

**INVESTOR**

KRAJSKÁ SPRÁVA A ÚDRŽBA SILNIC VYSOČINY
příspěvková organizace

Kosovská 16, 586 01 Jihlava

Krajská správa a údržba
silnic Vysočiny
příspěvková organizace



SO 132 **PROPUSTEK Č.2, KM 0,152 78**

STAVBA

II/150
LEDEČ NAD SÁZAVOU
ZKAPACITNĚNÍ KOMUNIKACE



S.A.W. CONSULTING s.r.o.

Prašná 2324, 407 47 Varnsdorf
středisko UL: Masarykova 633/318, 400 01 Ústí n. L.
web: www.sawconsulting.cz e-mail: info@sawconsulting.cz

VYPRACOVAL	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	TECHNICKÁ KONTROLA	INVESTOR	KSÚSV, p.o.
ING. MARTIN KLOMÍNSKÝ	ING. FILIP KUČERA	JAROSLAV ZAVADIL, DiS.	ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO	2016-031
			DATUM	02/2017
PŘÍLOHA			STUPEŇ	DSP/PDPS
			MĚŘÍTKO	
			Č. PŘÍLOHY	PARÉ
STATICKÝ VÝPOČET			7	



Obsah

1	Identifikační údaje	2
2	Základní údaje o propustku	2
2.1	Technický popis konstrukce	2
2.2	Výpočetní model	2
2.3	Výpočetní pomůcky	3
2.4	Přehled využívaných norem a použité literatury	3
2.5	Podklady pro zpracování statického výpočtu	3
2.6	Úplná identifikace autora statického výpočtu	3
3	Výpočet	4
3.1	Inženýrsko-geologická charakteristika	4
3.2	Posouzení konstrukce pažení	4
4	Závěr	10

1 Identifikační údaje

Stavba	II/150 Ledeč nad Sázavou – zkapacitnění komunikace, aktualizace PD
Objekt číslo	SO 132
Název objektu	Propustek č.2 - km 0,152 78
Kraj	CZ063 Vysočina
Obec	568988 Ledeč nad Sázavou
Katastrální území	679712 Ledeč nad Sázavou
Investor	Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, příspěvková organizace Kosovská 16 586 01 Jihlava
Uvažovaný správce	Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, příspěvková organizace Kosovská 16 586 01 Jihlava
Projektant objektu	S.A.W. Consulting s.r.o. Středisko Ústí nad Labem, Masarykova 633/318, 400 01 Ústí nad Labem Ing. Filip Kučera, ČKAIT 0501252, dopravní stavby Tel.: +420 774 404 714
Předmět dokumentace	Dokumentace pro stavební povolení (DSP) Dokumentace pro provádění stavby (PDPS)
Druh převáděné komunikace	II/150
Kategorie komunikace	S7,5/50
Staničení křížení na komunikaci	v provozním úseku 0,152 78

2 Základní údaje o propustku

Charakteristika objektu	Trubní propustek z HDPE trub DN 800 mm.
Délka propustku	13,185 m
Šikmost propustku	Levá, 55°
Volná šířka propustku	11,8905 m
Stavební výška	1,695 m v ose komunikace

2.1 Technický popis konstrukce

Ve stávající ose bude vybudován nový šikmý trvalý trubní propustek z plastových trub DN 800 z HDPE. Na vtoku je navržena železobetonová jímka, do které je zaústěno stávající betonové potrubí DN 600 a odvodnění DN 400. Na výtoku budou trouby ukončeny šikmým seříznutím dle sklonu svahu 1:1.

Realizace propustku bude vyžadovat provedení záporového pažení v místě vtokové jímky.

2.2 Výpočetní model

Polyetylenová trouba DN 800 není předmětem statického výpočtu. Dle katalogu výrobce trouby s tuhostí dle ČSN EN ISO 996 vyhovují provozu na pozemní komunikaci při výšce nadnásypu 0,6 – 6,0 m (zde 0,725 m).

Předmětem statického výpočtu je pažení pro zhotovení vtokové jímky. V programu GEO 5 byl vytvořen model respektující geometrii výkopu a okolního terénu.

2.3 Výpočetní pomůcky

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci a pro posouzení jednotlivých konstrukčních částí pažení byly použity tyto programy:

- Microsoft Office 365
- Fine – GEO 5

2.4 Přehled využívaných norem a použité literatury

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- [4] ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [5] Technicko – kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, v platném znění

2.5 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- (1) Rozpracovaná dokumentace ve stupni DSP, S.A.W. CONSULTING s.r.o.
- (2) Dokumentace inženýrsko-geologického vrtu ID 388461, Geofond

2.6 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. Martin Klomínský

Autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce



.....

Ing. Martin Klomínský

V Ústí nad Labem, únor 2017

3 Výpočet

3.1 Inženýrsko-geologická charakteristika

VRT - ZÁKLADNÍ INFORMACE

Stát	Česká republika	Nadmořská výška - souřadnice Z	369
Jazyk	česky	Inklinometrie (Y/N)	N
Název databáze	GDO	Účel	inženýrsko-geologický
ID	388461	Hydrogeologické údaje (Y/N)	N
Původní název	S-12	Hloubka hladiny podzemní vody [m]	
Zkrácený název	S-12	Druh hladiny podzemní vody	suchý vrt
Rok vzniku objektu	1961	Karotáž (Y/N)	N
Poskytovatel dat	Česká geologická služba - Geofond	Provedené zkoušky	
Hloubka vrtu (m)	3	Hmotná dokumentace (Y/N)	N
Primární dokumentace	GF V042882	Druh objektu	vrt svislý
Souřadnice X - JTSK [m]	1094583	Geologický profil (Y/N)	Y
Souřadnice Y - JTSK [m]	686784	Organizace provádějící	Stavoprojekt Hradec Králové
Způsob zaměření X,Y	odečteno z mapy	Organizace blokující	
Výškový systém	Balt po vyrovnání	Blokováno do	

ZÁKLADNÍ LITOLOGICKÁ DATA

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0 - 0.30	Kvartér	písek humózní hlinitý tmavá hnědá
0.30 - 1	Kvartér	písek hlinitý hnědá příměs: štěrk
1 - 1.60	Kvartér	písek jílovitý střednozrný šedá
1.60 - 2	Kvartér	jíl tuhý šedá příměs: písek
2 - 2.30	Kvartér	písek jílovitý tmavá šedá příměs: křemen rula v ostrohranných úlomcích
2.30 - 2.60	Kvartér	písek střednozrný jílovitý šedá
2.60 - 3	Proterozoikum	písek slídnatý tmavá šedá příměs: rula

3.2 Posouzení konstrukce pažení

V programu GEO 5 byl vytvořen model respektující geometrii výkopu a okolního terénu.

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
 Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$

Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
 Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
 Metoda výpočtu : závislé tlaky
 Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
 Modul reakce podloží : standardní
 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 :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	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 = 6,00 m

Název průřezu : I-průřez : HE 260 B; a = 1,50 m

Spočtený koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 0,59

Plocha průřezu A = 7,89E-03 m²/m
 Moment setrvačnosti I = 9,95E-05 m⁴/m
 Modul pružnosti E = 210000,00 MPa
 Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa
 Průřezový modul W = 7,651E-04 m³/m
 Plastický průřezový modul $W_{pl} = 8,553E-04$ m³/m

Materiál konstrukce

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 235

Mez kluzu $f_y = 235,00$ MPa
 Modul pružnosti E = 210000,00 MPa
 Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa

Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída S4		29,00	5,00	18,00	8,00	14,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)


Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Třída S4		0,30	13,50	-

Parametry zemín

Třída S4

Objemová tíha :	γ = 18,00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 29,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 5,00 kPa
Třecí úhel ke-zemina :	δ = 14,00 °
Zemina :	nesoudržná
Edometrický modul :	E_{oed} = 13,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 18,00 kN/m ³

Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Třída S4	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,50 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,00 (úhel sklonu je 26,57 °).

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 40
 Vlastní výpočet mezních tlaků : neredukovat
 Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 1)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	$T_{a,p}$ [kPa]	$T_{k,p}$ [kPa]	$T_{p,p}$ [kPa]	$T_{a,z}$ [kPa]	$T_{k,z}$ [kPa]	$T_{p,z}$ [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.58

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.60	0.00	0.00	0.00	2.16	8.49	134.81
1.00	0.00	0.00	0.00	3.93	14.12	204.03
2.50	0.00	0.00	0.00	18.70	35.30	464.21
2.50	0.00	-0.00	-12.21	11.10	20.95	275.44
3.42	0.00	-5.06	-55.05	16.46	28.65	370.02
6.00	-8.41	-19.26	-175.33	31.54	50.27	635.64

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Maximální posouvající síla = 18,84 kN/m
 Maximální moment = 24,92 kNm/m
 Maximální deformace = 13,0 mm

Vstupní data (Fáze budování 2)

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 2,50 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,00 (úhel sklonu je 26,57 °).

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l _k [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	Ano	2,00	5,00	5,00	15,00	3,00

Číslo	Tuhost k [kN/m]	Průměr d [mm]	Plocha A [mm ²]	Modul pruž. E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]
1			450,000	210000,00		300,00

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 2)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.58
0.60	0.00	0.00	0.00	2.16	8.49	134.81
1.00	0.00	0.00	0.00	3.93	14.12	204.03
2.50	0.00	0.00	0.00	18.70	35.30	464.21
2.50	0.00	-0.00	-12.21	11.10	20.95	275.44
3.42	0.00	-5.06	-55.05	16.46	28.65	370.02
6.00	-8.41	-19.26	-175.33	31.54	50.27	635.64

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Maximální posouvající síla = 58,53 kN/m
 Maximální moment = 41,13 kNm/m
 Maximální deformace = 12,9 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2,00	-4,9	300,00

Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

 $E_A = 55,11 \text{ kN/m}$ $\delta = 13,73^\circ$
Hloubka teoretické paty pod dnem jámy $H_0 = 1,37 \text{ m}$

Řada kotev	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	271,24	28,59	745,18	36,22	-0,60		900,39	306,82	920,45

Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	300,00	836,77	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla $F_{max} = 836,77 \text{ kN} > 300,00 \text{ kN} = F_{zad}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

Vstupní data (Fáze budování 3)

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 4,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 2,00 (úhel sklonu je $26,57^\circ$).

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Délka l [m]	Kořen l_k [m]	Sklon α [°]	Vzd. mezi b [m]
1	Ne	2,00	5,00	5,00	15,00	3,00

Číslo	Tuhost k [kN/m]	Průměr d [mm]	Plocha A [mm²]	Modul pruž. E [MPa]	Dopnutí	Síla F [kN]
1			450,000	210000,00		317,17

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky výpočtu (Fáze budování 3)

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	$T_{a,p}$ [kPa]	$T_{k,p}$ [kPa]	$T_{p,p}$ [kPa]	$T_{a,z}$ [kPa]	$T_{k,z}$ [kPa]	$T_{p,z}$ [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.58
0.60	0.00	0.00	0.00	2.16	8.49	134.81
1.00	0.00	0.00	0.00	3.93	14.12	204.03
4.00	0.00	0.00	0.00	33.47	56.49	724.40
4.00	0.00	-0.00	-12.21	19.86	33.52	429.82

Hloubka [m]	T _{a,p} [kPa]	T _{k,p} [kPa]	T _{p,p} [kPa]	T _{a,z} [kPa]	T _{k,z} [kPa]	T _{p,z} [kPa]
4.92	0.00	-5.06	-55.05	25.23	41.22	524.40
6.00	-3.52	-11.00	-105.42	31.54	50.27	635.64

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Maximální posouvající síla = 51,20 kN/m
 Maximální moment = 44,36 kNm/m
 Maximální deformace = 12,4 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	2,00	-5,8	317,17

Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

$E_A = 148,96 \text{ kN/m}$ $\delta = 13,90^\circ$

Hloubka teoretické paty pod dnem jámy $H_0 = 2,00 \text{ m}$

Řada kotev	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	271,24	28,59	884,38	37,66	15,87		950,46	164,24	492,71

Posouzení vnitřní stability kotevního systému

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	317,17	447,91	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla $F_{max} = 447,91 \text{ kN} > 317,17 \text{ kN} = F_{zad}$

Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE

Dimenzace č. 1

Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace = -13,0 mm
 Minimální deformace = -0,3 mm
 Maximální ohybový moment = 44,36 kNm/m
 Minimální ohybový moment = -2,26 kNm/m
 Maximální posouvající síla = 51,20 kN/m

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 I-profil

$M_{max} = 66,54 \text{ kNm}$; $Q = 76,80 \text{ kN}$

$Q_{max} = 87,79 \text{ kN}$; $M = 61,69 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{max}/M_{c,Rd} = 0,247 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,243 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 50,18 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 28,40 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,089 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$$M/M_{c,Rd} = 0,229 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smyku:

$$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,278 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

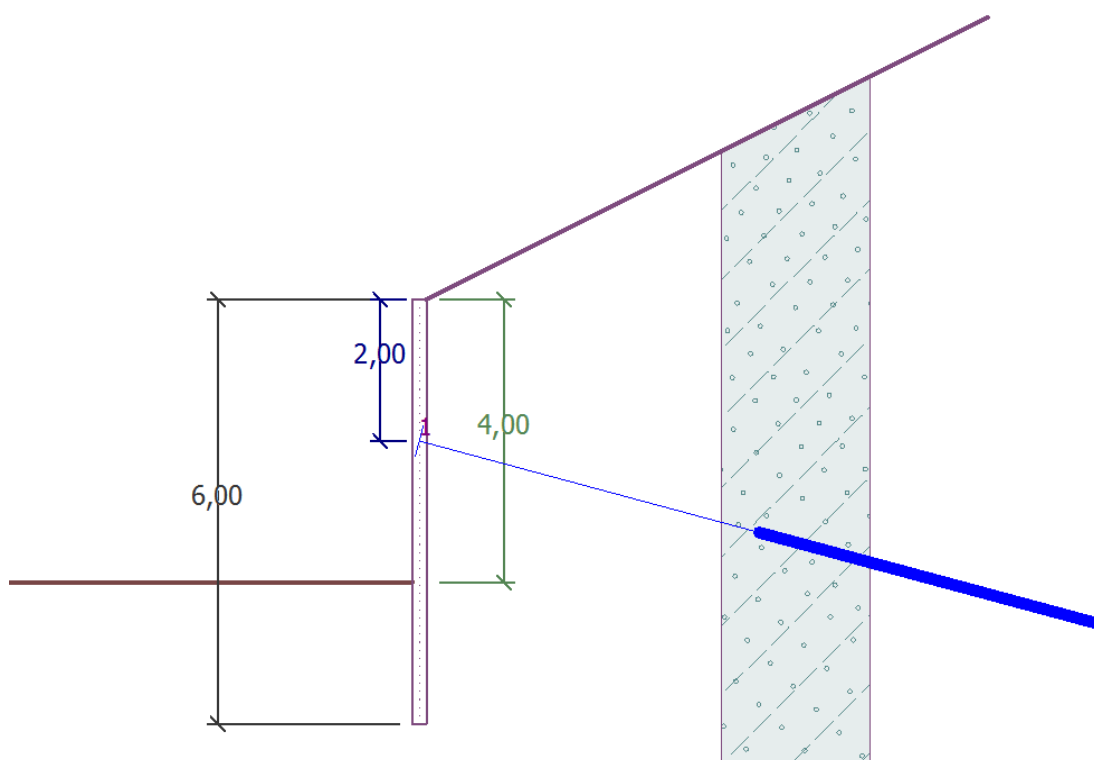
Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí} \quad \sigma_{x,Ed} = 46,51 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí} \quad \tau_{Ed} = 32,46 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,096 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Průřez VYHOVUJE



4 Závěr

Výpočtem bylo prokázáno, že navržené pažení z hlediska geometrických a materiálových charakteristik vyhovuje. Zhotovitel může případně použít jinou konstrukci pažení, je však nutné ji mít staticky posouzenou.