

				číslo soupravy
č. změny	datum	popis a zdůvodnění	podpis	

		STRABAG Rail a.s. Železničářská 1385/29 400 03 Ústí nad Labem - Střekov tel.: +420 475 300 111 e-mail: projekt.ul@strabag.com		Investor: 	
Odpov. projektant stavby Ing. David Růža 	Odpov. projektant PS, SO, části Ing. David Růža 	Kontroloval Ing. Miroslav Novák 	Vypracoval Ing. Zdeněk Zeman 		
Stavba Objekt 3 Projekt stavby na opravu propustku v km 52,333 TÚ č. 0631 Oldřichov u Duchcova - Louka u Litvínova				Místo stavby: TÚ 0631	
				Zakázka	45/2019
				Datum	13.12.2019
				Formát	A4
				Měřítko	
Objekt Statický výpočet				Část	Příloha 8

1 Technická zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Základní údaje

<i>Evidenční km</i>	52,333
<i>Trať</i>	Trať č. 134 Teplice v Čechách – Litvínov
<i>Trafový úsek</i>	0631
<i>Definiční úsek</i>	DÚ 14
<i>Počet převáděných kolejí</i>	1
<i>Přemostovaná překážka</i>	Občasná vodoteč
<i>Počet otvorů</i>	1
<i>Prostorová úprava (šikmost)</i>	Pravá - 79°
<i>Členění konstrukcí</i>	Nosnou konstrukci tvoří železobetonové prefabrikované trouby kruhového profilu DN 1200. Spodní stavbu tvoří železobetonová základová deska.
<i>Geometrická poloha koleje</i>	Kolej v oblouku R = 310,0 m
<i>Návrhová traťová rychlost</i>	50 km/hod
<i>Uvažované zatížení</i>	Dle ČSN EN 1991-2
<i>Prostorové uspořádání</i>	Bez omezení

1.2 Technický popis jednotlivých samostatných konstrukcí

Nosnou konstrukci tvoří železobetonové prefabrikované kruhové trouby vnitřního průměru 1200 mm. Jednotlivé kusy budou spojované integrovaným gumovým těsněním. Konstrukce bude izolovaná pomocí nátěrů.

Spodní stavbu tvoří základová deska vyztužená KARI sítí. Na vtoku i výtoku s koncovým pásem z železobetonu. Konstrukce bude monolitická, rozdělená dvěma dilatačními spárami.

- pevnostní a další požadavky na jednotlivé druhy materiálu:
 - nosná konstrukce z trub: beton pevnostní třídy min. C30/37 podle ČSN EN 206, stupeň vlivu prostředí podle ČSN EN 206 a TKP, kap. 18: XD3, XF4
 - základová deska a základové pásy: beton min. pevnostní třídy C25/30, stupeň vlivu prostředí: XA1, XF1, vyztužení základové desky a pásů: betonářská ocel B500B pro výztužné sítě
- Návrhová životnost konstrukce: kategorie 5 – 100 roků (ČSN EN 1990 - čl. NA. 2.1)
- podmínky pro výrobek (prefabrikované trouby):
 - Požadovaná minimální zatížitelnost nosné konstrukce: 1,10 LM71

1.3 Výpočetní model

Nosná konstrukce:

Pro nosnou konstrukci se statický výpočet neprovádí (MVL 649, bod 6.1.3.2). Výpočetním modelem je trouba uložená v násypu.

Podmínky pro použití trubních prefabrikátů:

Výška přesypávky (poloha trub v železničním tělese): 4,54 m (od rubové strany vrchlíku trouby ke spodní (ložné) ploše pražce)

Vyhodnocení trubních prefabrikátů:

Dle podkladů zhotovitele prefabrikátů (schváleno pro použití na stavbách drah) a vzhledem k výšce přesypání podle vzorového výpočtu v hodnotě 4,54 m je předpokládaná zatížitelnost: $Z_{LM71} = 1,93$.

Základová deska

Základová deska je deska na pružném podkladu s doplňující tuhostí vlivem okrajových zesílených příčných prahů.

Způsob přenosu zatížení na výpočetní model:

Na nosnou konstrukci působí stálé zatížení: zemní tlak násypového zemního tělesa (zemní tlak na zasypanou konstrukci podle ČSN 73 0037 – čl. 124 – objekt uložený v násypu z nesoudržné zeminy), který způsobuje vrcholový a obvodový tlak. Dále působí proměnné dlouhodobé svislé zatížení (kolejové lože, kolejnice s upevňovacími a pražce).

Na zasypaný objekt bude působit přetížení proměnným rovnoměrným zatížením od pohyblivého zatížení železniční dopravou.

Vlastní tíha nosné konstrukce (prefabrikátů) působí na základovou desku.

1.4 Přehled použité literatury, využívaných norem a vzorových listů

ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti mostních objektů, SŽDC, s. o., 07/2015

ČSN EN 15528 Železniční aplikace – Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly

1.5 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- Projektová dokumentace nového objektu
- Prohlídka místa stavby (11/2019)

1.6 Úplná identifikace autora statického výpočtu

- jméno a příjmení: Ing. Zdeněk Zeman
- datum zpracování: 29. 11. 2019

2 Grafické přílohy ke statickému výpočtu

V tomto výpočtu nejsou použity. Prostorové a rozměrové údaje jsou ve výkresech objektu.

3 Vlastní výpočet

- Vyhodnocení trubních prefabrikátů – viz bod 1.3
- Základová deska: základní charakteristika – výpočet je podle teorie I. řádu
- posuzování účinků v základové desce je podle mezního stavu 1. skupiny – mezního stavu únosnosti
- dodržení zásady vzorců: zkoumaná veličina - obecné dosazení - konkrétní dosazení – výsledek.

3.1 Stanovení průřezových a geometrických charakteristik základové desky

Základová deska: výška (tloušťka) $h_d = 0,30$ m, šířka $B_d = 2,10$ m

Základový pás na konci desky: šířka $b_p = 0,4$ m, výška $h_p = 1,00$ m (včetně desky)

3.2 Stanovení zatížení jednotlivých částí a prvků mostního objektu

Stálé zatížení:

a) Zemní tlak na zasypané konstrukce (podle ČSN 73 0037)

Rovnoměrné svislé zatížení na povrchu objektu – od zásypu a kolejového lože:

$$f_a = g \cdot h \cdot g_g = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 4,51 \text{ m} \cdot 1,35 = 121,77 \text{ kN/m}^2$$

b) vlastní tíha trubních prefabrikátů:

$$g_{ad} = 25,0 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 33,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{plošné: } g_{bd} = 33,75 / 2,1 = 16,07 \text{ kN/m}^2$$

c) Přídavné účinky: od železničního svršku (kolejnice, pražce, upevňovací)

$$g_k = 6,0 \text{ kN/m}, g_d = g_k \cdot g_q = 6,0 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 8,1 \text{ kN/m}$$

Rozložení na desku – roznesení od ložné plochy pražce na základovou desku – v charakteristické rovině:

$$g_{1d} = g_d / l_{ra} = 8,1 \text{ kN/m} / 5,73 \text{ m} = 1,41 \text{ kN/m}^2$$

d) Vlastní tíha základové desky: $g_{2k} = 0,30 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 7,50 \text{ kN/m}^2$, $g_{2d} = g_{2k} \cdot g_g = 7,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 = 10,13 \text{ kN/m}^2$

Proměnné krátkodobé zatížení železniční dopravou:

Model zatížení 71

Charakteristické nápravové zatížení $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$

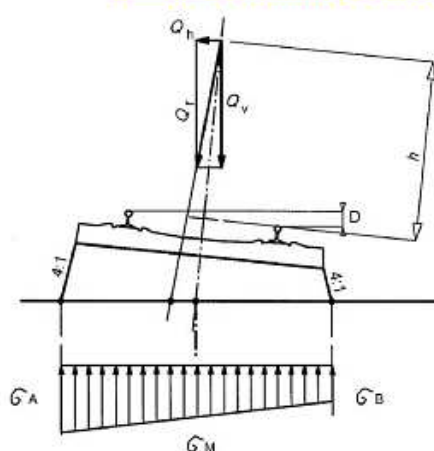
(celkem 4 nápravy ve vzájemných vzdálenostech 1,6 m)

Na každou stranu navazuje rovnoměrné zatížení $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$

Charakteristický (klasifikační) součinitel $\alpha = 1,10$

$Q_{sk} = Q_{vk} \cdot \alpha = 250 \cdot 1,10 = 275,0 \text{ kN}$, $g_o = 1,45$; $Q_d = Q_{sk} \cdot g_o = 275,0 \cdot 1,45 = 398,75 \text{ kN}$

Roznos bodového zatížení pražci a ložem s uvažováním odstředivé síly a excentricity



rozchod kolejnic	$L_{kol} \approx 1.5 \text{ m}$
převýšení koleje	$D_{kol} \approx 65 \text{ mm}$
délka pražce	$L_{pr} \approx 2.41 \text{ m}$
šířka pražce	$S_{pr} \approx 0.27 \text{ m}$
výška přesypávky ..	$T_{loze} \approx 4.54 \text{ m}$
výška pražce s kolejnicí ..	$H_{kol} \approx 0.355 \text{ m}$
svislá bodová síla	$Q_v \approx 398.75 \text{ kN}$
maximální rychlost ..	$v_{tr} \approx 13.89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
poloměr oblouku	$R_{obl} \approx 310 \text{ m}$
redukční součinitel	$f_{red} \approx 1.00$

Stanovení odstředivé síly:

$$Q_{tk} := \left(\frac{v_{tr}^2}{g \cdot R_{obl}} \right) \cdot (f_{red} \cdot Q_v) = 25.306 \text{ kN}$$

Odstředivé síly působí vodorovně ven z oblouku ve výšce 1,80 m nad temenem kolejnice.

Stanovení šířky a délky nosné konstrukce, na kterou se roznese zatížení:

$$\text{šířka: } L_{roz} := L_{pr} + 0.25 \cdot T_{loze} + 0.25 \left[\left(\frac{D_{kol} \cdot L_{pr}}{L_{kol}} \right) + T_{loze} \right] = 4.706 \text{ m}$$

$$\text{délka: } D_{roz} := \min[S_{pr} + 0.5 \cdot T_{loze}, 1.6 \text{ m}] = 1.6 \text{ m}$$

Excentricita zatížení:

Dle ČSN EN 1991-2 se musí uvažovat boční posunutí svislých zatížení u všech náprav až do poměru 1,25 : 1,00. Dle kapitoly 6.3.5 je maximální excentricita 1/18 rozchodu koleje.

Výsledné napětí pod pražcem pod bodovou silou:

$$\sigma_A := \left(\frac{0.5 Q_v}{L_{roz} \cdot D_{roz}} \right) + \left[\frac{\left(\frac{L_{kol}}{18} \right) \cdot 0.5 Q_v + 0.5 Q_{tk} \cdot (1.8 \text{ m} + H_{kol})}{0.166666 \cdot D_{roz} \cdot L_{roz}^2} \right] \quad \sigma_A = 33.908 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\sigma_B := \left(\frac{0.5 Q_v}{L_{roz} \cdot D_{roz}} \right) - \left[\frac{\left(\frac{L_{kol}}{18} \right) \cdot 0.5 Q_v + 0.5 Q_{tk} \cdot (1.8 \text{ m} + H_{kol})}{(0.166666) \cdot D_{roz} \cdot L_{roz}^2} \right] \quad \sigma_B = 19.048 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$q_{d1} = 33,91 \text{ kN/m}^2$ - pro zatížení se souč. $\alpha=1,10$

$q_{d0} = q_{d1} / \alpha = 33,91 / 1,10 = 30,83 \text{ kN/m}^2$ – pro zatížení modelovým vlakem

Dynamický součinitel:

podle ČSN EN 1991-2, čl. 6.4.5 – pro standardně udržovanou kolej.

Omezení na maximum: $\phi = 2,0$

Celkové návrhové zatížení:

(= kontaktní napětí v základové spáře při předpokladu rovnoměrného rozložení – neuvažuje se ϕ)

$q_{cd} = (f_a + g_{bd} + g_{1d} + g_{2d}) + q_{d1} = (121,8 + 16,1 + 1,4 + 10,1) + 30,8 = 149,4 + 30,8 = 180,2 \text{ kN/m}^2$

3.3 Návrh konstrukčních částí

Základová deska a pásy:

empiricky – viz. výše – bod 3.1

3.4 Stanovení vnitřních, event. vnějších sil, napětí a deformací

Působení zatížení na železobetonovou desku:

Překonzolování v podélném řezu (od okrajů patky prefabrikátu):

$M_{oh} = 0,5 \cdot q_{cd} \cdot l_{kon}^2 = 0,5 \cdot 180,2 \cdot 0,60^2 = 32,44 \text{ kNm/m}$

3.5 Posouzení konstrukčních částí a sestavených celků

Dimenze vyztužené betonové konstrukce: základová deska

beton C25/30 -- $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{bk} / g_b = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,17 \text{ MPa}$ (návrhová hodnota pevnosti betonu)

ocel B500B -- $f_{yd} = f_{yk} / g_a = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$ (návrhová hodnota pevnosti oceli)

tloušťka betonové desky: $d = 0,25 \text{ m}$, krytí: $t = 0,05 \text{ m}$

účinná výška: $h_e = 0,238 \text{ m}$ (příčný směr desky)

výztuž: SZ síť – pruty průměru 8 mm, oka 100 x 100 mm, plocha nosných prutů $F_a = 502,65 \text{ mm}^2$

stupeň vyztužení: $m = 0,211 \%$

určení vnitřních sil: $x = F_a \cdot f_{yd} / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 5,03 \cdot 10^{-4} \cdot 435 / 1,0 \cdot 14,17 = 0,019 \text{ m}$

$z_b = h_e - 0,5 \cdot x = 0,238 - 0,5 \cdot 0,019 = 0,229 \text{ m}$

Moment únosnosti:

$M_u = F_a \cdot f_{yd} \cdot z_b = 5,03 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 0,229 = 0,050 \text{ MNm/m} = 50,0 \text{ kNm/m}$

je větší než $M_{oh} = 32,44 \text{ kNm/m}$ – vyhovuje 1. mezní stav

3.6 Posouzení základové spáry

Návrhová únosnost základové půdy:

Geotechnické charakteristiky podloží v základové spáře: Předpokládá se písek hlinitý (S4/SM). Únosnost základové spáry je uvažována hodnotou $R_{dt} = 225 \text{ kPa}$.

- je větší než kontaktní napětí v základové spáře $q_{cd} = 180,2 \text{ kN/m}^2$ – vyhovuje 1. mezní stav

Stanovení zatížitelnosti základové spáry:

Stálé a dlouhodobé zatížení: $s_{v1g} = 149,4 \text{ kN/m}^2$

Proměnné zatížení dopravou: $s_{v1q} = 30,83 \text{ kN/m}^2$

Zatížitelnost základu pod opěrou: $Z_{LM71} = (R_p - s_{v1g}) / s_{v1q} = (225 - 149,4) / 30,83 = 2,45$

4 Závěr

V provedených výpočtech byla stanovena zatížitelnost nového propustku.

Jelikož vychází zatížitelnost $Z_{LM71} > 1,00$ lze dle čl. 5.3.3 „Pokynu“ konstatovat, že propustek vyhovuje pro traťovou třídu zatížení D4 s přidruženou rychlostí až 120 km/hod.

V Ústí nad Labem, listopad 2019

Ing. Zdeněk Zeman

5 Sestavení přehledných výsledků zatížitelnosti

A. Identifikace mostního objektu (propustku)

TÚ (číslo, název): **0631**

DÚ: **14** km: **52,333**

B. Identifikace části mostního objektu (propustku)

část mostu: **nosná konstrukce / základová spára** pod koleji č. **1**

C. Doplnující data pro část mostního objektu (propustku)

Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočetní model: **obdélníkový průřez / plošný základ**

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostního objektu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
číslo koleje		č.1	
poloměr oblouku	-- [m]	310,0 [m]	-- [m]
převýšení koleje	-- [mm]	65 [mm]	-- [mm]
excentricita vůči ose mostního objektu	--[m]	- [m]	-- [m]

Popis závad uvažovaných ve výpočtu: Zatížitelnost vychází z projektovaného stavu a nezohledňuje proto žádné závady.

Datum zjištění zpracovaného stavu propustku - orgány SŽDC: ...---.../.../... - zpracovatelem přepočtu: ...---.../.../...

Poznámky k části propustku: Excentricita zatížení u přesýpaného propustku není rozhodující.

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	δ	L_D	viz. str.	Poznámky	Z_{LM71}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Patková trouba	Vrchol	Smyk	1,0	-	-	1,65	2,40	2	prefabrikát	1,93
2	Základová deska	Plošná	Napětí v základové spáře	1,0	-	-	1,0	-	6		2,45

Dne: 29/11/2019 zatížitelnost určil: Ing. Zdeněk Zeman

Dne: .../.../.... do databáze zadal: ...