

SO 06

KORUNA HRÁZE

Objednatel:



Povodí Labe, státní podnik

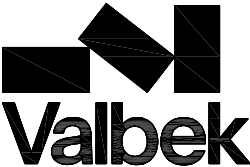

Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové

Zhotovitel DSP:



Valbek, spol. s r.o.

Vaňurova 505/17
460 02 Liberec 3

	Vypracoval	Ing. Stanislav Růžička		Zak. číslo	16UL01012
	Zodp. projektant	Ing. Martin Kyselák		Datum	07/2020
	Tech. kontrola	Ing. Jiří Jachan		Stupeň	DPS
	Akce VD HARCOV ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI ZA POVODNÍ			Počet formátů	30 x A4
				Měřítko	
Zhotovitel: Valbek, spol. s r.o., stf. Ústí n. L. Děčínská 717/21 400 03 Ústí nad Labem	Příloha PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI PŘEMOSTĚNÍ			Č. přílohy	Paré
				D.06.13	

VD Harcov
zajištění bezpečnosti za povodní

Výpočet zatížitelnosti

**Přemostění korunového volného přelivu vodního díla Harcov
v Liberci.**

1.	Úvod.....	3
2.	Seznam norem a použité literatury.....	3
3.	Schéma mostu	4
4.	Předpoklady výpočtu	6
4.1.	Posuzované stavy	6
4.2.	Konstrukční prvky.....	6
4.3.	Materiály	7
4.4.	Použitý software	7
5.	Zatížení	7
5.1.	Stálé zatížení	7
5.2.	Zatížení dopravou	8
5.3.	Zatížení teplotou.....	9
5.4.	Zatížení větrem.....	10
6.	Kombinace zatížení	11
7.	Výpočetní model.....	11
7.1.	Model – materiály	12
7.2.	Model – průřezové charakteristiky	12
7.3.	Model – nedopravní zatížení	12
7.4.	Model – dopravní zatížení (vozidlo).....	15
7.5.	Model – kombinace	16
8.	Stanovení zatížitelnosti.....	17
8.1.	Vnitřní síly	17
8.2.	Posouzení.....	23
8.3.	Zatížitelnost – shrnutí.....	29
9.	Závěr	29

1. Úvod

Předmětem statického výpočtu je Výpočet zatížitelnosti nově navržené spojitě železobetonové desce, která tvoří přemostění korunového volného přelivu vodního díla Harcov v Liberci.

Korunový volný přeliv je situovaný na levé straně hráze. Má 5 polí šířky cca 5 m – celková šířka přelivu je 25 m. Světlá šířka přelivů se zmenšuje na vzdušné straně o 0,16 m.

Stávající nosná konstrukce mostovky na koruně hráze je tvořena betonovou klenbou. Klenbové oblouky mají patky ve výši 0,3 m (373,20 m n.m.) a záklenby ve výši 0,7 m (373,60 m n.m.). Výztuž v klenbě je pravděpodobně pouze konstrukční. Spodní část betonové klenby je v některých místech porušena (odpadlá krycí vrstva výztuže, degradace betonu vlivem zatékající vody, vápenné výluhy). Poruchy NK byli dříve částečně sanovány. Tato stávající konstrukce bude v rámci akce Zajištění bezpečnosti za povodní, kompletně nahrazena novou konstrukcí.

Nová nosná konstrukce bude lichoběžníková deska o pěti polích o celkové délce 30,79 m (6,25 + 6,13 + 6,02 + 6,25 + 6,14). Nová deska nebude náběhovaná, bude konstantního průřezu. Konstrukčně se bude jednat o spojitou železobetonovou desku, uloženou na stávající kamenné pilíře. Půdorysně bude kopírovat tvar stávající desky a líc i rub bude doplněn kamennou klenbou.

Komunikace na koruně hráze není určena pro stálý provoz vozidel, ale pouze chodců. Požadavkem objednatele je však navrhnout konstrukci na zatížitelnost pro vozidlo o hmotnosti minimálně 22 tun, které má reprezentovat mobilní jeřáb pro odstranění naplavenin.

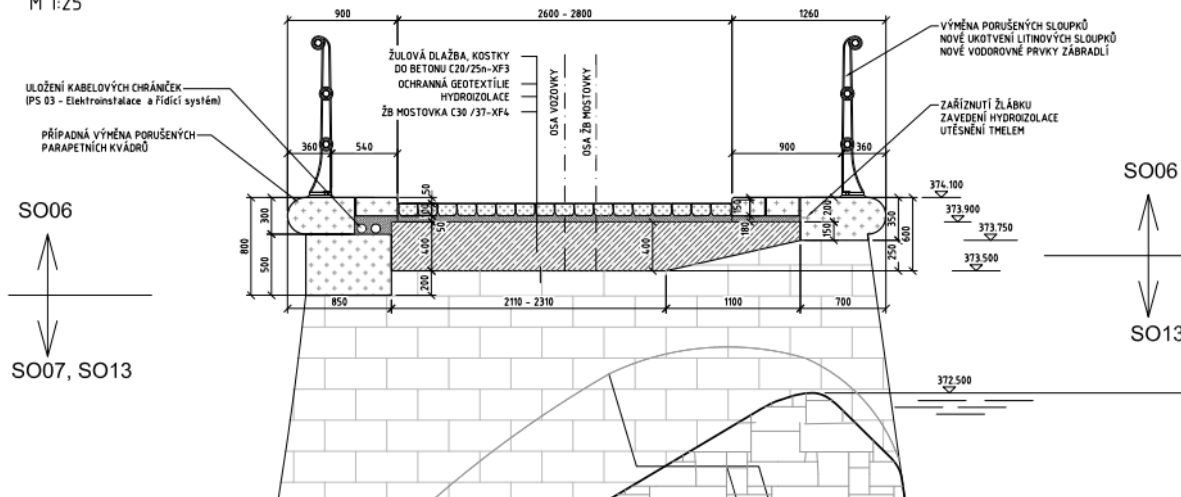
2. Seznam norem a použité literatury

- | | | |
|-----|---|---|
| [1] | ČSN EN 1990 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| [2] | ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| [3] | ČSN EN 1992-2 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty |
| [4] | ČSN 73 6222 | Zatížitelnost mostů pozemních komunikací |
| [5] | ČSN ISO 13822 | Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí |
| [6] | Souhrnná technická zpráva – VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní | |
| [7] | VD HARCOV – Návrh opatření k zajištění bezpečnosti vodního díla při povodních | |

3. Schéma mostu

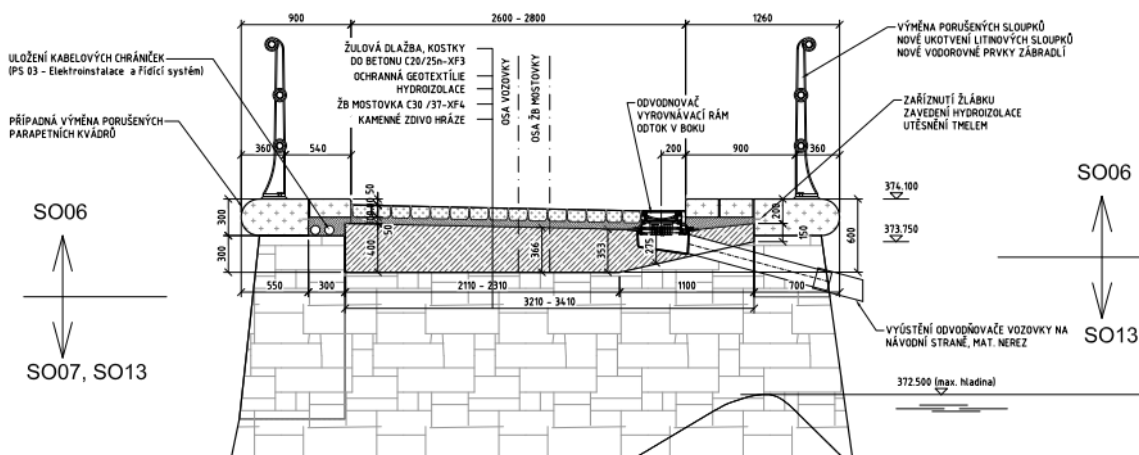
PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTOVKOU VE STŘEDU POLE

M 1:25



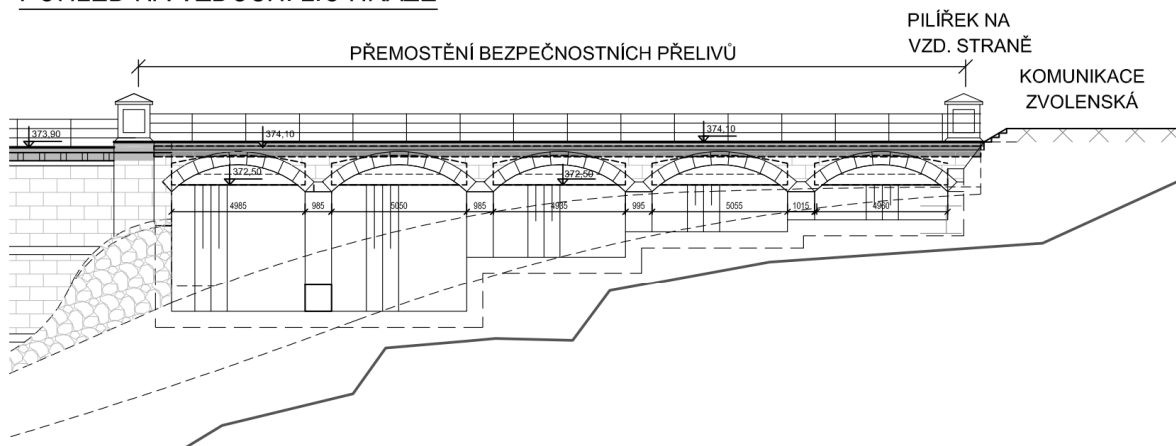
PŘÍČNÝ ŘEZ MOSTOVKOU NAD OPĚROU V MÍSTĚ ODVODNĚNÍ

M 1:25

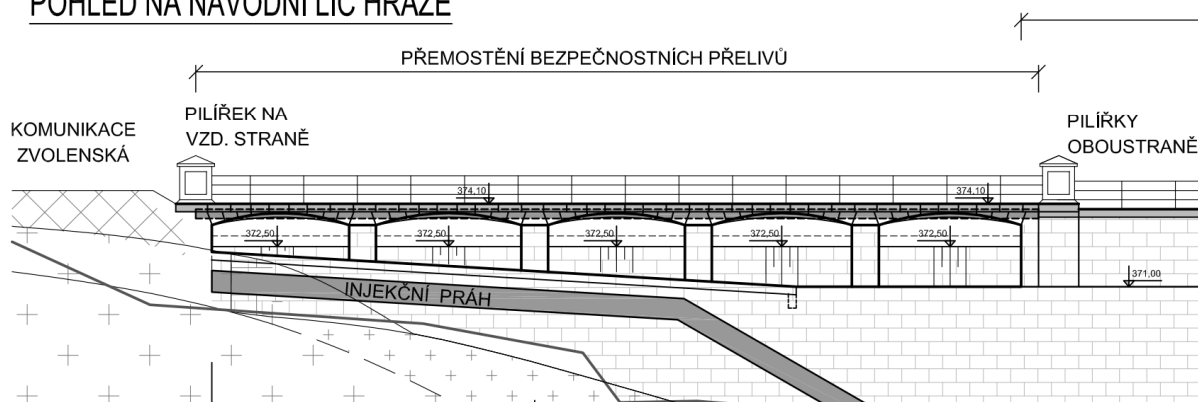


Obr. 1 Schéma zatěžovacího vozidla

POHLED NA VZDUŠNÍ LÍČ HRÁZE

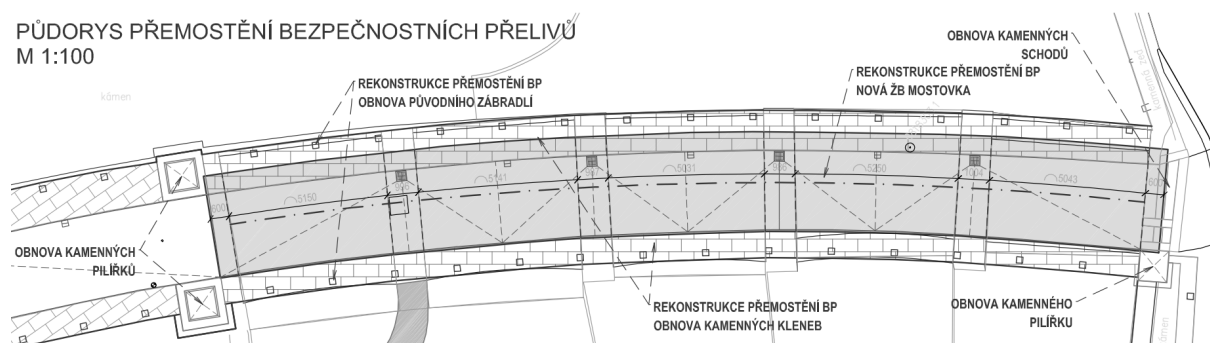


POHLED NA NÁVODNÍ LÍČ HRÁZE



Obr. 2 Schéma zatěžovacího vozidla

PŮDORYS PŘEMOSTĚNÍ BEZPEČNOSTNÍCH PŘELIVŮ
M 1:100



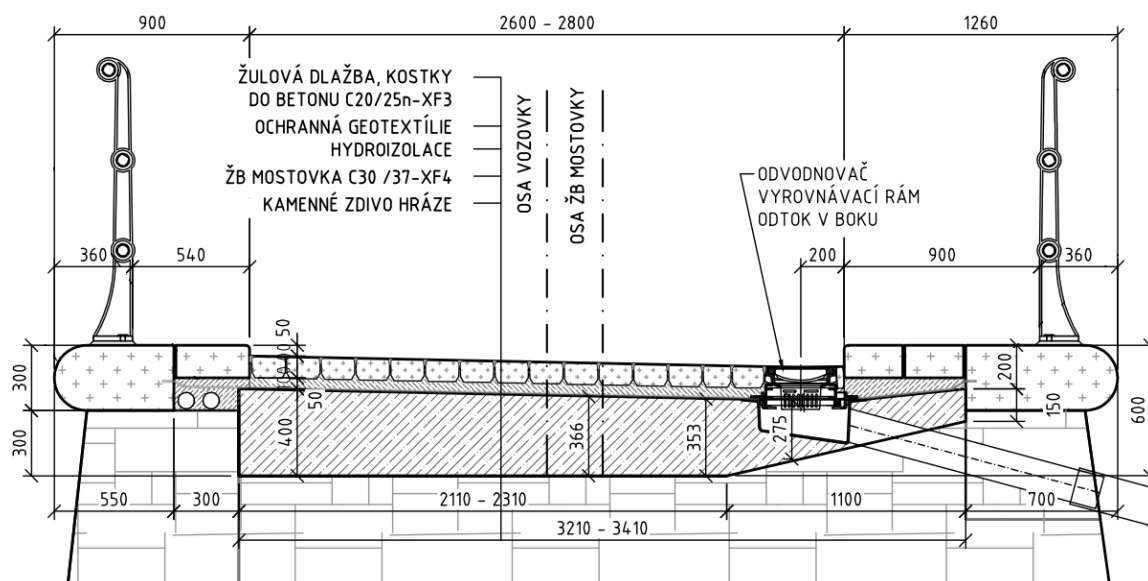
Obr. 3 Schéma zatěžovacího vozidla

4. Předpoklady výpočtu

Posouzení konstrukce vychází z návrhu nové konstrukce přemostění korunového volného přelivu VD Harcov v Liberci. Jedná se o nově navrženou konstrukce, proto jsou materiálové charakteristiky určeny dle [3].

4.1. Posuzované stavy

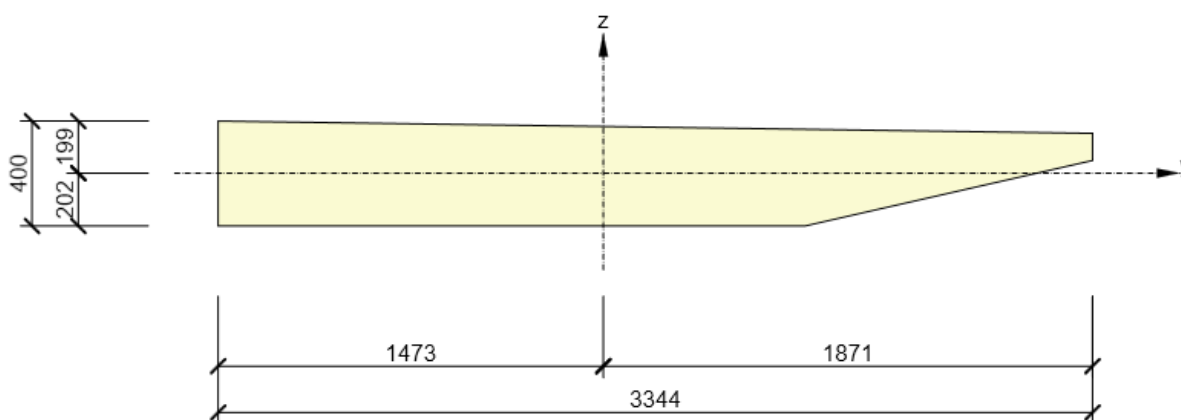
Pro posouzení zatížitelnosti byl prověřen idealizovaný tvar konstrukce dle schématu:



Obr. 4 Schéma navržené konstrukce

4.2. Konstrukční prvky

Rozměry a průřezové charakteristiky vychází z návrhu nové NK, byly posuzovány vyztužené betonové průřezy po délce NK, dle extrémů vnitřních sil.



Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Průřezové charakteristiky

A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	C _{gy} [mm]	C _{gz} [mm]	I _y [mm]	I _z [mm]
1122560	0	0	12837379450	886164639365	0	0	107	888

4.3. Materiály

Materiálové charakteristiky jsou odvozeny z návrhu nové NK [3]

Beton C 35/45

Beton

Název	f _{ck} [MPa]	f _{cm} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	E _{cm} [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
C35/45	35,0	43,0	3,2	34077,1	0,20	2500
ε _{c2} = 20,0 1e-4, ε _{cu2} = 35,0 1e-4, ε _{c3} = 17,5 1e-4, ε _{cu3} = 35,0 1e-4, Exponent - n: 2,00, Rozměr zrna kameniva = 16 mm, Třída cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický						

Betonářská výztuž B500B

Betonářská ocel

Název	f _{yk} [MPa]	f _{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
f _{tk} /f _{yk} = 1,08, ε _{uk} = 500,0 1e-4, Typ: Vložky, Povrch výztuže: Žebírkový, Třída: B, Výroba: Za tepla válcovaná, Typ diagramu: Bilineární se stoupající horní větví					

4.4. Použitý software

Výpočet vnitřních sil od účinků jednotlivých zatížení je proveden metodou konečných prvků na prutovém modelu v programu MIDAS Civil. Posouzení jednotlivých prvků je provedeno v programu Microsoft Excel a Idea Statica.

5. Zatížení

Pro výpočet zatížitelnosti mostu je uvažována vlastní tíha mostu, tj. samotná konstrukce mostovky, (dlažba do betonu, izolace a příslušenství). Zatížení dopravou je aplikováno dle doporučení ČSN 73 6222 [4]. Dále je uvažováno se zatížením větrem a teplotou.

5.1. Stálé zatížení

- Dlažba do betonu

Žulová dlažba 100 mm, beton C20/25n, 50 mm, izolace A = 0,81 m²: 25 kN/m³

g_{voz1} = 0,81x25=20,25 kN/m

- Zábradlí

g_{zab} = 2*1,0*1,0=2,00 kN/m

Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



$w \leq 5,4\text{ m}$	jeden zatěžovací pruh šířky 3,0 m;
$5,4\text{ m} \leq w \leq 6,0\text{ m}$	dva zatěžovací pruhy šířky 0,5 w;
$w > 6,0\text{ m}$	w/3 zatěžovacích pruhů (zaokrouhleno na celé číslo dolů) šířky 3,0 m.

Obr. 6 Pravidla pro určení šířky zatěžovacího pruhu

Obr. 7 Zadání zvláštního vozidla v programu Midas Civil

5.3. Zatížení teplotou

Rovnoměrné účinky teploty – betonová konstrukce

$T_{\max} = 38.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Maximální teplota vzduchu ve stínu (viz mapa)
$T_{\min} = -32.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Minimální teplota vzduchu ve stínu (viz mapa)
Typ kce 3	(Betonová konstrukce)
$T_{e,\max} = 39.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Maximální teplota konstrukce
$T_{e,\min} = -24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Maximální teplota konstrukce
$T_0 = 10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Výchozí teplota (doporučená hodnota 10 °C)
$\Delta T_{N,\exp} = 29.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Teplotní rozdíl pro prodloužení mostu
$\Delta T_{N,\text{com}} = 34.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Teplotní rozdíl pro zkrácení mostu

Lineární teplotní spád (možný postup pro SR pro mosty s rozpětím $L < 50\text{ m}$)

Typ př. řezu a	(a-bet. deska, b – bet. nosníky, c – komorový nosník)
$\Delta T_{M,\text{heat},50} = 15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Hodnoty pro vozovku tl. 50 mm
$\Delta T_{M,\text{cool},50} = 8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Hodnoty pro vozovku tl. 50 mm
Tl. vozovky = 150 mm	(NAIP = izolace)
$K_{\text{sur,heat}} = 0.50$	
$K_{\text{sur,cool}} = 1.00$	
$\Delta T_{M,\text{heat}} = 7.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Lin. tep. spád – horní povrch teplejší než spodní
$\Delta T_{M,\text{cool}} = 8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Lin. tep. spád – spodní povrch teplejší než horní

5.4. Zatížení větrem

Základní hodnoty

oblast	III	Větrová oblast (I až IV)
v_{b0}	27.5 m/s	Výchozí základní rychlost větru
C_{dir}	1.0	Součinitel směru větru (doporučená hodnota 1.0)
C_{season}	1.0	Součinitel ročního období (doporučená hodnota 1.0)
v_b	27.5 m/s	Základní rychlost větru
z	5.75 m	Výška nad zemí (max. 200 m)

Drsnost terénu

Terén	II	Kategorie terénu
z_0	0.050 m	Parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	0.05 m	Parametr drsnosti terénu pro kategorii II
k_r	0.190	Součinitel terénu
Z_{min}	2.00 m	Minimální výška
$C_r(z)$	0.902	Součinitel drsnosti

Orografie

$C_o(z)$	1.0	Součinitel orografie (1.0 - neplatí pro izolované kopce, hřebeny, nebo srázy)
----------	-----	---

Střední rychlost větru

$v_m(z)$	24.8 m/s	Střední rychlost větru ve výšce "z" nad terénem
----------	----------	---

Turbulence větru

K_I	1.0	Součinitel turbulence (doporučená hodnota 1.0)
$I_v(z)$	0.211	Intenzita turbulence ve výšce "z"

Maximální dynamický tlak

ρ	1.25 kg/m ³	Měrná hmotnost vzduchu (doporučená hodnota 1.25 kg/m ³)
$q_p(z)$	0.951 kN/m ²	Maximální dynamický tlak ve výšce "z"

Zatížení větrem ve směru x (kolmo na rozpětí mostu) - nosná konstrukce

b	5.00 m	Šířka mostu
d_{tot}	4.50 m	Výška plochy vystavené větru
b/d_{tot}	1.1	
C_{fx}	1.3	Součinitel sil pro zatížení nosné konstrukce ve směru x
d_{ref}	4.60 m	Referenční výška
$F_{w, x}$	5.686 kN/m	Síla od větru na nosnou konstrukci ve směru x

6. Kombinace zatížení

Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti je uvažována rovnicí (6.10) dle [1] následně:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j} = 1,35$ - stálá zatížení (vlastní tíha NK + vozovka)

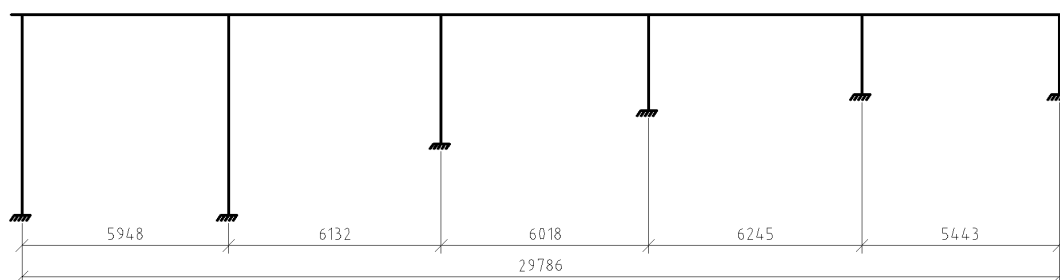
$\gamma_{Q,1} = 1,35$ - zatížení od dopravy (hlavní zatížení)

$\gamma_{Q,i} = 1,50$ - zatížení od teploty

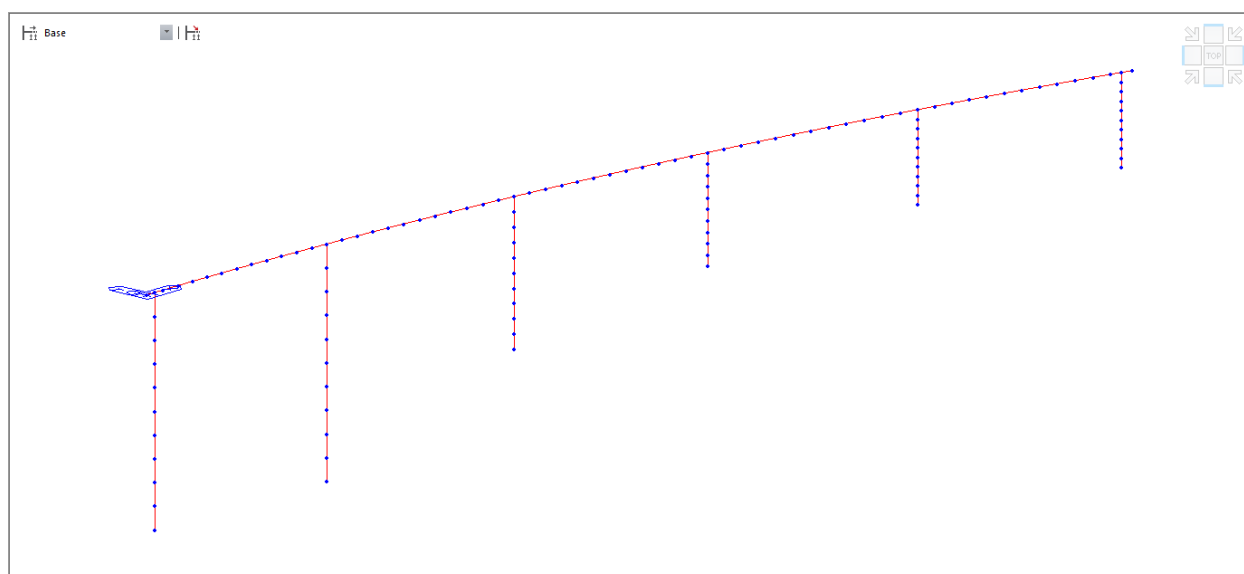
$\gamma_{Q,i} = 1,50$ - zatížení od větru

7. Výpočetní model

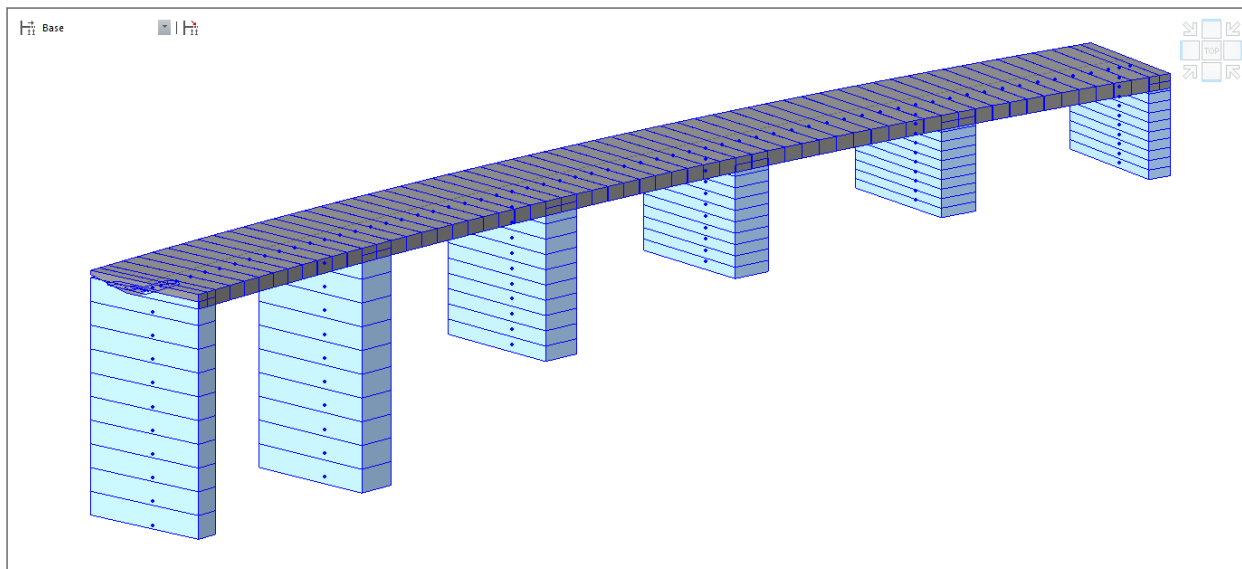
Výpočet vnitřních sil od účinků jednotlivých zatížení je proveden metodou konečných prvků na prostorovém prutovém modelu v programu MIDAS Civil. V modelu jsou prvky definovány dle zásad uvedených výše



Statické schéma konstrukce



Obr. 8 Pohled na prutový model



Obr. 9 Pohled na prutový model včetně rozlišení materiálů prvků

7.1. Model – materiály

ID	Name	Type	Elasticity (N/mm ²)	Poisson	Thermal (1/[F])	Density (N/mm ³)
1	C35/45	Concrete	3.4077E+007	0.2	1.00E-005	2.50E+001
2	Zdivo	User Defined	1.48E+07	0.2	1.00E-05	2.50E+01

7.2. Model – průřezové charakteristiky

Uvažovaný průřez ve výpočetním modelu:

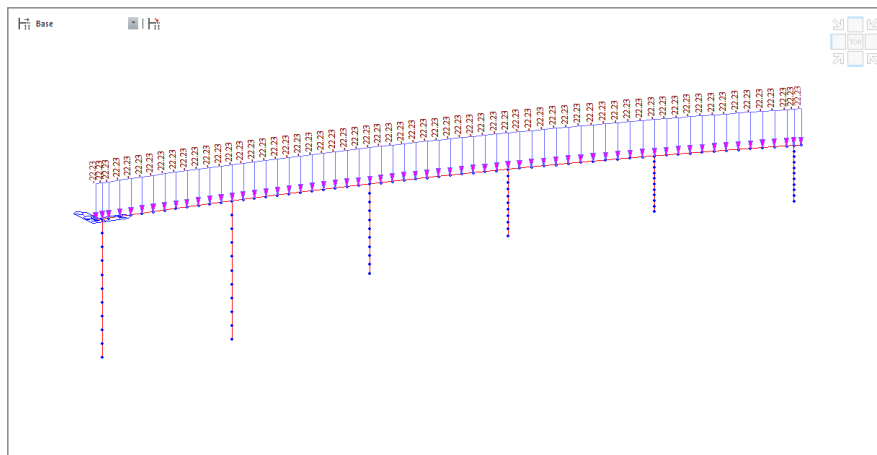
ID	Type	Shape	Name	Area (m ²)	I _{yy} (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	C _{ym} (m)	C _{zm} (m)	Q _{yb} (m ²)	Q _{zb} (m ²)
1	PSC	PSCT	NK deska	1.1243	0.0129	0.8870	1.4742	0.1995	0.0165	1.1219

7.3. Model – nedopravní zatížení

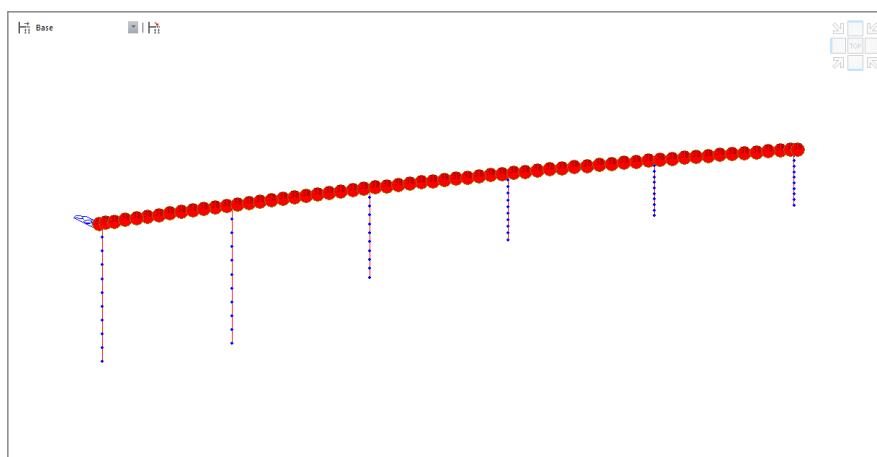
No	Name	Type	Description
1	VI. tíha	Dead Load (D)	
2	Dlážba a prislusenstvi	Dead Load (D)	
3	Teplota +	Temperature (T)	
4	Teplota -	Temperature (T)	
5	Teplota nerovnomerna +	Temperature (T)	
6	Teplota nerovnomerna -	Temperature (T)	
7	Vitr P	Wind Load on Structure (W)	
8	Vitr L	Wind Load on Structure (W)	

1 – vlastní tíha klenby – automaticky generováno programem

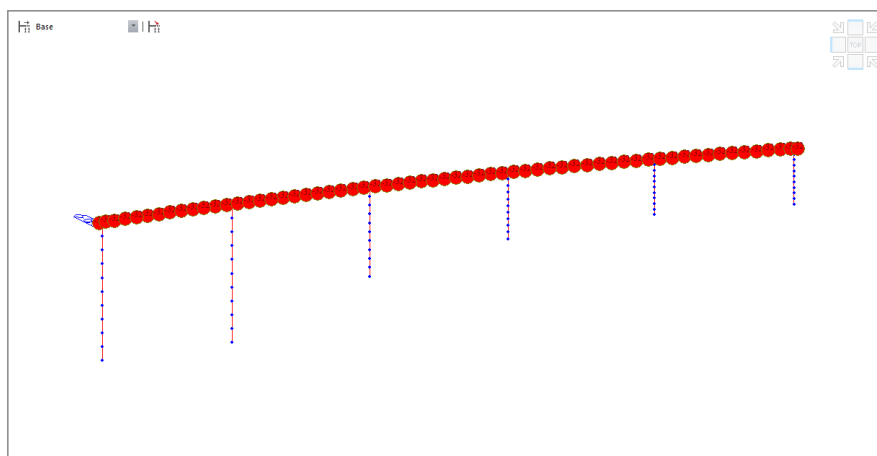
2 – Dlažba a příslušenství



3 – Teplota +



4 – Teplota -

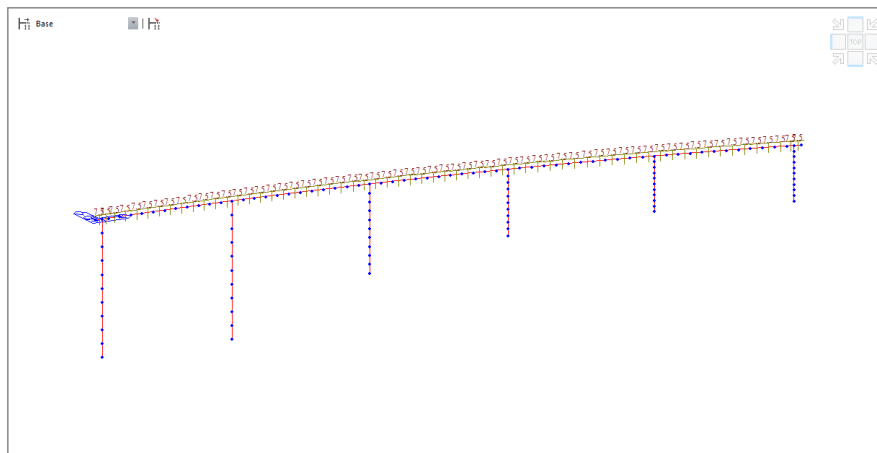


Výpočet zatížitelnosti

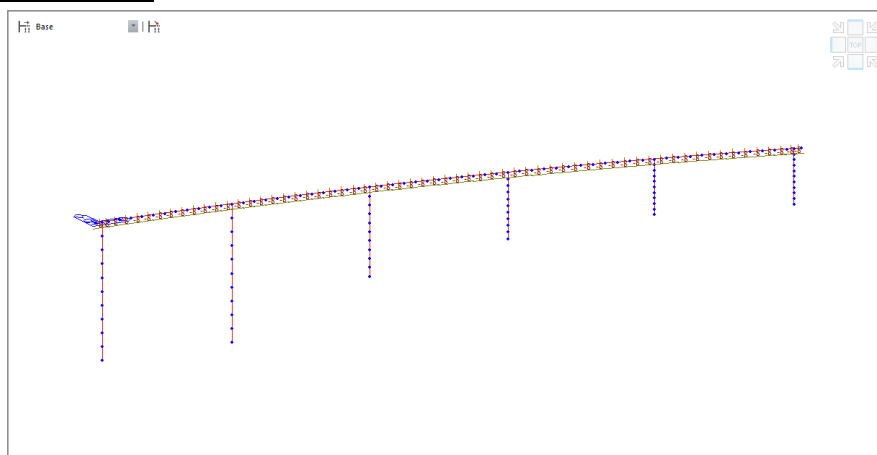
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



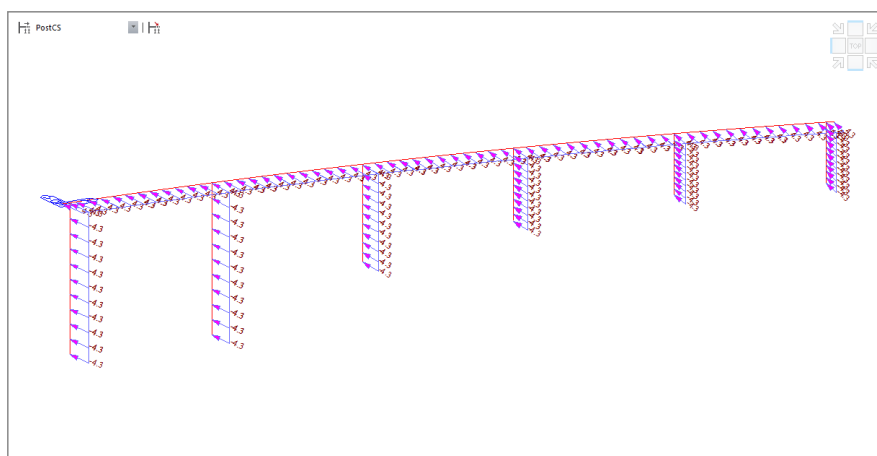
5 – Teplota nerovnoměrná +



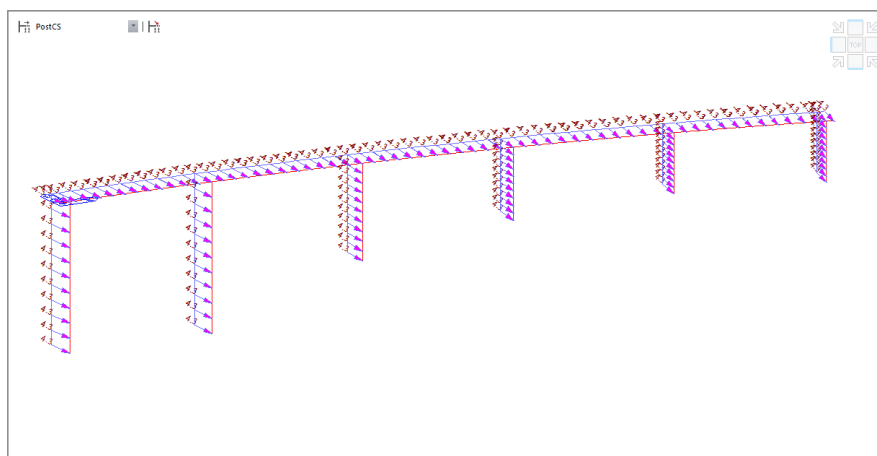
6 – Teplota nerovnoměrná -



7 – Vítr P



8 – Vítr L

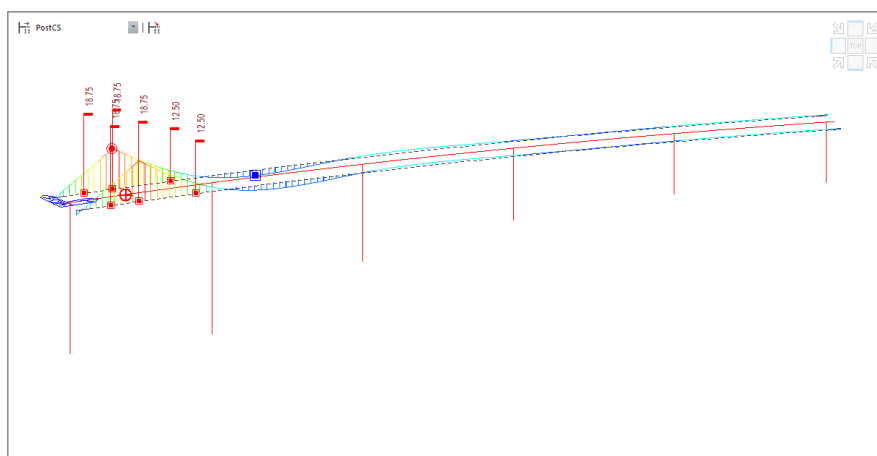


7.4. Model – dopravní zatížení (vozidlo)

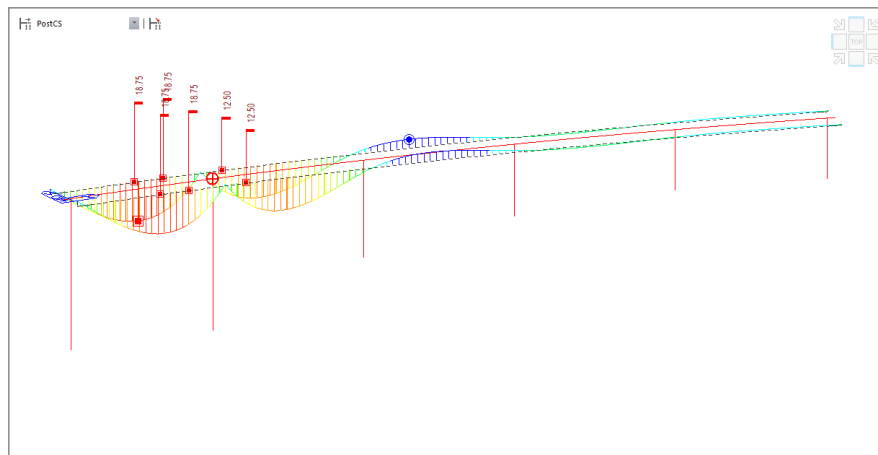
No	Name	Type	Description
9	Jerab	Live Load (L)	

Zatížení pojezdem vozidla je generováno programem pomocí příčinkových čar. Pro jednotlivé posuzované řezy je možné vykreslit polohu vozidla pro jednotlivé maximální vnitřní síly. Pojezd vozidlem je zadán jednotkově. Maximální zatížení je určena následně při posouzení konstrukce.

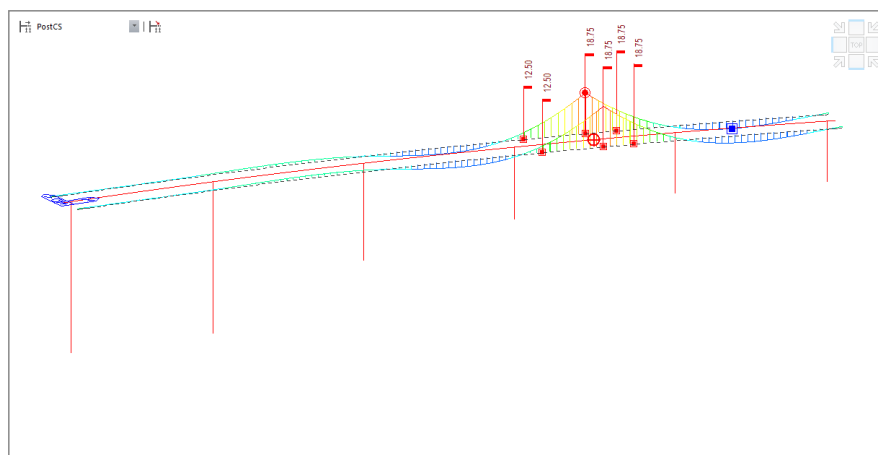
9 – Vozidlo jeřáb, umístění pro maximum v krajním poli



9 – Vozidlo jeřáb, umístění pro maximum nad podporou



9 – Vozidlo jeřáb, umístění pro maximum ve středním poli



Poznámka: dopravní zatížení je zadáno jako jednotkové.

7.5. Model – kombinace

```

+=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| MIDAS/Civil - Load Combinations                        |
|                                                         |
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd. (c)SINCE 1989    |
| MIDAS/Civil Version 8.6.5                             |
| MIDAS IT                                               |
+=====+
    
```

DESIGN TYPE : Concrete Design

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE(FACTOR) +	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	suma	Strength/Stress Summation(1.000)	Add		

Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



2	stale	Strength/Stress Dead Load(1.000)	Add	
3	reol_sil	Strength/Stress Creep Secondary(1.000) +	Add	Shrinkage Secondary(1.000)
4	reol_def	Strength/Stress Creep Primary(1.000) +	Add	Shrinkage Primary(1.000)
5	t1+	Strength/Stress t +(1.000) +	Add	tnerov lin +(0.350)
6	t2+	Strength/Stress t +(0.750) +	Add	tnerov lin +(1.000)
7	t1-	Strength/Stress t -(1.000) +	Add	tnerov lin -(0.350)
8	t2-	Strength/Stress t -(0.750) +	Add	tnerov lin -(1.000)
9	T+	Strength/Stress t1+(1.000) +	Envelope	t2+(1.000)
10	T-	Strength/Stress t1-(1.000) +	Envelope	t2-(1.000)
11	T	Strength/Stress T+(1.000) +	Envelope	T-(1.000)
12	Vitr	Strength/Stress vitr P(1.000) +	Envelope	vitr L(1.000)
13	3 naprava zatizit.	Strength/Stress jerab(3.950)	Add	
14	MSU zat	Strength/Stress stale(1.350) + + Vitr(0.900) +	Add	reol_sil(1.000) + 3 naprava zatizit.(1.350) T(0.900)
15	SLS Ch zat	Strength/Stress stale(1.000) + + Vitr(0.600) +	Add	reol_sil(1.000) + 3 naprava zatizit.(1.000) T(0.600)
16	SLS Qp zat	Strength/Stress stale(1.000) +	Add	reol_sil(1.000) + T(0.500)

Poznámka – v programu byly dohromady kombinovány účinky stálých a proměnných zatížení dle [1].

8. Stanovení zatížitelnosti

Výpočet se skládá ze dvou částí – odečtu hodnoty vnitřních sil (normálová síla, ohybový moment a smyk) od nedopravního zatížení z modelu v programu MIDAS Civil a samotném výpočtu zatížitelnosti z rezervy únosnosti prvku.

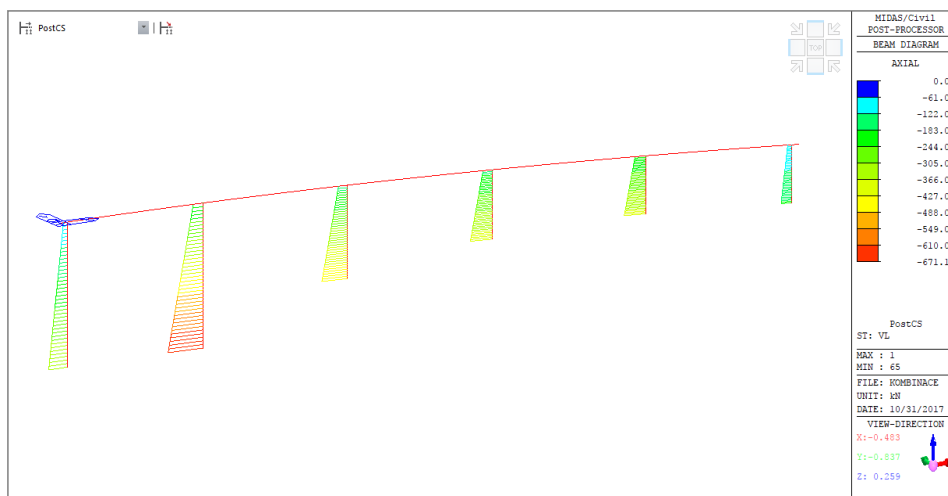
8.1. Vnitřní síly

Výpočet zatížitelnosti

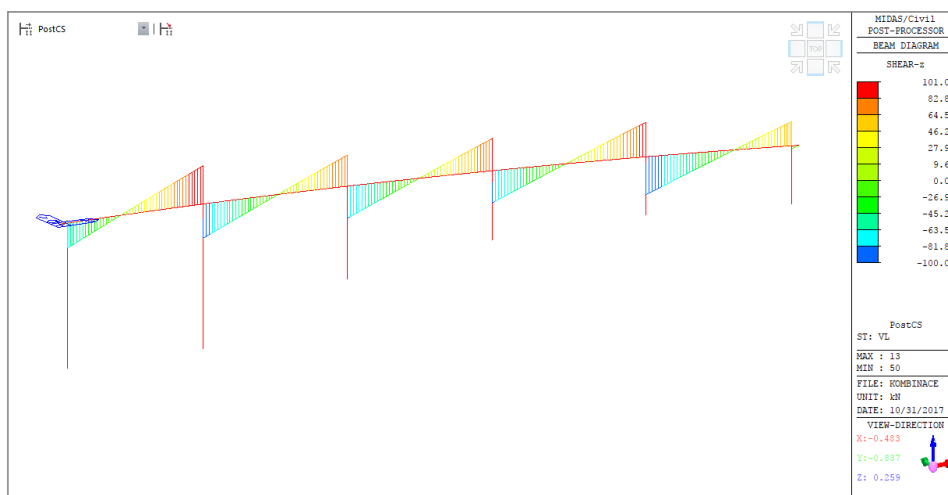
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



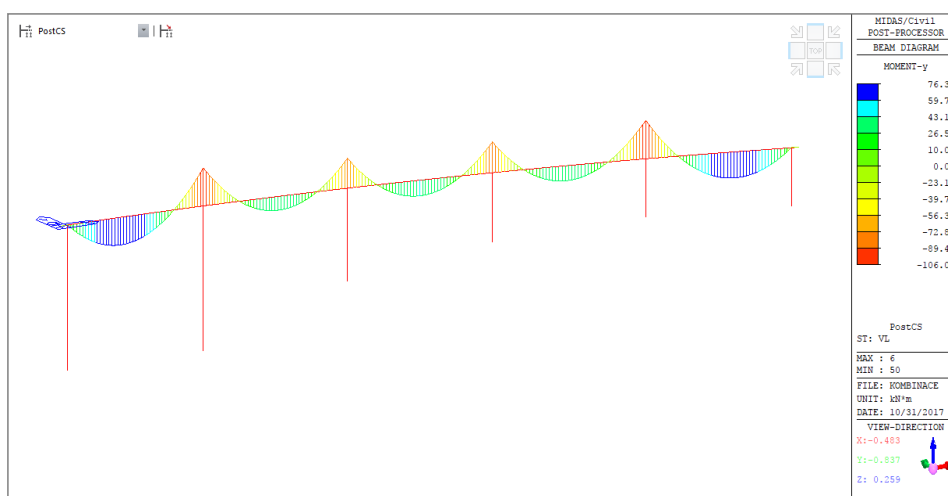
Vlastní tíha



Obr. 10 Normálová síla F_x [kN]

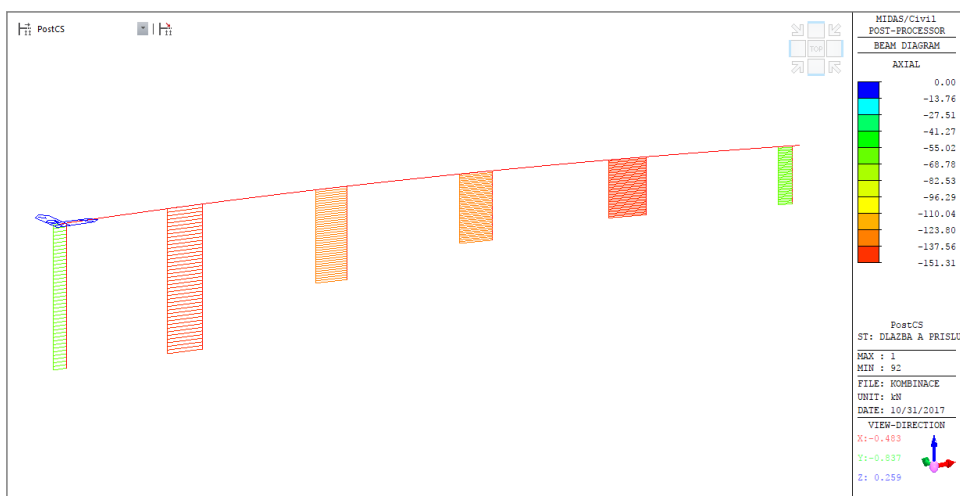


Obr. 11 Posouvající síla V_z [kN]

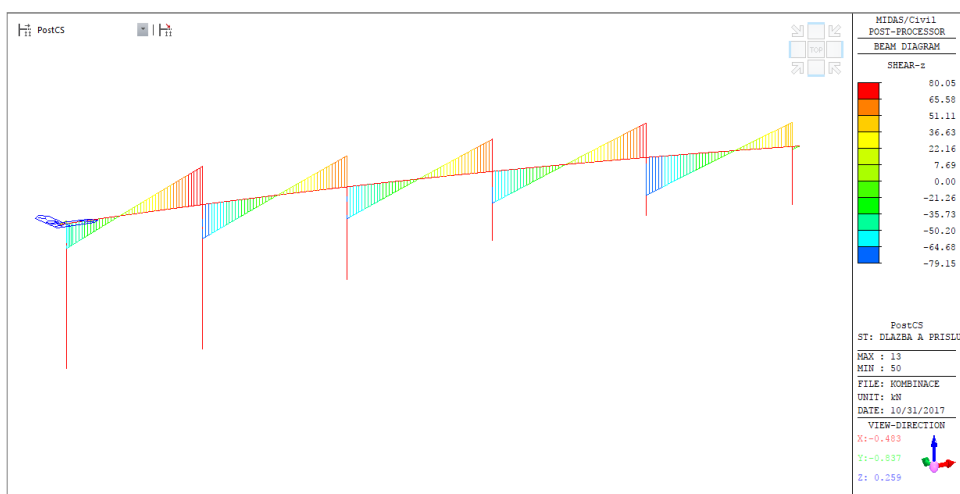


Obr. 12 Ohybový moment M_y [kNm]

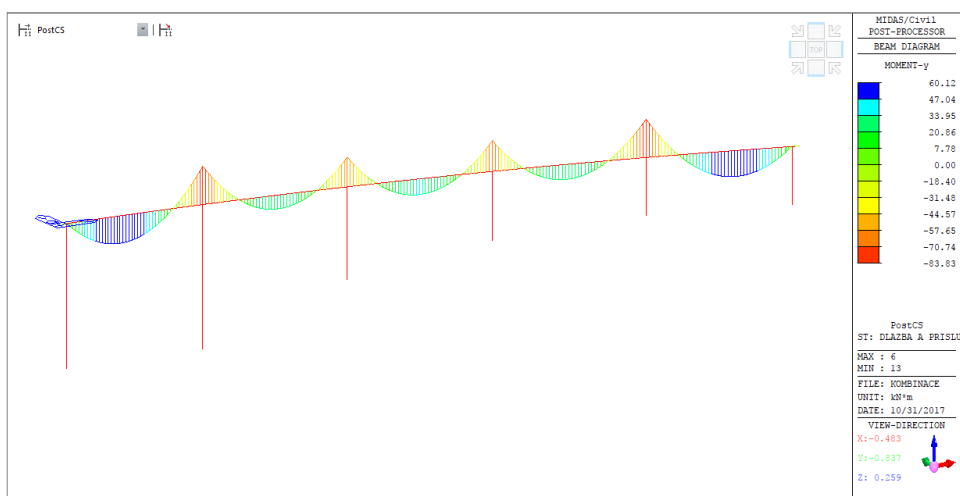
Dlažba a příslušenství



Obr. 13 Normálová síla F_x [kN]



Obr. 14 Posouvající síla V_z [kN]



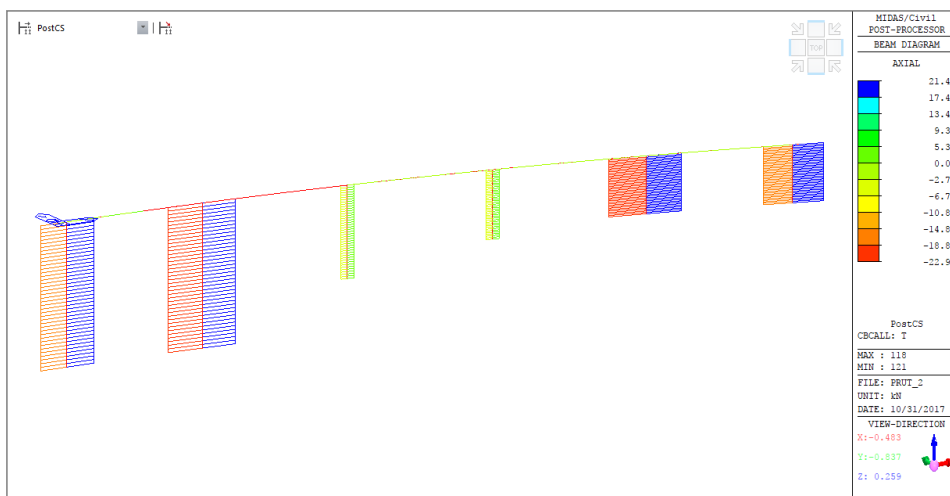
Obr. 15 Ohybový moment M_y [kNm]

Výpočet zatížitelnosti

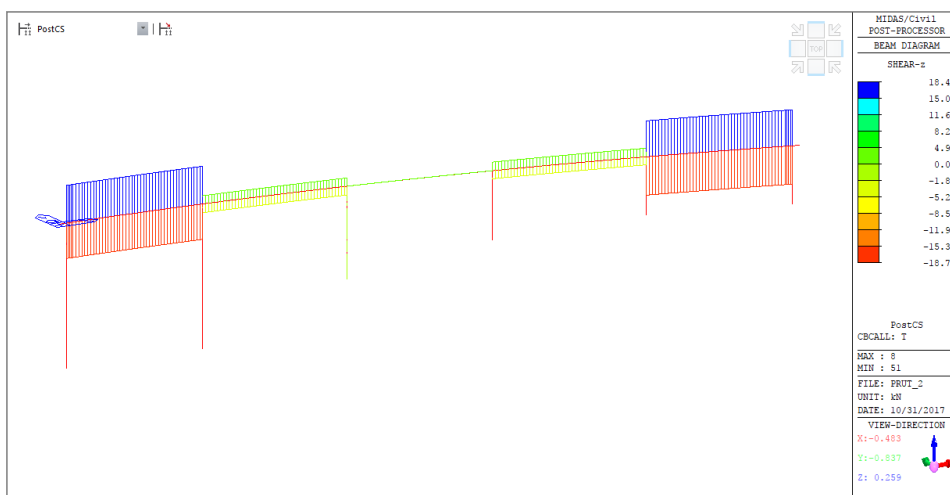
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



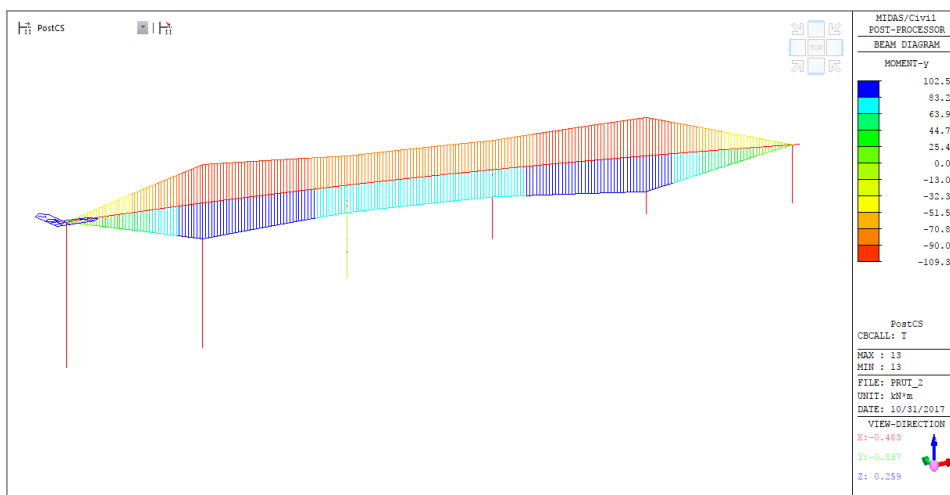
Teplota



Obr. 16 Obálka normálová síla F_x [kN]



Obr. 17 Obálka posouvající síla V_z [kN]



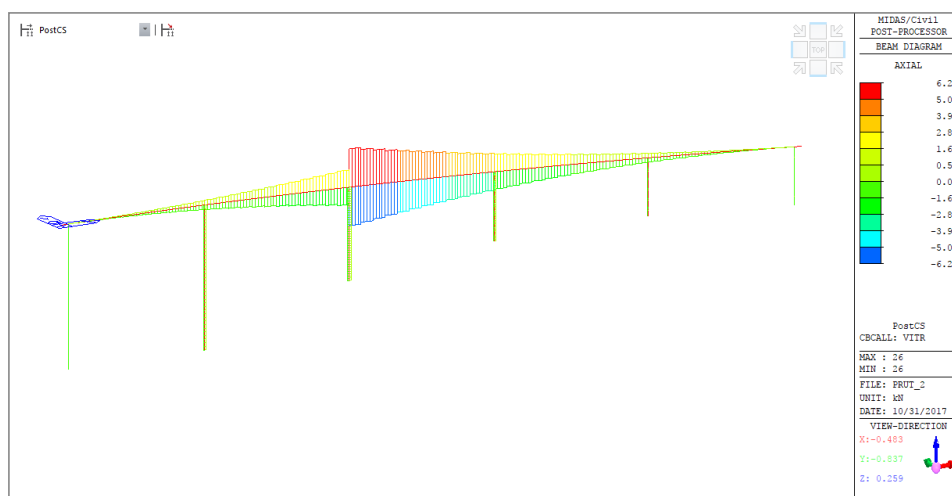
Obr. 18 Obálka ohybový moment M_y [kNm]

Výpočet zatížitelnosti

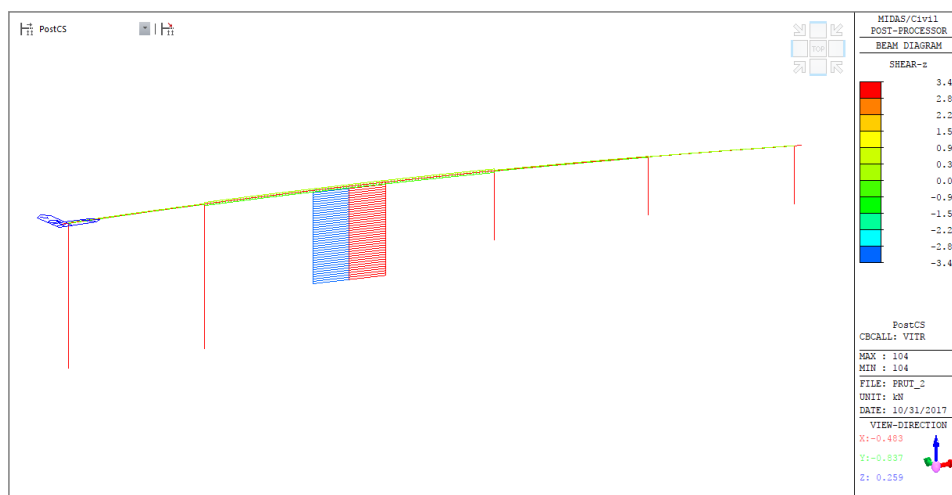
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



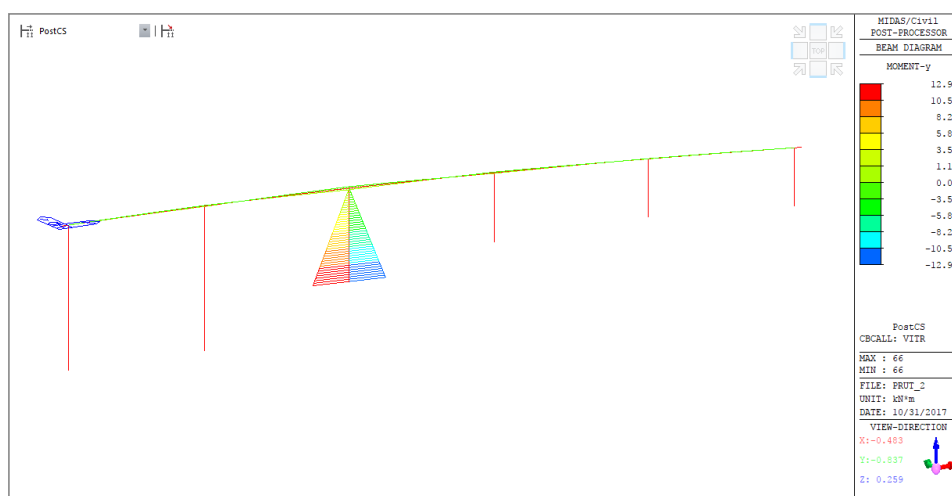
Vítr



Obr. 19 Obálka normálová síla F_x [kN]



Obr. 20 Obálka posouvající síla V_z [kN]



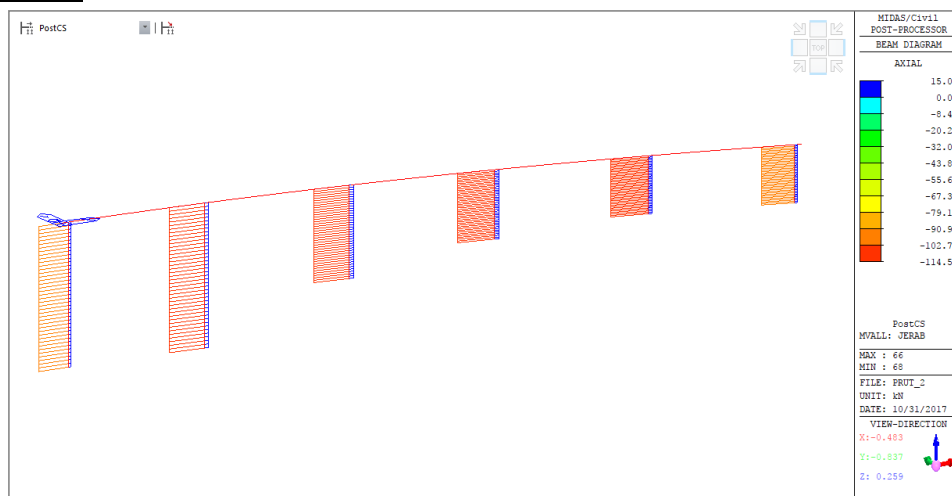
Obr. 21 Obálka ohybový moment M_y [kNm]

Výpočet zatížitelnosti

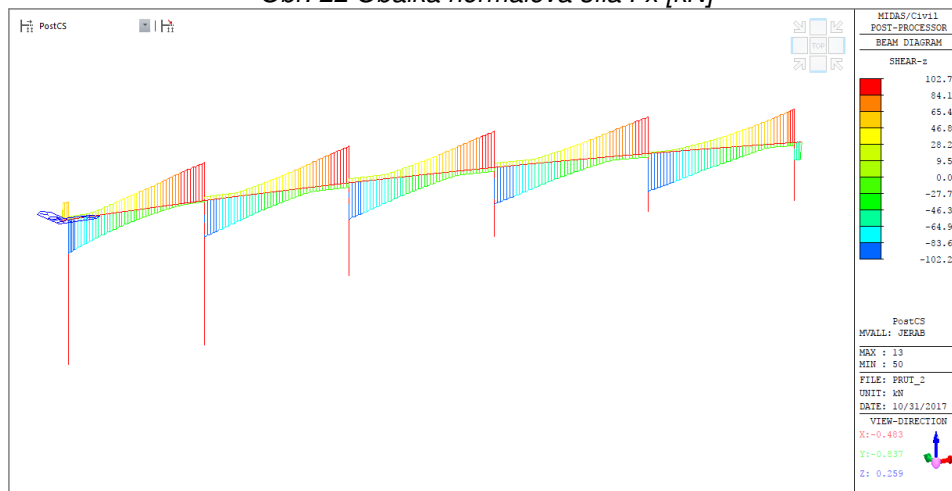
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



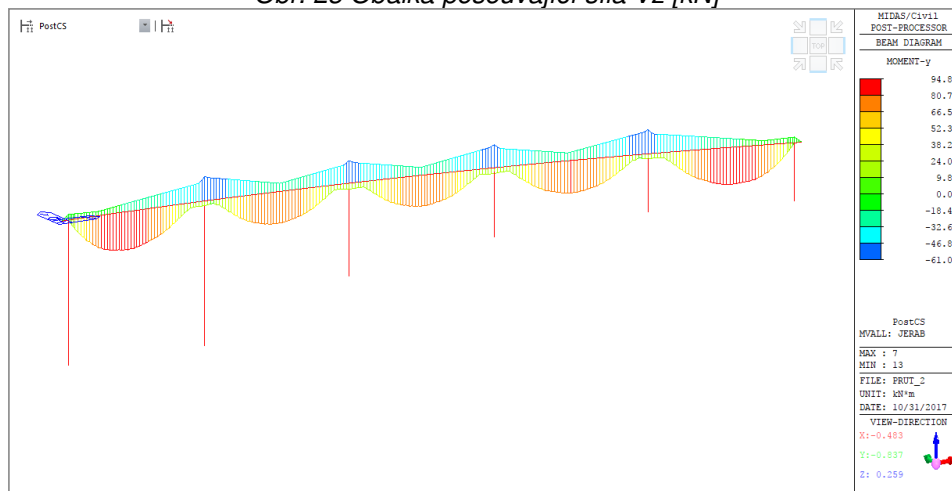
Zatěžovací vozidlo



Obr. 22 Obálka normálová síla F_x [kN]



Obr. 23 Obálka posouvající síla V_z [kN]

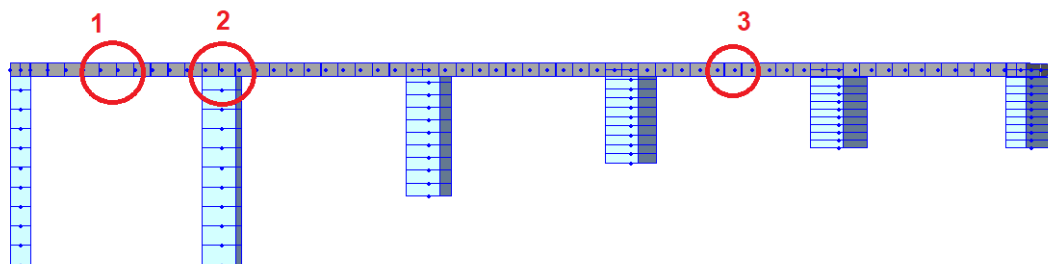


Obr. 24 Obálka ohybový moment M_y [kNm]

8.2. Posouzení

Posouzení klenby a určení zatížitelnosti probíhalo dle standartních postupů popsanych v [3]. Pomocí iterace byla hledána taková hodnota zatížení dopravou, dokud průřez nepřekročil maximální hodnotu únosnosti. Následně byla z tohoto zatížení určena hodnota zatížitelnosti.

Vzhledem k návrhu NK jsou pro Výpočet zatížitelnosti určeny 3 kritické průřezy pro který je proveden výpočet. Jsou to průřezy v krajním poli, nad krajní podporou a ve středním poli.



Obr. 25 Posuzované elementy

Posouzení řezu 1 – uprostřed krajního pole

Vnitřní síly pro posudek:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
7	MSU zat(max)	I[7]	Axial	0.14	-10.29	20.27	2.04	138.12	17.23
7	MSU zat(max)	I[7]	Shear-z	-0.14	10.29	199.52	-0.41	605.65	-17.23
7	MSU zat(max)	I[7]	Moment-y	0.14	-10.29	151.43	-0.64	718.97	17.23
7	MSU zat(min)	I[7]	Axial	-0.14	10.29	-159.58	-1.4	613.12	-17.23
7	MSU zat(min)	I[7]	Shear-z	0.14	-10.29	-220.04	-1.93	697.62	17.23
7	MSU zat(min)	I[7]	Moment-y	-0.14	10.29	58.03	4.1	49.09	-17.23
7	SLS Ch zat(max)	I[7]	Axial	0.1	-6.86	14.81	1.34	102.78	11.49
7	SLS Ch zat(max)	I[7]	Shear-z	-0.1	6.86	148.68	-0.39	446.55	-11.49
7	SLS Ch zat(max)	I[7]	Moment-y	0.1	-6.86	111.47	-0.67	534.21	11.49
7	SLS Ch zat(min)	I[7]	Axial	-0.1	6.86	-117.85	-1.15	453.34	-11.49
7	SLS Ch zat(min)	I[7]	Shear-z	0.1	-6.86	-163.69	-1.63	518.4	11.49
7	SLS Ch zat(min)	I[7]	Moment-y	-0.1	6.86	43.87	2.95	34.28	-11.49
7	SLS Qp zat(max)	I[7]	Axial	0	0	-2.07	0	142.58	0
7	SLS Qp zat(max)	I[7]	Shear-z	0	0	10.16	0.51	113.77	0
7	SLS Qp zat(max)	I[7]	Moment-y	0	0	-7.68	-0.24	155.8	0
7	SLS Qp zat(min)	I[7]	Axial	0	0	4.17	0.26	127.87	0
7	SLS Qp zat(min)	I[7]	Shear-z	0	0	-7.68	-0.24	155.8	0
7	SLS Qp zat(min)	I[7]	Moment-y	0	0	10.16	0.51	113.77	0

Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Vyztužení průřezu:

Hlavní dolní výztuž – Φ 25 mm / 16 ks

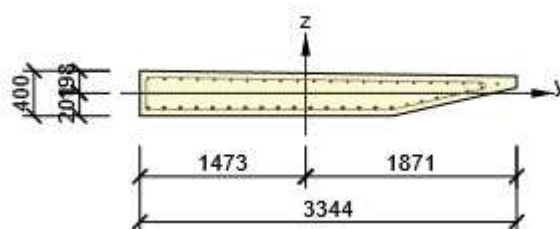
Ostatní výztuž – Φ 16 mm / 28 ks

Třmínek – Φ 12 mm

Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

Název extrému	Čas [d]	Využití [%]	Status posudku
Fx max	28,0	14,9	✓
Vz max	28,0	73,8	✓
My max	28,0	87,7	✓
Fx min	28,0	74,9	✓
Vz min	28,0	85,1	✓
My min	28,0	14,2	✓

Kritický extrém My max



Účinky zatížení – vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
,	Základní MSÚ	0,1	-10,3	151,4	-0,6	719,0	17,2
Celkové	Charakteristická	0,1	0,0	0,0	0,0	534,2	11,5
Celkové	Kvazistálá	0,0	0,0	0,0	0,0	155,8	0,0

Souhrn

Rozhodující typ posudku	NEd [kN]	MEd,y [kNm]	MEd,z [kNm]	VEd [kN]	TEd [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	0,1	534,2	11,5			87,7	OK
Typ posudku	NEd [kN]	MEd,y [kNm]	MEd,z [kNm]	VEd [kN]	TEd [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,1	719,0	17,2			68,5	OK

Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	0,1			151,8	-0,6	32,2	OK
Kroucení					-0,6	0,1	OK
Interakce	0,1	719,0	17,2	151,8	-0,6	77,8	OK
Omezení napětí	0,1	534,2	11,5			87,7	OK
Šířka trhliny	0,0	155,8	0,0			31,4	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Posouzení řezu 2 – nad podporou

Vnitřní síly pro posudek:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
14	MSU zat(max)	I[14]	Axial	0.71	-24.17	-554.33	-9.18	-323.168	96.85
14	MSU zat(max)	I[14]	Shear-z	0.71	-24.17	-161.98	-1.92	-76.665	96.85
14	MSU zat(max)	I[14]	Moment-y	0.71	-24.17	-161.98	-1.92	-76.665	96.85
14	MSU zat(min)	I[14]	Axial	-0.71	24.17	-256.2	3.86	-264.13	-96.85
14	MSU zat(min)	I[14]	Shear-z	-0.71	24.17	-750.65	-0.85	-312.238	-96.85
14	MSU zat(min)	I[14]	Moment-y	-0.71	24.17	-427.63	4.13	-562.613	-96.85
14	SLS Ch zat(max)	I[14]	Axial	0.48	-16.11	-410.67	-6.44	-238.183	64.56
14	SLS Ch zat(max)	I[14]	Shear-z	0.48	-16.11	-119.92	-1.11	-52.66	64.56
14	SLS Ch zat(max)	I[14]	Moment-y	0.48	-16.11	-119.92	-1.11	-52.66	64.56
14	SLS Ch zat(min)	I[14]	Axial	-0.48	16.11	-189.94	2.82	-197.705	-64.56
14	SLS Ch zat(min)	I[14]	Shear-z	-0.48	16.11	-556.32	-0.61	-236.46	-64.56
14	SLS Ch zat(min)	I[14]	Moment-y	-0.48	16.11	-317.04	3.08	-421.93	-64.56
14	SLS Qp zat(max)	I[14]	Axial	0	0	-161.08	-0.37	-133.31	0
14	SLS Qp zat(max)	I[14]	Shear-z	0	0	-159.78	-1.07	-100.325	0
14	SLS Qp zat(max)	I[14]	Moment-y	0	0	-159.78	-1.07	-100.325	0
14	SLS Qp zat(min)	I[14]	Axial	0	0	-162.53	0.41	-170.018	0
14	SLS Qp zat(min)	I[14]	Shear-z	0	0	-163.93	1.15	-205.198	0
14	SLS Qp zat(min)	I[14]	Moment-y	0	0	-163.93	1.15	-205.198	0

Vyztužení průřezu:

Hlavní horní výztuž – Φ 20 mm / 23 ks

Ostatní výztuž – Φ 16 mm / 22 ks

Třmínek – 2x Φ 12 mm

Výpočet zatížitelnosti

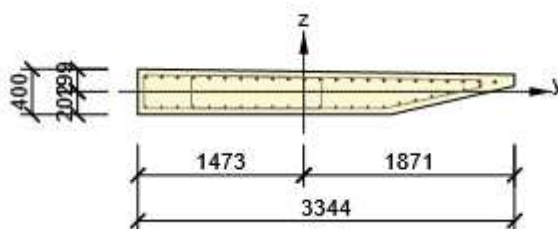
VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

Název extrému	Čas [d]	Využití [%]	Status posudku
Fx max	28,0	86,4	✓
Vz max	28,0	28,3	✓
My max	28,0	28,3	✓
Fx min	28,0	49,4	✓
Vz min	28,0	94,1	✓
My min	28,0	93,3	✓

Kritický extrém Vz min



Účinky zatížení – vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-0,7	24,2	-750,7	-0,9	-312,2	-96,9
Celkové	Charakteristická	-0,5	0,0	0,0	0,0	-236,5	-64,6
Celkové	Kvazistálá	0,0	0,0	0,0	0,0	-205,2	0,0

Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-0,7			751,0	-0,9	94,1	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-0,7	-312,2	-96,9			38,8	OK
Smyk	-0,7			751,0	-0,9	94,1	OK
Kroucení					-0,9	0,1	OK
Interakce	-0,7	-312,2	-96,9	751,0	-0,9	86,6	OK

Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Typ posudku	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	0,0	-205,2	0,0			56,4	OK
Šířka trhliny	0,0	-205,2	0,0			70,4	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

Posouzení řezu 3 – uprostřed středního pole

Vnitřní síly pro posudek:

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment- y (kN*m)	Moment- z (kN*m)
44	MSU zat(max)	I[44]	Axial	1.37	35.84	17.77	0.65	90.79	-1.27
44	MSU zat(max)	I[44]	Shear-z	1.37	35.84	205.7	1.34	436.44	-1.27
44	MSU zat(max)	I[44]	Moment-y	1.37	35.84	72.68	0.8	604.07	-1.27
44	MSU zat(min)	I[44]	Axial	-1.37	-35.84	2.73	0.14	115.58	1.27
44	MSU zat(min)	I[44]	Shear-z	-1.37	-35.84	-195.16	0.79	576.81	1.27
44	MSU zat(min)	I[44]	Moment-y	-1.37	-35.84	72.48	2.02	-83.67	1.27
44	SLS Ch zat(max)	I[44]	Axial	0.92	23.9	13.26	0.48	65.7	-0.85
44	SLS Ch zat(max)	I[44]	Shear-z	0.92	23.9	152.58	0.99	318.96	-0.85
44	SLS Ch zat(max)	I[44]	Moment-y	0.92	23.9	53.69	0.6	451.41	-0.85
44	SLS Ch zat(min)	I[44]	Axial	-0.92	-23.9	1.99	0.12	86.97	0.85
44	SLS Ch zat(min)	I[44]	Shear-z	-0.92	-23.9	-144.71	0.6	431.23	0.85
44	SLS Ch zat(min)	I[44]	Moment-y	-0.92	-23.9	53.91	1.51	-66.29	0.85
44	SLS Qp zat(max)	I[44]	Axial	0	0	6.65	0.23	57	0
44	SLS Qp zat(max)	I[44]	Shear-z	0	0	8.01	0.2	25.77	0
44	SLS Qp zat(max)	I[44]	Moment-y	0	0	3.94	0.3	118.86	0
44	SLS Qp zat(min)	I[44]	Axial	0	0	5.22	0.27	89.58	0
44	SLS Qp zat(min)	I[44]	Shear-z	0	0	3.94	0.3	118.86	0
44	SLS Qp zat(min)	I[44]	Moment-y	0	0	8.01	0.2	25.77	0

Vyztužení průřezu:

Hlavní dolní výztuž – Φ 20 mm / 16 ks

Ostatní výztuž – Φ 16 mm / 28 ks

Třmínek – Φ 12 mm

Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

Název extrému	Čas [d]	Využití [%]	Status posudku
Fx max	28,0	15,0	✓
Vz max	28,0	69,8	✓

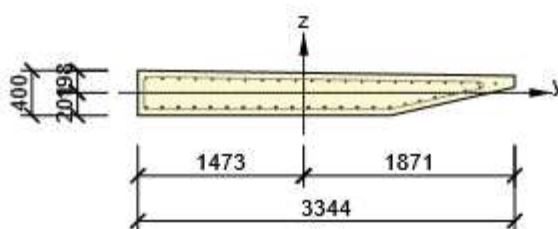
Výpočet zatížitelnosti

VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní



Název extrému	Čas [d]	Využití [%]	Status posudku
My max	28,0	91,1	✓
Fx min	28,0	18,1	✓
Vz min	28,0	89,8	✓
My min	28,0	35,3	✓

Kritický extrém My max



Účinky zatížení – vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	1,4	35,8	72,7	0,8	604,1	-1,3
Celkové	Charakteristická	0,9	0,0	0,0	0,0	451,4	-0,9
Celkové	Kvazistálá	0,0	0,0	0,0	0,0	118,9	0,0

Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	1,4	604,1	-1,3	81,0	0,8	91,1	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	1,4	604,1	-1,3			83,9	OK
Smyk	1,4			81,0	0,8	33,4	OK
Kroucení					0,8	0,1	OK
Interakce	1,4	604,1	-1,3	81,0	0,8	91,1	OK
Omezení napětí	0,9	451,4	-0,9			85,8	OK
Šířka trhliny	0,0	118,9	0,0			32,6	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

8.3. Zatížitelnost – shrnutí

Pro výpočet zatížitelnosti byl určen násobek jednotkového zatížení $n = 3,95$

Výpočet zatížitelnosti mostu je poté následující :

$$V_r = n \times 1/10 \times V_{rw}$$

$$V_r = 3,95 \times 1/10 \times 100 \text{ kN}$$

$$V_r = 39,5 \text{ tun}$$

9. Závěr

výpočet zatížitelnosti byl proveden v souladu se soustavou norem ČSN EN.

ZATÍŽITELNOST NK

Stanovená zatížitelnost nové konstrukce přemostění korunového volného přelivu VD Harcov v Liberci je následující:

Zatížitelnost NK ... $V_r = 39,5 \text{ tun}$

V rámci výpočtu zatížitelnosti byl hlavní požadavek minimální zatížitelnosti mostu 22 tun pro jeřáb, který by odstraňoval naplaveniny během povodní. Tato podmínka byla návrhem splněna a ověřena.

Vyšší zatížitelnost mostu umožňuje nejen najetí a práci jeřábu, ale i manipulaci s naplaveninami včetně nájezdu dalšího vozidla pro odvoz naplavenin do hodnoty celkové zatížitelnosti

V Liberci, říjen 2017

Vypracoval:

Ing. Stanislav Růžička
VALBEK ® , spol. s r.o.

Kontroloval :

Ing. Jiří Jachan
VALBEK ® , spol. s r.o.