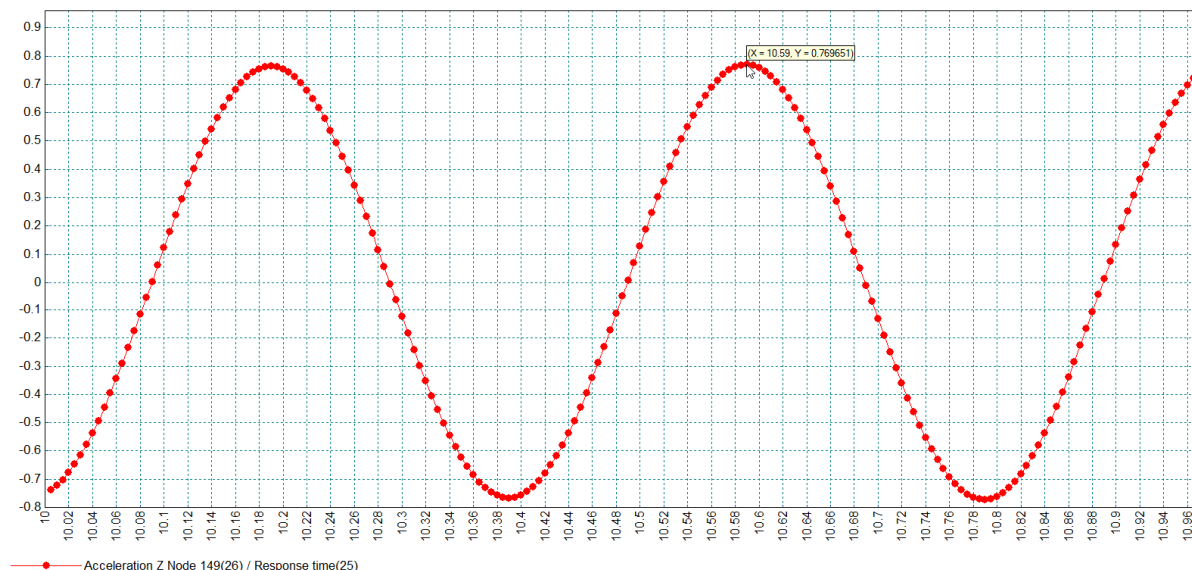
Pro chůzi a $f_v=2.503$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{fv}=figNA8(f_v,0)=0.504$;

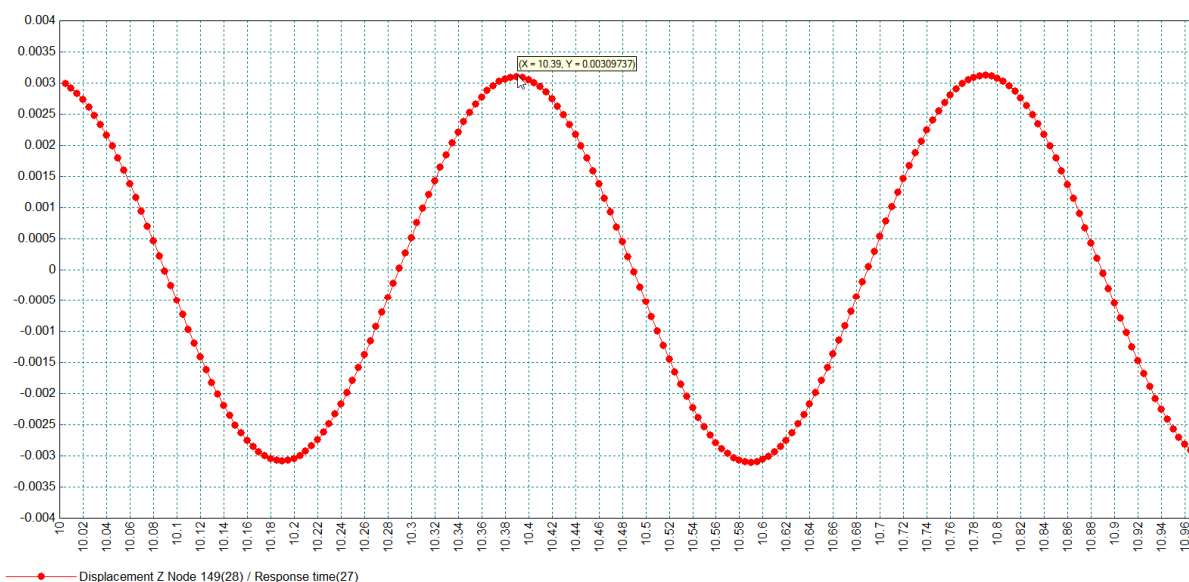
Vzhledem k vysokému stupni předpětí uvažuji poměrné viskózní tlumení hodnotou $\xi=1.5\%$; logaritmičtý dekrement útlumu $\delta=2*\pi*\xi/\sqrt{1-\xi^2}=0.09426$; potom z fig. NA.9 tedy pro dav chodců je $\gamma=figNA9(\delta, L)=0.39693$;

Koeficient $\lambda=0.634$;

Amplituda budící síly tedy $w=1.8*(F_0/A)*k_{fv}*\sqrt{\gamma*N/\lambda}=0.02646$ kN;

Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_z=0.77$;m/s² při amplitudě svislé výchylky 3mm. Pro uzel u zábradlí je pak $a_z=0.79$;m/s²





Vypočtená hodnota $a_z = 0.79000$; je menší, než alimit, KRITÉRIUM JE SPLNĚNO

4.3 Účinek chůze skupiny chodců přes lávku dle BS NA 2.44.4

Počet chodců ve skupině $N=8$; osob

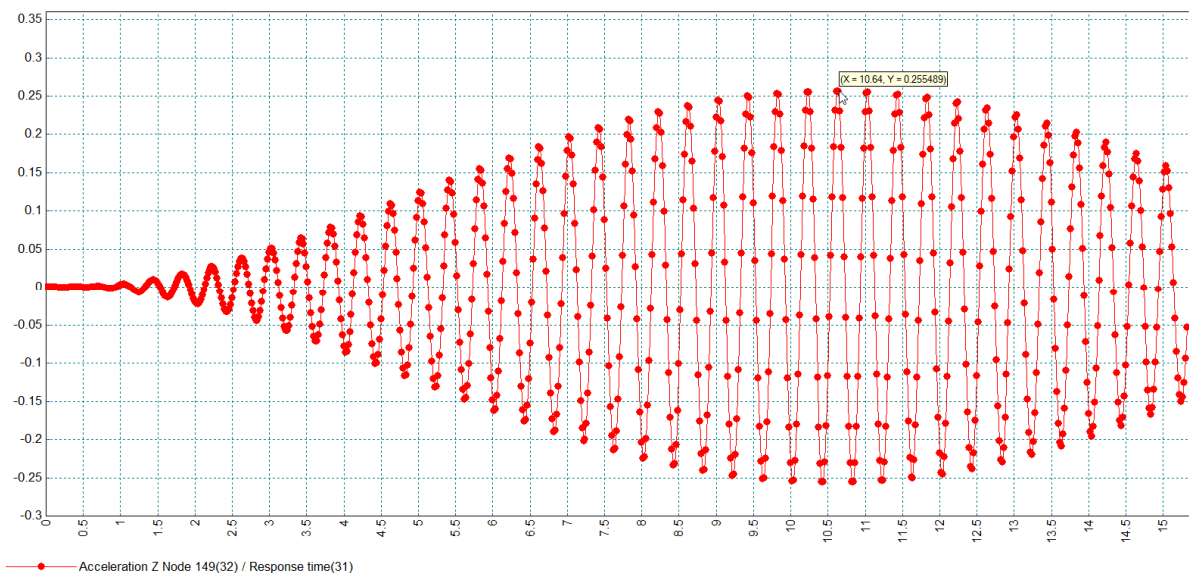
Referenční amplituda $F_0=0.280\text{kN}$;

Pro chůzi a $f_v = 2.503$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{fv} = \text{figNA8}(f_v, 0) = 0.504$;

Pro $\delta = 0.094$; a z fig. NA.9 pro efektivní rozpětí $L = 25.000\text{m}$; tedy $\gamma = \text{figNA9}(\delta, L) = 0.397$;

Amplituda budící síly tedy $F = F_0 \cdot k_{fv} \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot (N-1)} = 0.275\text{kN}$; Síla s uvedenou amplitudou se pohybuje po lávce rychlostí 1.7m/s

Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_z = 0.26\text{m/s}^2$ viz následující graf. Úvodní část grafu reprezentuje nástup zatížení na most.



Vypočtené zrychlení splňuje kritéria pohody podle BS NA

4.4 Účinek běhu skupiny běžců dle BS NA 2.44.4

Počet běžců ve skupině $N=2$; osob

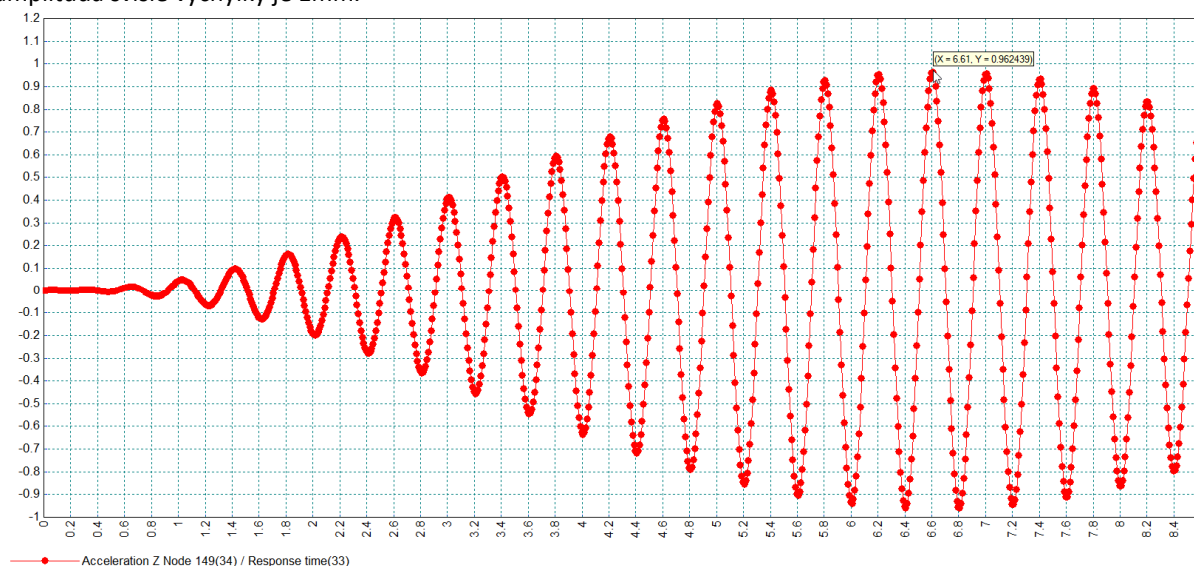
Referenční amplituda $F_0=0.910\text{kN}$;

Pro chůzi a $f_v = 2.503$; je dle fig. NA.8 hodnota $k_{fv} = \text{figNA8}(f_v, 1) = 1.139$;

Pro $\delta = 0.094$; a z fig. NA.9 pro efektivní rozpětí $L = 25.000\text{m}$; tedy $\gamma = \text{figNA9}(\delta, L) = 0.397$;

Amplituda budící síly tedy $F = F_0 \cdot k_{fv} \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot (N-1)} = 1.225\text{kN}$; Síla s uvedenou amplitudou se pohybuje po lávce rychlostí 3.0m/s

Po provedení výpočtu vynuceného kmitání vychází pro uzly uprostřed pole maximální zrychlení ve svislém směru $a_z=0.96\text{m/s}^2$ viz následující graf. Úvodní část grafu reprezentuje nástup zatížení na most. Odpovídající amplituda svislé výchylky je 1mm.



Vypočtené zrychlení ještě těsně splňuje kritéria pohody podle BS NA. I díky umístění nízko nad terénem je zrychlení přijatelné.

5 Zhodnocení výsledků

Varianta 1

Z výsledků vyplývá, že ve variantě 1 konstrukce mírně nevyhovuje z hlediska pohody chodců na stav, kdy by se po lávce pohyboval setrvale proud chodců. Pro přechod malé skupiny chodců i dvojice běžců jsou kritéria pohody splněna, i když u pohybu běžců jen velmi těsně, díky velmi malé výšce lávky nad terénem.

Varianta 2

Na upravené konstrukci lávky již všechna kritéria pohody vyhovují

