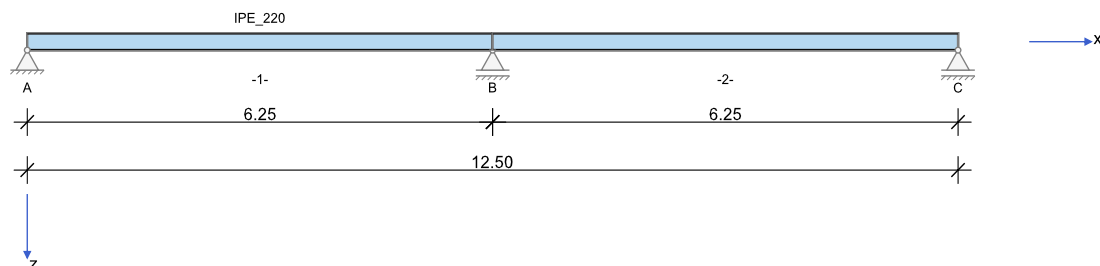


RIB Software GmbH	BALKEN V22.0 Build-Nr. 13042022	Typ: Ocel
Soubor: Stabilita-vzpěr+klopení.Balx		

Informace o projektu

Zakázka	MCO
Popis	Stabilita na vzpěr s klopením
Položka	C-09
Prvek	Hřebenová vaznice

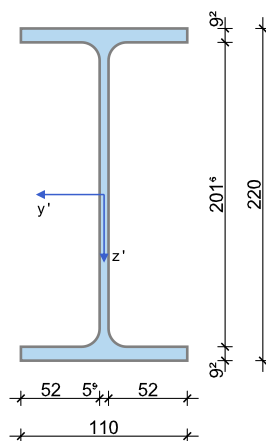
Systémové informace



Norma:	ČSN EN 1993-1-1
Návrhy na MSÚ:	elasticky - elasticky / plasticky (podle klasifikace)
Návrhová situace:	trvalá

Geometrie nosníku

IPE_220



Profil	Typ	Výška	Stojina	Horní pásnice		Dolní pásnice		Odolnost			
		h [mm]	t _w [mm]	b _{f,h} [mm]	t _{f,h} [mm]	b _{f,d} [mm]	t _{f,d} [mm]	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	I _t [cm ⁴]
IPE_220	WP	220	5.9	110	9.2	110	9.2	33.4	2770	205	9

Podpory

Podpora	x [m]	c _x [kN/m]	φ _x [kNm]	c _z [kN/m]	φ _y [kNm]	c _y [kN/m]	φ _z [kNm]
A	0.00	tuhé	tuhé	tuhé		tuhé	
B	6.25			tuhé		tuhé	
C	12.50			tuhé		tuhé	

Materiál

Konstrukční ocel

E	Modul pružnosti	γ	Specifická tíha
ν	Poissonovo číslo	α_T	Teplotní součinitel
$f_{y \leq 40}$	Jmenovitá mez kluzu pro $t \leq 40$ mm	$f_{y > 40}$	Jmenovitá mez kluzu pro $40 < t \leq 80$ mm
$f_{u \leq 40}$	Jmenovitá tahová pevnost pro $t \leq 40$ mm	$f_{u > 40}$	Jmenovitá tahová pevnost pro $40 < t \leq 80$ mm
γ_{M0}, γ_{M1}	Dílčí součinitele bezpečnosti pro konstrukční ocel	ϵ_u	Rovnoměrné přetvoření
		Diagram	S rostoucí pevností, dle kap. 3.2.7(2) a)

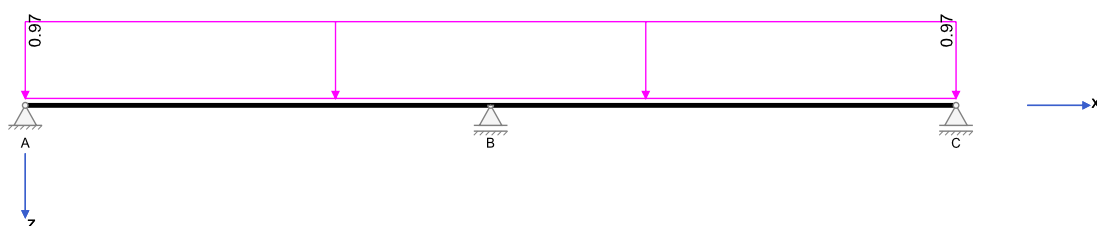
Konstrukční ocel	E [N/mm ²]	$f_{y \leq 40}$ [N/mm ²]	$f_{y > 40}$ [N/mm ²]	ϵ_u [‰]	Diagram	γ_{M0}	γ_{M1}	γ [kN/m ³]	α_T [1/K]
S235	210000	235	215	1.12	ano	1.00	1.00	78.5	1.2E-05
	0.30	360	360						

Zatížení

Zatěžovací stavy

Zatěžovací stav 1:

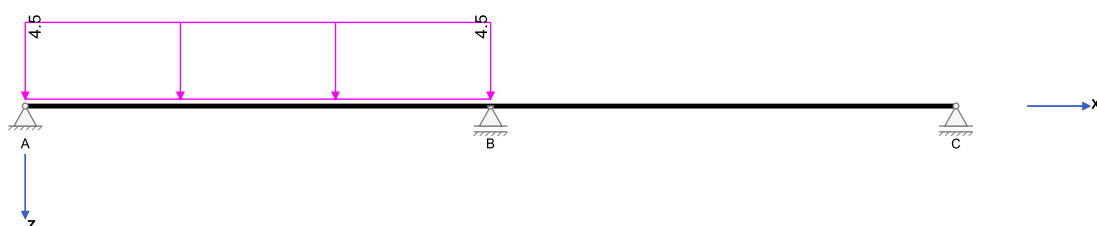
Zatížení ve směru z



Zatížení v rovině XZ

Zatěžovací stav 2:

Zatížení ve směru z



Zatížení v rovině XZ

Výsledky

Reakce

EXTR	Extrém hodnoty	EQU	Stabilita polohy (char.)
Q	Užitná zatížení (charakteristicky)	ZK	Základní kombinace
A	Mimořádné účinky	MK	Mimořádná kombinace
Součet G	Stálá zatížení	SK	Seizmická kombinace

Uložení	Zatěžovací stav	EXTR	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
A	1		0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00
A	2		0.00	0.00	12.31	0.00	0.00	0.00
A	EQU (design)	min A_z	0.00	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00
A	ZK (design)	max A_z	0.00	0.00	21.54	0.00	0.00	0.00
A	ZK (design)	min A_z	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00
B	1		0.00	0.00	7.57	0.00	0.00	0.00
B	2		0.00	0.00	17.56	0.00	0.00	0.00
B	EQU (design)	min A_z	0.00	0.00	6.81	0.00	0.00	0.00

Uložení	Zatěžovací stav	EXTR	A _x [kN]	A _y [kN]	A _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B	ZK (design)	max Az	0.00	0.00	36.57	0.00	0.00	0.00
B	ZK (design)	min Az	0.00	0.00	7.57	0.00	0.00	0.00
C		1	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00
C		2	0.00	0.00	-1.75	0.00	0.00	0.00
C	EQU (design)	min Az	0.00	0.00	-0.58	0.00	0.00	0.00
C	ZK (design)	max Az	0.00	0.00	3.07	0.00	0.00	0.00
C	ZK (design)	min Az	0.00	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00

Vnitřní účinky

Přehled vnitřních účinků

Pole č.	max M _{y,Ed} [kNm]	min M _{y,Ed} [kNm]	max V _{z,Ed} [kN]	max M _{z,Ed} [kNm]	min M _{z,Ed} [kNm]	max V _{y,Ed} [kN]	max M _{l,Ed} [kNm]	max N _{x,Ed} [kN]	min N _{x,Ed} [kN]
1	28.35	-22.77	28.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.61	-22.77	7.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Přehled nadpodporových vnitřních účinků

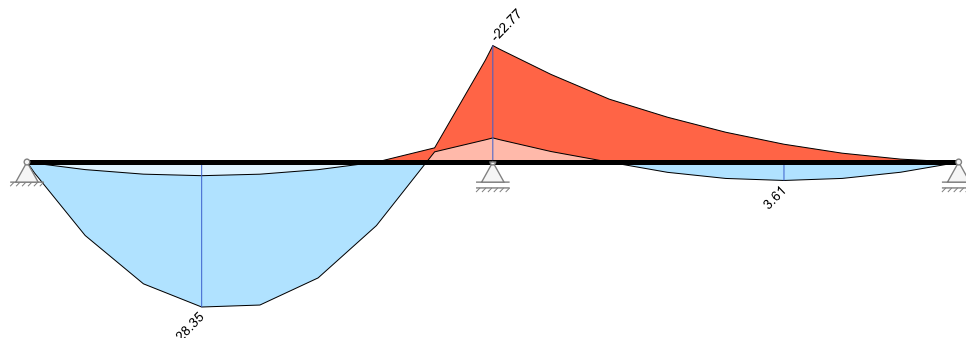
Podpora	max M _{y,Ed} [kNm]	min M _{y,Ed} [kNm]	max V _{z,Ed-Le} [kN] max V _{z,Ed-Pr} [kN]	max M _{z,Ed} [kNm]	min M _{z,Ed} [kNm]	max V _{y,Ed-Le} [kN] max V _{y,Ed-Pr} [kN]	max M _{l,Ed-Li} [kNm] max M _{l,Ed-Pr} [kNm]	max N _{x,Ed} [kN]	min N _{x,Ed} [kN]
A	0.00	0.00	0.00 21.54	0.00	0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00	0.00
B	-4.72	-22.77	-28.83 7.74	0.00	0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	-3.07 0.00	0.00	0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00	0.00

Návrh

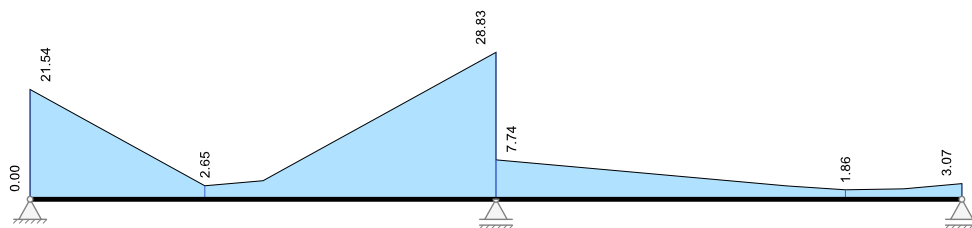
Kombinované vnitřní účinky

Základní kombinace STR/GEO										
Pole č.	x [m]	max N _{xd} [kNm]	min N _{xd} [kNm]	max M _{yd} [kNm]	min M _{yd} [kNm]	max V _{zd} [kN]	max M _{zd} [kNm]	min M _{zd} [kNm]	max V _{yd} [kN]	max M _{sd} [kNm]
1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	21.54	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.100	0.00	0.00	2.11	0.22	20.74	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.781	0.00	0.00	14.37	1.48	15.25	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.562	0.00	0.00	23.82	2.37	8.95	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.344	0.00	0.00	28.35	2.67	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3.125	0.00	0.00	27.97	2.38	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3.906	0.00	0.00	22.66	1.49	9.94	0.00	0.00	0.00	0.00
1	4.688	0.00	0.00	12.44	0.02	16.24	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.469	0.00	0.00	-1.99	-2.77	22.53	0.00	0.00	0.00	0.00
1	6.150	0.00	0.00	-4.34	-19.93	28.02	0.00	0.00	0.00	0.00
1	6.250	0.00	0.00	-4.72	-22.77	28.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.000	0.00	0.00	-4.72	-22.77	7.74	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.100	0.00	0.00	-4.34	-22.01	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.781	0.00	0.00	-2.05	-17.13	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.562	0.00	0.00	0.02	-12.29	5.69	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.344	0.00	0.00	2.02	-8.76	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.125	0.00	0.00	3.21	-5.82	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.906	0.00	0.00	3.61	-3.48	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.688	0.00	0.00	3.20	-1.73	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.469	0.00	0.00	2.00	-0.57	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6.150	0.00	0.00	0.30	-0.04	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6.250	0.00	0.00	0.00	0.00	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00

Základní kombinace M_{yd}



Základní kombinace |V_z|



Elastická únosnost EE

Napětí na MSÚ se počítají dle rovnice (6.1) bez zohlednění prostupů. Protokolují se pouze výsledky pro rozhodující návrhovou kombinaci.

A	Plocha brutto	W _{el/pl,...}	Elastický/plastický moment odolnosti
h	Výška průřezu	W _{...,y/z h/d}	.. ve směru y/z horní/dolní
h _w /t	Mezní hodnota smykového boulení		

č.	Profil	h [mm]	A [cm ²]	W _{el,yh} W _{pl,yh} [cm ³]	W _{el,yd} W _{pl,yd} [cm ³]	W _{el,zh} W _{pl,zh} [cm ³]	W _{el,zd} W _{pl,zd} [cm ³]	h _w /t
1	IPE_220	220.0	33.4	251.8 285.4	251.8 285.4	37.3 58.1	37.3 58.1	19.3

Ed	Ed s max. využitím (IAB)	σ _{Ed}	Normálové napětí z N, M _y , M _z
N _{Ed} , V _{y/z,Ed} , M _{y/z,Ed}	Návrhové vnitřní účinky MSÚ	T _{Ed}	Smykové napětí V T
Q _{Kl}	Třída průřezu	σ _{v,Ed}	Srovnávací napětí
IAB	Podmínka interakce (napětí/mezní napětí)		

Pole	x [m]	Profil	Ed rozh.	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} V _{y,Ed} [kN]	M _{y,Ed} M _{z,Ed} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	Q _{Kl}	σ _{Ed,max} σ _{Ed,min} [kN/cm ²]	T _{Ed,max} T _{Ed,min} [kN/cm ²]	σ _{v,Ed,max} σ _{v,Ed,min} [kN/cm ²]	IAB
1	0.000	1	maxVz	0.00	21.54 0.00	0.00 0.00	0.00	1	0.00 0.00	1.80 1.80	3.12 3.12	0.13
1	0.100	1	maxMy	0.00	20.74 0.00	2.11 0.00	0.00	1	0.84 -0.84	1.73 1.73	3.00 3.00	0.13
1	0.781	1	maxMy	0.00	15.25 0.00	14.37 0.00	0.00	1	5.71 -5.71	1.27 1.27	5.73 5.73	0.24
1	1.562	1	maxMy	0.00	8.95 0.00	23.82 0.00	0.00	1	9.46 -9.46	0.75 0.75	9.47 9.47	0.40
1	2.344	1	maxMy	0.00	2.65 0.00	28.35 0.00	0.00	1	11.26 -11.26	0.22 0.22	11.26 11.26	0.48
1	3.125	1	maxMy	0.00	-3.64 0.00	27.97 0.00	0.00	1	11.11 -11.11	0.30 0.30	11.11 11.11	0.47
1	3.906	1	maxMy	0.00	-9.94 0.00	22.66 0.00	0.00	1	9.00 -9.00	0.83 0.83	9.01 9.01	0.38
1	4.688	1	maxMy	0.00	-16.24 0.00	12.44 0.00	0.00	1	4.94 -4.94	1.36 1.36	4.97 4.97	0.21
1	5.469	1	minVz	0.00	-22.53 0.00	-2.71 0.00	0.00	1	1.08 -1.08	1.88 1.88	3.26 3.26	0.14
1	6.150	1	minMy	0.00	-28.02 0.00	-19.93 0.00	0.00	1	7.91 -7.91	2.34 2.34	7.98 7.98	0.34
1	6.250	1	minMy	0.00	-28.83 0.00	-22.77 0.00	0.00	1	9.04 -9.04	2.41 2.41	9.10 9.10	0.39
2	0.000	1	minMy	0.00	7.74 0.00	-22.77 0.00	0.00	1	9.04 -9.04	0.65 0.65	9.05 9.05	0.39
2	0.100	1	minMy	0.00	7.60 0.00	-22.01 0.00	0.00	1	8.74 -8.74	0.64 0.64	8.74 8.74	0.37
2	0.781	1	minMy	0.00	6.71 0.00	-17.13 0.00	0.00	1	6.80 -6.80	0.56 0.56	6.81 6.81	0.29
2	1.562	1	minMy	0.00	4.90 0.00	-12.29 0.00	0.00	1	4.88 -4.88	0.41 0.41	4.88 4.88	0.21
2	2.344	1	minMy	0.00	4.14 0.00	-8.76 0.00	0.00	1	3.48 -3.48	0.35 0.35	3.48 3.48	0.15
2	3.125	1	minMy	0.00	3.38 0.00	-5.82 0.00	0.00	1	2.31 -2.31	0.28 0.28	2.32 2.32	0.10
2	3.906	1	maxMy	0.00	0.00 0.00	3.61 0.00	0.00	1	1.43 -1.43	0.00 0.00	1.43 1.43	0.06
2	4.688	1	maxMy	0.00	-1.03 0.00	3.20 0.00	0.00	1	1.27 -1.27	0.09 0.09	1.27 1.27	0.05
2	5.469	1	maxMy	0.00	-2.05 0.00	2.00 0.00	0.00	1	0.79 -0.79	0.17 0.17	0.80 0.80	0.03
2	6.150	1	maxMy	0.00	-2.94 0.00	0.30 0.00	0.00	1	0.12 -0.12	0.25 0.25	0.43 0.43	0.02
2	6.250	1	maxMy	0.00	-3.07 0.00	0.00 0.00	0.00	1	0.00 0.00	0.26 0.26	0.45 0.45	0.02

Maximální využití: 0.48 v poli / místě = 1 / 2.344 m Posudek vyhovuje.

Plastická únosnost EP

Plastická únosnost se kontroluje i na místech, kde je elastická únosnost dostačující.			
Ed	Ed s max. využitím (IAB)	$N_{Ed}, V_{y/z,Ed}, M_{y/z,Ed}$	Návrhové vnitřní účinky MSÚ
IAB	Podmínka interakce	$N_{pl}, V_{pl,y/z}, M_{pl,y/z}$	Plastické mezní vnitřní účinky
Q_{KI}	Třída průřezu	$N_{pl,Rd}, V_{pl,y/z,Rd}, M_{pl,y/z,Rd}$	Návrhová hodnota zatížitelnosti (se snížením při iteraci)

Plastické mezní vnitřní účinky

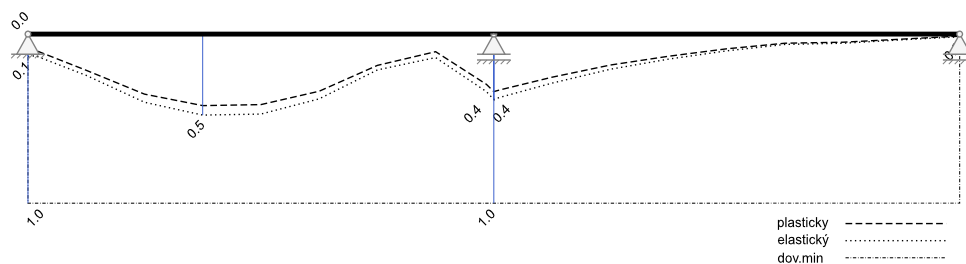
Profil	Název	N_{pl} [kN]	$V_{pl,y}$ [kN]	$V_{pl,z}$ [kN]	$M_{pl,y}$ [kNm]	$M_{pl,z}$ [kNm]
1	IPE_220	784.90	0.00	215.87	67.07	13.66

Plastická únosnost

Pole	x [m]	Profil	Ed rozh.	Q_{KI}	N_{Ed} [kN] $N_{pl,Rd}$ [kN] $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$	$M_{y,Ed}$ [kNm] $M_{pl,y,Rd}$ [kNm] $M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd}$	$V_{z,Ed}$ [kN] $V_{pl,z,Rd}$ [kN] $V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	$M_{z,Ed}$ [kNm] $M_{pl,z,Rd}$ [kNm] $M_{z,Ed} / M_{pl,z,Rd}$	$V_{y,Ed}$ [kN] $V_{pl,y,Rd}$ [kN] $V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd}$	IAB
1	0.000	1	maxVz	1	0.00 784.90 0.00	0.00 67.07 0.00	21.54 215.87 0.10	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.10
1	0.100	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	2.11 67.07 0.03	20.74 215.87 0.10	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.10
1	0.781	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	14.37 67.07 0.21	15.25 215.87 0.07	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.21
1	1.562	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	23.82 67.07 0.36	8.95 215.87 0.04	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.36
1	2.344	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	28.35 67.07 0.42	2.65 215.87 0.01	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.42
1	3.125	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	27.97 67.07 0.42	-3.64 215.87 0.02	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.42
1	3.906	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	22.66 67.07 0.34	-9.94 215.87 0.05	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.34
1	4.688	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	12.44 67.07 0.19	-16.24 215.87 0.08	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.19
1	5.469	1	minVz	1	0.00 784.90 0.00	-2.71 67.07 0.04	-22.53 215.87 0.10	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.10
1	6.150	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-19.93 67.07 0.30	-28.02 215.87 0.13	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.30
1	6.250	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-22.77 67.07 0.34	-28.83 215.87 0.13	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.34
2	0.000	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-22.77 67.07 0.34	7.74 215.87 0.04	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.34
2	0.100	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-22.01 67.07 0.33	7.60 215.87 0.04	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.33
2	0.781	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-17.13 67.07 0.26	6.71 215.87 0.03	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.26
2	1.562	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-12.29 67.07 0.18	4.90 215.87 0.02	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.18
2	2.344	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-8.76 67.07 0.13	4.14 215.87 0.02	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.13
2	3.125	1	minMy	1	0.00 784.90 0.00	-5.82 67.07 0.09	3.38 215.87 0.02	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.09
2	3.906	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	3.61 67.07 0.05	0.00 215.87 0.00	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.05
2	4.688	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	3.20 67.07 0.05	-1.03 215.87 0.00	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.05
2	5.469	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	2.00 67.07 0.03	-2.05 215.87 0.01	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.03
2	6.150	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	0.30 67.07 0.00	-2.94 215.87 0.01	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.01
2	6.250	1	maxMy	1	0.00 784.90 0.00	0.00 67.07 0.00	-3.07 215.87 0.01	0.00 13.66 0.00	0.00 0.00 0.00	0.01

Maximální využití: 0.42 v poli / místě = 1 / 2.344 m Posudek vyhovuje.

Využití



Vzpěr s klopením

Stabilita se posuzuje přibližně metodikou 2 dle EN 1993-1-1, 6.3.3, po jednotlivých polích na dílčím statickém systému náhradního prutu s vidlicovými podporami na obou koncích.

Ed	Ed s max. využitím (IAB)	$M_{y,Ed}$	Působící moment
KL	Schéma vzpěru s klopením dle tabulky 6.5	α_{LT}	Součinitel imperfekce
M_{cr}	Ideální ohybový moment s klopením	$\bar{\lambda}_{LT}$	Štíhlost
$M_{b,Rd}$	Návrhová hodnota zatížení na vzpěr s klopením	$\chi_{LT,mod}$	modifikovaný redukční součinitel pro vzpěr s klopením dle rov. 6.57/6.58
IAB	Podmínka interakce dle rovnice 6.54	k_c	Opravný součinitel dle tabulky 6.6
Q_{kl}	Třída průřezů (třída 1,2): $W_{pl,y}$, třída 3: $W_{y,el}$	Z_p	Působíště příčného zatížení $z_p = -110$ mm

Posouzení na ohyb kolem hlavní osy

Pole č.	Ed rozh.	$M_{y,Ed}$ [kNm]	KL	α_{LT}	M_{cr} [kNm]	$\bar{\lambda}_{LT}$	$\bar{\lambda}_{LT0}$	β	k_c	f	$\chi_{LT,mod}$	Q_{kl}	$M_{b,Rd}$ [kNm]	IAB
1	max M_y	28.01	b	0.340	28.13	1.544	0.400	0.750	0.910	1.000	0.409	1	27.42	1.02
2	min M_y	22.77	b	0.340	44.46	1.228	0.400	0.750	0.910	0.972	0.580	1	38.87	0.59

Maximální využití: 1.02 v poli 1 Posudek nevyhovuje.

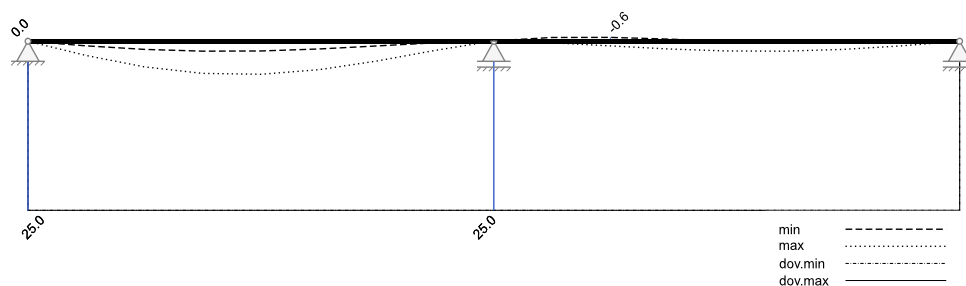
Omezení průhybů

rozh. kombinace	kvazistálá	w_z	stávající průhyb
L / 250	dovolený průhyb v poli	L / 100	dovolený průhyb konzoly

Průhyb ve směru z

Pole	L [m]	x_{min} [m]	$w_{z,min}$ [mm]	$w_{y,tah}$ [mm]	x_{max} [m]	$w_{z,max}$ [mm]	$w_{y,tah}$ [mm]	L / w_z	Využití
1	6.250	0.000	0.0	0.0	3.125	4.9	0.0	1278	0.20
2	6.250	1.562	-0.6	0.0	3.906	1.5	0.0	4243	0.06

Průhyb ve směru Z, kvazistálá kombinace [mm]



Maximální využití: 0.20 v poli / místě = 1 / 3.125 m Posudek vyhovuje.

Maximální využití: 0.00 Posudek vyhovuje.

Rekapitulace

Přehled posudků

Výpočet vnitřních účinků	lineárně elasticky			
Návrh dle	ČSN EN 1993-1-1			
Návrhová metoda	elastický-elastický/plastický			
Posudky na MSÚ	Využití	Posudky na MSP	Využití	
Únosnost EE/EP	šikmý	0.48 / 0.42	Omezení deformací	0.20
Vzpěr s klopením	šikmý	1.02		

Spotřeba materiálu

Profil	Délka [m]	Hmotnost [kg]
IPE_220	12,500	328