



INVESTOR

STATUTARNÍ MĚSTO ÚSTÍ NAD LABEM

Velká Hradební 8, 401 00 Ústí nad Labem



SO 201 OPRAVA LÁVKY POD VĚTRUŠÍ

STAVBA

**OPRAVA PŘEDPOLÍ LÁVKY PRO PĚŠÍ
NA ŽELEZNIČNÍM MOSTĚ PŘES LABE - PD**






S.A.W. CONSULTING s.r.o.

Praha 2324, 407 47 Varnsdorf

středisko UL: Božtěšická 216/34, 400 01 Ústí n. L.

web: www.sawconsulting.cz

e-mail: info@sawconsulting.cz

VYPRACOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	TECHNICKÁ KONTROLA	INVESTOR	Stat. město Ústí n/Labem
ING. LIBOR VYKOUKAL	JAROSLAV ZAVADIL, DiS.	ING. IGOR BÁLIK	ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO	2019-061
			DATUM	09/2019
PŘÍLOHA			STUPEŇ	DSP/PDPS
			MĚŘÍTKO	
			Č. PŘÍLOHY	PARÉ
STATICKÝ VÝPOČET			4	

1. Identifikační údaje stavby

<i>Stavba</i>	Oprava předpolí lávky pro pěší na železničním mostě přes Labe - PD
<i>Objekt číslo</i>	201
<i>Název objektu</i>	Oprava lávky pod Větruší
<i>Kraj</i>	kraj Ústecký
<i>Obec</i>	Ústí nad Labem (okres Ústí nad Labem)
<i>Investor</i>	Statutární město Ústí nad Labem Velká Hradební 8 401 00 Ústí nad Labem
<i>Budoucí správce objektu</i>	Statutární město Ústí nad Labem Velká Hradební 8 401 00 Ústí nad Labem
<i>Zhotovitel objektu</i>	-
<i>Projektant objektu</i>	S.A.W. Consulting s r. o. středisko Ústí nad Labem Božtěšická 216/34, 400 01 Ústí nad Labem Jaroslav Zavadil, DiS. tel. 607 930 191
<i>Zatížení</i>	Zatížení dle ČSN EN 1991
<i>Účel dokumentace</i>	Dokumentace pro stavební povolení a pro provádění stavby – DSP/PDPS

1.1 Technický popis konstrukce

Lávka je ocelová prutová konstrukce. Její oprava vyžaduje obnovu PKO. Pro zvýšení houževnatosti proti nárazu vozidel budou uzavřené profily sloupů vyplněny betonem. Na lávce bude vyměněna mostovka a schodnice. Zábradlí bude navýšeno na hodnotu 1100 mm, tak aby splňovalo normovou výšku.

1.2 Výpočetní model

Tíha stávajícího svršku lávky je vyšší a opravou lávky nedojde k přetížení. Z tohoto důvodu není hlavní nosná konstrukce posouzena. Úkolem statického výpočtu je posouzení schodnic a roštového prvku mostovky. Pro výpočet mostovky byl vytvořen prutový model. Do výpočtu není započítán vliv spojení pochozího plechu z tahokovu a tento prvek figuruje v modelu pouze jen jako zatížení. Při výběru konkrétního plechu je nutné se řídit se doporučeními výrobce.

1.3 Výpočetní pomůcky

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci a pro posouzení jednotlivých konstrukčních částí mostu byly použity tyto programy:

- Midas CIVIL 2020
- Fine – Ocel

1.4 Přehled využívaných 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 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou,
- [5] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- [6] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [8] ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- [9] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 3: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [10] ČSN EN 1995-2 Eurokód 3: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 2: Mosty
- [11] ČSN EN 338:2016 Konstrukční dřevo
- [12] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [13] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [14] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- [15] ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování
- [16] ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [17] Technicko – kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, v platném znění
- [18] Navrhování betonových mostů podle norem ČSN EN 1992 (Eurokódu 2), ČBS 2010

1.5 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- (1) Rozpracovaná dokumentace ve stupni DSP/PDPS, S.A.W. CONSULTING s.r.o.

1.6 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. Libor Vykoukal

Projektant mostů a inženýrských konstrukcí

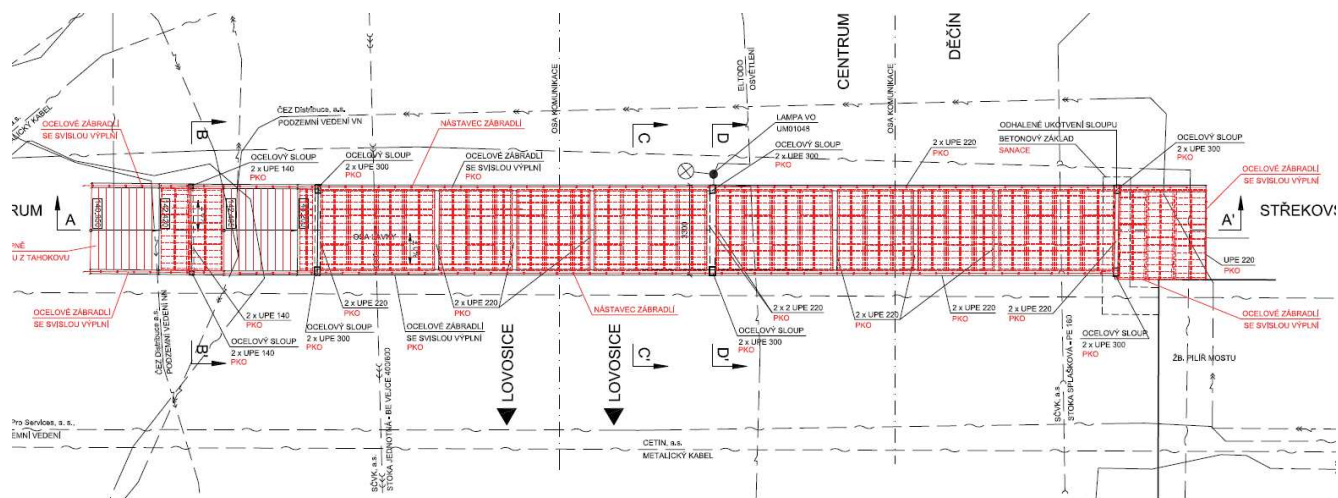


.....
Ing. Libor Vykoukal

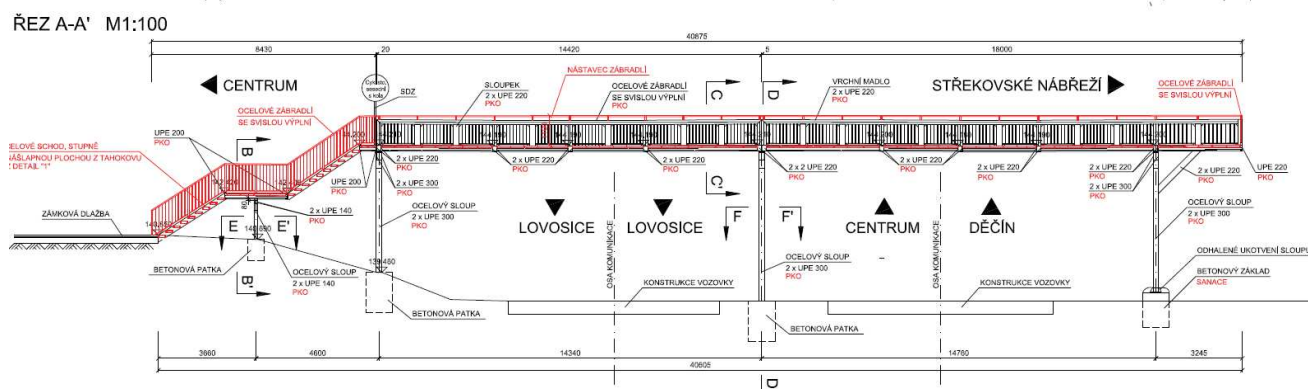
V Liberci, březen 2021

2 Grafické přílohy statického výpočtu

2.1 Pūdorys



2.2 Podélný řez



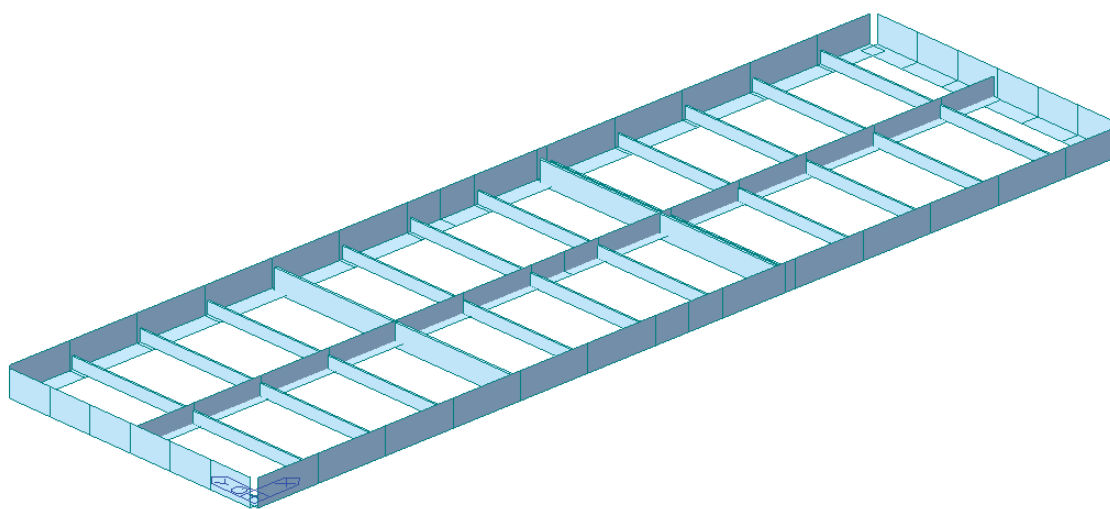
3 Výpočet

3.1 Konstrukce

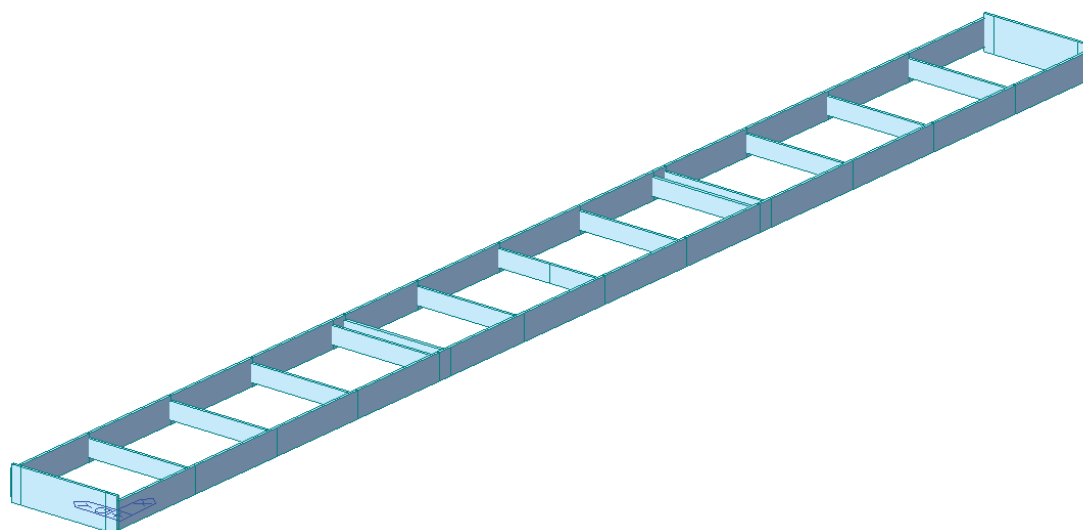
3.1.1 Schéma konstrukce

Pro výpočet podpůrných konstrukcí byl vytvořen prutový model.

Prutový model podesty



Prutový model schodnice

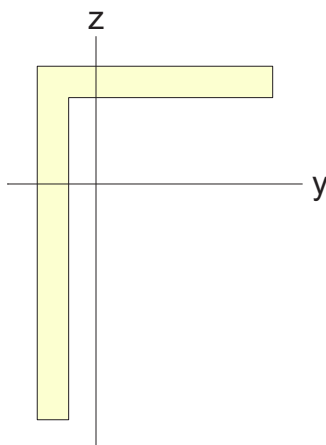


3.1.2 Konstrukční ocel

Ocel:	S235
Modul pružnosti v tahu a tlaku:	$E = 210\,000\text{ MPa}$
Mez kluzu:	$f_y = 235\text{ MPa}$
Pevnost v tahu:	$f_u = 360\text{ MPa}$
Dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M1} = 1,15$
Poissonův součinitel:	$\nu = 0,3$

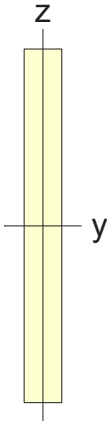
3.2 Průřezy – podesta

Tabulka 1 1 : L90x60x8

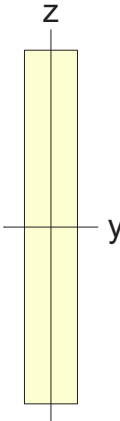


$A\text{ (m}^2\text{)}$	$A_y\text{ (m}^2\text{)}$	$A_z\text{ (m}^2\text{)}$	$z\text{ (+) (m)}$	$z\text{ (-) (m)}$
0.001	0.000	0.001	0.030	0.060
$I_{xx}\text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy}\text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz}\text{ (m}^4\text{)}$	$y\text{ (+) (m)}$	$y\text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.045	0.015

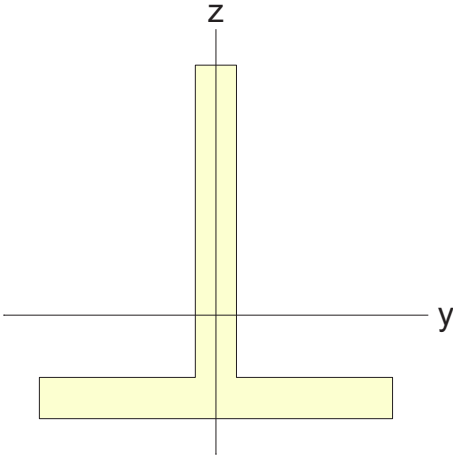
Tabulka 2 3 : P75x8

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.001	0.001	0.001	0.037	0.037
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.004	0.004

Tabulka 3 4 : P40x6

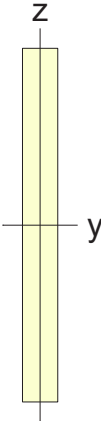
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.020	0.020
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.003	0.003

Tabulka 4 2 : T60

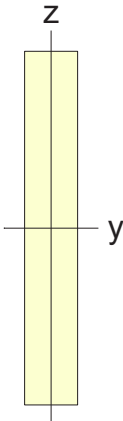
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.001	0.000	0.000	0.042	0.018
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.030	0.030

3.3 Průřezy – schodnice

Tabulka 5 3 : P60x6

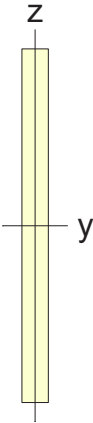
				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.030	0.030
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.003	0.003

Tabulka 6 4 : P40x6

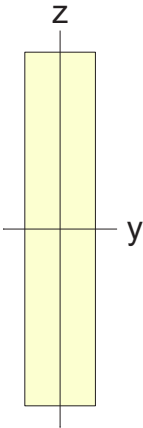
				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.020	0.020

$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.003	0.003

Tabulka 7 5 : P80x6

<div></div>				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.040	0.040
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.003	0.003

Tabulka 8 6 : P40x8

				
$\bar{A} \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$\bar{A}_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.020	0.020
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.004	0.004

3.4 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

3.4.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha konstrukční oceli se uvažuje hodnotou 7850 kg/m^3 .

Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu ostatních částí mostu, přenášenou nosnou konstrukcí.

- krycí plech z tahokovu tl.4mm $0,004 \text{ m} \cdot 78,50 \text{ kNm}^{-3} = 0,314 \text{ kNm}^{-2}$

3.4.2 Zatížení proměnné

Zatížení dopravou

Model zatížení 4 (LM4)

Zatížení davem lidí je rovné 5 kN/m^2

Soustředěné zatížení (dle ČSN EN-1991-2 čl.5.3.2.2 NA.2.42)

$Q_{fwk} = 2 \text{ kN}$ na čtvercové ploše 100 mm .

Klimatická zatížení – zatížení teplotou

1.typ: ocelová nosná konstrukce,

Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce:

Podle umístění stavby byly určeny maximální a minimální teploty ve stínu platné pro ČR:

$T_{\max} = 38^\circ\text{C}$, $T_{\min} = -34^\circ\text{C}$.

Dle národní přílohy byly na základě výše uvedených teplot určeny:

$T_{e,\max} = 39,5^\circ\text{C}$, $T_{e,\min} = -26^\circ\text{C}$.

Referenční teplota $T_0 = 10^\circ\text{C}$, potom:

$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -24 - 10 = -36^\circ\text{C}$

$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 39,5 - 10 = +29,5^\circ\text{C}$

$\Delta T_N = 65,5^\circ\text{C}$

Zatížení větrem

Není uvažováno

3.4.3 Kombinace zatížení

Mezní stavy únosnosti

Dle EN 1990 se pro mezní stavy STR (vnitřní porucha nebo nadměrná deformace) a GEO (porucha nebo nadměrná deformace základové půdy) použijí následující kombinace zatížení.

$$6.10 \quad \sum \gamma_G G + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů zatížení a kombinace:

$\gamma_G = 1,35$...součinitel stálého zatížení

$\gamma_Q = 1,35$...součinitel zatížení pro silniční dopravu a chodníky

$\gamma_Q = 1,50$...součinitel zatížení pro další proměnná zatížení

$\gamma_P = 1,00$...součinitel zatížení pro předpětí

Mezní stavy použitelnosti

Dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1992 se pro mezní stavy použitelnosti použijí následující kombinace zatížení.

a) Charakteristická kombinace

$$\sum G + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) kvazistálá kombinace

$$\sum G + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

No	Name	Active	Type	Description
1	*****	Active	Add	
2	Teplota_OBAL	Active	Envelope	Obalova krivka zatizeni teplotou
3	Qserv_OBAL	Active	Envelope	Obalova krivka zatizeni bremenem 2kN
4	MSU_A	Active	Add	Mimoradna kombinace
5	MSU_LM4	Active	Add	MSU - hlavni zatizeni LM4
6	MSU_T	Active	Add	MSU - hlavni zatizeni teplotou
7	MSP_pruhyb	Active	Add	MSP - charakteristica kom.



LIST OF LOAD COMBINATIONS

=====				
NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	
	LOADCASE(FACTOR) +		LOADCASE(FACTOR) +	
			LOADCASE(FACTOR)	
=====				
=====				
1	*****	Active	Add	
	VI.tiha(1.000)			

2	Teplota_OBAL	Active	Envelope	
	TN_con -(1.000) +		TN_exp +(1.000)	

3	Qserv_OBAL	Active	Envelope	
	Qserv_1(1.000) +		Qserv_2(1.000) +	Qserv_3(1.000)

4	MSU_A	Active	Add	
	VI.tiha(1.000) +		Qserv_OBAL(1.000)	

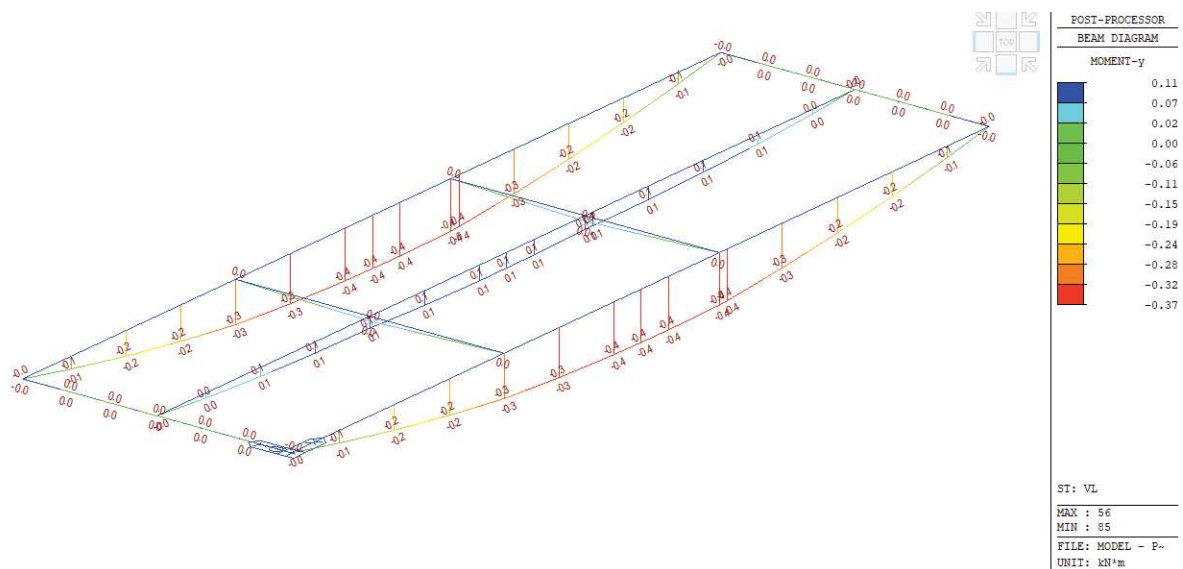
5	MSU_LM4	Active	Add	
	VI.tiha(1.350) +		LM4(1.350)	

6	MSU_T	Active	Add	
	VI.tiha(1.350) +		LM4(1.010) +	Teplota_OBAL(1.500)

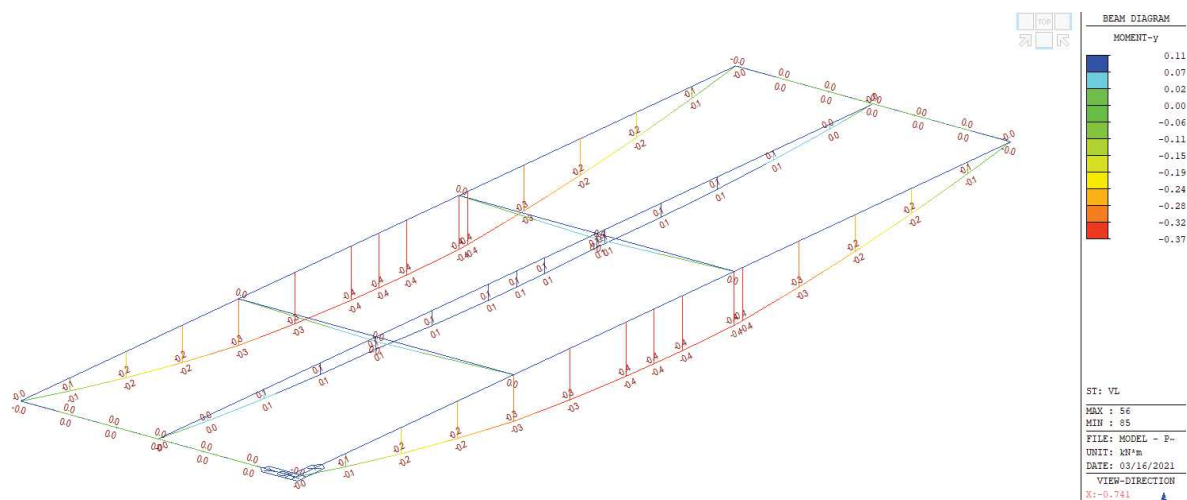
7	MSP_pruhyb	Active	Add	
	VI.tiha(1.000) +		LM4(1.000)	

3.5 Nosná konstrukce – vložená podesta

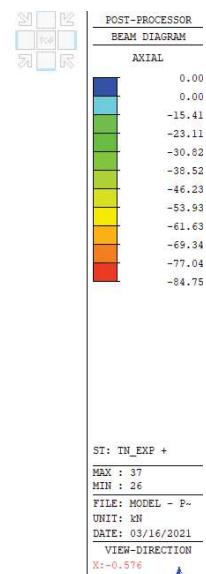
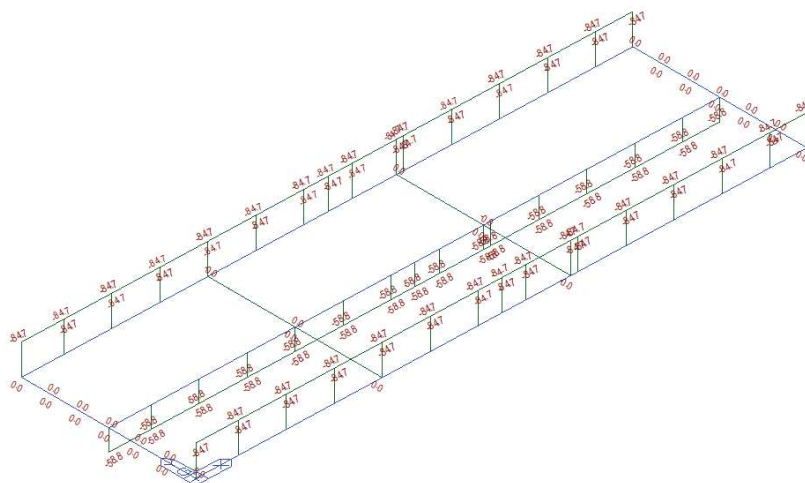
Vlastní tíha



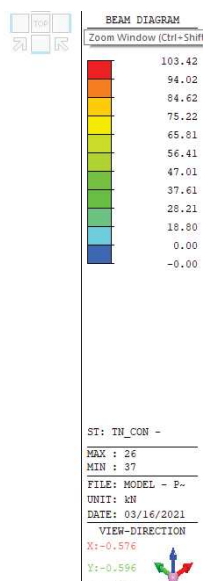
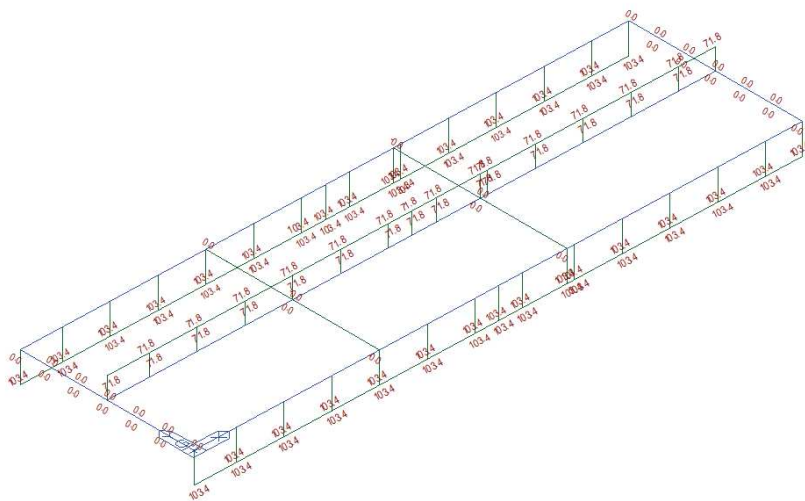
LM4



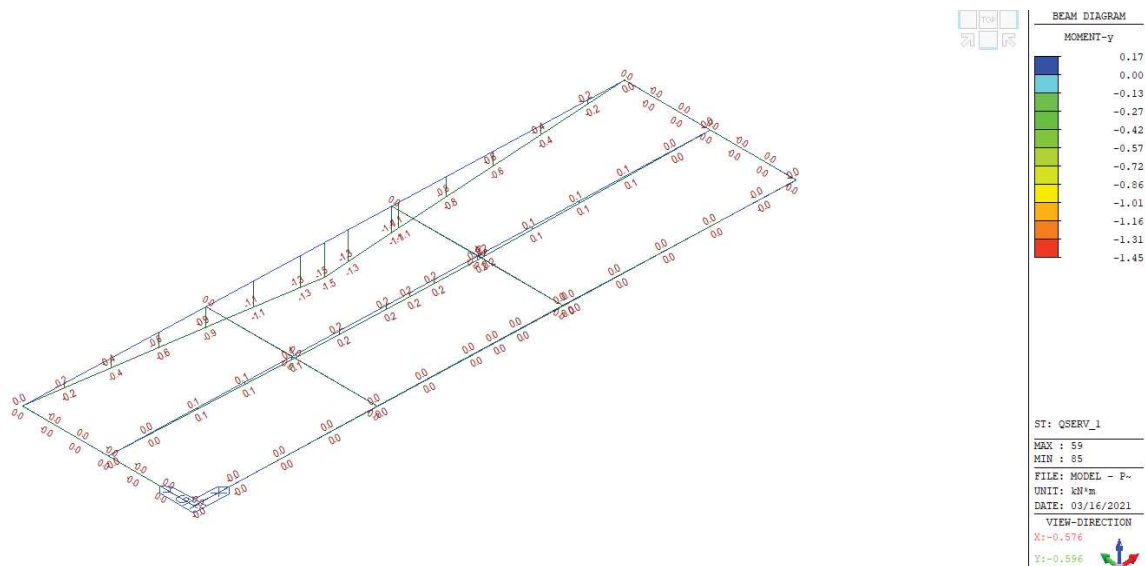
Oteplení



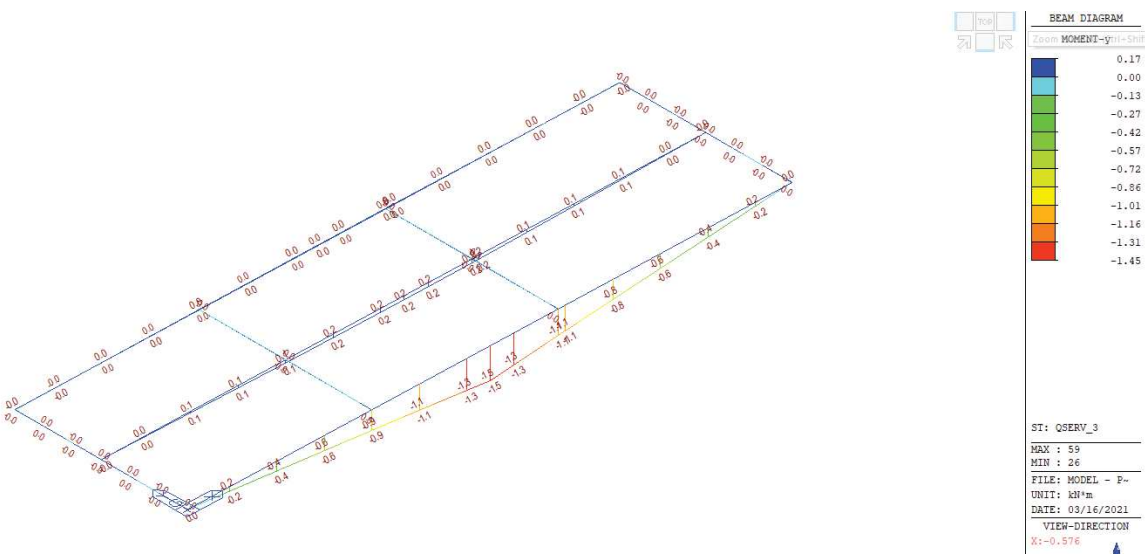
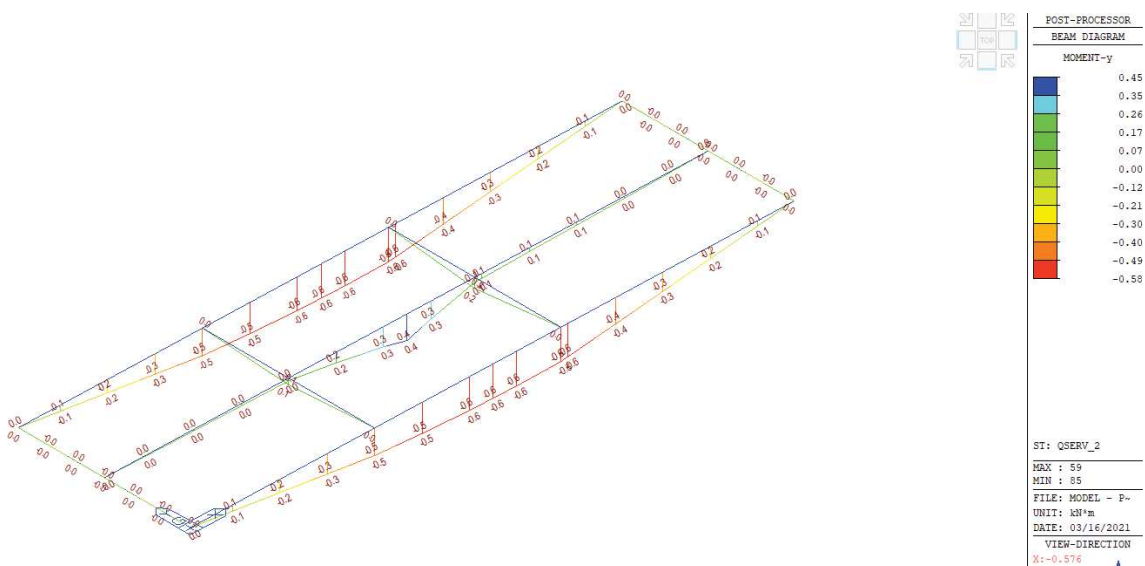
Ochlazení



Soustředěné zatížení

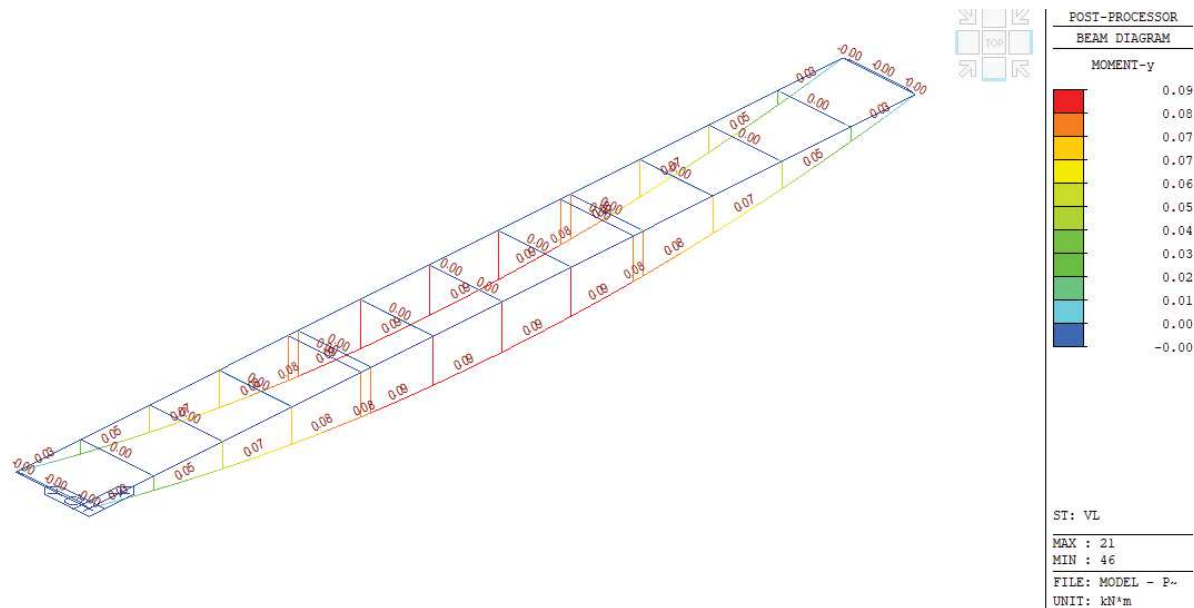


|||

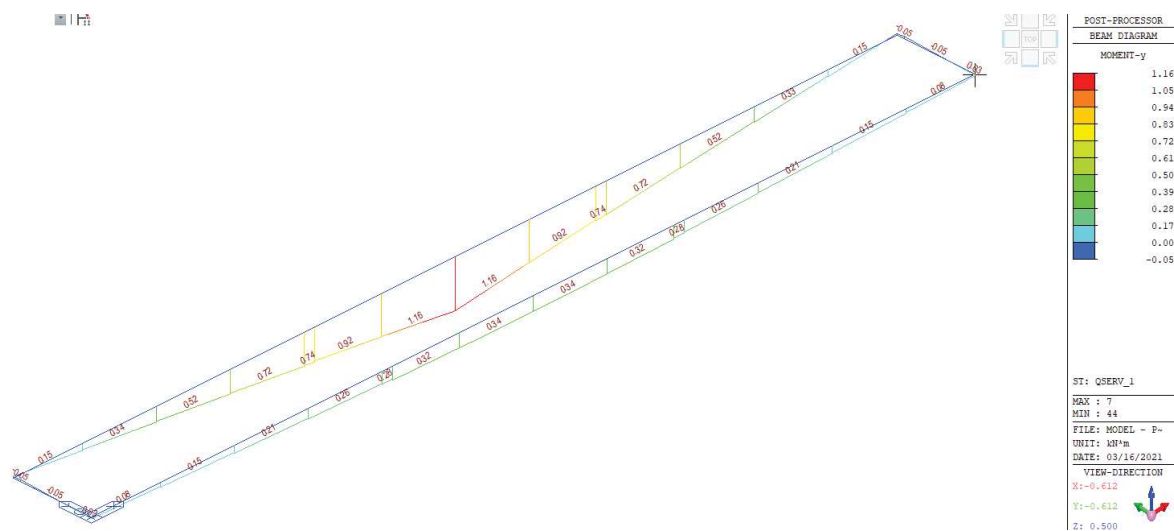


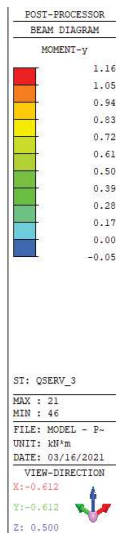
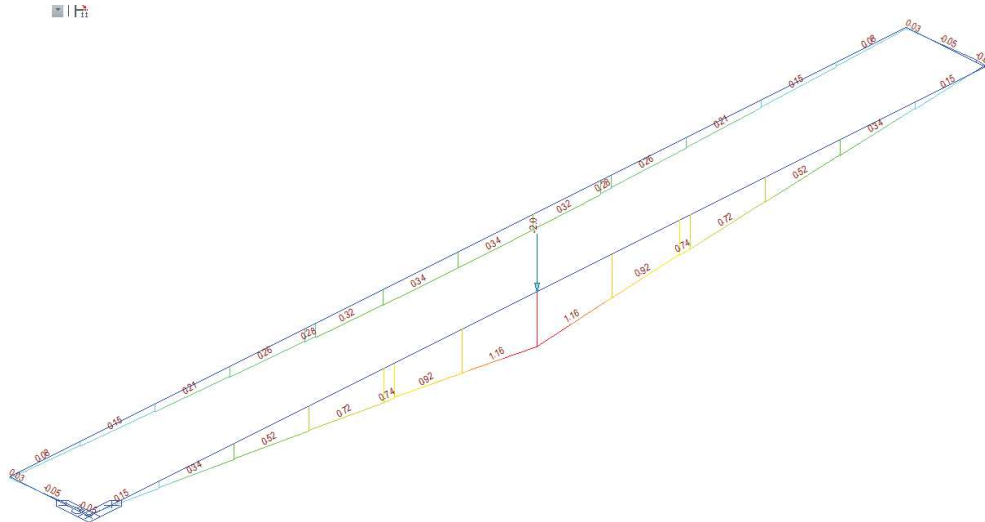
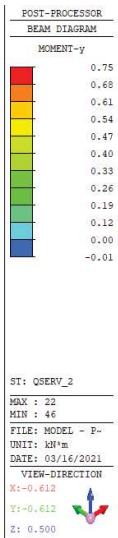
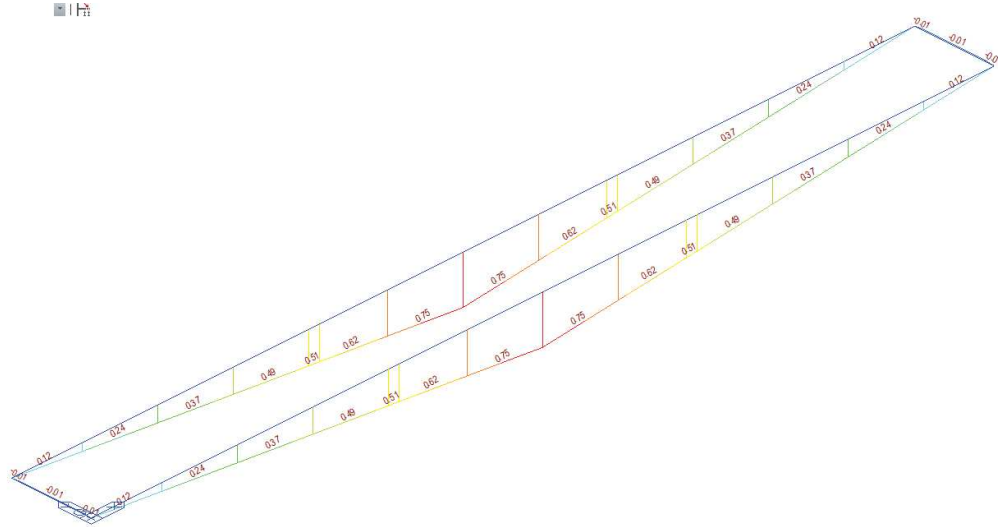
3.6 Nosná konstrukce - schodnice

Vlastní tíha

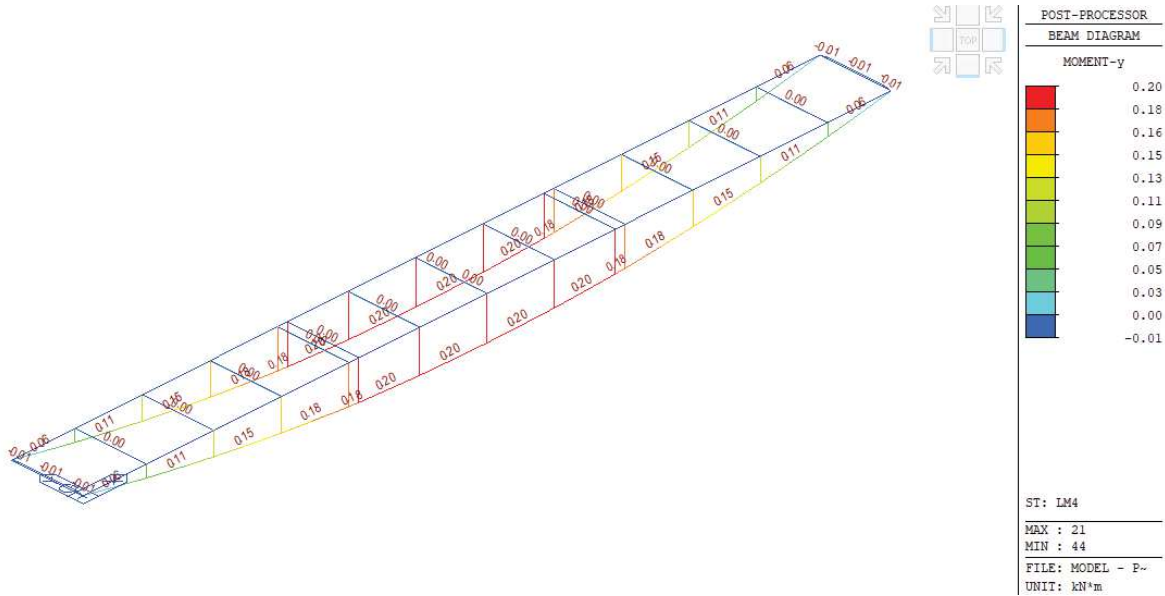


Soustředěné zatížení

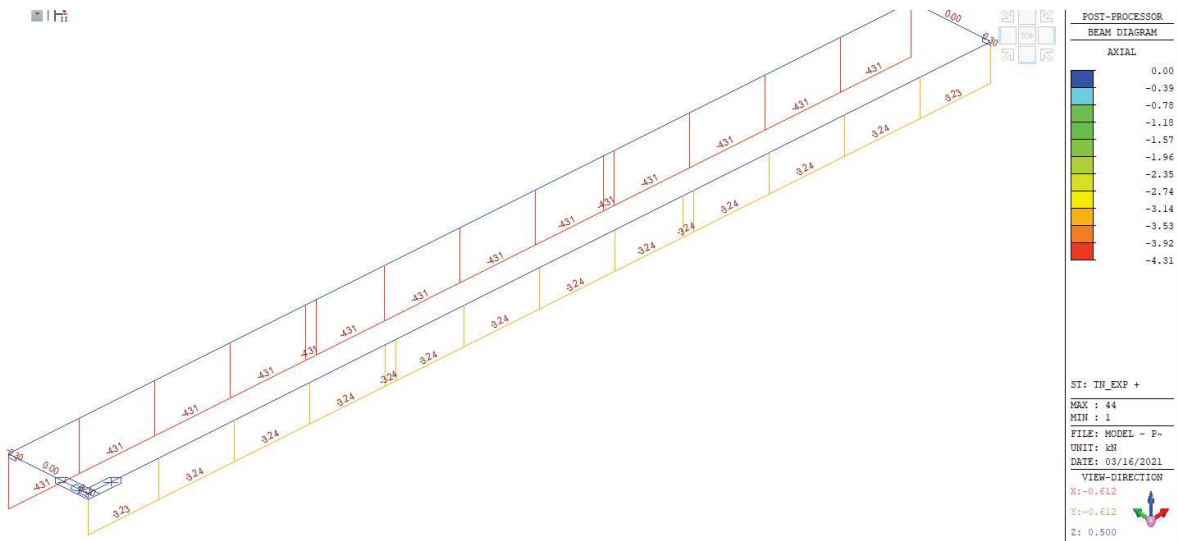




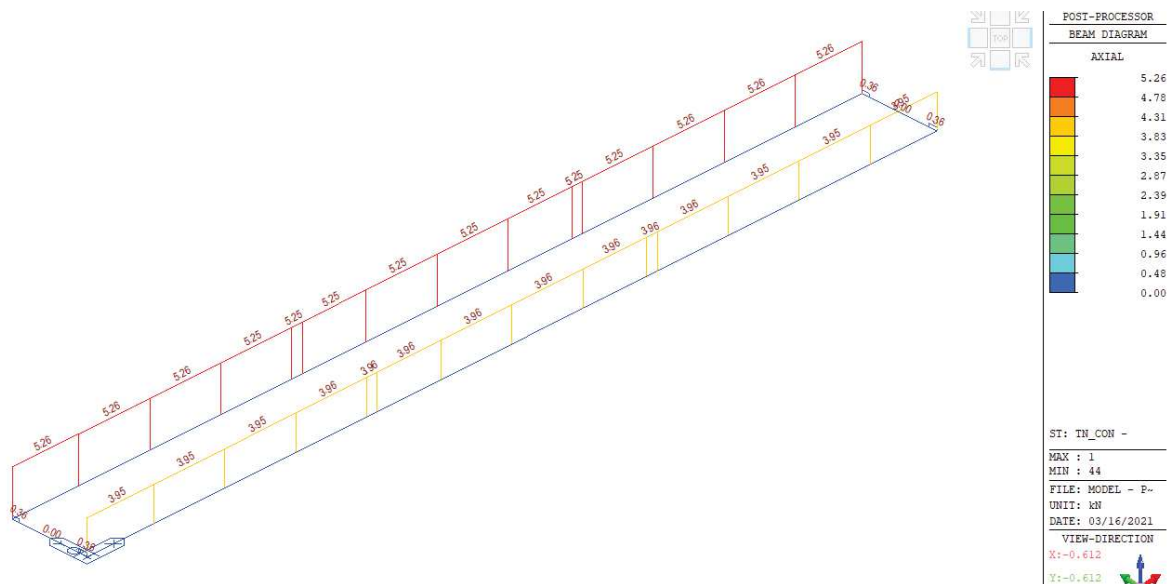
LM4



Oteplení



Ochlazení



3.6.1 Vnitřní síly na hlavních nosnících

Na následujících obrázcích jsou průběhy jednotlivých vnitřních sil pro uvažovaná zatížení a kombinace.

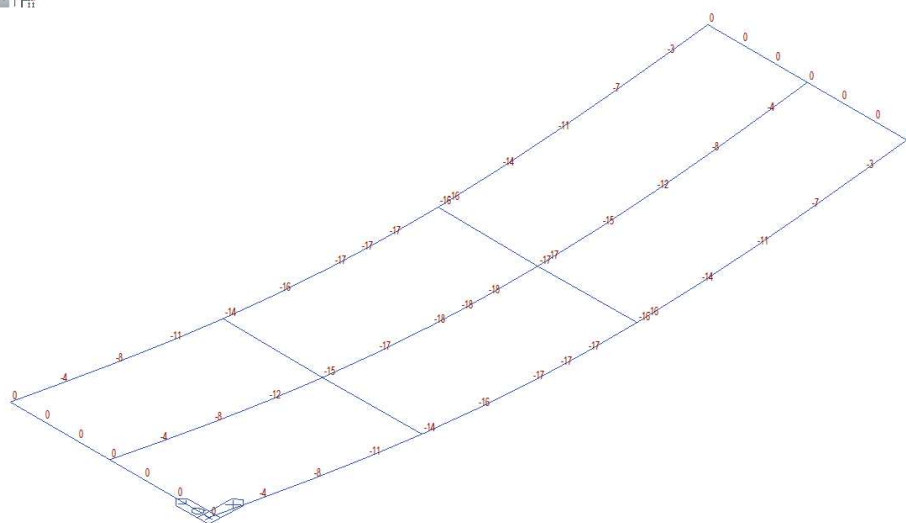
3.6.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti

V rámci posouzení v mezních stavech použitelnosti byla konstrukce ověřena z hlediska:

- Omezení průhybů.

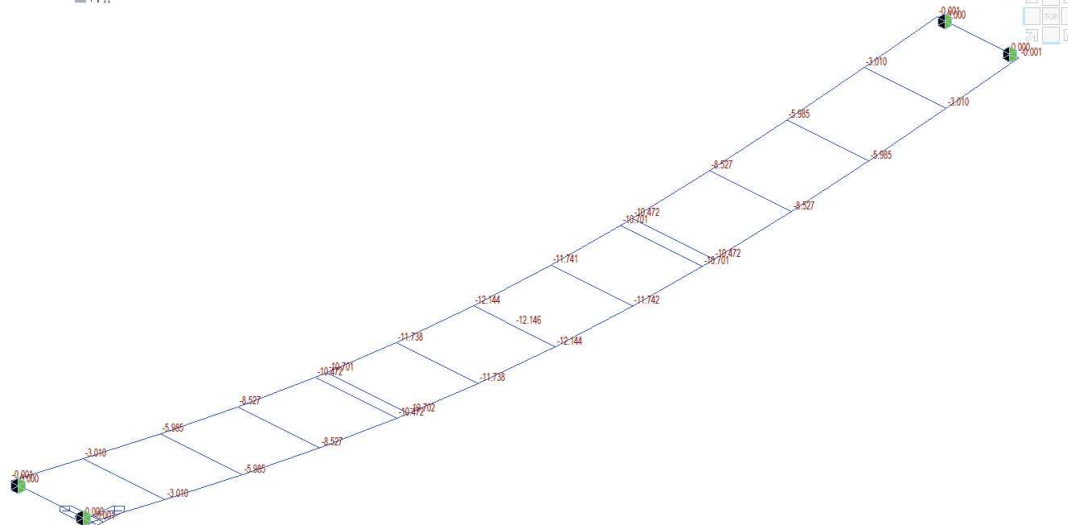
Mezní stav omezení průhybů

V evropských normách pro navrhování mostů pozemních komunikací nejsou uvedeny pro tyto mosty maximální přípustné hodnoty průhybů nosné konstrukce. Zároveň tyto hodnoty nebyly určeny objednatelem – investorem. Posouzení je tedy pro příklad provedeno z předcházející normy ČSN 73 6207 Navrhování mostních konstrukcí ocelových konstrukcí, kde byla maximální hodnota průhybu u lávek pozemních komunikací L/150 (kde L je rozpětí pole).



POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
Z-DIRECTION
X-DIR= 0.00
NODE= 1
Y-DIR= 0.00
NODE= 1
Z-DIR= -17.79
NODE= 59
COMB.= 17.79
NODE= 59
SCALEFACTOR=
6.948E+000
CB: MSP_FRUHYB
MAX : 1
MIN : 59
FILE: MODEL - P=
UNIT: mm
DATE: 03/16/2021
VIEW-DIRECTION
X: -0.576
Y: -0.596
Z: 0.559

Spočtený průhyb mostovky: $\delta_{\max} = 17,169 \text{ mm} < \delta_{\lim} = 3184/150 = 21 \text{ mm}$



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
Z-DIRECTION
X-DIR= 0.00
NODE= 1
Y-DIR= 0.00
NODE= 1
Z-DIR= -12.15
NODE= 37
COMB.= 12.15
NODE= 37
SCALEFACTOR=
1.233E+001
CB: MSP_FRUHYB
MAX : 31
MIN : 37
FILE: MODEL - P=
UNIT: mm
DATE: 03/16/2021
VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Spočtený průhyb schodnice : $\delta_{\max} = 12,15 \text{ mm} < \delta_{\lim} = 3184/150 = 21 \text{ mm}$

Mezní průhyb uvažován dle ČSN EN 1993-2 NA.2.23 článek 7.1. – lávky pro chodce – rozebíratelné konstrukce

3.6.3 Posouzení ocelové podesty – mezní stavy únosnosti

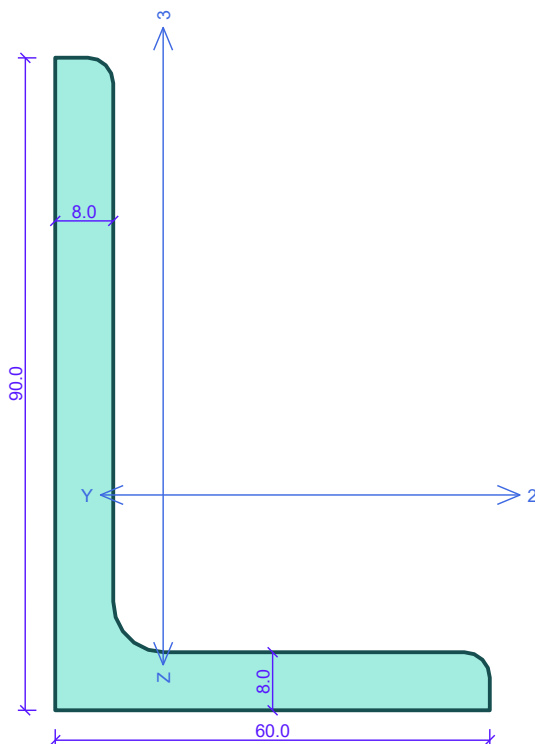
Souhrn vnitřních sil

Ohýbané pruty	Profil	třída	Ned (kN)	Ted (kN)	MSU LM4		MSU A	
					Ved (kN)	Med (kNm)	Ved (kN)	Med (kNm)
krajní úhelník	L90x60x8	1	-	-	4.68	4.29	1.32	1.82
podélný "T" profil	T60	1	-	-	2.41	1.29	1.16	0.55
příčné ztužení	P8x75	1	-	-	1.56	0.61	0.49	0.22
příčné ztužení	P6x40	1	-	-	0.45	0.07	0.12	0.05

MSU T

Kombinace tlaku a ohybu	Profil	třída	Ned (kN)	Ted	Ved	Med
krajní úhelník	L90x60x8	3	-127.12	-	3.64	3.33
podélný "T" profil	T60	1	-88.20	-	1.86	1.00
příčné ztužení	P8x75	1	-	-	-	-
příčné ztužení	P6x40	1	-	-	-	-

Kritický řez dílce "L 90x60x8_krajni" - průřez 1 (1.593m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$ **Průřez L 90 x 60 x 8**Průřezová plocha: $A = 1.141E03 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 14.9 \text{ mm}$ $z_T = 29.7 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 9.251E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 3.298E05 \text{ mm}^4$ Deviační moment setrvačnosti: $D_{yz} = -3.193E05 \text{ mm}^4$ Sklon hlavních centrálních os: $\phi = 23.5^\circ$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -1.535E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 7.307E03 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 3.114E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -2.221E04 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 2.423E04 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 2.773E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1.333E04 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

MSU_T

 $N = -127.120 \text{ kN}$ $V_z = 0.000 \text{ kN}$ $M_y = 3.330 \text{ kNm}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 3.185 m

 $L_\zeta = 0.250 \text{ m}$ $k_\zeta = 1.000$ $L_{cr,\zeta} = 0.250 \text{ m}$ $L_\eta = 0.250 \text{ m}$ $k_\eta = 1.000$ $L_{cr,\eta} = 0.250 \text{ m}$ **Parametry klopení**

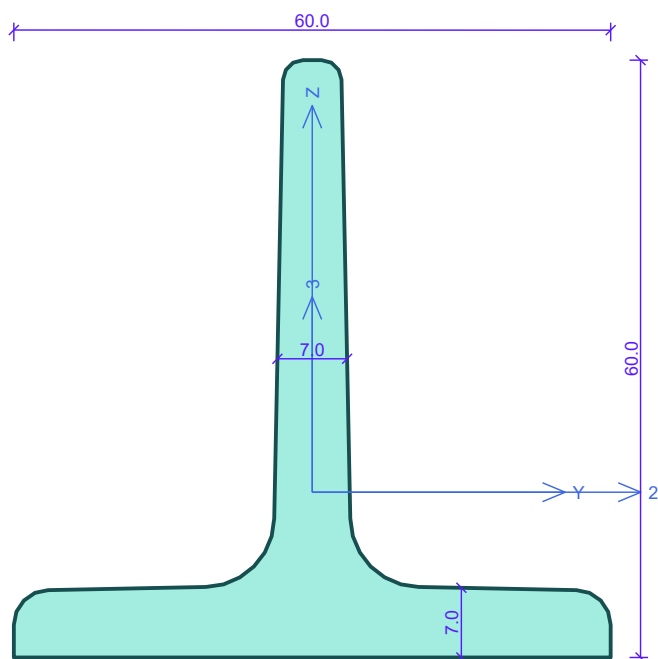
S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: MSU_T; Třída průřezu: 2Vnitřní síly: $N = -127.120 \text{ kN}$; $M_y = 3.330 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:****Vzpěr η :** Únosnosti: $N_R = -268.135 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 6.516 \text{ kNm}$ $|0.474 + 0.511 + 0.000| = |0.985| < 1$ **Vyhovuje****Vzpěr ζ :** Únosnosti: $N_R = -267.585 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 6.516 \text{ kNm}$ $|0.475 + 0.511 + 0.000| = |0.986| < 1$ **Vyhovuje**

Stíhlost dílce: 19.3

Průřez vyhovuje**98.6 % VYHOVUJE**

Kritický řez dílce "T60" - průřez 1 (1.593m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$
 Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$
 Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

Průřez T 60Průřezová plocha: $A = 7.940E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 30.0 \text{ mm}$ $z_T = 43.4 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 2.434E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 1.210E05 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -1.466E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 4.035E03 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 5.608E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -4.035E03 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 1.310E04 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 1.054E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 6.788E03 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 3_MSU_T

 $N = -88.200 \text{ kN}$ $V_z = 0.000 \text{ kN}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $M_y = -1.100 \text{ kNm}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 3.185 m

 $L_z = 0.250 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $L_{cr,z} = 0.250 \text{ m}$ $L_y = 0.250 \text{ m}$ $k_y = 1.000$ $L_{cr,y} = 0.250 \text{ m}$ **Parametry klopení**

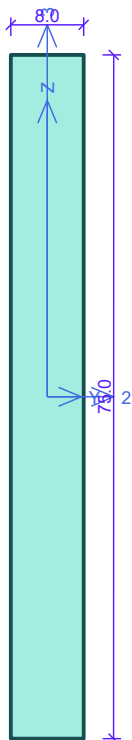
S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 3_MSU_T; Třída průřezu: 1Vnitřní síly: $N = -88.200 \text{ kN}$; $M_y = -1.100 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:****Vzpěr Y:** Únosnosti: $N_R = -186.590 \text{ kN}$; $M_{y,R} = -2.478 \text{ kNm}$ $|0.473 + 0.444 + 0.000| = |0.917| < 1$ **Vyhovuje****Vzpěr Z:** Únosnosti: $N_R = -185.103 \text{ kN}$; $M_{y,R} = -2.478 \text{ kNm}$ $|0.476 + 0.444 + 0.000| = |0.920| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 20.3

Průřez vyhovuje**92.0 % VYHOVUJE**

Kritický řez dílce "P75X8" - průřez 1 (0.470m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$
 Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$
 Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

Průřez tyč hranatá 8x75Průřezová plocha: $A = 6.000E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 4.0 \text{ mm}$ $z_T = 37.5 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 2.812E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 3.200E03 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -7.500E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 8.000E02 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 7.500E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -8.000E02 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 1.266E04 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 1.125E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1.200E03 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2_MSU A

 $N = 0.000 \text{ kN}$ $V_z = 2.100 \text{ kN}$ $M_y = -1.000 \text{ kNm}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 0.940 m

Se vzpěrem se nepočítá

Parametry klopení

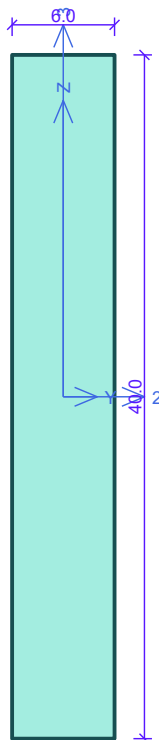
S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2_MSU A; **Třída průřezu:** 1**Posudek smyku od posouvající síly V_z :** $2.100 \text{ kN} < 40.703 \text{ kN}$ **Vyhovuje**Vnitřní síly: $N = 0.000 \text{ kN}$; $M_y = -1.000 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**Únosnosti: $M_{y,R} = -2.644 \text{ kNm}$ $|0.000 + 0.378 + 0.000| = |0.378| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 407.0

Průřez vyhovuje**37.8 % VYHOVUJE**

Kritický řez dílce "P40x6" - průřez 1 (0.470m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$
 Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$
 Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

Průřez tyč hranatá 6x40Průřezová plocha: $A = 2.400E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 3.0 \text{ mm}$ $z_T = 20.0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 3.200E04 \text{ mm}^4$ $I_z = 7.200E02 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -1.600E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 2.400E02 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 1.600E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -2.400E02 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 2.817E03 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 2.400E03 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 3.600E02 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2_MSU A

 $N = 0.000 \text{ kN}$ $V_z = 0.500 \text{ kN}$ $M_y = -0.230 \text{ kNm}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 0.940 m

Se vzpěrem se nepočítá

Parametry klopení

S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2_MSU A; **Třída průřezu:** 1**Posudek smyku od posouvající síly V_z :** $0.500 \text{ kN} < 16.281 \text{ kN}$ **Vyhovuje**Vnitřní síly: $N = 0.000 \text{ kN}$; $M_y = -0.230 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**Únosnosti: $M_{y,R} = -0.564 \text{ kNm}$ $|0.000 + 0.408 + 0.000| = |0.408| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 542.7

Průřez vyhovuje**40.8 % VYHOVUJE**

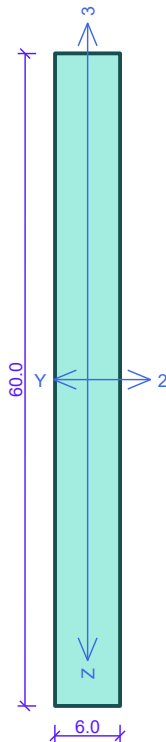
3.6.4 Posouzení ocelové schodnice – mezní stavy únosnosti

Souhrn vnitřních sil

Ohýbané pruty	Profil	třída	Ned (kN)	Ted (kN)	MSU LM4		MSU A	
					Ved (kN)	Med (kNm)	Ved (kN)	Med (kNm)
krajní profil	P6x60	1	-	-	0.51	0.4	0.98	1.25
podporový profil	P6x80	1	-	-	0.51	0.01	0.92	0.05
příčné ztužení	P8x40	1	-	-	0.03	0	0.03	0.00

MSU T						
Kombinace tlaku a ohybu	Profil	třída	Ned (kN)	Ted	Ved	Med
krajní profil	P6x60	2	-6.47	-	0.42	0.33

Kritický řez dílce "P6x60_krajní profil" - průřez 1 (1.590m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$ **Průřez tyč hranatá 6x60**Průřezová plocha: $A = 3.600E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 3.0 \text{ mm}$ $z_T = 30.0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 1.080E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 1.080E03 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -3.600E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 3.600E02 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 3.600E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -3.600E02 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 4.277E03 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 5.400E03 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 5.400E02 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2_MSU A

 $N = 0.000 \text{ kN}$ $V_z = 1.000 \text{ kN}$ $M_y = 1.250 \text{ kNm}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 3.185 m

 $L_z = 0.250 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $L_{cr,z} = 0.250 \text{ m}$ $L_y = 0.250 \text{ m}$ $k_y = 1.000$ $L_{cr,y} = 0.250 \text{ m}$ **Parametry klopení**

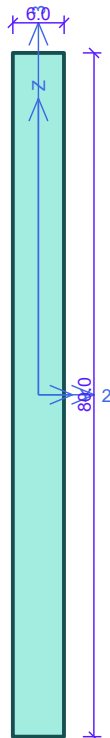
S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2_MSU A; Třída průřezu: 1**Posudek smyku od posouvající síly V_z :** $1.000 \text{ kN} < 24.422 \text{ kN}$ **Vyhovuje**Vnitřní síly: $N = 0.000 \text{ kN}$; $M_y = 1.250 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**Únosnosti: $M_{y,R} = 1.269 \text{ kNm}$ $|0.000 + 0.985 + 0.000| = |0.985| < 1$ **Vyhovuje**

Stíhlost dílce: 144.3

Průřez vyhovuje**98.5 % VYHOVUJE**

Kritický řez dílce "P80xX6 podporový profil" - průřez 1 (0.000m)



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1.000$
 Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1.000$
 Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1.250$

Průřez tyč hranatá 6x80Průřezová plocha: $A = 4.800E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

 $y_T = 3.0 \text{ mm}$ $z_T = 40.0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

 $I_y = 2.560E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 1.440E03 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

 $W_{y,1} = -6.400E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 4.800E02 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 6.400E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -4.800E02 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

 $I_k = 5.728E03 \text{ mm}^4$

Plastické průřezové moduly:

 $W_{pl,y} = 9.600E03 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 7.200E02 \text{ mm}^3$ **Materiál: EN 10210-1 : S 235****Materiálové charakteristiky:**Mez kluzu f_y : 235.0 MPaMez pevnosti f_u : 360.0 MPaModul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa**Vnitřní síly v souřadném systému průřezu**

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2_MSU A

 $N = 0.000 \text{ kN}$ $V_z = 0.920 \text{ kN}$ $M_y = -0.050 \text{ kNm}$ $V_y = 0.000 \text{ kN}$ $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ $T_t = 0.000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0.000 \text{ kNm}$ $B = 0.000 \text{ kNm}^2$ **Parametry vzpěru**

Délka dílce: 0.264 m

Se vzpěrem se nepočítá

Parametry klopení

S klopením se nepočítá

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2_MSU A; **Třída průřezu:** 1**Posudek smyku od posouvající síly V_z :** $0.920 \text{ kN} < 32.563 \text{ kN}$ **Vyhovuje**Vnitřní síly: $N = 0.000 \text{ kN}$; $M_y = -0.050 \text{ kNm}$; $M_z = 0.000 \text{ kNm}$ **Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**Únosnosti: $M_{y,R} = -2.256 \text{ kNm}$ $|0.000 + 0.022 + 0.000| = |0.022| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 152.4

Průřez vyhovuje**2.8 % VYHOVUJE**

3.6.5 Posouzení šroubového spoje schodnice – mezní stavy únosnosti

Pozn.: Reakce ve spoji je přepočítána na jeden šroub a porovnává s tabulkovou únosností šroubu M10 pevnostní třídy 4.6 za předpokladu dodržení minimálních roztečí a minimální vzdálenosti od okrajů. Základní materiál je S235.

	M10 4.6		t = 10 mm	
střih	$F_{v,Rd} =$	15.10 kN	>	$F_{v,Ed} =$ 1.3 kN
otlačení	$F_{b,Rd} =$	12.72 kN	>	$F_{v,Ed} =$ 1.3 kN
v tahu	$F_{t,Rd} =$	16.70 kN	>	$F_{t,Ed} =$ 8.0 kN

Kombinace tahu a střihu

$$\frac{1.3}{12.72} + \frac{8.0}{16.7} = 0.44 < 1.00$$

4 Závěr

Výpočtem bylo prokázáno, že navržený most z hlediska geometrických a materiálových charakteristik vyhovuje.

V Liberci 03/2021

Ing. Libor Vykoukal