

Urbanisticko-architektonická studie lávek v Krnově

LÁVKY PRO KRNOV

Příloha P1 - Statické řešení

Lávky pro Krnov

Stupeň: urbanisticko-architektonická studie lávek v Krnově

Listopad 2021

Statický výpočet

Statický výpočet provedla

Ing. Iveta Šarmanová

Morellenfeldgasse 12

Graz, Österreich

T +420724587971

M iveta.sarmanova@gmail.com

Obsah

1. Základní údaje	4
1.1. Podklady	4
1.1.1. Lávka F.03	5
1.1.2. Lávka F.04 a F.08	5
1.1.3. Lávka G.06	6
1.2. Použité normy a vyhlášky	6
2. Popis	7
2.1. Lávka F.03	7
2.2. Lávka F.04	8
2.3. Lávka F.08	10
2.4. Lávka G.06	11
3. Statický výpočet a posouzení	13
3.1. Použité materiály.....	13
3.2. Zatížení a zatěžovací stavy.....	14
3.3. Posouzení na mezní stav únosnosti.....	14
3.4. Posouzení na mezní stav použitelnosti	14
4. Výpočetní model	15
4.1. Předpjatá lávka F.03	15
4.2. Předpjatá lávka F.04	16
4.3. Předpjatá lávka F.08	17
4.4. Dřevěná lávka G.06.....	18
5. Zatížení	23
5.1. Předpjatá lávka F.03	23
5.1.1. Stálé zatížení.....	23
5.1.2. Nahodilé zatížení	23
5.2. Předpjatá lávka F.04	24
5.2.1. Stálé zatížení.....	24
5.2.2. Nahodilé zatížení	24
5.3. Předpjatá lávka F.08	26
5.3.1. Stálé zatížení.....	26
5.3.2. Nahodilé zatížení	26
5.1. Dřevěná lávka G.06.....	26

5.3.3.	Stálé zatížení	26
5.3.4.	Nahodilé zatížení	27
5.3.5.	Vítr	28
6.	Výpočet.....	30
6.1.	Předpjatá lávka F.03	30
6.1.1.	Návrh předpínacích kabelů.....	30
6.1.2.	Vnitřní síly	30
6.1.3.	Posouzení mezního stavu únosnosti	33
6.1.4.	Posouzení mezního stavu použitelnosti	33
6.2.	Předpjatá lávka F.04	33
6.2.1.	Návrh předpínacích kabelů.....	33
6.2.2.	Vnitřní síly	34
6.2.3.	Posouzení mezního stavu únosnosti	36
6.2.4.	Posouzení mezního stavu použitelnosti	37
6.3.	Předpjatá lávka F.08	37
6.3.1.	Návrh předpínacích kabelů.....	37
6.3.2.	Vnitřní síly	38
6.3.3.	Posouzení mezního stavu únosnosti	40
6.3.4.	Posouzení mezního stavu použitelnosti	40
6.4.	Dřevená lávka G.06.....	41
6.4.1.	Vnitřní síly	41
6.4.2.	Posouzení mezního stavu únosnosti	45
6.4.3.	Posouzení mezního stavu použitelnosti	48
7.	Základová konstrukce lávek.....	50
7.1.	Lávka F.03	50
7.2.	Lávka F.04	51
7.3.	Lávka F.08	52
7.4.	Lávka G.06	53

1. Základní údaje

Zadavatel: Město Krnov
IČ: 00296139
Hlavní náměstí 96/1, Pod Bezručovým vrchem, 794 01 Krnov

Architektonické a urbanistické řešení:

Zpracovatel: Ing. arch. Martin Materna
IČ: 72482346
Na Rybníčku 623/7, 746 01 Opava
+420 605 950 765, materna@wmarch.cz

Architektonické a urbanistické řešení:

WMA architects - Ing. arch. Martin Materna, Ing. arch. Vendula Bažová, Ing. arch. Adam Weczerek, Ing. arch. Adéla Kudlová

Mika Svoboda architekti - Ing. arch. Petr Svoboda, Ing. arch. Jiří Mika, Ing. arch. Markéta Káňová

Konstrukční řešení:

Ing. Iveta Šarmanová

Pro následující stupně zpracování bude konstrukční řešení zpracováno:

Ing. Iveta Šarmanová ve spolupráci s: ENGELSMANN PETERS GmbH
Stuttgart Amtsgericht Stuttgart HRB 722905
Mörikestr. 1, D – 70178 Stuttgart

1.1. Podklady

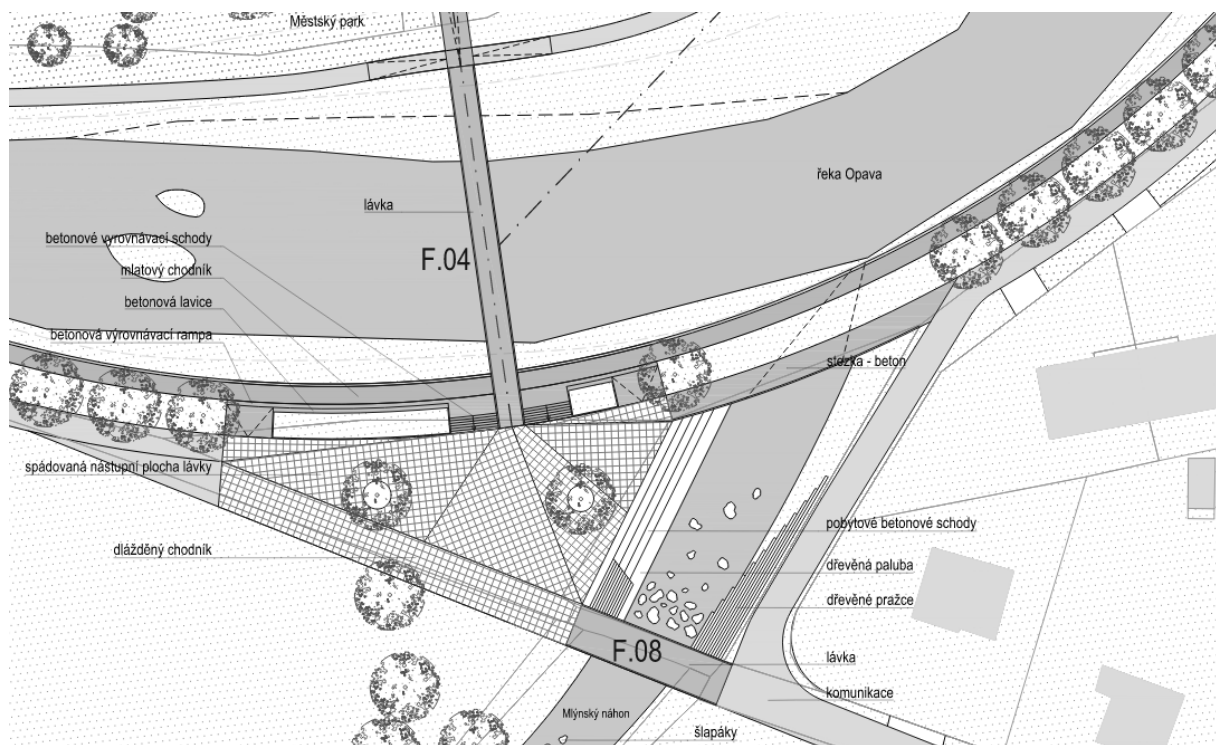
Statický výpočet byl zhotoven na základě projektové dokumentace vypracované výše uvedenými architekty.

1.1.1. Lávka F.03



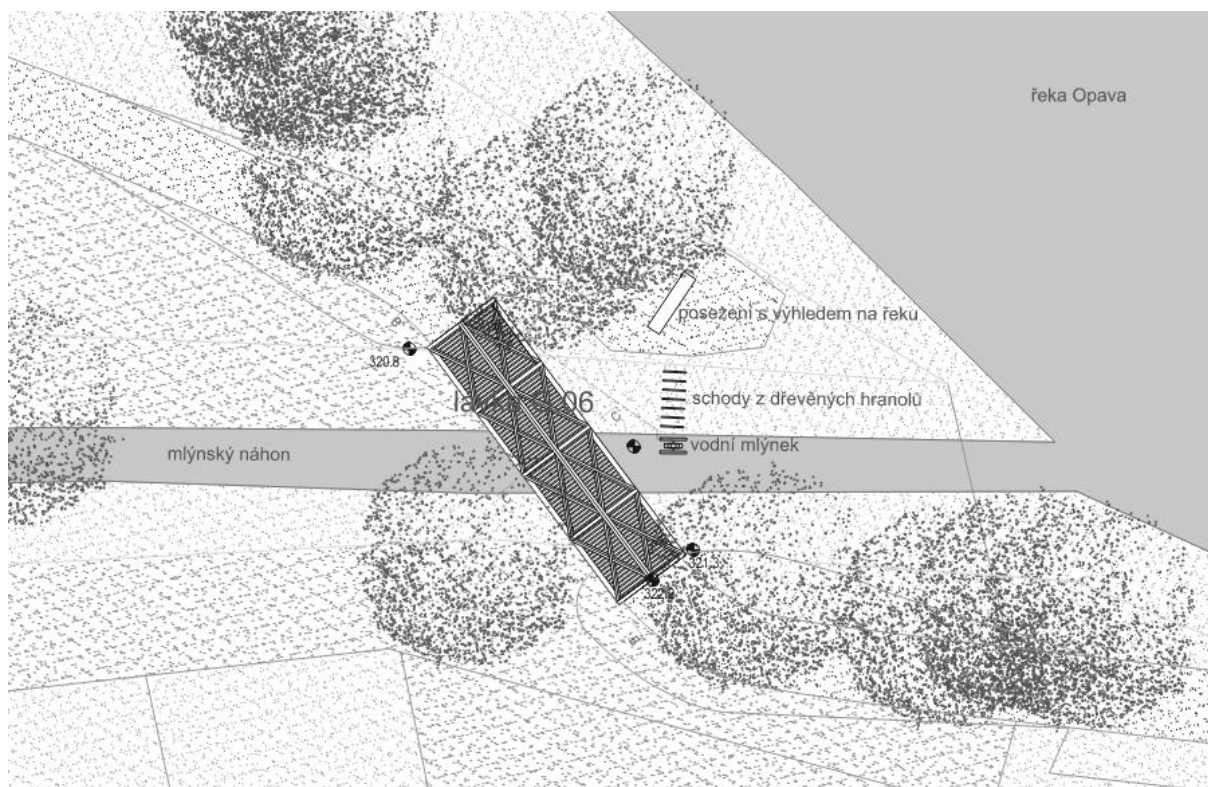
Obrázek 1 Situace lávky F.03

1.1.2. Lávka F.04 a F.08



Obrázek 2 Situace lávek F.04 a F.08

1.1.3. Lávka G.06



Obrázek 3 Situace lávky G.06

1.2. Pužité normy a vyhlášky

Eurokód – Základy konstrukčního řešení ČSN EN 1990

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1: Hustoty, vlastní tíha, uložené zatížení budov

ČSN EN 1991-1-4: Obecná opatření - Vítr

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

Eurokód 5 – Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 1995-1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1995-2: Mosty

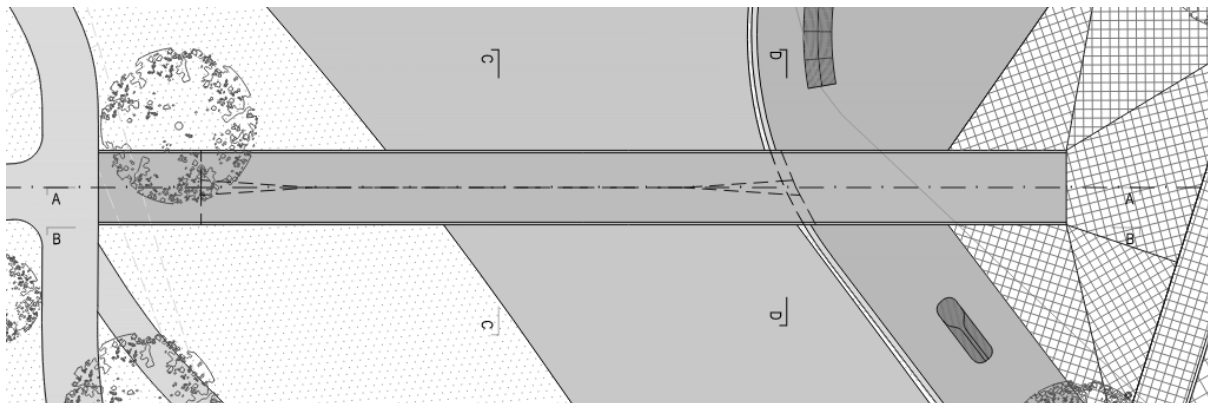
K uvedeným normám je použita i národní příloha.

2. Popis

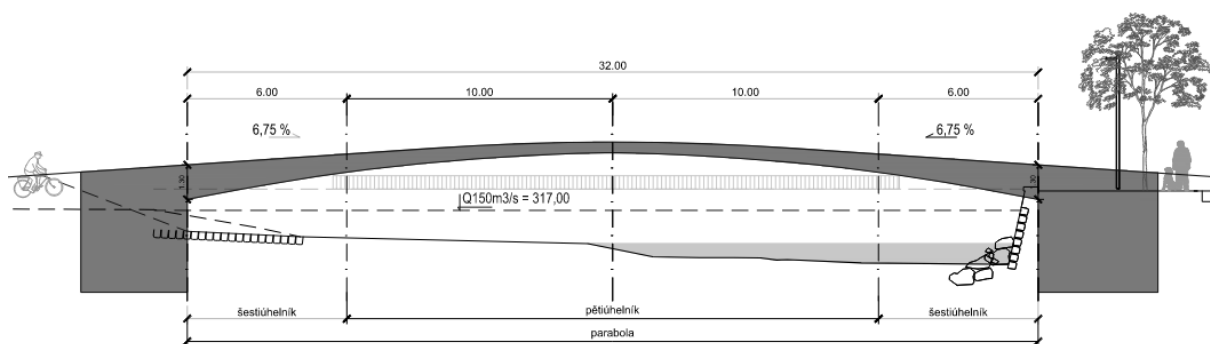
2.1. Lávka F.03

Lávka F.03 předpjatý oblouk oboustranně vetknutý s délkou $L = 32,0$ m a výškou oblouku $f = 1,302$ m ve středu rozpětí ve vzdálenosti 16,0 m od obou podpor. Šířka lávky v příčném směru je 4,0 m.

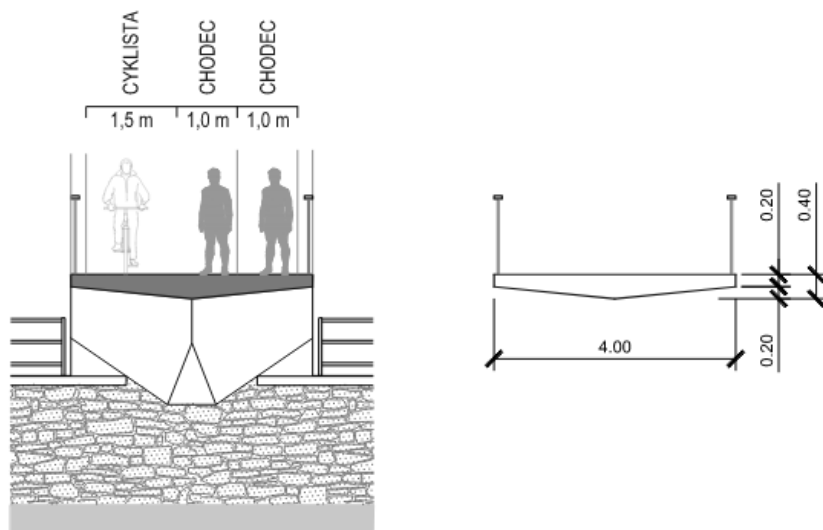
Půdorys



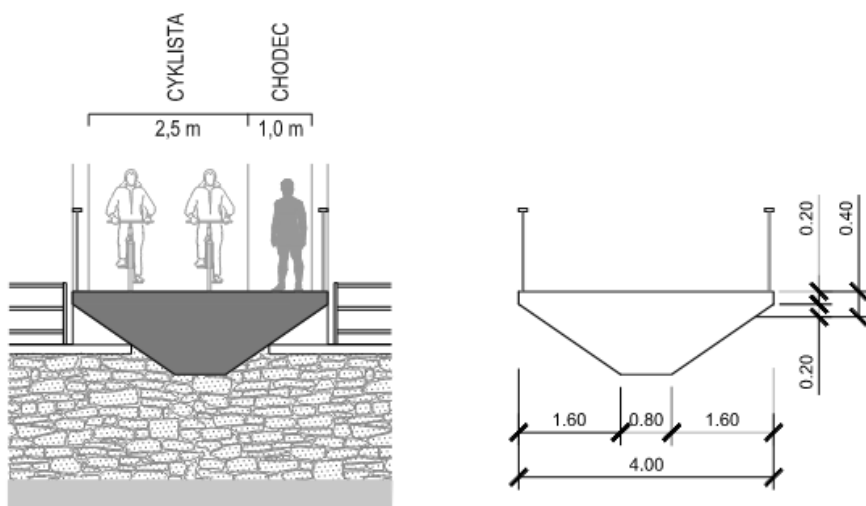
Obrázek 4 Půdorys lávky F.03



Obrázek 5 Podélný řez lávky F.03



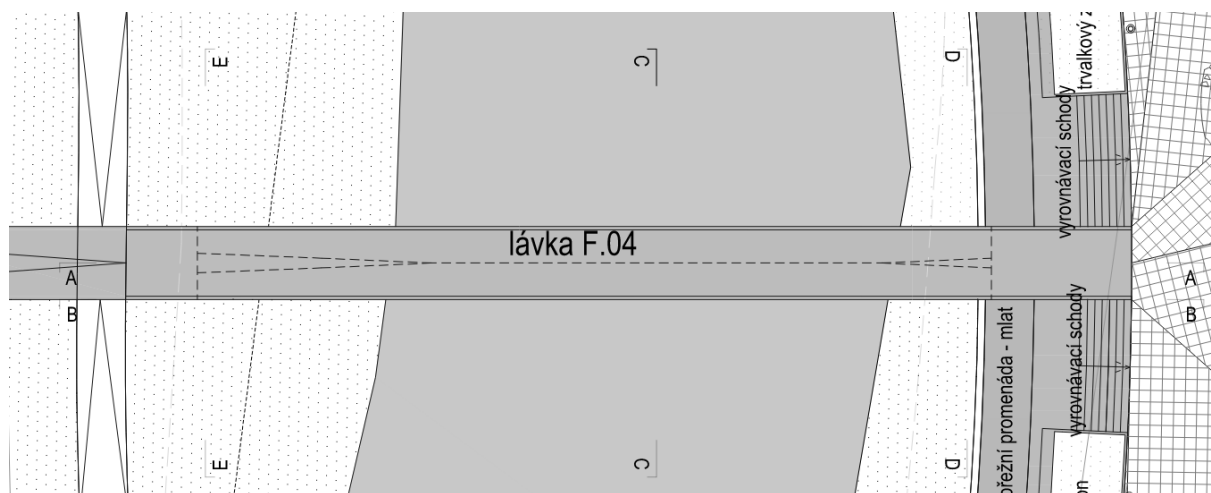
Obrázek 6 Příčný řez C-C lávky F.03



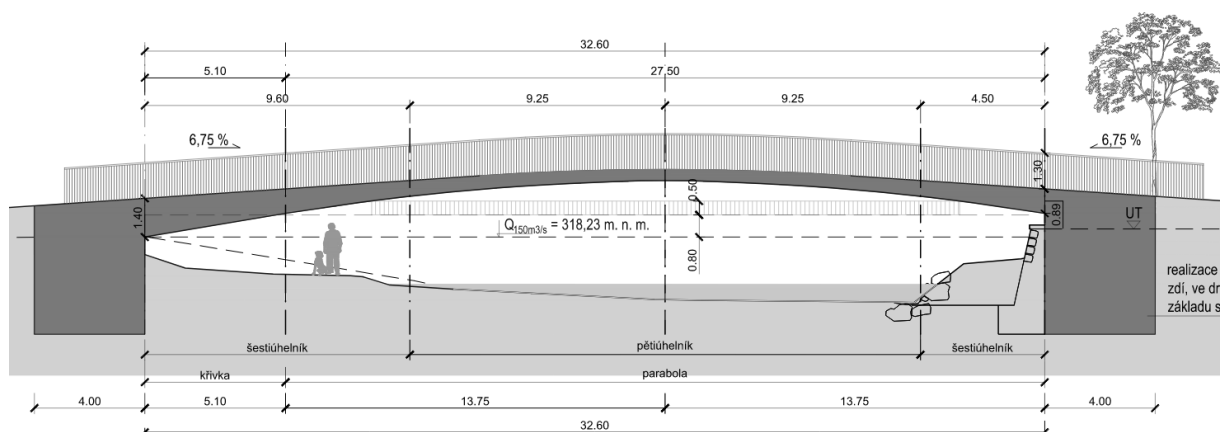
Obrázek 7 Příčný řez D-D lávky F.03

2.2. Lávka F.04

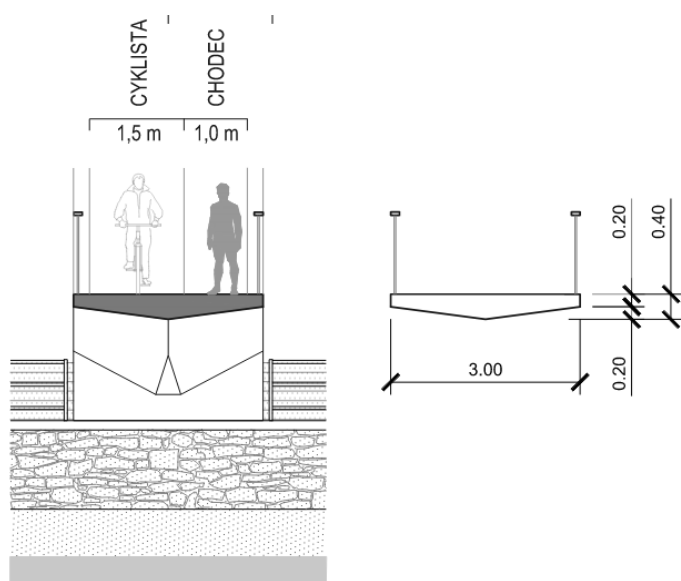
Lávka F.04 předpjatý asymetrický oblouk oboustranně vetknutý s délkou $L = 32,6$ m a výškou oblouku $f = 1,545$ m ve vzdálenosti 9,6 m od levé podpory resp. 4,5 m od pravé podpory. Šířka lávky v příčném směru je 3,0 m.



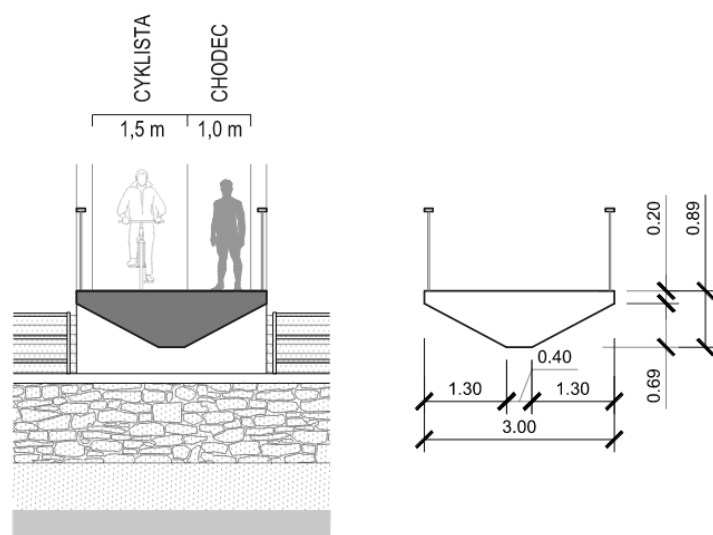
Obrázek 8 Půdorys lávky F.04



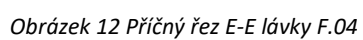
Obrázek 9 Podélný řez lávky F.04



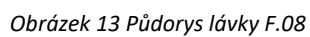
Obrázek 10 Příčný řez C-C lávky F.04

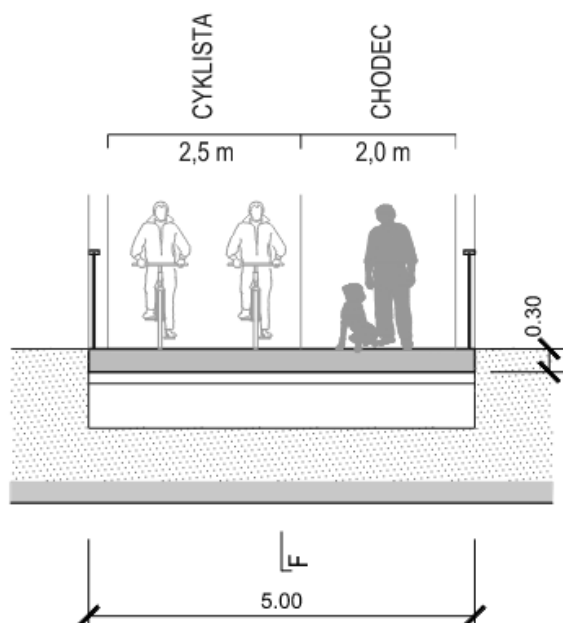


Obrázek 11 Příčný řez D-D lávky F.04



Lávka F.08 je předpjatá deska o jednom poli s délkou $L = 12,0$ m. Statický systém je prostý nosník o jednom poli prostě uložený. Šířka lávky v příčném směru je $3,0$ m.



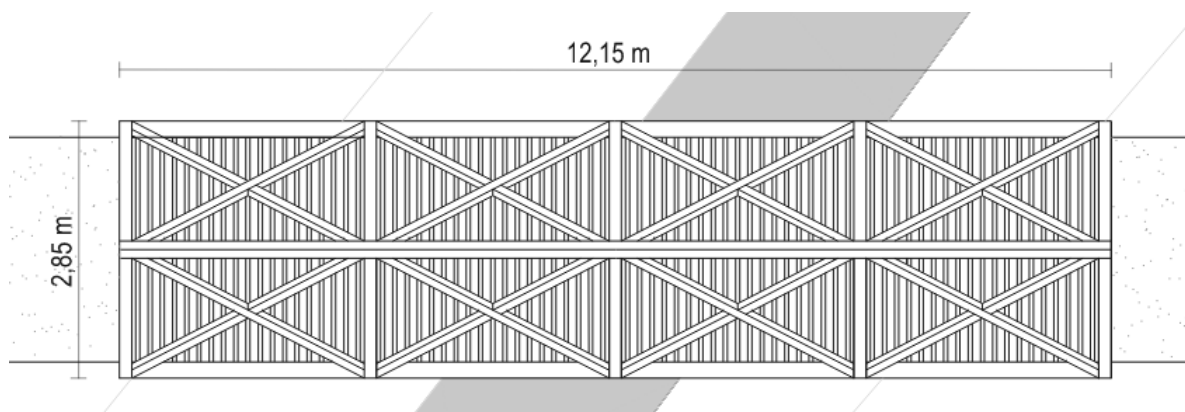


Obrázek 15 Příčný řez G-G lávky F.08

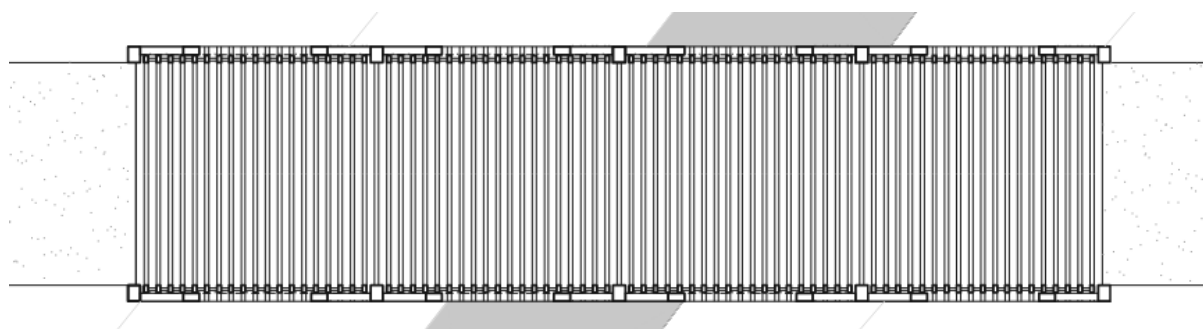
2.4. Lávka G.06

Lávka G.06 je příhradová konstrukce se čtyřmi poli s celkovou délkou $L = 12,0$ m. Tuhost v příčném směru konstrukce je zajištěna pěti rámy střešovitého tvaru s výškou 2,80 m resp. výškou 4,15 m v nejvyšším bodě. Šířka konstrukce v příčném směru je 3,15 m. Tuhost v podélném směru je zajištěna křížovým ztužením v každém poli.

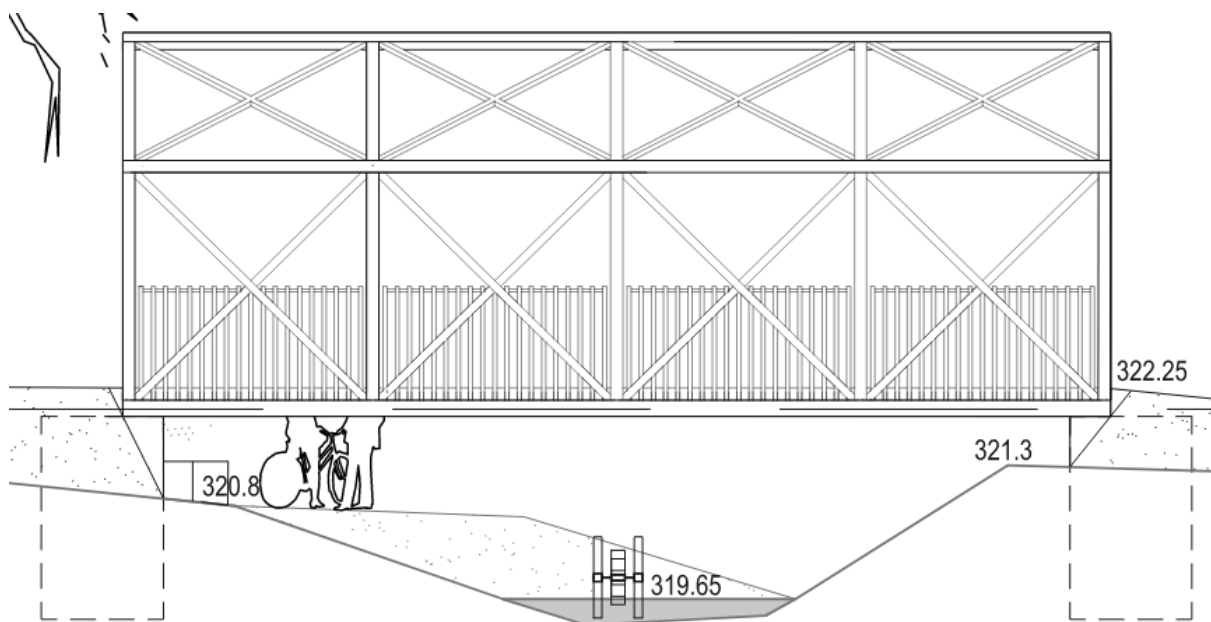
Materiál lávky G.06 je rostlé dřevo.



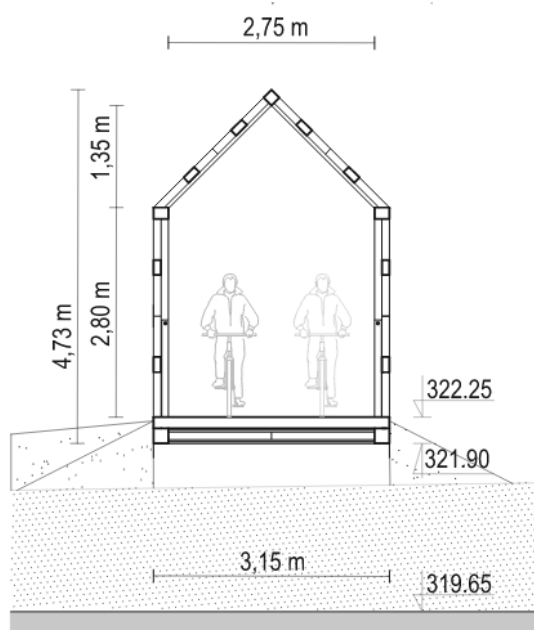
Obrázek 16 Pohled na střechu lávky G.06



Obrázek 17 Půdorys lávky G.06



Obrázek 18 Podélný řez lávky G.06



Obrázek 19 Příčný řez lávky G.06

3. Statický výpočet a posouzení

3.1. Použité materiály

Beton C40/50 podle EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Charakteristická válcová pevnost v tlaku: $f_{ck} = 4,00 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická krychelná pevnost v tlaku: $f_{ck} = 5,00 \text{ kN/cm}^2$

Střední osový pevnost v tahu: $f_{ctm} = 0,35 \text{ kN/cm}^2$

Modul pružnosti: $E = 3500 \text{ kN/cm}^2$

Smykový modul: $G = 1458 \text{ kN/cm}^2$

Součinitel teplotní roztažnosti: $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Mezní přetvoření při porušení: $\epsilon_{cu} = -3,50 \text{ ‰}$

Předpínací výztuž Y1770S7-15.2 podle EN 1992-1-1 a EN 10138

$f_{pk} = 1770,0 \text{ MPa}$

$f_{p01k} = 1560,0 \text{ MPa}$

$\epsilon_{uk} = 35,0 \text{ ‰}$

$\rho_{1000} = 0,03$

$\rho_{\infty} = 0,06$

Modul pružnosti: $E = 195000 \text{ MPa}$

Průměr: 15 mm

Plocha: 139 mm²

Počet drátů: 7

Topolové a jehličnaté dřevo C24 podle ČSN EN 1995-1-1:2010-05 a ČSN EN 338:2016-10

Charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 2,40 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tahu: $f_{t,0,k} = 1,45 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům: $f_{t,90,k} = 0,04 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 2,10 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům: $f_{c,90,k} = 0,25 \text{ kN/cm}^2$

Modul pružnosti: $E = 1100 \text{ kN/cm}^2$

Smykový modul: $G = 69 \text{ kN/cm}^2$

Součinitel teplotní roztažnosti: $\alpha = 5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Topolové a jehličnaté dřevo C30 podle ČSN EN 1995-1-1:2010-05 a ČSN EN 338:2016-10

Charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 3,00 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tahu: $f_{t,0,k} = 1,90 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům: $f_{t,90,k} = 0,04 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 2,40 \text{ kN/cm}^2$

Charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům: $f_{c,90,k} = 0,27 \text{ kN/cm}^2$

Modul pružnosti: $E = 1200 \text{ kN/cm}^2$

Smykový modul: $G = 75 \text{ kN/cm}^2$

Součinitel teplotní roztažnosti: $\alpha = 5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

3.2. Zatížení a zatěžovací stavy

Kombinace zatížení pro zjištění maximálních účinků zatížení jsou sestaveny podle ČSN EN 1990:

MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovnice 6.10

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

MSP - charakteristická

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

MSP - časná

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

MSP - kvazistálá

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.3. Posouzení na mezní stav únosnosti

Posouzení na mezní stav únosnosti předpjaté železobetonové konstrukce je provedeno podle ČSN EN 1992-1 a ČSN EN 1992-2.

Posouzení na mezní stav únosnosti dřevěné konstrukce je provedeno podle ČSN EN 1995-1 a ČSN EN 1995-2.

3.4. Posouzení na mezní stav použitelnosti

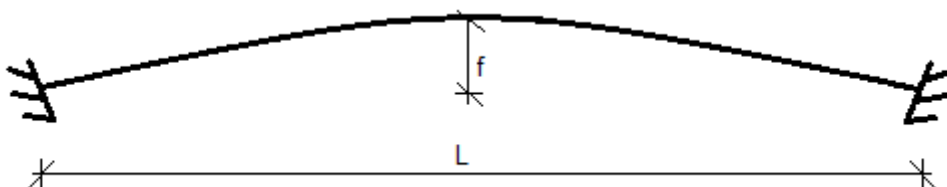
Posouzení na mezní stav použitelnosti předpjaté železobetonové konstrukce je provedeno podle ČSN EN 1992-1 a ČSN EN 1992-2 s limitní hodnotou svislého průhybu $w_{fin} \leq \frac{L}{600}$.

Posouzení na mezní stav použitelnosti dřevěné konstrukce je provedeno podle ČSN EN 1995-1 a ČSN EN 1995-2 s limitní hodnotou svislého průhybu $w_{fin} \leq \frac{L}{600}$.

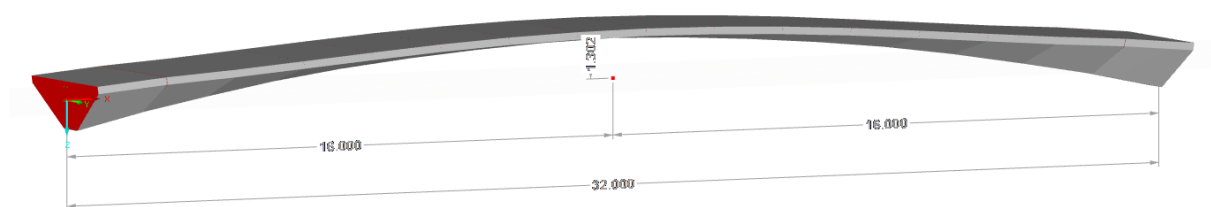
4. Výpočetní model

4.1. Předpjatá lávka F.03

Lávka F.03 je modelována jako oblouk s délkou $L = 32,0$ m a výškou oblouku $f = 1,302$ m ve středu rozpětí ve vzdálenosti 16,0 m od obou podpor. Statický systém je oblouk o jednom poli oboustranně vetknutý.

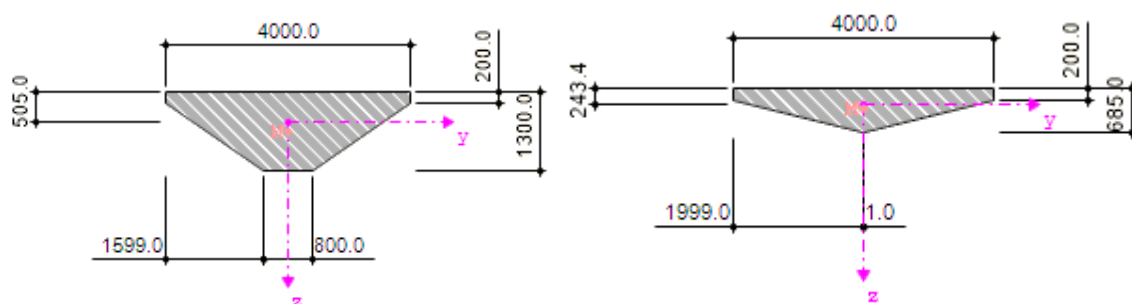


Obrázek 20 Statický systém lávky F.03

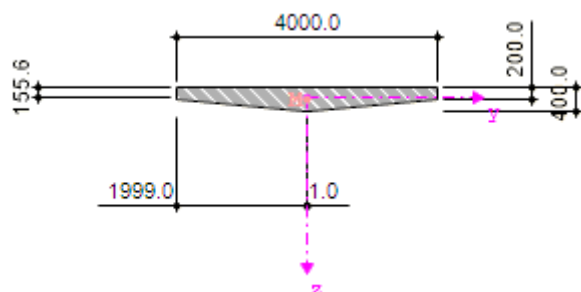


1: Beton C35/45 | EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Obrázek 21 Geometrie a materiál lávky



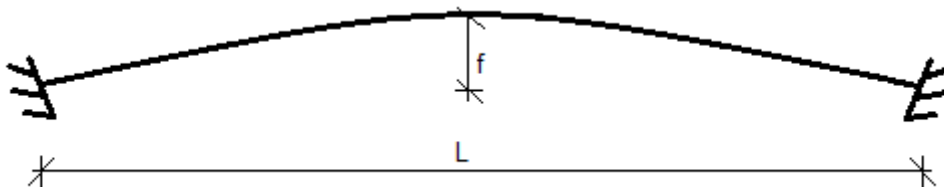
Obrázek 22 Průřez lávky: vlevo: u levé a pravé podpory, vpravo: 6,0 m od levé a pravé podpory



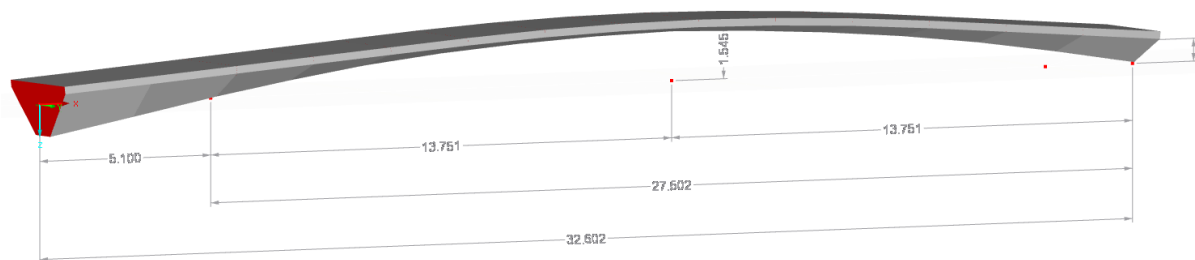
Obrázek 23 Průřez lávky ve středu rozpětí

4.2. Předpjatá lávka F.04

Lávka F.04 je modelována jako oblouk s délkou $L = 32,6$ m a výškou oblouku $f = 1,545$ m ve vzdálenosti 9,6 m od levé podpory resp. 4,5 m od pravé podpory. Statický systém je oblouk o jednom poli oboustranně vetknutý.

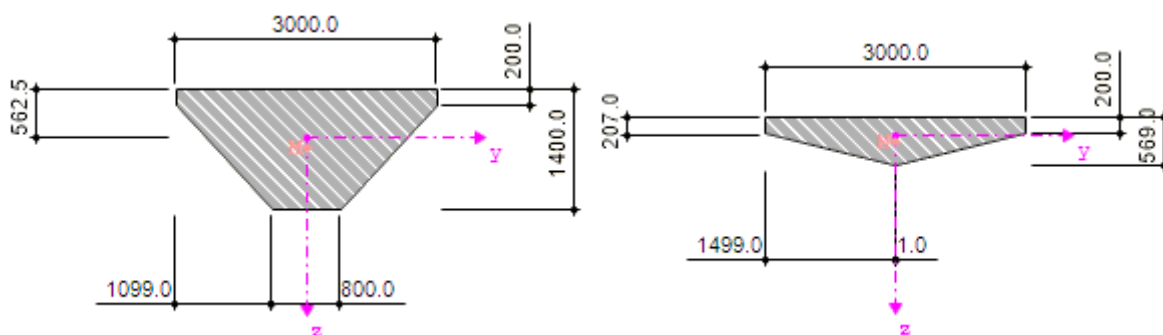


Obrázek 24 Statický systém lávky F.04

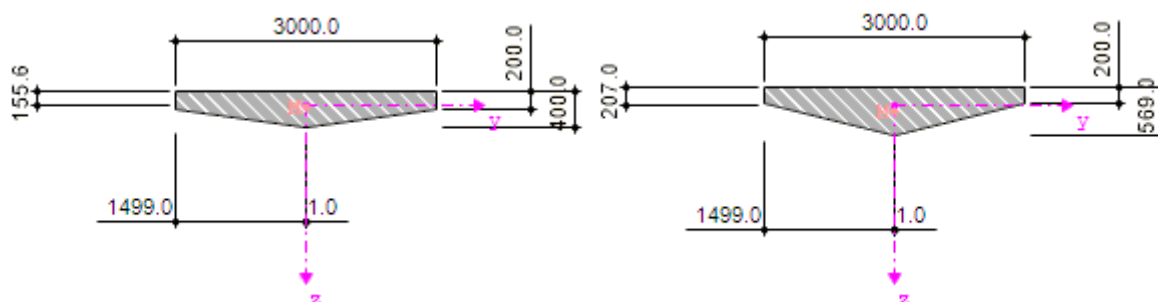


1: Beton C35/45 | EN 1992-1-1:2004/A1:2014

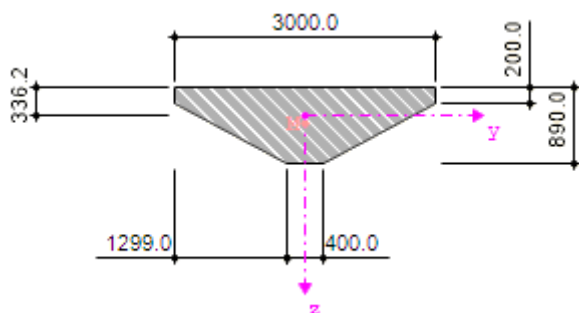
Obrázek 25 Geometrie a materiál lávky



Obrázek 26 Průřez lávky: vlevo: u levé podpory, vpravo: 9,6 m od levé podpory



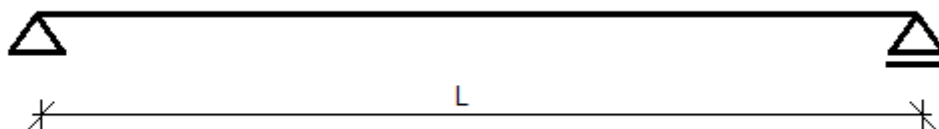
Obrázek 27 Průřez lávky: vlevo: ve vrcholu oblouku, vpravo: 4,5 m od pravé podpory



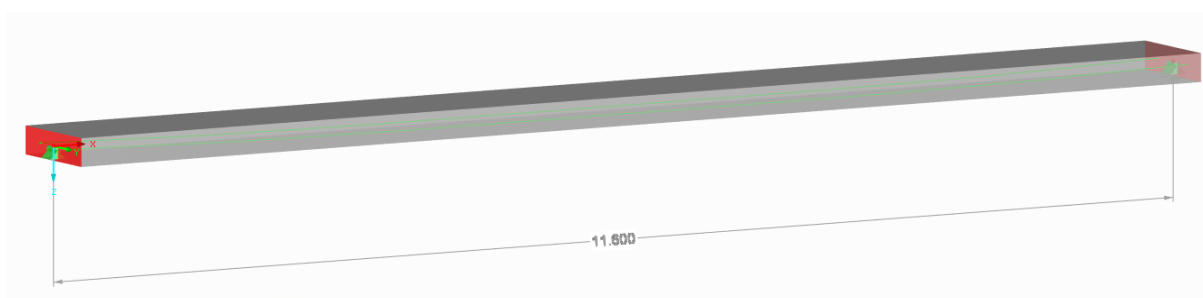
Obrázek 28 Průřez lávky u pravé podpory

4.3. Předpjatá lávka F.08

Lávka F.08 je modelována jako nosník o jednom poli s délkou $L = 12,0$ m. Statický systém je prostý nosník o jednom poli prostě uložený.

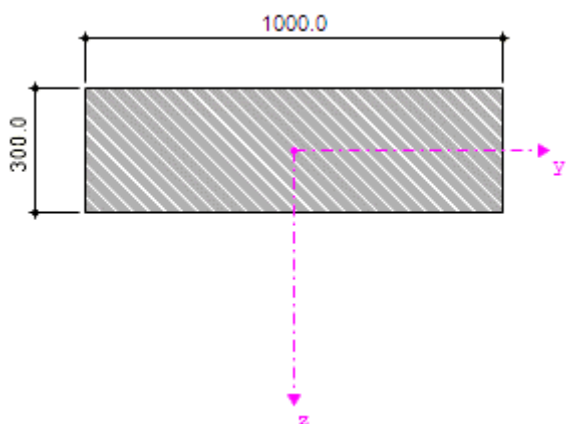


Obrázek 29 Statický systém lávky F.08



1: Beton C35/45 | EN 1992-1-1:2004/A1:2014

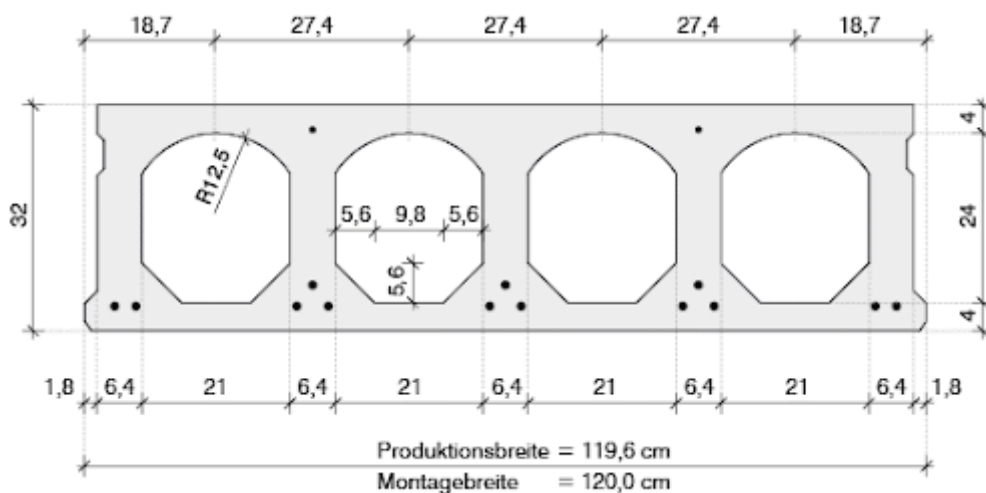
Obrázek 30 Geometrie a materiál lávky na 1 m



Obrázek 31 Průřez 1 m lávky

Alternativně je možné provedení lávky z prefabrikovaných panelů délky 12,0 m.

Specifikace panelů: prefabrikovaná dutá deska např. typu VSD-4-32-B (viz Obrázek 32) pro třídu prostředí XD3 s minimální výškou krytí 50 mm. Jelikož se prefabrikované desky vyrábějí standardně pro třídu prostředí XC s krytím max. 40 mm, jednalo by se v tomto případě o výrobu na míru. Na výrobu lávky 5,0 m široké je potřeba 4-5 ks panelů a dá se tedy předpokládat prodražení výroby.

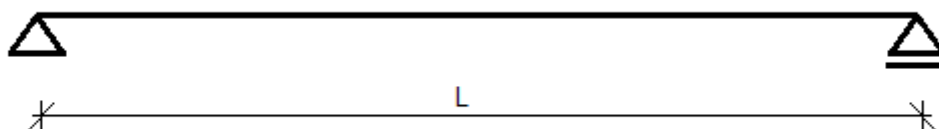


Obrázek 32 Prefabrikovaná deska VSD-4-32-B

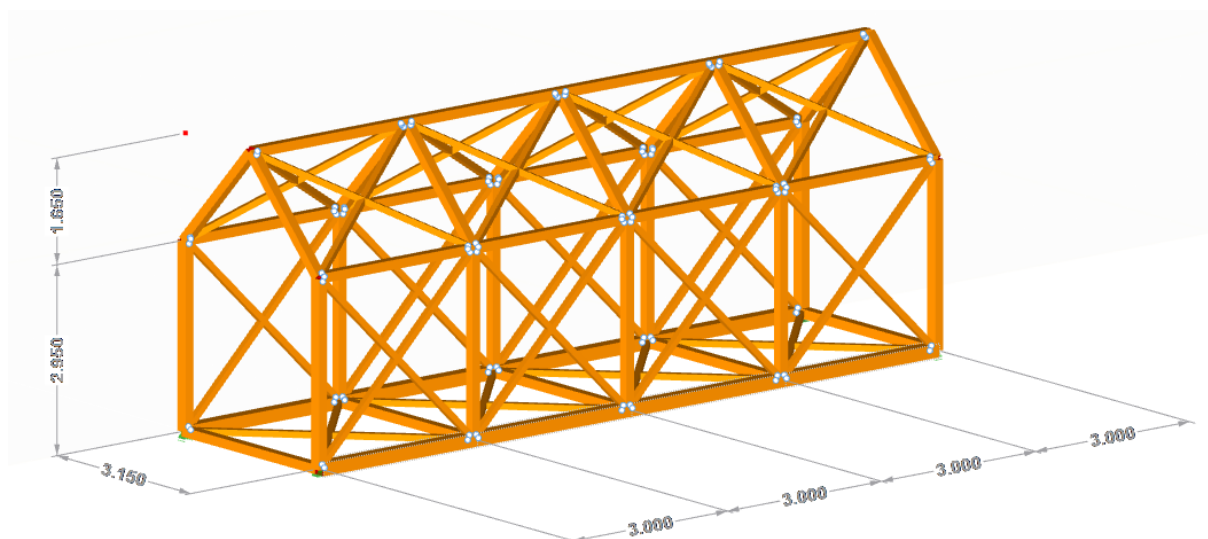
4.4. Dřevěná lávka G.06

Lávka G.06 je modelována jako příhradová konstrukce se čtyřmi poli s délkou jednoho pole 3,0 m. Statický systém je prostý nosník o jednom poli s délkou $L = 12,0$ m.

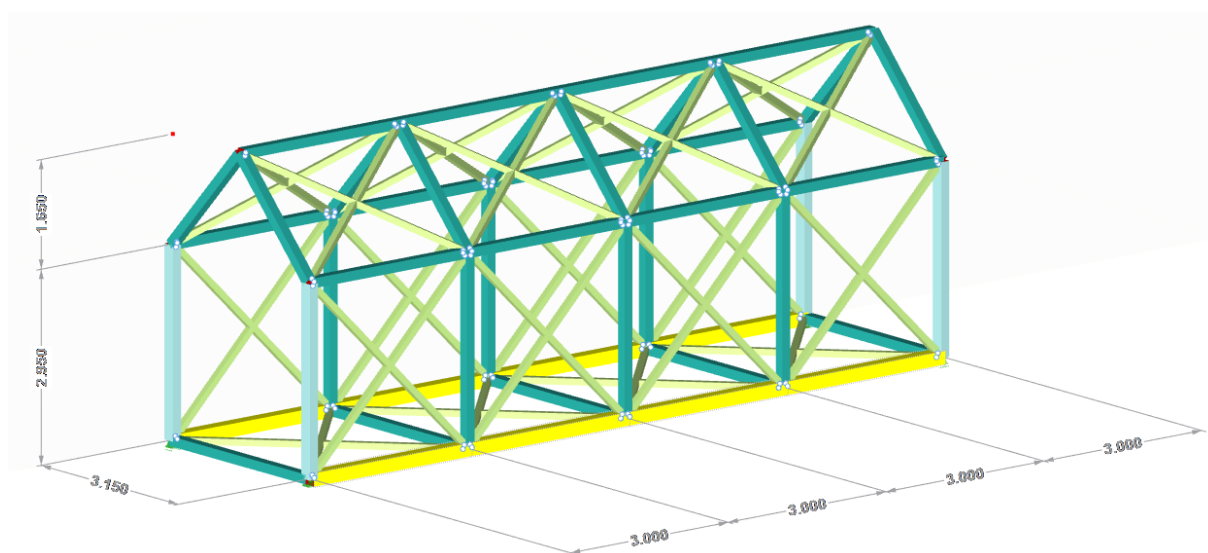
V příčném směru je konstrukce ztužena pěti rámy střešovitého tvaru s výškou 2,95 m resp. výškou 4,60 m v nejvyšším bodě. Šířka konstrukce v příčném směru je 3,15 m. Tuhost v podélném směru je zajištěna křížovým ztužením v každém poli.



Obrázek 33 Statický systém lávky G.06

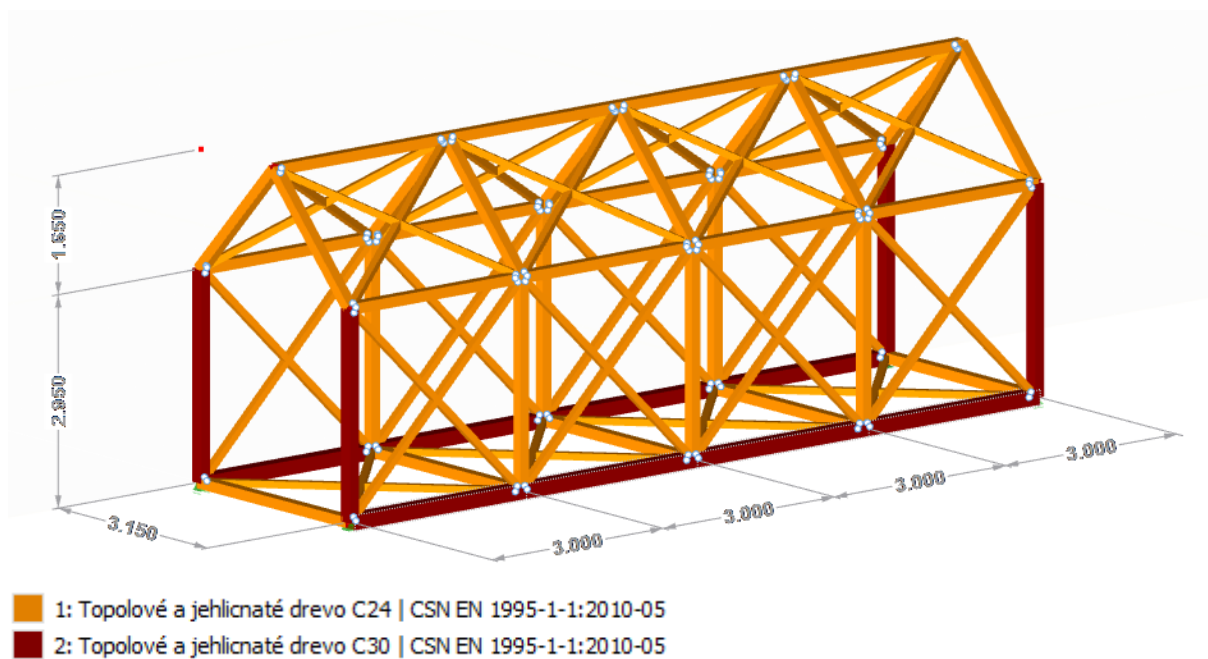


Obrázek 34 Nosná konstrukce lávky

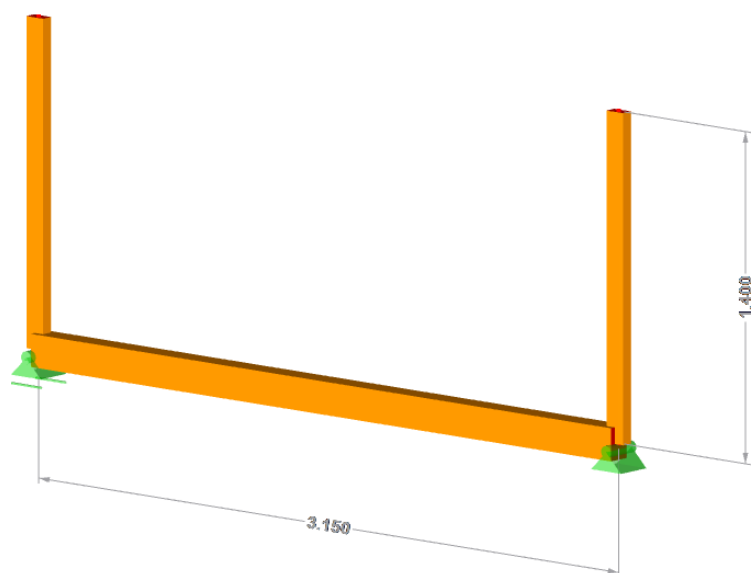


- 10: T-obdélník 200/150; Topolové a jehlicnaté drevo C30
- 12: T-obdélník 150/150; Topolové a jehlicnaté drevo C24
- 14: T-obdélník 100/100; Topolové a jehlicnaté drevo C24
- 17: T-obdélník 200/200; Topolové a jehlicnaté drevo C30

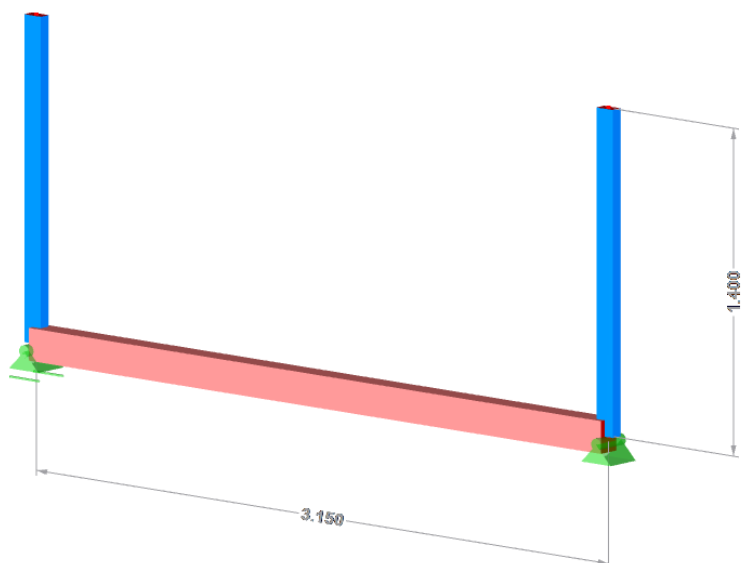
Obrázek 35 Nosná konstrukce a profily lávky



Obrázek 36 Materiál lávky

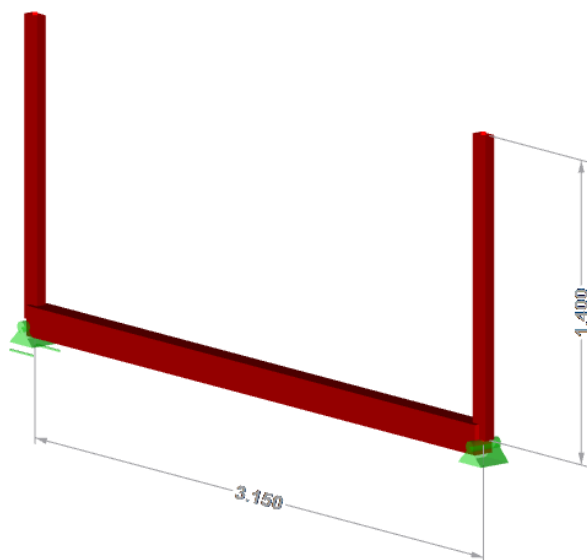


Obrázek 37 Geometrie pochozí konstrukce a zábradlí lávky



- 1: T-obdélník 50/90; Topolové a jehlicnaté drevo C30
- 2: T-obdélník 100/140; Topolové a jehlicnaté drevo C30

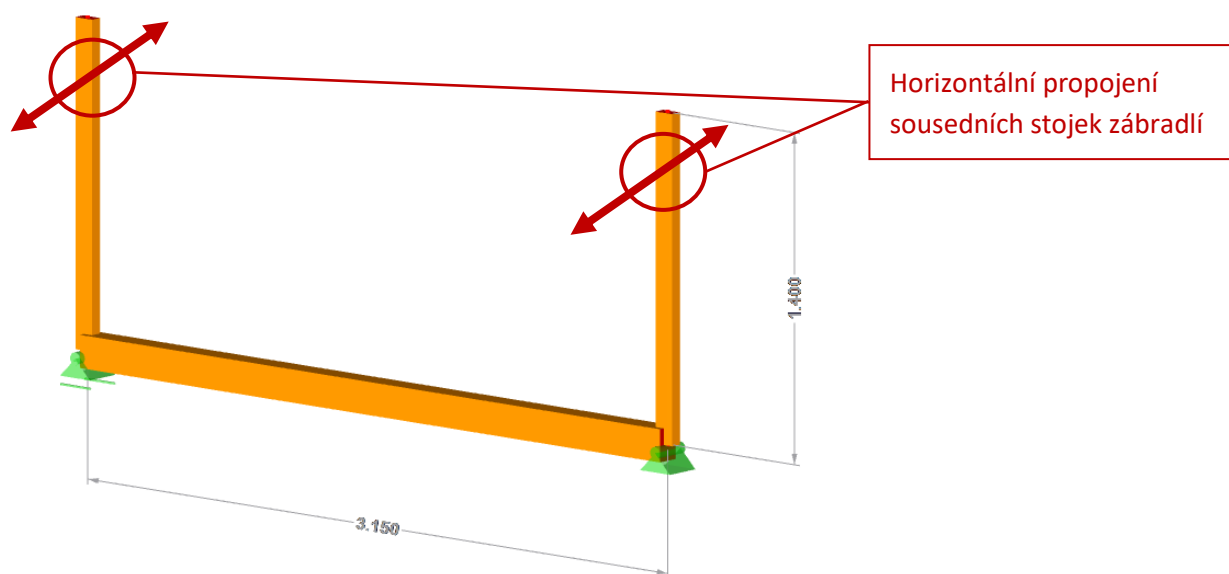
Obrázek 38 Průřezy pochozí konstrukce a zábradlí lávky



- 1: Topolové a jehlicnaté drevo C24 | CSN EN 1995-1-1:2010-05
- 2: Topolové a jehlicnaté drevo C30 | CSN EN 1995-1-1:2010-05

Obrázek 39 Materiál pochozí konstrukce a zábradlí lávky

Předpoklad pro stojky pochozí konstrukce lávky je zajištění horizontální jednoty sousedních stojek pomocí např. propojením stojek pomocí ocelové tyče apod. ve vrcholu stojek (viz. Obrázek 40)



Obrázek 40 Geometrie pochozí konstrukce a zábradlí lávky

5. Zatížení

5.1. Předpjatá lávka F.03

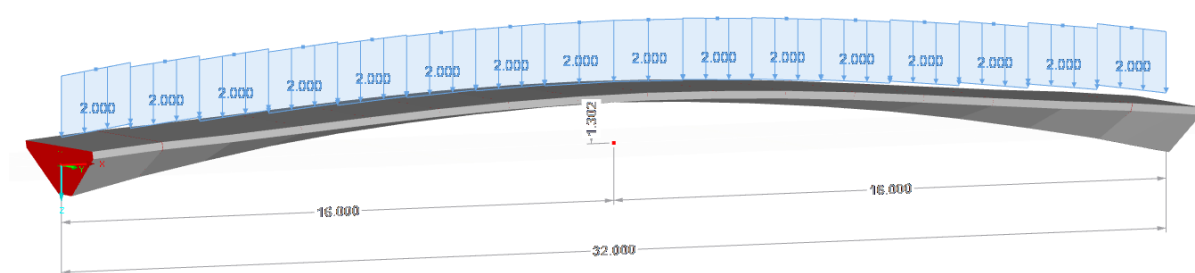
5.1.1. Stálé zatížení

Objemová tíha:

Železobeton: $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní stálé zatížení:

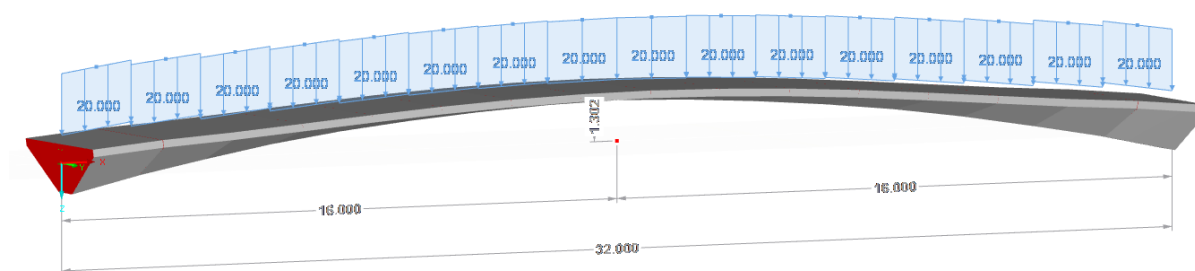
Zatížení předpjaté lávky na úrovni mostovky: $g_k = 50 \text{ kg/m}^2$



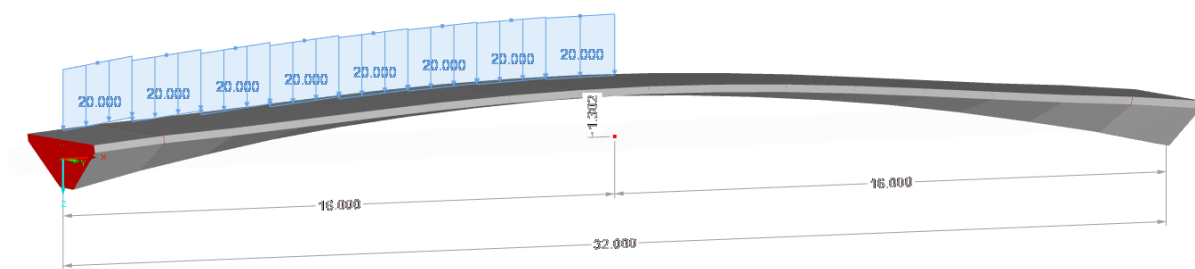
Obrázek 41 Ostatní stálé zatížení

5.1.2. Nahodilé zatížení

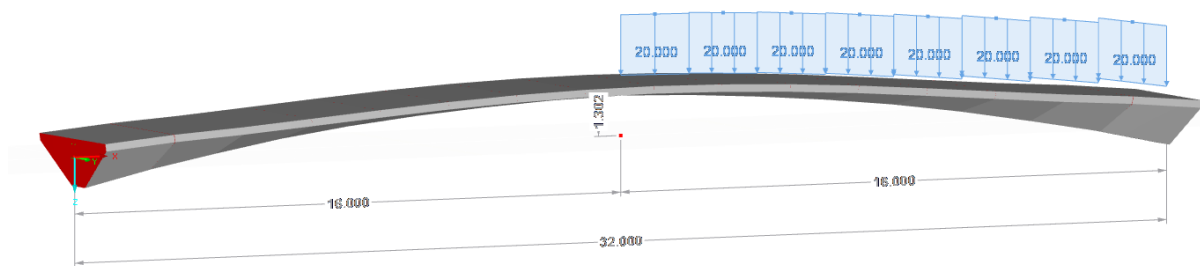
$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$



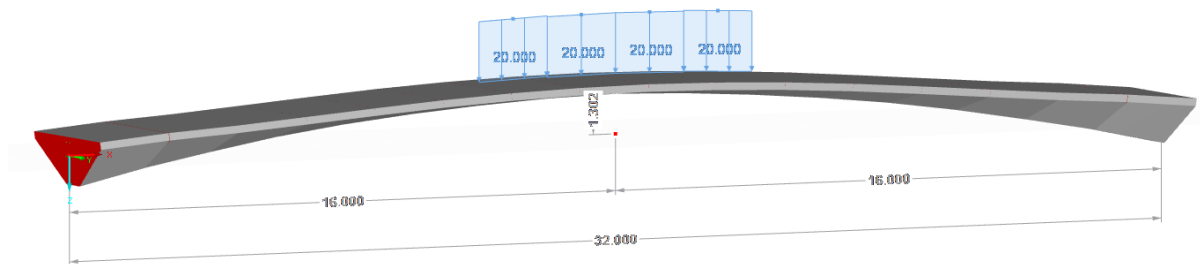
Obrázek 42 Plné nahodilé zatížení



Obrázek 43 Částečné zatížení nahodilým zatížením levé části lávky



Obrázek 44 Částečné zatížení nahodilým zatížením pravé části lávky



Obrázek 45 Částečné zatížení nahodilým zatížením středu lávky

5.2. Předpjatá lávka F.04

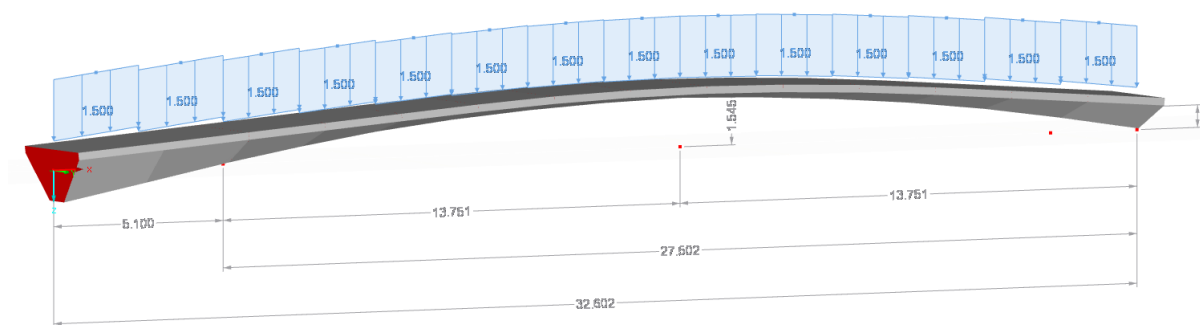
5.2.1. Stálé zatížení

Objemová tíha:

Železobeton: $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní stálé zatížení:

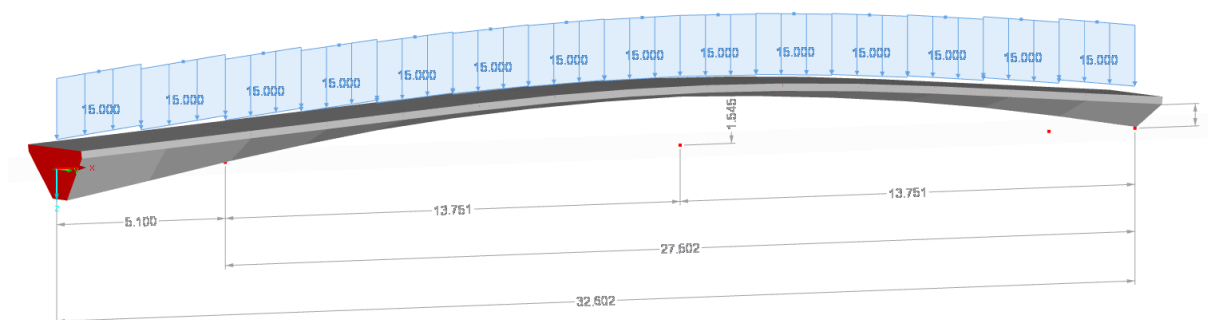
Zatížení předpjaté lávky na úrovni mostovky: $g_k = 50 \text{ kg/m}^2$



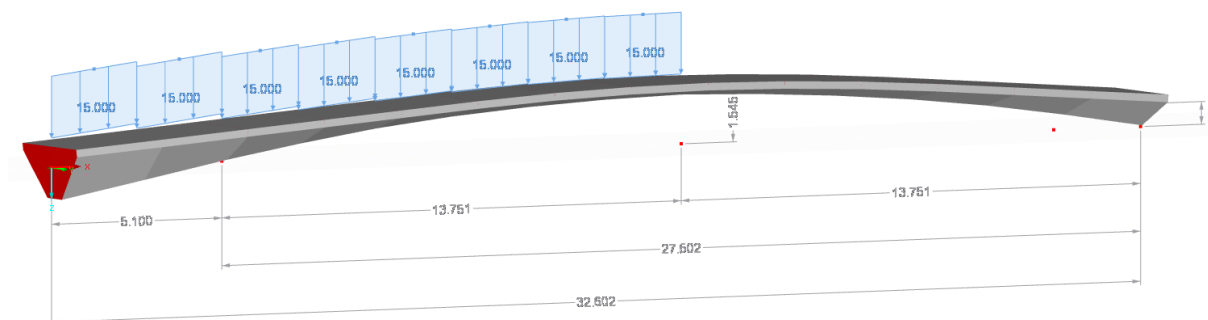
Obrázek 46 Ostatní stálé zatížení

5.2.2. Nahodilé zatížení

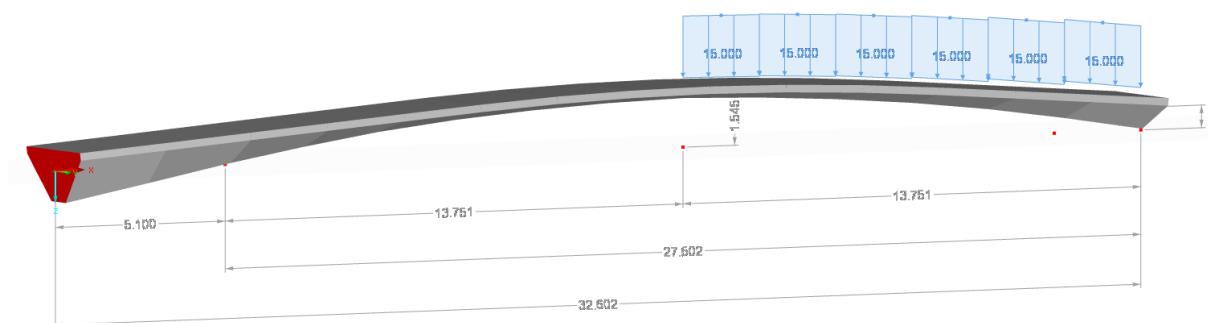
$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$



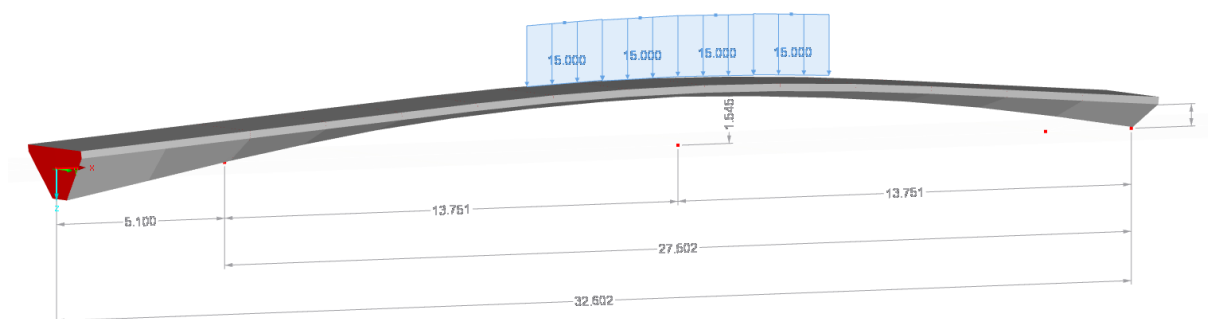
Obrázek 47 Plné nahodilé zatížení



Obrázek 48 Částečné zatížení nahodilým zatížením levé části lávky



Obrázek 49 Částečné zatížení nahodilým zatížením pravé části lávky



Obrázek 50 Částečné zatížení nahodilým zatížením středu lávky

5.3. Předpjatá lávka F.08

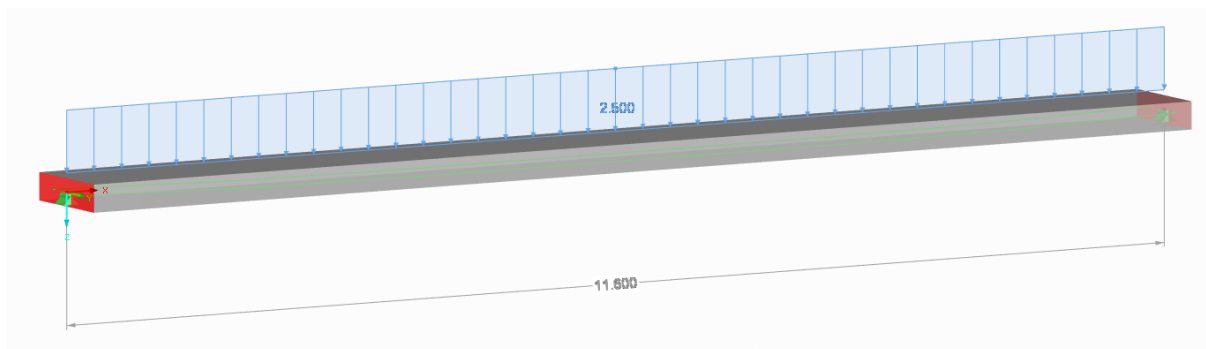
5.3.1. Stálé zatížení

Objemová tíha:

Železobeton: $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní stálé zatížení:

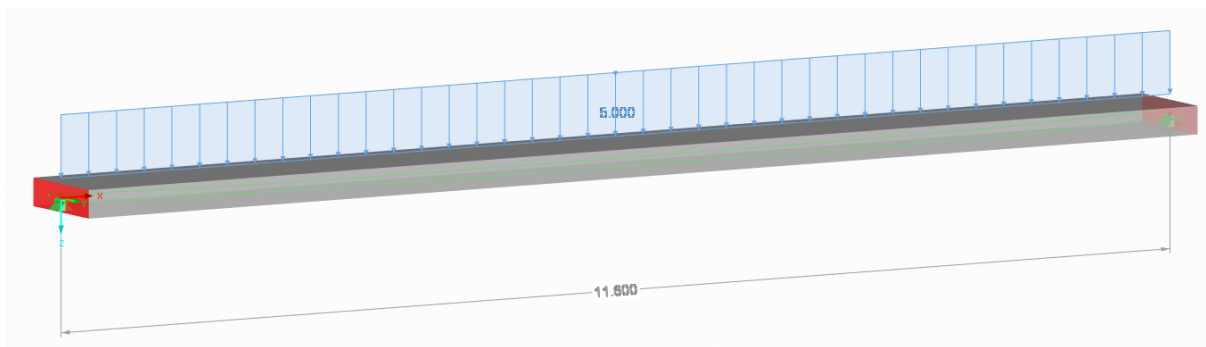
Zatížení lávky na úrovni mostovky: $g_k = 250 \text{ kg/m}^2$



Obrázek 51 Ostatní stálé zatížení

5.3.2. Nahodilé zatížení

$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$



Obrázek 52 Plné nahodilé zatížení

5.1. Dřevěná lávka G.06

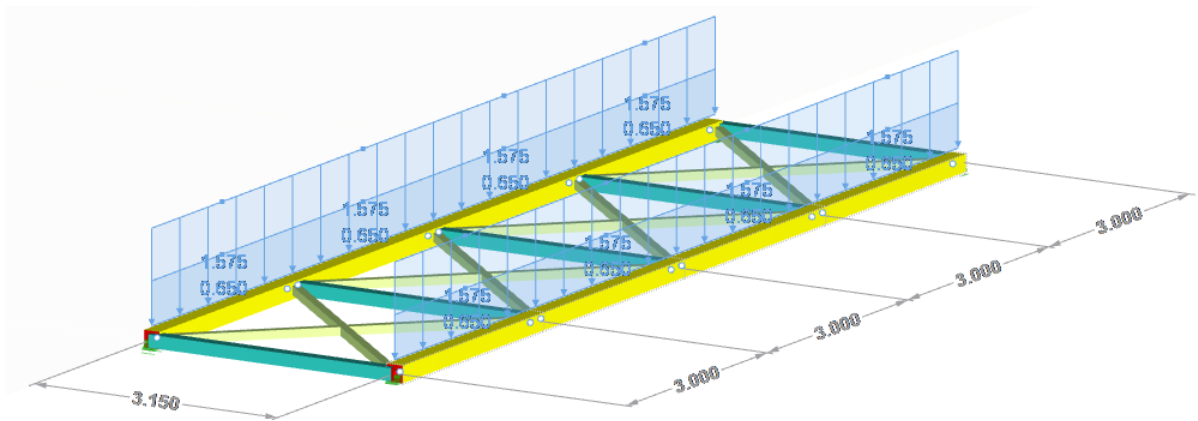
5.3.3. Stálé zatížení

Objemová tíha:

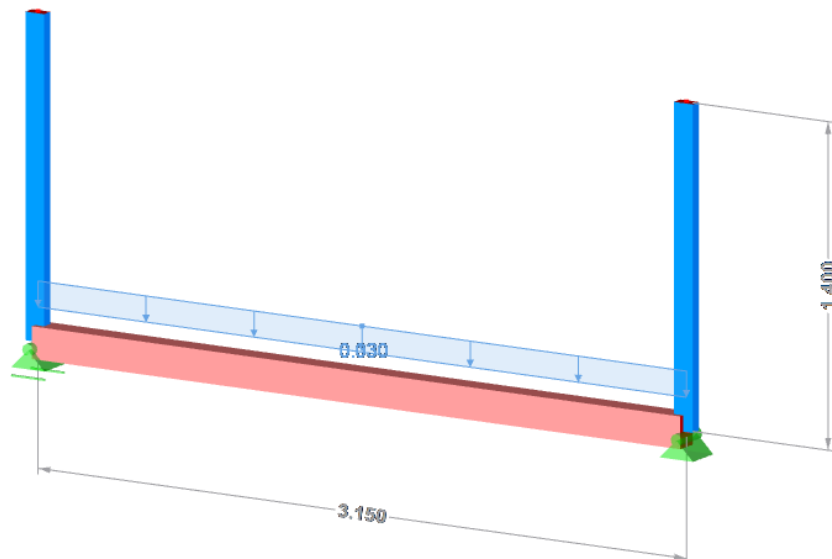
Dřevo: $\gamma = 4,20 \text{ kN/m}^3$

Ostatní stálé zatížení:

Zatížení dřevěné lávky na úrovni mostovky: $g_k = 20 \text{ kg/m}^2$



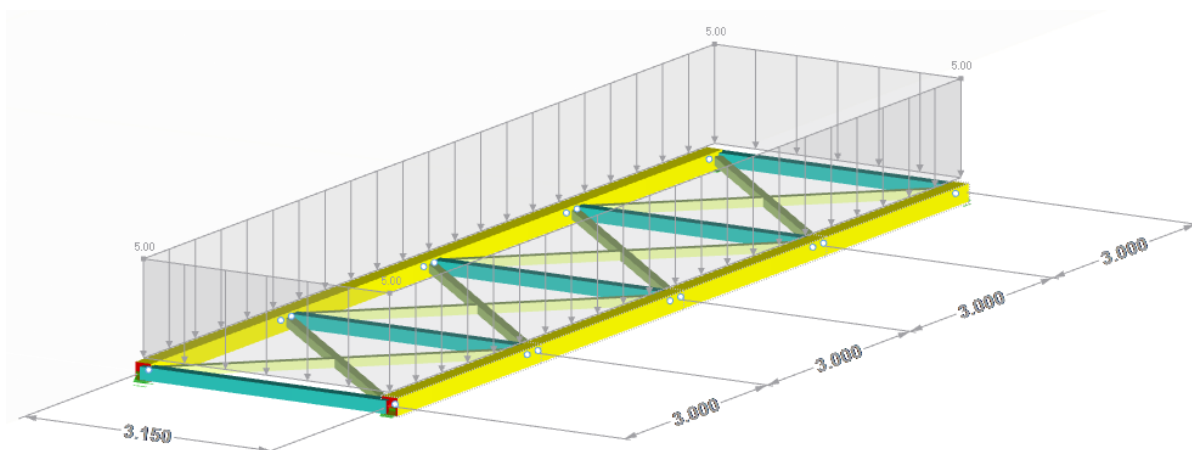
Obrázek 53 Ostatní stálé zatížení



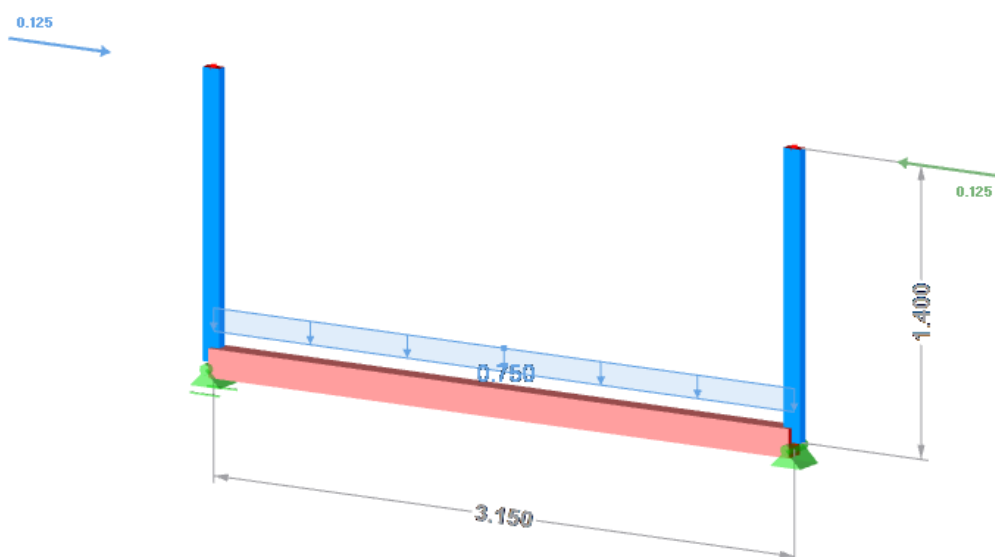
Obrázek 54 Ostatní stálé zatížení

5.3.4. Nahodilé zatížení

$$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 55 Nahodilé zatížení



Obrázek 56 Nahodilé zatížení

5.3.5. Vítr

Zatížení větrem jsou sestavena podle ČSN EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Základní tlak: $q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$

Výška nad terénem: $3,0 \text{ m}$

Kategorie terénu: II

$$q_p(z) = 2,1 * \left(\frac{z}{10}\right)^{0,24} * q_{b,0} = 2,1 * \left(\frac{3,0}{10}\right)^{0,24} * 0,39 = 0,61 \text{ kN/m}^2$$

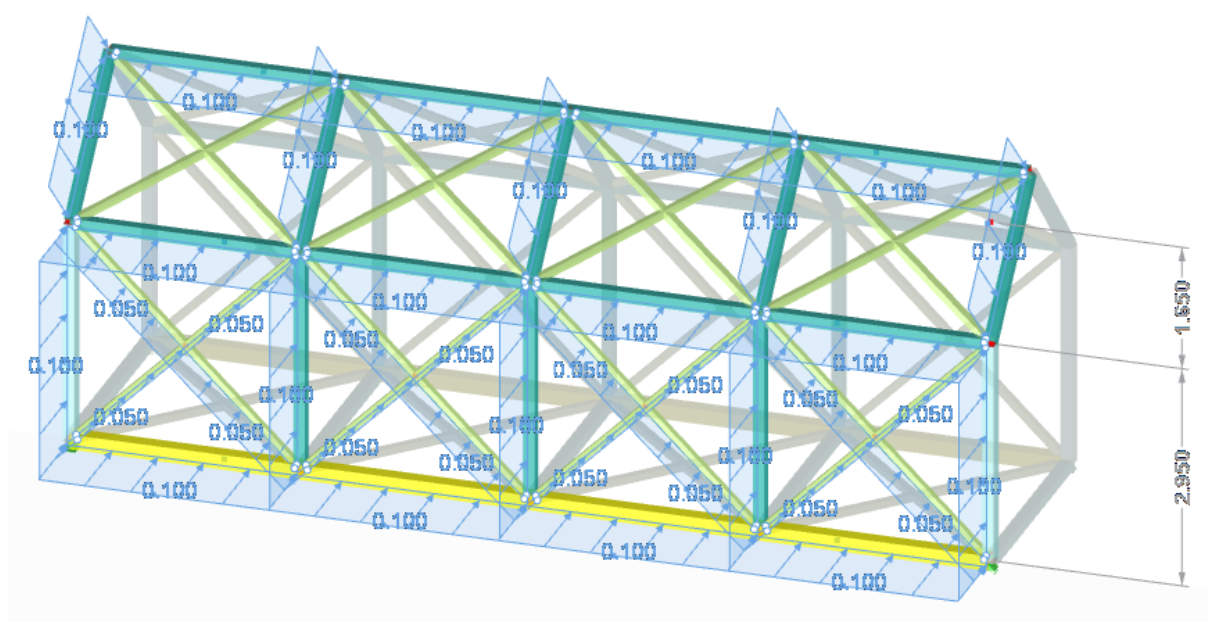
$$w_e = q_p(z) * c_{pe,10}$$

Profil $b = 15 \text{ cm}$

$$w_e = 0,61 * 0,15 = 0,092 \text{ kN/m}$$

Profil $b = 10 \text{ cm}$

$$w_e = 0,61 * 0,10 = 0,061 \text{ kN/m}$$



Obrázek 57 Zatížení větrem

6. Výpočet

6.1. Předpjatá lávka F.03

6.1.1. Návrh předpínacích kabelů

Ve statickém posouzení lávky jsou použity 2 ks předpínacích kabelů.

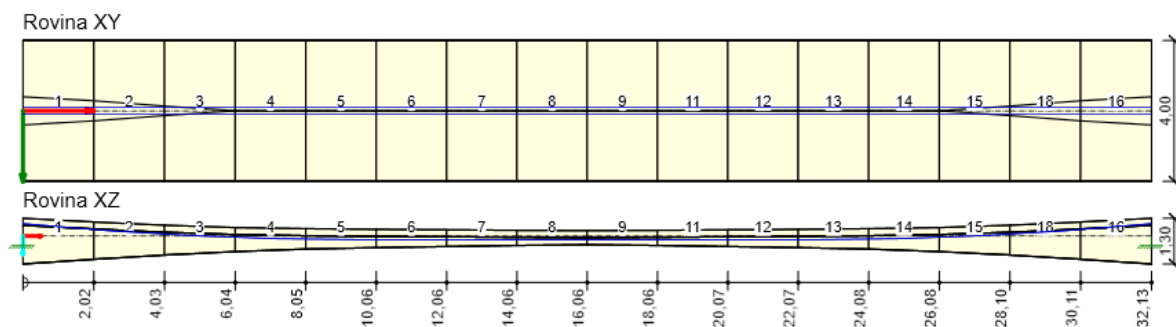
Předpínací kabely: Y1770S7-15.2

Počet předpínacích kabelů: 2 ks

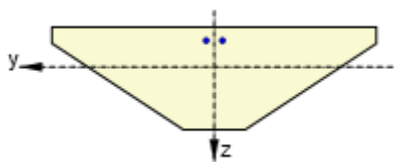
Počet lan v jednom předpínacím kabelu: 21

Průměr kabelového kanálku: 55 mm

Postup napínání: Z obou konců

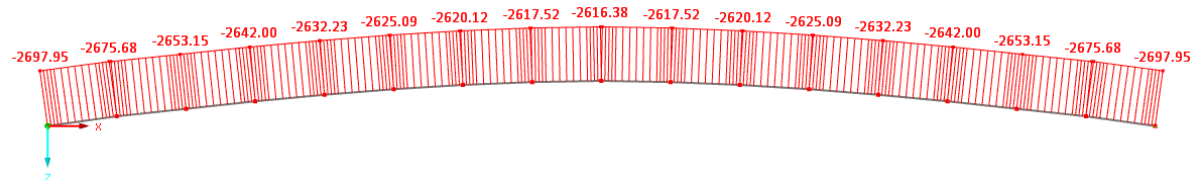


Obrázek 58 Geometrie předpínacích kabelů (nahore půdorys, dolé podélný řez)



Obrázek 59 Poloha předpínacích kabelů v příčném řezu u podpor

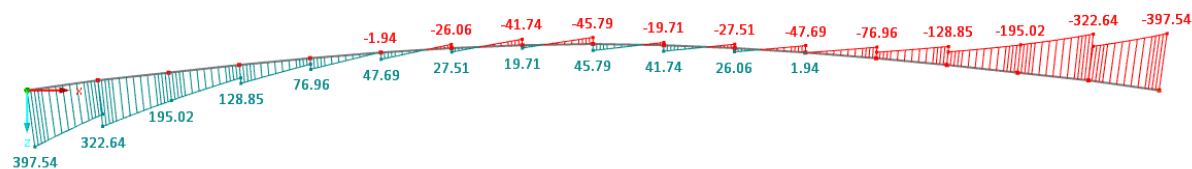
6.1.2. Vnitřní síly



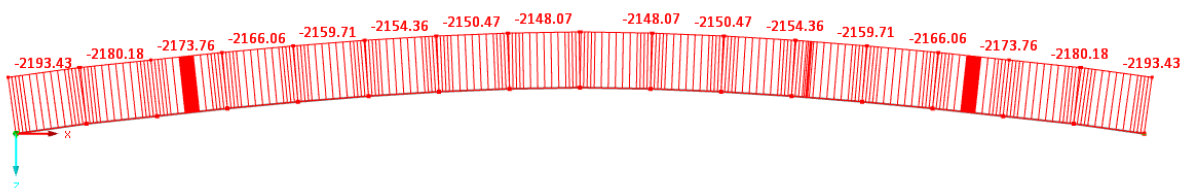
Obrázek 60 Normálová síla N ze stálého zatížení



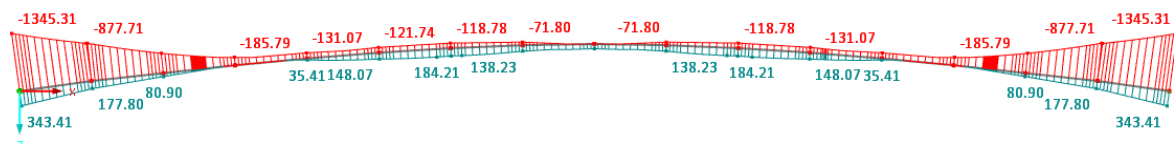
Obrázek 61 Ohybový moment M_y ze stálého zatížení



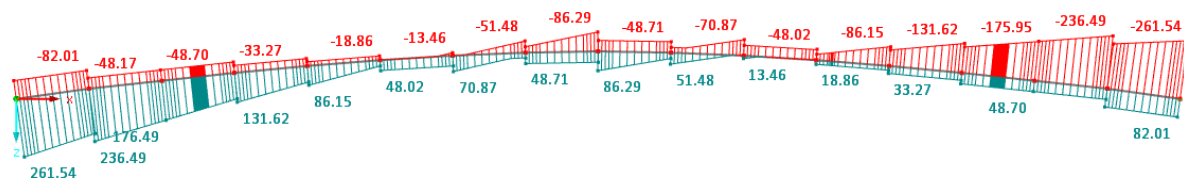
Obrázek 62 V_z ze stálého zatížení



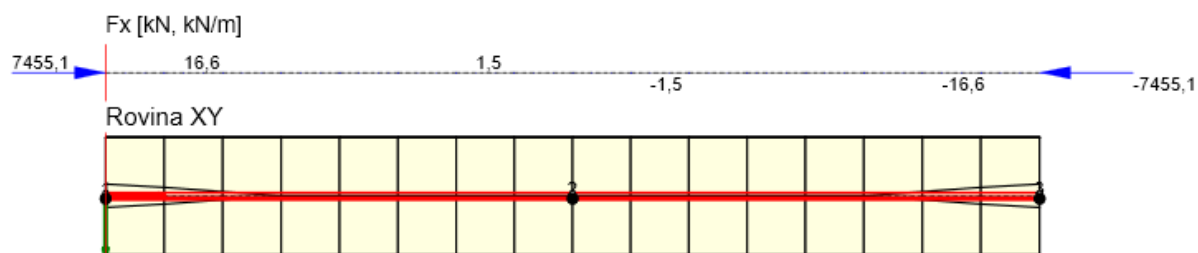
Obrázek 63 Normálová síla N z obálky užitných zatížení



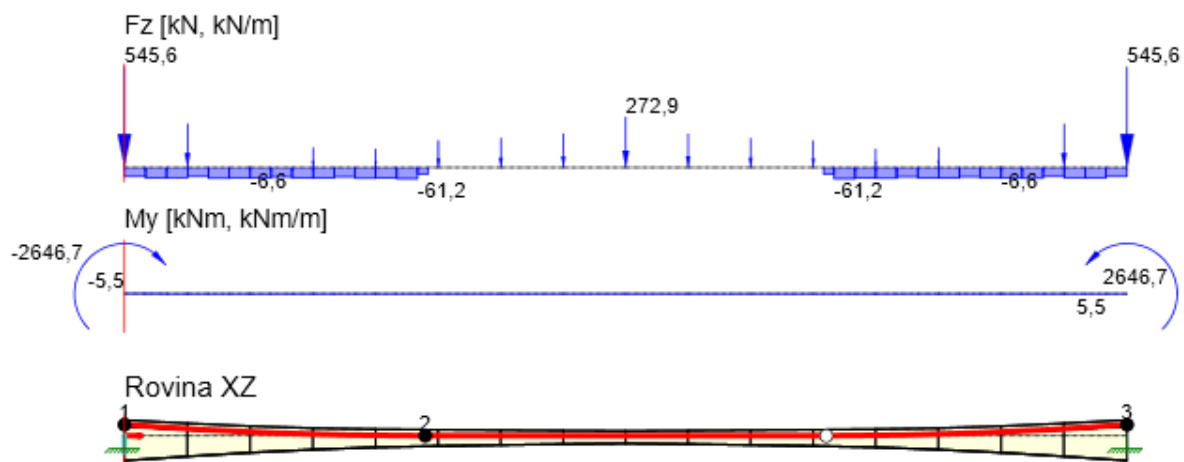
Obrázek 64 Ohybový moment M_y z obálky užitných zatížení



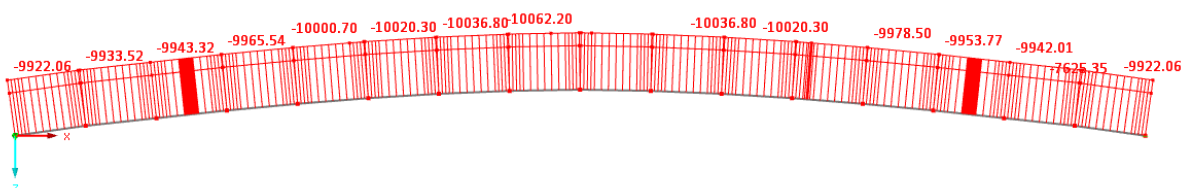
Obrázek 65 Posouvací síla V_z z obálky užitných zatížení



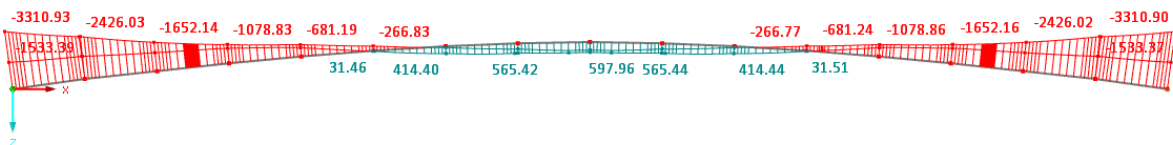
Obrázek 66 Výslednice normálových sil od předpjetí



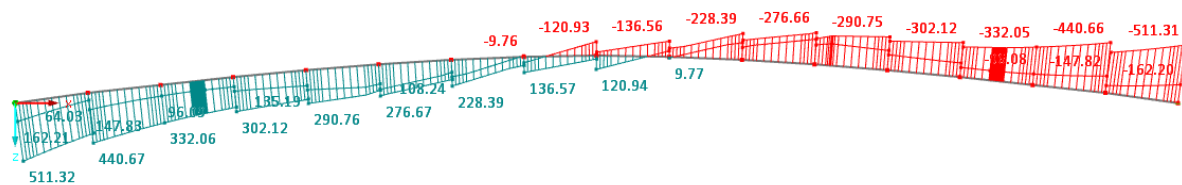
Obrázek 67 Výslednice posouvacích sil F_z a ohybových momentů M_y od předjetí



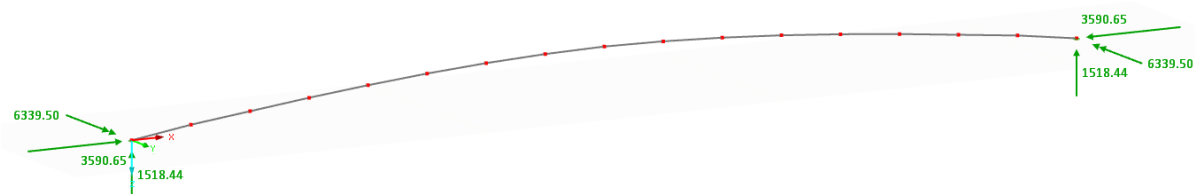
Obrázek 68 Normálová síla N ze stálé kombinace zatížení pro ULS



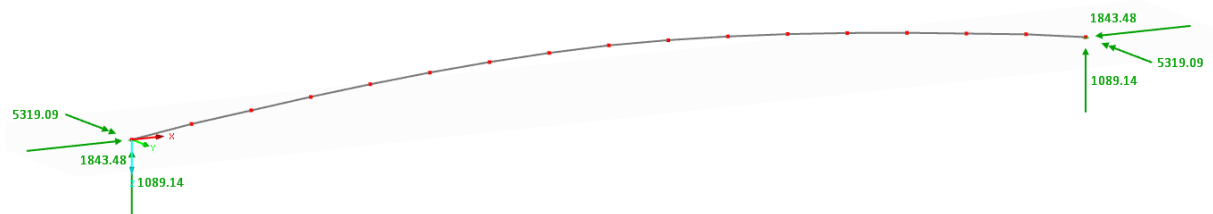
Obrázek 69 Ohybový moment M_y z kombinace zatížení pro ULS



Obrázek 70 Posouvací síla V_z z kombinace zatížení pro ULS



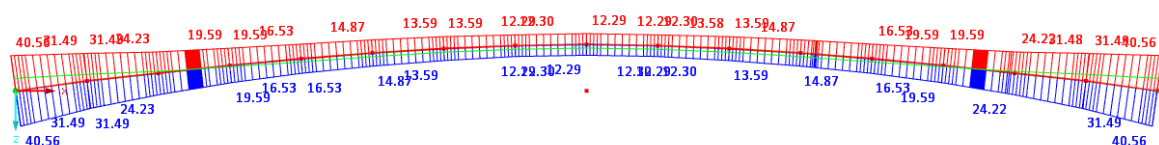
Obrázek 71 Podporové reakce ze stálé kombinace zatížení pro ULS



Obrázek 72 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení pro SLS

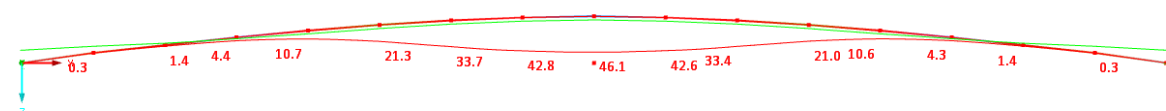
6.1.3. Posouzení mezního stavu únosnosti

Posouzení mezního stavu únosnosti předpjaté lávky F.03 je uveden v příloze 1.



Obrázek 73 Schéma minimální hodnoty betonářské výztuže v horní vrstvě (červená) a ve spodní vrstvě (modrá)

6.1.4. Posouzení mezního stavu použitelnosti



Obrázek 74 Průhyb konstrukce z nelineárního výpočtu pro SLS

Maximální svislý průhyb : 46,1 mm

Limitní svislý průhyb dle ČSN EN 1990-1: $L/500 = 64$ mm

Průhyb předpjaté lávky F.03 vyhoví.

6.2. Předpjatá lávka F.04

6.2.1. Návrh předpínacích kabelů

Ve statickém posouzení lávky jsou použity 2 ks předpínacích kabelů.

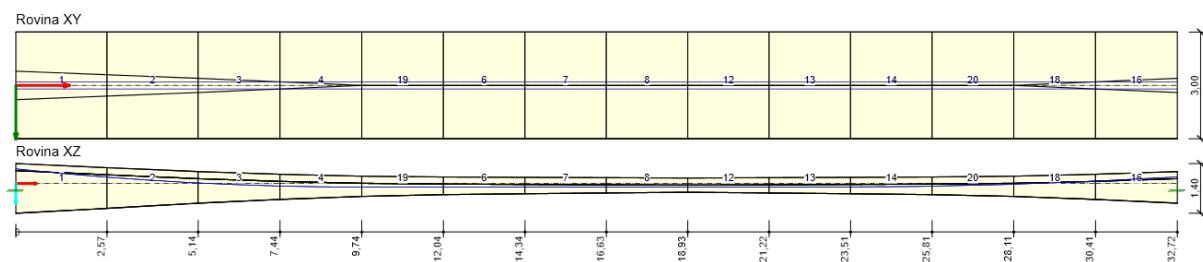
Předpínací kabely: Y1770S7-15.2

Počet předpínacích kabelů: 2 ks

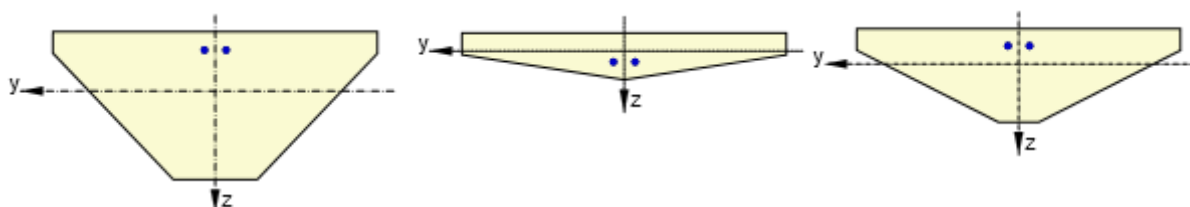
Počet lan v jednom předpínacím kabelu: 17

Průměr kabelového kanálku: 55 mm

Postup napínání: Z obou konců

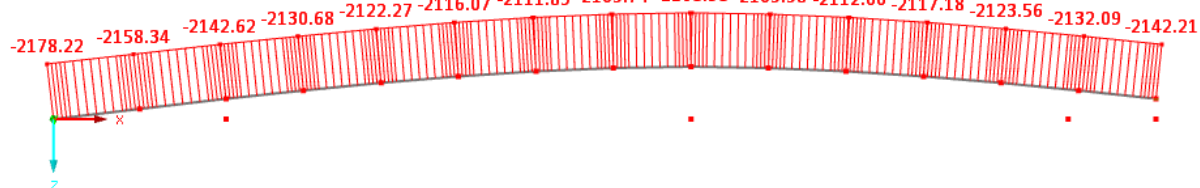


Obrázek 75 Geometrie předpínacích kabelů (nahore půdorys, dolé podélný řez)

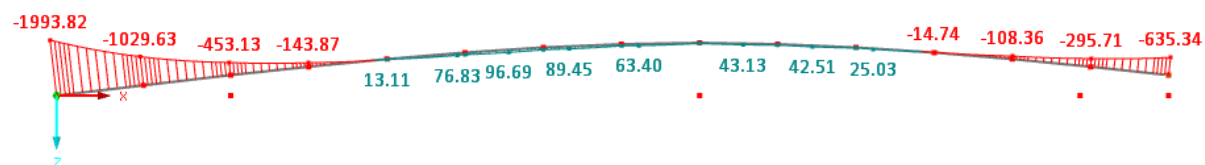


Obrázek 76 Poloha předpínacích kabelů v příčném řezu: vlevo: u levé podpory, uprostřed: uprostřed rozpětí, vpravo: u pravé podpory

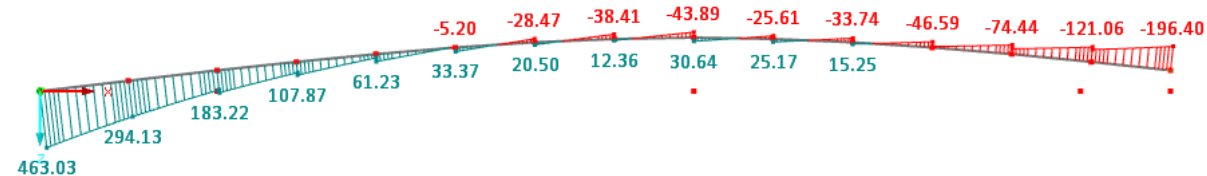
6.2.2. Vnitřní síly



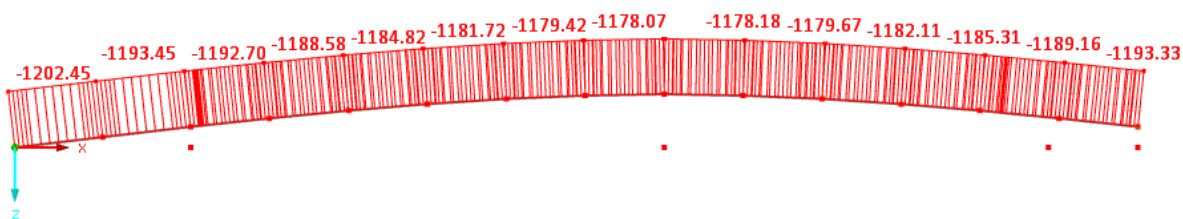
Obrázek 77 Normálová síla N ze stálého zatížení



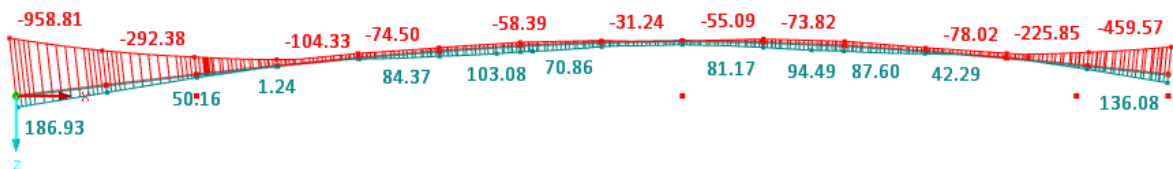
Obrázek 78 Ohybový moment M_y ze stálého zatížení



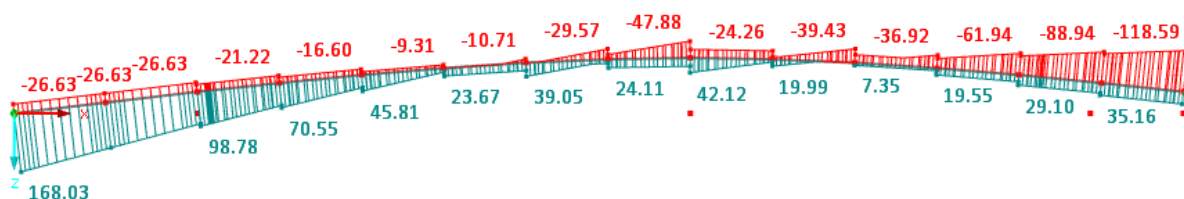
Obrázek 79 Posouvací síla V_z ze stálého zatížení



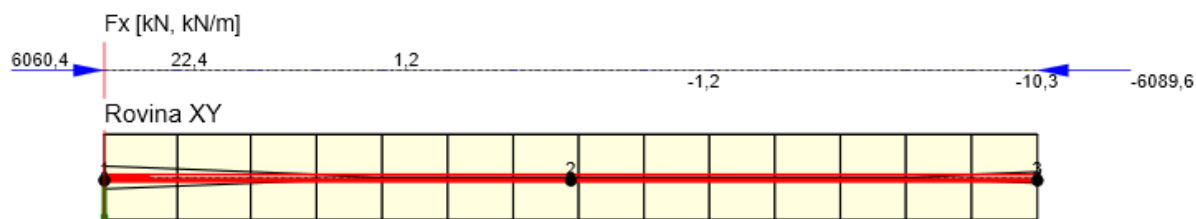
Obrázek 80 Normálová síla N z obálky užitných zatížení



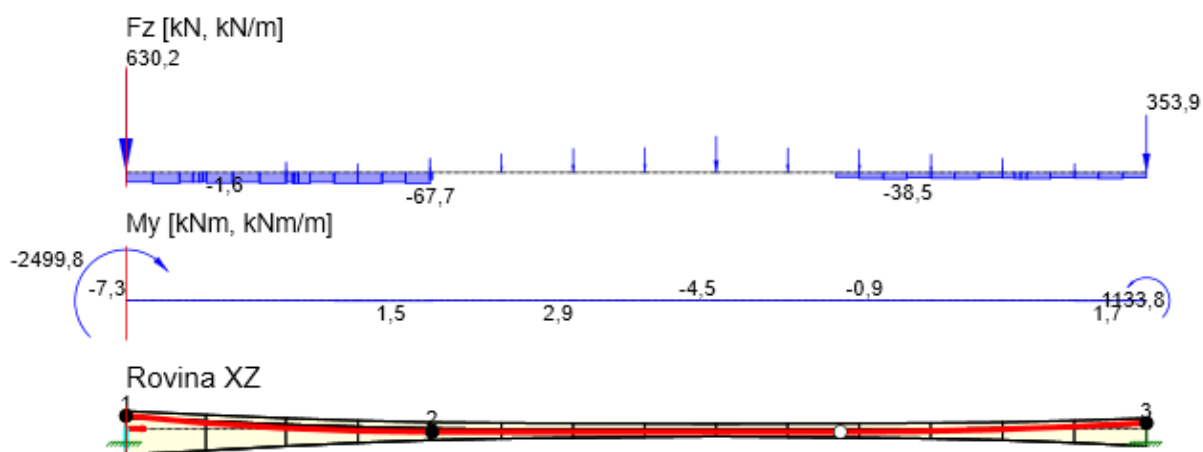
Obrázek 81 Ohybový moment M_y z obálky užitných zatížení



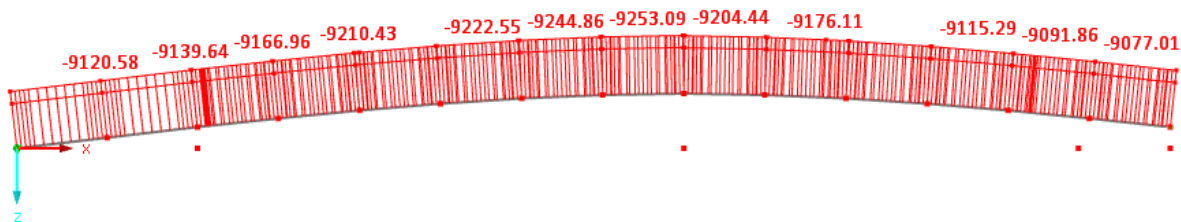
Obrázek 82 Posouvací síla V_z z obálky užitných zatížení



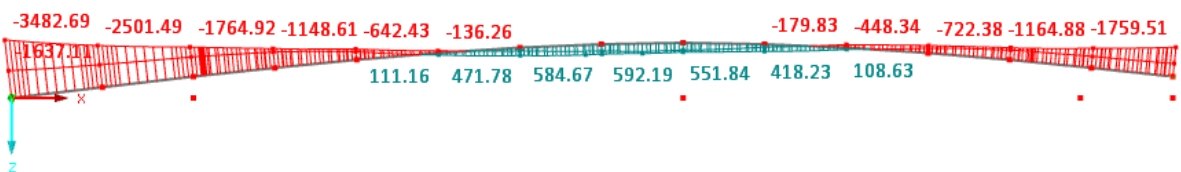
Obrázek 83 Výslednice normálových sil od předpjetí



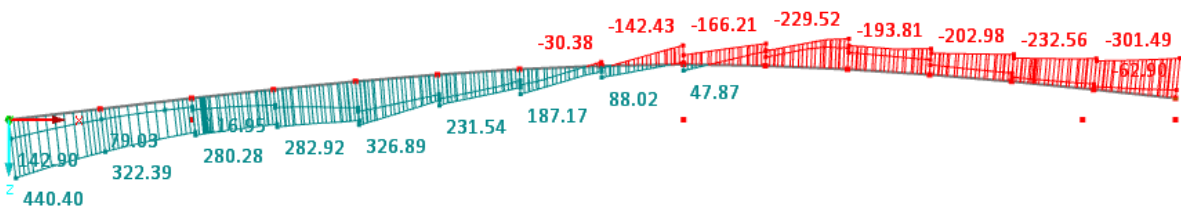
Obrázek 84 Výslednice posouvacích sil F_z a ohybových momentů M_y od předpjetí



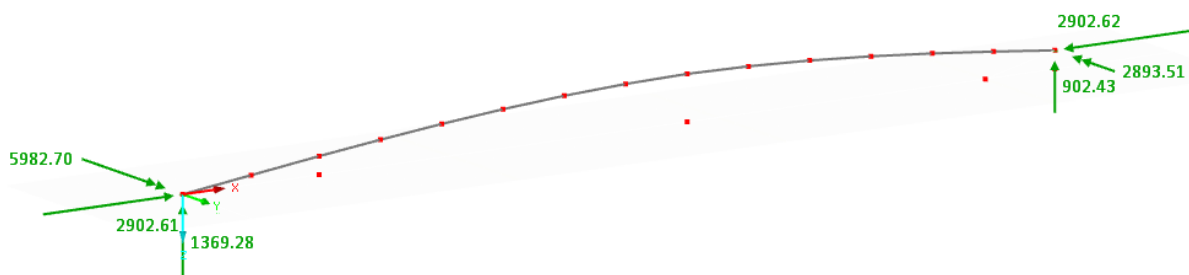
Obrázek 85 Normálová síla N ze stálé kombinace zatížení pro ULS



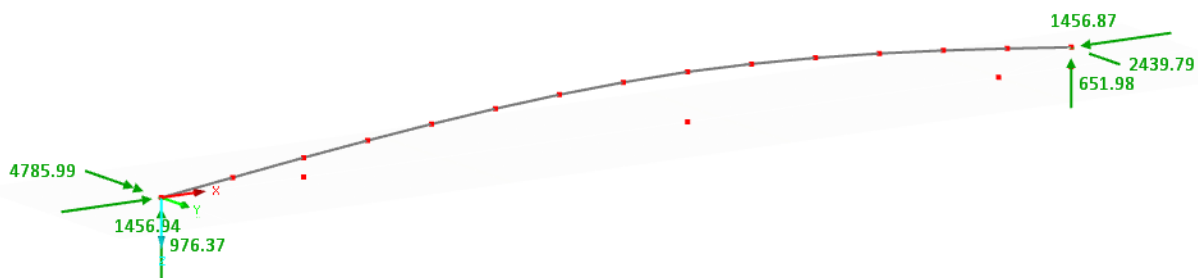
Obrázek 86 Ohybový moment M_y ze stálé kombinace zatížení pro ULS



Obrázek 87 Posouvací síla V_z ze stálé kombinace zatížení pro ULS



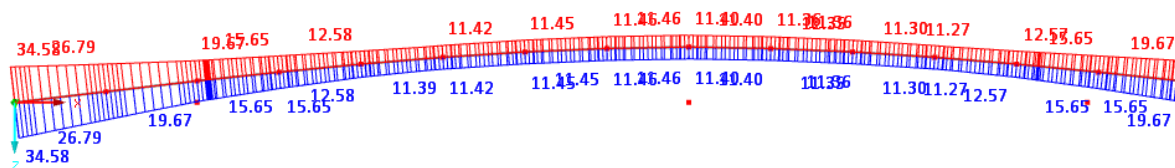
Obrázek 88 Podporové reakce ze stálé kombinace zatížení pro ULS



Obrázek 89 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení

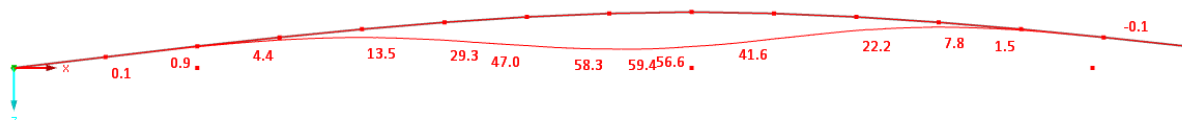
6.2.3. Posouzení mezního stavu únosnosti

Posouzení mezního stavu únosnosti předpjaté lávky F.04 je uveden v příloze 2.



Obrázek 90 Schéma minimální hodnoty betonářské výztuže v horní vrstvě (červená) a ve spodní vrstvě (modrá)

6.2.4. Posouzení mezního stavu použitelnosti



Obrázek 91 Průhyb konstrukce z nelineárního výpočtu pro SLS

Maximální svislý průhyb : 59,4 mm

Limitní svislý průhyb dle ČSN EN 1990-1: $L/500 = 65$ mm

Průhyb předpjaté lávky F.04 vyhoví.

6.3. Předpjatá lávka F.08

6.3.1. Návrh předpínacích kabelů

Ve statickém posouzení lávky jsou použity 2 ks předpínacích kabelů na 1 m šířky lávky.

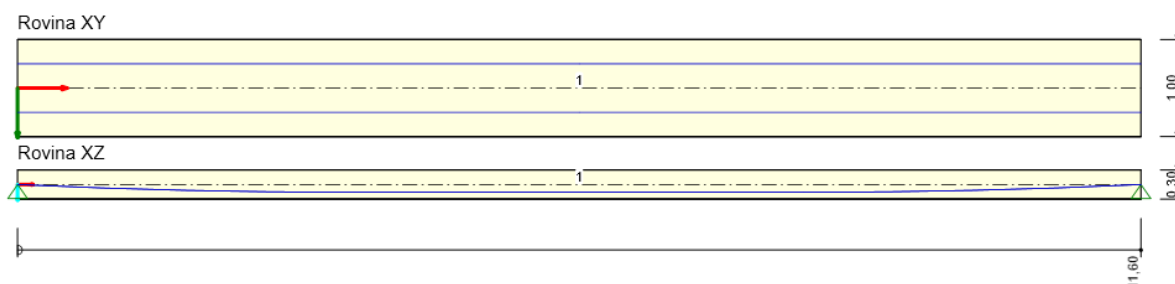
Předpínací kabely: Y1770S7-15.2

Počet předpínacích kabelů: 2 ks

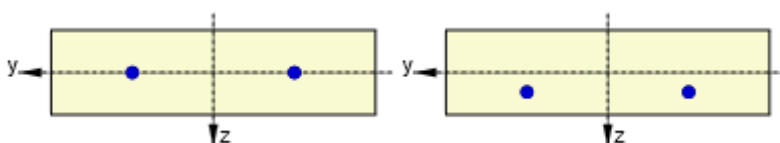
Počet lan v jednom předpínacím kabelu: 4

Průměr kabelového kanálku: 30 mm

Postup napínání: Z obou konců



Obrázek 92 Geometrie předpínacích kabelů (nahore půdorys, dolé podélný řez) na 1 m



Obrázek 93 Poloha předpínacích kabelů v příčném řezu: vlevo: u podpor, pravo: ve středu rozpětí na 1 m

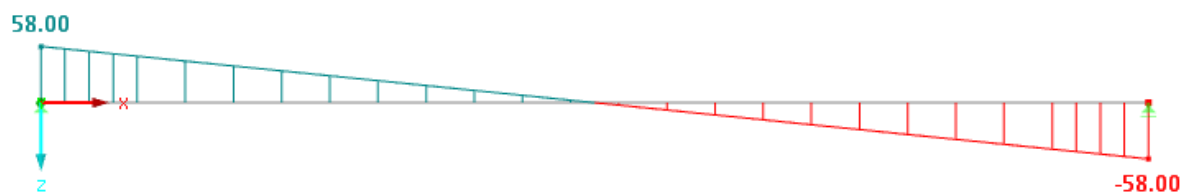
6.3.2. Vnitřní síly



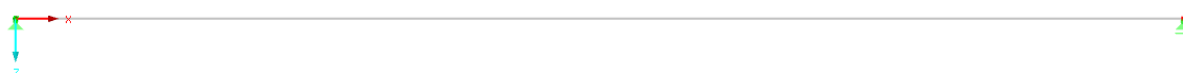
Obrázek 94 Normálová síla N ze stálého zatížení na 1 m



Obrázek 95 Ohybový moment M_y ze stálého zatížení na 1 m



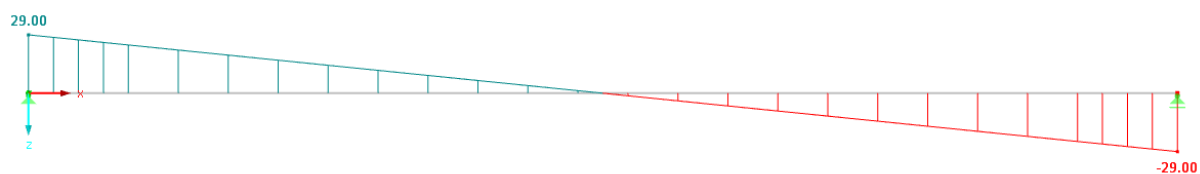
Obrázek 96 V_z ze stálého zatížení na 1 m



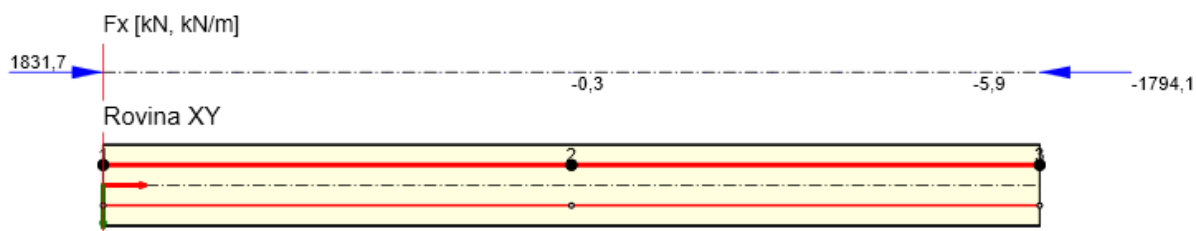
Obrázek 97 Normálová síla N z užitného zatížení na 1 m



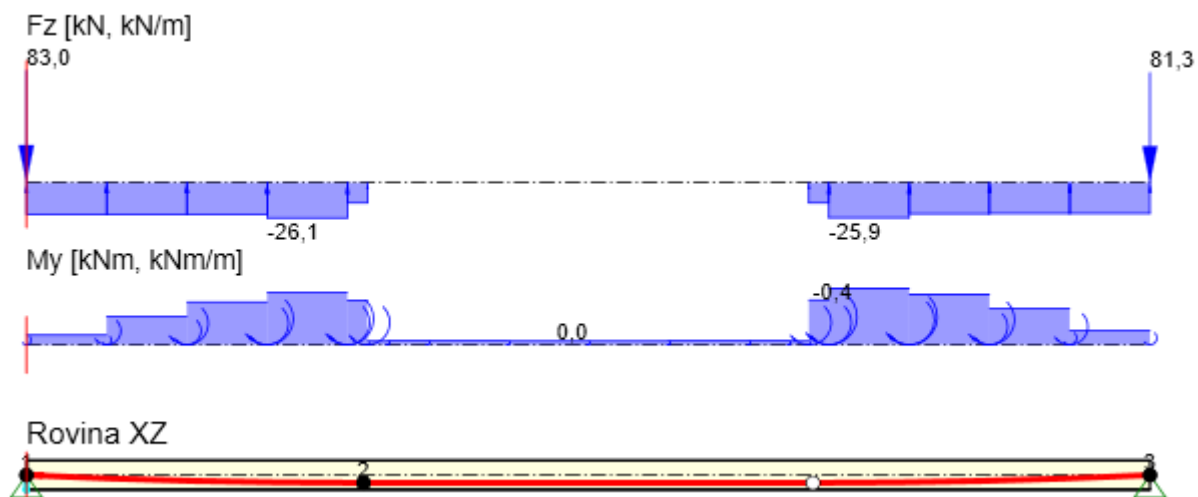
Obrázek 98 Ohybový moment M_y z užitného zatížení na 1 m



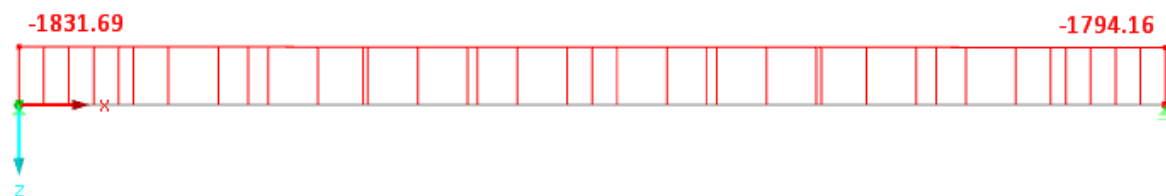
Obrázek 99 Posouvací síla V_z z užitného zatížení na 1 m



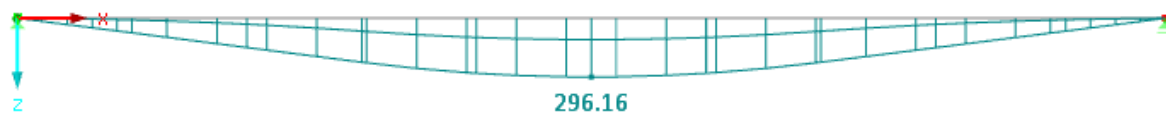
Obrázek 100 Výslednice normálových sil od předpjetí na 1 m



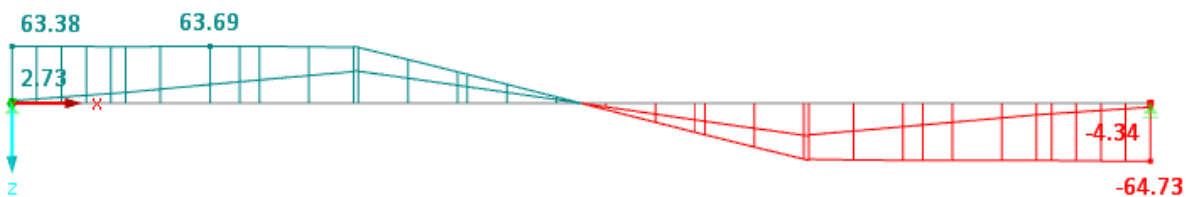
Obrázek 101 Výslednice posouvacích sil Fz a ohybových momentů My od předjetí na 1 m



Obrázek 102 Normálová síla N ze stálé kombinace zatížení pro ULS na 1 m



Obrázek 103 Ohybový moment My z kombinace zatížení pro ULS na 1 m



Obrázek 104 Posouvací síla Vz z kombinace zatížení pro ULS na 1 m



Obrázek 105 Podporové reakce ze stálé kombinace zatížení pro ULS na 1 m



Obrázek 106 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení pro SLS na 1 m

6.3.3. Posouzení mezního stavu únosnosti

Posouzení mezního stavu únosnosti předpjaté lávky F.08 je uveden v příloze 3.

6.3.4. Posouzení mezního stavu použitelnosti



Obrázek 107 Průhyb konstrukce z nelineárního výpočtu pro SLS

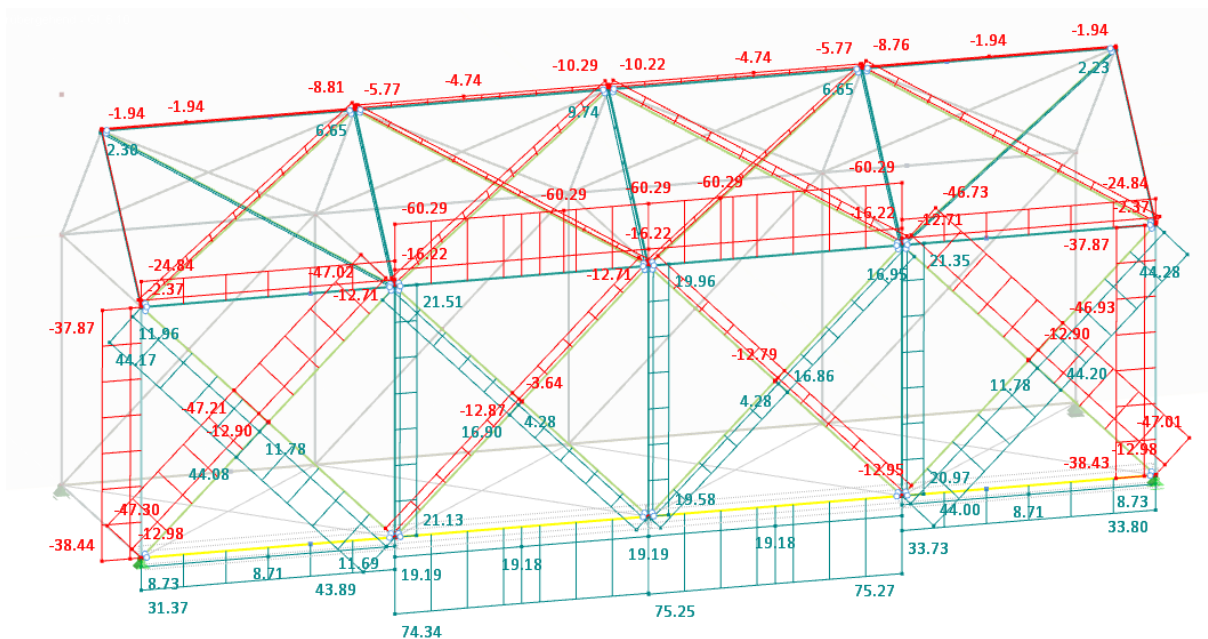
Maximální svislý průhyb : 17,6 mm

Limitní svislý průhyb dle ČSN EN 1990-1: $L/500 = 24$ mm

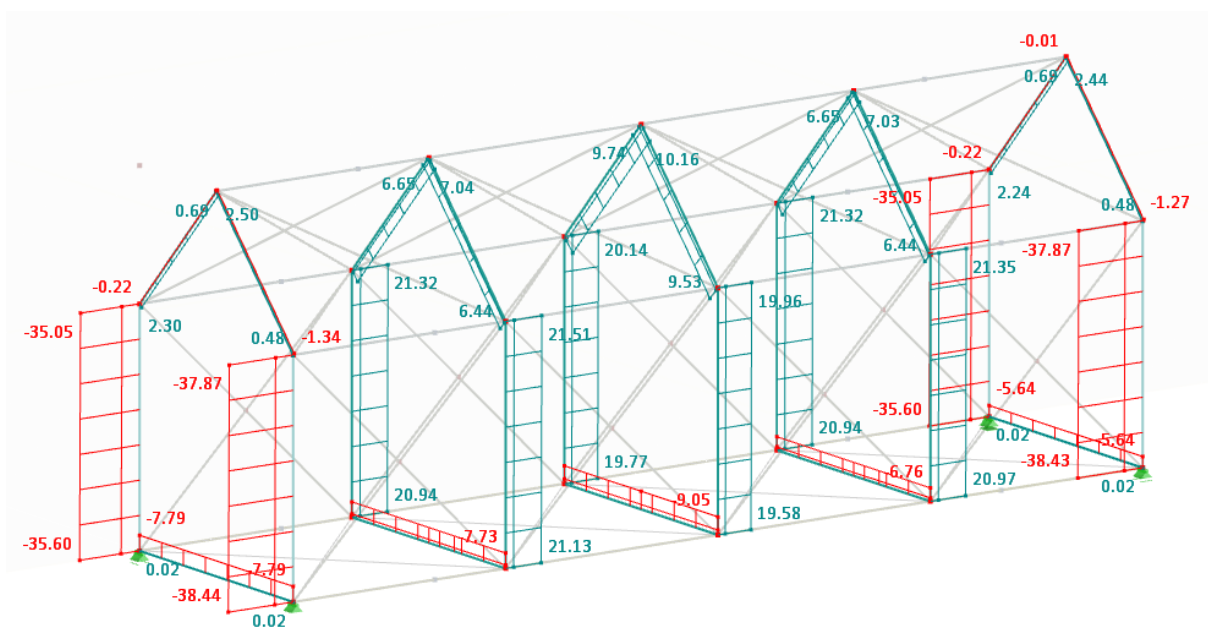
Průhyb předpjaté lávky F.08 vyhoví.

6.4. Dřevená lávka G.06

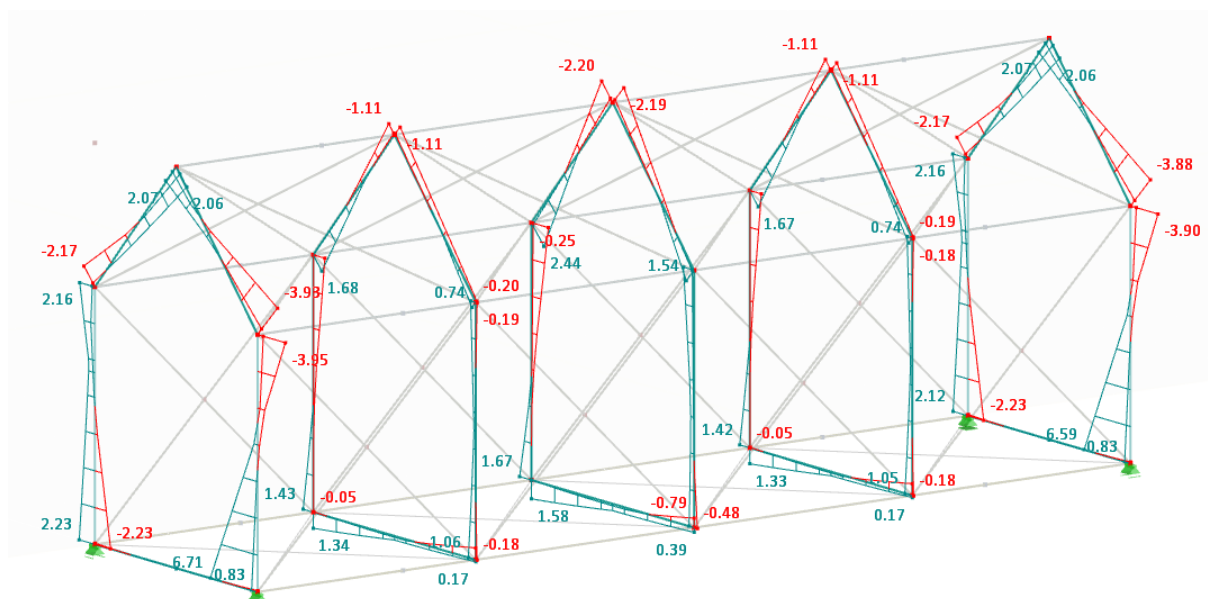
6.4.1. Vnitřní síly



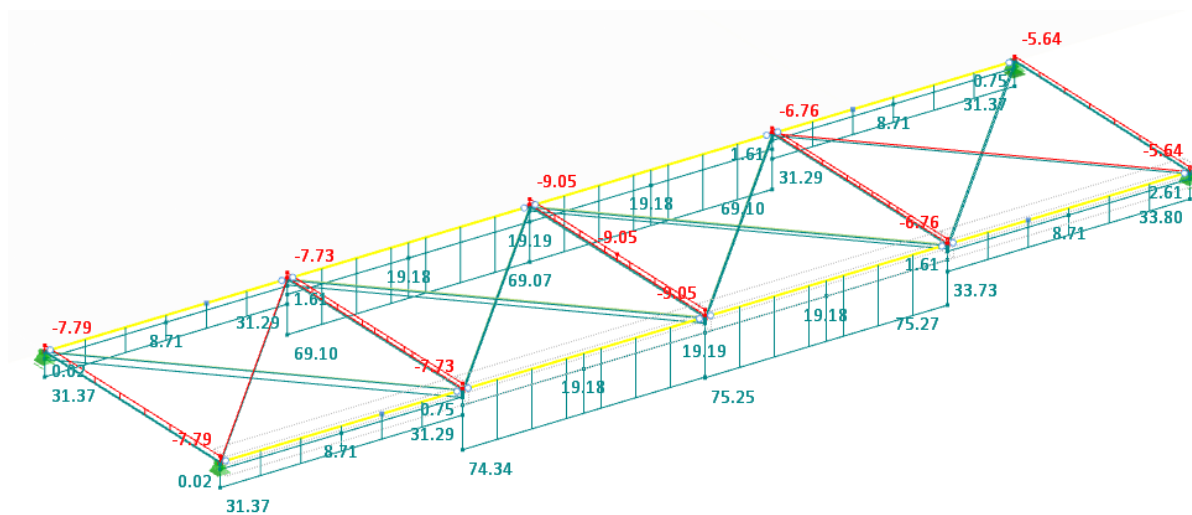
Obrázek 108 Normálové síly N ze stálé kombinace zatížení pro ULS



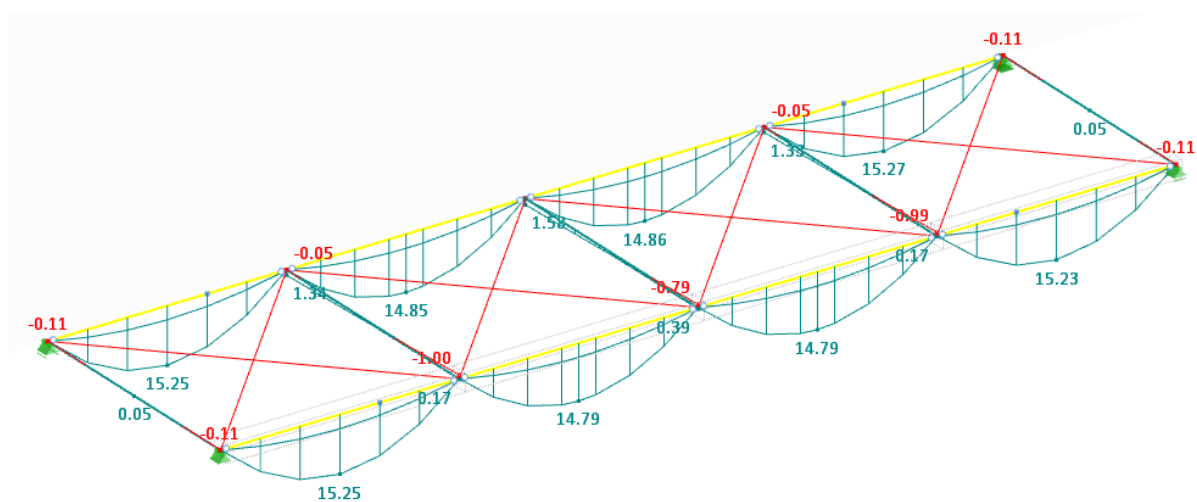
Obrázek 109 Normálové síly N ze stálé kombinace zatížení pro ULS



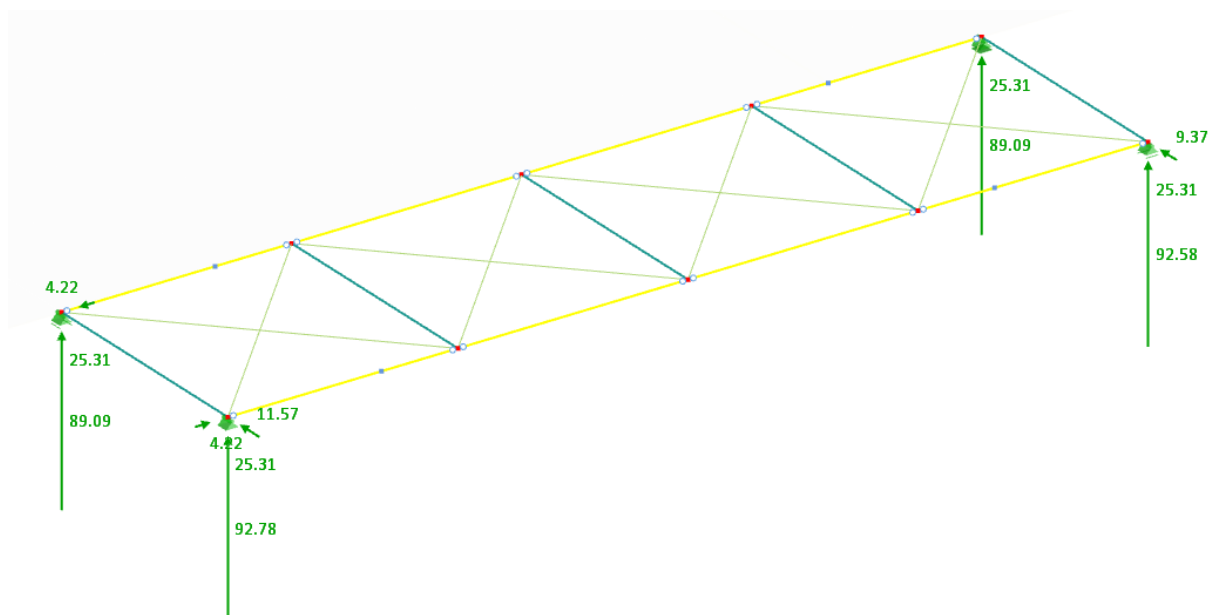
Obrázek 110 Ohybové momenty M_y ze stálé kombinace zatížení pro ULS



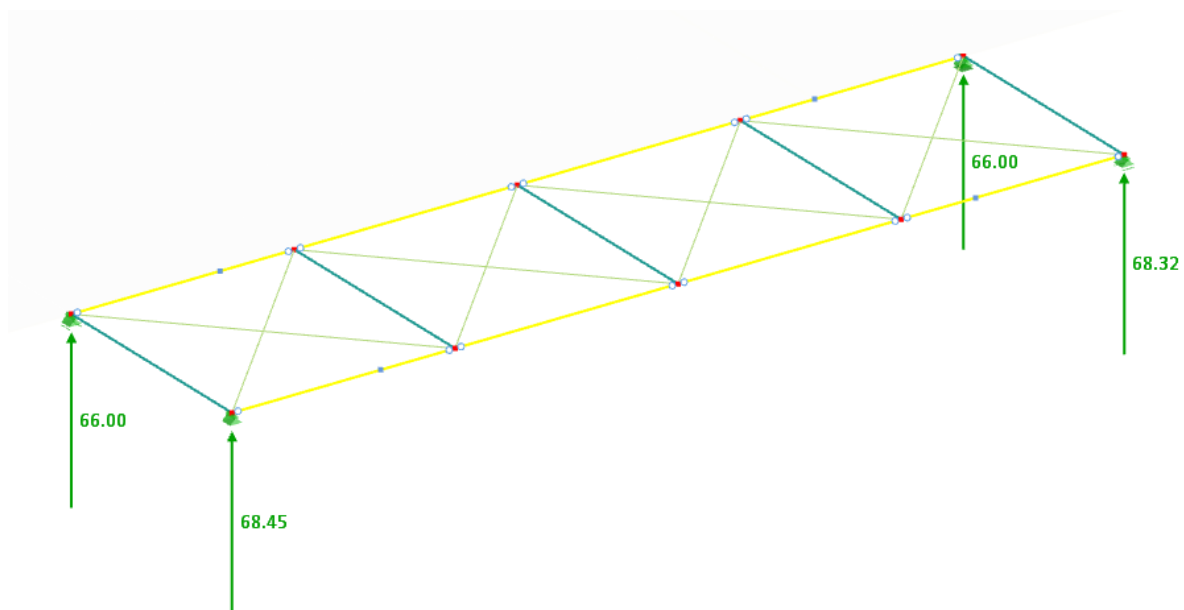
Obrázek 111 Normálové síly N ze stálé kombinace zatížení pro ULS



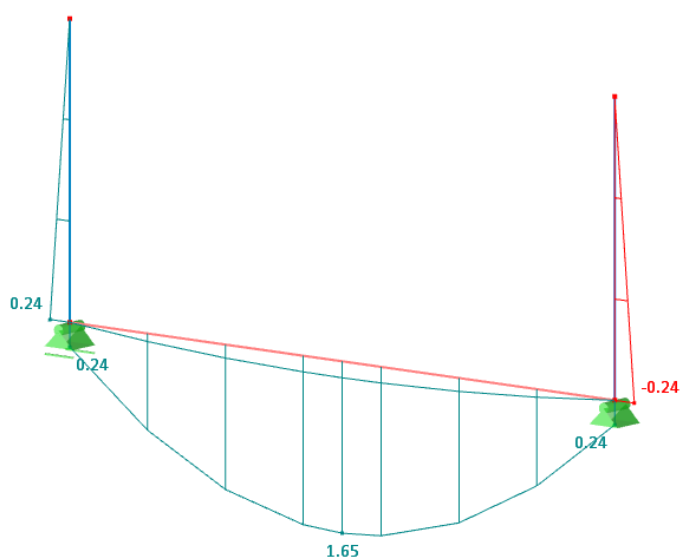
Obrázek 112 Ohybové momenty M_y ze stálé kombinace zatížení pro ULS



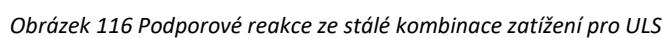
Obrázek 113 Podporové reakce ze stálé kombinace zatížení pro ULS



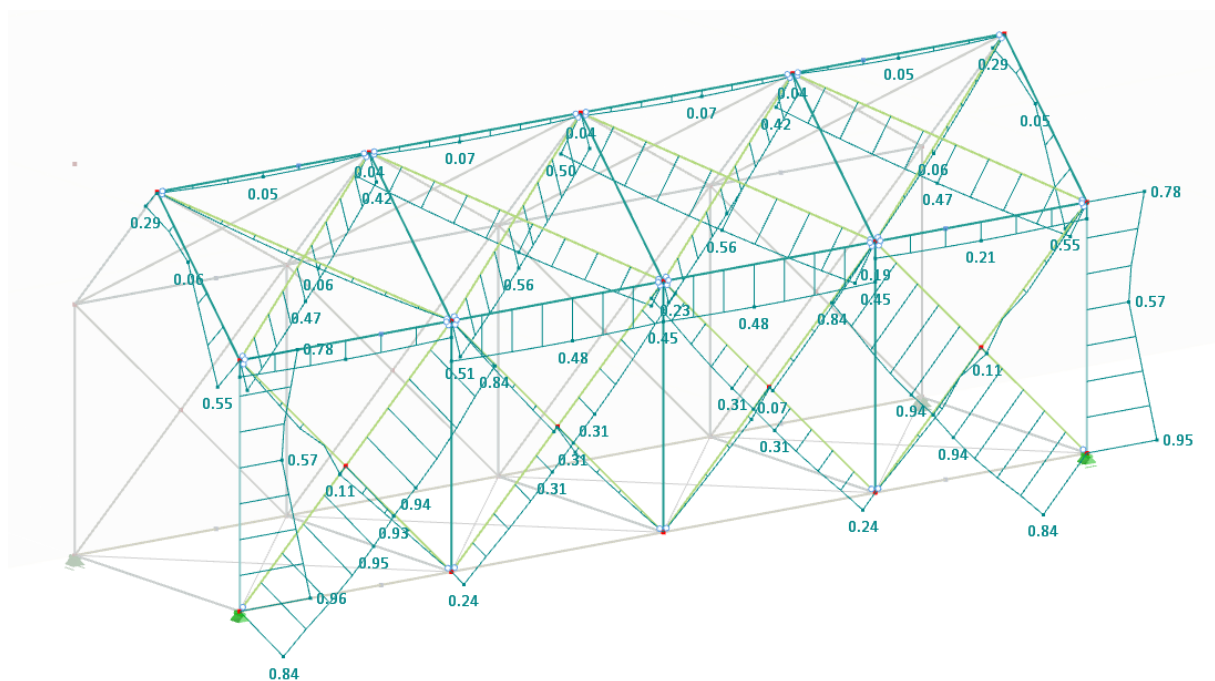
Obrázek 114 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení



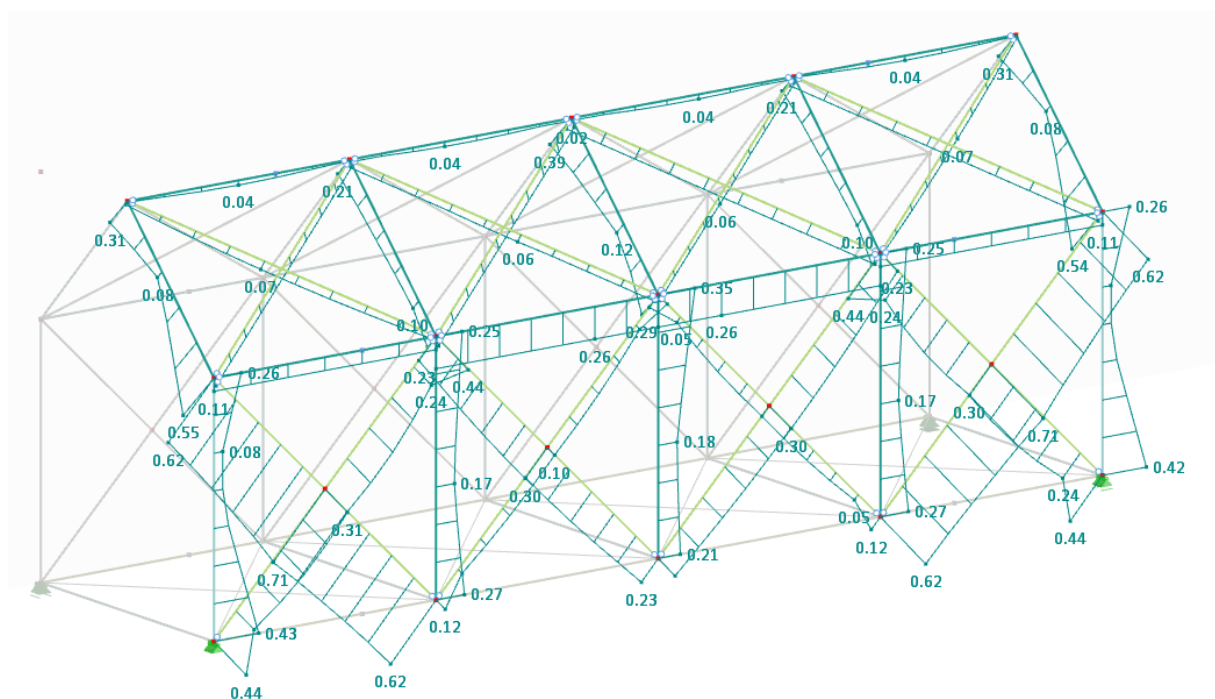
Obrázek 115 Ohybové momenty M_y ze stálé kombinace zatížení pro ULS



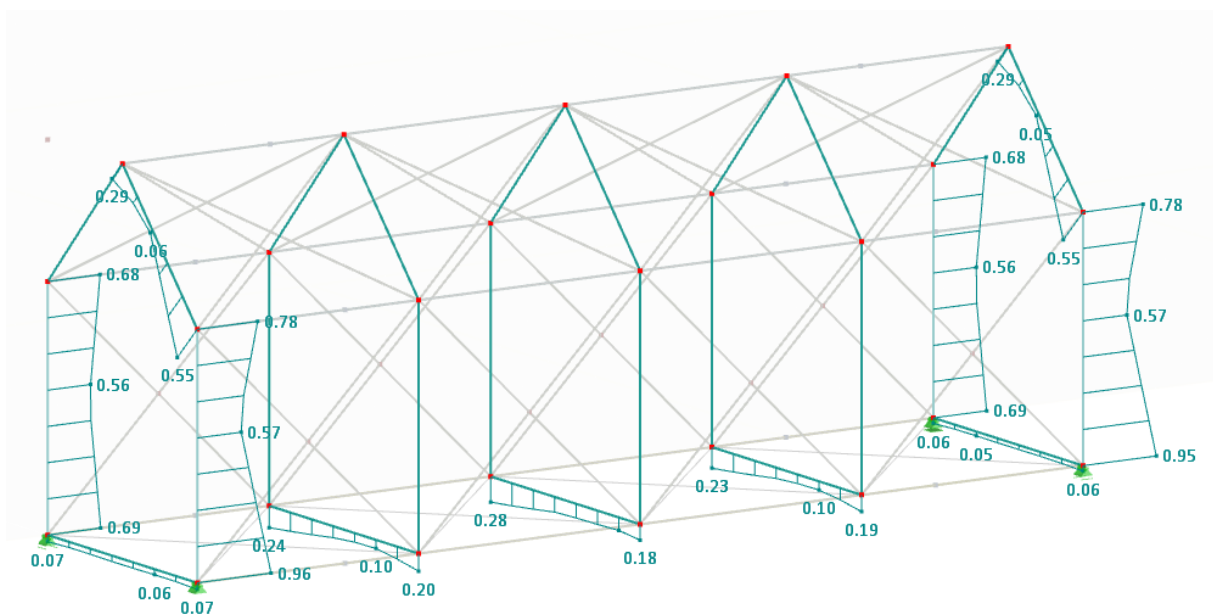
- 45 -



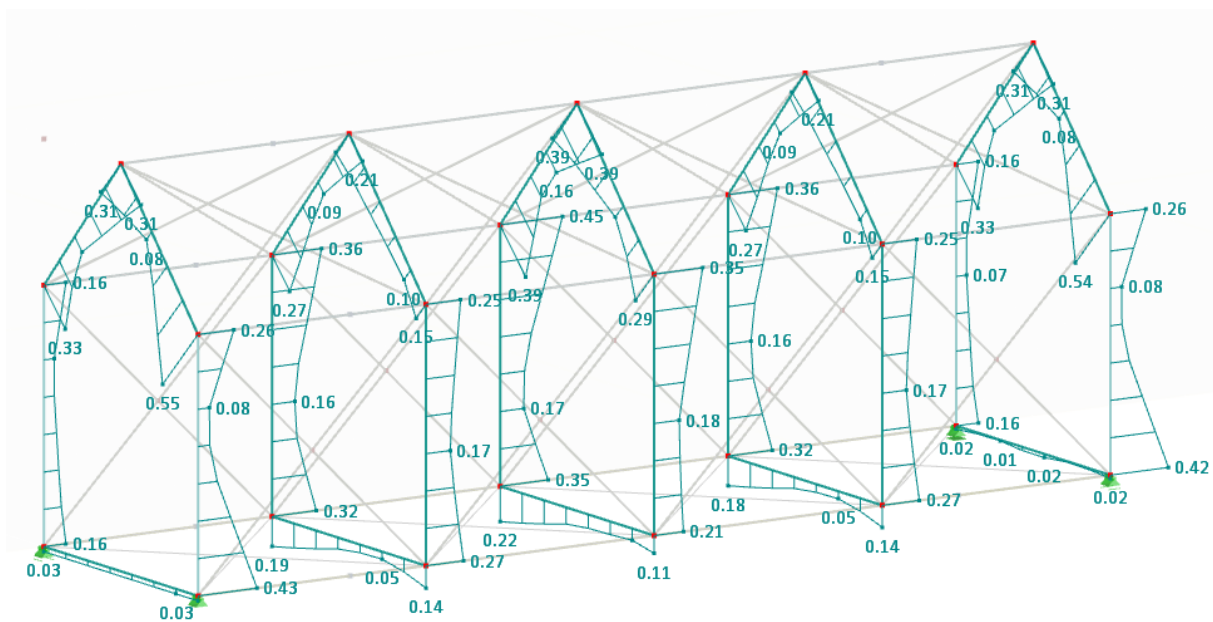
Obrázek 119 Posouzení stability ze stálé kombinace zatížení pro ULS



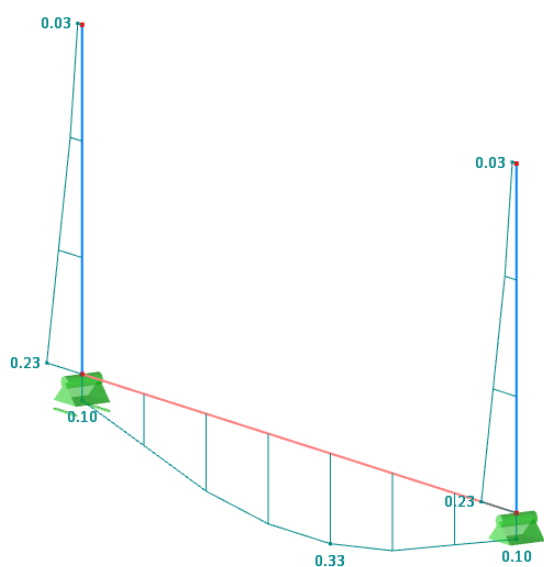
Obrázek 120 Posouzení průřezu ze stálé kombinace zatížení pro ULS



Obrázek 121 Posouzení stability ze stálé kombinace zatížení pro ULS

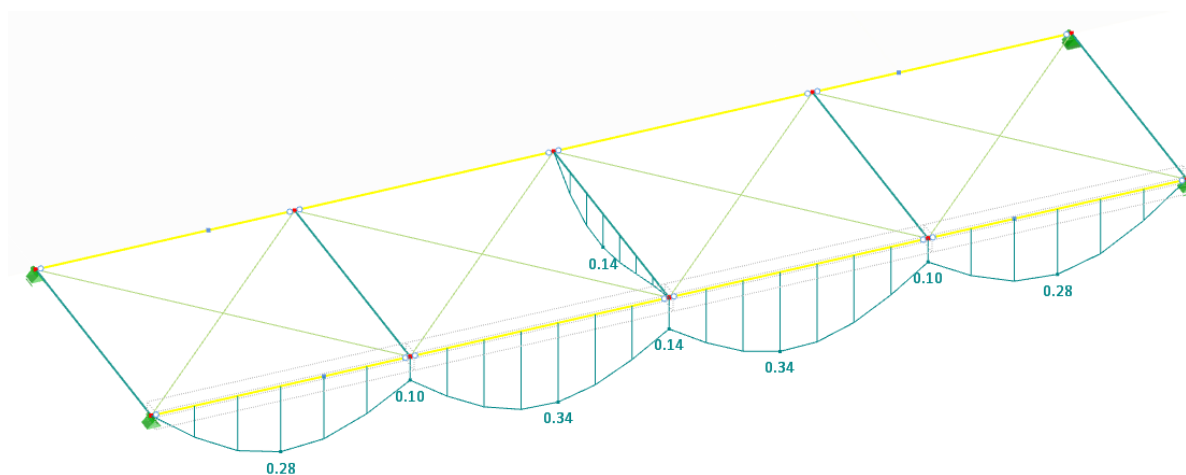


Obrázek 122 Posouzení průřezu ze stálé kombinace zatížení pro ULS

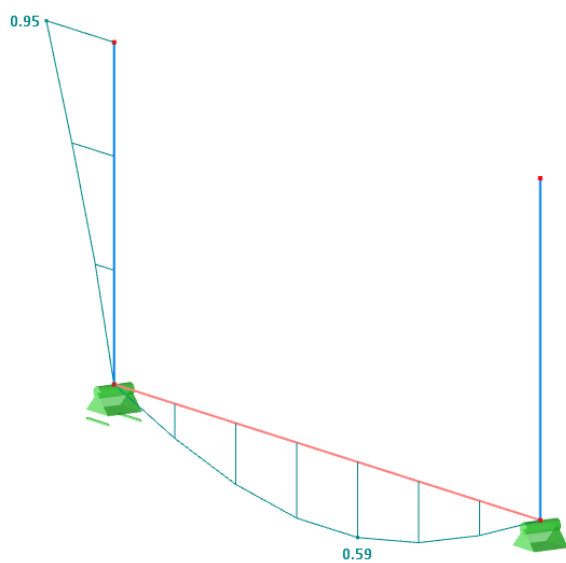


Obrázek 123 Posouzení průřezu ze stálé kombinace zatížení pro ULS

6.4.3. Posouzení mezního stavu použitelnosti



Obrázek 124 Posouzení průhybu z charakteristické kombinace zatížení pro SLS pro $u_{lim} = L/300$



Obrázek 125 Posouzení průhybu z charakteristické kombinace zatížení pro SLS pro $u_{lim} = L/300$ resp. $u_{lim} = L/100$

7. Základová konstrukce lávek

Základová konstrukce lávek bude navržena podle geotechnického posudku. Spodní stavba je předpokládána železobetonová se založením podle geotechnického posudku (možné založení např. na pilotách nebo pomocí zemních kotev).

Založení lávek je navrženo ve dvou stavebních fázích, mezi nimiž je navržen časový odstup několika let. Ve fázi první bude zhotoveno založení pod úroveň terénu. Ve druhé fázi bude zhotovena výstavba lávek s napojením na již zhotovenou základovou konstrukci.

Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení nutné pro založení je zobrazeno v následujících podkapitolách.

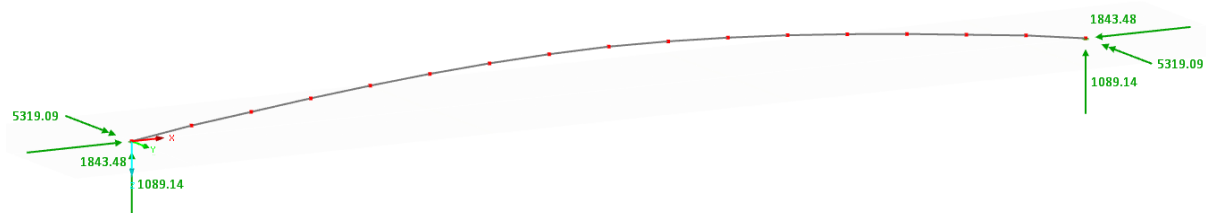
7.1. Lávka F.03

Levá podpora = Pravá podpora:

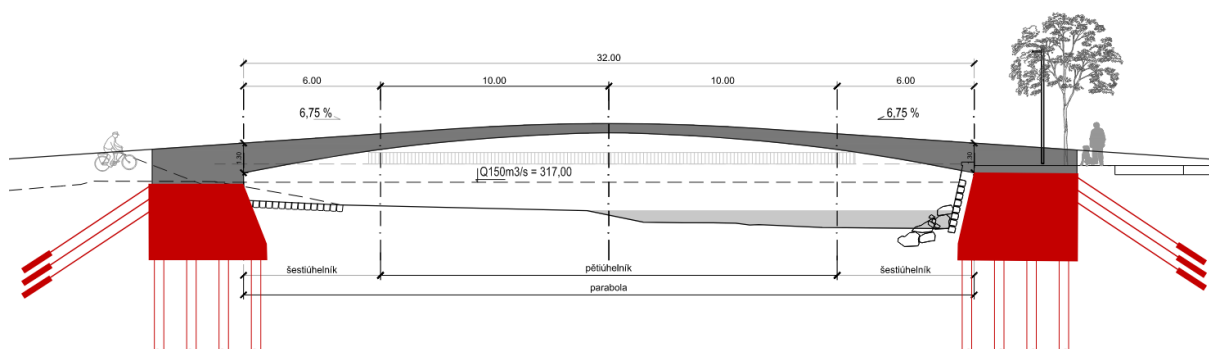
$$R_z = 1089 \text{ kN}$$

$$R_x = 1843 \text{ kN}$$

$$M_y = 5319 \text{ kNm}$$



Obrázek 126 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení pro SLS



Obrázek 127 Schéma uložení základové konstrukce vystavěné v první fázi výstavby

Založení lávky F.03 je pravděpodobné na blokovém základu uloženém např. na pilotách s pomocí zemních kotev.

7.2. Lávka F.04

Levá podpora:

$$R_z = 1089 \text{ kN}$$

$$R_x = 1843 \text{ kN}$$

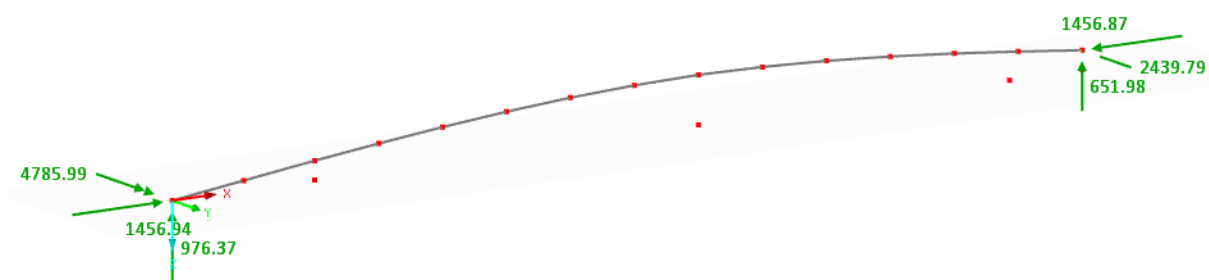
$$M_y = 5319 \text{ kNm}$$

Pravá podpora:

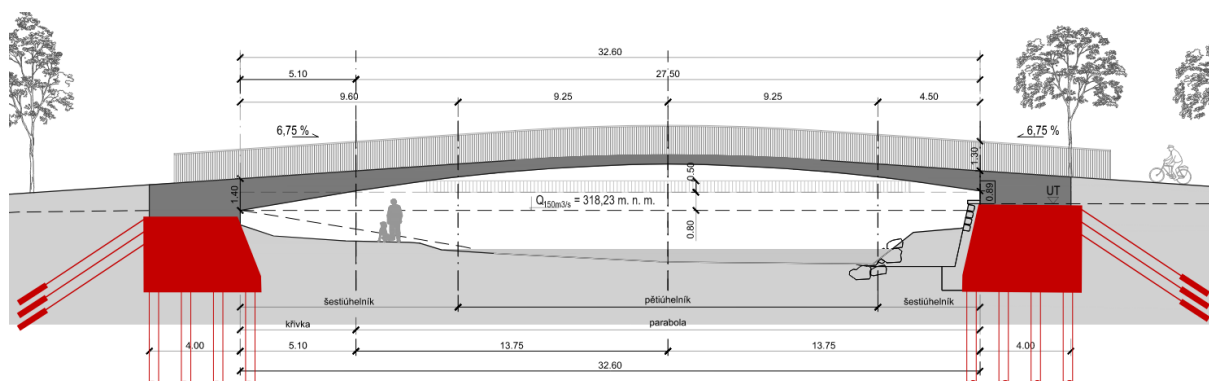
$$R_z = 976 \text{ kN}$$

$$R_x = 1456 \text{ kN}$$

$$M_y = 4785 \text{ kNm}$$



Obrázek 128 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení



Obrázek 129 Schéma uložení základové konstrukce vystavěné v první fázi výstavby

Založení lávky F.04 je pravděpodobné na blokovém základu uloženém např. na pilotách s pomocí zemních kotev.

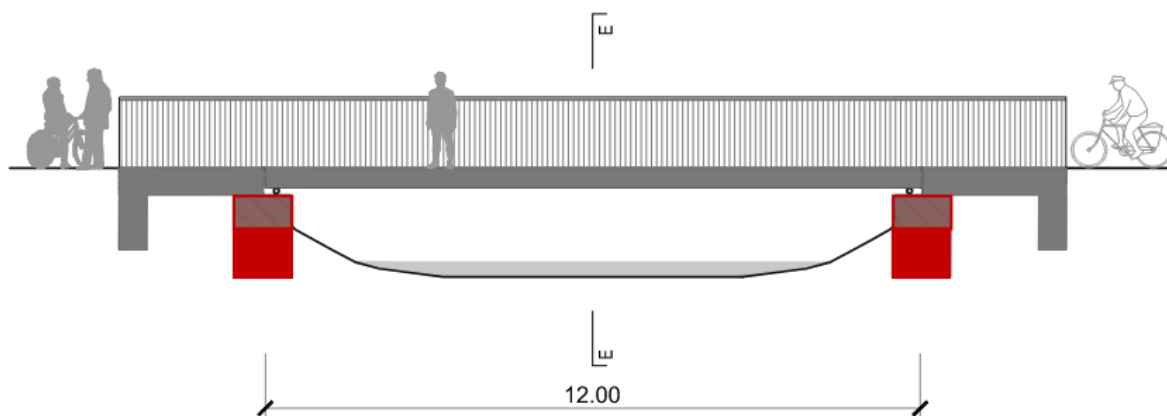
7.3. Lávka F.08

Levá podpora = Pravá podpora:

$R_z = 87 \text{ kN/m}$



Obrázek 130 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení pro SLS na 1 m



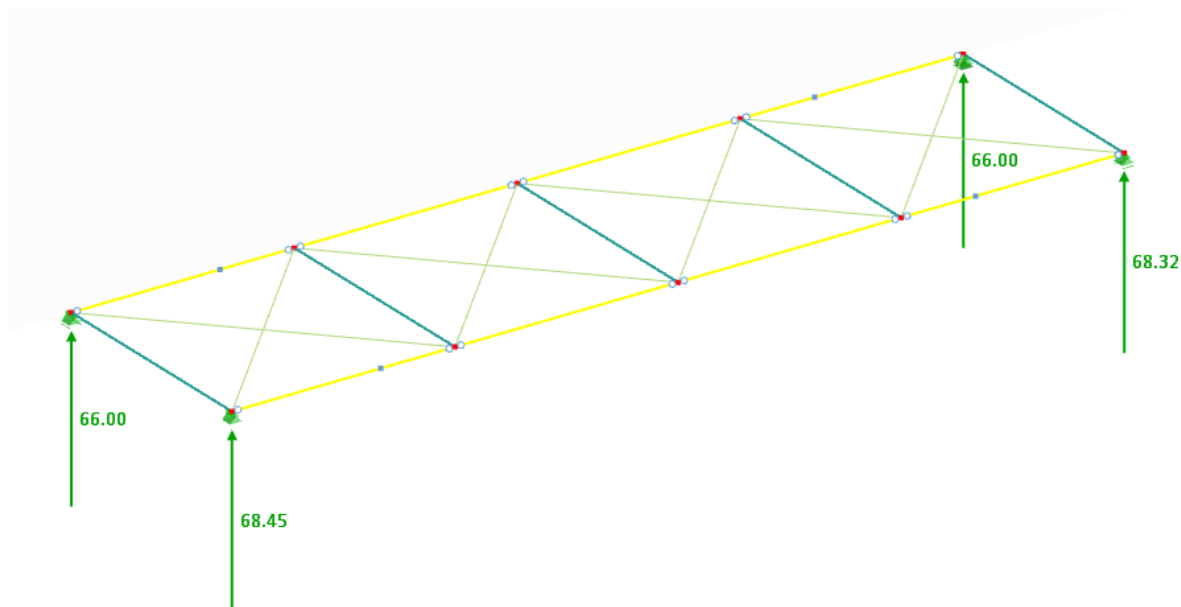
Obrázek 131 Schéma uložení základové konstrukce vystavěné v první fázi výstavby (plná červená) a ve druhé fázi výstavby (šrafovaná červená)

Založení lávky F.08 je pravděpodobné na blokovém základu.

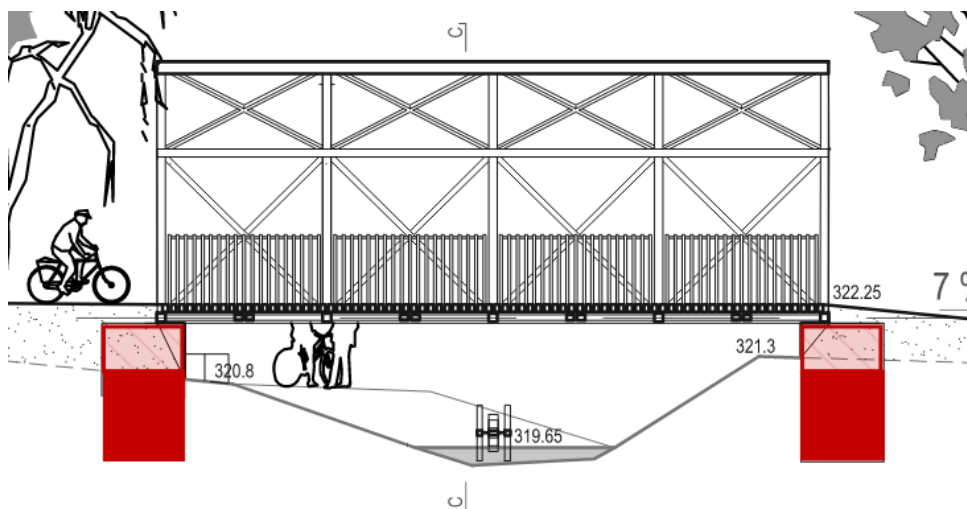
7.4. Lávka G.06

Levé podpory = Pravé podpory:

$$R_z = 68 \text{ kN}$$



Obrázek 132 Podporové reakce z charakteristické kombinace zatížení



Obrázek 133 Schéma uložení základové konstrukce vystavěné v první fázi výstavby (plná červená) a ve druhé fázi výstavby (šrafovaná červená)

Založení lávky G.06 je pravděpodobné na blokovém základu.

Příloha 1: Statický výpočet lávky F.03

Obsah

- 1 Data projektu
- 2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce
- 3 Fáze výstavby
- 4 Dimenzační dílce
- 4.1 Bemessungsträger 1

1 Data projektu

Jméno projektu 2021_11_15_Lavka_F.03
Autor Ing. Iveta Šarmanová
Datum vytvoření protokolu 16.10.2021

Národní norma

Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01
Návrhová životnost	50 let

2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce

Název dimenzačního dílce	Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	Využití [%]	Status posudku
Bemessungsträger 1	Bezeichnung 1	Dodatečně předpjatý	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 16	T1, T2	✓	100,0	✓

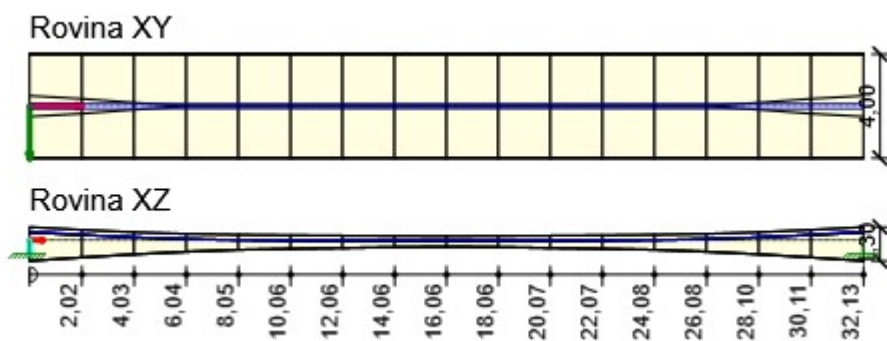
3 Fáze výstavby

Název	Čas [d]	Zatěžovací stavy	Kombinace	Popis
Phase 0	0,0			
Phase 1	28,0	ZS1, ZS2	KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8, KZ9, KZ10, KZ11, KZ12, KZ13, KZ14, KZ15, KZ16, KZ17, KZ18, KZ19, KZ20	
Phase 2	36500,0		KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8, KZ9, KZ10, KZ11, KZ12, KZ13, KZ14, KZ15, KZ16, KZ17, KZ18, KZ19, KZ20	

4 Dimenzační dílce

4.1 Bemessungsträger 1

Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	[%]	Status posudku
Bezeichnung 1	Dodatečně předpjatý	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 16	T1, T2	✓	100,0	✓



4.1.1 Předpětí

Název	Materiál	A_p [mm ²]	Délka [m]	L_s [m]	L_{arc} [m]	R_{min} [m]	θ [°]
	Lana	σ_a [MPa]	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	e_{ba} [mm]	e_{aa} [mm]	L_{set} [m]
T1	Y1770S7-15.2	2919	32,15	12,85	19,29	131,01	24,5
	21	1404,0	1280,0	1336,3	226,1	216,1	16,07
T2	Y1770S7-15.2	2919	32,15	12,85	19,29	131,01	24,5
	21	1404,0	1280,0	1336,3	226,1	216,1	16,07
Název	$\sigma_{ini,max}$ [MPa]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	Posudek 5.10.2.1(1)P	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	σ_{pm0} [MPa]	Posudek 5.10.3(2)P
T1	1404,0	1404,0	✓	1280,0	1336,3	1326,0	✗
T2	1404,0	1404,0	✓	1280,0	1336,3	1326,0	✗

4.1.2 Pozice

Popis	Pozice na dim. dílci [m]	Využití [%]	Status posudku
Bemessungsträger 1 - 0,32m	0,32	96,7	✓
Bemessungsträger 1 - 16,06m	16,06	100,0	✓
Bemessungsträger 1 - 31,81m	31,81	96,7	✓

Příloha 2: Statický výpočet lávky F.04

Obsah

- 1 Data projektu
- 2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce
- 3 Fáze výstavby
- 4 Dimenzační dílce
- 4.1 Bemessungsträger 1

1 Data projektu

Jméno projektu 2021_11_15_Lavka_F.04
Autor Ing. Iveta Šarmanová
Datum vytvoření protokolu 16.10.2021

Národní norma

Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01
Návrhová životnost	50 let

2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce

Název dimenzačního dílce	Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	Využití [%]	Status posudku
Bemessungsträger 1	Bezeichnung 1	Dodatečně předpjatý	1, 2, 3, 4, 19, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 20, 18, 16	T1, T2	✓	99,6	✓

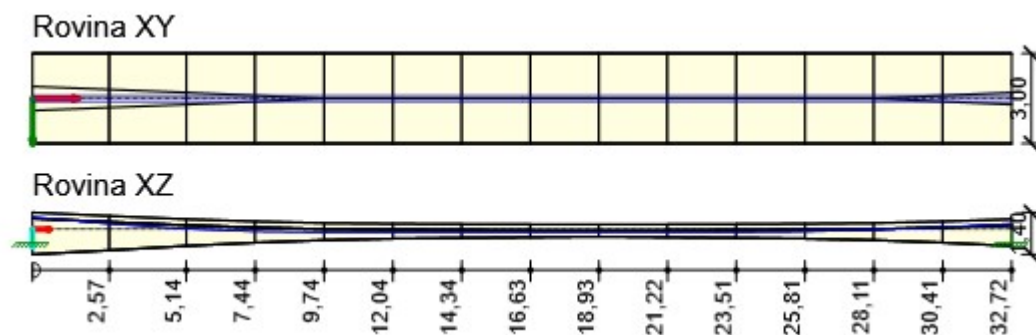
3 Fáze výstavby

Název	Čas [d]	Zatěžovací stavy	Kombinace	Popis
Phase 0	0,0			
Phase 1	28,0	ZS1, ZS2	KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8, KZ9, KZ10, KZ11, KZ12, KZ13, KZ14, KZ15, KZ16, KZ17, KZ18, KZ19, KZ20	
Phase 2	36500,0		KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8, KZ9, KZ10, KZ11, KZ12, KZ13, KZ14, KZ15, KZ16, KZ17, KZ18, KZ19, KZ20	

4 Dimenzační dílce

4.1 Bemessungsträger 1

Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	[%]	Status posudku
Bezeichnung 1	Dodatečně předpjatý	1, 2, 3, 4, 19, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 20, 18, 16	T1, T2	✓	99,6	✓



4.1.1 Předpětí

Název	Materiál	A_p [mm ²]	Délka [m]	L_s [m]	L_{arc} [m]	R_{min} [m]	θ [°]
	Lana	σ_a [MPa]	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	e_{ba} [mm]	e_{aa} [mm]	L_{set} [m]
T1	Y1770S7-15.2	2363	32,74	13,11	19,62	93,90	22,1
	17	1404,0	1290,3	1342,8	231,2	221,2	16,65
T2	Y1770S7-15.2	2363	32,74	13,11	19,62	93,90	22,1
	17	1404,0	1287,3	1343,5	231,0	221,0	16,65
Název	$\sigma_{ini,max}$ [MPa]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	Posudek 5.10.2.1(1)P	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	σ_{pm0} [MPa]	Posudek 5.10.3(2)P
T1	1404,0	1404,0	✓	1290,3	1342,8	1326,0	✗
T2	1404,0	1404,0	✓	1287,3	1343,5	1326,0	✗

4.1.2 Pozice

Popis	Pozice na dim. dílci [m]	Využití [%]	Status posudku
Bemessungsträger 1 - 0,33m	0,33	97,5	✓
Bemessungsträger 1 - 21,22m	21,22	99,6	✓
Bemessungsträger 1 - 32,39m	32,39	97,3	✓

Příloha 3: Statický výpočet lávky F.08

Obsah

- 1 Data projektu
- 2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce
- 3 Fáze výstavby
- 4 Dimenzační dílce
- 4.1 Dimenzační dílec 1

1 Data projektu

Jméno projektu	2021_11_20_Lavka_F.08
Autor	Ing. Iveta Šarmanová
Datum vytvoření protokolu	20.11.2021

Národní norma

Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, CSN:2016-04/NA:2012-01
Návrhová životnost	50 let

2 Stručné shrnutí výsledků dimenzačního dílce

Název dimenzačního dílce	Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	Využití [%]	Status posudku
Dimenzační dílec 1	Popis 1	Dodatečně předpjatý	1	T2, T1	✓	99,0	✓

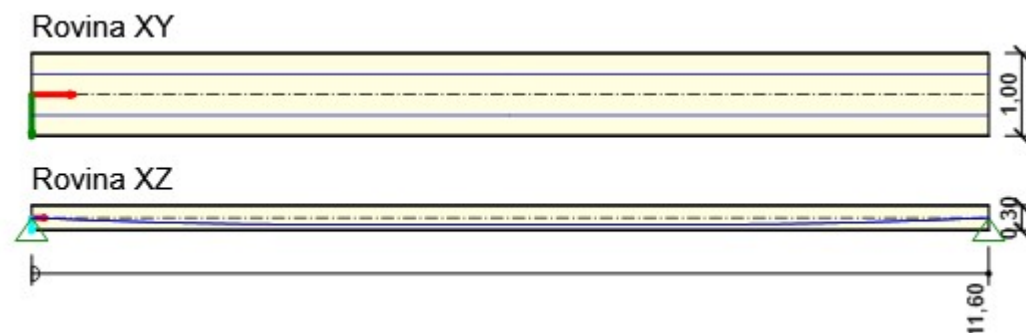
3 Fáze výstavby

Název	Čas [d]	Zatěžovací stavy	Kombinace	Popis
Fáze 0	0,0			
Fáze 1	28,0	ZS1, ZS2	KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8	
Fáze 2	36500,0		KZ1, KZ2, KZ3, KZ4, KZ5, KZ6, KZ7, KZ8	

4 Dimenzační dílce

4.1 Dimenzační dílec 1

Popis	Typ	Prvky	Kabely	Platný	[%]	Status posudku
Popis 1	Dodatečně předpjatý	1	T2, T1	✓	99,0	✓



4.1.1 Předpětí

Název	Materiál	A_p [mm ²]	Délka [m]	L_s [m]	L_{arc} [m]	R_{min} [m]	θ [°]
	Lana	σ_a [MPa]	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	e_{ba} [mm]	e_{aa} [mm]	L_{set} [m]
T1	Y1770S7-15.2	695	11,60	4,64	6,96	75,69	5,3
	5	1404,0	1292,1	1319,1	87,7	77,7	11,60
T2	Y1770S7-15.2	695	11,60	4,64	6,96	75,69	5,3
	5	1404,0	1292,1	1319,1	87,7	77,7	11,60
Název	$\sigma_{ini,max}$ [MPa]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	Posudek 5.10.2.1(1)P	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	σ_{pm0} [MPa]	Posudek 5.10.3(2)P
T1	1404,0	1404,0	✓	1292,1	1319,1	1326,0	✓
T2	1404,0	1404,0	✓	1292,1	1319,1	1326,0	✓

4.1.2 Pozice

Popis	Pozice na dim. dílci [m]	Využití [%]	Status posudku
Dimenzační dílec 1 - 0,12m	0,12	98,7	✓
Dimenzační dílec 1 - 5,80m	5,80	99,0	✓
Dimenzační dílec 1 - 11,48m	11,48	96,7	✓