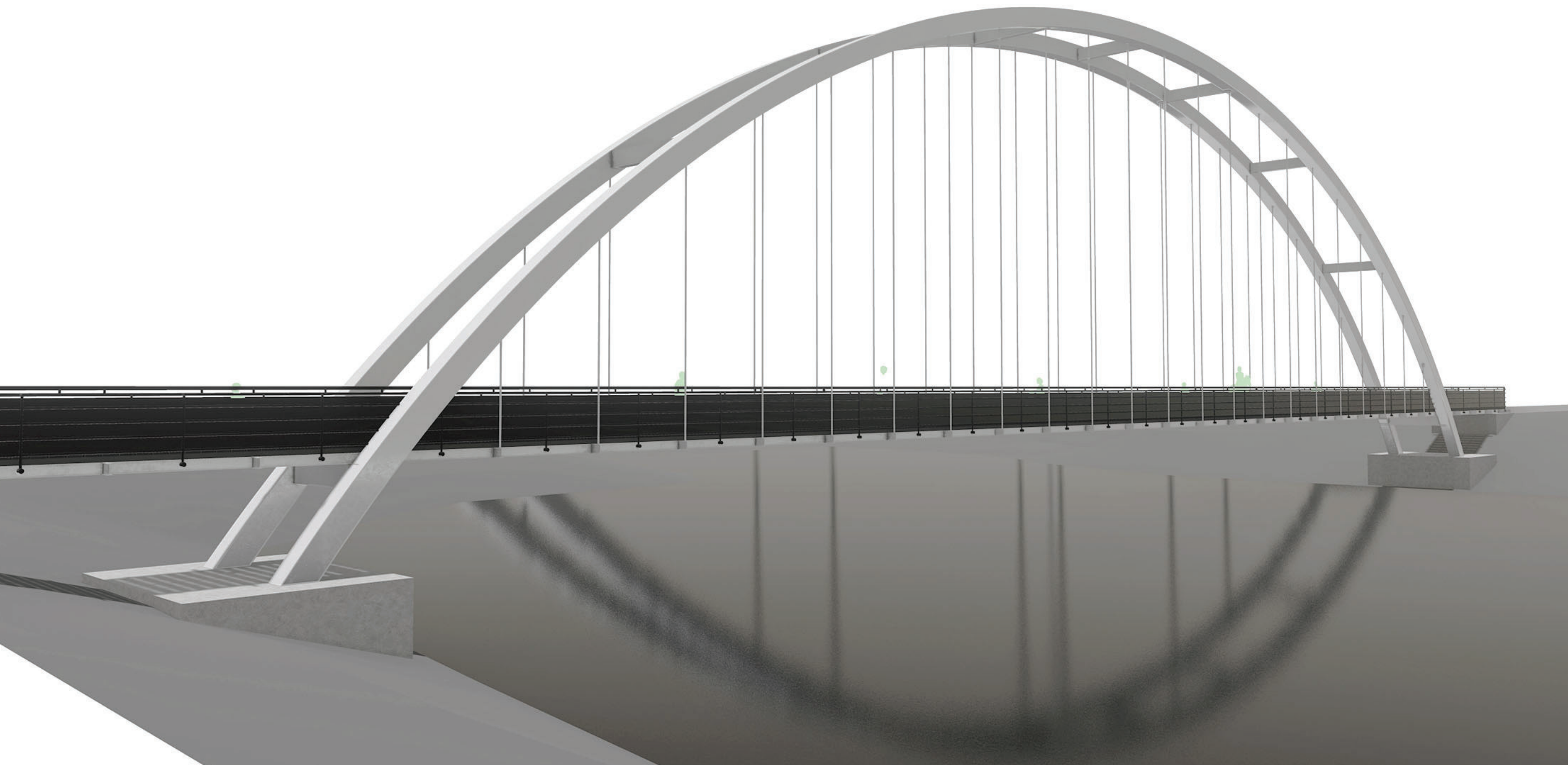


LÁVKA PRO PĚŠÍ

BRANÍK

SMUDEK | VÁCHA | KUNOVÁ | VESELÁ



OBSAH

02_OBSAH A ZADÁNÍ

03-04_VARIANTA 1 | JIŘÍ SMUDEK

05-06_VARIANTA 2 | TOMÁŠ VÁCHA

07-08_VARIANTA 3 | VERONIKA KUNOVÁ

09-10_VARIANTA 4 | ANETA VESELÁ

11_ZHODNOCENÍ VARIANT

12_VÍTĚZNÁ VARIANTA_POPIS

13-14_VÍTĚZNÁ VARIANTA_VÝKRESY

15_VÝPOČET ZATÍŽENÍ

16_TOK SIL

17-19_OBÁLKA

20-23_POSOUZENÍ - HLAVNÍ NOSNÍK

24-25_POSOUZENÍ - TÁHLA

26-28_POSOUZENÍ - OBLOUK

29_30_PRŮHYB

31_FINÁLNÍ VIZUALIZACE

L O K A L I T A

Navrhovaná lávka se nachází ve čtvrti Braník na Praze 4. Lávka, spojující dva břehy zátoky Vltavy, navazuje na významnou a hodně frekventovanou cyklostezku, která vede z centra směr Modřany. Zmiňovaná zátoka dříve vznikla za účelem dopravy ledu do přilehlého areálu ledáren, v současnosti je zátoka využívána jako hřiště pro vodní polo. Především je lávka určena pro pěší a cyklisty, kterým značně zjednoduší průjezdnost územím.

Z A D Á N Í

Hlavním cílem projektu bylo zpracovat varianty návrhu lávek přes zátoku Vltavy v místě pod Branickými ledárnami. V rámci naší skupiny byly vypracovány čtyři varianty ve stupni studie, z nichž jedna byla vybrána a kompletně podrobena statickému výpočtu. Součástí odevzdané práce jsou předběžné statické výpočty, včetně posouzení konstrukce v programu RFEM a výkresová dokumentace konstrukce. Navrženy jsou přesné dimenze nosných prvků a posouzení konstrukce na mezní stav únosnosti a použitelnosti.

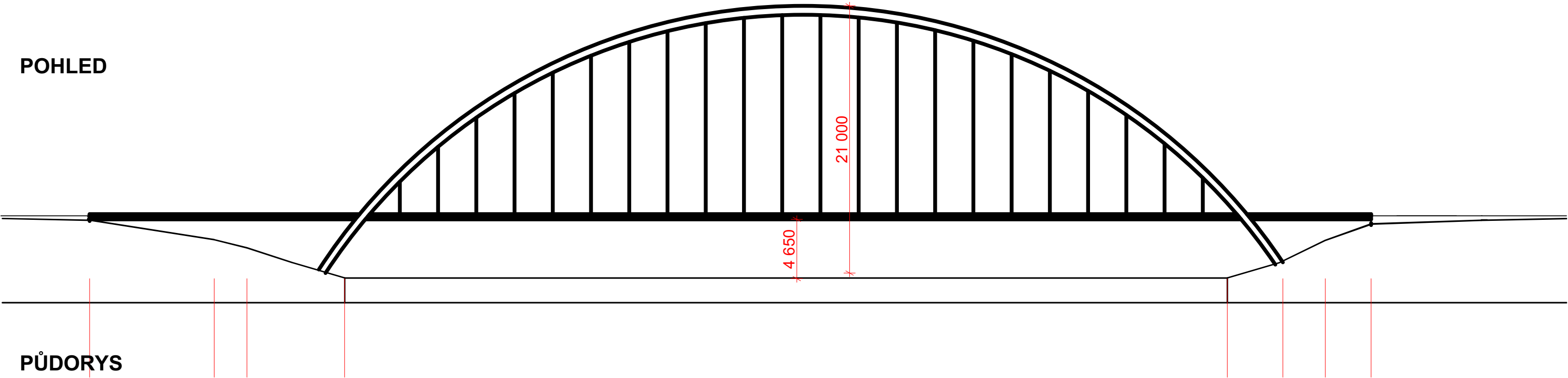
POPIS KONSTRUKCE

HLAVNÍ NOSTNOU KONSTRUKCI TVOŘÍ DVA OCELOVÉ OKLOUKY.
NA NICH JSOU ZAVĚŠENA OCELOVÁ LANA, KTERÁ NESOU POMOCÍ OCELOVÝCH
KOTVÍCÍCH DESEK ŽELEZOBETONOVOU KONSTRUKCI.
MOSTOVKA JE ULOŽENA NA DVOU ŽELEZOBETONOVÝCH PILÍŘÍCH NAVRŽENÝCH DLE
EMPIRICKÝCH ROZMĚRŮ.

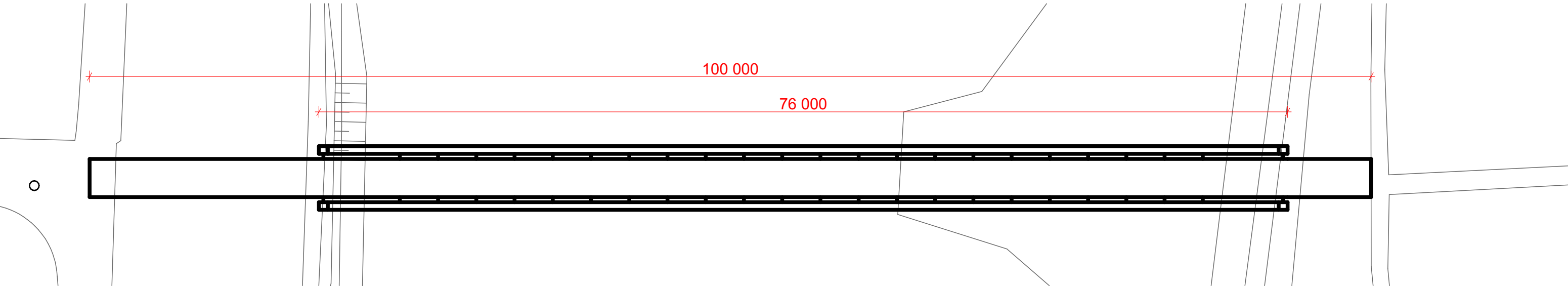
EMPIRICKÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

$L = 76\text{ m}$
 $H = 1/4 * L = 20\text{ m}$
 $H > L^2/2000 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$
 $d = (1/150 - 1/65) * L = 0,7\text{ m}$

POHLED



PŮDORYS

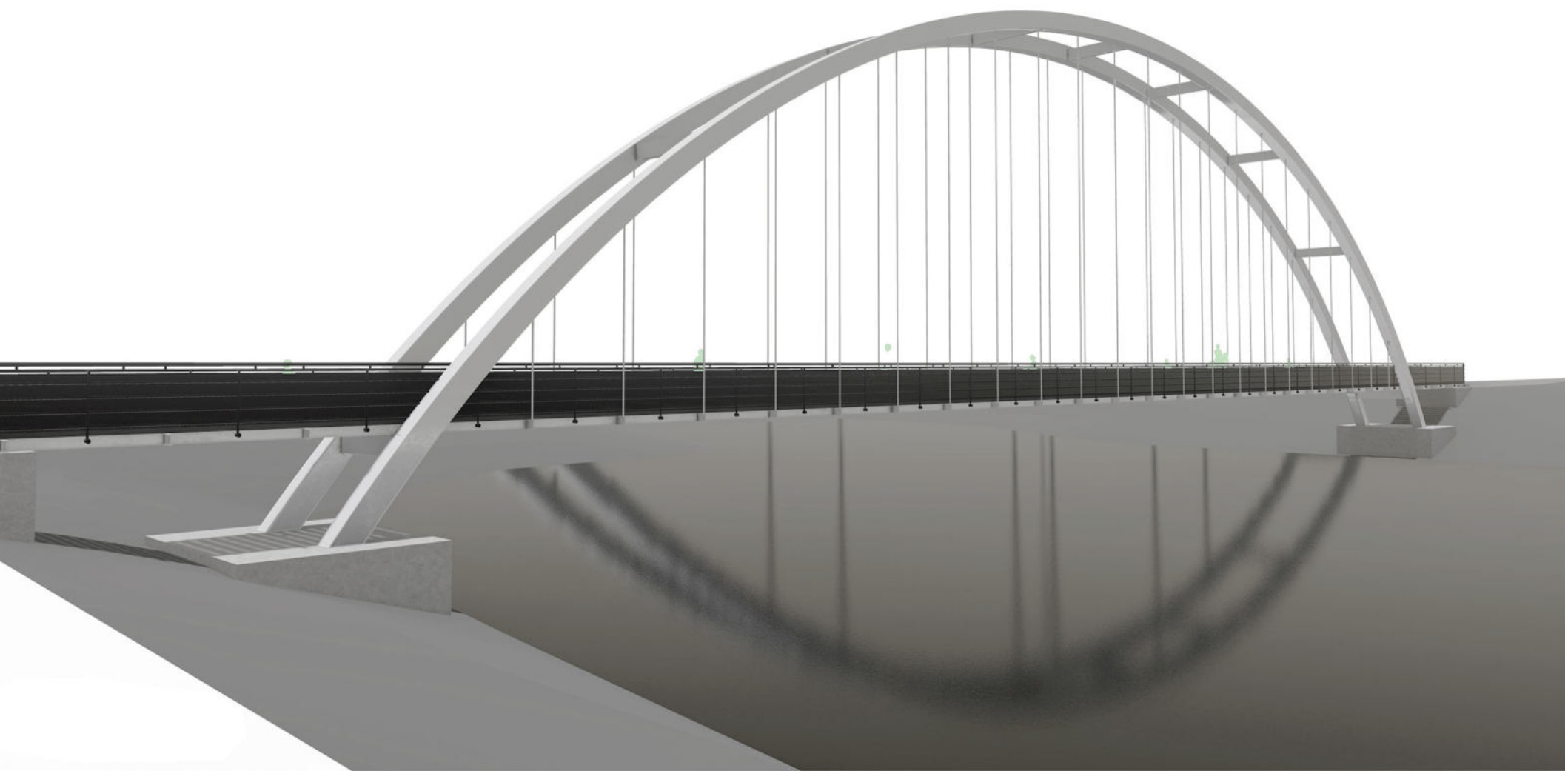


POPIS KONSTRUKCE

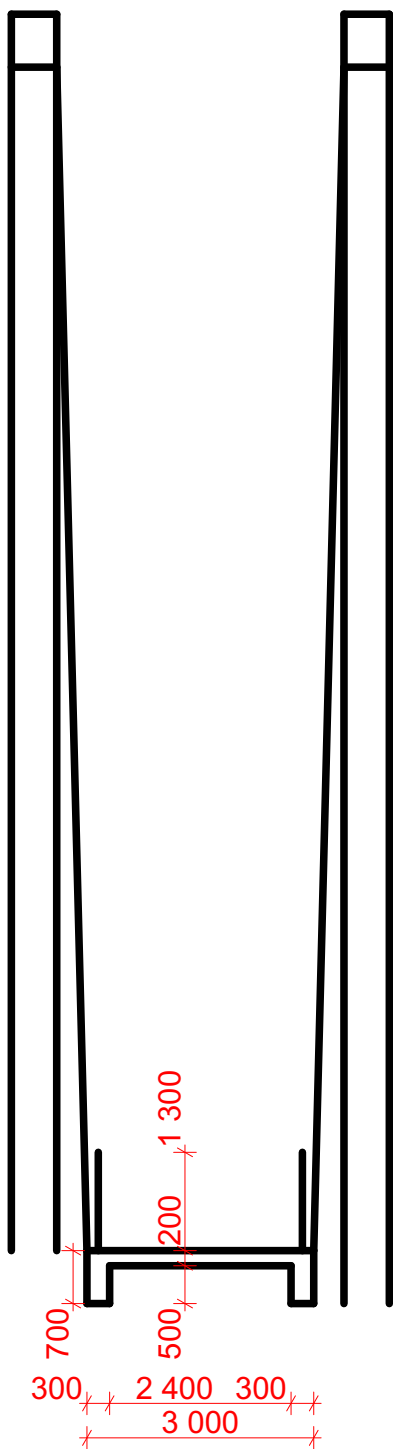
HLAVNÍ NOSTNOU KONSTRUKCI TVOŘÍ DVA OCELOVÉ OKLOUKY.
NA NICH JSOU ZAVĚŠENA OCELOVÁ LANA, KTERÁ NESOU POMOCÍ OCELOVÝCH
KOTVÍCÍCH DESEK ŽELEZOBETONOVOU KONSTRUKCI.
MOSTOVKA JE ULOŽENA NA DVOU ŽELEZOBETONOVÝCH PILÍŘÍCH NAVRŽENÝCH DLE
EMPIRICKÝCH ROZMĚRŮ.

EMPIRICKÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

$L = 76\text{ m}$
 $H = 1/4 * L = 20\text{ m}$
 $H > L^2/2000 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$
 $d = (1/150 - 1/65) * L = 0,7\text{ m}$



PŘÍČNÝ ŘEZ

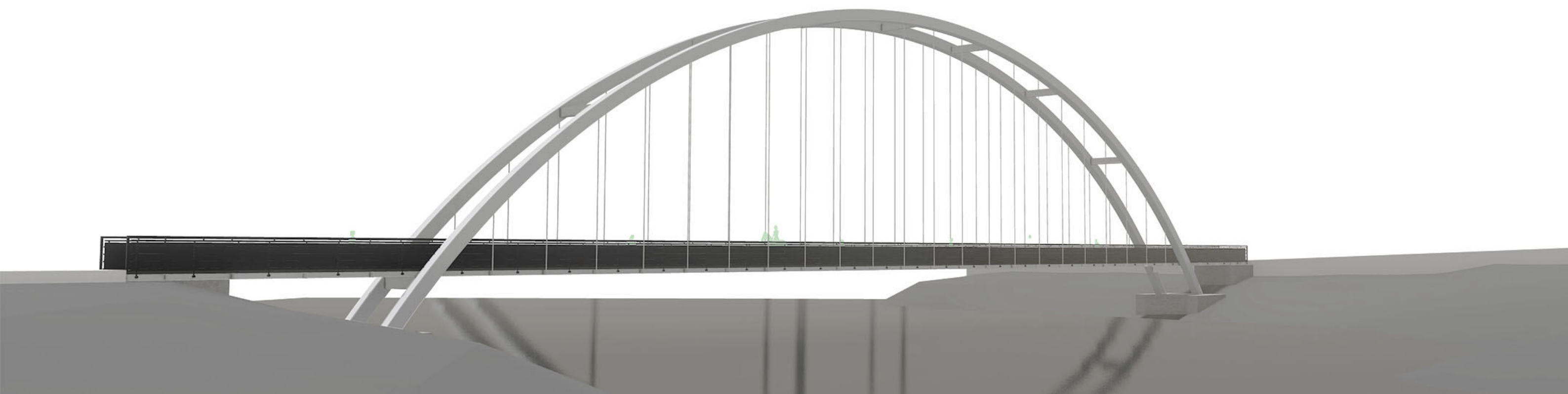


V Y H O D N O C E N Í

VARIANTA	ANETA VESELÁ					VERONIKA KUNOVÁ					JIŘÍ SMUDEK					TOMÁŠ VÁCHA				
HODNOCENÍ ČLENŮ TÝMU	ANETA	VERONIKA	JIRKA	TOMÁŠ	Ø	ANETA	VERONIKA	JIRKA	TOMÁŠ	Ø	ANETA	VERONIKA	JIRKA	TOMÁŠ	Ø	ANETA	VERONIKA	JIRKA	TOMÁŠ	Ø
DODRŽENÍ ZADÁNÍ PROJEKTU		5	4	5	14	5		4	5		5	4		5		5	4	4		
URBANISTICKÉ NAPOJENÍ		4	3	4	11	5		4	5		4	4		5		5	4	3		
ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ		5	5	4	14	5		3	4		3	5		5		5	5	4		
PROVEDITELNOST		3	2	5	10	5		2	5		3	4		5		5	4	4		
HOSPODÁRNOST		3	3	5	11	4		3	5		4	3		4		4	4	3		
CELKEM		20	17	23		24		16	24		19	20		24		24	21	18		

ANETA	67
VERONIKA	61
JIŘÍ	51
TOMÁŠ	71

VÍTĚZNÁ VARIANTA I VARIANTA B I TOMÁŠ VÁCHA



POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Lávka je navržena jako ocelová konstrukce. Hlavní nosnou konstrukci tvoří dvojice ocelových oblouků průřezu 300x500mm (na výšku) s tloušťkou stěny 16mm. Oblouky jsou uloženy přes čep na dvou železobetonových pilířích navržených dle empirických rozměrů. Na obloucích jsou zavěšena ocelová lana, která fungují jako táhla vynášející mostovku. Jedná se o táhla Macaloy o poloměru 20mm. Lana jsou zavěšena po třech metrech a připevněna na příčníky průřezu IPE 240. V podélném směru vede dvojice hlavních nosníků průřezu IPE 270. Konstrukce je v každém poli ztužena ocelovými táhly. Na příčnicích je uložena konstrukce mostovky v podobě dubových podélníků, které jsou v osově vzdálenosti 700mm, o průřezu 80x120mm (na výšku). Na podélníky jsou kladeny dubové fošny o délce 2800mm a tloušťce 40mm. Zábradlí tvoří ocelová trubková konstrukce kotvená k hlavnímu nosníku.

MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

Hlavní nosnou konstrukci tvoří ocelové oblouky z oceli S355. Zavěšena lana jsou z oceli S460 NL. Hlavní podélný nosník a příčníky průřezu IPE jsou z oceli S355. Veškeré dřevěné konstrukce jsou dubové. Nosné sloupky zábradlí jsou z oceli S235. Madlo zábradlí je z dubového dřeva. Spodní stavbu tvoří betonové patky z betonu C25/30 XC1.

PŘEDBĚŽNÁ ROZVAHA O MONTÁŽI LÁVKY

Předpokládaný postup výstavby: do betonových patek bude zakotvena hlavní, oblouková nosná konstrukce ze dvou dílů, svařena na místě. Následně je konstrukce vyztužena HEB příčníky. Na oblouky jsou zavěšena ocelová lana připevňována

k příčnicím, ke kterým jsou přivařovány podélné nosníky. Následně konstrukce ztužena a je na ni uložena konstrukce mostovky.

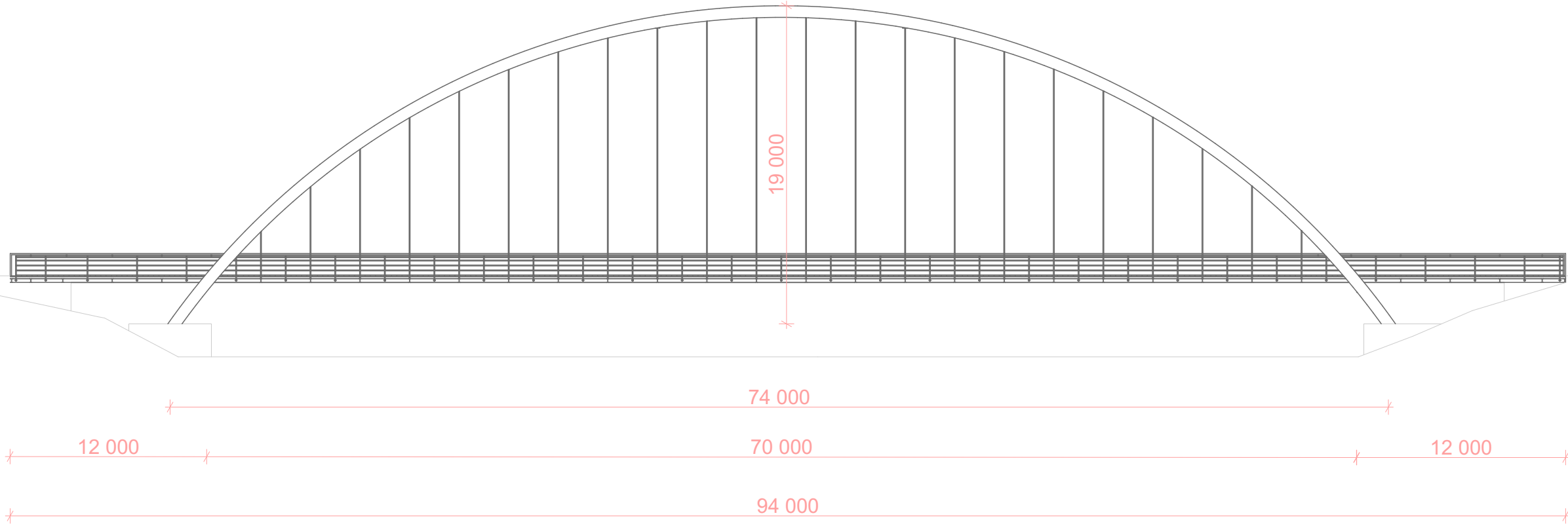
ZATÍŽENÍ

Při statickém výpočtu lávky je počítáno se dvěma typy zatížení. Stálé zatížení, která představuje vlastní tíhu nosných konstrukcí a tíha dřevěných konstrukcí mostovky. Dále zatížení proměnné, které pro tuto konstrukci představuje zatížení od chodců. Sníh ani vítr ve výpočtu neuvažujeme.

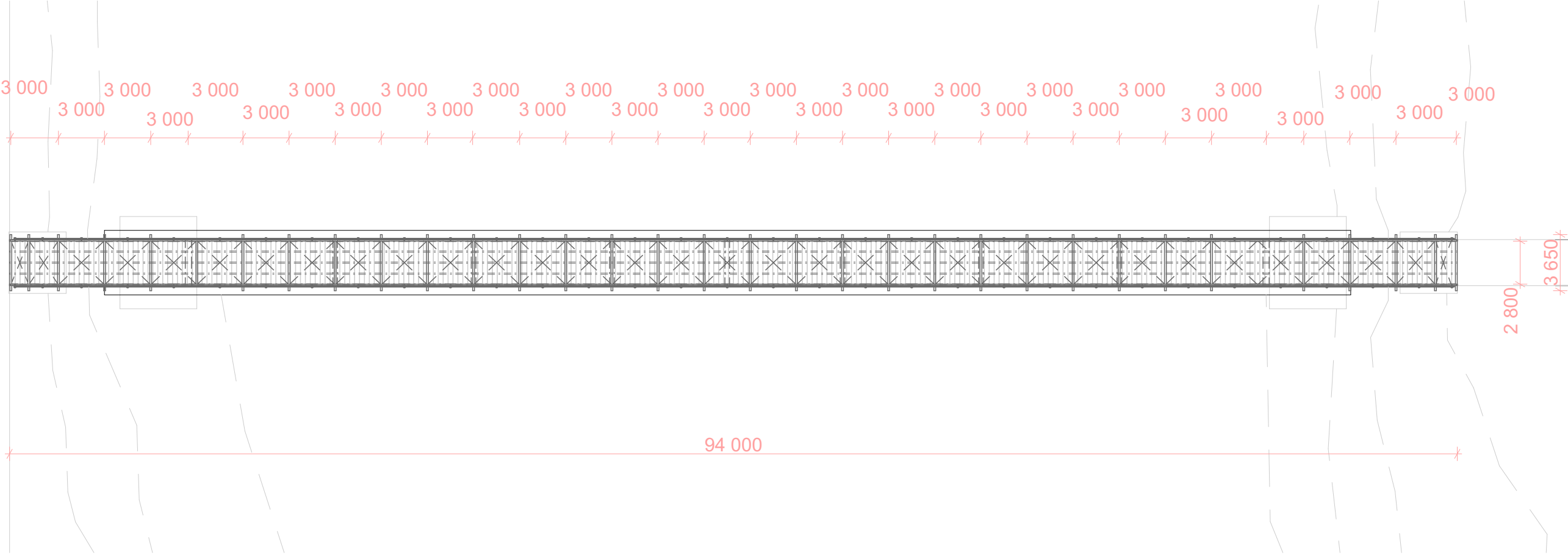
POSOUZENÍ

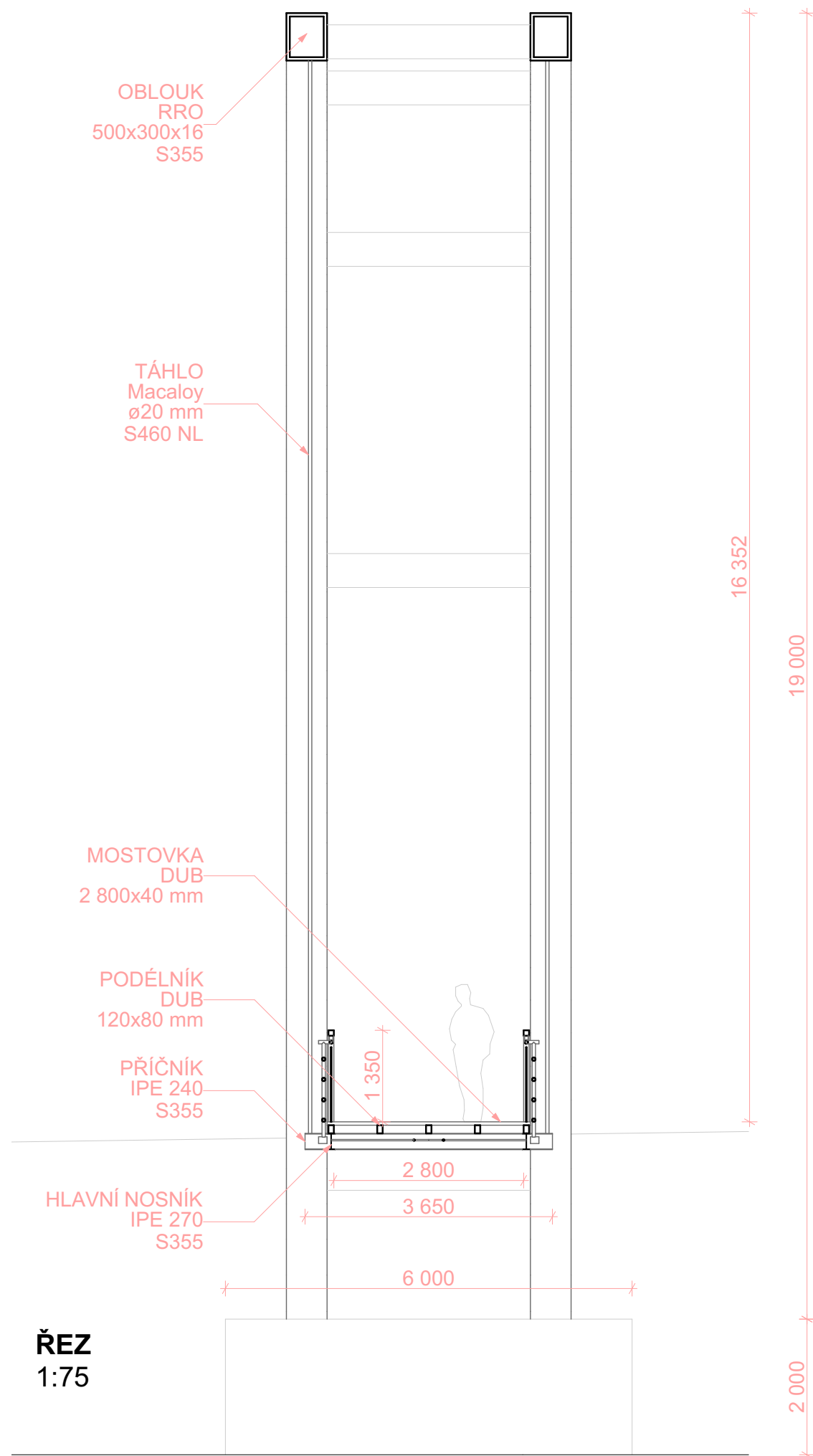
Navrhovaná lávka byla podrobena statickému výpočtu dle norem řady ČSN EN 199X Navrhování ocelových konstrukcí a vyhovuje požadavkům MSÚ a MSP. Podobné výpočty viz. následující část dokumentace „Posouzení konstrukce“.

POHLED
1:300



PŮDORYS
1:300





B R A N Í K

SMUDEK | VÁCHA | KUNOVÁ | VESELÁ
VEDOUČÍ PRÁCE: Ing. Vojtěch Stančík, Ph.D.

VLASTNÍ TÍHA LÁVKY:

DŘEVĚNÉ FOŠNY

$$p_d = p = 7,6$$

$$q_k = (a \cdot b \cdot v) \cdot p_d = (1,5 \cdot 3 \cdot 0,05) \cdot 7,6 = 1,71 \text{ kN (síla v táhlu)}$$

DŘEVĚNÉ TRÁMY

$$p_d = p = 7,6$$

$$q_k = (b \cdot h \cdot l) \cdot p_d = (0,08 \cdot 0,12 \cdot 3) \cdot 7,6 = 0,219 \text{ kN (jeden trám)}$$

$$q_k = n \cdot q_k = 2,5 \cdot 0,219 = 0,547 \text{ kN (síla v táhlu)}$$

OCELOVÝ PŘÍČNÍK_IPE 240_I = 3,7 m

$$p_d = m = 0,307$$

$$q_k = (3,7/2) \cdot 0,307 = 0,568 \text{ kN (síla v táhlu)}$$

OCELOVÝ PŘÍČNÍK_IPE 240_I = 3 m

$$p_d = m = 0,307$$

$$q_k = l \cdot m \cdot 0,5 = 0,461 \text{ kN (síla v táhlu)}$$

CELKEM stálé od vlastní tíhy = 3,286 kN (síla v táhlu)

ZATÍŽENÍ OD ZÁBRADLÍ

$$f_{\text{stálé}} = 1 \text{ kN/m}$$

$$f_{\text{vlastní tíha}} = 0,3 \text{ kN/m}$$

$$\text{CELKEM} = 3,9 \text{ kN}$$

ZATÍŽENÍ OD CHODCŮ_5 ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

$$q = 2 + 120 / (l + 30)$$

$$q = q \cdot l_a \cdot l_b$$

$$1. \text{ ZS}_{72} \text{ m}$$

$$q = 2 + 120 / (72 + 30) = 3,176 \text{ kN/n}^2$$

$$q = 3,176 \cdot 3 \cdot 1,5 = 14,294 \text{ kN}$$

$$2. \text{ ZS}_{15} \text{ m}$$

$$q = 2 + 120 / (15 + 30) = 4,666 \text{ kN}$$

$$q = 4,666 \cdot 3 \cdot 1,5 = 21 \text{ kN}$$

$$3. \text{ ZS}_{21} \text{ m}$$

$$q = 2 + 120 / (21 + 30) = 4,353 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 4,353 \cdot 3 \cdot 1,5 = 19,588 \text{ kN}$$

$$4. \text{ ZS}_{45} \text{ m}$$

$$q = 2 + 120 / (45 + 30) = 3,6 \text{ kN/m}^2$$

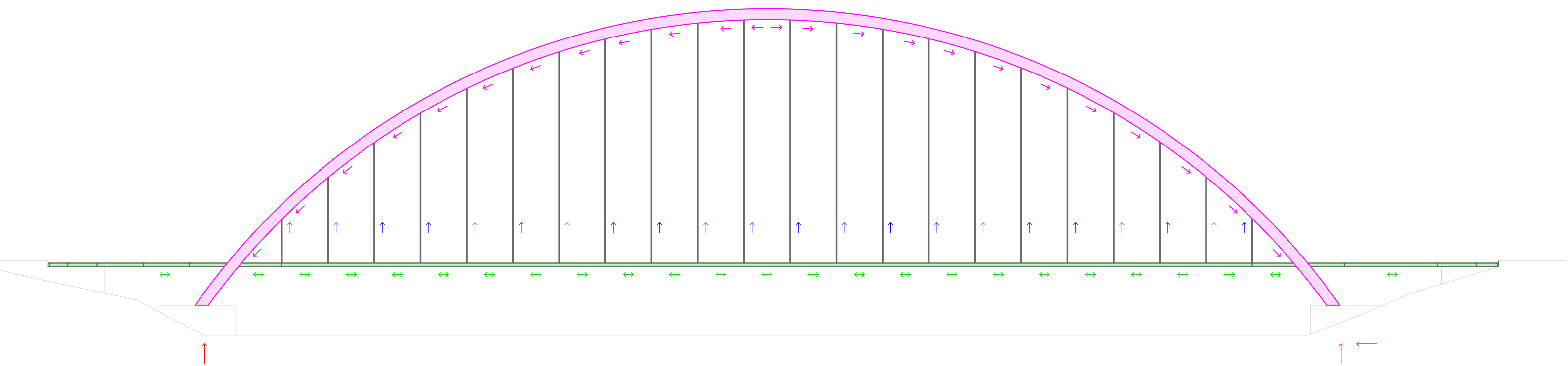
$$q = 3,6 \cdot 3 \cdot 1,5 = 16,2 \text{ kN/m}^2$$

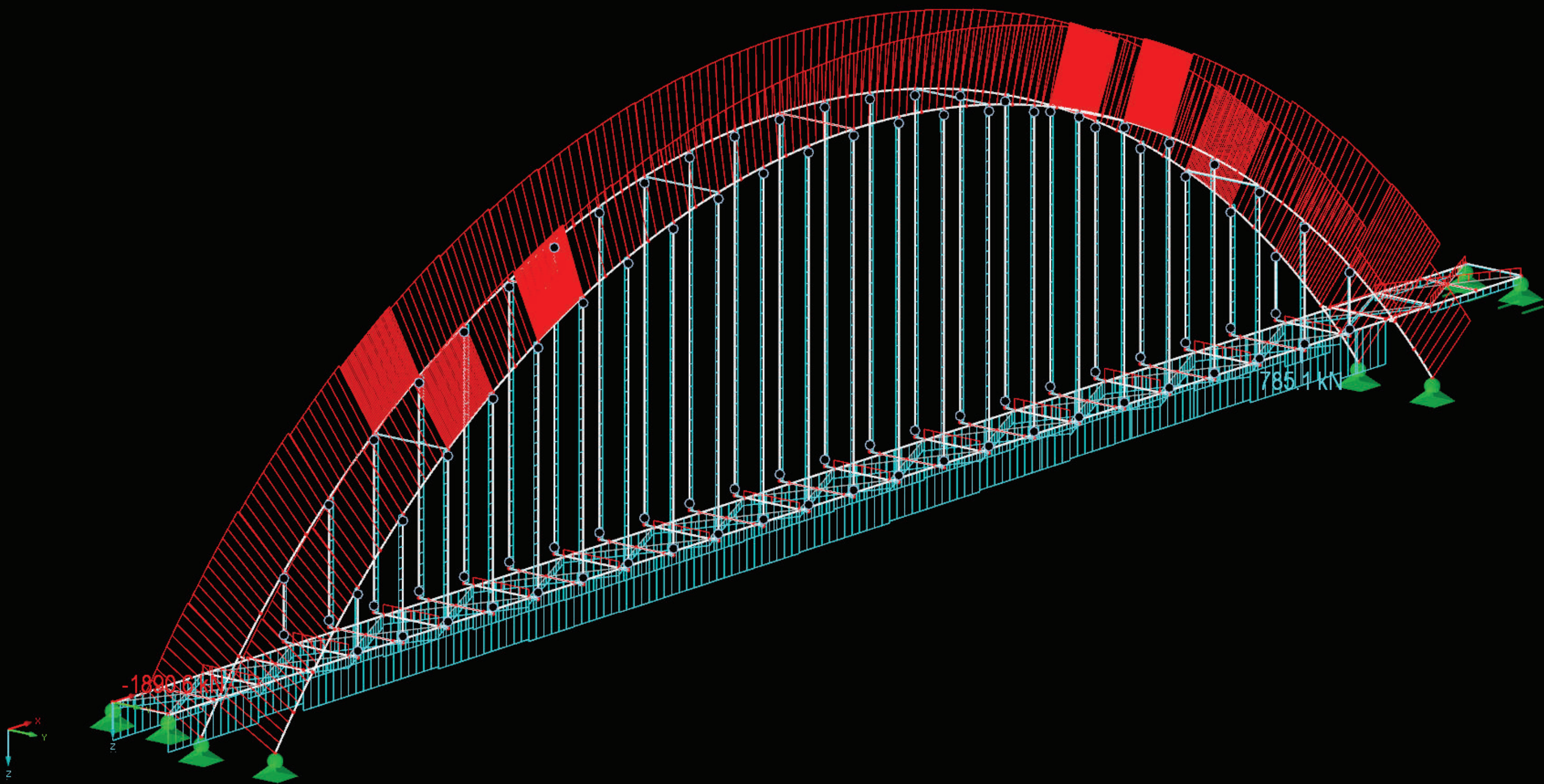
$$5. \text{ ZS}_{90} \text{ m}$$

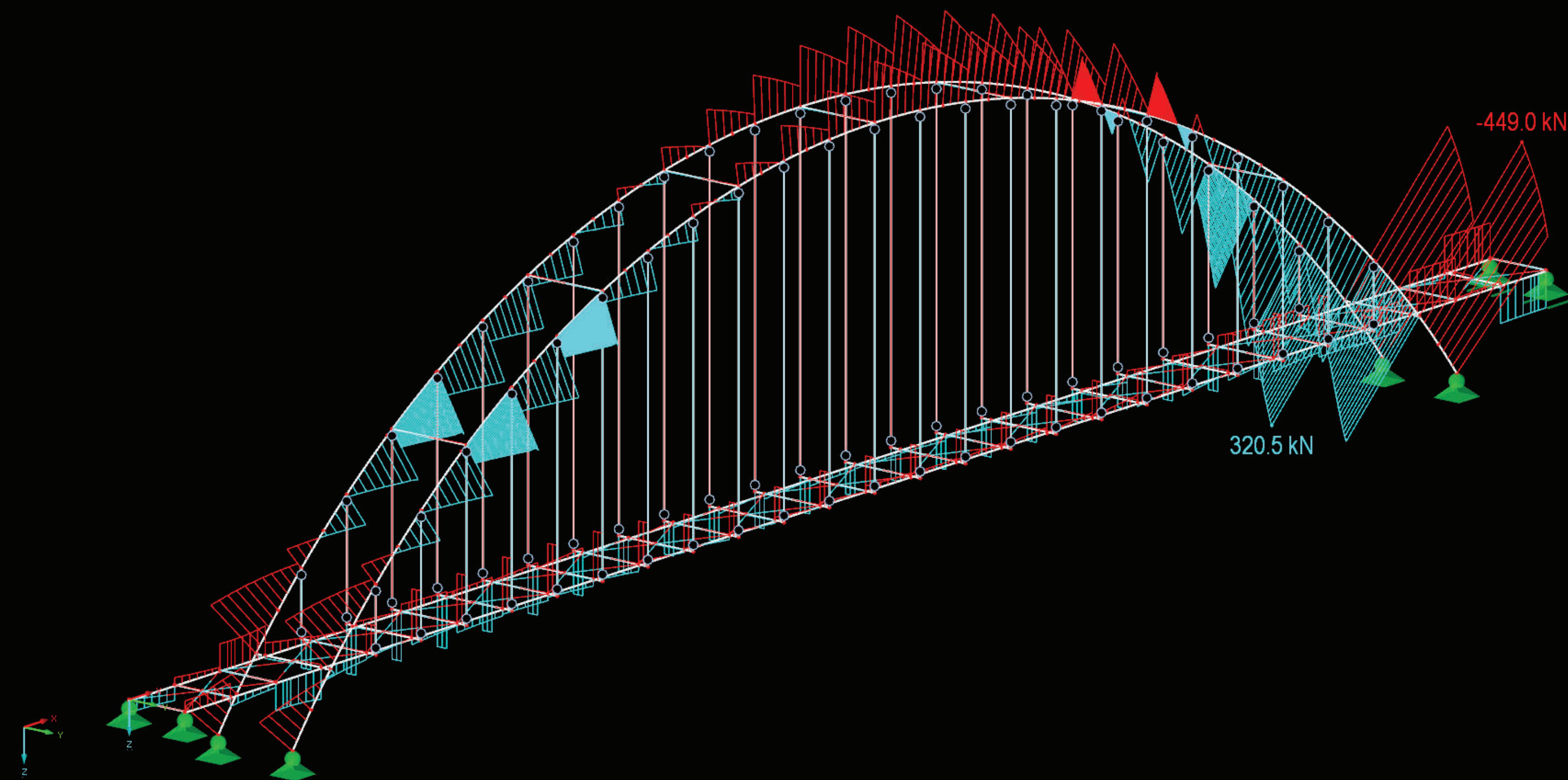
$$q = 2 + 120 / (90 + 30) = 3 \text{ kN/m}^2$$

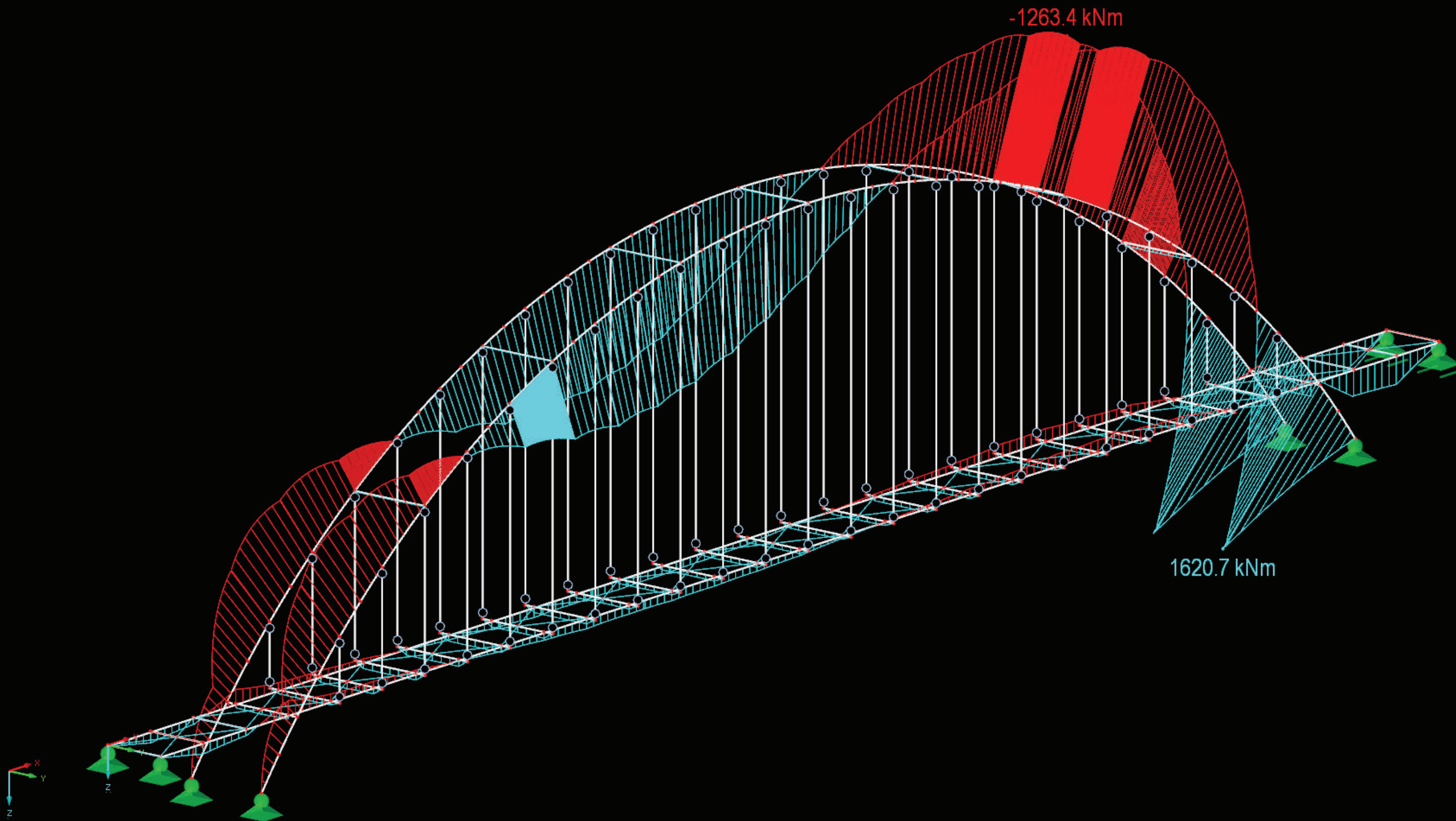
$$q = 3 \cdot 3 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ kN}$$

TAH
TLAK
OHYB
REAKCE









Hlavní nosník

IPE 270

$$W_y = 484\,000\text{ mm}^3 = 0,484 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$$

$$A = 4590\text{ mm}^2 = 0,00459\text{ m}^2$$

$$A_{y,z} = 2209,3\text{ mm}^2 = 0,00221\text{ m}^2$$

$$V_{\max} = 48,2\text{ kN}$$

$$N_{\max} = 393\text{ kN}$$

$$M_{\max} = 99,1\text{ kNm}$$

DHVB

$$M_{r,d} = \psi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_{yk}}{f_{H0}} = 1 \cdot 0,484 \cdot \frac{355}{1} = 171,82\text{ kN}$$

$$M_{r,d} = 171,82\text{ kNm} > M_{e,d} = 99,1\text{ kNm}$$

VYHOVUJE.

SMYK

$$V_{r,d} = \frac{A_{y,z} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot f_{H0}} = \frac{0,00221 \cdot 355 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1} = 452,8\text{ kN}$$

$$V_{r,d} = 452,82\text{ kN} > V_{e,d} = 48,2\text{ kN}$$

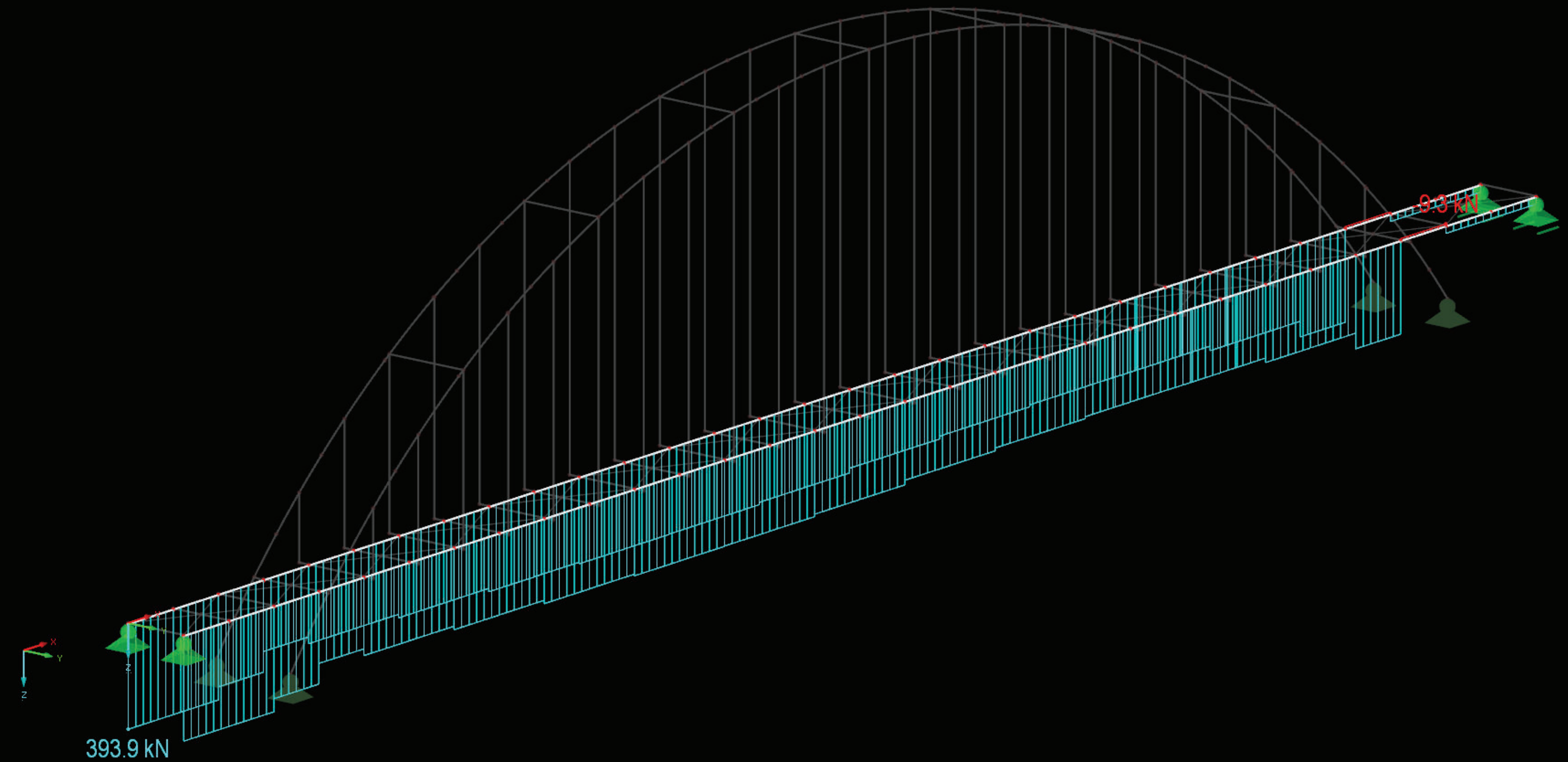
VYHOVUJE.

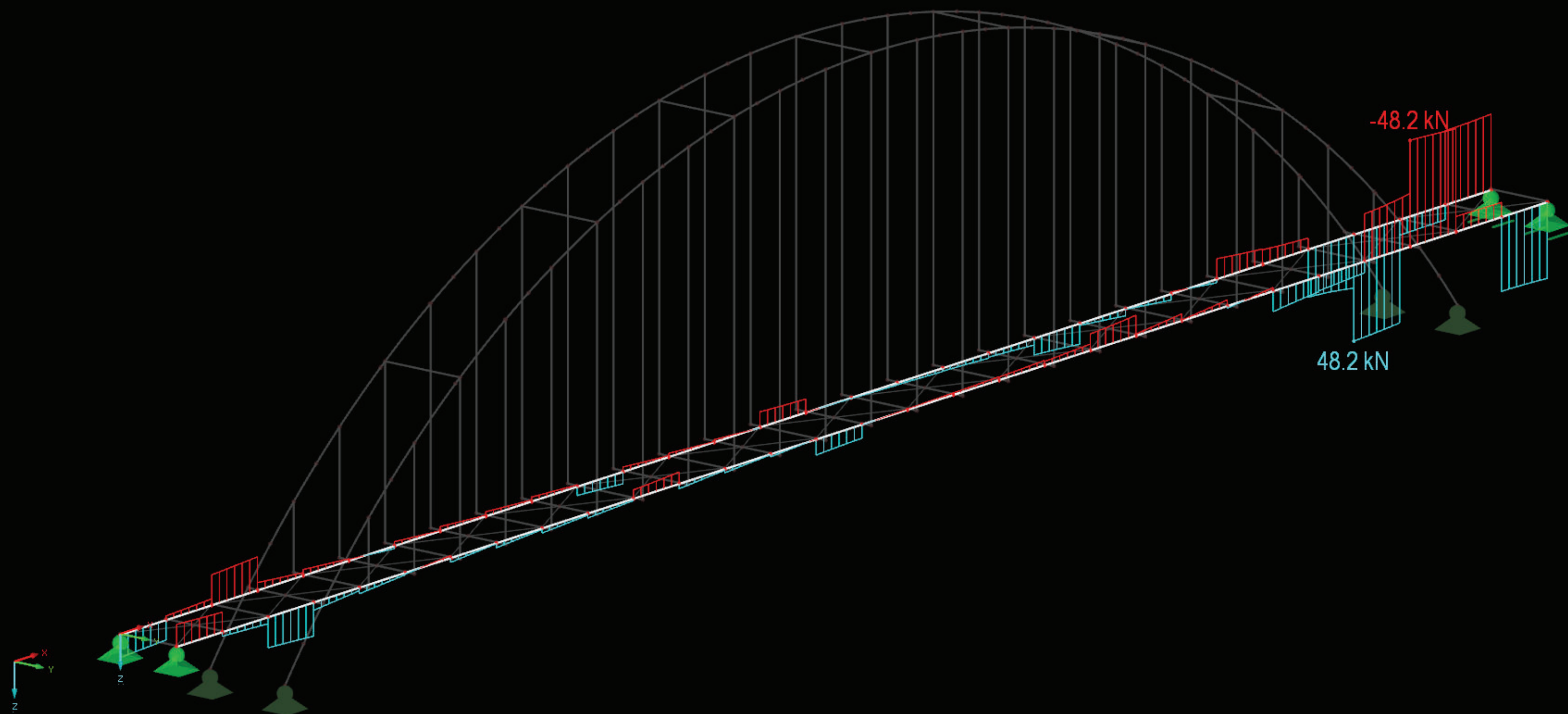
Interakce DHVB + TAH

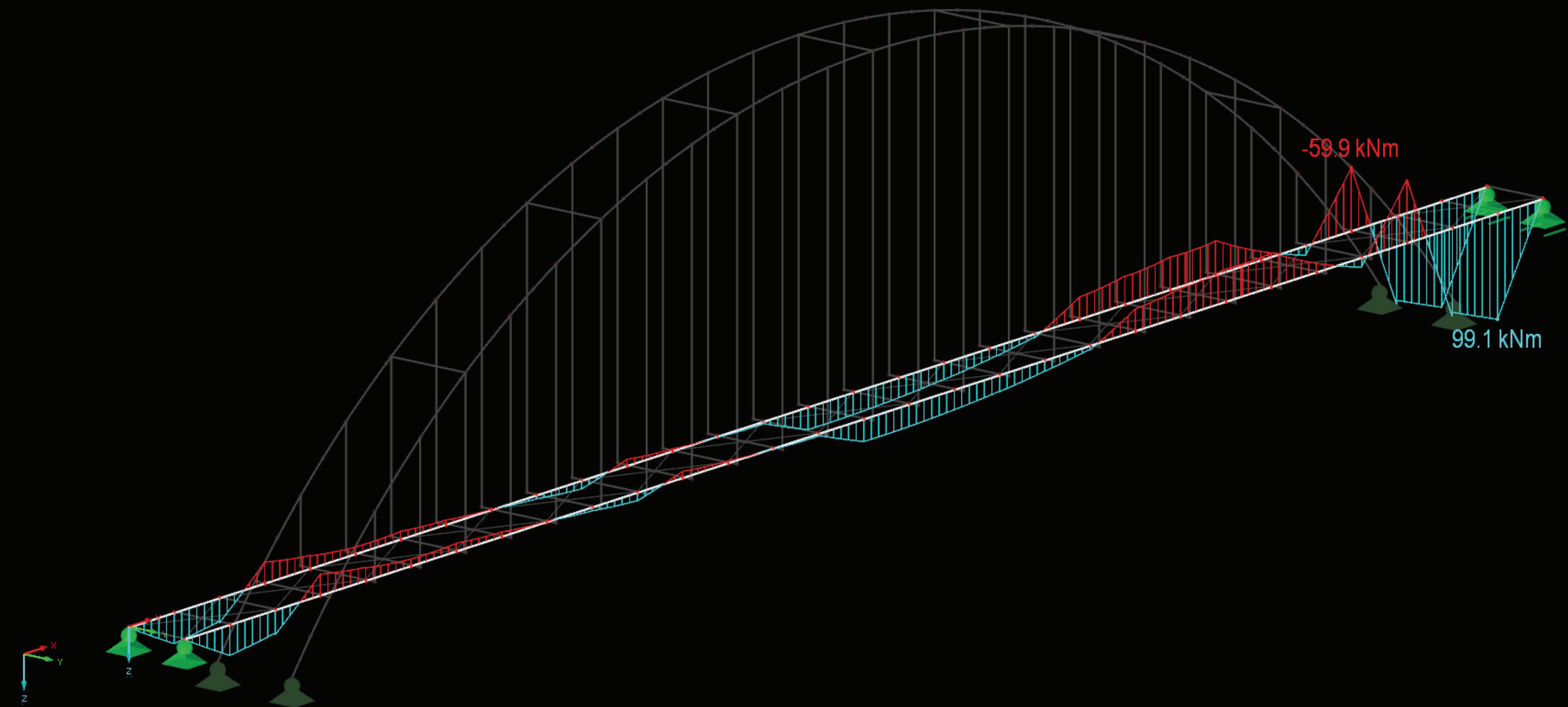
$$\frac{N_{e,d}}{N_{yk}} + \frac{M_{y,e,d}}{M_{y,yk}} = 1,0$$

$$\frac{393}{0,00459 \cdot 355 \cdot 10^3} = \frac{99,1}{171,82} = 0,82$$

$$0,82 < 1,0 \text{ VYHOVUJE.}$$







Táhlo

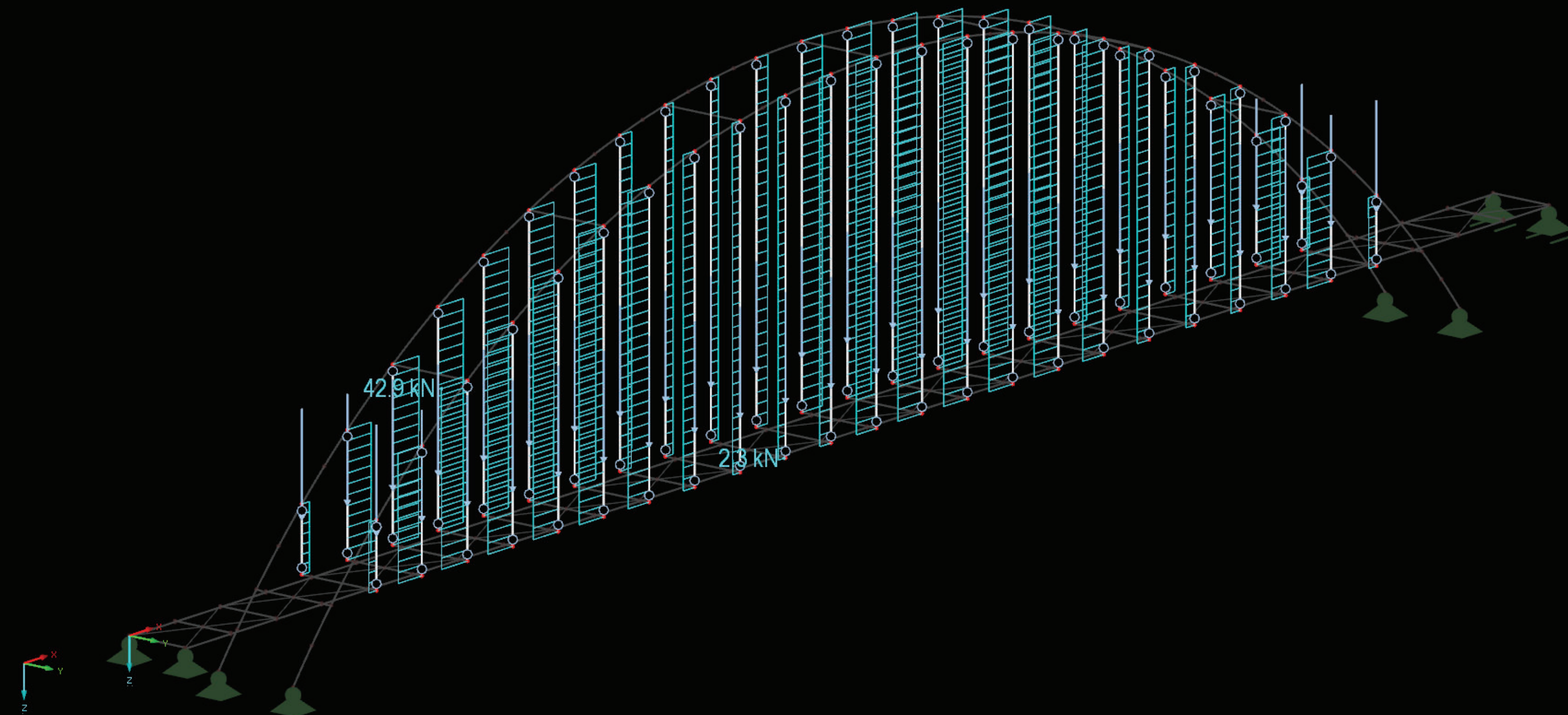
$$N_{max} = 47 \text{ kN}$$

Macalloy-S460-M20

- průměr táhla 19 mm
- min. min. kluzů 108 kN
- min. min. přímosti 143 kN
- hmotnost táhla 2,2 kg/m

$$\underline{47 < 108 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE



Oblouk

průřez $500 \times 300 \times 16 \text{ mm}$

S355

$$A_{x2} = 14079,02 \text{ mm}^2 \quad M_{ed} = 6641,7 \text{ kNm}$$

$$I_y = 8,178 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 \quad W_{el,y} = 3271000 \text{ mm}^3$$

$$V_{ed} = 133,202 \text{ kN} \quad W_{el,x} = 2451000 \text{ mm}^3$$

SMYK

plastická únosnost n smyku

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{x2} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{0,01407902 \cdot 355 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1} = 2885,63 \text{ kN}$$

provržení n smyku

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl,rd}} < 1,0 \quad \frac{133,202}{2885,63} = 0,05$$

$$0,05 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

→ není potřeba posuzovat interakci
SMYK + OHYB

OHYB

únosnost n prostím hýbnm 3. třídy

$$M_{ed,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,003271 \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = 1161,21 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{pl,y}} < 1,0 \quad \frac{641,7}{1161,21} < 1,0$$

$$0,55 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{ed,x} = \frac{W_{el,x} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,002451 \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = 870,105 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{ed,x}}{M_{pl,x}} = \frac{93,734}{870,105} = 0,1$$

$$0,1 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{max} = 470 \text{ kN}$$

$$M_{min} = -598 \text{ kN}$$

$$N_{max} = -756 \text{ kN}$$

$$L_{cr,x} = 3,55$$

$$I_x = 3,677 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 3,677 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$L_{cr,y} = 7,31$$

$$I_y = 8,178 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 8,178 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$L_{cr,x} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_x}{L_{cr} \cdot N_{ed}}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^6 \cdot 3,677 \cdot 10^8}{3,55 \cdot 756}} = 16,851 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = \pi \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^6 \cdot 8,178 \cdot 10^8}{7,31 \cdot 756}} = 17,5227 \text{ m}$$

M3U - tlak rozpínají

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 8,178 \cdot 10^8}{17,52^2} = 5522 \text{ kN}$$

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 3,677 \cdot 10^8}{16,851^2} = 2683,86 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 308,7 \cdot 10^3}{5522}} = 1,295 \Rightarrow \chi = 0,34$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = \frac{355 \cdot 10^3}{1,15} = 308,7 \cdot 10^3$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr,x}}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 308,7 \cdot 10^3}{2683,86}} = 1,857 \Rightarrow \chi = 0,34$$

rozpínací únosnost

$$N_{t,rd,y} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,34 \cdot 0,0243 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,1} = 2666,37 \text{ kN}$$

$$N_{t,rd,x} = \frac{0,34 \cdot 0,0243 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,1} = 2666,37 \text{ kN}$$

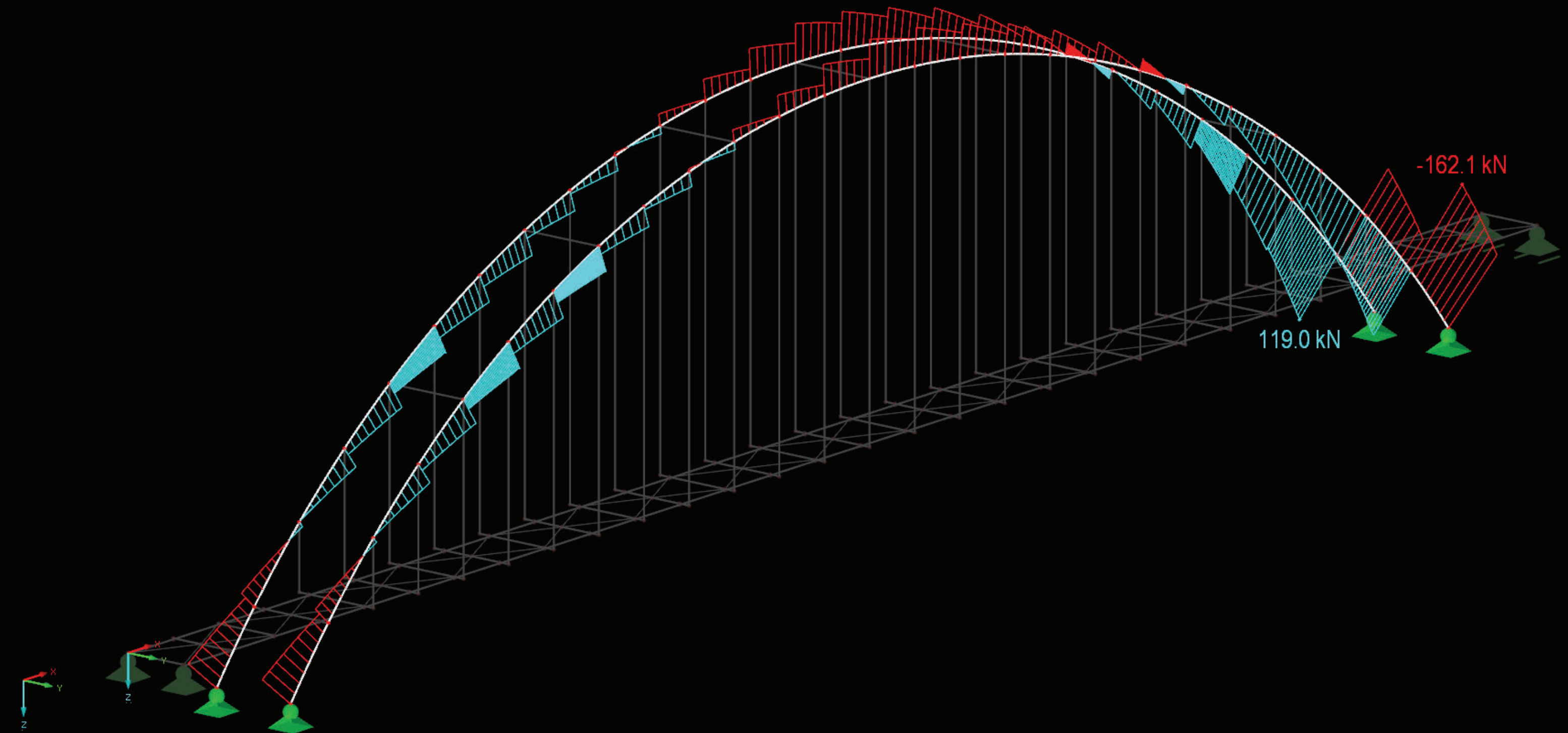
provržení

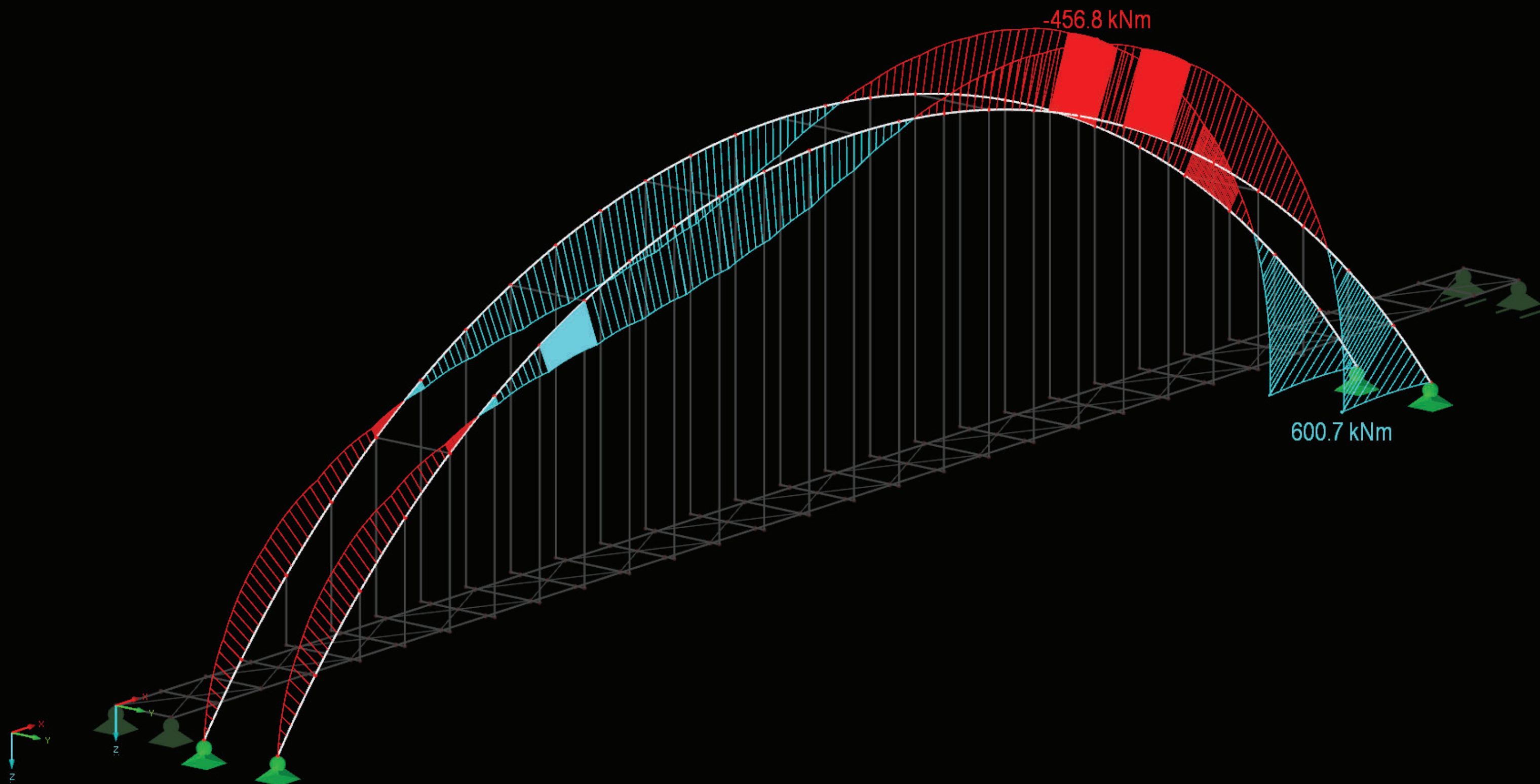
$$y / \frac{N_{ed}}{N_{t,rd}} = \frac{756}{2666,37} = 0,283 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

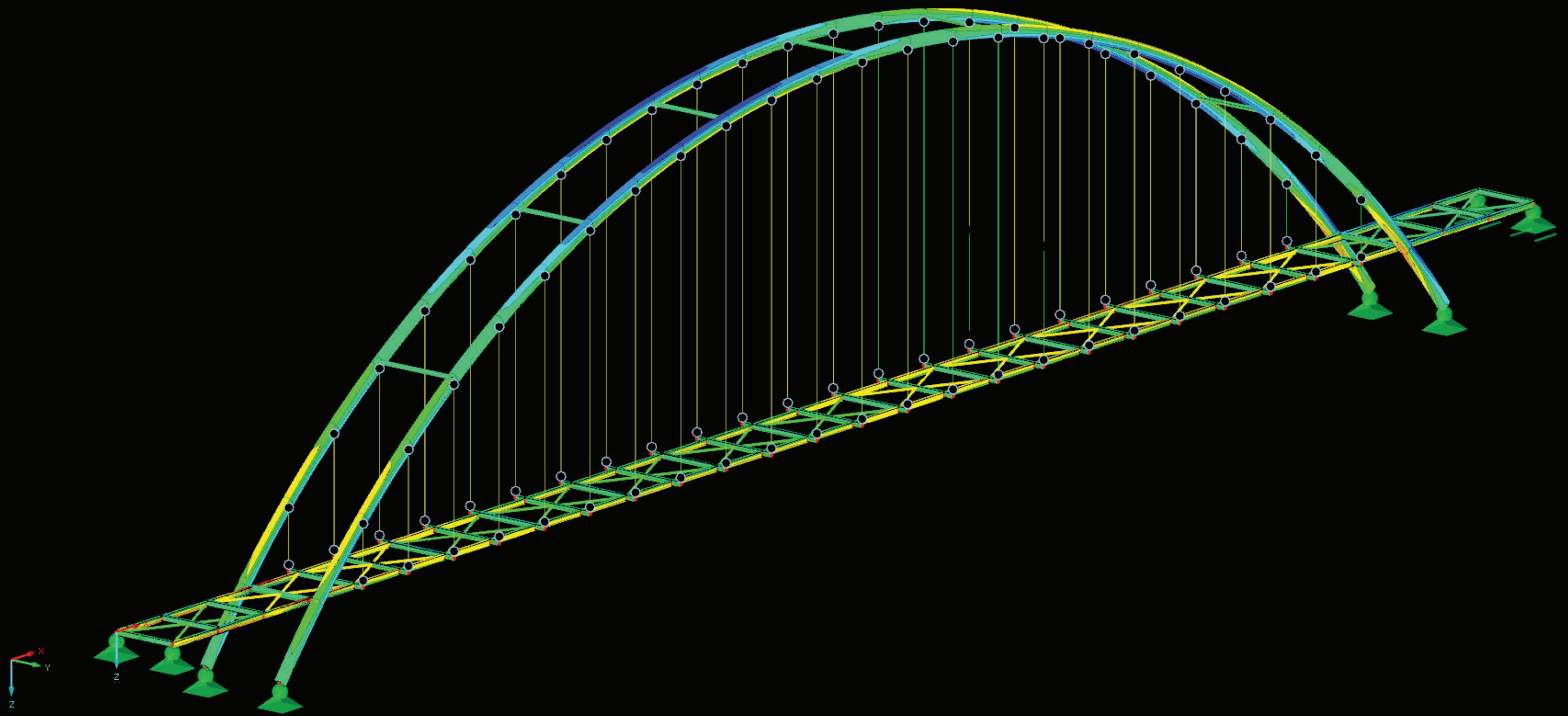
$$x / \frac{756}{2666,37} = 0,283 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$

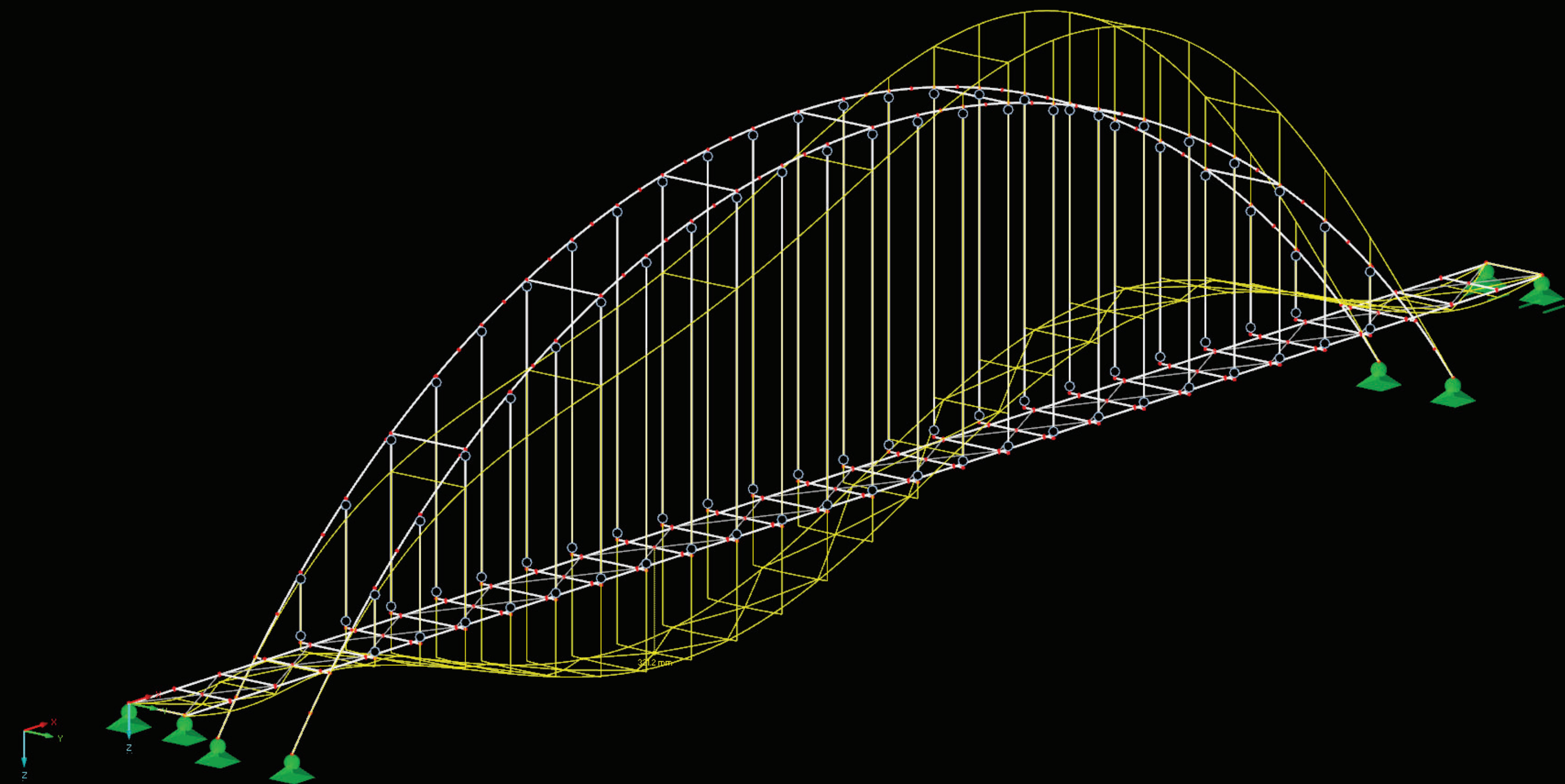
Interakce VZPĚR + OHYB - k tomu je

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{x2} \cdot N_{t,rd}} + k_{by} \cdot \frac{M_{ed}}{\chi_{y2} \cdot M_{pl,y}} < 1,0 \quad 0,283 + 0,55 = 0,833 < 1,0 \quad \checkmark \quad \text{VYHOVUJE}$$









DĚKUJEME ZA POZORNOST

