

POSÚDENIE HLAVNÉHO NOSNÍKA – LANGROV TRÁM

Hlavné nosníky mosta s teoretickým rozpätím 81 m sú navrhnuté ako tzv. Langrove trámy, ktoré sú tvorené ohybovo tuhými trámami, vystuženými kružnicovými oblúkmi s teoretickým vzopätím 11 m. Trámy sú navrhnuté konštantného I prierezu výšky 2580 mm, ktorý sa v podperových častiach mení na dvojstenný uzatvorený prierez. Steny trámu plynule prechádzajú do stien oblúka uzatvoreného komorového prierezu výšky 690 mm. Oblúky sú na oboch koncoch tuho pripojené na trámy na excentricite 900 mm meranej od ťažiskovej osi trámu, resp. 390 mm od horného povrchu trámu. Trám a oblúk sú okrem toho vzájomne prepojené deviatimi závesmi z plných oceľových tyčí priemeru 100 mm, ktoré sú situované v desatinách rozpätia trámu, t.j. v osových vzdialenostiach 8100 mm. Závesy sú pripojené na trámy aj oblúky pomocou styčkových plechov hrúbky 30 mm.

POSÚDENIE TRÁMU

Posúdenie normál. napätí v krajných vláknach prierezu bez vplyvu vydúvania a klopenia

Výpočet normálových napätí od jednotlivých kombinácií zaťažení bol zrealizovaný pomocou výpočtového modelu s reálnymi tuhosťami ocele aj betónu. Ich superpozícia s normálovými napätiami od 1. časti stálych zaťažení je uvedená v nasledovných tabuľkách.

Tabuľka 1: Normálové napätia v ľavom hornom vlákne trámu H1

Lineárny výpočet, Extrém : Nie													
Výber : B362, B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392, B393													
Trieda : Všetky MSÚ													
Pomenované vlákna : H1													
Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_g2_p_d	g1inf_g2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_g2_p_d	g1inf_g2_p_d
Všetky MSÚ	B363	0	0,0	0,0	105,2	79,6	105,2	79,6	102,7	105,2	79,6	207,9	182,3
Všetky MSÚ	B363	2,7	2,7	0,0	73,7	55,8	73,7	55,8	51,5	73,7	55,8	125,2	107,3
Všetky MSÚ	B364	0	2,7	-46,0	131,1	99,4	85,1	53,4	138,0	131,1	99,4	269,1	237,4
Všetky MSÚ	B364	2,7	5,4	-85,7	119,4	90,4	33,7	4,7	133,1	119,4	90,4	252,5	223,5
Všetky MSÚ	B365	0	5,4	-48,6	119,8	90,7	71,2	42,1	139,3	119,8	90,7	259,1	230,0
Všetky MSÚ	B365	2,7	8,1	-96,6	120,3	91,1	23,7	-5,5	143,3	120,3	91,1	263,6	234,4
Všetky MSÚ	B366	0	8,1	-75,7	120,4	91,1	44,7	15,4	147,2	120,4	91,1	267,6	238,3
Všetky MSÚ	B366	2,7	10,8	-123,6	98,8	74,8	-24,8	-48,8	137,1	98,8	74,8	235,9	211,9
Všetky MSÚ	B367	0	10,8	-105,3	98,8	74,8	-6,5	-30,5	139,9	98,8	74,8	238,7	214,7
Všetky MSÚ	B367	2,7	13,5	-139,8	85,2	64,5	-54,6	-75,3	133,5	85,2	64,5	218,7	198,0
Všetky MSÚ	B368	0	13,5	-124,5	85,2	64,5	-39,3	-60,0	137,4	85,2	64,5	222,6	201,9
Všetky MSÚ	B368	2,7	16,2	-144,9	80,6	61,0	-64,3	-83,9	132,5	80,6	61,0	213,1	193,5
Všetky MSÚ	B369	0	16,2	-133,4	80,6	61,0	-52,8	-72,4	138,0	80,6	61,0	218,6	199,0

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B369	2,7	18,9	-154,3	60,0	45,4	-94,3	-108,9	117,6	60,0	45,4	177,6	163,0
Všetky MSÚ	B370	0	18,9	-147,3	60,0	45,4	-87,3	-101,9	124,9	60,0	45,4	184,9	170,3
Všetky MSÚ	B370	2,7	21,6	-156,1	48,2	36,5	-107,9	-119,6	106,4	48,2	36,5	154,6	142,9
Všetky MSÚ	B371	0	21,6	-151,7	48,2	36,5	-103,5	-115,2	115,1	48,2	36,5	163,3	151,6
Všetky MSÚ	B371	2,7	24,3	-149,1	45,4	34,3	-103,7	-114,8	98,1	45,4	34,3	143,5	132,4
Všetky MSÚ	B372	0	24,3	-147,6	45,4	34,4	-102,2	-113,2	108,2	45,4	34,4	153,6	142,6
Všetky MSÚ	B372	2,7	27,0	-150,6	28,7	21,8	-121,9	-128,8	80,2	28,7	21,8	108,9	102,0
Všetky MSÚ	B373	0	27,0	-151,9	28,8	21,8	-123,1	-130,1	91,6	28,8	21,8	120,4	113,4
Všetky MSÚ	B373	2,7	29,7	-145,0	21,0	15,9	-124,0	-129,1	65,3	21,0	15,9	86,3	81,2
Všetky MSÚ	B374	0	29,7	-148,4	21,0	15,9	-127,4	-132,5	78,6	21,0	15,9	99,6	94,5
Všetky MSÚ	B374	2,7	32,4	-132,1	22,1	16,7	-110,0	-115,4	53,8	22,1	16,7	75,9	70,5
Všetky MSÚ	B375	0	32,4	-137,5	22,1	16,7	-115,4	-120,8	67,8	22,1	16,7	89,9	84,5
Všetky MSÚ	B375	2,7	35,1	-130,5	10,5	8,0	-120,0	-122,5	37,4	10,5	8,0	47,9	45,4
Všetky MSÚ	B376	0	35,1	-137,5	10,5	8,0	-127,0	-129,5	49,8	10,5	8,0	60,3	57,8
Všetky MSÚ	B376	2,7	37,8	-128,3	7,8	5,9	-120,5	-122,4	27,8	7,8	5,9	35,6	33,7
Všetky MSÚ	B377	0	37,8	-132,5	7,8	5,9	-124,7	-126,6	37,2	7,8	5,9	45,0	43,1
Všetky MSÚ	B377	2,7	40,5	-121,1	14,0	10,6	-107,1	-110,5	23,7	14,0	10,6	37,7	34,3
Všetky MSÚ	B378	0	40,5	-124,1	14,0	10,6	-110,1	-113,5	30,7	14,0	10,6	44,7	41,3
Všetky MSÚ	B378	2,7	43,2	-109,3	7,8	5,9	-101,5	-103,4	32,8	7,8	5,9	40,6	38,7
Všetky MSÚ	B379	0	43,2	-111,5	7,8	5,9	-103,7	-105,6	19,1	7,8	5,9	26,9	25,0
Všetky MSÚ	B379	2,7	45,9	-109,9	10,5	8,0	-99,4	-101,9	46,5	10,5	8,0	57,0	54,5
Všetky MSÚ	B380	0	45,9	-105,4	10,5	8,0	-94,9	-97,4	30,4	10,5	8,0	40,9	38,4
Všetky MSÚ	B380	2,7	48,6	-126,5	22,1	16,7	-104,4	-109,8	64,4	22,1	16,7	86,5	81,1
Všetky MSÚ	B381	0	48,6	-125,5	22,1	16,7	-103,4	-108,8	47,8	22,1	16,7	69,9	64,5
Všetky MSÚ	B381	2,7	51,3	-133,5	21,0	15,9	-112,5	-117,6	74,9	21,0	15,9	95,9	90,8
Všetky MSÚ	B382	0	51,3	-134,7	21,0	15,9	-113,7	-118,8	59,4	21,0	15,9	80,4	75,3
Všetky MSÚ	B382	2,7	54,0	-141,1	28,8	21,8	-112,3	-119,3	87,8	28,8	21,8	116,6	109,6
Všetky MSÚ	B383	0	54,0	-142,9	28,8	21,8	-114,1	-121,1	73,9	28,8	21,8	102,7	95,7
Všetky MSÚ	B383	2,7	56,7	-140,5	45,4	34,4	-95,1	-106,1	104,2	45,4	34,4	149,6	138,6
Všetky MSÚ	B384	0	56,7	-144,0	45,4	34,4	-98,6	-109,6	91,1	45,4	34,4	136,5	125,5
Všetky MSÚ	B384	2,7	59,4	-148,4	48,3	36,6	-100,1	-111,8	110,9	48,3	36,6	159,2	147,5
Všetky MSÚ	B385	0	59,4	-153,6	48,3	36,6	-105,3	-117,0	99,2	48,3	36,6	147,5	135,8
Všetky MSÚ	B385	2,7	62,1	-144,9	60,0	45,4	-84,9	-99,5	119,9	60,0	45,4	179,9	165,3
Všetky MSÚ	B386	0	62,1	-152,7	60,0	45,4	-92,7	-107,3	110,3	60,0	45,4	170,3	155,7
Všetky MSÚ	B386	2,7	64,8	-132,2	80,6	61,0	-51,6	-71,2	132,8	80,6	61,0	213,4	193,8
Všetky MSÚ	B387	0	64,8	-143,7	80,6	61,0	-63,1	-82,7	124,2	80,6	61,0	204,8	185,2
Všetky MSÚ	B387	2,7	67,5	-99,3	85,2	64,5	-14,1	-34,8	132,3	85,2	64,5	217,5	196,8
Všetky MSÚ	B388	0	67,5	-115,8	85,2	64,5	-30,6	-51,3	125,0	85,2	64,5	210,2	189,5
Všetky MSÚ	B388	2,7	70,2	-62,7	98,9	74,9	36,2	12,2	134,1	98,9	74,9	233,0	209,0
Všetky MSÚ	B389	0	70,2	-87,9	98,9	74,9	11,0	-13,0	128,3	98,9	74,9	227,2	203,2
Všetky MSÚ	B389	2,7	72,9	-23,5	120,4	91,1	96,9	67,6	138,5	120,4	91,1	258,9	229,6
Všetky MSÚ	B390	0	72,9	-53,9	120,3	91,1	66,4	37,2	133,4	120,3	91,1	253,7	224,5
Všetky MSÚ	B390	2,7	75,6	0,0	119,8	90,8	119,8	90,8	127,7	119,8	90,8	247,5	218,5
Všetky MSÚ	B391	0	75,6	-25,8	119,4	90,5	93,6	64,7	121,8	119,4	90,5	241,2	212,3
Všetky MSÚ	B391	2,7	78,3	0,0	131,3	99,5	131,3	99,5	132,0	131,3	99,5	263,3	231,5
Všetky MSÚ	B392	0	78,3	0,0	73,7	55,8	73,7	55,8	57,4	73,7	55,8	131,1	113,2
Všetky MSÚ	B392	2,7	81,0	0,0	105,3	79,6	105,3	79,6	101,6	105,3	79,6	206,9	181,2

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Tabuľka 2: Normálové napätia v pravom hornom vlákne trámu H2

Lineárny výpočet, Extrém : Nie

Výber : B362, B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392, B393

Trieda : Všetky MSÚ

Pomenované vlákna : H2

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B363	0	0,0	0,0	93,9	71,1	93,9	71,1	89,0	93,9	71,1	182,9	160,1
Všetky MSÚ	B363	2,7	2,7	-27,6	136,1	103,1	108,5	75,5	129,8	136,1	103,1	265,9	232,9
Všetky MSÚ	B364	0	2,7	-17,2	145,1	109,7	127,9	92,5	130,9	145,1	109,7	276,0	240,6
Všetky MSÚ	B364	2,7	5,4	-53,5	130,6	98,9	77,1	45,4	140,3	130,6	98,9	270,9	239,2
Všetky MSÚ	B365	0	5,4	-89,4	130,2	98,5	40,8	9,1	134,6	130,2	98,5	264,8	233,1
Všetky MSÚ	B365	2,7	8,1	-77,6	121,2	91,8	43,6	14,2	148,0	121,2	91,8	269,2	239,8
Všetky MSÚ	B366	0	8,1	-102,7	121,2	91,7	18,5	-11,0	144,3	121,2	91,7	265,5	236,0
Všetky MSÚ	B366	2,7	10,8	-97,8	98,2	74,3	0,4	-23,5	139,6	98,2	74,3	237,8	213,9
Všetky MSÚ	B367	0	10,8	-116,2	98,1	74,3	-18,1	-41,9	136,9	98,1	74,3	235,0	211,2
Všetky MSÚ	B367	2,7	13,5	-107,9	85,0	64,4	-22,9	-43,5	136,8	85,0	64,4	221,8	201,2
Všetky MSÚ	B368	0	13,5	-120,6	85,0	64,4	-35,6	-56,2	133,1	85,0	64,4	218,1	197,5
Všetky MSÚ	B368	2,7	16,2	-114,3	80,6	61,0	-33,7	-53,3	137,8	80,6	61,0	218,4	198,8
Všetky MSÚ	B369	0	16,2	-124,3	80,6	61,0	-43,7	-63,3	132,6	80,6	61,0	213,2	193,6
Všetky MSÚ	B369	2,7	18,9	-128,7	60,0	45,4	-68,7	-83,3	124,0	60,0	45,4	184,0	169,4
Všetky MSÚ	B370	0	18,9	-135,1	60,0	45,4	-75,1	-89,7	117,0	60,0	45,4	177,0	162,4
Všetky MSÚ	B370	2,7	21,6	-133,7	48,2	36,5	-85,5	-97,2	114,1	48,2	36,5	162,3	150,6
Všetky MSÚ	B371	0	21,6	-136,4	48,2	36,5	-88,2	-99,9	105,8	48,2	36,5	154,0	142,3
Všetky MSÚ	B371	2,7	24,3	-130,1	45,4	34,4	-84,7	-95,7	107,7	45,4	34,4	153,1	142,1
Všetky MSÚ	B372	0	24,3	-129,9	45,4	34,3	-84,5	-95,6	97,8	45,4	34,3	143,2	132,1
Všetky MSÚ	B372	2,7	27,0	-134,6	28,8	21,8	-105,8	-112,8	90,4	28,8	21,8	119,2	112,2
Všetky MSÚ	B373	0	27,0	-131,6	28,7	21,8	-102,9	-109,8	79,6	28,7	21,8	108,3	101,4
Všetky MSÚ	B373	2,7	29,7	-131,3	21,0	15,9	-110,3	-115,4	77,2	21,0	15,9	98,2	93,1
Všetky MSÚ	B374	0	29,7	-126,3	21,0	15,9	-105,3	-110,4	64,7	21,0	15,9	85,7	80,6
Všetky MSÚ	B374	2,7	32,4	-119,8	22,1	16,7	-97,7	-103,1	66,9	22,1	16,7	89,0	83,6
Všetky MSÚ	B375	0	32,4	-112,6	22,1	16,7	-90,5	-95,9	53,6	22,1	16,7	75,7	70,3
Všetky MSÚ	B375	2,7	35,1	-119,1	10,5	8,0	-108,6	-111,1	48,5	10,5	8,0	59,0	56,5
Všetky MSÚ	B376	0	35,1	-111,9	10,5	8,0	-101,4	-103,9	36,9	10,5	8,0	47,4	44,9
Všetky MSÚ	B376	2,7	37,8	-112,0	7,8	5,9	-104,2	-106,1	36,0	7,8	5,9	43,8	41,9
Všetky MSÚ	B377	0	37,8	-109,5	7,8	5,9	-101,7	-103,6	27,3	7,8	5,9	35,1	33,2
Všetky MSÚ	B377	2,7	40,5	-102,5	14,0	10,6	-88,5	-91,9	30,1	14,0	10,6	44,1	40,7
Všetky MSÚ	B378	0	40,5	-97,7	14,0	10,6	-83,7	-87,1	23,6	14,0	10,6	37,6	34,2
Všetky MSÚ	B378	2,7	43,2	-106,8	7,8	5,9	-99,0	-100,9	18,8	7,8	5,9	26,6	24,7
Všetky MSÚ	B379	0	43,2	-100,7	7,8	5,9	-92,9	-94,8	32,2	7,8	5,9	40,0	38,1
Všetky MSÚ	B379	2,7	45,9	-108,3	10,5	8,0	-97,8	-100,3	30,0	10,5	8,0	40,5	38,0
Všetky MSÚ	B380	0	45,9	-112,8	10,5	8,0	-102,3	-104,8	45,7	10,5	8,0	56,2	53,7
Všetky MSÚ	B380	2,7	48,6	-106,7	22,1	16,7	-84,6	-90,0	47,9	22,1	16,7	70,0	64,6
Všetky MSÚ	B381	0	48,6	-109,0	22,1	16,7	-86,9	-92,3	63,9	22,1	16,7	86,0	80,6
Všetky MSÚ	B381	2,7	51,3	-122,7	21,0	15,9	-101,7	-106,8	59,1	21,0	15,9	80,1	75,0
Všetky MSÚ	B382	0	51,3	-124,3	21,0	15,9	-103,3	-108,4	74,0	21,0	15,9	95,0	89,9
Všetky MSÚ	B382	2,7	54,0	-129,6	28,8	21,8	-100,8	-107,8	73,5	28,8	21,8	102,3	95,3
Všetky MSÚ	B383	0	54,0	-130,5	28,8	21,8	-101,7	-108,7	86,9	28,8	21,8	115,7	108,7
Všetky MSÚ	B383	2,7	56,7	-128,4	45,4	34,4	-83,0	-94,0	91,0	45,4	34,4	136,4	125,4
Všetky MSÚ	B384	0	56,7	-127,7	45,4	34,4	-82,3	-93,3	103,7	45,4	34,4	149,1	138,1
Všetky MSÚ	B384	2,7	59,4	-136,0	48,3	36,6	-87,7	-99,4	98,7	48,3	36,6	147,0	135,3
Všetky MSÚ	B385	0	59,4	-132,4	48,3	36,6	-84,1	-95,8	110,0	48,3	36,6	158,3	146,6
Všetky MSÚ	B385	2,7	62,1	-133,7	60,0	45,4	-73,7	-88,3	109,7	60,0	45,4	169,7	155,1
Všetky MSÚ	B386	0	62,1	-127,5	60,0	45,5	-67,5	-82,0	119,1	60,0	45,5	179,1	164,6

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B386	2,7	64,8	-120,4	80,6	61,0	-39,8	-59,4	124,4	80,6	61,0	205,0	185,4
Všetky MSÚ	B387	0	64,8	-108,9	80,6	61,0	-28,3	-47,9	132,6	80,6	61,0	213,2	193,6
Všetky MSÚ	B387	2,7	67,5	-118,1	85,0	64,4	-33,1	-53,7	124,7	85,0	64,4	209,7	189,1
Všetky MSÚ	B388	0	67,5	-102,1	85,0	64,4	-17,1	-37,7	131,6	85,0	64,4	216,6	196,0
Všetky MSÚ	B388	2,7	70,2	-92,7	98,2	74,4	5,5	-18,3	128,2	98,2	74,4	226,4	202,6
Všetky MSÚ	B389	0	70,2	-68,2	98,2	74,4	30,0	6,2	133,7	98,2	74,4	231,9	208,1
Všetky MSÚ	B389	2,7	72,9	-55,4	121,3	91,8	65,9	36,4	134,3	121,3	91,8	255,6	226,1
Všetky MSÚ	B390	0	72,9	-25,9	121,3	91,8	95,4	65,9	139,1	121,3	91,8	260,4	230,9
Všetky MSÚ	B390	2,7	75,6	-25,8	130,3	98,6	104,5	72,8	123,0	130,3	98,6	253,3	221,6
Všetky MSÚ	B391	0	75,6	0,0	130,7	98,9	130,7	98,9	128,6	130,7	98,9	259,3	227,5
Všetky MSÚ	B391	2,7	78,3	0,0	145,0	109,6	145,0	109,6	116,1	145,0	109,6	261,1	225,7
Všetky MSÚ	B392	0	78,3	0,0	136,2	103,1	136,2	103,1	119,6	136,2	103,1	255,8	222,7
Všetky MSÚ	B392	2,7	81,0	0,0	93,9	71,1	93,9	71,1	84,8	93,9	71,1	178,7	155,9

Tabuľka 3: Normálové napätia v ľavom dolnom vlákne trámu D1

Lineárny výpočet, Extrém : Nie

Výber : B362, B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392, B393

Trieda : Všetky MSÚ

Pomenované vlákna : D1

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B363	0	0,0	-34,2	-13,9	-10,5	-48,1	-44,7	3,2	-13,9	-10,5	-10,7	-7,3
Všetky MSÚ	B363	2,7	2,7	-30,7	-9,6	-7,3	-40,3	-38,0	7,7	-9,6	-7,3	-1,9	0,4
Všetky MSÚ	B364	0	2,7	-40,1	2,7	2,2	-37,4	-37,9	30,5	2,7	2,2	33,2	32,7
Všetky MSÚ	B364	2,7	5,4	-49,5	17,2	13,0	-32,3	-36,5	69,3	17,2	13,0	86,5	82,3
Všetky MSÚ	B365	0	5,4	-51,4	17,6	13,3	-33,8	-38,1	91,7	17,6	13,3	109,3	105,0
Všetky MSÚ	B365	2,7	8,1	-64,8	26,6	20,1	-38,2	-44,7	79,9	26,6	20,1	106,5	100,0
Všetky MSÚ	B366	0	8,1	-66,7	26,6	20,2	-40,1	-46,5	95,7	26,6	20,2	122,3	115,9
Všetky MSÚ	B366	2,7	10,8	-62,1	49,7	37,6	-12,4	-24,5	90,8	49,7	37,6	140,5	128,4
Všetky MSÚ	B367	0	10,8	-64,2	49,7	37,6	-14,5	-26,6	103,2	49,7	37,6	152,9	140,8
Všetky MSÚ	B367	2,7	13,5	-63,9	62,8	47,5	-1,1	-16,4	94,7	62,8	47,5	157,5	142,2
Všetky MSÚ	B368	0	13,5	-65,3	62,8	47,5	-2,5	-17,8	105,2	62,8	47,5	168,0	152,7
Všetky MSÚ	B368	2,7	16,2	-69,5	67,2	50,9	-2,3	-18,6	99,5	67,2	50,9	166,7	150,4
Všetky MSÚ	B369	0	16,2	-68,9	67,2	50,9	-1,7	-18,0	106,3	67,2	50,9	173,5	157,2
Všetky MSÚ	B369	2,7	18,9	-61,5	87,8	66,4	26,3	4,9	112,6	87,8	66,4	200,4	179,0
Všetky MSÚ	B370	0	18,9	-58,9	87,8	66,5	28,9	7,6	116,4	87,8	66,5	204,2	182,9
Všetky MSÚ	B370	2,7	21,6	-57,3	99,6	75,3	42,3	18,0	117,1	99,6	75,3	216,7	192,4
Všetky MSÚ	B371	0	21,6	-52,6	99,6	75,3	47,0	22,7	117,3	99,6	75,3	216,9	192,6
Všetky MSÚ	B371	2,7	24,3	-56,5	102,4	77,5	45,9	21,0	113,9	102,4	77,5	216,3	191,4
Všetky MSÚ	B372	0	24,3	-49,7	102,4	77,5	52,7	27,8	111,8	102,4	77,5	214,2	189,3
Všetky MSÚ	B372	2,7	27,0	-45,0	119,0	90,1	74,0	45,1	119,9	119,0	90,1	238,9	210,0
Všetky MSÚ	B373	0	27,0	-37,5	119,1	90,1	81,6	52,6	116,2	119,1	90,1	235,3	206,3
Všetky MSÚ	B373	2,7	29,7	-37,3	126,8	96,0	89,5	58,7	119,1	126,8	96,0	245,9	215,1
Všetky MSÚ	B374	0	29,7	-29,0	126,8	96,0	97,8	67,0	114,0	126,8	96,0	240,8	210,0
Všetky MSÚ	B374	2,7	32,4	-33,0	125,7	95,1	92,7	62,1	110,4	125,7	95,1	236,1	205,5
Všetky MSÚ	B375	0	32,4	-23,9	125,7	95,1	101,8	71,2	104,3	125,7	95,1	230,0	199,4
Všetky MSÚ	B375	2,7	35,1	-20,5	137,3	103,9	116,8	83,4	113,0	137,3	103,9	250,3	216,9
Všetky MSÚ	B376	0	35,1	-13,8	137,3	103,9	123,5	90,1	109,8	137,3	103,9	247,1	213,7
Všetky MSÚ	B376	2,7	37,8	-13,7	140,0	105,9	126,3	92,2	109,6	140,0	105,9	249,6	215,5

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B377	0	37,8	-8,1	140,0	105,9	131,9	97,8	109,0	140,0	105,9	249,0	214,9
Všetky MSÚ	B377	2,7	40,5	-11,5	133,8	101,3	122,3	89,8	102,3	133,8	101,3	236,1	203,6
Všetky MSÚ	B378	0	40,5	-12,5	133,8	101,3	121,3	88,8	98,3	133,8	101,3	232,1	199,6
Všetky MSÚ	B378	2,7	43,2	-7,9	140,0	105,9	132,1	98,0	107,7	140,0	105,9	247,7	213,6
Všetky MSÚ	B379	0	43,2	-16,9	140,0	105,9	123,1	89,0	103,6	140,0	105,9	243,6	209,5
Všetky MSÚ	B379	2,7	45,9	-14,8	137,3	103,9	122,5	89,1	111,8	137,3	103,9	249,1	215,7
Všetky MSÚ	B380	0	45,9	-23,2	137,3	103,9	114,1	80,7	114,8	137,3	103,9	252,1	218,7
Všetky MSÚ	B380	2,7	48,6	-25,4	125,7	95,1	100,3	69,7	108,2	125,7	95,1	233,9	203,3
Všetky MSÚ	B381	0	48,6	-35,4	125,7	95,1	90,3	59,7	110,3	125,7	95,1	236,0	205,4
Všetky MSÚ	B381	2,7	51,3	-30,1	126,8	96,0	96,7	65,9	120,1	126,8	96,0	246,9	216,1
Všetky MSÚ	B382	0	51,3	-39,7	126,8	95,9	87,1	56,2	122,2	126,8	95,9	249,0	218,1
Všetky MSÚ	B382	2,7	54,0	-38,0	119,0	90,1	81,0	52,1	123,6	119,0	90,1	242,6	213,7
Všetky MSÚ	B383	0	54,0	-47,3	119,0	90,1	71,7	42,8	125,1	119,0	90,1	244,1	215,2
Všetky MSÚ	B383	2,7	56,7	-49,9	102,4	77,5	52,5	27,6	119,7	102,4	77,5	222,1	197,2
Všetky MSÚ	B384	0	56,7	-58,3	102,4	77,5	44,1	19,2	120,3	102,4	77,5	222,7	197,8
Všetky MSÚ	B384	2,7	59,4	-52,1	99,5	75,3	47,4	23,2	125,8	99,5	75,3	225,3	201,1
Všetky MSÚ	B385	0	59,4	-58,9	99,5	75,3	40,6	16,4	124,9	99,5	75,3	224,4	200,2
Všetky MSÚ	B385	2,7	62,1	-57,0	87,8	66,4	30,8	9,4	123,4	87,8	66,4	211,2	189,8
Všetky MSÚ	B386	0	62,1	-62,8	87,8	66,4	25,0	3,6	120,4	87,8	66,4	208,2	186,8
Všetky MSÚ	B386	2,7	64,8	-65,5	67,2	50,9	1,7	-14,6	113,2	67,2	50,9	180,4	164,1
Všetky MSÚ	B387	0	64,8	-69,9	67,2	50,9	-2,7	-19,0	106,7	67,2	50,9	173,9	157,6
Všetky MSÚ	B387	2,7	67,5	-61,0	62,8	47,5	1,8	-13,5	113,2	62,8	47,5	176,0	160,7
Všetky MSÚ	B388	0	67,5	-63,7	62,8	47,5	-0,9	-16,2	104,7	62,8	47,5	167,5	152,2
Všetky MSÚ	B388	2,7	70,2	-59,0	49,6	37,5	-9,4	-21,5	93,9	49,6	37,5	143,5	131,4
Všetky MSÚ	B389	0	70,2	-60,5	49,6	37,5	-10,9	-23,0	79,8	49,6	37,5	129,4	117,3
Všetky MSÚ	B389	2,7	72,9	-59,9	26,6	20,1	-33,3	-39,8	65,7	26,6	20,1	92,3	85,8
Všetky MSÚ	B390	0	72,9	-60,6	26,5	20,1	-34,1	-40,5	49,2	26,5	20,1	75,7	69,3
Všetky MSÚ	B390	2,7	75,6	-43,6	17,5	13,3	-26,1	-30,3	48,3	17,5	13,3	65,8	61,6
Všetky MSÚ	B391	0	75,6	-43,8	17,2	13,0	-26,6	-30,8	30,5	17,2	13,0	47,7	43,5
Všetky MSÚ	B391	2,7	78,3	-29,4	2,8	2,3	-26,6	-27,1	23,8	2,8	2,3	26,6	26,1
Všetky MSÚ	B392	0	78,3	-22,4	-9,6	-7,3	-32,0	-29,7	3,0	-9,6	-7,3	-6,6	-4,3
Všetky MSÚ	B392	2,7	81,0	-23,8	-13,9	-10,5	-37,7	-34,3	1,0	-13,9	-10,5	-12,9	-9,5

Tabuľka 4: Normálové napätia v pravom dolnom vlákne trámu D2

Lineárny výpočet, Extrém : Nie

Výber : B362, B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392, B393

Trieda : Všetky MSÚ

Pomenované vlákna : D2

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B363	0	0,0	-54,1	-25,1	-19,0	-79,2	-73,1	0,1	-25,1	-19,0	-25,0	-18,9
Všetky MSÚ	B363	2,7	2,7	-43,1	1,3	1,1	-41,8	-42,0	14,9	1,3	1,1	16,2	16,0
Všetky MSÚ	B364	0	2,7	-49,1	16,8	12,5	-32,3	-36,6	61,1	16,8	12,5	77,9	73,6
Všetky MSÚ	B364	2,7	5,4	-44,5	28,5	21,5	-16,0	-23,0	102,7	28,5	21,5	131,2	124,2
Všetky MSÚ	B365	0	5,4	-56,3	28,0	21,2	-28,3	-35,1	53,3	28,0	21,2	81,3	74,5
Všetky MSÚ	B365	2,7	8,1	-61,6	27,5	20,8	-34,1	-40,8	101,4	27,5	20,8	128,9	122,2
Všetky MSÚ	B366	0	8,1	-69,7	27,4	20,8	-42,3	-48,9	72,2	27,4	20,8	99,6	93,0
Všetky MSÚ	B366	2,7	10,8	-61,7	49,0	37,0	-12,7	-24,7	121,3	49,0	37,0	170,3	158,3
Všetky MSÚ	B367	0	10,8	-66,7	49,0	37,0	-17,7	-29,7	95,2	49,0	37,0	144,2	132,2

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Stav	Prút	dx [m]	x [m]	Sigma min (MPa)					Sigma max (MPa)				
				g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d	g2_p_d	g1sup	g1inf	g1sup_ g2_p_d	g1inf_g 2_p_d
Všetky MSÚ	B367	2,7	13,5	-62,8	62,6	47,4	-0,2	-15,4	131,9	62,6	47,4	194,5	179,3
Všetky MSÚ	B368	0	13,5	-68,9	62,6	47,4	-6,3	-21,5	109,8	62,6	47,4	172,4	157,2
Všetky MSÚ	B368	2,7	16,2	-65,8	67,2	50,9	1,4	-14,9	132,5	67,2	50,9	199,7	183,4
Všetky MSÚ	B369	0	16,2	-74,1	67,2	50,9	-6,9	-23,2	116,1	67,2	50,9	183,3	167,0
Všetky MSÚ	B369	2,7	18,9	-56,5	87,8	66,5	31,3	10,0	139,5	87,8	66,5	227,3	206,0
Všetky MSÚ	B370	0	18,9	-67,0	87,8	66,5	20,8	-0,5	130,1	87,8	66,5	217,9	196,6
Všetky MSÚ	B370	2,7	21,6	-49,5	99,6	75,3	50,1	25,8	140,5	99,6	75,3	240,1	215,8
Všetky MSÚ	B371	0	21,6	-63,3	99,6	75,3	36,3	12,0	135,5	99,6	75,3	235,1	210,8
Všetky MSÚ	B371	2,7	24,3	-46,3	102,4	77,5	56,1	31,2	133,7	102,4	77,5	236,1	211,2
Všetky MSÚ	B372	0	24,3	-62,2	102,4	77,5	40,2	15,3	133,0	102,4	77,5	235,4	210,5
Všetky MSÚ	B372	2,7	27,0	-34,4	119,0	90,1	84,6	55,7	137,0	119,0	90,1	256,0	227,1
Všetky MSÚ	B373	0	27,0	-51,2	119,0	90,1	67,8	38,9	139,8	119,0	90,1	258,8	229,9
Všetky MSÚ	B373	2,7	29,7	-25,6	126,8	96,0	101,2	70,4	134,1	126,8	96,0	260,9	230,1
Všetky MSÚ	B374	0	29,7	-44,0	126,8	96,0	82,8	52,0	139,0	126,8	96,0	265,8	235,0
Všetky MSÚ	B374	2,7	32,4	-21,0	125,7	95,2	104,7	74,2	124,0	125,7	95,2	249,7	219,2
Všetky MSÚ	B375	0	32,4	-38,8	125,7	95,1	86,9	56,3	131,4	125,7	95,1	257,1	226,5
Všetky MSÚ	B375	2,7	35,1	-11,7	137,3	103,9	125,6	92,2	125,8	137,3	103,9	263,1	229,7
Všetky MSÚ	B376	0	35,1	-26,5	137,3	103,9	110,8	77,4	135,1	137,3	103,9	272,4	239,0
Všetky MSÚ	B376	2,7	37,8	-6,5	140,0	105,9	133,5	99,4	126,8	140,0	105,9	266,8	232,7
Všetky MSÚ	B377	0	37,8	-18,8	140,0	105,9	121,2	87,1	132,2	140,0	105,9	272,2	238,1
Všetky MSÚ	B377	2,7	40,5	-17,5	133,8	101,3	116,3	83,8	121,0	133,8	101,3	254,8	222,3
Všetky MSÚ	B378	0	40,5	-15,2	133,8	101,3	118,6	86,1	125,0	133,8	101,3	258,8	226,3
Všetky MSÚ	B378	2,7	43,2	-22,1	140,0	105,9	117,9	83,8	118,8	140,0	105,9	258,8	224,7
Všetky MSÚ	B379	0	43,2	-5,2	140,0	105,9	134,8	100,7	122,0	140,0	105,9	262,0	227,9
Všetky MSÚ	B379	2,7	45,9	-29,4	137,3	103,9	107,9	74,5	113,4	137,3	103,9	250,7	217,3
Všetky MSÚ	B380	0	45,9	-11,7	137,3	103,9	125,6	92,2	107,7	137,3	103,9	245,0	211,6
Všetky MSÚ	B380	2,7	48,6	-41,5	125,7	95,1	84,2	53,6	128,7	125,7	95,1	254,4	223,8
Všetky MSÚ	B381	0	48,6	-21,0	125,7	95,1	104,7	74,1	127,8	125,7	95,1	253,5	222,9
Všetky MSÚ	B381	2,7	51,3	-46,2	126,8	95,9	80,6	49,7	134,8	126,8	95,9	261,6	230,7
Všetky MSÚ	B382	0	51,3	-26,2	126,8	96,0	100,6	69,8	137,1	126,8	96,0	263,9	233,1
Všetky MSÚ	B382	2,7	54,0	-53,3	119,0	90,1	65,7	36,8	139,2	119,0	90,1	258,2	229,3
Všetky MSÚ	B383	0	54,0	-34,8	119,0	90,1	84,2	55,3	141,9	119,0	90,1	260,9	232,0
Všetky MSÚ	B383	2,7	56,7	-63,8	102,4	77,5	38,6	13,7	135,4	102,4	77,5	237,8	212,9
Všetky MSÚ	B384	0	56,7	-46,3	102,4	77,5	56,1	31,2	140,1	102,4	77,5	242,5	217,6
Všetky MSÚ	B384	2,7	59,4	-64,8	99,5	75,3	34,7	10,5	140,9	99,5	75,3	240,4	216,2
Všetky MSÚ	B385	0	59,4	-49,1	99,5	75,3	50,4	26,2	148,4	99,5	75,3	247,9	223,7
Všetky MSÚ	B385	2,7	62,1	-67,9	87,8	66,4	19,9	-1,5	136,7	87,8	66,4	224,5	203,1
Všetky MSÚ	B386	0	62,1	-54,9	87,8	66,5	32,9	11,6	147,9	87,8	66,5	235,7	214,4
Všetky MSÚ	B386	2,7	64,8	-74,5	67,2	50,9	-7,3	-23,6	124,0	67,2	50,9	191,2	174,9
Všetky MSÚ	B387	0	64,8	-62,8	67,2	50,9	4,4	-11,9	140,3	67,2	50,9	207,5	191,2
Všetky MSÚ	B387	2,7	67,5	-69,0	62,6	47,3	-6,4	-21,7	95,5	62,6	47,3	158,1	142,8
Všetky MSÚ	B388	0	67,5	-58,7	62,6	47,3	3,9	-11,4	118,8	62,6	47,3	181,4	166,1
Všetky MSÚ	B388	2,7	70,2	-65,9	48,9	37,0	-17,0	-28,9	65,2	48,9	37,0	114,1	102,2
Všetky MSÚ	B389	0	70,2	-56,4	48,9	37,0	-7,5	-19,4	99,9	48,9	37,0	148,8	136,9
Všetky MSÚ	B389	2,7	72,9	-65,8	27,4	20,8	-38,4	-45,0	35,5	27,4	20,8	62,9	56,3
Všetky MSÚ	B390	0	72,9	-54,9	27,5	20,8	-27,4	-34,1	77,1	27,5	20,8	104,6	97,9
Všetky MSÚ	B390	2,7	75,6	-50,0	28,0	21,1	-22,0	-28,9	15,8	28,0	21,1	43,8	36,9
Všetky MSÚ	B391	0	75,6	-37,3	28,4	21,4	-8,9	-15,9	63,9	28,4	21,4	92,3	85,3
Všetky MSÚ	B391	2,7	78,3	-40,2	16,5	12,4	-23,7	-27,8	0,1	16,5	12,4	16,6	12,5
Všetky MSÚ	B392	0	78,3	-30,5	1,5	1,3	-29,0	-29,2	2,8	1,5	1,3	4,3	4,1
Všetky MSÚ	B392	2,7	81,0	-40,5	-25,2	-19,0	-65,7	-59,5	0,0	-25,2	-19,0	-25,2	-19,0

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Max. ťahové napätie v priereze (horné vlákno H2 v mieste 2. priečnika, $x = 2,7$ m):

$$\sigma_{\max} = 276,0 \text{ MPa} < f_y/\gamma_{M0} = 355/1,0 = 355 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

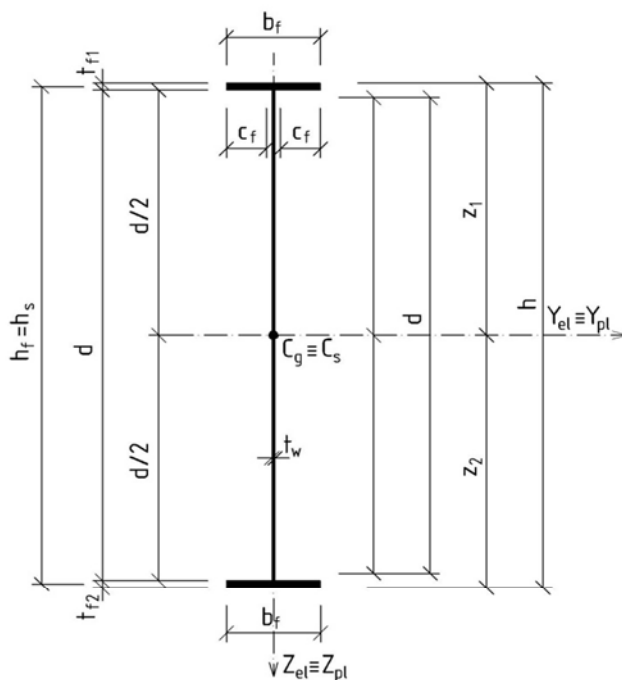
Max. tlakové napätie v priereze (horné vlákno H1 v mieste 11. priečnika, $x = 29,7$ m):

$$\sigma_{\max} = -132,5 \text{ MPa} < f_y/\gamma_{M0} = 355/1,0 = 355 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posúdenie najviac namáhaného prierezu trámu s vplyvom vydúvania

Vplyv vydúvania štíhlej steny overíme v priereze s maximálnym tlakovým napätím (v mieste 11. priečnika, $x = 29,7$ m).

Prierezové charakteristiky plného prierezu



$t_f =$	40 mm	$A_f =$	20,000E+03 mm ²
$b_f =$	500 mm	$A_w =$	37,500E+03 mm ²
$t_w =$	15 mm	$A =$	77,500E+03 mm ²
$d =$	2500 mm	$S_{y,f} =$	25,400E+06 mm ³
$h =$	2580 mm	$I_y =$	84,053E+09 mm ⁴
$h_f =$	2540 mm	$I_z =$	834,036E+06 mm ⁴
$z_1 =$	-1290,0 mm	$I_t =$	24,146E+06 mm ⁴
$z_2 =$	1290,0 mm	$I_{z,f} =$	416,667E+06 mm ⁴
$y_l =$	-250,0 mm	$I_w =$	1,345E+15 mm ⁶
$y_p =$	250,0 mm		
$W_{el,y} =$	65,157E+06 mm ³	$W_{pl,y} =$	74,238E+06 mm ³
$W_{el,z} =$	3,336E+06 mm ³	$W_{pl,z} =$	5,281E+06 mm ³

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Materiálové parametre:

	Oceľ	t [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Pásnice	S355	40	355	510	1,00	1,10	1,25
Stena	S355	15	355	510			

Zatriedenie prierezu:

(predpokladaná účinná výška krčných kútových zvarov $a = 8$ mm)

Pásnice: (zatriedenie na tlak)

$$\varepsilon_m = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$c_f = 231,9 \text{ mm} \quad \left\{ \begin{array}{l} < 33 \cdot \varepsilon_m = 33 \cdot 0,81 = 26,8 \\ < 38 \cdot \varepsilon_m = 38 \cdot 0,81 = 30,9 \\ < 42 \cdot \varepsilon_m = 42 \cdot 0,81 = 34,2 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 1}$$

$$\beta_f = \frac{c_f}{t_f} = \frac{231,9}{40} = 5,8$$

Steny: (predbežné zatriedenie na zvislý ohyb)

$$\varepsilon_m = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$c_w = 2478,8 \text{ mm} \quad \left\{ \begin{array}{l} > 72 \cdot \varepsilon_m = 72 \cdot 0,81 = 58,6 \\ > 83 \cdot \varepsilon_m = 83 \cdot 0,81 = 67,5 \\ > 124 \cdot \varepsilon_m = 124 \cdot 0,81 = 100,9 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 4}$$

$$\beta_w = \frac{c_w}{t_w} = \frac{2478,8}{15} = 165,25$$

Vplyv vydúvania štíhlej steny:

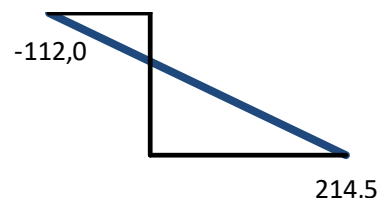
Návrhové hodnoty vnútorných síl v posudzovanom priereze od rozhodujúcej kombinácie:

Kombinácia pre:	N_{Ed} [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
min σ_h	3971,58		-486,70		11069,03	-46,26

Napätia v krajných vláknach steny (na úpätí krčných zvarov):

na hornom okraji: $\sigma_{w1} = -111,97$ MPa

na dolnom okraji: $\sigma_{w2} = 214,46$ MPa



Pre účely zohľadnenia účinkov vydúvania sa tlakové napätia označujú ako kladné, ťahové ako záporné. Maximálne napätie z oboch okrajových napätí je označené ako σ_1 .

σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	k_σ	$\bar{\lambda}_p$	$\bar{\lambda}_{p,red}$	ρ	
111,97	-214,46	-1,92	50,83	1,0032	0,563	1,00	Stena nevydúva

Vplyv vydúvania steny sa neprejaví, posúdenie odolnosti prierezu ostáva v platnosti.

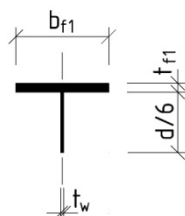
Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Posúdenie najviac namáhaného prierezu trámu s vplyvom klopenia

Vplyv klopenia zohľadníme pomocou zjednodušenej metódy podľa 6.3.4.2 v STN EN 1993-2 ako vzpernú odolnosť ekvivalentnej tlačenej pásnice (obr. 1) zabezpečenej proti vybočeniu tuhosťou priečných polorámov. Pribeh osovej sily určíme z priebehu normálovej sily a ohybového momentu M_y po dĺžke trámu:

$$N_f = N_{f,n} + N_{f,m} = \frac{A_f}{A} \cdot N + \frac{S_f}{I_f} \cdot M_y$$



$$A = 0,0775 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,084053 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,000834 \text{ m}^4$$

$$A_f = 0,02625 \text{ m}^2$$

$$S_{yf} = 0,03191 \text{ m}^3$$

Obrázok 1: Ekvivalentná tlačená pásnica trámu

Tabuľka 5: Výpočet osovej sily v hornej ekvivalentnej pásnici trámu

Vnútročné sily na prvku														
Lineárny výpočet, Extrém : Nie, Systém : Hlavné														
Výber : B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392														
Kombinácie : T230_sigHmin_Dmax_p11														
			g2d_pd		g1_inf		g1_inf_g2d_pd		Sila v hornej ekviv. pásnici			Sila v modeli		
Prút	dx [m]	x [m]	N [kN]	My [kNm]	N [kN]	My [kNm]	N [kN]	My [kNm]	Nf,n [kN]	Nf,m [kN]	Nf [kN]	Nf,priem [kN]	ΔNf [kN]	Δnf [kN/m]
B363	0	0,0	2603,15	-5432,21	4339,56	-4251,92	6942,71	-9684,13	2351,56	3676,56	6028,13	6028,13	1315,09	974,14
B363	2,7	2,7	2603,15	-3053,54	4339,56	-3165,58	6942,71	-6219,12	2351,56	2361,08	4712,64	4713,04	900,51	667,05
B364	0	2,7	2061,80	-3540,12	4336,41	-3166,88	6398,21	-6707,00	2167,14	2546,30	4713,44			
B364	2,7	5,4	2061,80	-1810,91	4336,41	-2520,99	6398,21	-4331,90	2167,14	1644,60	3811,73	3812,53	554,62	410,83
B365	0	5,4	1602,58	-2225,12	4335,70	-2521,29	5938,28	-4746,41	2011,35	1801,97	3813,32			
B365	2,7	8,1	1602,58	-969,80	4335,70	-2311,16	5938,28	-3280,96	2011,35	1245,61	3256,96	3257,91	1201,48	889,99
B366	0	8,1	1194,49	-1338,95	4335,54	-2311,22	5530,03	-3650,17	1873,07	1385,78	3258,86			
B366	2,7	10,8	1194,49	734,26	4335,54	-1214,69	5530,03	-480,43	1873,07	182,39	2055,47	2056,43	860,78	637,62
B367	0	10,8	835,47	408,87	4335,48	-1214,71	5170,95	-805,84	1751,45	305,94	2057,39			
B367	2,7	13,5	835,47	2020,22	4335,48	-553,89	5170,95	1466,33	1751,45	-556,69	1194,76	1195,65	521,20	386,08
B368	0	13,5	500,96	1717,10	4335,45	-553,90	4836,41	1163,20	1638,14	-441,61	1196,53			
B368	2,7	16,2	500,96	2869,29	4335,45	-328,78	4836,41	2540,51	1638,14	-964,50	673,64	674,44	1083,87	802,87
B369	0	16,2	213,06	2608,19	4335,42	-328,80	4548,48	2279,39	1540,61	-865,37	675,25			
B369	2,7	18,9	213,06	4452,88	4335,42	685,39	4548,48	5138,27	1540,61	-1950,74	-410,12	-409,43	748,90	554,74
B370	0	18,9	-25,18	4236,68	4335,39	685,38	4310,21	4922,06	1459,91	-1868,65	-408,74			
B370	2,7	21,6	-25,18	5634,00	4335,39	1263,86	4310,21	6897,86	1459,91	-2618,76	-1158,85	-1158,33	413,78	306,50
B371	0	21,6	-228,37	5449,96	4335,36	1263,85	4106,99	6713,81	1391,08	-2548,89	-1157,81			
B371	2,7	24,3	-228,37	6399,17	4335,36	1406,62	4106,99	7805,79	1391,08	-2963,45	-1572,38	-1572,11	899,51	666,30
B372	0	24,3	-364,72	6276,11	4335,34	1406,61	3970,62	7682,72	1344,89	-2916,73	-1571,84			

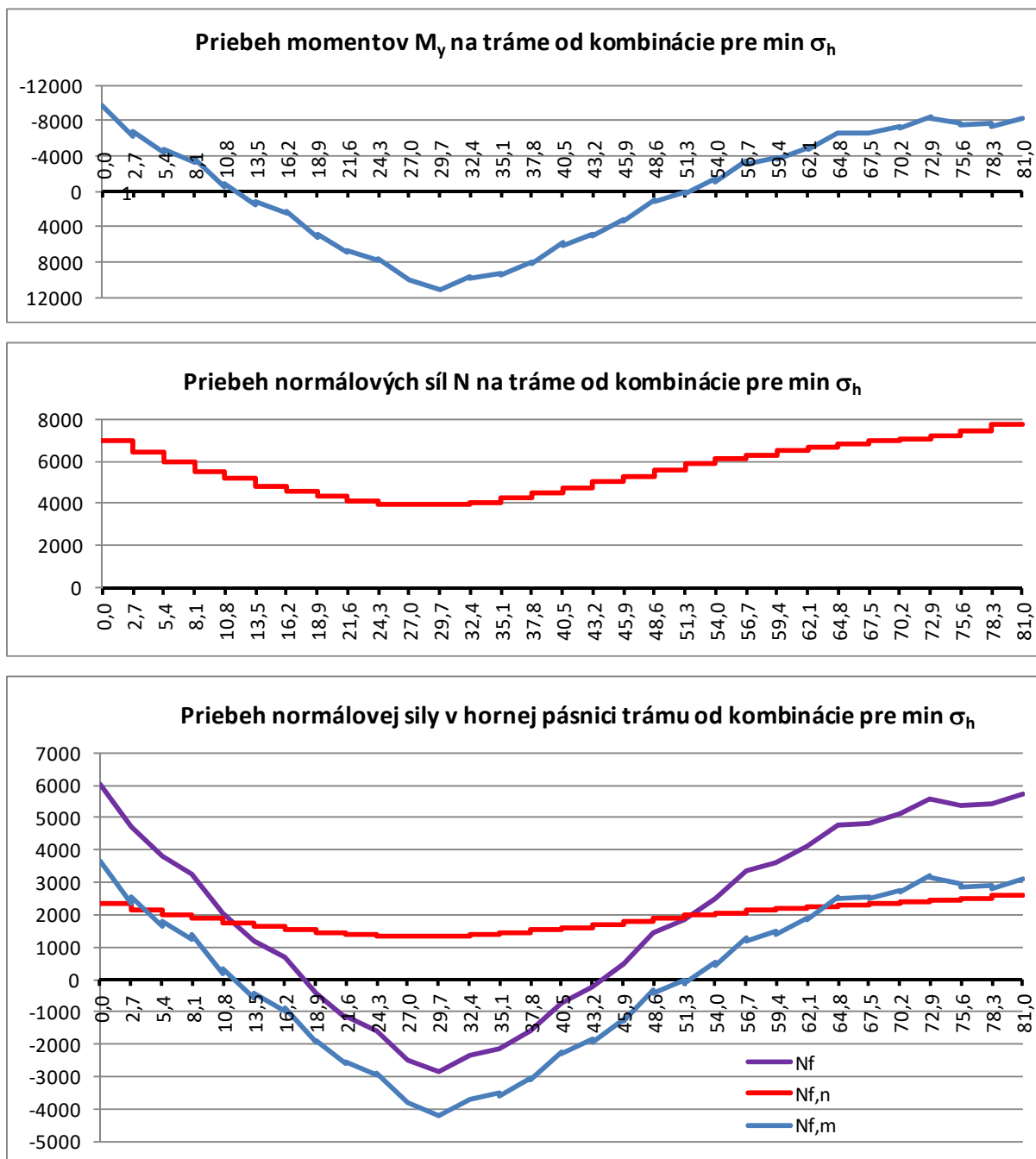
Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

			g2d_pd		g1_inf		g1_inf_g2d_pd		Sila v hornej ekviv. pásnici			Sila v modeli		
Prút	dx [m]	x [m]	N [kN]	My [kNm]	N [kN]	My [kNm]	N [kN]	My [kNm]	Nf,n [kN]	Nf,m [kN]	Nf [kN]	Nf,priem [kN]	ΔNf [kN]	Δnf [kN/m]
B372	2,7	27,0	-364,72	7826,81	4335,34	2225,01	3970,62	10051,82	1344,89	-3816,16	-2471,27	-2471,62	385,31	285,41
B373	0	27,0	-384,47	7811,03	4335,32	2225,01	3950,85	10036,04	1338,19	-3810,17	-2471,97			
B373	2,7	29,7	-384,47	8441,81	4335,32	2607,70	3950,85	11049,51	1338,19	-4194,93	-2856,74	-2856,93	-507,36	-375,83
B374	0	29,7	-363,73	8461,33	4335,31	2607,70	3971,58	11069,03	1345,21	-4202,34	-2857,13			
B374	2,7	32,4	-363,73	7177,41	4335,31	2554,69	3971,58	9732,10	1345,21	-3694,77	-2349,56	-2349,57	-199,16	-147,53
B375	0	32,4	-284,13	7248,45	4335,30	2554,68	4051,17	9803,13	1372,17	-3721,74	-2349,57			
B375	2,7	35,1	-284,13	6152,62	4335,30	3124,31	4051,17	9276,93	1372,17	-3521,97	-2149,80	-2150,40	-554,65	-410,85
B376	0	35,1	-93,04	6326,29	4335,29	3124,30	4242,25	9450,59	1436,89	-3587,90	-2151,01			
B376	2,7	37,8	-93,04	4727,57	4335,29	3258,22	4242,25	7985,79	1436,89	-3031,79	-1594,90	-1595,75	-889,12	-658,61
B377	0	37,8	136,19	4936,56	4335,29	3258,22	4471,48	8194,78	1514,53	-3111,13	-1596,60			
B377	2,7	40,5	136,19	2891,71	4335,29	2956,43	4471,48	5848,14	1514,53	-2220,24	-705,70	-706,63	-460,15	-340,85
B378	0	40,5	403,12	3134,73	4335,29	2956,43	4738,41	6091,16	1604,95	-2312,50	-707,55			
B378	2,7	43,2	403,12	1616,05	4335,29	3258,07	4738,41	4874,12	1604,95	-1850,45	-245,51	-246,48	-735,59	-544,88
B379	0	43,2	683,89	1871,67	4335,29	3258,07	5019,18	5129,74	1700,04	-1947,50	-247,45			
B379	2,7	45,9	683,89	62,94	4335,29	3124,00	5019,18	3186,94	1700,04	-1209,92	490,13	489,11	-957,36	-709,15
B380	0	45,9	967,17	321,05	4335,30	3124,00	5302,47	3445,05	1796,00	-1307,91	488,09			
B380	2,7	48,6	967,17	-1636,27	4335,30	2554,23	5302,47	917,96	1796,00	-348,50	1447,50	1446,47	-415,75	-307,97
B381	0	48,6	1249,01	-1379,40	4335,31	2554,23	5584,32	1174,83	1891,46	-446,02	1445,44			
B381	2,7	51,3	1249,01	-2532,64	4335,31	2607,09	5584,32	74,45	1891,46	-28,26	1863,20	1862,22	-630,59	-467,10
B382	0	51,3	1519,85	-2285,85	4335,32	2607,09	5855,17	321,24	1983,20	-121,96	1861,24			
B382	2,7	54,0	1519,85	-3569,00	4335,32	2224,25	5855,17	-1344,75	1983,20	510,53	2493,73	2492,81	-845,30	-626,15
B383	0	54,0	1756,60	-3352,91	4335,34	2224,26	6091,94	-1128,65	2063,40	428,49	2491,89			
B383	2,7	56,7	1756,60	-4765,49	4335,34	1405,71	6091,94	-3359,78	2063,40	1275,53	3338,93	3338,11	-268,91	-199,19
B384	0	56,7	1973,18	-4567,93	4335,36	1405,71	6308,54	-3162,22	2136,76	1200,53	3337,29			
B384	2,7	59,4	1973,18	-5137,33	4335,36	1262,79	6308,54	-3874,54	2136,76	1470,96	3607,73	3607,02	-484,05	-358,56
B385	0	59,4	2168,23	-4959,60	4335,38	1262,80	6503,61	-3696,80	2202,84	1403,48	3606,32			
B385	2,7	62,1	2168,23	-5659,40	4335,38	684,17	6503,61	-4975,23	2202,84	1888,84	4091,67	4091,08	-699,38	-518,06
B386	0	62,1	2324,71	-5516,63	4335,41	684,18	6660,12	-4832,45	2255,85	1834,63	4090,48			
B386	2,7	64,8	2324,71	-6347,27	4335,41	-330,15	6660,12	-6677,42	2255,85	2535,07	4790,92	4790,46	-46,36	-34,34
B387	0	64,8	2465,49	-6219,23	4335,44	-330,14	6800,93	-6549,37	2303,54	2486,46	4790,00			
B387	2,7	67,5	2465,49	-6118,12	4335,44	-555,39	6800,93	-6673,51	2303,54	2533,59	4837,13	4836,82	-264,79	-196,14
B388	0	67,5	2598,52	-5997,78	4335,48	-555,38	6934,00	-6553,16	2348,61	2487,90	4836,51			
B388	2,7	70,2	2598,52	-6035,57	4335,48	-1216,33	6934,00	-7251,90	2348,61	2753,17	5101,78	5101,60	-486,25	-360,18
B389	0	70,2	2717,57	-5928,38	4335,53	-1216,31	7053,10	-7144,69	2388,95	2712,47	5101,42			
B389	2,7	72,9	2717,57	-6112,98	4335,53	-2312,97	7053,10	-8425,95	2388,95	3198,90	5587,85	5587,85	211,41	156,60
B390	0	72,9	2863,36	-5982,84	4335,67	-2312,92	7199,03	-8295,76	2438,38	3149,47	5587,85			
B390	2,7	75,6	2863,36	-5215,04	4335,67	-2523,20	7199,03	-7738,24	2438,38	2937,81	5376,19	5376,44	-24,20	-17,93
B391	0	75,6	3066,43	-5034,87	4336,31	-2522,93	7402,74	-7557,80	2507,38	2869,31	5376,69			
B391	2,7	78,3	3066,43	-4449,98	4336,31	-3168,97	7402,74	-7618,95	2507,38	2892,52	5399,90	5400,64	-308,86	-228,79
B392	0	78,3	3370,17	-4181,54	4339,12	-3167,80	7709,29	-7349,34	2611,21	2790,16	5401,38			
B392	2,7	81,0	3370,17	-3906,70	4339,12	-4254,25	7709,29	-8160,95	2611,21	3098,29	5709,50	5709,50	5709,50	5709,50

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

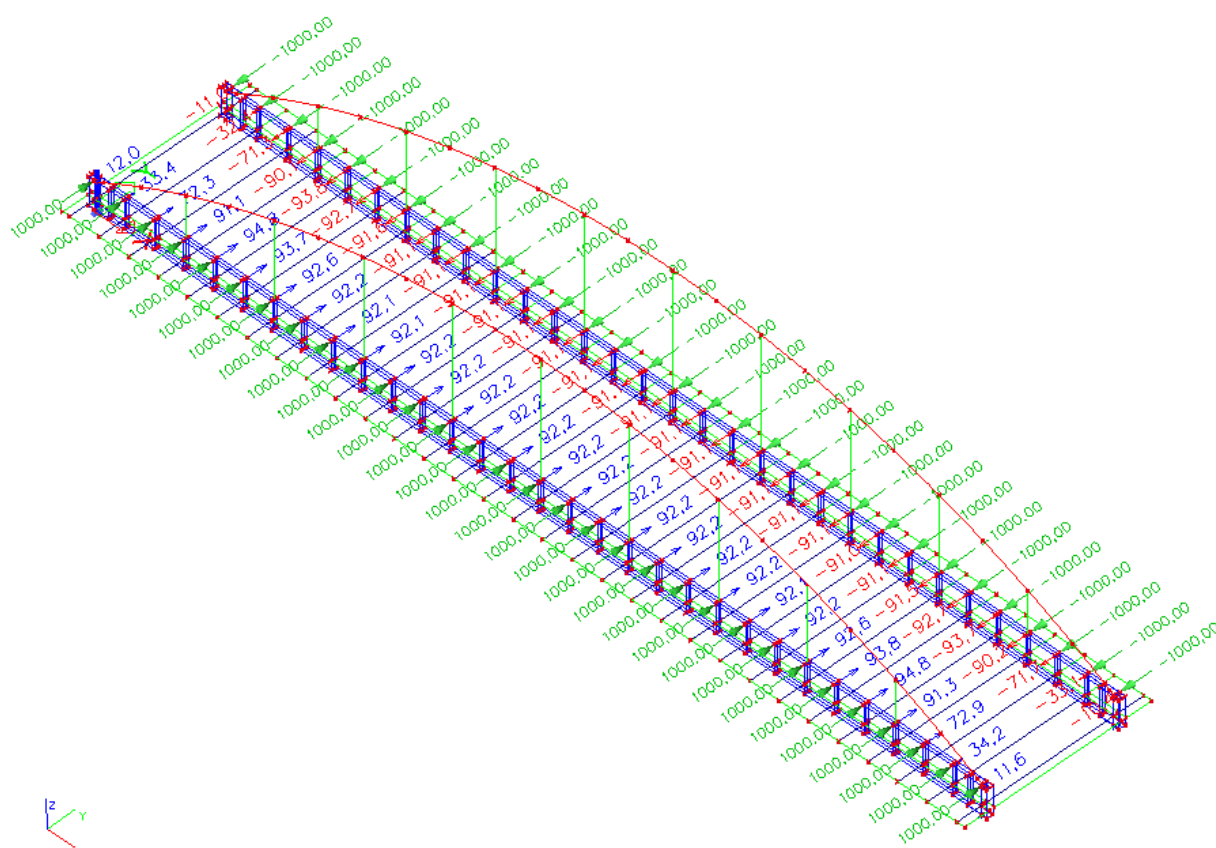


Obrázok 4: Priebeh momentov a normálových síl v tráme a v ekvivalentnej tlačenej pásnici trámu

Horná pásnica trámu je podopretá proti vybočeniu polorámami tvorenými spriahnutými oceľobetónovými priečnikmi a priečnymi výstuhami trámu. Ich tuhosť vypočítame ako obrátenú hodnotu priečnej deformácie pásnice od jednotkových síl pôsobiacich v ťažisku horných pásnic trámov (pozri prílohu k statickému výpočtu).

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja



Obrázok 3: Priečna deformácia tlačenej pásnice trámu (mm) pre výpočet tuhosti polorámov

Tabuľka 6: Výpočet tuhosti polorámov

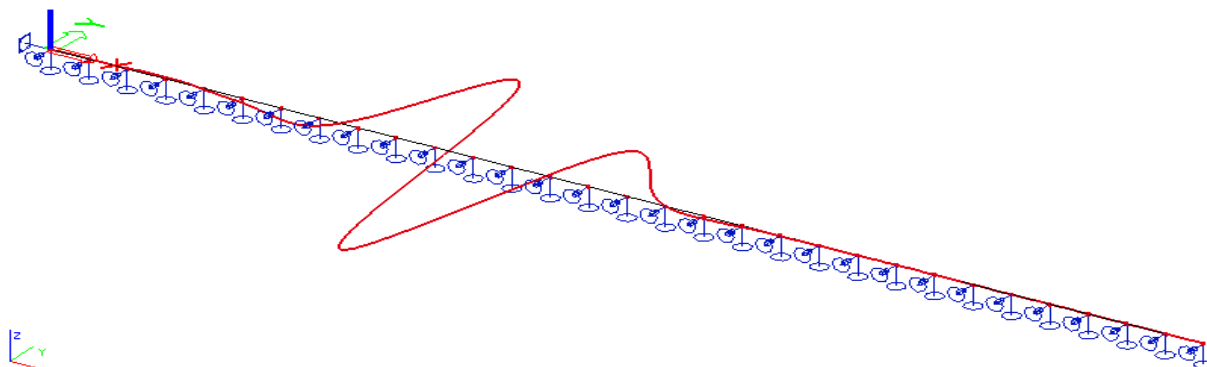
Uzol	Stav	x [m]	Uy [mm]	Tuhosť polorámu $1/U_y \times 1000$ [MN/m]
N2412	LC0	0	12,00	83,33
N1415	LC0	2,7	33,40	29,94
N1419	LC0	5,4	72,30	13,83
N506	LC0	8,1	91,10	10,98
N1482	LC0	10,8	94,80	10,55
N1494	LC0	13,5	93,70	10,67
N507	LC0	16,2	92,60	10,80
N1518	LC0	18,9	92,20	10,85
N1530	LC0	21,6	92,10	10,86
N508	LC0	24,3	92,10	10,86
N1554	LC0	27,0	92,20	10,85
N1566	LC0	29,7	92,20	10,85
N509	LC0	32,4	92,20	10,85
N1590	LC0	35,1	92,20	10,85
N1602	LC0	37,8	92,20	10,85
N483	LC0	40,5	92,20	10,85

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

N1626	LC0	43,2	92,20	10,85
N1638	LC0	45,9	92,20	10,85
N513	LC0	48,6	92,20	10,85
N1662	LC0	51,3	92,20	10,85
N1674	LC0	54,0	92,20	10,85
N512	LC0	56,7	92,20	10,85
N1698	LC0	59,4	92,10	10,86
N1710	LC0	62,1	92,20	10,85
N511	LC0	64,8	92,60	10,80
N1734	LC0	67,5	93,80	10,66
N1746	LC0	70,2	94,80	10,55
N510	LC0	72,9	91,30	10,95
N1770	LC0	75,6	72,90	13,72
N1782	LC0	78,3	34,20	29,24
N2419	LC0	81,0	11,60	86,21

Pre posúdenie stability tlačenej pásnice využijeme parciálny prúťový výpočtový model, v ktorom je ekvivalentná tlačaná pásnica v priečnom smere podopretá pružnými podperami (obr. 4). Tento model bol zaťažovaný normálovými silami od rozhodujúcej kombinácie zaťažení podľa tab. 5. Stabilitným výpočtom boli stanovené vlastné tvary straty stability spolu s príslušnými kritickými násobkami zaťaženia. Rozhodujúci, prvý vlastný tvar straty stability zodpovedajúci kritickému násobku zaťaženia $k_{crit} = 18,19$ je znázornený na obr. 4.



Obrázok 4: Výpočtový model ekvivalentnej tlačenej pásnice trámu a jej prvý vlastný tvar straty stability

Pomerná štíhlosť pri klopení je daná vzťahom:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \bar{\lambda}_f = \sqrt{\frac{A_f \cdot f_y}{N_{crit}}} = \sqrt{\frac{A_f \cdot f_y}{k_{crit} N_{Ed}}} = \sqrt{\frac{26,25 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{18,19 \cdot 2856,93}} = 0,4235$$

Súčiniteľ klopenia:

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \cdot \left[1 + 0,49 \cdot (0,4235 - 0,2) + 0,4235^2 \right] = 0,6444$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,6444 + \sqrt{0,6444^2 - 0,4235^2}} = 0,8848$$

Overenie napätí v horných vláknach s vplyvom klopenia:

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{yd}} = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Sd}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1,0$$

$$\eta_1 = \frac{3971,58 \cdot 10^{-3}}{77,50 \cdot 10^{-3} \cdot 355,0} - \frac{11069,03 \cdot 10^{-3}}{0,8848 \cdot 65,16 \cdot 10^{-3} \cdot 355,0} - \frac{46,26 \cdot 10^{-3}}{3,34 \cdot 10^{-3} \cdot 355,0}$$

$$\eta_1 = 0,14 - 0,54 - 0,039 = -0,44$$

$$\eta_1 = 0,44 < 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Posúdenie šmykovej odolnosti steny

Vydúvanie stien pri namáhaní šmykom (podľa STN EN 1993-1-5)

Súčiniteľ vydúvania šmykom:

Vzdialenosť priečných výstuh: $a = 2700 \text{ mm}$

oceľ S355 $\Rightarrow \eta = 1,2$

$$\frac{a}{h_w} = \frac{2700}{2500} = 1,08 > 1,0 \Rightarrow k_\tau = 8,77 \Rightarrow \bar{\lambda}_w = 1,83 \Rightarrow \chi_w = 0,54$$

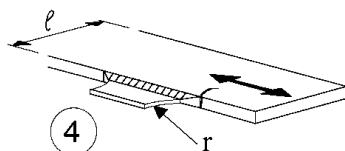
$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = V_{bw,Rd} + 0 = V_{bw,Rd} \quad (\text{príspevok pásnic } V_{bf,Rd} \text{ neuvažujeme})$$

$$\eta_3 = \frac{V_{z,Ed,max}}{V_{b,Rd}} = \frac{3023,68}{3777,80} = 0,80 < 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Posúdenie únavovej odolnosti trámu

Pre zjednodušené posúdenie únavovej odolnosti trámu podľa STN EN 1993-2 boli s pomocou výpočtového modelu vypočítané rozkmity napätí v jednotlivých vláknach prierezu trámu od únavového zaťažovacieho modelu 3 (štvornápravové vozidlo s nápravovými silami 120 kN).

Prípoj dolnej pásnice priečnika k dolnej pásnici trámu (kategória detailu 90):



Max. rozkmit napätia v dolnej pásnici: $\Delta\sigma_p = 36,0 \text{ MPa}$

Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia: $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 < \lambda_{max}$

λ_1 : pre dĺžku kladnej vetvy vplyvovej čiary napätia v 1/4 rozpätia, $L = 35,1 \text{ m}$:

$$\lambda_1 = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{L-10}{70} = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{35,1-10}{70} = 2,30$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

λ_2 : pre priemernú intenzitu 50 tis. ťažkých vozidiel za rok a hmotnosť vozidla 480 kN

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{480}{480} \cdot \left(\frac{0,05 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/5} = 0,631$$

$\lambda_3 = 1,00$ pre návrhovú životnosť 100 rokov

$\lambda_4 = 1,00$ bez ďalších jazdných pruhov pre ťažkú dopravu

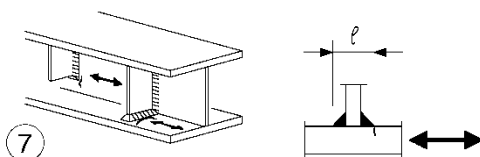
$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 2,30 \cdot 0,631 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,45 < \lambda_{max} = 2,0$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,45 \cdot 1,0 \cdot 36,0 = 52,2 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa} \quad \text{pre KD 90}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 52,2 = 52,2 \text{ MPa} < \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{90}{1,15} = 78,26 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prípoj priečnej výstuhy steny k hornej (dolnej) pásnici trámu (kategória detailu 80 pre $l < 50\text{mm}$):



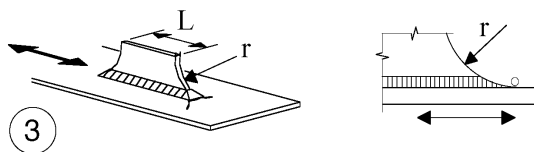
Max. rozkmit napätia v hornej pásnici (pozri prílohu k statickému výpočtu): $\Delta\sigma_p = 45,2$ MPa

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,45 \cdot 1,0 \cdot 45,2 = 65,54 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa} \quad \text{pre KD 80}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 65,54 = 65,54 \text{ MPa} < \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,15} = 69,56 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prípoj styčného plechu pre prípoj zvislice k hornej pásnici trámu ($r > 150\text{mm}$ - kateg. detailu 80):



Max. rozkmit napätia v hornej pásnici (pozri prílohu k statickému výpočtu): $\Delta\sigma_p = 44,0$ MPa

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,45 \cdot 1,0 \cdot 44,0 = 63,8 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa} \quad \text{pre KD 80}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 63,8 = 63,8 \text{ MPa} < \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,15} = 69,56 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie priehybu trámu v MS používateľnostiPosúdenie priehybu v polovici rozpätiapriehyb od 1. časti stáleho zaťaženia: $f_{g1} = 81,7 \text{ mm}$ priehyb od 2. časti stáleho zaťaženia: $f_{g2} = 14,9 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia cestnou dopravou (Tandem system): $f_{TS} = 22,9 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia cestnou dopravou (UDL system): $f_{UDL} = 23,3 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia chodcami: $f_{ch} = 6,2 \text{ mm}$ **Priehyb od častej kombinácie zaťažení:**

$$f = f_{g1} + f_{g2} + \psi_{1,TS} \cdot f_{TS} + \psi_{1,UDL} \cdot f_{UDL} + \psi_2 \cdot f_{ch} = 81,7 + 14,9 + 0,75 \cdot 22,9 + 0,4 \cdot 23,3 + 0 \cdot 6,2 = 123,1 \text{ mm}$$

$$f = 123,1 \text{ mm} < f_{im} = 81000/300 = 270 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie priehybu v štvrtine rozpätiapriehyb od 1. časti stáleho zaťaženia: $f_{g1} = 59,4 \text{ mm}$ priehyb od 2. časti stáleho zaťaženia: $f_{g2} = 10,4 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia cestnou dopravou (Tandem system): $f_{TS} = 27,9 \text{ mm}$ $f_{TS} = -14,9 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia cestnou dopravou (UDL system): $f_{UDL} = 28,6 \text{ mm}$ $f_{UDL} = -14,2 \text{ mm}$ priehyb od zaťaženia chodcami: $f_{ch} = 7,1 \text{ mm}$ $f_{ch} = -3,0 \text{ mm}$ **Priehyb od častej kombinácie zaťažení:**

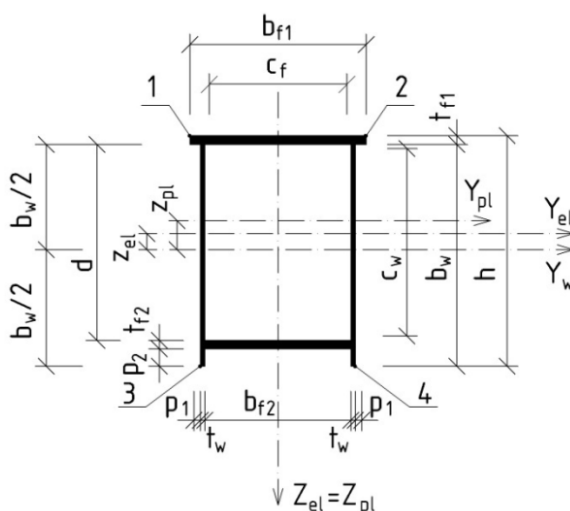
$$f = f_{g1} + f_{g2} + \psi_{1,TS} \cdot f_{TS} + \psi_{1,UDL} \cdot f_{UDL} + \psi_2 \cdot f_{ch} = 59,4 + 10,4 + 0,75 \cdot 27,9 + 0,4 \cdot 28,6 + 0 \cdot 7,1 = 102,2 \text{ mm}$$

$$f = 102,2 \text{ mm} < f_{im} = 40500/300 = 135 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

POSÚDENIE OBLÚKA

Pre overenie vzpernej odolnosti oblúka pri vybočení kolmo na rovinu hlavného nosníka bol pomocou výpočtového modelu v programe SCIA Engineer vykonaný stabilitný výpočet pre rozhodujúce kombinácie zaťaženia. Výsledkom stabilitného výpočtu sú prvé vlastné tvary stability oblúka vybočením z roviny hlavného nosníka spolu s príslušnými kritickými násobkami zaťaženia.

Prierezové charakteristiky plného prierezu



$I_{z,f1}$	$= 720,000E+06 \text{ mm}^4$
$I_{z,f2}$	$= 416,667E+06 \text{ mm}^4$
h'	$= 620,0 \text{ mm}$
I_t	$= 4,752E+09 \text{ mm}^4$
I_w	$= 101,455E+12 \text{ mm}^6$
$W_{el,y,12}$	$= 15,924E+06 \text{ mm}^3$
$W_{el,y,34}$	$= 14,203E+06 \text{ mm}^3$
$W_{el,z,12}$	$= 9,650E+06 \text{ mm}^3$
$W_{el,z,34}$	$= 10,723E+06 \text{ mm}^3$
Z_{pl}	$= -50,0 \text{ mm}$
$W_{pl,y}$	$= 17,905E+06 \text{ mm}^3$
$W_{pl,z}$	$= 12,860E+06 \text{ mm}^3$

t_{f1}	$= 40 \text{ mm}$
b_{f1}	$= 600 \text{ mm}$
t_{f2}	$= 40 \text{ mm}$
b_{f2}	$= 500 \text{ mm}$
t_w	$= 20 \text{ mm}$
b_w	$= 650 \text{ mm}$
h	$= 690 \text{ mm}$
p_1	$= 30 \text{ mm}$
p_2	$= 30 \text{ mm}$
d	$= 580 \text{ mm}$
A_{f1}	$= 24,000E+03 \text{ mm}^2$
A_{f2}	$= 20,000E+03 \text{ mm}^2$
A_w	$= 13,000E+03 \text{ mm}^2$
A	$= 70,000E+03 \text{ mm}^2$
$S_{y,f1}$	$= 8,280E+06 \text{ mm}^3$
$S_{y,f2}$	$= 5,500E+06 \text{ mm}^3$
Z_{el}	$= -39,7 \text{ mm}$
z_{12}	$= -325,3 \text{ mm}$
z_{34}	$= 364,7 \text{ mm}$
I_y	$= 5,180E+09 \text{ mm}^4$
I_z	$= 2,895E+09 \text{ mm}^4$
i_y	$= 272,0 \text{ mm}$
i_z	$= 203,4 \text{ mm}$

Zatriedenie prierezu

(predpokladaná účinná výška krčných kútových zvarov $a = 7 \text{ mm}$)

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Horná pásnica:

$$\varepsilon_m = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/355} = 0,81$$

- zatriedenie na tlak:

$$\beta_{f1} = \frac{c_f}{t_{f1}} = \frac{480,2}{40} = 12,0 \quad \left\{ \begin{array}{l} < 33 \cdot \varepsilon_m = 33 \cdot 0,81 = 26,8 \\ < 38 \cdot \varepsilon_m = 38 \cdot 0,81 = 30,9 \\ < 42 \cdot \varepsilon_m = 42 \cdot 0,81 = 34,2 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 1}$$

Dolná pásnica:

$$\varepsilon_m = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/355} = 0,81$$

- zatriedenie na tlak:

$$\beta_{f2} = \frac{c_f}{t_{f2}} = \frac{480,2}{40} = 12,0 \quad \left\{ \begin{array}{l} < 33 \cdot \varepsilon_m = 33 \cdot 0,81 = 26,8 \\ < 38 \cdot \varepsilon_m = 38 \cdot 0,81 = 30,9 \\ < 42 \cdot \varepsilon_m = 42 \cdot 0,81 = 34,2 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 1}$$

Steny:

$$\varepsilon_m = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/355} = 0,81$$

- zatriedenie na tlak:

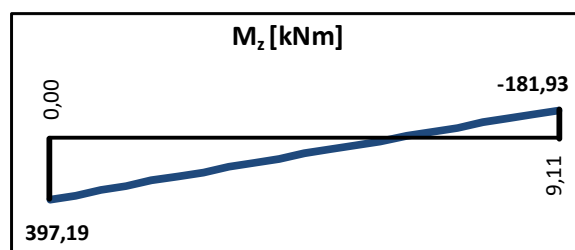
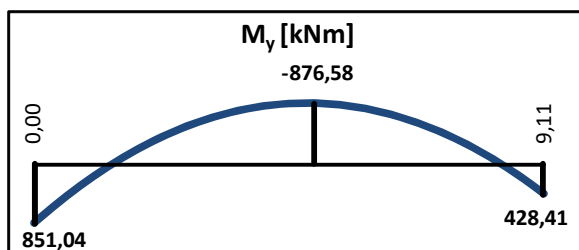
$$\beta_w = \frac{c_w}{t_w} = \frac{560,2}{20} = 28,0 \quad \left\{ \begin{array}{l} > 33 \cdot \varepsilon_m = 33 \cdot 0,81 = 26,8 \\ < 38 \cdot \varepsilon_m = 38 \cdot 0,81 = 30,9 \\ < 42 \cdot \varepsilon_m = 42 \cdot 0,81 = 34,2 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{tr. 2}$$

Prierez je triedy 2. Posúdime ho bezpečne pružnostne.

Posúdenie oblúka v mieste prípoja na trám**Vnútorne sily v charakteristických rezoach prúta od rozhodujúcej kombinácie:**

Prierez	x [m]	$N_{g1,d}$ [kN]	$M_{y,g1,d}$ [kNm]	$M_{z,g1,d}$ [kNm]	$N_{g2,pd}$ [kN]	$M_{y,g2pd}$ [kNm]	$M_{z,g2pd}$ [kNm]	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
začiatok	0,00	-6431,2	432,7	188,2	-5735,2	418,3	209,0	-12166,4	851,0	397,2
stred	5,01	-6424,8	-423,3	45,8	-5746,0	-453,3	27,2	-12170,9	-876,6	73,0
koniec	9,11	-6404,0	256,0	-70,8	-5738,3	172,4	-111,2	-12142,3	428,4	-181,9

Priebehy momentov medzi prierezmi zabezpečenými proti vybočeniu:



Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Posúdenie odolnosti prierezu:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \leq 1,0$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Prierez	Vlákná	$\eta_{1,N}$	$\eta_{1,My}$	$\eta_{1,Mz}$	$ \eta_1 $	Vyhodnotenie
začiatok	horné	-0,490	-0,151	-0,116	0,756	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,490	0,169	-0,104	0,425	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
stred	horné	-0,490	0,155	-0,021	0,356	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,490	-0,174	-0,019	0,683	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
koniec	horné	-0,489	-0,076	-0,021	0,586	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,489	0,085	-0,048	0,451	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!

Vplyv vzperu:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda}{93,9\epsilon}$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$k_{crit} = 13,27 \text{ (stabilitný výpočet)} \quad \bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{crit}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{k_{crit} \cdot N_{Ed}}} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

Vybočenie kolmo na	L_{cr} [m]	λ	$\bar{\lambda}$	Krivka vzp. pevnosti	Miera imperfekcie α	ϕ	Súčiniteľ vzperu χ
y	9,106	33,47	0,438	c	0,49	0,6543	0,877
z	-	-	0,392	c	0,49	0,6240	0,901

Vplyv klopenia

Vzhľadom na veľkú torznú tuhosť uzavretého prierezu oblúka vplyv klopenia zanedbáme.

Faktory ekvivalentných konštantných momentov: (STN EN 1993-1-1, tab. B.3)

Pre momenty M_y :

$$\left. \begin{array}{l} M_h = 851,04 \text{ kNm} \\ \psi \cdot M_h = 428,41 \text{ kNm} \\ M_s = -876,58 \text{ kNm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \psi_y = \frac{428,4}{851,0} = 0,503 > 0 \\ \alpha_y = \frac{851,0}{-876,6} = -0,971 < 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} C_{my} = 0,95 + 0,05\alpha \\ C_{my} = 0,901 > 0,4 \\ C_{my} = \mathbf{0,901} \end{array}$$

Pre momenty M_z :

$$\left. \begin{array}{l} M = 397,19 \text{ kNm} \\ \psi \cdot M = -181,93 \text{ kNm} \end{array} \right\} \Rightarrow \psi_z = \frac{-181,9}{397,2} = -0,458 \quad \begin{array}{l} C_{mz} = 0,6 + 0,4\psi \\ C_{mz} = 0,417 > 0,4 \\ C_{mz} = \mathbf{0,417} \end{array}$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Interakčné faktory k_{ij} : (STN EN 1993-1-1, tab. B.1)

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad k_{yz} = k_{zz}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad k_{zy} = 0,8 \cdot k_{yy}$$

$$N_{Ed} = 12170,86 \text{ kN} \quad N_{Rk} = A \cdot f_y = 24850,00 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = 1,047 \quad k_{yz} = 0,475$$

$$k_{zy} = 0,838 \quad k_{zz} = 0,475$$

Posúdenie odolnosti prúta s vplyvom teórie druhého rádu:

$$a) \quad \eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$b) \quad \eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$M_{y,Ed} = -876,58 \text{ kN} \quad M_{z,Ed} = 397,19 \text{ kN}$$

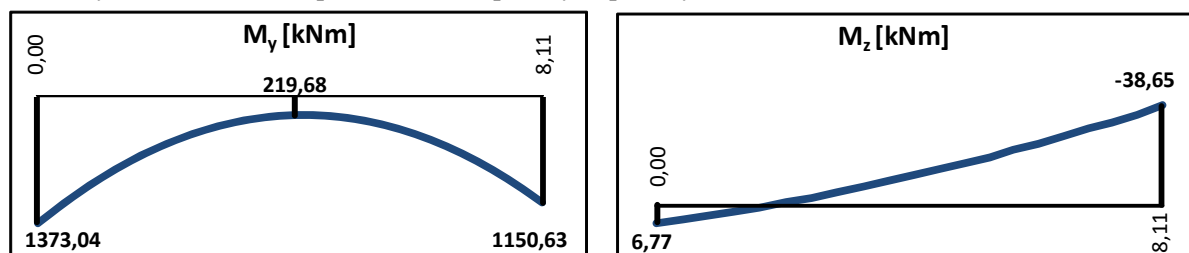
Podm.	$\eta_{1,N}$	k_{iy}	η_{1,M_y}	k_{iz}	η_{1,M_z}	$ \eta_1 $	Vyhodnotenie
a)	-0,614	1,047	-0,191	0,475	-0,115	0,869	$< 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$
b)	-0,598	0,838		0,475		0,812	$< 1,0 \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$

Posúdenie oblúka uprostred rozpätia

Vnútorne sily v charakteristických rezocho prúta od rozhodujúcej kombinácie:

Prierez	x [m]	$N_{g1,d}$ [kN]	$M_{y,g1,d}$ [kNm]	$M_{z,g1,d}$ [kNm]	$N_{g2,pd}$ [kN]	$M_{y,g2,pd}$ [kNm]	$M_{z,g2,pd}$ [kNm]	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
začiatok	0,00	-5630,9	606,2	11,4	-5042,6	766,8	-4,6	-10673,5	1373,0	6,8
stred	4,14	-5638,3	72,5	-3,7	-5050,3	147,2	-8,1	-10688,5	219,7	-11,8
koniec	8,11	-5634,1	581,4	-18,1	-5045,0	569,2	-20,5	-10679,2	1150,6	-38,7

Priebehy momentov medzi prierezmi zabezpečenými proti vybočeniu:



Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Posúdenie odolnosti prierezu:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \leq 1,0$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Prierez	Vlákná	$\eta_{1,N}$	$\eta_{1,My}$	$\eta_{1,Mz}$	$ \eta_1 $	Vyhodnotenie
začiatok	horné	-0,430	-0,243	-0,002	0,674	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,430	0,272	-0,002	0,159	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
stred	horné	-0,430	-0,039	-0,004	0,474	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,430	0,044	-0,004	0,390	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
koniec	horné	-0,430	-0,204	-0,004	0,637	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
	dolné	-0,430	0,228	-0,010	0,212	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!

Vplyv vzperu:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i} \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda}{93,9\epsilon}$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$k_{crit} = 13,32 \text{ (stabilitný výpočet)} \quad \bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{crit}}} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{k_{crit} \cdot N_{Ed}}} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

Vybočenie kolmo na	L_{cr} [m]	λ	$\bar{\lambda}$	Krivka vzp. pevnosti	Miera im-perfekcie α	ϕ	Súčiniteľ vzperu χ
y	8,114	29,83	0,390	c	0,49	0,6229	0,902
z	-	-	0,418	c	0,49	0,6406	0,888

Vplyv klopenia

Vzhľadom na veľkú torznú tuhosť uzavretého prierezu oblúka vplyv klopenia zanedbáme.

Faktory ekvivalentných konštantných momentov: (STN EN 1993-1-1, tab. B.3)

Pre momenty M_y :

$$\left. \begin{array}{l} M_h = 1373,04 \text{ kNm} \\ \psi \cdot M_h = 1150,63 \text{ kNm} \\ M_s = 222,91 \text{ kNm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \psi_y = \frac{1150,6}{1373,0} = 0,838 > 0 \\ \alpha_y = \frac{222,9}{1373,0} = 0,162 > 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} C_{my} = 0,2 + 0,8\alpha \\ C_{my} = 0,330 < 0,4 \\ C_{my} = \mathbf{0,400} \end{array}$$

Pre momenty M_z :

$$\left. \begin{array}{l} M = -38,65 \text{ kNm} \\ \psi \cdot M = 6,77 \text{ kNm} \end{array} \right\} \Rightarrow \psi_z = \frac{6,8}{-38,7} = -0,175 \quad \begin{array}{l} C_{mz} = 0,6 + 0,4\psi \\ C_{mz} = 0,530 > 0,4 \\ C_{mz} = \mathbf{0,530} \end{array}$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Interakčné faktory k_{ij} : (STN EN 1993-1-1, tab. B.1)

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad k_{yz} = k_{zz}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad k_{zy} = 0,8 \cdot k_{yy}$$

$$N_{Ed} = 10688,62 \text{ kN} \quad N_{Rk} = A \cdot f_y = 24850,00 \text{ kN}$$

$$k_{yy} = 0,449 \quad k_{yz} = 0,601$$

$$k_{zy} = 0,359 \quad k_{zz} = 0,601$$

Posúdenie odolnosti prúta s vplyvom teórie druhého rádu:

$$a) \quad \eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$b) \quad \eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1,0$$

$$M_{y,Ed} = 1373,04 \text{ kN}$$

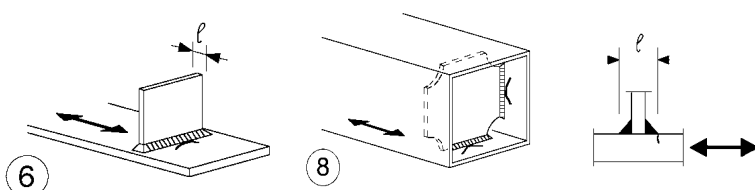
$$M_{z,Ed} = -38,65 \text{ kN}$$

Podm.	$\eta_{1,N}$	k_{iy}	$\eta_{1,My}$	k_{iz}	$\eta_{1,Mz}$	$ \eta_1 $	Vyhodnotenie
a)	-0,524	0,449	-0,267	0,601	-0,012	0,652	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
b)	-0,533	0,359		0,601		0,636	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!

Posúdenie únavovej odolnosti oblúka

Pre zjednodušené posúdenie únavovej odolnosti oblúka podľa STN EN 1993-2 boli s pomocou výpočtového modelu vypočítané rozkmity napätí v jednotlivých vláknoch prierezu oblúka od únavového zaťažovacieho modelu 3 (štvornápravové vozidlo s nápravovými silami 120 kN).

Prípoj styčnickového plechu a diafragmy k dolnej pásnici prierezu (kategória detailu 71):



Prípoj styčnickového plechu na dolnú pásnicu pre prípoj zvislíc je potrebné vyhotoviť tak, aby celková hrúbka styčnickového plechu vrátane zvarov nepresiahla 80 mm.

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Max. rozkmit napätia (pozri prílohu k statickému výpočtu): $\Delta\sigma_p = 17,3 \text{ MPa}$

Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia: $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 < \lambda_{\max}$

$$\lambda_1 : \text{dĺžka vplyvovej čiary osovej sily } L = 40,5 \text{ m: } \lambda_1 = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{L-10}{70} = 2,55 - 0,7 \cdot \frac{40,5-10}{70} = 2,245$$

λ_2 : priemerná intenzita 50 tis. ťažkých vozidiel za rok a hmotnosť vozidla 480 kN

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{480}{480} \cdot \left(\frac{0,05 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/5} = 0,631$$

$\lambda_3 = 1,00$ návrhová životnosť 100 rokov

$\lambda_4 = 1,00$ bez ďalších jazdných pruhov pre ťažkú dopravu

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 2,245 \cdot 0,631 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,42 < \lambda_{\max} = 2,0$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 17,3 = 24,6 \text{ MPa}$$

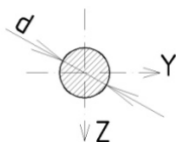
$$\Delta\sigma_c = 71 \text{ MPa} \quad \text{pre KD 71}$$

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 24,6 = 24,6 \text{ MPa} < \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{71}{1,15} = 61,74 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

POSÚDENIE ZVISLÍC

Posúdenie odolnosti prierezu

Prierezové charakteristiky:



$$d = 100 \text{ mm}$$

$$A = 7854 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 4\,908\,739 \text{ mm}^4$$

$$W_{el} = 98\,175 \text{ mm}^3$$

Materiálové parametre:

	Oceľ	t [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Zvislica	S355	100	335	470	1,00	1,10	1,25
Stýčnikový plech	S355	30	355	510			

Návrhové hodnoty vnútorných síl:

Kombinácia pre:	$N_{g1,d}$ [kN]	$N_{g2,p,d}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	$M_{g1,d}$ [kNm]	$M_{g2,p,d}$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
max N	653,88	634,78	1288,66	0,00	0,00	0,00
max Mz	530,15	552,64	1082,79	0,00	1,63	1,63

Návrhové odolnosti:

Návrhová ťahová odolnosť prierezu zvislice:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 7,854 \cdot 335 / 1,00 = 2631,1 \text{ kN}$$

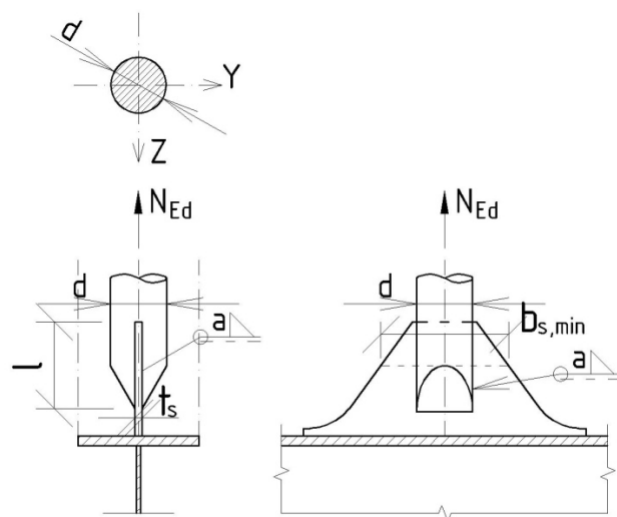
Návrhová (elastická) ohybová odolnosť prierezu zvislice:

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,098 \cdot 335 / 1,00 = 32,9 \text{ kNm}$$

Overenie odolnosti prierezu namáhaného ťahom a ohybom:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd}} \leq 1,0$$

Kombinácia pre:	$\eta_{1,N}$	η_{1,M_y}	$\eta_{1,N}$	Vyhodnotenie
max N	0,49	0,00	0,49	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!
max Mz	0,41	0,05	0,46	$< 1,0 \Rightarrow$ Vyhovuje!

Návrh prípoja zvislice na trám a oblúk

Prierez styčnickového plechu:

$$t_s = 30 \text{ mm}$$

$$b_{s,min} = A/t_s = 261,8 \text{ mm}$$

$$b_s = 270 \text{ mm}$$

$$A_s = 8100 \text{ mm}^2$$

Rozmery zvarového prípoja:

$$a = 8 \text{ mm}$$

$$l = 300 \text{ mm}$$

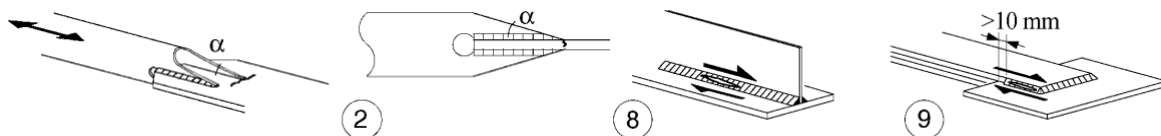
Bezpečne uvažujeme len s odolnosťou bočných (pozdĺžnych) zvarov:

$$F_{w,Rd,||} = 4 \cdot a \cdot l \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 4 \cdot 8 \cdot 0,3 \cdot \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 2512,63 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 2512,63 \text{ kN} > N_{t,Ed} = 1288,66 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Posúdenie únavovej odolnosti zvislíc**Posudzovaný konštrukčný detail:** Pozdĺžne zvary pripájajúce styčnickový plech na zvislicuPrierezová plocha zvislice $A = 7854 \text{ mm}^2$ Účinná hrúbka zvaru $a = 8 \text{ mm}$ Sklon zrezania $\alpha = 19^\circ$ Účinná dĺžka zvaru $l = 300 \text{ mm}$ **Dynamický súčiniteľ:** $\phi_2 = 1,00$ Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia: $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 < \lambda_{\max}$ λ_1 : dĺžka vplyvovej čiary $L = 2 \cdot 4,151 = 8,3 \text{ m}$; $\lambda_1 = 2,55$ λ_2 : priemerná intenzita 50 tis. ťažkých vozidiel za rok a hmotnosť vozidla 480 kN

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \cdot \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} = \frac{480}{480} \cdot \left(\frac{0,05 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^6} \right)^{1/5} = 0,631$$

 $\lambda_3 = 1,00$

návrhová životnosť 100 rokov

 $\lambda_4 = 1,00$

bez ďalších jazdných pruhov pre ťažkú dopravu

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 2,55 \cdot 0,631 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,61 < \lambda_{\max} = 2,0$$

Odolnosť proti vzniku trhliny v styčnickovom plechu (z normálových napätí vo zvislici) - det. 2Referenčný rozkmít normálového napätia vo zvislici: $\Delta\sigma_p = 7,1 \text{ MPa}$

Ekvivalentný rozkmít normálového napätia vo zvislici:

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,61 \cdot 1,00 \cdot 7,10 = 11,42 \text{ MPa}$$

Únavová odolnosť posudzovaného detailu:

Sklon zárezu $< 45^\circ \Rightarrow$ Kategória detailu: **71** $\Rightarrow \Delta\sigma_C = 71 \text{ MPa}$ Parciálny súčiniteľ únavovej pevnosti: $\gamma_{Mf} = 1,15$ **Posúdenie:** $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$

$$1,00 \cdot 11,42 = 11,42 \text{ MPa} < 71 / 1,15 = 61,74 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Odolnosť proti vzniku trhliny v pozdĺžnych zvaroch (zo šmykových napätí) - det. 8 (9)

$$\text{Referenčný rozkmít šmykového napätia: } \Delta\tau_p = \frac{\Delta\sigma_p \cdot A}{4 \cdot a \cdot l} = \frac{7,1 \cdot 7854}{4 \cdot 8 \cdot 300} = 5,81 \text{ MPa}$$

Ekvivalentný rozkmít šmykového napätia v účinnej ploche zvaru:

$$\Delta\tau_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\tau_p = 1,61 \cdot 1,00 \cdot 5,81 = 9,35 \text{ MPa}$$

Únavová odolnosť posudzovaného detailu:

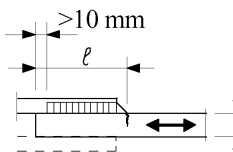
Kategória detailu: **80** $\Rightarrow \Delta\tau_C = 80 \text{ MPa}$ **Posúdenie:** $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E2} \leq \Delta\tau_C / \gamma_{Mf}$

$$1,00 \cdot 9,35 = 9,35 \text{ MPa} < 80 / 1,15 = 69,57 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Posudzovaný konštrukčný detail: Priechne zvary pripájajúce styčnickový plech na zvislicu



Hrúbka styč. plechu $t = 30$ mm

Priemer zvislice $d = 100$ mm

Odolnosť proti vzniku trhliny v styčnickovom plechu v úpäti priečneho zvaru

(z normálových napätí v styčnickovom plechu) - det. 4

Referenčný rozkmit normálového napätia:

$$\Delta\sigma_p = \frac{\Delta\sigma_p \cdot A}{t \cdot (d+1)} = \frac{7,1 \cdot 7854}{30 \cdot (100 + 300)} = 4,65 \text{ MPa}$$

Ekvivalentný rozkmit normálového napätia:

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,61 \cdot 1,00 \cdot 4,65 = 7,48 \text{ MPa}$$

Únavová odolnosť posudzovaného detailu:

Hrúbka plechu $t = 30$ mm

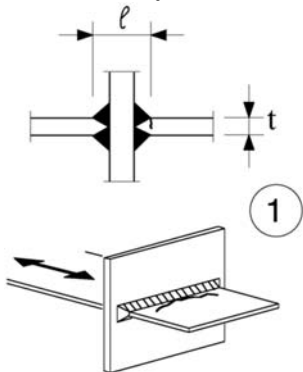
Dĺžka zvaru $l = 300$ mm

$\Rightarrow$ Kategória detailu: **50** $\Rightarrow \Delta\sigma_C = 50$ MPa

Posúdenie: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$

$$1,00 \cdot 7,48 = 7,48 \text{ MPa} < 50 / 1,15 = 43,48 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

Posudzovaný konštrukčný detail: Priechne zvary pripájajúce styčnickový plech na trám (oblúk)



Hrúbka styč. plechu (diafragmy) $t = 30$ mm

Šírka styčnickového plechu $b_s = 370$ mm

Hrúbka pásnice trámu $t = 30$ mm

Výška tupého zvaru $z_{\max} = 30$ mm

$\} l = 90$ mm

Odolnosť proti vzniku trhliny v styčnickovom plechu v úpäti priečneho zvaru

(z normálových napätí v styčnickovom plechu) - det. 1

Referenčný rozkmit normálového napätia:

$$\Delta\sigma_p = \frac{\Delta\sigma_p \cdot A}{t \cdot b_s} = \frac{7,1 \cdot 7854}{30 \cdot 370} = 5,02 \text{ MPa}$$

Ekvivalentný rozkmit normálového napätia:

$$\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 1,61 \cdot 1,00 \cdot 5,02 = 8,08 \text{ MPa}$$

Únavová odolnosť posudzovaného detailu kategórie **63** $\Rightarrow \Delta\sigma_C = 63$ MPa

Posúdenie: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} \leq \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$

$$1,00 \cdot 8,08 = 8,08 \text{ MPa} < 63 / 1,15 = 54,78 \text{ MPa} \Rightarrow \text{Vyhovuje!}$$

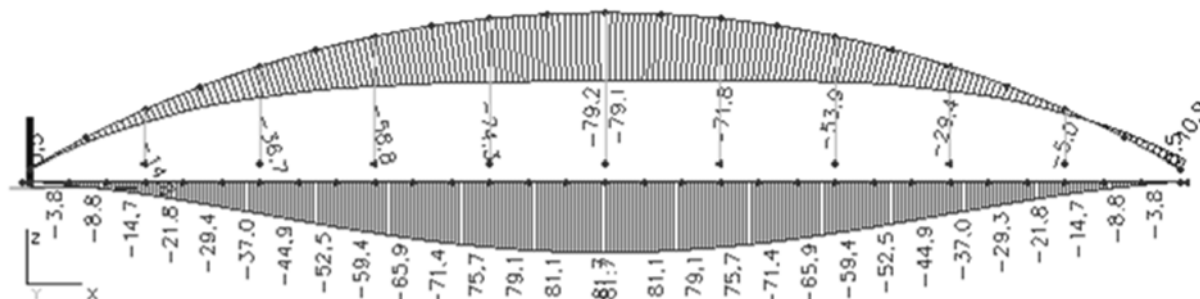
Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

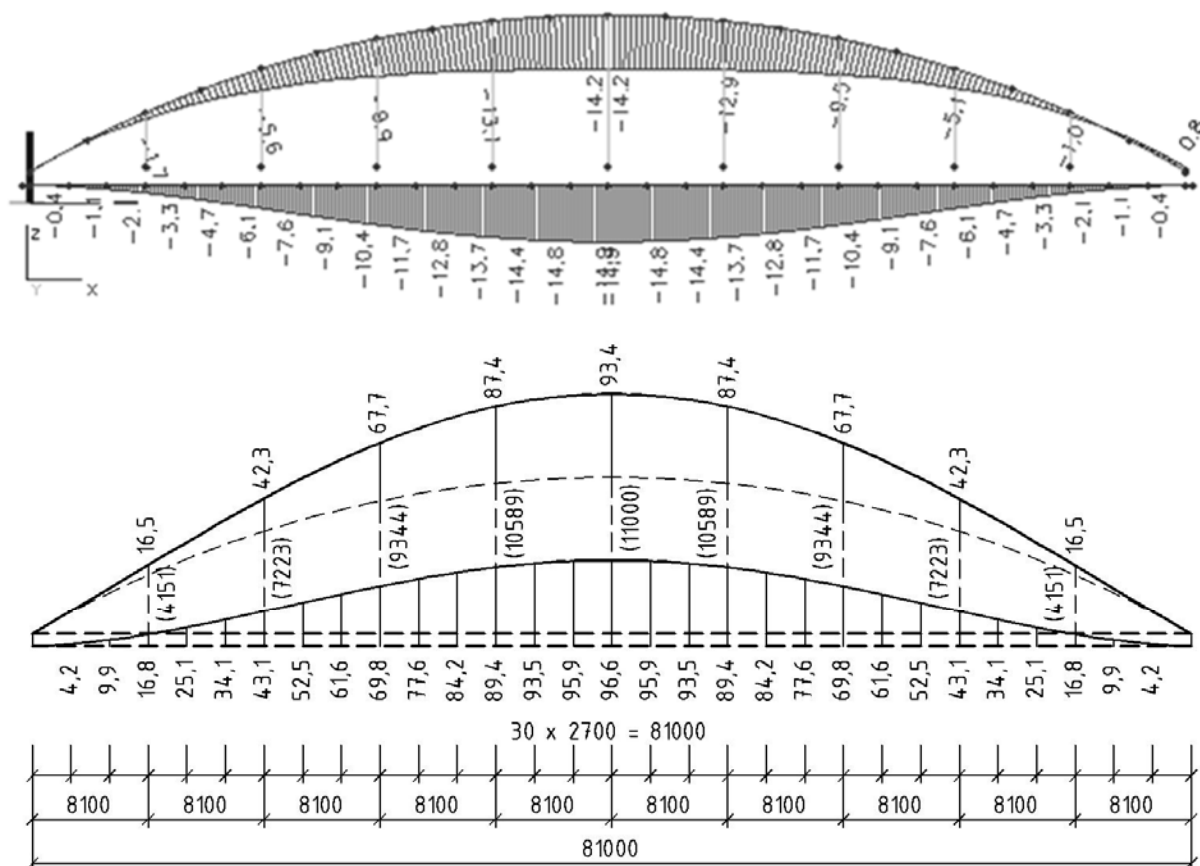
VÝPOČET NADVÝŠENIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE

Nadvýšenie oceleovej nosnej konštrukcie navrhujeme tak, aby eliminovalo priechyby od stálych zaťažení.

PRIEHYBY OD 1.ČASTI STÁLÝCH ZAŤAŽENÍ



PRIEHYBY OD 2.ČASTI STÁLÝCH ZAŤAŽENÍ



Obrázok 5 Nadvýšenie nosnej konštrukcie (v mm)

Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne (ITMS kód projektu 304010U647)

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

POSÚDENIE DEFORMÁCIE KONŠTRUKCIE

Pri posúdení priehybov sa uvažuje s častou kombináciou zaťažení. Keďže priehyby od stálych zaťažení budú eliminované nadvýšením nosnej konštrukcie, zohľadníme len priehyby hlavného nosníka od premenného zaťaženia dopravou.

Priehyb v $L/2$:

$$\delta = \psi_{1,TS} \cdot \delta_{TS} + \psi_{1,UDL} \cdot \delta_{UDL} = 0,75 \cdot 22,9 + 0,4 \cdot 23,3 = \mathbf{26,5 \text{ mm}} < \frac{L}{300} = \frac{81000}{300} = \mathbf{271 \text{ mm}}$$

Priehyb v $L/4$:

$$\delta = \psi_{1,TS} \cdot \delta_{TS} + \psi_{1,UDL} \cdot \delta_{UDL} = 0,75 \cdot 27,9 + 0,4 \cdot 28,6 = \mathbf{32,4 \text{ mm}} < \frac{L/2}{300} = \frac{40500}{300} = \mathbf{135 \text{ mm}}$$