


# VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV      SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

<b>Objednatel:</b> 	<b>SŽDC, s.o.</b> Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 tel.: +420 222 335 777 e-mail: szdc@szdc.cz
---	--

<b>Generální projektant:</b> 	<b>SUDOP PRAHA a.s.</b> Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz	<b>Hlavní inženýr projektu:</b> ING. KAREL KOŠAŘ  <b>Garant profese:</b> -
---	--	--

<b>Zpracovatel částí:</b> 	<b>Valbek, spol. s r.o.</b> Vaňurova 505/17, 460 02 Liberec 3 T: +420 487 070 435 E: info@valbek.cz
--	--

<b>Vedoucí střediska:</b>	<b>Odpovědný projektant SO, IO, PS:</b>	<b>Vypracoval:</b>	<b>Kontroloval:</b>
ING. LADISLAV ŠIMEK	ING. TOMÁŠ JAKUBÍČEK	ING. TOMÁŠ JAKUBÍČEK	ING. MARTIN SEDMÍK

<b>Název akce:</b>		<b>Číslo smlouvy:</b>	
<b>Zvýšení kapacity trati Týniště n.O. - Častolovice - Solnice,</b>		<b>19 149 208</b>	
<b>3. část</b>		<b>Projektový stupeň:</b>	
		<b>DÚSP</b>	
<b>Část:</b>		<b>Datum:</b>	
<b>INŽENÝRSKÉ OBJEKTY</b>		<b>08/2021</b>	
<b>MOSTY, PROPUSTKY, ZDI</b>		<b>Číslo částí:</b>	
<b>SO 03-13-50-41 ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES ŘEKU BĚLÁ</b>		<b>D.2.1.4.1</b>	
<b>Název přílohy:</b>		<b>Měřítko:</b>	<b>Počet formátů:</b>
		-	-
<b>STATICKÝ VÝPOČET</b>		<b>Číslo přílohy:</b>	
		<b>20</b>	

**SO 03-13-50-41**

**Železniční most přes řeku Bělá**

**Statický výpočet**

## Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Technická zpráva statického výpočtu.....</b>	<b>5</b>
1.1. Základní údaje o mostním objektu.....	5
1.2. Úvod, všeobecný popis .....	6
1.3. Technické řešení částí nosné konstrukce .....	6
1.3.1. Hlavní nosníky .....	7
1.3.2. Příčníky .....	7
1.3.3. Ortotropní deska .....	7
1.3.4. Ložiska.....	7
1.4. Použité materiály .....	7
1.5. Montáž ocelové nosné konstrukce .....	7
<b>2. Geometrie nosné konstrukce.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Obecně .....</b>	<b>7</b>
3.1. Statická analýza.....	7
3.2. Posouzení nosné konstrukce .....	8
3.3. Použité modely .....	8
3.4. Použitá literatura .....	9
<b>4. Výpočtový model.....</b>	<b>10</b>
4.1. Materiál .....	10
4.1.1. Dotvarování a smršťování .....	10
4.2. Průřezové charakteristiky .....	10
4.3. Fáze výstavby.....	10
4.4. Spolupůsobící šířka ortotropní desky .....	10
<b>5. Zatížení .....</b>	<b>11</b>
5.1. Stálé zatížení .....	11
5.1.1. Vlastní tíha konstrukce .....	11
5.1.2. Ostatní stálé zatížení .....	11
5.1.3. Nerovnoměrné sedání podpěr.....	11
5.1.4. Účinky zemního tlaku.....	12
5.2. Proměnná zatížení .....	13
5.2.1. Zatížení dopravou – svislá složka zatížení.....	13
5.2.2. Odstředivé síly a boční ráz .....	13
5.2.3. Kombinovaná odezva konstrukce a koleje .....	14
5.2.4. Přetížení rubu opěry od dopravy .....	16
5.2.5. Zatížení větrem.....	17
5.2.6. Účinky teplotních změn a rozdílného oteplení částí mostní konstrukce.....	18
5.3. Mimořádné zatížení .....	19
5.3.1. Vykoľejení vlaku – návrhová situace I .....	19

<b>6. Kombinace zatížení .....</b>	<b>20</b>
6.1. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace) .....	20
6.2. Mezní stav únosnosti (STR/GEO) .....	20
6.3. Mimořádné návrhové situace .....	20
6.4. Kombinace pro výpočet vnitřních sil .....	21
<b>7. Vnitřní síly NK .....</b>	<b>23</b>
7.1. Hlavní nosník .....	23
7.2. Příčník vnitřní .....	23
7.3. Příčník krajní .....	24
7.4. Mikropiloty .....	25
<b>8. Posouzení NK – mezní stav únosnosti .....</b>	<b>26</b>
8.1. Hlavní nosník – zesílený průřez .....	26
8.2. Hlavní nosník – krajní průřez .....	29
8.3. Hlavní nosník – stěna .....	32
8.4. Příčník – vnitřní .....	33
8.4.1. Polovina rozpětí .....	33
8.4.2. Vetknutí .....	35
8.5. Příčník vnitřní – zesílený .....	38
8.5.1. Polovina rozpětí .....	38
8.6. Příčník – krajní .....	40
8.6.1. Polovina rozpětí .....	40
8.7. Posouzení krčnicích svarů .....	43
8.7.1. Svary hlavního nosníku .....	43
8.7.2. Svary příčníku .....	44
<b>9. Posouzení NK – mezní stav použitelnosti .....</b>	<b>45</b>
9.1. Svislé přetvoření hlavní nosné konstrukce .....	45
9.2. Svislé zrychlení nosné konstrukce .....	45
9.3. Průhyb konstrukce pro ověření pohody cestujících .....	45
9.4. Zkroucení a příčné přetvoření nosné konstrukce .....	46
9.5. Deformace koncového příčníku .....	46
<b>10. Únava .....</b>	<b>47</b>
10.1. Montážní styk horní pásnice .....	47
10.2. Montážní styk dolní pásnice .....	48
<b>11. Posouzení NK na vykolejení .....</b>	<b>49</b>
11.1. Využití jednotlivých prvků na vykolejení .....	49
<b>12. Ověření nutnosti provedení dynamické analýzy .....</b>	<b>49</b>
<b>13. Ložiska .....</b>	<b>50</b>
13.1. Reakce .....	50
13.1.1. Svislé reakce .....	50

13.1.2.	Vodorovné reakce.....	50
13.2.	Podélný posun .....	50
13.3.	Výměna ložisek.....	51
<b>14.</b>	<b>Mostní závěry .....</b>	<b>52</b>
<b>15.</b>	<b>Posouzení spodní stavby a založení .....</b>	<b>53</b>
15.1.	Posouzení mikropilot – šikmé - délky 10,5m .....	53
15.2.	Posouzení mikropilot – kolmé - délky 9,5m .....	55
15.3.	Úložný práh.....	57
15.3.1.	Závěrná zídka .....	57
15.3.2.	Ložiskový bloček.....	58
15.3.3.	Podložisková oblast .....	59
15.4.	Posouzení záporového pažení .....	60
<b>16.</b>	<b>Zatížitelnost mostu .....</b>	<b>65</b>
16.1.	Posudky pro jednotlivé průřezy .....	65
16.2.	Přehled zatížitelnosti částí mostu .....	71

# 1. Technická zpráva statického výpočtu

## 1.1. Základní údaje o mostním objektu

Název stavby:	"Zvýšení kapacity trati Týniště n.O.-Častolovice-Solnice, 3.část"
Objekt:	SO 03-13-50-41 – Železniční most přes řeku Bělá
Stupeň dokumentace	DÚSP
Zadavatel	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00, Praha 1, Nové Město IČ: 70994234 DIČ: CZ70994234
Stávající vlastník objektu:	Správa železnic, s. o.
Nový vlastník objektu:	Správa železnic, s. o.
Správce mostního objektu:	Správa železnic, s. o. Oblastní ředitelství Hradec Králové U Fotochemy 259 501 01 Hradec Králové
Generální projektant stavby:	SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3, IČ: 25793349, DIČ CZ25793349
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Karel Košar (karel.kosar@sudop.cz , tel. 267 094 388, 605 229 028)
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Tomáš Jakubíček, VALBEK spol. s r.o.
Překonávaná překážka:	řeka Bělá
Katastrální území:	Častolovice [618624]
Obec:	Častolovice [576182]
Kraj:	Královehradecký
Dotčené parcely	1334, 3881/2, 1316/1, 1158/22, 263/3, 256/2, 3881/2
Traťový úsek:	1311 Častolovice (mimo) - Solnice (včetně)
Definiční úsek:	02 Častolovice - Rychnov n/Kněžnou
Staničení SO:	evidenční km 0,740
Situování objektu v terénu:	Objekt přemostňuje řeku Bělou, nachází se na okraji staničního obvodu žst Častolovice. V těsné blízkosti se nachází kabelová lávka a sousední železniční most s tratí ve směru na Kostelec nad Orlicí. Terén v okolí mostu je rovinatý, zarostlý nízkou vegetací s násypovými tělesy tratí vystupujících cca 2,5m nad okolní terén, koryto řeky Bělá je v zářezu cca 4,5m pod okolním povrchem.
Účel objektu:	Náhrada stávající mostní konstrukce novým objektem s normovými parametry a VMP 3,0.
Úhel křížení:	60 °
Volná výška:	neomezená
Volná výška pod mostem	cca 3 m
Světlost otvoru:	24,0 m (šikmá; mezi lícními betonovými zídkami)

Rozpětí:	28,0 m
Délka přemostění:	33,9 m
Šířka mostu	7,25 m
Počet otvorů:	1
Šikmost mostu:	levá, 60 °
Úhel křížení	60 °
Stavební výška	1,25 m
Šírá trať / staniční obvod:	staniční obvod stanice Častolovice
Počet kolejí na mostě:	1
Železniční svršek na mostě stáv.: Železniční svršek na mostě nový:	kolejnice tvaru S 49; mostnice (tvrdé dřevo, opáskované) dle přilehlé trati (49E1, betonové pražce – viz samostatný SO)
Směrové poměry stávající:	v přímé
Směrové poměry nové:	v přímé
Sklonové poměry stávající:	stoupá 1,34 ‰
Sklonové poměry nové:	stoupá 1,20 ‰
Rychlost na mostním objektu:	stávající - 50 km/h nová - 80 km/h
Kategorie žel. trati z hl. mostů:	3
Zatížení kolejovou dopravou:	LM 71 se součinitelem $\alpha = 1,11$ a SW/2 dle ČSN EN 1991-2
Přechodnost:	D4-80
Prostorové uspořádání:	stávající stav - 2,120 m (min. vzdálenost překážky od osy koleje) nový stav – VMP 3,0

## 1.2. Úvod, všeobecný popis

**Statický výpočet je proveden pro rozhodující prvky hlavních nosníků, mostovky, spodní stavby a doplněn o výpočet zatížitelnosti NK. Kompletní statický výpočet vč. posouzení detailů bude proveden v rámci dalšího stupně v návaznosti na rozpracování návrhu konstrukce.**

Mostní objekt je o jednom poli, nosná konstrukce je tvořena dvojicí plnostěnných nosníků s příčnickovou mostovkou v dolní poloze. Teoretické rozpětí 28,0 m. Konstrukční výška nosné konstrukce je 2.4 m. Uložení nosné konstrukce je navrženo na kalotových ložiscích.

Spodní stavba mostu je tvořena dvojicích krajních železobetonových úložných prahů. Založení spodní stavby je navrženo jako hlubinné na mikropilotách.

Příčný řez ortotropní desky je střechovitý se sklonem 2% směrem k úžlabím a 15% protispádem, podélný sklon desky je 0.12%.

Niveleta trati je ve vrcholovém oblouk v okolí opěry 1 a přechází do konstantního stoupání 0.12%, směrově se niveleta nachází v přímé. Most samotný je v konstantním sklonu 0.12%.

## 1.3. Technické řešení částí nosné konstrukce

Nosná konstrukce mostu je navržena jako trémová ocelová konstrukce, prostý nosník o 1 poli. Teoretické rozpětí pole je 28,0 m. Konstrukční výška průřezu je 2.4 m. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 6.43 m. Šikmost mostu je 30°.

### 1.3.1. Hlavní nosníky

Hlavní nosníky jsou tvořeny ocelovým svařovaným plnostěnným nosníkem tvaru I s odsazenou horní pásnicí. Výška nosníků je proměnná od 1,5 m nad ložiskem po 2,4 m v polovině rozpětí. Horní pásnice má šířku 500 mm a tloušťku 40 a 60 mm. Dolní pásnice má šířku 750 mm a tloušťku 40 a 25 mm. Tloušťka stěny je 25 a 20 mm

### 1.3.2. Příčníky

příčníky jsou navrženy jako svařované ocelové I profily s jednou stěnou. Typické vnitřní příčníky mají proměnnou výšku od 397 po 440 mm s tloušťkou stěny 16 mm, horní pás je tvořen ortotropní deskou tloušťky 16 mm, dolní pás má šířku 200 mm a tloušťku 25 mm. Zesílené vnitřní příčníky mají proměnnou výšku od 397 do 440 mm s tloušťkou stěny 16 mm, horní pás je tvořen ortotropní deskou tloušťky 20 mm, dolní pás má šířku 250 mm a tloušťku 25 mm. Osová vzdálenost příčníků je 0,75 m. Příčníky jsou orientovány kolmo na osu mostu. Podporový příčník je navržený jako uzavřený svařovaný profil výšky 370-440 s tloušťkou stěn 20 mm, horní pás je tvořen ortotropní deskou tloušťky 20 mm, dolní pás má šířku 500 mm tloušťky 25 mm.

### 1.3.3. Ortotropní deska

Ortotropní deska má tloušťku 16 mm. V blízkosti mostních závěrů je tloušťka 20 mm.

### 1.3.4. Ložiska

Pro uložení nosné konstrukce budou použita kalotová ložiska. Na opěře 1 bude použito ložisko pevné a příčné posuvné, na opěře 2 bude použito ložisko podélně posuvné a všesměrně posuvné. Veškerá ložiska jsou navržena jako vyměnitelná.

## 1.4. Použité materiály

Konstrukční ocel

S355

## 1.5. Montáž ocelové nosné konstrukce

Postup výstavby je uvažován příčným výsunem nosné konstrukce. Nejprve se provede demolice stávajícího mostu, následně se provede spodní stavba, Nosná konstrukce bude smontována vedle trati a následně příčně a podélně vysunuta.

**Vysouvání konstrukce bude v každém okamžiku brzděna.**

## 2. Geometrie nosné konstrukce

Půdorys, podélný řez, příčné řezy – viz výkresová část PD.

## 3. Obecně

### 3.1. Statická analýza

Účelem statické analýzy bylo posouzení základních rozměrů navržené nosné konstrukce, spodní stavby a založení. Výpočet vnitřních sil byl proveden programem Midas Civil metodou konečných prvků.



### 3.2. Posouzení nosné konstrukce

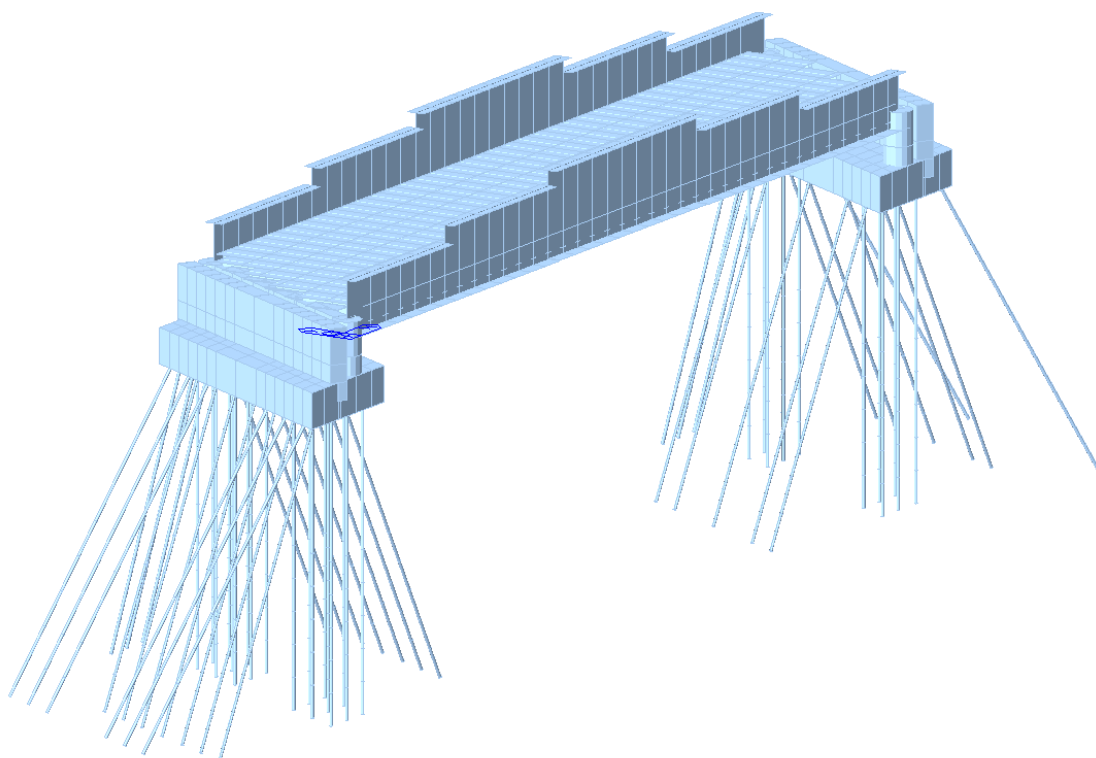
Most je navržený na zatěžovací třídu „A“ [1]. Hodnota dynamického součinitele a roznos zatížení byly uvažovány podle [1]. Nosná konstrukce byla posouzena podle teorie mezních stavů.

Předpoklady výpočtu:

- podélný a příčný sklon konstrukce je zanedbán
- excentricita svislých zatížení byla zahrnuta do výpočtu přetížením na obě kolejnice zároveň

### 3.3. Použité modely

- prostorový prutový model vystihující chování konstrukce v podélném i příčném směru. Jednotlivé ocelové prvky jsou modelovány jako 1D prvky. Opěra je modelována 2D prvky. Tento model slouží pro návrh hlavního nosníku, příčníků, úložného prahu a založení. Náběh hlavního nosníku je řešen odskoky výšky nosníku.



Celkový pohled na model (renderování)

### 3.4. Použitá literatura

ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů, říjen 2008
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí 2015
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení 2004
Změna Z1+Z2	2010
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Zatížení větrem 2013
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Zatížení teplotou 2005 Opravy a změny 2010
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou 2018
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady 2007
ČSN EN-1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků 2006
ČSN EN-1993-2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty 2008
ČSN EN 1994-1-1	Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby 2006
ČSN EN 1994-2	Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty 2007

## 4. Výpočtový model

### 4.1. Materiál

	ID	Name	Type	Standard	Code	DB	Use Mass De	Elasticity (kN/m <sup>2</sup> )	Poisson	Thermal (1/°C)	Density (kN/m <sup>3</sup> )	Mass Density (kN/m <sup>3</sup> /g)	S
▶	1	S355	Steel	EN(S)		S355	<input checked="" type="checkbox"/>	2.1000e+	0.3	1.2000e-	7.6980e+	7.8498e+000	
	3	C30/37	Concrete	EN04(RC)		C30/37	<input checked="" type="checkbox"/>	3.2836e+	0.2	1.0000e-	2.5000e+	2.5493e+000	
*							<input type="checkbox"/>						

Seznam materiálů použitých v modelu

#### 4.1.1. Dotvarování a smršťování

V navržené nosné konstrukci nejsou navrženy prvky podléhající dotvarování a smršťování

### 4.2. Průřezové charakteristiky

	ID	Type	Shape	Name	Area (mm <sup>2</sup> )	Asy (mm <sup>2</sup> )	Asz (mm <sup>2</sup> )	Ixx (mm <sup>4</sup> )	Iyy (mm <sup>4</sup> )	Izz (mm <sup>4</sup> )
	1	DB/User	I	HL nosník 2.4	83600.	41666.	35200.	44602	70139	10423
	2	DB/User	I	Přicnik	21324.	9732.7	5332.5	17507	74338	51832
	3	DB/User	B	operovy_přicnik	27480.	16000.	12600.	11016	90094	64113
	4	DB/User	SB	pomoc_podelnik	14000.	11666.	11666.	90659	22866	11666
	5	DB/User	SR	lozisko	50265	45238	45238	40212	20106	20106
	6	DB/User	SR	pilota	63617	57255	57255	64412	32206	32206
▶	7	DB/User	I	HL nosník 1.5	61680.	25000.	33000.	14217	21683	62627
	8	DB/User	I	HL nosník 1.9	76400.	33333.	38000.	26293	44648	83454
*										

Průřezové charakteristiky prvků v modelu 1

### 4.3. Fáze výstavby

Tvar a velikost konstrukce nevyžaduje zohlednění fází výstavby ve výpočtovém modelu.

### 4.4. Spolupůsobící šířka ortotropní desky

Výpočet spolupůsobících šířek desky je uveden v jednotlivých posudcích prvků.

## 5. Zatížení

### 5.1. Stálé zatížení

#### 5.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha konstrukce byla vypočítána pomocí programu MIDAS

Součinitele zatížení jsou uvažovány hodnotou:  $\gamma_{G,sup} = 1,35$ ;  $\gamma_{G,inf} = 1,0$

#### 5.1.2. Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení	$g_{0,k}$
	[kN/m']
kolejnice (2x)	1.2
betonové pražce	4.8
revizní zábradlí (2x)	1.0
kabelová trasa na mostě (2x)	1.0
<b>CELKEM [kN/m-mostu]</b>	<b>8.0</b>
osová vzdálenost příčníků [m]	0.75
šířka příčníků [m]	6.43
<b>zatížení do modelu [kN/m-příčniku]</b>	<b>0.93</b>

Součinitele zatížení jsou uvažovány hodnotou:  $\gamma_{G,sup} = 1,35$ ;  $\gamma_{G,inf} = 1,0$

Štěrkové lože (na šířku mostu)	$g_{0,k}$
	[kN/m']
štěrkové lože (0,6 m x 20 kN/m <sup>3</sup> )	12.0
osová vzdálenost příčníků [m]	0.75
<b>zatížení do modelu [kN/m] - délky příčniku</b>	<b>9.00</b>

Součinitele zatížení jsou uvažovány hodnotou:  $\gamma_{G,sup} = 1,35 \times 1,30 = 1,76$ ;  $\gamma_{G,inf} = 0,7$

#### 5.1.3. Nerovnoměrné sedání podpěr

Vzhledem k charakteru konstrukce mostu (prosté pole) není uvažováno.

#### 5.1.4. Účinky zemního tlaku

kolejové lože	h,kol	[m]	0.7	
výška dříku	h,drik	[m]	1.0	
výška patky	h	[m]	1.0	
<b>ÚČINKY OD ZEMNÍHO TLAKU (na bm šířky) (zásyp)</b>				
úhel vnitřního tření	$\phi, ef$	[ ° ]	30	
- součinitel pro $tg(\phi)$	$\gamma, \phi, ef$	[ - ]	1.25	
- návrhová hodnota	$\phi, ef, d$	[ ° ]	24.8	
		[rad]	0.43	
soudržnost	c,ef	[kPa]	0	
- součinitel	$\gamma, c, ef$	[ - ]	1.25	
- návrhová hodnota	c,ef,d	[kPa]	0	=> ve výpočtu uvažována hodnota 0
tíha zeminy	$\gamma$	[kN/m3]	20	
- součinitel	$\gamma, \gamma$	[ - ]	1.0	
- návrhová hodnota	$\gamma, d$	[kN/m3]	20	
sklon terénu za zdí	$\beta$	[ ° ]	0	
		[rad]	0.00	
odklon rubu zdi od svislice	$\alpha, rub$	[ ° ]	0	
		[rad]	0.00	
úhel tření zemina - zeď	$\delta$	[ ° ]	20	
- součinitel	$\delta, \gamma$	[ - ]	1.25	
- návrhová hodnota	$\delta, d$	[kN/m3]	16	
		[rad]	0.28	
součinitel klidového tlaku	$k, 0, d$		0.58	- ČSN EN 1997-1, 6.5.2 (9.1)
<b>součinitel klidového tlaku</b>	<b><math>K, 0, \beta, d</math></b>	[ - ]	<b>0.58</b>	- ČSN EN 1997-1, 6.5.2 (9.2)
			11.6	
svislý zemní tlak v patě základu	$\sigma, z$	[kPa]	54	= ( h + h,drik + h,kol ) * $\gamma, d$
<b>klidový zem tlak ve vrcholu zídky</b>	<b><math>\sigma, 0</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>8.1</b>	= h,kol * $\gamma, d$ * $K, 0, \beta, d$
<b>klidový zem tlak v patě základu</b>	<b><math>\sigma, 0</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>31.4</b>	= $\sigma, z$ * $K, 0, \beta, d$

### 5.2.1. Zatížení dopravou – svislá složka zatížení

Diagram of a continuous beam with four supports. The beam is subjected to a uniformly distributed load  $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$  over the first and last spans, and four point loads  $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$  over the two middle spans. The spans are labeled (1) for the outer spans and have dimensions 0.8m, 1.6m, 1.6m, 1.6m, and 0.8m respectively.

- součinitel zatížení dle kategorie trati:  $\alpha = 1,1$
- dynamický součinitel je stanoven pro standardně udržovanou kolej
- součinitel zatížení je uvažován hodnotou:  $\gamma_{\alpha} = 1,45$
- excentricita svislého zatížení: poměr zatížení kolejnic **1,25:1,0**
  - uvažováno přitížení obou kolejnic zároveň

Osa koleje se nachází v přímé odstředivé síly jsou nulové  
Rozjezdové a brzdné síly jsou řešeny v rámci kombinované odezvi konstrukce a koleje

<b><u>boční ráz</u></b>	<b><math>Q_{sk}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>100</b> <= dle kapitoly 6.5.2; + uvážit souč. $\alpha$
-------------------------	----------------------------	-------------	---

### 5.2.3. Kombinovaná odezva konstrukce a koleje

Postup dle ČSN EN 1991-2, kap. 6

#### uvážení kombinované odezvy konstrukce a koleje

- ČSN EN 1991-2, kap. 6

Délka mostu	L	[m]	29
-------------	---	-----	----

#### 6.5.2 Boční ráz

boční ráz	Qsk	[kN]	100
-----------	-----	------	-----

- násobí se pouze  $\alpha$

#### 6.5.3 Zatížení od rozjezdu a brždění

rozjezdová síla	Qlak	[kN/m]	33
limitní rozjezdová síla	La,b,lim	[kN]	1000
výsledná Rozjezdová síla	La,b	[kN]	957

brzdná síla	Qlbk	[kN/m]	20
limitní brzdná síla	La,b,lim	[kN]	6000
výsledná brzdná síla	La,b	[kN]	580

#### Podélná síla od dopravy - rozjezdové

- uvažovat působení dle 6.5.4

Qlak	[kN/m]	33
La,b	[kN]	957

#### 6.5.4 kombinovaná odezva konstrukce a koleje na proměnná zatížení

##### 6.5.4.6.1 zjednodušená výpočetní metoda pro jednotlivou nosnou konstrukci

Dilatační délka	LT	[m]	28
-----------------	----	-----	----

#### VODOROVNÁ "TUHOST" OPĚRY

deformace v místě uložení NK	$\delta, x$	[mm]	3.8
modelovaná síla	F	[kN]	2000
tuhost opěry	K	[kN/m]	526316

Limitní posun od brzdných/rozjezd sil	$\delta H_{lim}$	[mm]	5 <sup>✓</sup> (1)
posunutí od brzdných/rozjezdových sil	$\delta H$	[mm]	1.82 = $La, b / K$
<b>podmínka posun od brzdných sil</b>			<b>splňuje</b>

délka konce NK od uložení	b	[mm]	500	
výška konce NK od uložení	h	[mm]	500	
pootočení konce NK	$\beta$	[rad]	0.0027962	- midas - od LM71 (včetně $\alpha$ )
posun konce NK	$\delta h, pos$	[m]	0.003677	- midas - od LM71 (včetně $\alpha$ )
posun konce NK od pootočení	$\delta h, poot$	[mm]	1.40	od pootočení
posun od LM71 - pevné ložisko	$\delta H, 1$	[mm]	1.40	= $\delta h, poot$
posun od LM71 - posuvné ložisko	$\delta H, 2$	[mm]	2.28	= $\delta h, pos - \delta h, poot$
<b>posun od LM71 - rozhodující</b>	$\delta H, max$	[mm]	2.28	
limitní posun od deformace NK	$\delta H, lim$	[mm]	5 <sup>✓</sup> (1)	
<b>podmínka posun od svislého zatížení</b>			<b>splňuje</b>	

Limitní dilatační délka	LT,lim	[m]	40
Dilatační délka	LT	[m]	28
<b>podmínka max dilatační délky</b>			<b>splňuje</b>

podél plast smyk odpor - zatížená	k,zat	[kN]	60
podél plast smyk odpor - NEzatížená	k,nez	[kN]	20

Teplotní změna konstrukce	$\Delta T_d$	[K]	35
Teplotní změna kolejnice	$\Delta T_R$	[K]	50

Redukční součinitel sil rozjezd brzd	$\xi$	[-]	0.6 - dle tab 6.9
--------------------------------------	-------	-----	-------------------

#### zatížení do ložisek od teploty

Nezatížený most	FTk, prázdn	[kN]	336 = 0.6 * k,nez * LT
zatížený most	FTk, pln	[kN]	336 = 0.6 * k,zat * LT - ALE uvažují nezat

#### zatížení do ložisek od deformace NK

FQk	[kN]	580 = 20 * L
-----	------	--------------

<b>počet vzdorujících ložisek</b>	n	[-]	2
-----------------------------------	---	-----	---

zatížení na jedno ložisko			brzdění	teplota	LM71 most	
vlak všude	Fk	[kN]	287	168	290	
vlak v předpolí	Fk	[kN]	287	168	0	
vlak nikde	Fk	[kN]	0	168	0	
součinitel	$\psi_0$	[-]	1	0.6	1	
součinitel	$\psi_2$	[-]	0	0.5	0	
součinitel	$\gamma$	[-]	1.45	1.50	1.45	<b><math>\Sigma</math></b>
vlak všude	Fd	[kN]	416	151	421	<b>988</b>
vlak v předpolí	Fd	[kN]	416	151	0	<b>567</b>
vlak nikde	Fd	[kN]	0	252	0	<b>252</b>
vlak všude - Char	Fk	[kN]	287	101	290	<b>678</b>
vlak všude/nikde - kvazi			0	84	0	<b>84</b>

tep.  $\psi_0=1$



#### 5.2.4. Přetížení rubu opěry od dopravy

##### PŘETÍŽENÍ OD DOPRAVY ZA OPĚROU (na bm) - svislé síly

##### NÁPRAVOVÉ TLAKY

zatížení od "Lokomotivy"	Q,LM71	[kN]	1000	=> LM 71 - ČSN EN 1991-2, 6.3.2 Obr. 6.1
roznášecí délka	L,LM71	[m]	6.4	=> LM 71 - ČSN EN 1991-2, 6.3.2 Obr. 6.1
roznášecí šířka = šířka opěry	b	[m]	6.4	
<b>zatížení na bm opěry</b>	<b>f,LM71</b>	<b>[kN/m2]</b>	<b>24.4</b>	<b>=&gt; zjednodušení - působí "do nekonečna"</b>
rovnoměrné zatížení	q,vk,LM71	[kN/m]	80	=> LM 71 - ČSN EN 1991-2, 6.3.2 Obr. 6.1
roznášecí šířka = šířka opěry	b	[m]	6.4	
<b>zatížení na bm opěry</b>	<b>f,vk,LM71</b>	<b>[kN/m2]</b>	<b>12.5</b>	<b>= q,vk,LM71 / b</b>
<b>zatížení od dopravy Q</b>	<b>f,LM71</b>	<b>[kN/m2]</b>	<b>24.4</b>	
<b>přírutek vod. zemního tlaku</b>	<b><math>\Delta\sigma,0</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>14.2</b>	<b>= f,vk,LM71 * K,0,β,d</b>
<b>zatížení od dopravy q</b>	<b>f,LM71</b>	<b>[kN/m2]</b>	<b>12.5</b>	
<b>přírutek vod. zemního tlaku</b>	<b><math>\Delta\sigma,0</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>7.3</b>	<b>= f,vk,LM71 * K,0,β,d</b>

### 5.2.5. Zatížení větrem

Vzhledem k navrženému typu konstrukce jsou stanoveny rozhodující účinky větru pro kombinaci se zatížením dopravou.

#### ZATÍŽENÍ VĚTREM - NK

<= ČSN EN 1993-1-4, 8

#### A) ZATÍŽENÍ VĚTREM V KOMBINACI S DOPRAVOU

rychlost větru	$v_{b,0}$	[m/s]	25	- redukovaná rychlost větru
měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1.25	
celková délka mostu	L	[m]	29.0	
průměrná účinná výška	$d_{tot}$	[m]	6.0	<= NK + 4 m od dopravy
šířka NK mostu	b	[m]	7.15	

#### směr x (příčně)

součinitel zatížení větrem	C	[-]	5.1	
součinitel expozice	$c_e$	[-]	2.20	<= kat. terénu II, výška z = 4.5 m
součinitel síly pro mosty	$c_{fx} = c_{fx,0}$	[-]	2.30	<= viz obr. 8.3 v normě
poměr šířky a účinné výšky	$b / d_{tot}$	[-]	1.2	
<b>tlak větru - na plochu</b>	$f_{w,x}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.0	<= $0,5 \cdot \rho \cdot v_{b,0}^2 \cdot C$
referenční plocha	$A_{x,ref}$	[m <sup>2</sup> ]	174	- plnostěnné nosníky + LM71
<b>celková síla od větru</b>	$F_{w,x}$	[kN]	344	<= $f_{w,x} \cdot A_{x,ref}$

#### směr y (podélně)

<b>celková síla od větru</b>	$F_{w,y}$	[kN]	86	<= $0,25 \cdot F_{w,x}$
------------------------------	-----------	------	----	-------------------------

#### směr z (svisle)

součinitel zatížení větrem	C	[-]	2.0	
součinitel expozice	$c_e$	[-]	2.2	<= viz směr x
součinitel síly pro mosty	$ c_{fz} $	[-]	0.9	<= doporučená hodnota
<b>tlak / sání větru</b>	$f_{w,z}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.77	<= $0,5 \cdot \rho \cdot v_{b,0}^2 \cdot C$
referenční plocha	$A_{z,ref}$	[m <sup>2</sup> ]	207	<= $b \cdot L$
<b>celková síla od větru</b>	$F_{w,z}$	[kN]	160	<= $f_{w,z} \cdot A_{z,ref}$

osová vzdálenost příčníků	$b_p$	[m]	0.75	
---------------------------	-------	-----	------	--

<b>tlak / sání větru na příčník</b>	$f_{w,z,příč}$	[kN/m]	0.58	= $f_{w,z} \cdot b_p$	
<b>podélný vítr na 1m délky mostu</b>	$f_{w,x}$	[kN/m]	2.96	= $F_{w,y} / L$	1.48 - na 1 HL N
<b>příčný vítr na 1m délky mostu</b>	$f_{w,y}$	[kN/m]	11.86	= $f_{w,x} \cdot d_{tot}$	5.93 - na 1 HL N

Součinitele zatížení větrem jsou uvažovány hodnotou:  $\gamma_Q = 1,50$ ;  $\psi_0 = 1,0$

## 5.2.6. Účinky teplotních změn a rozdílného oteplení částí mostní konstrukce

Účinky rovnoměrné teploty (návrh ložisek a mostního závěru)

### ZATÍŽENÍ TEPLOTOU - DILATACE

<= ČSN EN 1991-1-5

<= TNI 73 6270

#### ROVNOMĚRNÁ SLOŽKA

teplota ve stínu	$T_{\max}$	[°C]	40	
	$T_{\min}$	[°C]	-32	
typ konstrukce			1	
rovnom. složka teploty mostu	$T_{e,\max}$	[°C]	56	
	$T_{e,\min}$	[°C]	-35	
teplota při zabudování mostu	$T_0$	[°C]	10	
char. hod. pro prodl. mostu	$\Delta T_{N,\exp}$	[°C]	46	
char. hod. pro zkrác. mostu	$\Delta T_{N,\text{con}}$	[°C]	45	
přídavek pro výpočet dilatace	$\Delta T_0$	[°C]	7.5	<= TNI 73 6270, tab. 7
součinitel zatížení teplotou	$\gamma_T$	[ - ]	1	
<b>změna teploty pro prodl. mostu</b>	<b><math>\Delta T_{d,\exp}</math></b>	<b>[°C]</b>	<b>53.5</b>	<b>&lt;= TNI 73 6270, (5)</b>
<b>změna teploty pro zkrác. mostu</b>	<b><math>\Delta T_{d,\text{con}}</math></b>	<b>[°C]</b>	<b>-52.5</b>	<b>&lt;= TNI 73 6270, (5)</b>

$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ typ } T_{e,\max} = T_{\max} + 16 \text{ °C} \\ 2. \text{ typ } T_{e,\max} = T_{\max} + 4,5 \text{ °C} \\ 3. \text{ typ } T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 \text{ °C} \end{array} \right\} \text{pro } 30 \text{ °C} \leq T_{\max} \leq 50 \text{ °C} \quad \left. \begin{array}{l} T_{e,\min} = T_{\min} - 3 \text{ °C} \\ T_{e,\min} = T_{\min} + 4,5 \text{ °C} \\ T_{e,\min} = T_{\min} + 8 \text{ °C} \end{array} \right\} \text{pro } -50 \text{ °C} \leq T_{\min} \leq 0 \text{ °C}$$

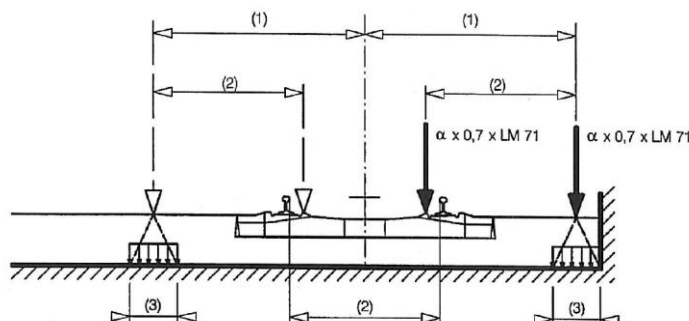
#### Zatížení nerovnoměrnou složkou teploty – nelineární složka (postup 2)

Vzhledem k navržené konstrukci – most s dolní mostovkou a kolejovým ložem je proveden výpočet pro rozdílové složky teploty mostovky a dolního pasu, oproti diagonálám a hornímu pasu příhradového nosníku. Rozdílová složka teploty je uvažována +/- 10 °C.

Součinitele zatížení nerovnoměrnou teplotou jsou uvažovány hodnotou:  $\gamma_Q = 1,50$ ;  $\psi_0 = 0,6$

## 5.3. Mimořádné zatížení

### 5.3.1. Vykojení vlaku – návrhová situace I



Vykojení železniční dopravy reprezentuje mimořádnou návrhovou situaci. Součinitel zatížení je uvažován hodnotou  $\gamma_A = 1,0$ . Pro dané zatížení se neuvažuje s dynamickým součinitelem a excentricitou svislého zatížení, součinitel zatížení dle kategorie tratě  $\alpha = 1,1$ .

Vzhledem k navrženému typu konstrukce není uvažována návrhová situace 2, sloužící pro posouzení stability.

#### MIMOŘÁDNÉ ZATÍŽENÍ VYKOLEJENÍM

svislé zatížení LM71 - "náprava"	$Q_{vk}$	[kN]	250
svislé zatížení LM71 - rovnoměrné	$q_{vk}$	[kN/m]	80

DOPRAVA - LM71 - KLASIFIKOVANÁ SVISLÁ ZATÍŽENÍ			Podélník
součinitel - kategorie tratě	$\alpha$	[-]	1.1

=> dle ČSN EN 1331-2, 6.3.2 + NA.2.53

#### Návrhová situace 1.

- ČSN EN 1991-2, 6.7.1 (Obr. 6.26 a Obr. 6.27)

vykojená pozice: vlak těsně vedle Hlavního Nosníku

průběh zatížení po délce mostu: stejný tvar jako LM71

svislé zatížení LM71 - "náprava"	$Q_{vd}$	[kN]	$385 = Q_{vk} \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot 2$ (dvě "kola")
náhradní plocha $0,45 \cdot 0,45$ m	A	[m <sup>2</sup> ]	$0,20 = 0,45 \cdot 0,45$

svislé zatížení LM71 - rovnoměrné	$q_{vd}$	[kN/m]	$123 = q_{vk} \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot 2$ (dvě "kola")
náhradní šířka	$\bar{s}$	[m]	0.45

## 6. Kombinace zatížení

Nejnepříznivější „silové“ účinky na konstrukci jsou při kombinace hlavního zatížení dopravou (LM71) společně s hodnotami vedlejšího zatížení ( $\psi, 0$ ) od povětrnostních vlivů (teplota, vítr).

	No	Name	Type	Description
►	1	SW	User Defi	vlastní tíha OK + beton
	2	g,0,k - Sterk	User Defi	kolejové lože
	3	g,0,k - zbytek	User Defi	zbylé osazení stálé zatížení
	4	T_+53.5	User Defi	rovnoměrné oteplení +53,5°C
	5	T_-52.5	User Defi	rovnoměrné ochlazení -52,5°C
	6	T,Gr_+10	User Defi	Nerovnoměrné oteplení +10°C
	7	T,Gr_-10	User Defi	Nerovnoměrné ochlazení -10°C
	8	vítr_svislý	User Defi	
	9	vítr_podélný	User Defi	
	10	vítr_příčný	User Defi	
	11	zemní tlak, K0	User Defi	klidový zemní tlak
	12	boční ráz	User Defi	
	13	LM71_loko_opěra	User Defi	lokomotiva za opěrou
	14	LM71_spojité_opěr	User Defi	spojité zatížení za opěrou
	15	Tuhost opěr	User Defi	síla do ložisek pro určení tuhosti
	16	kombinovaná odez	User Defi	100kN na Ložisko

### 6.1. Mezní stav použitelnosti (charakteristická kombinace)

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

### 6.2. Mezní stav únosnosti (STR/GEO)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} " + " \gamma_P P " + " \gamma_{Q,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

### 6.3. Mimořádné návrhové situace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " A_d " + " (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

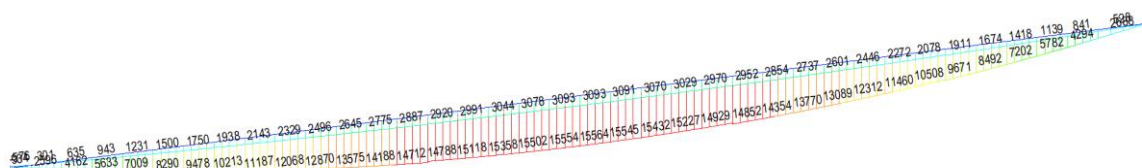
## 6.4. Kombinace pro výpočet vnitřních sil

<pre> =====   MIDAS(Modeling, Integrated Design &amp; Analysis Software)     MIDAS/Civil - Load Combinations   (c)SINCE 1989   =====   MIDAS Information Technology Co.,Ltd.      (MIDAS IT)     MIDAS/Civil Version 8.8.1                   ===== </pre>					
-----					
DESIGN TYPE : General					
-----					
LIST OF LOAD COMBINATIONS					
=====					
NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE(FACTOR) +	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
=====					
1	Sterk_min g,0,k - Sterk( 0.700)	Active	Add		
2	Sterk_max g,0,k - Sterk( 1.300)	Active	Add		
3	Sterk_obalka_Char Sterk_min( 1.000) +	Active	Envelope	Sterk_max( 1.000)	
4	G_inf_Char SW( 1.000) +	Active	Add	Sterk_obalka_Char( 1.000) +	g,0,k - zbytek( 1.000)
5	G_sup SW( 1.350) +	Active	Add	Sterk_obalka_Char( 1.350) +	g,0,k - zbytek( 1.350)
6	G_obal G_inf_Char( 1.000) +	Active	Envelope	G_sup( 1.000)	
7	T_GR T,Gr_+10( 1.000) +	Active	Envelope	T,Gr_-10( 1.000)	
8	Zemni tlak_Max zemní tlak, K0( 1.500)	Active	Add		
9	Zemni tlak_obal Zemni tlak_Max( 1.000) +	Active	Envelope	zemní tlak, K0( 1.000)	
10	Bocni raz _- boční ráz(-1.000)	Active	Add		
11	Bocni_raz_obal Bocni raz _-( 1.000) +	Active	Envelope	boční ráz( 1.000)	
12	kombinovana_odezva _- kombinovaná odezva(-1.000)	Active	Add		
13	Kombi_odezva_obal kombinovana_odezva _-( 1.000) +	Active	Envelope	kombinovaná odezva( 1.000)	
14	Vitr_Svisly _- vítr_svislý(-1.000)	Active	Add		
15	Vitr_pricny _- vítr_příčný(-1.000)	Active	Add		
16	Vitr_podelny _- vítr_podélný(-1.000)	Active	Add		
-----					

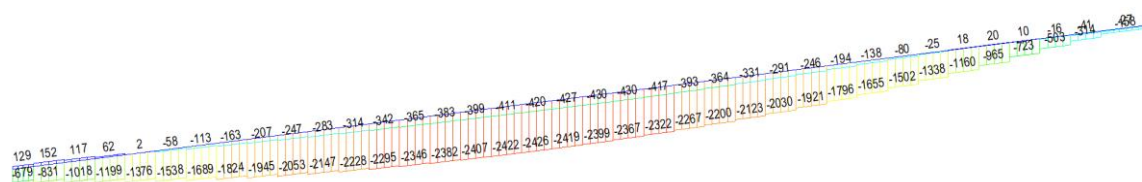
17	Vitr_svisly_obal	Active	Envelope	
	Vitr_svisly_-( 1.000) +		vitr_svislý( 1.000)	
18	Vitr_pricky_obal	Active	Envelope	
	Vitr_pricky_-( 1.000) +		vitr_příčný( 1.000)	
19	Vitr_podelny_obal	Active	Envelope	
	Vitr_podelny_-( 1.000) +		vitr_podélný( 1.000)	
20	Vitr_obal_obal	Active	Envelope	
	Vitr_svisly_obal( 1.000) +		Vitr_pricky_obal( 1.000) +	Vitr_podelny_obal( 1.000)
21	LM71_OBAL	Active	Envelope	
	LM71_levy_nosnik( 1.000) +		LM71_pravy_nosnik( 1.000)	
22	HL_nosnik_ULS_6.10	Active	Add	
	G_obal( 1.000) +		Vitr_obal_obal( 1.500) +	LM71_OBAL( 2.050)
23	HL_nosnik_Char	Active	Add	
	SW( 1.000) +		Vitr_obal_obal( 1.000) +	LM71_OBAL( 1.410)
	+ Sterk_obalka_Char( 1.000) +		g,0,k - zbytek( 1.000)	
24	HL_nosnik_Kvazi	Active	Add	
	SW( 1.000) +		Sterk_obalka_Char( 1.000) +	g,0,k - zbytek( 1.000)
25	Pricky_ULS_6.10	Active	Add	
	G_obal( 1.000) +		Vitr_obal_obal( 1.500) +	LM71_OBAL( 3.290)
26	Pricky_ULS_Char	Active	Add	
	SW( 1.000) +		Vitr_obal_obal( 1.000) +	LM71_OBAL( 2.270)
	+ Sterk_obalka_Char( 1.000) +		g,0,k - zbytek( 1.000)	
27	Pricky_ULS_kvazi	Active	Add	
	SW( 1.000) +		Sterk_obalka_Char( 1.000) +	g,0,k - zbytek( 1.000)
28	OP_vlak_vsude_ULS	Active	Add	
	G_obal( 1.000) +		LM71_OBAL( 1.600) +	Bocni_raz_obal( 0.800)
	+ Zemni tlak_obal( 1.000) +		LM71_spojité_opěra( 1.600) +	Kombi_odezva_obal( 9.880)
	+ Vitr_obal_obal( 1.125)			
29	OP_vlak_vsude_Char	Active	Add	
	SW( 1.000) +		LM71_OBAL( 1.100) +	Bocni_raz_obal( 0.550)
	+ Zemni tlak_obal( 1.000) +		LM71_spojité_opěra( 1.100) +	Kombi_odezva_obal( 6.780)
	+ Vitr_obal_obal( 0.750) +		Sterk_obalka_Char( 1.000) +	g,0,k - zbytek( 1.000)
30	OP_vlak_vsude_Kvazi	Active	Add	
	SW( 1.000) +		Zemni tlak_obal( 1.000) +	Kombi_odezva_obal( 0.840)
	+ Sterk_obalka_Char( 1.000) +		g,0,k - zbytek( 1.000)	
31	OP_vlak_predpoli	Active	Add	
	G_obal( 1.000) +		Bocni_raz_obal( 0.800) +	Zemni tlak_obal( 1.000)
	+ LM71_loko_opěra( 1.600) +		Kombi_odezva_obal( 5.670) +	Vitr_obal_obal( 1.125)
32	OP_vlak_nikde	Active	Add	
	G_obal( 1.000) +		Zemni tlak_obal( 1.000) +	Kombi_odezva_obal( 1.510)
	+ Vitr_obal_obal( 1.125)			
33	OP_obalka	Active	Envelope	
	OP_vlak_vsude_ULS( 1.000) +		OP_vlak_predpoli( 1.000) +	OP_vlak_nikde( 1.000)
34	Uykolej_I_vlak	Active	Envelope	
	Uykolejeni_LN( 1.000) +		Uykolejeni_PN( 1.000)	
35	Uykolejeni_I_d	Active	Add	
	Uykolej_I_vlak( 1.000) +		SW( 1.000) +	g,0,k - zbytek( 1.000)
	+ Sterk_obalka_Char( 1.000)			

## 7. Vnitřní síly NK

### 7.1. Hlavní nosník



My [kNm] – ULS - 6.10 (obálka)

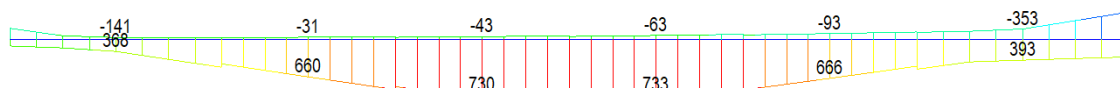


Fx [kN] – ULS - 6.10 (obálka)

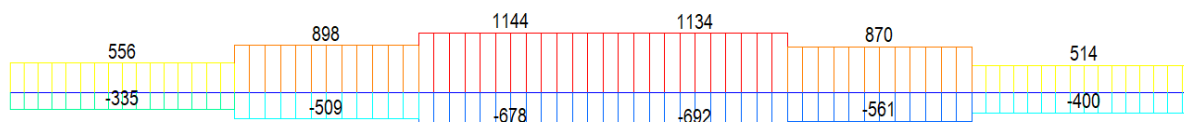


Fz [kN] – ULS - 6.10 (obálka)

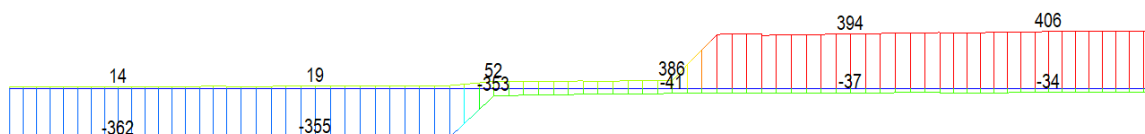
### 7.2. Příčník vnitřní



My [kNm] – ULS - 6.10 (obálka)



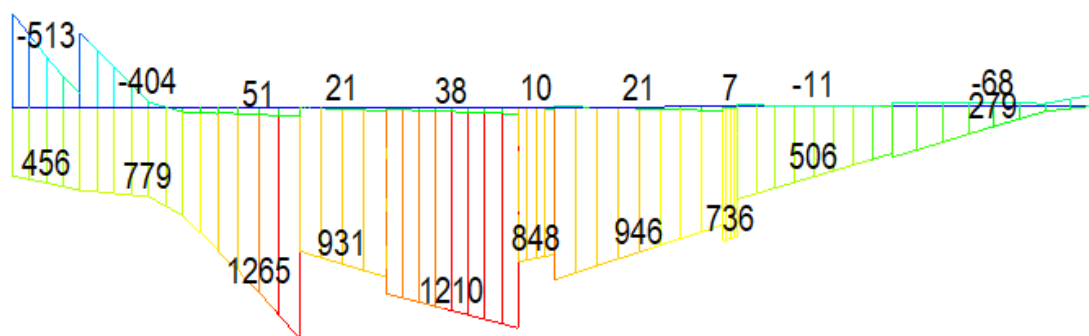
Fx [kN] – ULS - 6.10 (obálka)



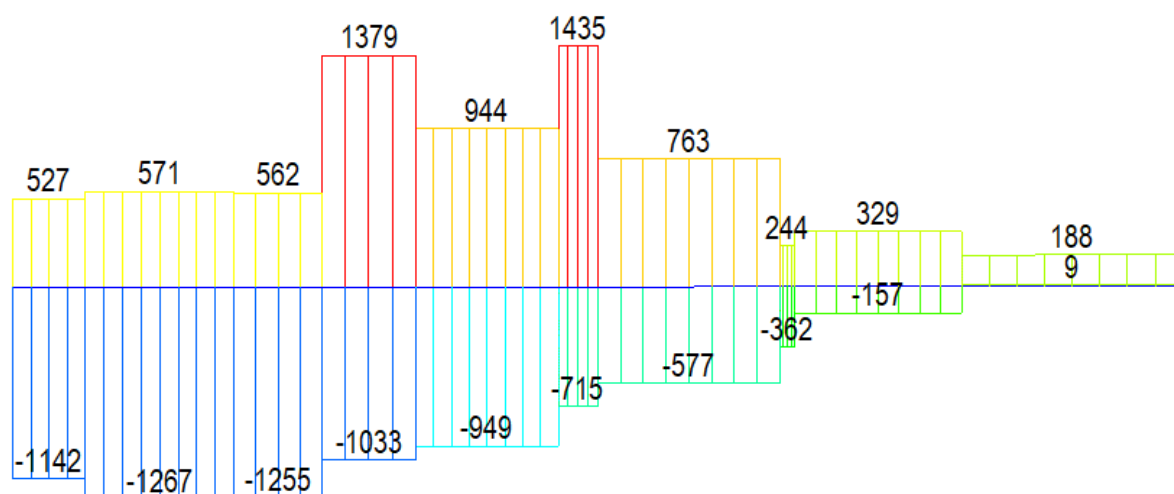
Fz [kN] – ULS - 6.10 (obálka)



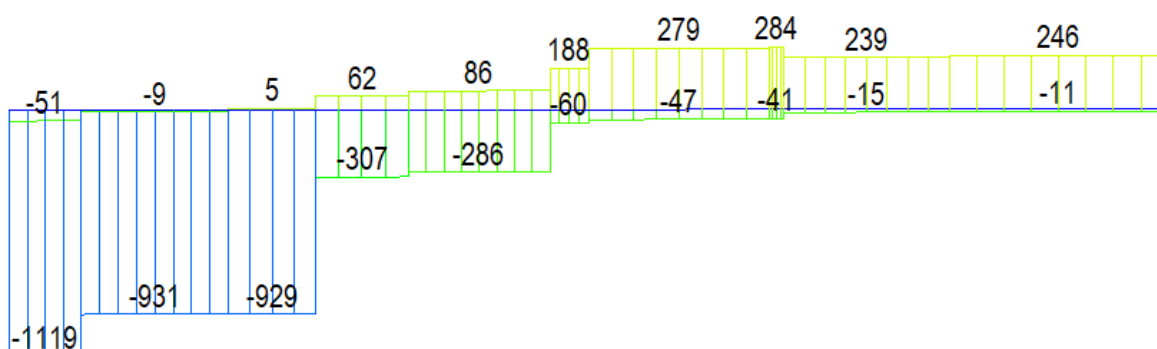
### 7.3. Příčnický krajní



My [kNm] – ULS - 6.10 (obálka)

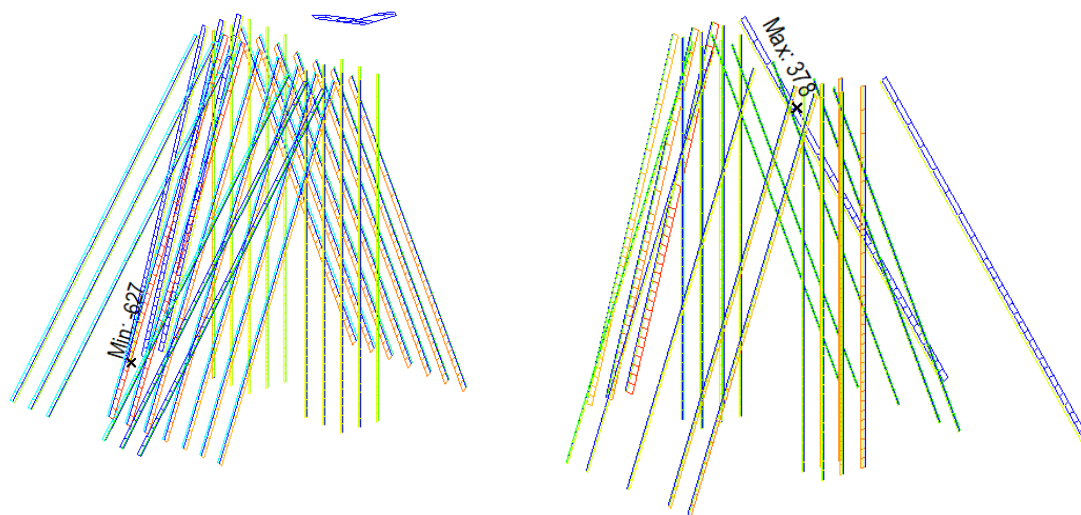


Fx [kN] – ULS - 6.10 (obálka)



Fz [kN] – ULS - 6.10 (obálka)

## 7.4. Mikropiloty



Fx [kN] ULS - 6.10 (obálka)

## 8. Posouzení NK – mezní stav únosnosti

### 8.1. Hlavní nosník – zesílený průřez

Klopení nosníku bylo zohledněno pomocí náhradního příhradového modelu. Na základě určení součinitele vzpěrnosti pro tlačnou část průřezu byla následně provedena redukce meze kluzu oceli pro posouzení únosnosti ohýbaného průřezu.

#### posouzení tlačené části HL\_nosníku

##### GEOMETRIE

T průřez

výška	h	[mm]	330
šířka	b	[mm]	500
tloušťka pásnic	t,f	[mm]	60
tloušťka stěny	t,w	[mm]	20

##### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	35400
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	-
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	-
Těžiště (od vláken vlevo)	C,y	[mm]	250
Moment setrvačnosti	I,z	[mm <sup>4</sup> ]	6.25E+08

##### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
návrhová pevnost	f,y	[MPa]	335

#### - ÚNOSNOST V PROSTÉM TLAKU

charakteristická únosnost v tlaku	N,Rk	[kN]	11859 = f,y * A
-----------------------------------	------	------	-----------------

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení z roviny hlavního nosníku

jednotková kritická síla	N,cr1	[kN]	1930 - buckling analysis
koeficient kritického zatížení	$\alpha_{cr}$	[ - ]	21.6 - buckling analysis
kritická síla při vybočení	N,cr	[kN]	41688 = N,cr1 * $\alpha_{cr}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	[ - ]	0.53 - ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[ - ]	0.49 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[ - ]	0.72 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_z$	[ - ]	0.82 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
návrhová únosnost ve vzpěru	N,b,Rd	[kN]	8885 = $\chi_z * A * f_{y,d} / \gamma_{M1}$

#### GEOMETRIE I profil, svařovaný

výška	h	[mm]	2400
šířka	b	[mm]	500
tloušťka pásnic	t,f	[mm]	60
tloušťka stěny	t,w	[mm]	20

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	151200
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	1200
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	1.02E+11
Těžiště (od vláken vlevo)	C,y	[mm]	250
Moment setrvačnosti	I,z	[mm <sup>4</sup> ]	1.25E+09

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílicí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[-]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[-]	1.1
návrhová pevnost	$f_y$	[MPa]	355
návrhová pevnost	$f_{y,red}$	[MPa]	276

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

normálová síla (tlak)	$N_{Ed}$	[kN]	2274
oh. moment (v rovině)	$M_{y,Ed}$	[kNm]	15696
oh. moment (z roviny)	$M_{z,Ed}$	[kNm]	0

#### - ÚNOSNOST V PROSTÉM TLAKU

charakteristická únosnost v tlaku	$N_{Rk}$	[kN]	41745 = $f_y \cdot A$
-----------------------------------	----------	------	-----------------------

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení v rovině hlavního nosníku

osová vzdálenost styčníků	L	[m]	0.0
násobek vzpěrné délky	n	[-]	1.0
vzpěrná délka	$L_{cr}$	[-]	0.0 = $L \cdot n$
součinitel třídy materiálu	$\epsilon$	[-]	0.923 = $(235 / f_y)^{0.5}$
srovnávací štíhlost	$\lambda_1$	[-]	86.6 = $93.9 \cdot \epsilon$
poloměr setrvačnosti	i	[mm]	821 = $(I_y / A)^{0.5}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	[-]	0.000 - ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[-]	0.49 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[-]	0.451 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_y$	[-]	1.109 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
<b>návrhová únosnost ve vzpěru</b>	<b><math>N_{b,Rd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>42073</b> = $\chi_y \cdot A \cdot f_{y,d} / \gamma_{M1}$

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení z roviny hlavního nosníku

<b>jednotková kritická síla</b>	<b><math>N_{cr1}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>1930</b> - buckling analysis
koeficient kritického zatížení	$\alpha_{cr}$	[-]	21.6 - buckling analysis
kritická síla při vybočení	$N_{cr}$	[kN]	41688 = $N_{cr1} \cdot \alpha_{cr}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	[-]	1.00 - ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[-]	0.49 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[-]	1.20 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_z$	[-]	0.54 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
<b>návrhová únosnost ve vzpěru</b>	<b><math>N_{b,Rd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>20476</b> = $\chi_z \cdot A \cdot f_{y,d} / \gamma_{M1}$

- OHYBOVÁ ÚNOSNOST  $M_{y,Rk}$  = v rovině hlavního nosníku

char. momentová únosnost  $M_{y,Rk}$  [kNm] 23446 =  $f_{y,z} * I_{y,z} / C_{y,z}$

- OHYBOVÁ ÚNOSNOST  $M_{z,Rk}$  = z roviny hlavního nosníku

char. momentová únosnost  $M_{z,Rk}$  [kNm] 1382 =  $f_{y,z} * I_{z,z} / C_{y,z}$

redukce ohybové únosnosti při působení normálové síly

=> alt. metoda 2, pružnostní návrh

součinitel poměru momentů	$\Psi_{my}$	[ - ]	1	=> 1 - konzervativní návrh
součinitel poměru momentů	$\Psi_{mz}$	[ - ]	1	=> 1 - konzervativní návrh
souč. ekviv. ohyb. momentu	$C_{my}$	[ - ]	1.0	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.3
souč. ekviv. ohyb. momentu	$C_{mz}$	[ - ]	1.0	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.3
interační součinitele	$k_{yy}$	[ - ]	1.00	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{yz}$	[ - ]	1.07	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{zy}$	[ - ]	0.80	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{zz}$	[ - ]	1.07	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1

POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU (součinitel klopení  $\chi_{LT}$  uvažován hodnotou 1)

$\chi_{LT}$  [ - ] 1 - uvažována hodnota 1 (bez výpočtu)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1 \quad \text{- ČSN EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.61)}$$

0.05	+	0.74	+	0.000	<	1
				0.790	<	1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1 \quad \text{- ČSN EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.62)}$$

0.11	+	0.59	+	0.000	<	1
				0.700	<	1

## 8.2. Hlavní nosník – krajní průřez

Klopení nosníku bylo zohledněno pomocí náhradního příhradového modelu. Na základě určení součinitele vzpěrnosti pro tlačnou část průřezu byla následně provedena redukce meze kluzu oceli pro posouzení únosnosti ohýbaného průřezu.

### posouzení tlačené části HL\_nosníku

#### GEOMETRIE

T průřez

výška	h	[mm]	330
šířka	b	[mm]	500
tloušťka pásnic	t,f	[mm]	40
tloušťka stěny	t,w	[mm]	25

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	27250
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	-
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	-
Těžiště (od vláken vlevo)	C,y	[mm]	250
Moment setrvačnosti	I,z	[mm <sup>4</sup> ]	4.17E+08

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílicí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[-]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[-]	1.1
návrhová pevnost	$f_y$	[MPa]	355

#### - ÚNOSNOST V PROSTÉM TLAKU

charakteristická únosnost v tlaku	$N_{Rk}$	[kN]	9674 = $f_y \cdot A$
-----------------------------------	----------	------	----------------------

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení z roviny hlavního nosníku

jednotková kritická síla	$N_{cr1}$	[kN]	1500	- buckling analysis
koeficient kritického zatížení	$\alpha_{cr}$	[-]	21.6	- buckling analysis
kritická síla při vybočení	$N_{cr}$	[kN]	32400	= $N_{cr1} \cdot \alpha_{cr}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	[-]	0.55	- ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[-]	0.49	- ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[-]	0.73	- ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_z$	[-]	0.82	- ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
návrhová únosnost ve vzpěru	$N_{b,Rd}$	[kN]	7182	= $\chi_z \cdot A \cdot f_{y,d} / \gamma_{M1}$

#### GEOMETRIE I profil, svařovaný

výška	h	[mm]	2000
šířka	b	[mm]	500
tloušťka pásnic	t,f	[mm]	40
tloušťka stěny	t,w	[mm]	25

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	136000
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	1000
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	5.32E+10
Těžiště (od vláken vlevo)	C,y	[mm]	250
Moment setrvačnosti	I,z	[mm <sup>4</sup> ]	8.36E+08

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
návrhová pevnost	$f_y$	[MPa]	355
návrhová pevnost, redukováná	$f_y$	[MPa]	290

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

normálová síla (tlak)	$N_{Ed}$	[kN]	1763
oh. moment (v rovině)	$M_{y,Ed}$	[kNm]	10634
oh. moment (z roviny)	$M_{z,Ed}$	[kNm]	0

#### - ÚNOSNOST V PROSTÉM TLAKU

charakteristická únosnost v tlaku	$N_{Rk}$	[kN]	39429 = $f_y \cdot A$
-----------------------------------	----------	------	-----------------------

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení v rovině hlavního nosníku

osová vzdálenost styčníků	L	[m]	0.0
násobek vzpěrné délky	n	[ - ]	1.0
vzpěrná délka	$L_{cr}$	[ - ]	0.0 = $L \cdot n$
součinitel třídy materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.900 = $(235 / f_y)^{0.5}$
srovnávací štíhlost	$\lambda_1$	[ - ]	84.5 = $93.9 \cdot \epsilon$
poloměr setrvačnosti	i	[mm]	625 = $(I_y / A)^{0.5}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	[ - ]	0.000 - ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[ - ]	0.49 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[ - ]	0.451 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_y$	[ - ]	1.109 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
návrhová únosnost ve vzpěru	$N_{b,Rd}$	[kN]	39739 = $\chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$

#### - TLAK SE VZPĚREM - vybočení z roviny hlavního nosníku

jednotková kritická síla	$N_{cr1}$	[kN]	1500 - buckling analysis
koeficient kritického zatížení	$\alpha_{cr}$	[ - ]	21.6 - buckling analysis
kritická síla při vybočení	$N_{cr}$	[kN]	32400 = $N_{cr1} \cdot \alpha_{cr}$
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	[ - ]	1.10 - ČSN EN 1993-1-1, 6.3.1.2 (6.50)
souč. imperfekce (křivka c)	$\alpha$	[ - ]	0.49 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 Tabulka 6.1
pomocný součinitel	$\Phi$	[ - ]	1.33 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
součinitel vzpěrnosti	$\chi_z$	[ - ]	0.48 - ČSN EN 1993-1-1 6.3.1.2 (6.49)
návrhová únosnost ve vzpěru	$N_{b,Rd}$	[kN]	17298 = $\chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$

- OHYBOVÁ ÚNOSNOST  $M_{y,Rk}$  = v rovině hlavního nosníku

char. momentová únosnost  $M_{y,Rk}$  [kNm] 15414 =  $f_{y,z} * I_{y,z} / C_{y,z}$

- OHYBOVÁ ÚNOSNOST  $M_{z,Rk}$  = z roviny hlavního nosníku

char. momentová únosnost  $M_{z,Rk}$  [kNm] 969 =  $f_{y,z} * I_{z,z} / C_{y,z}$

redukce ohybové únosnosti při působení normálové síly

=> alt. metoda 2, pružnostní návrh

součinitel poměru momentů	$\Psi_{my}$	[-]	1	=> 1 - konzervativní návrh
součinitel poměru momentů	$\Psi_{mz}$	[-]	1	=> 1 - konzervativní návrh
souč. ekviv. ohyb. momentu	$C_{my}$	[-]	1.0	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.3
souč. ekviv. ohyb. momentu	$C_{mz}$	[-]	1.0	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.3
interační součinitele	$k_{yy}$	[-]	1.00	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{yz}$	[-]	1.06	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{zy}$	[-]	0.80	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1
	$k_{zz}$	[-]	1.06	- ČSN EN 1993-1-1, Příloha B Metoda 2 Tabulka B.1

POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU (součinitel klopení  $\chi_{LT}$  uvažován hodnotou 1)

$\chi_{LT}$  [-] 1 - uvažována hodnota 1 (bez výpočtu)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1 \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.61)}$$

0.04	+	0.76	+	0.000	<	1
				0.803	<	1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1 \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.3.3 (6.62)}$$

0.10	+	0.61	+	0.000	<	1
				0.709	<	1



## 8.3. Hlavní nosník – stěna

### SMYKOVÁ ÚNOSNOST STĚNY NOSNÍKU (dle ČSN EN 1993-1-5)

			OPĚRA	POLE	
výška stěny	$h_w$	[mm]	1420	2110	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	25	20	
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	35500	42200	$\leq h_w \cdot t_w$
pevnost oceli	$f_y$	[MPa]	355	355	
modul pružnosti	$E$	[MPa]	210000	210000	
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	1.0	$\leq$ bez vlivu boulení
<b>plastická únosnost 1 stěny</b>	<b><math>V_{pl,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>7.3</b>	<b>8.6</b>	$\leq A_{w1} \cdot f_y / (3^{0.5} \cdot \gamma_{M0})$
vliv materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	0.814	
rozteč příčných výztuh	$a$	[mm]	2320	2320	
stranový poměr	$\alpha$	[ - ]	1.634	1.100	$\leq a / h_w$
souč. krit. nap. stěny	$k_\tau$	[ - ]	6.84	8.65	$\leq$ ČSN EN 1993-1-5, A.3, vztah A.5
vliv materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	1.2	$\leq$ štíhlost
lim. štíhl. poměr	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	55	62	$\leq$ ČSN EN 1993-1-5, 5.1
štíhlostní poměr	$h_w / t$	[ - ]	57	106	
<b>nutnost uvážení boulení</b>		<b>ANO/-</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	
upravená štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	0.714	1.179	$\leq$ ČSN EN 1993-1-5, 5.3
<b>souč. příspěvku stojiny</b>	<b><math>\chi_w</math></b>	<b>[ - ]</b>	<b>1.16</b>	<b>0.70</b>	$\leq$ netuhá koncová výztuha
souč. materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	1.1	$\leq$ ČSN EN 1993-2, 6
<b>únosnost stěny ve smyku</b>	<b><math>V_{bw,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>7.7</b>	<b>5.5</b>	$\leq$ ČSN EN 1993-1-5, 5.2
návrh. pos. síla (1 stěna)	<b><math>V_{Ed}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>2.46</b>	<b>1.86</b>	$\leq$ kombinace podle 6.10
<b>posouzení na smyk</b>		<b>OK / X</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	$\leq$ posouzení
využití stěny nosníku	$V_{Ed}/V_{b,Rd}$	[ - ]	0.32	0.34	
kritérium malého smyku	$< 0,5 ?$	<b>ANO/-</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	

### NÁVRH TUHÝCH PŘÍČNÝCH VÝZTUH NA STĚNĚ NOSNÍKU (KRITÉRIUM MINIMÁLNÍ TUHOSTI)

$\leq$  dle ČSN EN 1993-1-5, 9.3.3

			OPĚRA	POLE	
průřez					
výška stěny	$h_w$	[mm]	1420	2110	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	25	20	
rozteč příčných výztuh	$a$	[mm]	2320	2320	
<b>min. mom. setrvačnosti</b>	<b><math>I_{st,min}</math></b>	<b>[mm<sup>4</sup>]</b>	<b>1.7E+07</b>	<b>2.1E+07</b>	
výška stěny výztuhy	$h_{w,st}$	[mm]	350	350	
tloušťka stěny výztuhy	$t_{w,st}$	[mm]	30	30	
ocel	$f_y$	[MPa]	355	355	
vliv materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	0.814	
spolupús. stěna komory	$t_{f,kom}$	[mm]	25	20	
	$b_{f,kom}$	[mm]	640	518	
plocha	$A_{st}$	[mm <sup>2</sup> ]	26505	20863	
těžiště (k lici komory)	$C_{st}$	[mm]	87	103	
<b>moment setrvačnosti</b>	<b><math>I_{st}</math></b>	<b>[mm<sup>4</sup>]</b>	<b>3.3E+08</b>	<b>2.9E+08</b>	
poměr momentů setr.	$I_{st} / I_{st,min}$		19.9	13.7	
posouzení		<b>OK / X</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	

pokud  $a / h_w < \sqrt{2}$ :  $I_{st} \geq 1,5 h_w^3 t^3 / a^2$   
pokud  $a / h_w \geq \sqrt{2}$ :  $I_{st} \geq 0,75 h_w t^3$

## 8.4. Příčník – vnitřní

### 8.4.1. Polovina rozpětí

#### PŘÍČNÍK vnitřní - pole

##### GEOMETRIE

svařovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	750
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	200
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	16
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	16

##### KLASIFIKACE PRŮŘEZU - OHÝBANÉ PRUTY

STĚNA	$\epsilon$	[-]	0.810	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
	c	[mm]	399	
	t	[mm]	16	
	(c/t)/ $\epsilon$	[-]	30.8	
Třída průřezu části			1	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

##### PÁSNICE horní - "vnitřní část"

c	[mm]	734	= b,1 - t,w
t	[mm]	16	
(c/t)/ $\epsilon$	[-]	56.6	
Třída průřezu části			4 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

##### PÁSNICE spodní

c	[mm]	92	= ( b,2 - t,w ) / 2
t,2	[mm]	25	
( c / t,2 ) / $\epsilon$	[-]	4.5	
Třída průřezu části			1 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

##### TŘÍDA PRŮŘEZU

4

##### SMYKOVÉ OCHABNUTÍ HORNÍ PÁSNICE

délka příčnicku	L	[m]	6.4
souč. účinné délky, pole	$\beta,1$	[-]	0.7 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Obr. 3.1
účinná délka, pole	Le	[m]	4.48 = L * $\beta,1$
přečnívající část pásnice	b0	[mm]	375 = b,1 / 2

##### Zanedbání smykového ochabnutí

pole	b0	<	Le / 50
	375	>	89.6

NELZE ZANEDBAT

plocha podélných výztuh	Asl	[mm <sup>2</sup> ]	0 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
	$\alpha 0$	[-]	1 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
součinitel k, pole	k,1	[-]	0.08 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1

součinitel účinné šířky pole  $0.02 < k,1 < 0.7$

##### kladné ohybové momenty

účinná šířka, pole	$\beta,1$	[-]	0.96 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
	beff,1	[mm]	359 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 (3.1)

##### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílčí součinitel materiálu	$\gamma, M0$	[-]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma, M1$	[-]	1.1
návrhová pevnost	f,y	[MPa]	355
návrhová pevnost	f,yd	[MPa]	355 = f,y / $\gamma, M0$

#### PRŮŘEZ V POLOVINĚ ROZPĚTÍ Kladné OHYBOVÉ MOMENTY

svažovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	718 = 2 * beff,1
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	200
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	16
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	16

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY - průřez polovina rozpětí kladné ohyb. Momenty

Plocha plného průřezu	A,p	[mm <sup>2</sup> ]	
Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	22869
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	282
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	7.28E+08

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

##### Polovina rozpětí kladné ohybové momenty

normálová síla	N,Ed	[kN]	352
posouvající síla	V,Ed	[kN]	360
oh. Moment,Y	M,y,Ed	[kNm]	664

##### - NAPĚTÍ OD NORMÁLOVÉ SÍLY

napětí od normálové síly	$\sigma_{ed,N}$	[MPa]	15.4 = N,Ed / A
--------------------------	-----------------	-------	-----------------

##### - NAPĚTÍ OD OHYBOVÉHO MOMENTU

napětí na horních vláknech	$\sigma_{Ed,Mh}$	[MPa]	-144 = M,y,Ed / ( I,y / ( C,z - h ) )
napětí na dolních vláknech	$\sigma_{Ed,Md}$	[MPa]	258 = M,y,Ed / ( I,y / C,z )

#### POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

výška stěny	$h_w$	[mm]	399	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	16	
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	6384	= $h_w \times t_w$
ocel	$f_y$	[MPa]	355	
součinitel materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	= $(f_y / 235)^{0.5}$
součinitel materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	- ČSN EN 1993-1-5, 5.1(2)
limitní štíhlost	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	49	= $72 \times \epsilon / \eta$
štíhlost	$h_w / t$	[ - ]	25	= $h_w / t$
posouzení boulení	ANO / NE		NE	
dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
plastická únosnost ve smyku	$V_{pl,Rd}$	[MN]	1.31	= $A_w \times f_y / (3^{0.5} \times \gamma_{M0})$
relativní štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.3 (5.5)
souč. stěny k únosnosti v boulení	$\chi_w$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, Tab. 5.1
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	
návrhová únosnost ve smyku	$V_{bw,Rd}$	[MN]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.2
výpočtová únosnost ve smyku	$V_{Rd}$	[MN]	1.31	
návrhové vnitřní síla	$V_{Ed}$	[MN]	0.46	
jednotkový posudek	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[ - ]	0.35	
smyk. A ohyb. Kombinace	$V < 0.5 ?$	ANO/-	ANO	- ČSN EN 1993-1-1, 6.2.8
ověření		OK / X	OK	

POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU

posouzení na úrovni napětí

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,h}$	[MPa]	-128 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,d}$	[MPa]	273 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	128	<	355
využití	0.36		
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	273	<	355
využití	0.77		

## 8.4.2. Vetknutí

### PŘÍČNÍK vnitřní - vetknutí

#### GEOMETRIE

svařovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	750
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	200
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	16
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	16

#### KLASIFIKACE PRŮŘEZU - OHYBANÉ PRUTY

	$\epsilon$	[-]	0.810 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
<b>STĚNA</b>	c	[mm]	399
	t	[mm]	16
	(c/t)/ $\epsilon$	[-]	30.8
	Třída průřezu části		1 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

#### PÁSNICE horní - "vnitřní část"

	c	[mm]	734 = b,1 - t,w
	t	[mm]	16
	(c/t)/ $\epsilon$	[-]	56.6
	Třída průřezu části		4 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

#### PÁSNICE spodní

	c	[mm]	92 = (b,2 - t,w) / 2
	t,2	[mm]	25
	(c / t,2) / $\epsilon$	[-]	4.5
	Třída průřezu části		1 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

**TŘÍDA PRŮŘEZU** 4

#### SMYKOVÉ OCHABNUTÍ HORNÍ PÁSNICE

délka příčnicku	L	[m]	7.7
souč. účinné délky, vetknutí	$\beta,2$	[-]	0.5 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Obr. 3.2
účinná délka, vetknutí	Le	[m]	3.85 = L * $\beta,2$
přečnívající část pásnice	b0	[mm]	375 = b,1 / 2

#### Zanedbání smykového ochabnutí

Vetknutí	b0	<	Le / 50
	375	>	77

NELZE ZANEDBAT

plocha podélných výztuh	Asl	[mm <sup>2</sup> ]	0 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
	$\alpha_0$	[ - ]	1 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
součinitel k, vetknutí	k,2	[ - ]	0.10 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1

součinitel účinné šířky vetknutí  $0.02 < k_{2,2} < 0.7$

<b>kladné ohybové momenty</b>	$\beta_{2+}$	[ - ]	0.94 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
účinná šířka, vetknutí, klad moment	beff,2+	[mm]	354 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 (3.1)

<b>záporné ohybové momenty</b>	$\beta_{2-}$	[ - ]	0.63 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
účinná šířka, vetknutí, záp moment	beff,2-	[mm]	238 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 (3.1)

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
návrhová pevnost	f,y	[MPa]	355
návrhová pevnost	f,yd	[MPa]	355 = f,y / $\gamma_{M0}$

#### PRŮŘEZ VE VETKNUTÍ Kladné OHYBOVÉ MOMENTY

svařovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	707 = 2 * beff,2+
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	200
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	16
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	16

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY, PRŮŘEZ S beff

Plocha plného průřezu	A,p	[mm <sup>2</sup> ]	
Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	22697
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	281
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	7.24E+08

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

##### Polovina rozpětí kladné ohybové momenty

normálová síla	N,Ed	[kN]	573
posouvající síla	V,Ed	[kN]	406
oh. Moment,Y	M,y,Ed	[kNm]	393

##### - NAPĚTÍ OD NORMÁLOVÉ SÍLY

napětí od normálové síly	$\sigma_{ed,N}$	[MPa]	25.2 = N,Ed / A
--------------------------	-----------------	-------	-----------------

##### - NAPĚTÍ OD OHYBOVÉHO MOMENTU

napětí na horních vláknech	$\sigma_{Ed,Mh}$	[MPa]	-86 = M,y,Ed / ( I,y / ( C,z - h ) )
napětí na dolních vláknech	$\sigma_{Ed,Md}$	[MPa]	153 = M,y,Ed / ( I,y / C,z )

POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

výška stěny	$h_w$	[mm]	399	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	16	
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	6384	$= h_w \times t_w$
ocel	$f_y$	[MPa]	355	
součinitel materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	$= (f_y / 235)^{0,5}$
součinitel materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	- ČSN EN 1993-1-5, 5.1(2)
limitní štíhlost	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	49	$= 72 \times \epsilon / \eta$
štíhlost	$h_w / t$	[ - ]	25	$= h_{w,t} / t$
posouzení boulení	ANO / NE		NE	
dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
plastická únosnost ve smyku	$V_{pl,Rd}$	[MN]	1.31	$= A_w \times f_y / (3^{0,5} \times \gamma_{M0})$
relativní štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.3 (5.5)
souč. stěny k únosnosti v boulení	$\chi_w$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, Tab. 5.1
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	
návrhová únosnost ve smyku	$V_{bw,Rd}$	[MN]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.2
výpočtová únosnost ve smyku	$V_{Rd}$	[MN]	1.31	
návrhové vnitřní síla	$V_{Ed}$	[MN]	0.41	
jednotkový posudek	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[ - ]	0.31	
smyk. A ohyb. Kombinace	$V < 0,5 ?$	ANO/-	ANO	- ČSN EN 1993-1-1, 6.2.8
ověření		OK / X	OK	

POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU

posouzení na úrovni napětí

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,h}$	[MPa]	-61 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,d}$	[MPa]	178 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	61	<	355
využití	0.17		
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	178	<	355
využití	0.50		

## 8.5. Příčník vnitřní – zesílený

### 8.5.1. Polovina rozpětí

<b>GEOMETRIE</b>		svařovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi	
výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	750
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	250
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	20
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	20
<b>KLASIFIKACE PRŮŘEZU - OHÝBANÉ PRUTY</b>			
<b>STĚNA</b>	$\epsilon$	[ - ]	0.810 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
	c	[mm]	395
	t	[mm]	20
	(c/t)/ $\epsilon$	[ - ]	24.4
	Třída průřezu části		1 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
<b>PÁSNICE horní - "vnitřní část"</b>	c	[mm]	730 = b,1 - t,w
	t	[mm]	20
	(c/t)/ $\epsilon$	[ - ]	45.1
	Třída průřezu části		4 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
<b>PÁSNICE spodní</b>	c	[mm]	115 = ( b,2 - t,w ) / 2
	t,2	[mm]	25
	( c / t,2 ) / $\epsilon$	[ - ]	5.7
	Třída průřezu části		1 - ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
<b>TŘÍDA PRŮŘEZU</b>			4
<b>SMYKOVÉ OCHABNUTÍ HORNÍ PÁSNICE</b>			
délka příčniku	L	[m]	6.4
souč. účinné délky, pole	$\beta,1$	[ - ]	0.7 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Obr. 3.1
účinná délka, pole	Le	[m]	4.48 = L * $\beta,1$
přečnívající část pásnice	b0	[mm]	375 = b,1 / 2
<b>Zanedbání smykového ochabnutí</b>			
pole	b0	<	Le / 50
	375	>	89.6
NELZE ZANEDBAT			
plocha podélných výztuh	Asl	[mm <sup>2</sup> ]	0 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
	$\alpha 0$	[ - ]	1 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
součinitel k, pole	k,1	[ - ]	0.08 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
součinitel účinné šířky pole	0.02 < k,1 < 0.7		
<b>kladné ohybové momenty</b>	$\beta,1$	[ - ]	0.96 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 Tab. 3.1
	beff,1	[mm]	359 - ČSN EN 1993-1-5, 3.2.1 (3.1)
<b>MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY</b>			
dílčí součinitel materiálu	$\gamma,MO$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma,M1$	[ - ]	1.1
návrhová pevnost	f,y	[MPa]	355
návrhová pevnost	f,yd	[MPa]	355 = f,y / $\gamma,MO$

#### PRŮŘEZ V POLOVINĚ ROZPĚTÍ Kladné OHYBOVÉ MOMENTY

svažovaný I profil s jednou stěnou a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	718 = 2 * beff,1
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	250
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	20
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	20

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY - průřez polovina rozpětí kladné ohyb. Momenty

Plocha plného průřezu	A,p	[mm <sup>2</sup> ]	
Plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	28506
Těžiště (od dolních vláken)	C,z	[mm]	281
Moment setrvačnosti	I,y	[mm <sup>4</sup> ]	9.00E+08

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

##### Polovina rozpětí kladné ohybové momenty

normálová síla	N,Ed	[kN]	777
posouvající síla	V,Ed	[kN]	360
oh. Moment,Y	M,y,Ed	[kNm]	866

##### - NAPĚTÍ OD NORMÁLOVÉ SÍLY

napětí od normálové síly	$\sigma_{ed,N}$	[MPa]	27.3 = N,Ed / A
--------------------------	-----------------	-------	-----------------

##### - NAPĚTÍ OD OHYBOVÉHO MOMENTU

napětí na horních vláknech	$\sigma_{Ed,Mh}$	[MPa]	-153 = M,y,Ed / ( I,y / ( C,z - h ) )
napětí na dolních vláknech	$\sigma_{Ed,Md}$	[MPa]	270 = M,y,Ed / ( I,y / C,z )

#### POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

výška stěny	$h_w$	[mm]	395	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	20	
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	7900	= $h_w \times t_w$
ocel	$f_y$	[MPa]	355	
součinitel materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	= $(f_y / 235)^{0.5}$
součinitel materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	- ČSN EN 1993-1-5, 5.1(2)
limitní štíhlost	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	49	= $72 \times \epsilon / \eta$
štíhlost	$h_w / t$	[ - ]	20	= $h_w / t$
posouzení boulení	ANO / NE		NE	
dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
plastická únosnost ve smyku	$V_{pl,Rd}$	[MN]	1.62	= $A_w \times f_y / (3^{0.5} \times \gamma_{M0})$
relativní štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.3 (5.5)
souč. stěny k únosnosti v boulení	$\chi_w$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, Tab. 5.1
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	
návrhová únosnost ve smyku	$V_{bw,Rd}$	[MN]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.2
výpočtová únosnost ve smyku	$V_{Rd}$	[MN]	1.62	
návrhové vnitřní síla	$V_{Ed}$	[MN]	0.36	
jednotkový posudek	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[ - ]	0.22	
smyk. A ohyb. Kombinace	$V < 0.5 ?$	ANO/-	ANO	- ČSN EN 1993-1-1, 6.2.8
ověření		OK / X	OK	



POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU

posouzení na úrovni napětí

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,h}$	[MPa]	-126 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,d}$	[MPa]	298 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	126	<	355
využití	0.35		
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	298	<	355
využití	0.84		

## 8.6. Příčník – krajní

### 8.6.1. Polovina rozpětí

PŘÍČNÍK krajní - pole

**GEOMETRIE**

svařovaný uzavřený profil s dvěma stěnami a s nesymetrickými pásnicemi

výška	h	[mm]	440
šířka horní pásnice	b,1	[mm]	500
šířka dolní pásnice	b,2	[mm]	500
tloušťka horní pásnice	t,f1	[mm]	20
tloušťka dolní pásnice	t,f2	[mm]	25
tloušťka stěny	t,w	[mm]	20

**KLASIFIKACE PRŮŘEZU - OHÝBANÉ PRUTY**

	$\epsilon$	[-]	0.810	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2
<b>STĚNA</b>	c	[mm]	395	
	t	[mm]	20	
	(c/t)/ $\epsilon$	[-]	24.4	
	Třída průřezu části		1	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

**PÁSNICE horní - "vnitřní část"**

	c	[mm]	480	= b,1 - t,w
	t	[mm]	20	
	(c/t)/ $\epsilon$	[-]	29.6	
	Třída průřezu části		1	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

**PÁSNICE spodní**

	c	[mm]	240	= ( b,2 - t,w ) / 2
	t,2	[mm]	25	
	( c / t,2 ) / $\epsilon$	[-]	11.9	
	Třída průřezu části		3	- ČSN EN 1993-1-1, 5.5 - Tabulka 5.2

**TŘÍDA PRŮŘEZU** 3

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
návrhová pevnost	$f_y$	[MPa]	355
návrhová pevnost	$f_{yd}$	[MPa]	$355 = f_y / \gamma_{M0}$

#### PRŮŘEZ V POLOVINĚ ROZPĚTÍ Kladné OHYBOVÉ MOMENTY

svařovaný uzavřený profil s dvěma stěnami a s nesymetrickými pásnicemi

výška	$h$	[mm]	440
šířka horní pásnice	$b_1$	[mm]	500
šířka dolní pásnice	$b_2$	[mm]	500
tloušťka horní pásnice	$t_{f1}$	[mm]	20
tloušťka dolní pásnice	$t_{f2}$	[mm]	25
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	20

#### PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY - průřez polovina rozpětí kladné ohyb. Momenty

Plocha plného průřezu	$A_p$	[mm <sup>2</sup> ]	
Plocha	$A$	[mm <sup>2</sup> ]	38300
Těžiště (od dolních vláken)	$C_z$	[mm]	162
Moment setrvačnosti	$I_y$	[mm <sup>4</sup> ]	1.23E+09

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

##### Polovina rozpětí kladné ohybové momenty

normálová síla	$N_{Ed}$	[kN]	1435
posouvající síla	$V_{Ed}$	[kN]	1120
oh. Moment, $Y$	$M_{y,Ed}$	[kNm]	1210

##### - NAPĚTÍ OD NORMÁLOVÉ SÍLY

napětí od normálové síly	$\sigma_{ed,N}$	[MPa]	$37.5 = N_{Ed} / A$
--------------------------	-----------------	-------	---------------------

##### - NAPĚTÍ OD OHYBOVÉHO MOMENTU

napětí na horních vláknech	$\sigma_{Ed,Mh}$	[MPa]	$-273 = M_{y,Ed} / (I_y / (C_z - h))$
napětí na dolních vláknech	$\sigma_{Ed,Md}$	[MPa]	$159 = M_{y,Ed} / (I_y / C_z)$

#### POSOUZENÍ NA POSOUVAJÍCÍ SÍLU

výška stěny	$h_w$	[mm]	395	
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	20	
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	7900	$= h_w \times t_w$
ocel	$f_y$	[MPa]	355	
součinitel materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	$= (f_y / 235)^{0.5}$
součinitel materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	- ČSN EN 1993-1-5, 5.1(2)
limitní štíhlost	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	49	$= 72 \times \epsilon / \eta$
štíhlost	$h_w / t$	[ - ]	20	$= h_w / t$
posouzení boulení	ANO / NE		NE	
dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
plastická únosnost ve smyku	$V_{pl,Rd}$	[MN]	1.62	$= A_w \times f_y / (3^{0.5} \times \gamma_{M0})$
relativní štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.3 (5.5)
souč. stěny k únosnosti v boulení	$\chi_w$	[ - ]	-	- ČSN EN 1993-1-5, Tab. 5.1
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	
návrhová únosnost ve smyku	$V_{bw,Rd}$	[MN]	-	- ČSN EN 1993-1-5, 5.2
výpočtová únosnost ve smyku	$V_{Rd}$	[MN]	3.24	
návrhové vnitřní síla	$V_{Ed}$	[MN]	1.12	
jednotkový posudek	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[ - ]	0.35	
smyk. A ohyb. Kombinace	$V < 0,5 ?$	ANO/-	ANO	- ČSN EN 1993-1-1, 6.2.8
ověření		OK / X	OK	

POSOUZENÍ INTERAKCE OSOVÉ SÍLY A OHYBU

posouzení na úrovni napětí

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,h}$	[MPa]	-235 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>	$\sigma_{x,Ed,d}$	[MPa]	197 = $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

<b>HORNÍ VLÁKNA</b>		235	<	355
využití	0.66			
<b>DOLNÍ VLÁKNA</b>		197	<	355
využití	0.55			

## 8.7. Posouzení krčných svarů

### 8.7.1. Svary hlavního nosníku

HORNÍ PÁSNICE			
PRŮŘEZ			OPĚRA
těžiště OK	$C_{z,OK}$	[mm]	757
těžiště HP	$C_{z,HP}$	[mm]	1480
plocha HP	$A_{HP}$	[mm <sup>2</sup> ]	20000
stat. mom. HP	$S_{HP}$	[mm <sup>3</sup> ]	1.4E+07
mom. setr. OK	$I_{y,OK}$	[mm <sup>4</sup> ]	2.7E+10
posouvající síla	$V_{Ed}$	[MN]	2.46
podélná pos. síla	$V_{L,Ed}$	[kN/m]	1317
tloušťka svaru	$a / s$	[mm]	6
plocha svaru (2 x a)	$A_{w}$	[mm <sup>2</sup> /m]	12000
smykové napětí	$\tau_{II,Ed}$	[MPa]	110
mez pevnosti oceli	$f_u$	[MPa]	490
korelační součinitel	$\beta_w$	[-]	0.9
souč. materiálu	$\gamma_{M2}$	[-]	1.25
návrhová únosnost	$\tau_{Rd}$	[MPa]	251
VYUŽITÍ	[-]		0.44
POSOUZENÍ	[OK / X]		OK

Pozn.: V rámci návrhu jsou zohledněny konstrukční zásady, pro prvky s tl. >30 mm je nutné navrhnout svar s účinnou výškou min. 6 mm

DOLNÍ PÁSNICE			
PRŮŘEZ			OPĚRA
těžiště OK	$C_{z,OK}$	[mm]	757
těžiště DP	$C_{z,DP}$	[mm]	12.5
plocha DP	$A_{DP}$	[mm <sup>2</sup> ]	18750
stat. mom. DP	$S_{DP}$	[mm <sup>3</sup> ]	1.4E+07
mom. setr. OK	$I_{y,OK}$	[mm <sup>4</sup> ]	2.7E+10
posouvající síla	$V_{Ed}$	[MN]	2.46
podélná pos. síla	$V_{L,Ed}$	[kN/m]	1271
tloušťka svaru	$a / s$	[mm]	6
plocha svaru (2 x a)	$A_{w}$	[mm <sup>2</sup> /m]	12000
smykové napětí	$\tau_{II,Ed}$	[MPa]	106
mez pevnosti oceli	$f_u$	[MPa]	490
korelační součinitel	$\beta_w$	[-]	0.9
souč. materiálu	$\gamma_{M2}$	[-]	1.25
návrhová únosnost	$\tau_{Rd}$	[MPa]	251
VYUŽITÍ	[-]		0.42
POSOUZENÍ	[OK / X]		OK

Pozn.: Je navržena jednotná tloušťka svaru pro dolní a horní pásnici.

### 8.7.2. Svary příčnicku

HORNÍ PÁSNICE			
PRŮŘEZ			POLE
těžiště OK	$C_{z,OK}$	[mm]	283
těžiště HP	$C_{z,HP}$	[mm]	443
plocha HP	$A_{HP}$	[mm <sup>2</sup> ]	10500
stat. mom. HP	$S_{HP}$	[mm <sup>3</sup> ]	1.7E+06
mom. setr. OK	$I_{y,OK}$	[mm <sup>4</sup> ]	7.4E+08
posouvající síla	$V_{Ed}$	[MN]	0.37
podélná pos. síla	$V_{L,Ed}$	[kN/m]	834
tloušťka svaru	$a / s$	[mm]	5
plocha svaru (2 x a)	$A_w$	[mm <sup>2</sup> /m]	10000
smykové napětí	$\tau_{II,Ed}$	[MPa]	83
mez pevnosti oceli	$f_u$	[MPa]	490
korelační součinitel	$\beta_w$	[ - ]	0.9
souč. materiálu	$\gamma_{M2}$	[ - ]	1.25
návrhová únosnost	$\tau_{Rd}$	[MPa]	251
VYUŽITÍ	[ - ]		0.33
POSOUZENÍ	[ OK / X ]		OK

Pozn.: Je navržena jednotná tloušťka svaru pro dolní a horní pásnici.

DOLNÍ PÁSNICE			
PRŮŘEZ			POLE
těžiště OK	$C_{z,OK}$	[mm]	283
těžiště DP	$C_{z,DP}$	[mm]	10.0
plocha DP	$A_{DP}$	[mm <sup>2</sup> ]	5000
stat. mom. DP	$S_{DP}$	[mm <sup>3</sup> ]	1.4E+06
mom. setr. OK	$I_{y,OK}$	[mm <sup>4</sup> ]	7.4E+08
posouvající síla	$V_{Ed}$	[MN]	0.37
podélná pos. síla	$V_{L,Ed}$	[kN/m]	678
tloušťka svaru	$a / s$	[mm]	5
plocha svaru (2 x a)	$A_w$	[mm <sup>2</sup> /m]	10000
smykové napětí	$\tau_{II,Ed}$	[MPa]	68
mez pevnosti oceli	$f_u$	[MPa]	490
korelační součinitel	$\beta_w$	[ - ]	0.9
souč. materiálu	$\gamma_{M2}$	[ - ]	1.25
návrhová únosnost	$\tau_{Rd}$	[MPa]	251
VYUŽITÍ	[ - ]		0.27
POSOUZENÍ	[ OK / X ]		OK

Pozn.: Je navržena jednotná tloušťka svaru pro dolní a horní pásnici.

## 9. Posouzení NK – mezní stav použitelnosti

### 9.1. Svislé přetvoření hlavní nosné konstrukce

Charakteristická hodnota průhybu byla vypočtena programem MIDAS.

PRŮHYB OD ZATÍŽENÍ DOPRAVOU (LM71)

průhyb od char. Zatížení	$\delta_{z,k}$	[mm]	24	
Dynamický součinitel	$\Phi,3$	[-]	1.15	=> pro hlavní nosník
klasifikační součinitel	$\alpha$	[-]	1.1	
<b>výsledný průhyb</b>	$\delta_z$	[mm]	30	$= \alpha * \Phi,3 * \delta_{z,k}$
rozpětí mostu	L	[m]	28	
<b>mezní hodnota průhybu</b>	$l/600$	[mm]	46.7	$= L / 600$ - dle ČSN EN 1990 A.2.4.4.2.3
využití		[-]	0.51	
<b>posouzení</b>			VYHOVUJE	

### 9.2. Svislé zrychlení nosné konstrukce

V rámci výpočtu je ověřen požadavek na provedení dynamické analýzy. V případě, že dynamický výpočet není nutný, konstrukce automaticky vyhoví i kritériu pro maximální svislé zrychlení. Výpočet viz kapitola „Ověření nutnosti provedení dynamické analýzy“

### 9.3. Průhyb konstrukce pro ověření pohody cestujících

PRŮHYB KONSTRUKCE PRO OVĚŘENÍ POHODY CESTUJÍCÍCH

dle ČSN EN 1990 A2.4.4.3

mezní zrychlení konstrukce	$b,v$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.0	- dle tab A2.9
(kritérium pro velmi dobrou pohodu cestujících)				
průhyb od char. zat. LM71	$\delta_{z,k}$	[mm]	24	
dynamický součinitel	$\Phi,3$	[-]	1.15	
porovnávaný průhyb	$\delta_z$	[mm]	28	$= \Phi,3 * \delta_{z,k}$
rozpětí mostu	L	[m]	28	
poměr rozpětí / průhyb	$L / \delta_z$	[-]	1014	$= L / \delta_z$
uvažovaná rychlost jízdy	v	[km/h]	80	
min. poměr rozp./průhybu	$(L/\delta_z)_{lim}$	[-]	600	- dle obr. A2.3
<b>součinitel konstrukce</b>	<b>k</b>		<b>0.7</b>	- dle A2.4.4.3.2 (5) - prosté pole
<b>min. poměr rozp./průhybu</b>	<b><math>(L/\delta_z)_{lim}</math></b>	<b>[-]</b>	<b>420</b>	$= (L/\delta_z)_{lim} * k$
<b>posouzení</b>			VYHOVUJE	- $(L/\delta_z) > (L/\delta_z)_{lim}$

## 9.4. Zkroucení a příčné přetvoření nosné konstrukce

### Zkroucení hlavní nosné konstrukce

#### - ČSN EN 1990, A2.4.4.2.2

dynamický součinitel - příčník	$\Phi,3$	[ - ]	1.85	
klasifikační součinitel	$\alpha$	[ - ]	1.1	
<b>průhyby</b>				
A		[mm]	2	
A+3m		[mm]	13	
B		[mm]	5	
B+3m		[mm]	14	
příčné zkroucení	$t,k$	[mm]	2	
<b>příčné zkroucení s vlivem součinitelů</b>	<b>t</b>	<b>[mm]</b>	<b>4.07</b>	$= t,k * \alpha * \Phi,3$
mezí hodnota zkroucení pro $v < 120$	$t1$	[mm]	4.5	- tab A.2.7
<b>posouzení</b>	<b><math>t &lt; t1</math></b>	<b>[ - ]</b>	<b>0.9</b>	
<b>VYHOVUJE</b>				

## 9.5. Deformace koncového příčníku

### DEFORMACE KONCOVÉHO PRŮŘEZU

#### - ČSN EN 1990 obr A.2.4.4.2.3 odkazuje na ČSN EN 1991-2, 6.5.4

#### Pootočení koncového průřezu

limitní hodnota pootočení	$\Theta,lim$	[rad]	6.5E-03	
<b>pootočení koncového průřezu</b>	<b><math>\Theta</math></b>	<b>[rad]</b>	<b>1.3E-03</b>	
<b>posouzení</b>	<b>VYHOVUJE</b>			

#### Podélné posunutí NK v úrovni koleje

limitní hodnota pod. posunu	$\delta,H,lim$	[mm]	5.0	- ČSN EN 1991-2 6.5.4.5.2 (1)
výška NK nad ložiskem	$h$	[mm]	500	
<b>Posunutí NK (z pootočení)</b>	<b><math>\delta,H</math></b>	<b>[mm]</b>	<b>0.7</b>	$= \text{artg} ( \Theta ) * h$
<b>posouzení</b>	<b>VYHOVUJE</b>			

#### Svislé posunutí NK v úrovni koleje

limitní hodnota svisl. posunu	$\delta,v,lim$	[mm]	3.0	- ČSN EN 1991-2 6.5.4.5.2 (3)
vzdálenost k mostnímu závěru	$L$	[mm]	1130	
<b>Posunutí NK (z pootočení)</b>	<b><math>\delta,v</math></b>	<b>[mm]</b>	<b>1.5</b>	$= \text{artg} ( \Theta ) * L$
<b>posouzení</b>	<b>VYHOVUJE</b>			

## 10. Únava

### 10.1. Montážní styk horní pásnice

Výška OK	$H_{OK,tot}$	[mm]	2235
HORNÍ PÁSNICE	$b_{f,HP}$	[mm]	500
	$t_{f,HP}$	[mm]	40
STĚNA	$h_w$	[mm]	2170
	$t_w$	[mm]	25
DOLNÍ PÁSNICE	$b_{f,DP}$	[mm]	750
	$t_{f,DP}$	[mm]	25
$A_i$	HP	[mm <sup>2</sup> ]	20000
	WEB	[mm <sup>2</sup> ]	54250
	DP	[mm <sup>2</sup> ]	18750
$C_{z,i}$	HP	[mm]	2215
	stojina	[mm]	1110
	DP	[mm]	12.5
plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	93000
těžiště	$C_z$	[mm]	1126
moment setr.	$I_y$	[mm <sup>4</sup> ]	6.83E+10

ohybový moment od LM71	$M_{y,LM71}$	[kNm]	3680
rozkmit napětí v horních vl.	$\Delta\sigma$	[MPa]	59.8
náhradní délka	$L, \Phi$	[m]	28
dynamický součinitel	$\Phi_2$	[ - ]	1.10
rozkmit napětí od char. zat.	$\Delta\sigma_k$	[MPa]	66

#### součinitelé

- účinků poškození od dopravy	$\lambda_1$	[ - ]	0.65	- bezpečně
- objemu dopravy	$\lambda_2$	[ - ]	1.00	
- návrhové životnosti mostu	$\lambda_3$	[ - ]	1.00	
- konstr. prvky pro více kolejí	$\lambda_4$	[ - ]	1.00	
- maximální hodnota součinitele	$\lambda_{max}$	[ - ]	1.4	
- ekvivalentního poškození	$\lambda$	[ - ]	0.65	

referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E,2}$	[MPa]	42.8 = $\lambda \times \Delta\sigma_k$
---------------------------	----------------------	-------	--

#### nejhorší kategorie detailu

- příčný svar na podložku	$\Delta\sigma_{c,1}$	[MPa]	71
- tloušťka pásnice	t	[mm]	40
- součinitel velikosti	k,s	[ - ]	0.91
- výsledná kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	[MPa]	64.6

součinitel únavového zatížení	$\gamma_{F,f}$	[ - ]	1.0
souč. únav. pevnosti materiálu	$\gamma_{M,f}$	[ - ]	1.35

posouzení	$\Delta\sigma_{E,2} \times \gamma_{F,f}$	[MPa]	42.8
			<
	$\Delta\sigma_c / \gamma_{M,f}$	[MPa]	47.9

využití			0.89
			VYHOVUJE



## 10.2. Montážní styk dolní pásnice

Výška OK	$H_{OK,tot}$	[mm]	2235
HORNÍ PÁSNIČE	$b_{f,HP}$	[mm]	500
	$t_{f,HP}$	[mm]	40
STĚNA	$h_w$	[mm]	2170
	$t_w$	[mm]	25
DOLNÍ PÁSNIČE	$b_{f,DP}$	[mm]	750
	$t_{f,DP}$	[mm]	25
A,i	HP	[mm <sup>2</sup> ]	20000
	WEB	[mm <sup>2</sup> ]	54250
	DP	[mm <sup>2</sup> ]	18750
C,z,i	HP	[mm]	2215
	stojina	[mm]	1110
	DP	[mm]	12.5
plocha	A	[mm <sup>2</sup> ]	93000
těžiště	$C_z$	[mm]	1126
moment setr.	$I_v$	[mm <sup>4</sup> ]	6.83E+10

ohybový moment od LM71	M,y	[kNm]	3680
rozkmit napětí v horních vl.	$\Delta\sigma$	[MPa]	60.7
náhradní délka	L, $\Phi$	[m]	28
dynamický součinitel	$\Phi,2$	[ - ]	1.10
rozkmit napětí od char. zat.	$\Delta\sigma,k$	[MPa]	67

### součinitelé

- účinků poškození od dopravy	$\lambda,1$	[ - ]	0.65	- bezpečně
- objemu dopravy	$\lambda,2$	[ - ]	1.00	
- návrhové životnosti mostu	$\lambda,3$	[ - ]	1.00	
- konstr. prvky pro více kolejí	$\lambda,4$	[ - ]	1.00	
- maximální hodnota součinitele	$\lambda,max$	[ - ]	1.4	
- ekvivalentního poškození	$\lambda$	[ - ]	0.65	

referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma,E,2$	[MPa]	43.5 = $\lambda \times \Delta\sigma,k$
---------------------------	--------------------	-------	--

### nejhorší kategorie detailu

- příčný svar na podložku	$\Delta\sigma,c,1$	[MPa]	71
- tloušťka pásnice	t	[mm]	25
- součinitel velikosti	k,s	[ - ]	1.00
- výsledná kategorie detailu	$\Delta\sigma,c$	[MPa]	71.0

součinitel únavového zatížení	$\gamma,F,f$	[ - ]	1.0
souč. únav. pevnosti materiálu	$\gamma,M,f$	[ - ]	1.35

posouzení	$\Delta\sigma,E,2 \times \gamma,F,f$	[MPa]	43.5
			<
	$\Delta\sigma,c / \gamma,M,f$	[MPa]	52.6

využití			0.83
			VYHOVUJE

## 11. Posouzení NK na vykolejení

### 11.1. Využití jednotlivých prvků na vykolejení

Prvek	využití
HL nosník - polovina rozpětí	<b>0.58</b>
HL nosník - třetina rozpětí	<b>0.81</b>
Stěna HL. nosníku	<b>0.31</b>

## 12. Ověření nutnosti provedení dynamické analýzy

### POŽADAVEK NA DYNAMICKOU ANALÝZU

<= ČSN EN 1991-2, 6.4

rozpětí mostu	L	[m]	29	
průhyb od stálého zatížení	$\delta_0$	[mm]	28	
horní limit vl. frekvence	$n_{0,max}$	[Hz]	7.6	<= obr. 6.10
			>	
první vlastní frekvence	$n_0$	[Hz]	3.4	<= vztah 6.3 pro prostý nosník
			>	
dolní limit vl. frekvence	$n_{0,min}$	[Hz]	3.2	<= obr. 6.10

**DYNAMICKÁ ANALÝZA NENÍ POŽADOVÁNA**

## 13. Ložiska

### 13.1. Reakce

#### 13.1.1. Svislé reakce

Svislé reakce jsou odečteny z MKP modelu

#### 13.1.2. Vodorovné reakce

Vodorovné reakce - příčné $R_y$ [kN]	Nominální hodnota	Součinitel	Char. hodnota	Návrhový součinitel	Návrhová hodnota
	$R_{y,nom}$	$(\alpha * \psi, 0)$	$R_{y,k}$	$\gamma_Q$	$R_{y,Ed}$
boční ráz	100	1.10	110	1.45	160
vítr	172	1.00	172	1.50	258
$\Delta T$ koleje (směr. obl.)	0	0.60	0	1.50	0
<b>CELKEM</b>			<b>282</b>		<b>417</b>

Vodorovné reakce - podélné $R_x$ [kN]	Nominální hodnota	Součinitel	Char. hodnota	Návrhový součinitel	Návrhová hodnota
	$R_{x,nom}$	$(\alpha * \psi, 0)$	$R_{x,k}$	$\gamma_Q$	$R_{x,Ed}$
brzděné a rozjezd. síly	287	1.10	316	1.45	458
teplota	168	0.60	101	1.50	151
deformace konc. průř.	290	1.10	319	1.45	463
<b>CELKEM</b>			<b>736</b>		<b>1072</b>

Poznámka: hodnoty jsou stanoveny z analýzy kombinované odezvy mostu a koleje

### 13.2. Podélný posun

podpěra	<b>O1</b>		<b>O2</b>	
orientace posunu	prodl.	zkrácení	prodl.	zkrácení
dilatující délka [m]	8	8	28	28
$\Delta T$ - ULS	69	-67.5	69	-67.5
$\Delta L$ - ULS	10	-10	25	-25
posun vlivem průhybu [mm]			10	0
ostatní (rez.-bez předn) [mm]			15	-15
<b>CELKEM ULS - [mm]</b>	<b>10</b>	<b>-10</b>	<b>50</b>	<b>-40</b>
<b>CELKEM ULS - [mm]</b>	<b>20</b>		<b>90</b>	
$\Delta T$ - SLS	53.5	-52.5	53.5	-52.5
$\Delta L$ - SLS	10	-5	20	-20
posun vlivem průhybu [mm]			10	0
ostatní (rezerva) [mm]			10	-10
<b>CELKEM SLS - [mm]</b>	<b>10</b>	<b>-5</b>	<b>40</b>	<b>-30</b>
<b>CELKEM SLS - [mm]</b>	<b>15</b>		<b>70</b>	

## 13.3. Výměna ložisek

Smyková únosnosti stěn krajního příčnicku a příčné výztuhy

stěna krajního příčnicku - uzavřený mosník (2 stěny)			OPĚRA
výška stěny	$h_w$	[mm]	300
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	20
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	6000
pevnost oceli	$f_y$	[MPa]	355
modul pružnosti	$E$	[MPa]	210000
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
<b>plastická únosnost stěny</b>	<b><math>V_{pl,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.2</b>
vliv materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814
rozteč příčných výztuh	$a$	[mm]	770
stranový poměr	$\alpha$	[ - ]	2.567
souč. krit. nap. stěny	$k_t$	[ - ]	5.95
vliv materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2
lim. štihl. poměr	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	51
štihllostní poměr	$h_w / t$	[ - ]	15
<b>nutnost uvážení boulení</b>	<b>ANO/-</b>		-
upravená štihllost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	0.202
<b>souč. příspěvku stojiny</b>	<b><math>\chi_w</math></b>	<b>[ - ]</b>	<b>1.20</b>
souč. materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
<b>únosnost 1 stěny ve smyku</b>	<b><math>V_{bw,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.3</b>
<b>porovnávaná únosnost</b>	<b><math>V_{Rd,1}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.2</b>
Počet stěn příčnicku	$n$	[ks]	2
<b>únosnost stěn příčnicku ve smyku</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>2.46</b>
návrh. pos. Síla	$V_{Ed}$	[MN]	1.26
<b>posouzení na smyk</b>	<b>OK / X</b>		<b>OK</b>
využití stěny nosníku	$V_{Ed}/V_{b,Rd}$	[ - ]	0.51
kritérium malého smyku	$< 0,5 ?$	ANO/-	-

$\leq h_w \cdot t_w$

$\leq$  bez vlivu boulení

$\leq A_{w1} \cdot f_y / (3^{0.5} \cdot \gamma_{M0})$

$\leq a / h_w$

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, A.3, vztah A.5

$\leq$  štihllost

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.1

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.3

$\leq$  netuhá koncová výztuha

$\leq$  ČSN EN 1993-2, 6

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.2

- únosnost 1 stěny

$= n \cdot V_{Rd,1}$  - únosnost příčnicku

$\leq$  kombinace kvazistálá

$\leq$  posouzení

výztuha krajního příčnicku - příčná výztuha mezi stěnami			OPĚRA
výška stěny	$h_w$	[mm]	290
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	30
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	8700
pevnost oceli	$f_y$	[MPa]	355
modul pružnosti	$E$	[MPa]	210000
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
<b>plastická únosnost stěny</b>	<b><math>V_{pl,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.78</b>
vliv materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814
rozteč příčných výztuh	$a$	[mm]	400
stranový poměr	$\alpha$	[ - ]	1.379
souč. krit. nap. stěny	$k_t$	[ - ]	7.44
vliv materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2
lim. štihl. poměr	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	57
štihllostní poměr	$h_w / t$	[ - ]	10
<b>nutnost uvážení boulení</b>	<b>ANO/-</b>		-
upravená štihllost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	0.116
<b>souč. příspěvku stojiny</b>	<b><math>\chi_w</math></b>	<b>[ - ]</b>	<b>1.20</b>
souč. materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
<b>únosnost 1 stěny ve smyku</b>	<b><math>V_{bw,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.9</b>
<b>porovnávaná únosnost</b>	<b><math>V_{Rd,1}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.78</b>
Počet stěn příčnicku	$n$	[ks]	1
<b>únosnost stěn příčnicku ve smyku</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.78</b>
návrh. pos. Síla	$V_{Ed}$	[MN]	1.26
<b>posouzení na smyk</b>	<b>OK / X</b>		<b>OK</b>
využití stěny nosníku	$V_{Ed}/V_{b,Rd}$	[ - ]	0.70
kritérium malého smyku	$< 0,5 ?$	ANO/-	-

$\leq h_w \cdot t_w$

$\leq$  bez vlivu boulení

$\leq A_{w1} \cdot f_y / (3^{0.5} \cdot \gamma_{M0})$

$\leq a / h_w$

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, A.3, vztah A.5

$\leq$  štihllost

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.1

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.3

$\leq$  netuhá koncová výztuha

$\leq$  ČSN EN 1993-2, 6

$\leq$  ČSN EN 1993-1-5, 5.2

- únosnost 1 stěny

$= n \cdot V_{Rd,1}$  - únosnost příčnicku

$\leq$  kombinace kvazistálá

$\leq$  posouzení

Plastická únosnost ve smyku oslabeného průřezu - v místě napojení na stěnu příčnicku

výška stěny	$h_w$	[mm]	290
průměr prostupu	$\Phi$	[mm]	50
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	30
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	7200
ocel	$f_y$	[MPa]	355
dílčí součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
<b>plastická únosnost ve smyku</b>	<b><math>V_{pl,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>1.48</b>

$= (h_w - \Phi) \times t_w$

$= A_w \times f_y / (3^{0.5} \times \gamma_{M0})$

## 14. Mostní závěry

podpěra	O1		O2	
orientace posunu	prodl.	zkrácení	prodl.	zkrácení
dilatující délka [m]	0.8	0.8	28.8	28.8
$\Delta T$ - ULS	69	-67.5	69	-67.5
$\Delta L$ - ULS	5	-5	25	-25
posun vlivem průhybu [mm]	5	-5	15	-5
ostatní (rezerva) [mm]	5	-5	15	-15
CELKEM ULS - [mm]	15	-15	55	-45
CELKEM ULS - [mm]	30		100	
$\Delta T$ - SLS	53.5	-52.5	53.5	-52.5
$\Delta L$ - SLS	5	-5	20	-20
posun vlivem průhybu [mm]			10	-5
ostatní (rezerva) [mm]	5	-5	10	-10
CELKEM SLS - [mm]	10	-10	40	-35
CELKEM SLS - [mm]	20		75	

## 15. Posouzení spodní stavby a založení

### 15.1. Posouzení mikropilot – šikmé - délky 10,5m

#### MIKROPILOTY - ÚNOSNOST

=> VÝPOČET PROVEDEN PODLE POSTUPU Z KNIHY "ZAKLÁDÁNÍ STAVEB - P. TURČEK"

#### OCELOVÁ TRUBKA - S235

mez kluzu	f,y	[MPa]	235
mez pevnosti	f,u	[MPa]	360
součinitel materiálu	γ,M0	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	γ,M1	[ - ]	1.1
vnější průměr	d	[mm]	89
tloušťka stěny	tl.	[mm]	10
modul pružnosti oceli	E,a	[MPa]	210000
plocha trubky	A,a	[mm <sup>2</sup> ]	2482
moment setrvačnosti	J,a	[mm <sup>4</sup> ]	1967183

#### KOŘEN - BETON C25/30

charakteristická pevnost	f,ck	[MPa]	25
součinitel materiálu	γ,c	[ - ]	1.5
průměr vrtu	D	[mm]	150
modul pružnosti	E,cm	[MPa]	33000
plocha vrtu	A,c	[mm <sup>2</sup> ]	15190
moment setrvačnosti	J,c	[mm <sup>4</sup> ]	22883306

#### ZEMINA

č. vrstvy	označení	def. modul	plášť. tření	mocnost
		E,def	τ	h
		[MPa]	[MPa]	[m]
Q4	G3/G-F	80	0.15	5.5
K2	R5	45	0.20	0.5
K3	R4/R3	350	0.60	1.0

7.0

#### VNĚJŠÍ ÚNOSNOST - ZEMINA (PLÁŠŤOVÉ TŘENÍ)

součinitel pro tlak	m,z,c	[ - ]	1.0
součinitel pro tah	m,z,t	[ - ]	0.8
<b>tlačená pilota - plášťové tření</b>	<b>U,ms,c</b>	<b>[kN]</b>	<b>719</b> = $\pi \cdot d \cdot \sum L_{ti} \cdot \tau_{i,c} \cdot m_{z,c}$
<b>tažená pilota - plášťové tření</b>	<b>U,ms,t</b>	<b>[kN]</b>	<b>575</b> = $\pi \cdot d \cdot \sum L_{ti} \cdot \tau_{i,t} \cdot m_{z,t}$

#### VNITŘNÍ ÚNOSNOST - TLAČENÁ MP

č. vrstvy	označení	def. modul	mocnost	pomocné
		E,def	h	E,def,i x h,i
		[MPa]	[m]	[MN/m]
a	nic	0	0.00	0
b	nic	0	0.00	0
1	Y,Q1,Q3,Q4,Q3	0	4.00	0
2	Q4 (G3/G-F)	80	3.50	280
III.	K2 (R5)	45	0.50	22.5
IV.	K3 (R3)	350	1.00	350

### ÚNOSNOST TLAČENÉHO PRŮŘEZU MP

plastická únosnost průřezu  $N_{pl,Rd}$  [kN]  $798 = A_a \cdot f_y / \gamma_a + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c$

### VZPĚR

ohybová tuhost průřezu	$(EJ)_e$	[MNm <sup>2</sup> ]	0.841	$= E_a \cdot J_{a,a} + 0,85 \cdot E_{cm} \cdot J_{c,c} / \gamma$
délka mikropiloty	L	[m]	9.0	$= \sum h_i$
deformační modul	E,z	[MPa]	73	$= (\sum E_{def,i} \cdot h_i) / L$
počet půlmn při vybočení	m	[-]	1	- 1. tvar vybočení
pomocná veličina	$\lambda$	[m]	9	$= L/m$
kritická síla	$N_{cr}$	[kN]	595111	- rovnice 4.74
štíhlost mikropiloty	$\psi = \lambda$	[-]	0.04	$= (N_{pl,Rd} / N_{cr})^{0,5}$
součinitel imperfekce	$\alpha$	[-]	0.21	= křivka a
pomocný součinitel	$\Phi$	[-]	0.48	= dle ČSN EN 1993-1-1
součinitel vzpěrnosti	$\chi = \kappa$	[-]	1.00	= dle ČSN EN 1993-1-1

### ÚNOSNOST TLAČENÉ PILOTY SE VZPĚREM

vnitřní únosnost MP se vzpěrem  $R_{cd}$  [kN]  $798 = N_{pl,Rd} \cdot \kappa$

### VNITŘNÍ ÚNOSNOST - TAŽENÁ MP

vnitřní únosnost tažené MP  $R_{td}$  [kN]  $583 = A_a \cdot f_y / \gamma_y M0$

ÚNOSNOST SHRNUTÍ	plášťové tření	vnitřní únosnost	výsledná únosnost
	U,ms,x	R,xd	R,d
	[kN]	[kN]	[kN]
tlačená pilota	719	798	719
tažená pilota	575	583	575

posudek	návrhové zatížení	výsledná únosnost	posudek
	R,ed	R,d	R,ed / R,d
	[kN]	[kN]	[-]
tlačená pilota	627	719	0.87
tažená pilota	378	575	0.66

## 15.2. Posouzení mikropilot – kolmé - délky 9,5m

### MIKROPILOTY - ÚNOSNOST

=> VÝPOČET PROVEDEN PODLE POSTUPU Z KNIHY "ZAKLÁDÁNÍ STAVEB - P. TURČEK"

#### OCELOVÁ TRUBKA - S235

mez kluzu	f,y	[MPa]	235
mez pevnosti	f,u	[MPa]	360
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0
součinitel materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1
vnější průměr	d	[mm]	89
tloušťka stěny	tl.	[mm]	10
modul pružnosti oceli	E,a	[MPa]	210000
plocha trubky	A,a	[mm <sup>2</sup> ]	2482
moment setrvačnosti	J,a	[mm <sup>4</sup> ]	1967183

#### KOŘEN - BETON C25/30

charakteristická pevnost	f,ck	[MPa]	25
součinitel materiálu	$\gamma_c$	[ - ]	1.5
průměr vrtu	D	[mm]	150
modul pružnosti	E,cm	[MPa]	33000
plocha vrtu	A,c	[mm <sup>2</sup> ]	15190
moment setrvačnosti	J,c	[mm <sup>4</sup> ]	22883306

#### ZEMINA

č. vrstvy	označení	def. modul	plášť. tření	mocnost
		E,def	$\tau$	h
		[MPa]	[MPa]	[m]
Q4	G3/G-F	80	0.15	4
K2	R5	45	0.20	0.5
K3	R4/R3	350	0.60	1.0

#### VNĚJŠÍ ÚNOSNOST - ZEMINA (PLÁŠŤOVÉ TŘENÍ)

součinitel pro tlak	$m_{z,c}$	[ - ]	1.0
součinitel pro tah	$m_{z,t}$	[ - ]	0.8
<b>tlačená pilota - plášťové tření</b>	<b>U,ms,c</b>	<b>[kN]</b>	<b>613</b> = $\pi \cdot d \cdot \sum L_{ti} \cdot \tau_{i,c} \cdot m_{z,c}$
<b>tažená pilota - plášťové tření</b>	<b>U,ms,t</b>	<b>[kN]</b>	<b>490</b> = $\pi \cdot d \cdot \sum L_{ti} \cdot \tau_{i,t} \cdot m_{z,t}$

#### VNITŘNÍ ÚNOSNOST - TLAČENÁ MP

č. vrstvy	označení	def. modul	mocnost	pomocné
		E,def	h	E,def,i x h,i
		[MPa]	[m]	[MN/m]
a	nic	0	0.00	0
b	nic	0	0.00	0
1	Y,Q1,Q3,Q4,Q3	0	4.00	0
2	Q4 (G3/G-F)	80	3.50	280
III.	K2 (R5)	45	0.50	22.5
IV.	K3 (R3)	350	1.00	350



#### ÚNOSNOST TLAČENÉHO PRŮŘEZU MP

plastická únosnost průřezu  $N_{pl,Rd}$  [kN]  $798 = A_a \cdot f_y / \gamma_a + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c$

#### VZPĚR

ohybová tuhost průřezu	$(EJ)_e$	[MNm <sup>2</sup> ]	0.841	$= E_a \cdot J_{a,a} + 0,85 \cdot E_{cm} \cdot J_{c,c} / \gamma$
délka mikropiloty	L	[m]	9.0	$= \sum h_i$
deformační modul	E,z	[MPa]	73	$= (\sum E_{def,i} \cdot h_i) / L$
počet půlmn při vybočení	m	[-]	1	- 1. tvar vybočení
pomocná veličina	$\lambda$	[m]	9	$= L/m$
kritická síla	$N_{cr}$	[kN]	595111	- rovnice 4.74
štíhlost mikropiloty	$\psi = \lambda$	[-]	0.04	$= (N_{pl,Rd} / N_{cr})^{0,5}$
součinitel imperfekce	$\alpha$	[-]	0.21	= křivka a
pomocný součinitel	$\Phi$	[-]	0.48	= dle ČSN EN 1993-1-1
součinitel vzpěrnosti	$\chi = \kappa$	[-]	1.00	= dle ČSN EN 1993-1-1

#### ÚNOSNOST TLAČENÉ PILOTY SE VZPĚREM

vnitřní únosnost MP se vzpěrem  $R_{cd}$  [kN]  $798 = N_{pl,Rd} \cdot \kappa$

#### VNITŘNÍ ÚNOSNOST - TAŽENÁ MP

vnitřní únosnost tažené MP  $R_{td}$  [kN]  $583 = A_a \cdot f_y / \gamma_y M_0$

ÚNOSNOST SHRNUTÍ	plášťové tření	vnitřní únosnost	výsledná únosnost
	U,ms,x	R,xd	R,d
	[kN]	[kN]	[kN]
tlačená pilota	613	798	613
tažená pilota	490	583	490

posudek	návrhové zatížení	výsledná únosnost	posudek
	R,ed	R,d	R,ed / R,d
	[kN]	[kN]	[-]
tlačená pilota	527	613	0.86
tažená pilota	150	490	0.31

### 15.3. Úložný práh

Hlavní nosná výztuž u dolního povrchu Ú, návrh vychází z příhradové analogie úložného prahu

#### VÝZTUŽ MEZI PILOTAMI (příhradová analogie)

síla z piloty	$F_{ed}$	[kN]	1400
úhel diagonály	$\alpha$	[°]	38

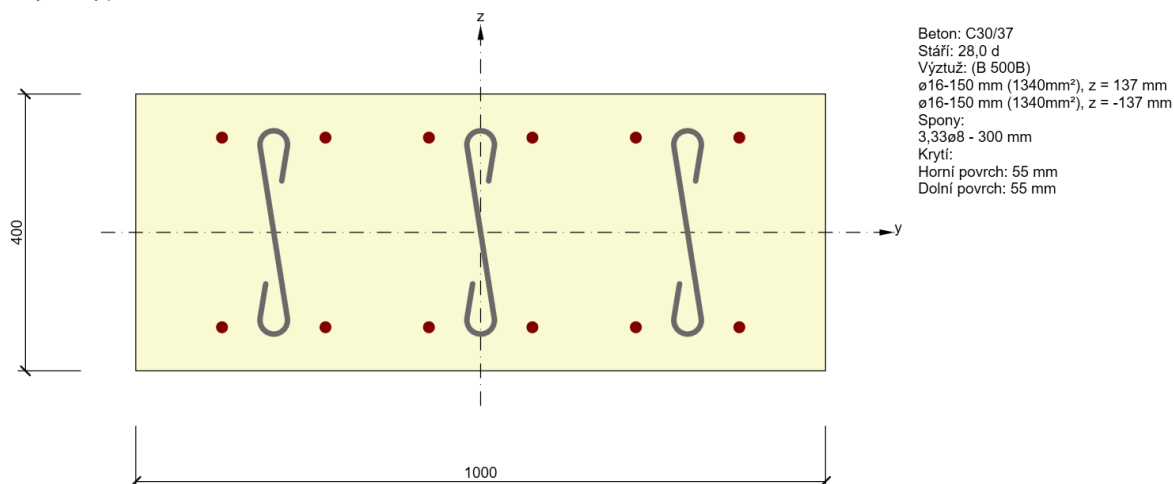
<b>příčná tahová síla</b>	<b><math>F_s</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>2274</b>
---------------------------	-------------------------	-------------	-------------

výztuž	$\Phi$	[mm]	32
plocha prutu	$A_{s1}$	[mm <sup>2</sup> ]	804
počet prutů	$n$	[ks]	8
celková plocha výztuže	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	6434
výztuž B500B	$f_{yk}$	[MPa]	500
součinitel materiálu	$\gamma_s$	[ - ]	1.15
návrhová pevnost	$f_{sd}$	[MPa]	435
<b>návrhová únosnost</b>	<b><math>F_{s,Rd}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>2797</b>

<b>VYUŽITÍ</b>	<b><math>E_d / R_d</math></b>	<b>-</b>	<b>0.81</b>
<b>POSOUZENÍ</b>			<b>VYHOVUJE</b>

#### 15.3.1. Závěrná zídka

Vyztužený průřez: R 1



## Souhrn

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	0,0	58,0	0,0	65,0	0,0	39,7	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	0,0	58,0	0,0			29,2	OK
Smyk	0,0			65,0	0,0	39,7	OK
Interakce	0,0	58,0	0,0	65,0	0,0	39,7	OK
Omezení napětí	0,0	41,0	0,0			8,1	OK
Šířka trhliny	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Ohybová štíhlost	0,0	0,0	0,0			0,0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

### 15.3.2. Ložiskový bloček

#### ÚNOSNOST PŘÍČNÉHO TAHU (analogicky dle ČSN EN 1992-1-1, 9.8.4)

výška bločku	H	[m]	0.3
šířka bločku	b	[m]	0.9
šířka ložiska	c	[m]	0.5
roznášecí šířka	H	[m]	0.9 = b - případ c, patka s h<H
roznášecí výška	h	[m]	0.9

**příčná tahová síla** **F<sub>s</sub>** **[kN]** **328**

výztuž	Φ	[mm]	16
plocha prutu	A <sub>1</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	201
počet prutů	n	[ks]	4
celková plocha výztuže	A	[mm <sup>2</sup> ]	804
výztuž B500B	f <sub>s</sub>	[MPa]	500
součinitel materiálu	γ <sub>s</sub>	[ - ]	1.15
návrhová pevnost	f <sub>sd</sub>	[MPa]	435
<b>návrhová únosnost</b>	<b>F<sub>s,Rd</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>350</b>

**VYUŽITÍ** **Ed / Rd** **-** **0.94**  
**POSOUZENÍ** **VYHOVUJE**

### 15.3.3. Podložisková oblast

#### ÚNOSNOST TLAČENÉHO BETONU POD BLOKEM (dle ČSN EN 1992-1-1, 6.7)

rozměry ložiskového bločku	b1	[m]	0.9	
	d1	[m]	0.9	
lokálně zatížená plocha	Ac0	[m <sup>2</sup> ]	0.81	
pevnost betonu v tlaku	f <sub>ck</sub>	[MPa]	30	
součinitel materiálu BETON	γ <sub>c</sub>	[ - ]	1.5	
pevnost betonu v tlaku	f <sub>cd</sub>	[MPa]	20	= f <sub>ck</sub> / γ <sub>c</sub>
vzdálenost bloku k okraji	x	[m]	0.285	
rozměry roznášecí plochy	b2	[m]	1.185	= b1 + x = > max 3 * b1
	d2	[m]	1.185	= d1 + x = > max 3 * d1
ronášecí zatížená plocha	Ac1	[m <sup>2</sup> ]	1.40	
Návrhová únosnost	Fr <sub>du,vyp</sub>	[MN]	48.69	= Ac0 * F <sub>cd</sub> * ( Ac1 / Ac0 ) <sup>2</sup>
	Fr <sub>du, max</sub>	[MN]	48.60	= 3 * F <sub>cd</sub> * Ac0
	<b>Fr<sub>du</sub></b>	<b>[MN]</b>	<b>48.60</b>	= min ( FR <sub>du,vyp</sub> ; FR <sub>du, max</sub> )

**návrhová síla** **F<sub>Ed</sub>** **[MN]** **2.95** - z výpočtu ložisek

**VYUŽITÍ** **Ed / Rd** **-** **0.06**  
**POSOUZENÍ** **VYHOVUJE**

#### ÚNOSNOST PROTI "UŠTÍPNUTÍ" (dle ČSN EN 1992-2, příloha J, J.104.1)

	<b>F<sub>Ed</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>2950</b>
<b>návrhová síla</b>	<b>F<sub>Ed</sub> / 2</b>	<b>[kN]</b>	<b>1475</b>

výztuž	Φ	[mm]	16
plocha prutu	A <sub>1</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	201 = pi x d <sup>2</sup> x 0,25
počet prutů	n	[ks]	18
celková plocha výztuže	A	[mm <sup>2</sup> ]	3619 = n x A <sub>1</sub>
výztuž B500B	f <sub>s</sub>	[MPa]	500
součinitel materiálu	γ <sub>s</sub>	[ - ]	1.15
návrhová pevnost	f <sub>sd</sub>	[MPa]	435 = f <sub>s</sub> / γ <sub>s</sub>
<b>návrhová únosnost</b>	<b>F<sub>s,Rd</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>1574</b> = A x f <sub>sd</sub>

**VYUŽITÍ** **Ed / Rd** **-** **0.94**  
**POSOUZENÍ** **VYHOVUJE**

## 15.4. Posouzení záporového pažení

Výpočet je proveden v programu GEO5.

### Posouzení pažící konstrukce

#### Vstupní data

##### Projekt

Akce : Týniště - SO 03-13-50-41  
Část : pažení  
Datum : 13.04.2021

##### Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

##### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

##### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení  
Metodika posouzení : výpočet podle EN1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)				
Trvalá návrhová situace				
		Nepříznivé	Příznivé	
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00	[-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,35 [-]	0,00	[-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]		

Součinitele redukce odporu (R)				
Trvalá návrhová situace				
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10	[-]	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40	[-]	

#### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 9,00 m

Typ konstrukce : Ocelový I-průřez  
Název průřezu : HEB160  
Průřez : HE 160 B  
Osová vzdálenost průřezů a = 1,00 m  
Koef.redukce tlaku před stěnou = 1,00

Plocha průřezu A = 5,42E-03 m<sup>2</sup>/m  
Moment setrvačnosti I = 2,49E-05 m<sup>4</sup>/m  
Modul pružnosti E = 210000,00 MPa  
Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa

Modul reakce podloží počítán podle terorie Schmitt.

#### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	F5/MI		22,00	18,00	20,00	11,00	0,00
2	S5/SC		26,00	4,00	18,50	9,50	0,00
3	G3/GF		34,00	0,00	19,00	10,00	0,00

**Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu**

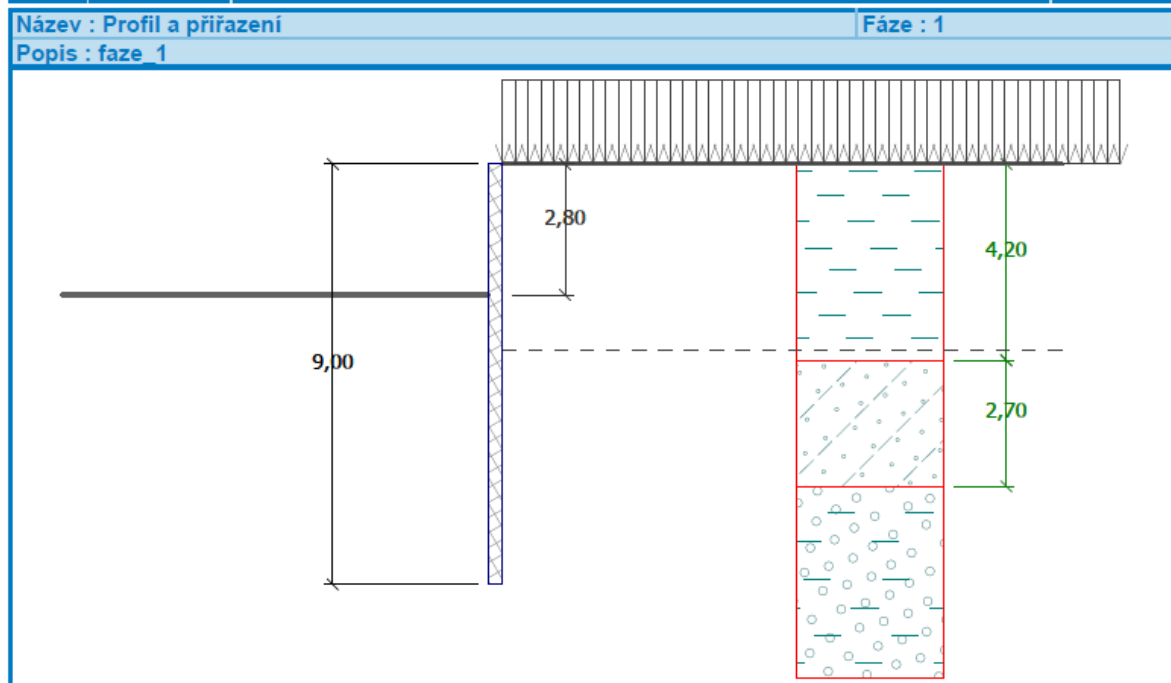
Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	F5/MI		soudržná	-	0,40	-	-
2	S5/SC		nesoudržná	26,00	-	-	-
3	G3/GF		nesoudržná	34,00	-	-	-

**Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)**

Číslo	Název	Vzorek	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	F5/MI		0,40	-	8,00
2	S5/SC		0,35	-	6,00
3	G3/GF		0,25	-	80,00

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,20	F5/MI	
2	2,70	S5/SC	
3	-	G3/GF	



**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,80 m.

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,00 m

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	ANO		proměnné	24,50				na terénu
Číslo	Název							
1	LM71							

### Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

### Výsledky výpočtu

Maximální posouvající síla = 32,66 kN/m

Maximální moment = 21,41 kNm/m

Maximální deformace = 24,6 mm

### Výpočet stability svahu

#### Vstupní data

##### Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

##### Stabilitní výpočty

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)				
Trvalá návrhová situace				
		Nepříznivé		Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35	[-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,35	[-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35	[-]	
Součinitele redukce odporu (R)				
Trvalá návrhová situace				
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše :		$\gamma_{Rs} =$	1,10	[-]

### Přítížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon $\alpha$ [°]	Velikost	
								q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub> jednotka
1	pásové	proměnné	na povrchu	x = 0,00	l = 27,00		0,00	24,50	kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přitížení

Číslo	Název
1	LM71

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

## Výsledky (Fáze budování 1)

### Výpočet 1

#### Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	6,49 [m]	Úhly :	$\alpha_1 =$	-61,97 [°]
	z =	7,35 [m]		$\alpha_2 =$	70,11 [°]
Poloměr :	R =	21,60 [m]			
Výpočet bez optimalizace smykové plochy.					

#### Posouzení stability svahu (všechny metody)

Bishop : Využití = 18,6 % **VYHOVUJE**  
 Fellenius / Petterson : Využití = 23,7 % **VYHOVUJE**  
 Spencer : Využití = 18,6 % **VYHOVUJE**  
 Janbu : Využití = 18,6 % **VYHOVUJE**  
 Morgenstern-Price : Využití = 18,6 % **VYHOVUJE**  
 Šachňanc : Využití = 26,9 % **VYHOVUJE**

#### Obálka vnitřních sil č. 1

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-24.63	-24.63	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.45	-21.49	-21.49	-0.41	-0.41	0.06	0.06
0.90	-18.35	-18.35	-1.62	-1.62	0.49	0.49
1.35	-15.24	-15.24	-3.65	-3.65	1.64	1.64
1.80	-12.19	-12.19	-6.77	-6.77	3.93	3.93
2.25	-9.30	-9.30	-11.35	-11.35	7.95	7.95
2.70	-6.72	-6.72	-17.49	-17.49	14.38	14.38
2.79	-6.25	-6.25	-18.96	-18.96	16.05	16.05
2.81	-6.17	-6.17	-18.92	-18.92	16.36	16.36
3.15	-4.70	-4.70	-10.24	-10.24	21.41	21.41
3.60	-3.49	-3.49	6.37	6.37	21.00	21.00
4.05	-3.07	-3.07	21.17	21.17	14.70	14.70
4.50	-3.22	-3.22	24.38	24.38	3.89	3.89
4.95	-3.55	-3.55	16.72	16.72	-5.41	-5.41
5.40	-3.70	-3.70	8.27	8.27	-11.10	-11.10
5.85	-3.48	-3.48	-1.90	-1.90	-12.66	-12.66
6.30	-2.81	-2.81	-15.14	-15.14	-8.99	-8.99
6.75	-1.85	-1.85	-32.66	-32.66	1.56	1.56
7.20	-0.98	-0.98	-9.38	-9.38	9.83	9.83
7.65	-0.49	-0.49	10.92	10.92	8.15	8.15
8.10	-0.35	-0.35	9.13	9.13	3.19	3.19
8.55	-0.39	-0.39	2.90	2.90	0.48	0.48
9.00	-0.49	-0.49	0.00	0.00	-0.00	-0.00

#### Maximální hodnoty

Maximální deformace = -24,6 mm  
 Minimální deformace = -0,4 mm  
 Maximální ohybový moment = 21,41 kNm/m  
 Minimální ohybový moment = -12,66 kNm/m  
 Maximální posouvající síla = 24,38 kN/m



#### Posouzení na ohybový moment

návrhový ohybový moment	M,Ed	[kNm]	21.4	
ocel	f,y	[MPa]	235.0	
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
průřezový modul	W,el	[mm <sup>3</sup> ]	3.11E+05	- HEB 160
Návrhová únosnost	M,Rd	[kNm]	73.1	
Využití	Ed/Rd	[ - ]	0.29	

#### Posouzení na posouvající sílu

návrhová posouvající síla	V,Ed	[kN]	24.4	
Ocel	f,y	[MPa]	235.0	
Součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	
Tloušťka stěny	t,w	[mm]	8.0	- HEB 160
Výška stěny	h,w	[mm]	130	
Návrhová únosnost	V,Rd	[kN]	141	
Využití	Ed/Rd	[ - ]	0.17	

**OK - Rozhodující je posudek na ohybový moment**

## 16. Zatížitelnost mostu

### 16.1. Posudky pro jednotlivé průřezy

#### MSÚ – HL. nosník – průřez v polovině rozpětí

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z,LM71	Z,LM71 * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	1092	1072	1.67	1787	2879
M <sub>y,Ed</sub>	7585	7360		12271	19856

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$\gamma_{M1}$                        $\gamma_{M1}$                        $\gamma_{M1}$

0.07	+	0.93	+	0.000	<	1
				1.000	<	1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$\gamma_{M1}$                        $\gamma_{M1}$                        $\gamma_{M1}$

0.14	+	0.75	+	0.000	<	1
				0.886	<	1

ŘEŠITEL	1.00	=	1
---------	------	---	---

**MSÚ – HL. nosník – průřez ve třetině rozpětí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z,LM71	Z,LM71 * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	836	841	1.62	1360	2196
M <sub>y,Ed</sub>	5070	5050		8168	13238

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} + \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} + \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

0.06 + 0.94 + 0.000 < 1  
1.000 < 1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} + \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} + \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

0.13 + 0.76 + 0.000 < 1  
0.883 < 1

ŘEŠITEL	1.00	=	1
---------	------	---	---

**MSÚ – HL. nosník – stěna průřezu**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z <sub>LM71</sub>	Z <sub>LM71</sub> * LM71	CELKEM
opěra	1183	1162	2.27	2638	3821
Pole	862	890	2.13	1896	2758

			OPĚRA	POLE
výška stěny	$h_w$	[mm]	1420	2110
tloušťka stěny	$t_w$	[mm]	25	20
plocha stěny	$A_w$	[mm <sup>2</sup> ]	35500	42200
pevnost oceli	$f_y$	[MPa]	355	355
modul pružnosti	E	[MPa]	210000	210000
součinitel materiálu	$\gamma_{M0}$	[ - ]	1.0	1.0
<b>plastická únosnost 1 stěny</b>	<b><math>V_{pl,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>7.3</b>	<b>8.6</b>
vliv materiálu	$\epsilon$	[ - ]	0.814	0.814
rozteč příčných výtuh	a	[mm]	2320	2320
stranový poměr	$\alpha$	[ - ]	1.634	1.100
souč. krit. nap. stěny	$k_\tau$	[ - ]	6.84	8.65
vliv materiálu	$\eta$	[ - ]	1.2	1.2
lim. štíhl. poměr	$(h_w/t)_{lim}$	[ - ]	55	62
štíhlostní poměr	$h_w / t$	[ - ]	57	106
<b>nutnost uvážení boulení</b>		<b>ANO/-</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>
upravená štíhlost	$\lambda_{rel,w}$	[ - ]	0.714	1.179
<b>souč. příspěvku stojiny</b>	<b><math>\chi_w</math></b>	<b>[ - ]</b>	<b>1.16</b>	<b>0.70</b>
souč. materiálu (stabilita)	$\gamma_{M1}$	[ - ]	1.1	1.1
<b>únosnost stěny ve smyku</b>	<b><math>V_{bw,Rd}</math></b>	<b>[MN]</b>	<b>7.7</b>	<b>5.5</b>
návrh. pos. síla (1 stěna)	$V_{Ed}$	[MN]	3.82	2.76
<b>posouzení na smyk</b>		<b>OK / X</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
využití stěny nosníku	$V_{Ed}/V_{b,Rd}$	[ - ]	0.50	0.50
kritérium malého smyku	< 0,5 ?	<b>ANO/-</b>	ANO	ANO

**MSÚ – příčník vnitřní – polovina rozpětí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z,LM71	Z,LM71 * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	20	302	1.48	447	467
M <sub>y,Ed</sub>	101	515		762	863

posouzení na úrovni napětí

**HORNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,h}$  [MPa]

-167 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$

**DOLNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,d}$  [MPa]

355 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

**HORNÍ VLÁKNA**

167

<

355

využití

0.47

**DOLNÍ VLÁKNA**

355

<

355

využití

1.00

ŘEŠITEL 1.00 = 1

**MSÚ – příčník vnitřní – vetknutí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z,LM71	Z,LM71 * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	28	642	2.65	1701	1729
M <sub>y,Ed</sub>	-5	-347		-920	-925

posouzení na úrovni napětí

**HORNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,h}$  [MPa]

326 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$

**DOLNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,d}$  [MPa]

-357 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

**HORNÍ VLÁKNA**

326

<

355

využití

0.92

**DOLNÍ VLÁKNA**

357

<

355

využití

1.00

ŘEŠITEL 1.00 = 1

**MSÚ – příčník vnitřní zesílený – polovina rozpětí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vitr+tepl.)	LM 71	Z <sub>LM71</sub>	Z <sub>LM71</sub> * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	50	317	1.41	447	497
M <sub>y,Ed</sub>	128	672		948	1076

posouzení na úrovni napětí

**HORNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,h}$  [MPa]

-173 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$

**DOLNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,d}$  [MPa]

353 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

**HORNÍ VLÁKNA**

173

<

355

využití

0.49

**DOLNÍ VLÁKNA**

353

<

355

využití

1.00

ŘEŠITEL	1.00	=	1
---------	------	---	---

**MSÚ – příčník krajní – polovina rozpětí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vitr+tepl.)	LM 71	Z <sub>LM71</sub>	Z <sub>LM71</sub> * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	-109	1371	1.73	2372	2263
M <sub>y,Ed</sub>	177	961		1663	1840

posouzení na úrovni napětí

**HORNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,h}$  [MPa]

-356 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$

**DOLNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,d}$  [MPa]

301 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

**HORNÍ VLÁKNA**

356

<

355

využití

1.00

**DOLNÍ VLÁKNA**

301

<

355

využití

0.85

ŘEŠITEL	1.00	=	1
---------	------	---	---

**MSÚ – příčník krajní – vetknutí**

zatížení	G + Q <sub>ost</sub> (vítr+tepl.)	LM 71	Z,LM71	Z,LM71 * LM71	CELKEM
N <sub>Ed</sub>	-121	606	2.33	1412	1291
M <sub>y,Ed</sub>	10	-507		-1181	-1171

posouzení na úrovni napětí

**HORNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,h}$  [MPa]

354 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Mh}$

**DOLNÍ VLÁKNA**

$\sigma_{x,Ed,d}$  [MPa]

-157 =  $\sigma_{ed,N} + \sigma_{Ed,Md}$

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad - \text{ČSN EN 1993-1-1, 6.2.9.2 (6.42)}$$

**HORNÍ VLÁKNA**

354

<

355

využití

1.00

**DOLNÍ VLÁKNA**

157

<

355

využití

0.44

ŘEŠITEL	1.00	=	1
---------	------	---	---

## 16.2. Přehled zatížitelnosti částí mostu

### A Identifikace mostu

Název mostu: ŽST Týniště n. O., železniční most přes řeku Bělá  
Traťový úsek: 1311 Častolovice (mimo) - Solnice (včetně)  
Definiční úsek: 02 Častolovice - Rychnov n/Kněžnou

### B Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce  
Pod kolejí č.: 1  
Uložení koleje: kolejové lože ve žlabu

### C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Geometrie kolejí uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení):

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku [m]	v přímé	v přímé	v přímé
převýšení koleje [mm]	0	0	0
excentricita vůči ose mostu [m]	-	-	-

Výpočetní model: prostorový prutový MKP model; lineární analýza

Datum zjištění stavu, pro který byla určena zatížitelnost: -

Popis závad uvažovaných v přepočtu: -

### D Zatížitelnost

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	Detail	Namáhání	ki	Typ	L <sub>p</sub>	Φ	L <sub>φ</sub>	V <sub>Q,LM7</sub> <sub>1</sub>	viz. str.	Z <sub>LM71</sub>	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	HL. nosník zesílený průřez	střed rozpětí	ULS M	1.0	M	28.0	1.15	28.0	1.45	65	1.67	
2	HL. nosník krajní průřez	cca 1/3 rozpětí	ULS M	1.0	M	28.0	1.15	28.0	1.45	66	1.62	
3	Stěna HL. nosníku	Uložení (smyk)	ULS V	1.0	V	28.0	1.15	28.0	1.45	67	2.13	
4	Příčník vnitřní polovina rozpětí	Polovina rozpětí	ULS M	1.0	M	6.4	1.66	15.8	1.45	68	1.48	
5	Příčník vnitřní vetknutí	Vetknutí	ULS M	1.0	M	6.4	1.66	15.8	1.45	68	2.65	
6	Příčník vnitřní zesílený	Polovina rozpětí	ULS M	1.0	M	6.4	1.66	15.8	1.45	69	1.41	
7	Příčník krajní polovina rozpětí	Polovina rozpětí	ULS M	1.0	M	7.45	1.66	3.6	1.45	69	1.73	
8	Příčník krajní vetknutí	vetknutí	ULS M	1.0	M	7.45	1.66	3.6	1.45	70	2.33	



Zpracoval: Ing. Tomáš Jakubíček  
Valbek, spol. s r.o.  
Tomas.jakubicek@valbek.cz