

Statický výpočet - stavebně konstrukční část

Název akce: Lávka - FC Slovan Liberec

Datum: 10.5.2018

Vypracoval: Ing. Tomáš Stejfa

Konstrukce: Nosné konstrukce lávky - železobeton, ocelová konstrukce

Zatížení sněhem

Zatížení je stanoveno podle ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

Sníh

Sněhová oblast III.

So (kN/m2)	μ_i	Ce	Ct	Sk (kN/m2)	γ_f	Sd(kN/m2)
1,32	0,8	1	1	1,056	1,5	1,584

sklon (st.)

1

Zatížení je stanoveno podle ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

Zatížení na podlahu lávky

užitné podlaha lávky 750kg/m2

gk (kN/m2)	γ_f	gd(kN/m2)
7,5	1,5	11,25

stálé podlaha

stěrka

železobetonová deska 150mm

trapézový plech

0,2	1,35	0,27
3,75	1,35	5,0625
0,35	1,35	0,4725
celkem stálé	4,3	5,805

zatěžovací šířka pro návrh ocelových nosníků (m) 1,3

sníh

užitné

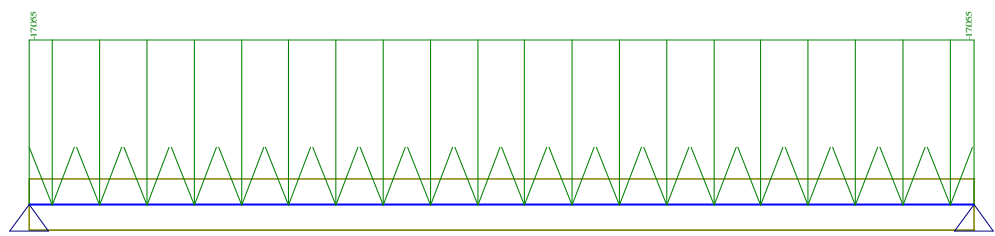
stálé

gk (kN/m)	γ_f	gd(kN/m)
1,3728	1,5	2,0592
9,75	1,35	13,1625
5,59	1,35	7,5465

Návrh železobetonové desky

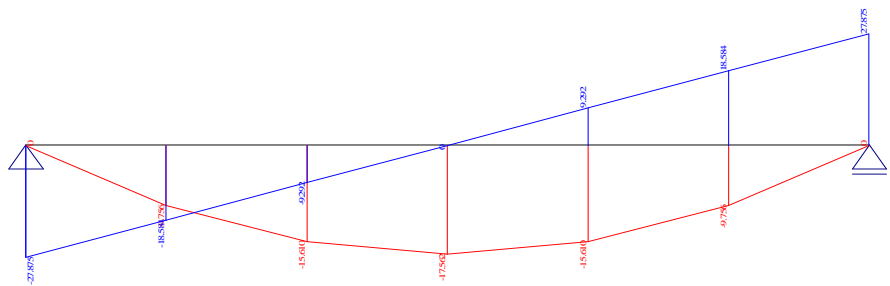
l(m) 2,5

statické schéma



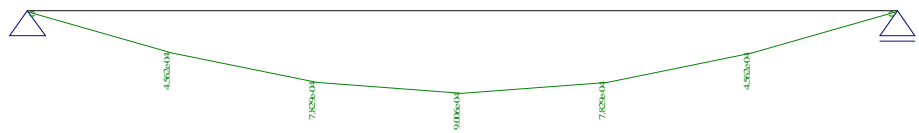
Výpočet vnitřních sil
 $M_y(\text{kNm})$, $Q_z(\text{kN})$

1kzs



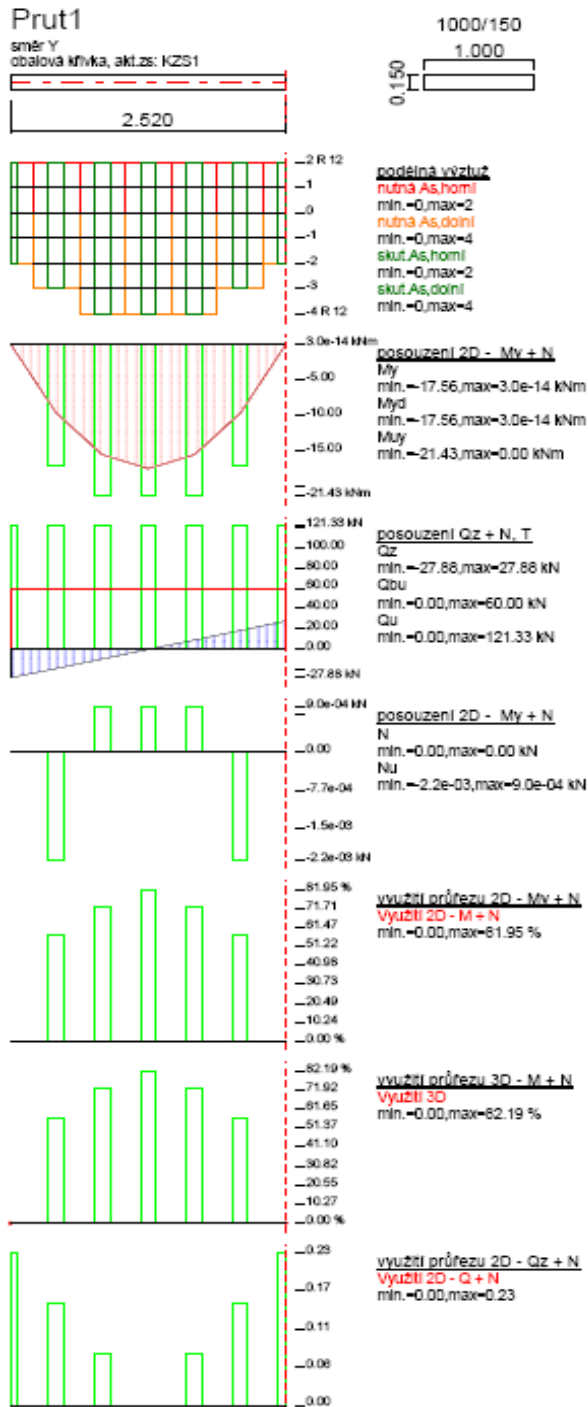
deformace (m)

2kzs



W max.(m)	0,0009	MSU
W max.(m)	0,0006429	MSP
deformace s dotvarováním		
W max.(m)	0,0027	MSP
w lim . (m)	L/500	
	0,0052	
vyhoví		

železobetonová deska - lávka



Beton C25/30

krytí 25mm

dolní výztuž

8ØR12/bm - do každé vlny vložit dva pruty R12

horní výztuž

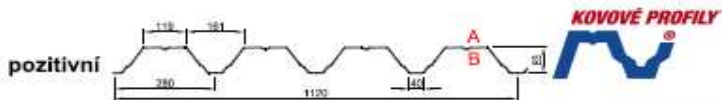
Kari 6/100/100

celková tl. desky 150mm

Návrh trapézového plechu

qd(kN/m) 5,535
qn(kN) 4,1
l(m) 2,5

TR 85/280



dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$\gamma_{M0} = 1,00$

Deformace = $L/200$

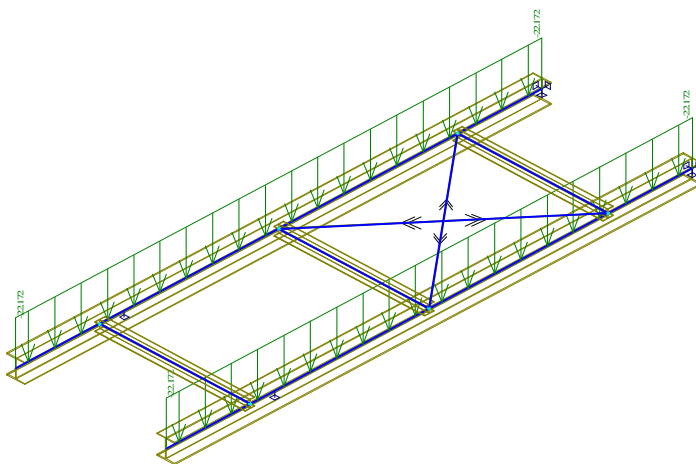
t_N [mm]		g [kg/m ²]	Připustné rovnoměrné zatížení [kN/m ²]																	
			Rozpětí [m]																	
			2,03	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25
0,75	8,04	q_{Rd}	11,18	8,93	7,16	5,81	4,97	4,23	3,65	3,18	2,80	2,48	2,21	1,98	1,79	1,62	1,48	1,35	1,24	1,14
		q_{Ed}	5,46	4,85	4,37	3,97	3,64	3,36	3,12	2,91	2,73	2,48	2,21	1,98	1,79	1,62	1,48	1,35	1,24	1,14
		q_k	6,89	6,03	4,40	3,30	2,54	2,00	1,60	1,30	1,07	0,90	0,75	0,64	0,55	0,47	0,41	0,35	0,32	0,29
0,88	9,43	q_{Rd}	13,42	10,60	8,59	7,10	5,98	5,08	4,38	3,80	3,35	2,97	2,65	2,38	2,15	1,95	1,77	1,62	1,49	1,37
		q_{Ed}	7,80	6,93	6,24	5,67	5,20	4,80	4,35	3,82	3,35	2,97	2,65	2,38	2,15	1,95	1,77	1,62	1,49	1,37
		q_k	10,60	7,44	5,43	4,09	3,14	2,47	1,99	1,67	1,32	1,10	0,93	0,79	0,69	0,59	0,57	0,45	0,38	0,31
1,00	10,71	q_{Rd}	15,45	12,21	9,89	8,17	6,87	5,85	5,05	4,40	3,88	3,42	3,05	2,74	2,47	2,24	2,04	1,87	1,72	1,58
		q_{Ed}	10,20	8,16	6,24	4,49	3,67	3,05	2,60	2,27	1,95	1,52	1,27	1,07	0,91	0,78	0,67	0,58	0,51	0,45
		q_k	12,17	8,54	6,23	4,69	3,60	2,84	2,27	1,85	1,52	1,27	1,07	0,91	0,78	0,67	0,58	0,51	0,45	0,40
1,13	12,11	q_{Rd}	17,58	13,88	11,25	9,30	7,81	6,88	5,74	5,00	4,40	3,89	3,47	3,12	2,81	2,55	2,33	2,13	1,95	1,80
		q_{Ed}	13,38	11,88	10,71	9,30	7,81	6,88	5,74	5,00	4,40	3,89	3,47	3,12	2,81	2,55	2,33	2,13	1,95	1,80
		q_k	15,97	9,70	7,07	5,31	4,09	3,22	2,59	2,10	1,73	1,44	1,21	1,03	0,89	0,78	0,68	0,58	0,51	0,45
1,25	13,38	q_{Rd}	18,52	15,42	12,49	10,32	8,67	7,39	6,37	5,55	4,88	4,30	3,85	3,48	3,12	2,83	2,58	2,36	2,17	2,00
		q_{Ed}	16,55	14,71	12,48	10,32	8,67	7,39	6,37	5,55	4,88	4,30	3,85	3,48	3,12	2,83	2,58	2,36	2,17	2,00
		q_k	15,93	10,77	7,85	5,90	4,54	3,57	2,88	2,33	1,90	1,60	1,35	1,14	0,98	0,85	0,74	0,65	0,57	0,50
1,50	16,07	q_{Rd}	23,54	18,60	15,06	12,45	10,48	8,91	7,69	6,70	5,88	5,21	4,65	4,17	3,77	3,42	3,11	2,85	2,62	2,41
		q_{Ed}	23,54	18,60	15,06	12,45	10,48	8,91	7,69	6,70	5,88	5,21	4,65	4,17	3,77	3,42	3,11	2,85	2,62	2,41
		q_k	18,60	12,99	9,47	7,12	5,48	4,31	3,45	2,81	2,31	1,93	1,62	1,38	1,18	1,02	0,89	0,78	0,69	0,61

TR 85/280 tl. 1mm

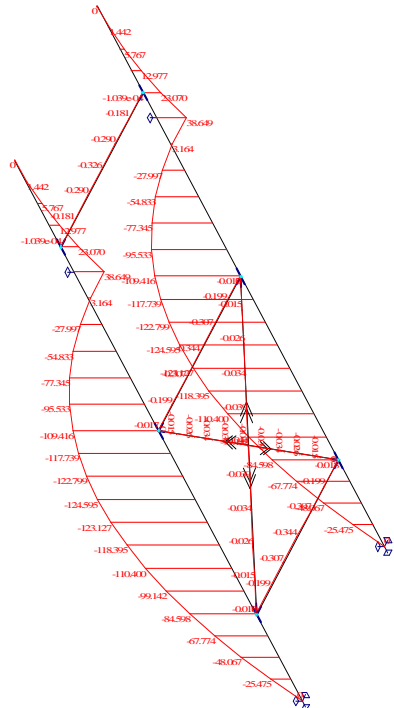
Trapézový plech bude přistřelen k ocelovým nosníkům v každé vlně!

Návrh nosníků ocelové konstrukce

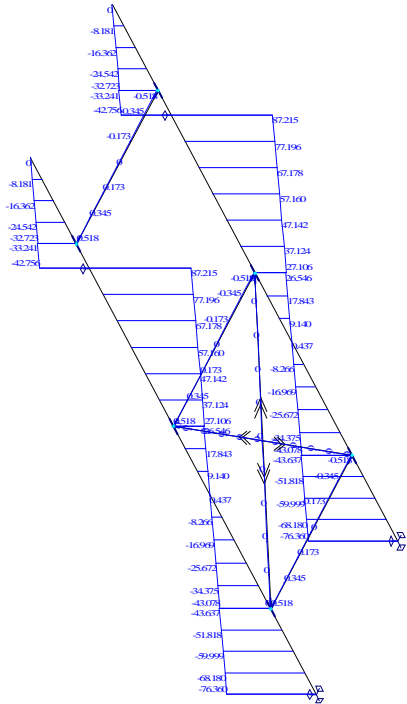
statické schéma



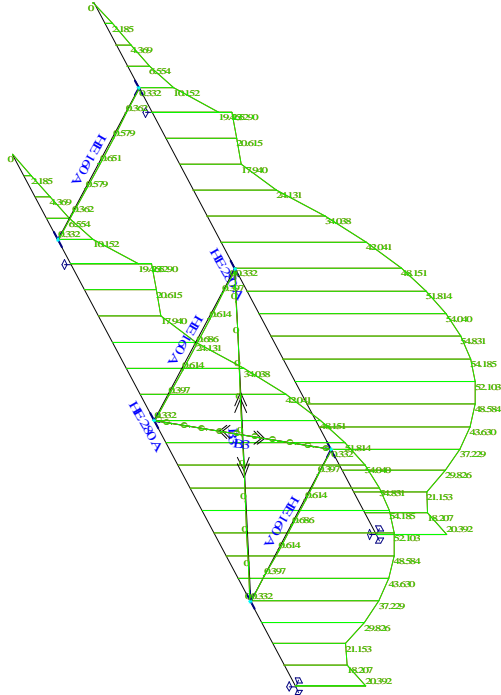
výpočet vnitřních sil
M_y(kNm)



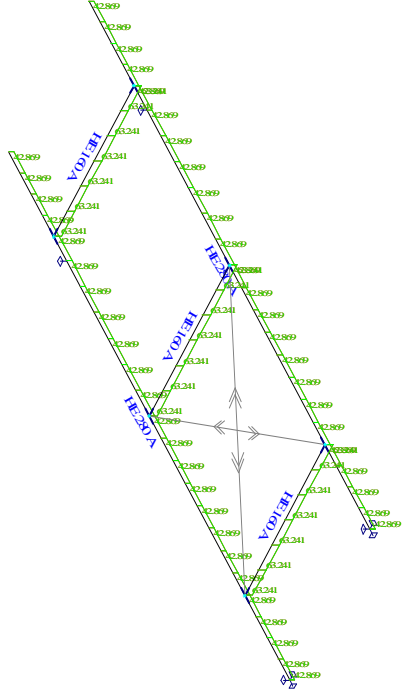
Q_z (kN)



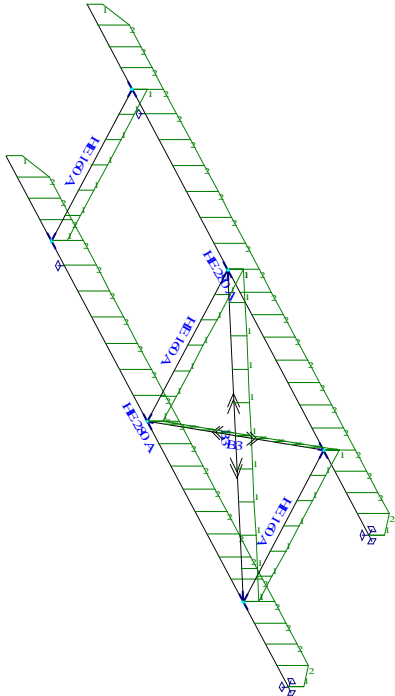
posouzení profilů
využití %
1kzs



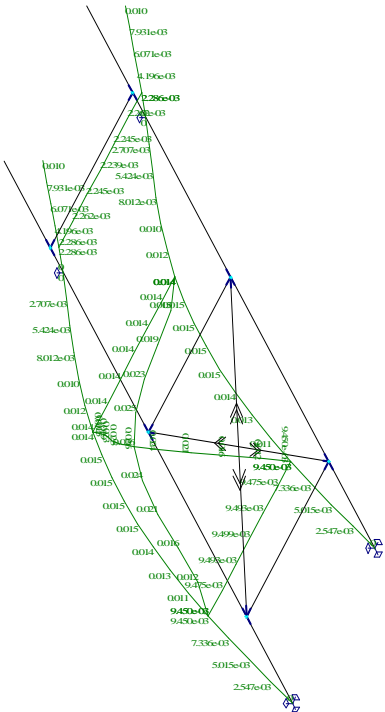
šitřnost



průběh třídy



deformace (m)
2kzs



w max. (m) 0,015
L(m) 7
w lim. (m) L/350 0,02

Navržené profily vyhoví.

Dílec : Prut1
 zat, stav,: KZS1
 POSOUZENÍ OCELOVÉHO DÍLCE PODLE ČSN P ENV 1993-1-1 (EC3)
 Délka dílce: 8,820 m
 Materiál: Ocel S235
 Průřez dílce: HE 280 A

Vnitřní síly na dílci:

X [m]	N [kN]	M2 [kNm]	Q3 [kN]	M3 [kNm]	Q2 [kN]
0	0	0	-76,36	0	0
0,353	0	25,5,2018	-68,18	0	0
0,705	0	48,1	-60	0	0
1,058	0	67,8	-51,82	0	0
1,41	0	84,6	-43,64	0	0
1,41	0	84,6	-43,08	0	0
1,785	0	99,1	-34,37	0	0
2,16	0	110,4	-25,67	0	0
2,535	0	118,4	-16,97	0	0
2,91	0	123,1	-8,27	0	0
3,285	0	124,6	0,44	0	0
3,66	0	122,8	1,9,2014	0	0
4,035	0	117,7	17,84	0	0
4,41	0	109,4	26,55	0	0
4,41	0	109,4	27,11,2018	0	0
4,842	0	95,5	37,12	0	0
5,273	0	77,3	47,14	0	0
5,705	0	54,8	57,16	0	0
6,137	0	28	67,18	0	0
6,568	0	-3,2	77,2	0	0
7	0	-38,6	87,21	0	0
7	0	-38,6	-42,76	0	0
7,41	0	-23,1	-33,24	0	0
7,41	0	-23,1	-32,72	0	0
7,763	0	-13	-24,54	0	0
8,115	0	-5,8	-16,36	0	0
8,468	0	-1,4	-8,18	0	0
8,82	0	0	0	0	0

X [m]	Tt [kNm]	Tomega [kNm]	Bimoment [kNm ²]
0	0	0	0
0,353	0	0	0
0,705	0	0	0
1,058	0	0	0
1,41	0	0	0
1,41	0	0	0
1,785	0	0	0
2,16	0	0	0
2,535	0	0	0
2,91	0	0	0
3,285	0	0	0
3,66	0	0	0
4,035	0	0	0
4,41	0	0	0
4,41	0	0	0
4,842	0	0	0
5,273	0	0	0
5,705	0	0	0
6,137	0	0	0
6,568	0	0	0
7	0	0	0
7	0	0	0
7,41	0	0	0
7,41	0	0	0
7,763	0	0	0
8,115	0	0	0
8,468	0	0	0
8,82	0	0	0

Vzpěr na dílci:

Vzpěr při vybočení kolmo k ose Z

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé kz	Vzpěrná délka Lcrz [m]
1	0	1,41	1,41	1	1,41
2	1,41	4,41	3	1	3
3	4,41	7,41	3	1	3
4	7,41	8,82	1,41	1	1,41

Vzpěr při vybočení kolmo k ose Y

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé ky	Vzpěrná délka Lcry [m]
1	0	1,41	1,41	1	1,41
2	1,41	4,41	3	1	3
3	4,41	7,41	3	1	3
4	7,41	8,82	1,41	1	1,41

Vzpěr při vybočení zkroucením

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé kw	Vzpěrná délka LcrOmega [m]
1	0	1,41	1,41	1	1,41
2	1,41	4,41	3	1	3
3	4,41	7,41	3	1	3
4	7,41	8,82	1,41	1	1,41

Klopení na dílci:

Klopení od momentu My

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Iz1 [m]	tvar	Momentová poměr psí	Poloha zatížení zP
1	0	1,41	1,41	Tvar č,5	-	0
2	1,41	4,41	3	Tvar č,5	-	0
3	4,41	7,41	3	Tvar č,5	-	0
4	7,41	8,82	1,41	Tvar č,5	-	0

Klopení od momentu Mz

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Iy1 [m]	tvar	Momentová poměr psí	Poloha zatížení yP
1	0	1,41	1,41	Tvar č,5	-	0
2	1,41	4,41	3	Tvar č,5	-	0
3	4,41	7,41	3	Tvar č,5	-	0
4	7,41	8,82	1,41	Tvar č,5	-	0

Parciální součinitele spolehlivosti:

Výpočet je proveden podle Českého národního aplikačního dokumentu,

Hodnoty parciálních součinitelů pro ocelové konstrukce:

Průřezy třídy 1,2,3: Gama_M0 = 1,150

Průřezy třídy 4: Gama_M1 = 1,150

Oslabené průřezy: Gama_M2 = 1,300

Maximální využití na dílci: 54,8 %

v řezu o souřadnici X = 3,285 m Vyhovuje

Štíhlost dílce: 42,869

bezpečná štíhlost: 150,000

Štíhlost dílce je bezpečná

DÍLEC VYHOVUJE

POSOUZENÍ OCELOVÉHO PRŮŘEZU PODLE ČSN P ENV 1993-1-1 (EC3)

Materiál: Ocel S235

Průřez: HE 280 A

Vnitřní síly:

N [kN]	M2 [kNm]	Q3 [kN]	M3 [kNm]	Q2 [kN]	Tt [kNm]	Tom [kNm]	B [kNm2]
0	124,6	0,44	0	0	0	0	0

Parciální součinitele spolehlivosti:

Výpočet je proveden podle Českého národního aplikačního dokumentu,

Hodnoty parciálních součinitelů pro ocelové konstrukce:

Průřezy třídy 1,2,3: $\gamma_{M0} = 1,150$

Průřezy třídy 4: $\gamma_{M1} = 1,150$

Oslabené průřezy: $\gamma_{M2} = 1,300$

Zatřídění průřezu:

$$\epsilon = (235/f_y[\text{MPa}])^{0,5} = 1,000$$

Zatřídění stojiny:

$$d = 0,196 \text{ m}$$

$$t_w = 0,008 \text{ m}$$

$$d/t_w = 24,500; \quad 24,500 < 33,000; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$$c = 0,140 \text{ m}$$

$$t_f = 0,013 \text{ m}$$

Stěna je namáhaná čistým tlakem:

$$c/t_f = 10,769; \quad 10,769 < 11,000; \quad \text{Třída 2}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$$c = 0,140 \text{ m}$$

$$t_f = 0,013 \text{ m}$$

Stěna je namáhaná čistým tlakem:

$$c/t_f = 10,769; \quad 10,769 < 11,000; \quad \text{Třída 2}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 0,140 \text{ m}$$

$$t_f = 0,013 \text{ m}$$

Stěna je namáhaná čistým tahem Třída 1

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 0,140 \text{ m}$$

$$t_f = 0,013 \text{ m}$$

Stěna je namáhaná čistým tahem Třída 1

Průřez spadá do třídy 2

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$S_{\text{myková plocha}} A_{vz} = 3,174 \text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{myková únosnost průřezu}} V_{\text{plRdz}} = 374,47 \text{ kN}$$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 24,500 < 69,000$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

$$S_{\text{myková únosnost při boulení}} V_{\text{baRdz}} = 374,47 \text{ kN}$$

Výpočtová únosnost ve smyku $V_{\text{Rdz}} = 374,47 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

$$S_{\text{myková plocha}} A_{vy} = 6,552 \text{E-}03 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{myková únosnost průřezu}} V_{\text{plRdy}} = 773,01 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v tahu

$$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 374,47 \text{ kN} \implies \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 773,01 \text{ kN} \implies \text{"malý smyk" ve směru osy y}$$

$$\text{Výpočtová únosnost v tahu } N_{\text{tRd}} = 1987,49 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 374,47 \text{ kN} \implies \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 773,01 \text{ kN} \implies \text{"malý smyk" ve směru osy y}$$

$$\text{Plastický průřezový modul } W_{\text{ply}} = 1,112 \text{E-}03 \text{ m}^3$$

$$\text{Moment únosnosti průřezu } M_{\text{cRdy}} = 227,2 \text{ kNm}$$

Výpočtový moment únosnosti $M_{cRdy} = 227,2 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení $Lz1 = 3,000 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu $zP = 0,000 \text{ m}$

Součinitele vzpěrné délky: $k = 1,000$; $k_w = 1,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C1 = 1,285$; $C2 = 1,562$; $C3 = 0,753$

$z_g = -0,135 \text{ m}$

$z_j = 0,000 \text{ m}$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 6580,6 \text{ kNm}$

Geometrický štíhlostní poměr $\Lambda_{LT} = 18,715$

$\Lambda_{a1} = 93,913$

$\beta_{aw} = 1,000$

Poměrná štíhlost $\Lambda_{LTpr} = 0,199$

$0,199 < 0,4$; vliv klopení neuvažujeme

Moment únosnosti s vlivem klopení $M_{bRdy} = 227,2 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 374,47 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 773,01 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{plz} = 5,181 \text{E-04 m}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{cRdz} = 105,9 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{cRdz} = 105,9 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$Q_z + dQ_z$	0,44 kN	374,47 kN	0,10%	Vyhovuje
$Q_y + dQ_y$	0,00 kN	773,01 kN	0,00%	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

$| 0,000 + 0,548 + 0,000 | < 1$

$0,548 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Posudek nejnepříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu s klopením:

$k_{LT} = 1,000$

$k_z = 1,000$

$| 0,000 + 0,548 + 0,000 | < 1$

$0,548 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Posouzení štíhlosti

Vypočtená štíhlost prutu: 42,869

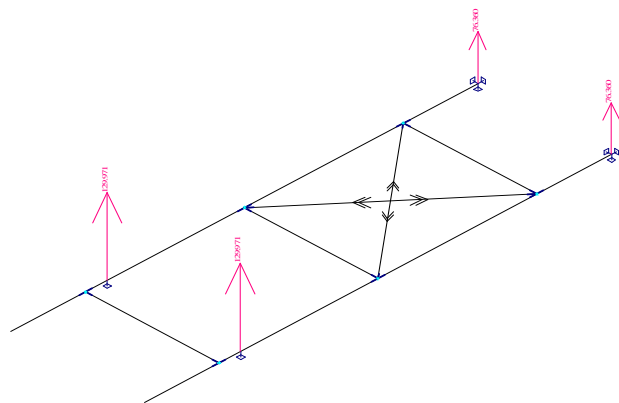
Bezpečná štíhlost tažených prutů je 150

Štíhlost je bezpečná

Využití průřezu: 54,8 %

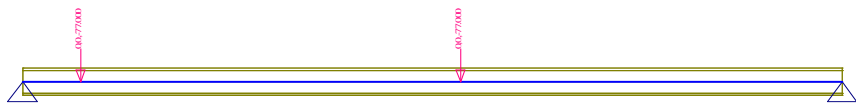
PRŮŘEZ VYHOVUJE

Reakce (kN)

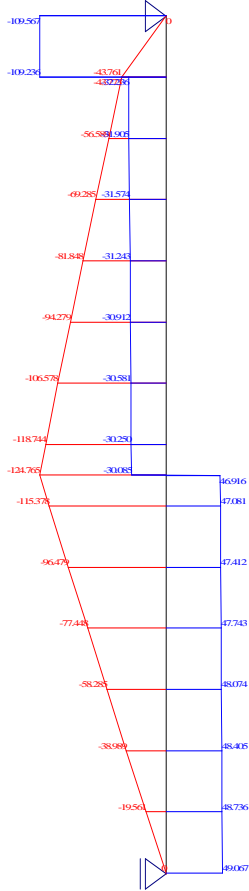


Návrh nosníku kotvení do objektu tribuny

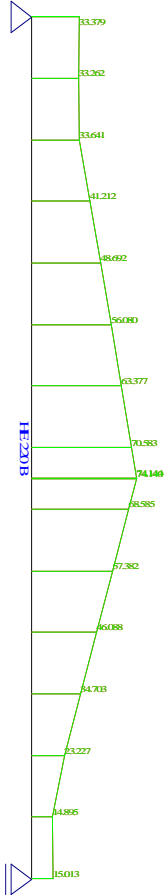
L(m) 5,6
Fd(kN) 77



Výpočet vnitřních sil
 $M_y(kNm)$, $Q_z(kN)$

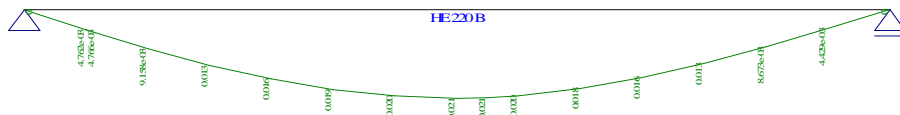


posouzení profilu
využití %



zamezeno klopení po max. 1,5m
vevaří oboustranné výztuhy P8 po max. 1,5m

deformace (m)



w max. (m)	0,021	MSU
w max. (m)	0,015	MSP

w lim. (m) L/350
0,016

Profil HEB 220 vyhoví

Dílec : Prut1

zat, stav,: KZS1

POSOUZENÍ OCELOVÉHO DÍLCE PODLE ČSN P ENV 1993-1-1 (EC3)

Délka dílce: 5,600 m

Materiál: Ocel 37

Průřez dílce: HE 220 B

Vnitřní síly na dílci:

X [m]	N [kN]	M2 [kNm]	Q3 [kN]	M3 [kNm]	Q2 [kN]
0	0	0	-109,95	0	0
0,4	0	43,9	-109,57	0	0
0,8	0	56,9	-32,18	0	0
1,2	0	69,6	-31,79	0	0
1,6	0	82,3	-31,41	0	0
2	0	94,8	-31,02	0	0
2,4	0	107,1	-30,64	0	0
2,8	0	119,3	-30,25	0	0
3	0	125,3	-30,06	0	0
3	0	125,3	46,94	0	0
3,2	0	115,9	47,14	0	0
3,6	0	97	47,52	0	0
4	0	77,9	47,91	0	0
4,4	0	58,6	48,29	0	0
4,8	0	39,3	48,68	0	0
5,2	0	19,7,2018	49,07	0	0
5,6	0	0	49,45	0	0

X [m]	Tt [kNm]	Tomega [kNm]	Bimoment [kNm ²]
0	0	0	0
0,4	0	0	0
0,8	0	0	0
1,2	0	0	0
1,6	0	0	0
2	0	0	0
2,4	0	0	0
2,8	0	0	0
3	0	0	0
3	0	0	0
3,2	0	0	0
3,6	0	0	0
4	0	0	0
4,4	0	0	0
4,8	0	0	0
5,2	0	0	0
5,6	0	0	0

Vzpěr na dílci:

Vzpěr při vybočení kolmo k ose Z

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé kz	Vzpěrná délka Lcrz [m]
1	0	5,6	5,6	1	5,6

Vzpěr při vybočení kolmo k ose Y

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé ky	Vzpěrná délka Lcry [m]
1	0	5,6	5,6	1	5,6

Vzpěr při vybočení zkroucením

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč, vzp, dé kw	Vzpěrná délka LcrOmega [m]
1	0	5,6	5,6	1	5,6

Klopení na dílci:

Klopení od momentu My

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	Iz1 [m]	tvar	Momentová poměr psí	Poloha zatížení zP
1	0	1,5	1,5	Tvar č,4	-	0
2	1,5	3	1,5	Tvar č,4	-	0
3	3	4,5	1,5	Tvar č,4	-	0
4	4,5	5,6	1,1	Tvar č,4	-	0

Klopení od momentu M_z

Číslo úseku	Začátek [m]	Konec [m]	l_{y1} [m]	tvar	Momentová poměr psí	Poloha zatížení y_P
1	0	1,5	1,5	Tvar č.5	-	0
2	1,5	3	1,5	Tvar č.5	-	0
3	3	4,5	1,5	Tvar č.5	-	0
4	4,5	5,6	1,1	Tvar č.5	-	0

Parciální součinitele spolehlivosti:

Výpočet je proveden podle Českého národního aplikačního dokumentu,

Hodnoty parciálních součinitelů pro ocelové konstrukce:

Průřezy třídy 1,2,3: $\gamma_{M0} = 1,150$

Průřezy třídy 4: $\gamma_{M1} = 1,150$

Oslabené průřezy: $\gamma_{M2} = 1,300$

Maximální využití na dílci: 74,1 %

v řezu o souřadnici $X = 3,000$ m Vyhovuje

Štíhlost dílce: 100,211

bezpečná štíhlost: 150,000

Štíhlost dílce je bezpečná

DÍLEC VYHOVUJE

POSOUZENÍ OCELOVÉHO PRŮŘEZU PODLE ČSN P ENV 1993-1-1 (EC3)

Materiál: Ocel S235

Průřez: HE 220 B

Vnitřní síly:

N [kN]	M2 [kNm]	Q3 [kN]	M3 [kNm]	Q2 [kN]	Tt [kNm]	Tom [kNm]	B [kNm2]
0	125,3	-30,06	0	0	0	0	0

Parciální součinitele spolehlivosti:

Výpočet je proveden podle Českého národního aplikačního dokumentu,

Hodnoty parciálních součinitelů pro ocelové konstrukce:

Průřezy třídy 1,2,3: $\gamma_{M0} = 1,150$

Průřezy třídy 4: $\gamma_{M1} = 1,150$

Oslabené průřezy: $\gamma_{M2} = 1,300$

Zatřídění průřezu:

$\epsilon = (235/f_y[\text{MPa}])^{0,5} = 1,000$

Zatřídění stojiny:

$d = 0,152$ m

$t_w = 0,010$ m

$d/t_w = 16,000$; $16,000 < 33,000$; Třída 1

Zatřídění levé části horní pásnice:

$c = 0,110$ m

$t_f = 0,016$ m

$c/t_f = 6,875$; $6,875 < 10,000$; Třída 1

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$c = 0,110$ m

$t_f = 0,016$ m

$c/t_f = 6,875$; $6,875 < 10,000$; Třída 1

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$c = 0,110 \text{ m}$
 $t_f = 0,016 \text{ m}$
 $c/t_f = 6,875; \quad 6,875 < 10,000; \quad \text{Třída 1}$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$c = 0,110 \text{ m}$
 $t_f = 0,016 \text{ m}$
 $c/t_f = 6,875; \quad 6,875 < 10,000; \quad \text{Třída 1}$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha $A_{vz} = 2,792\text{E-}03 \text{ m}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{plRdz} = 329,40 \text{ kN}$

Smyková únosnost při boulení:

$d/t_w = 16,000 < 69,000$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

Smyková únosnost při boulení $V_{baRdz} = 329,40 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost ve smyku $V_{Rdz} = 329,40 \text{ kN}$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{vy} = 6,312\text{E-}03 \text{ m}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{plRdy} = 744,69 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tahu

$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 329,40 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 744,69 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Výpočtová únosnost v tahu $N_{tRd} = 1860,38 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 329,40 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 744,69 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{ply} = 8,270\text{E-}04 \text{ m}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{cRdy} = 169,0 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{cRdy} = 169,0 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení $L_{z1} = 1,500 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu $z_P = 0,000 \text{ m}$

Součinitele vzpěrné délky: $k = 1,000; \quad k_w = 1,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C_1 = 1,132; \quad C_2 = 0,459; \quad C_3 = 0,525$

$z_g = -0,110 \text{ m}$

$z_j = 0,000 \text{ m}$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 5164,7 \text{ kNm}$

Geometrický štíhlostní poměr $\Lambda_{LT} = 18,218$

$\Lambda_{b1} = 93,913$

$\beta_{aw} = 1,000$

Poměrná štíhlost $\Lambda_{LTpr} = 0,194$

$0,194 < 0,4$; vliv klopení neuvažujeme

Moment únosnosti s vlivem klopení $M_{bRdy} = 169,0 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$Q_z + dQ_z \leq 0,5 \cdot 329,40 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$Q_y + dQ_y \leq 0,5 \cdot 744,69 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{plz} = 3,939\text{E-}04 \text{ m}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{cRdz} = 80,5 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{cRdz} = 80,5 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
$Q_z + dQ_z$	30,06 kN	329,40 kN	9,10%	Vyhovuje
$Q_y + dQ_y$	0,00 kN	744,69 kN	0,00%	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

$$| 0,000 + 0,741 + 0,000 | < 1$$

$$0,741 < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Posudek nejnepříznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu s klopením:

$$k_{LT} = 1,000$$

$$k_z = 1,000$$

$$| 0,000 + 0,741 + 0,000 | < 1$$

$$0,741 < 1 \implies \text{Vyhovuje}$$

Posouzení štíhlosti

Vypočtená štíhlost prutu: 100,211

Bezpečná štíhlost tažených prutů je 150

Štíhlost je bezpečná

Využití průřezu: 74,1 %

=====

PRŮŘEZ VYHOVUJE

=====