

**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.**

Pražná 2324, 407 47 Varnsdorf

středisko UL: Masarykova 633/318, 400 01 Ústí n. L.

web: [www.sawconsulting.cz](http://www.sawconsulting.cz)e-mail: [info@sawconsulting.cz](mailto:info@sawconsulting.cz)

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



## Obsah

<b>1</b>	<b>Identifikační údaje .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Základní údaje o propustku .....</b>	<b>2</b>
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
<b>3</b>	<b>Výpočet .....</b>	<b>4</b>
3.1	Inženýrsko-geologická charakteristika .....	4
3.2	Posouzení konstrukce pažení .....	4
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>10</b>

## 1 Identifikační údaje

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

## 2 Základní údaje o propustku

<b>Charakteristika objektu</b>	Trubní propustek z HDPE trub DN 800 mm.
<b>Délka propustku</b>	13,185 m
<b>Šikmost propustku</b>	Levá, 55°
<b>Volná šířka propustku</b>	11,8905 m
<b>Stavební výška</b>	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	<b>písek</b> humózní hlinitý tmavá hnědá
0.30 - 1	Kvartér	<b>písek</b> hlinitý hnědá příměs: štěrk
1 - 1.60	Kvartér	<b>písek</b> jílovitý střednozrný šedá
1.60 - 2	Kvartér	<b>jíl</b> tuhý šedá příměs: písek
2 - 2.30	Kvartér	<b>písek</b> jílovitý tmavá šedá příměs: křemen <b>rula</b> v ostrohranných úlomcích
2.30 - 2.60	Kvartér	<b>písek</b> střednozrný jílovitý šedá
2.60 - 3	Proterozoikum	<b>písek</b> 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 m<sup>2</sup>/m  
 Moment setrvačnosti I = 9,95E-05 m<sup>4</sup>/m  
 Modul pružnosti E = 210000,00 MPa  
 Modul pružnosti ve smyku G = 81000,00 MPa  
 Průřezový modul W = 7,651E-04 m<sup>3</sup>/m  
 Plastický průřezový modul  $W_{pl} = 8,553E-04$  m<sup>3</sup>/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	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
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	$\nu$ [-]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	Třída S4		0,30	13,50	-

## Parametry zemín

## Třída S4

Objemová tíha :	$\gamma$ = 18,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 29,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 5,00 kPa
Třecí úhel ke-zemina :	$\delta$ = 14,00 °
Zemina :	nesoudržná
Edometrický modul :	$E_{oed}$ = 13,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 18,00 kN/m <sup>3</sup>

## 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 <sub>k</sub> [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 <sup>2</sup> ]	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]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	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 $\alpha$ [°]	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]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,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]	$\delta_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\theta$ [°]	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:  $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,089 \leq 1$       **Vyhovuje**

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

**Posouzení ohybu:**

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

**Posouzení smyku:**

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

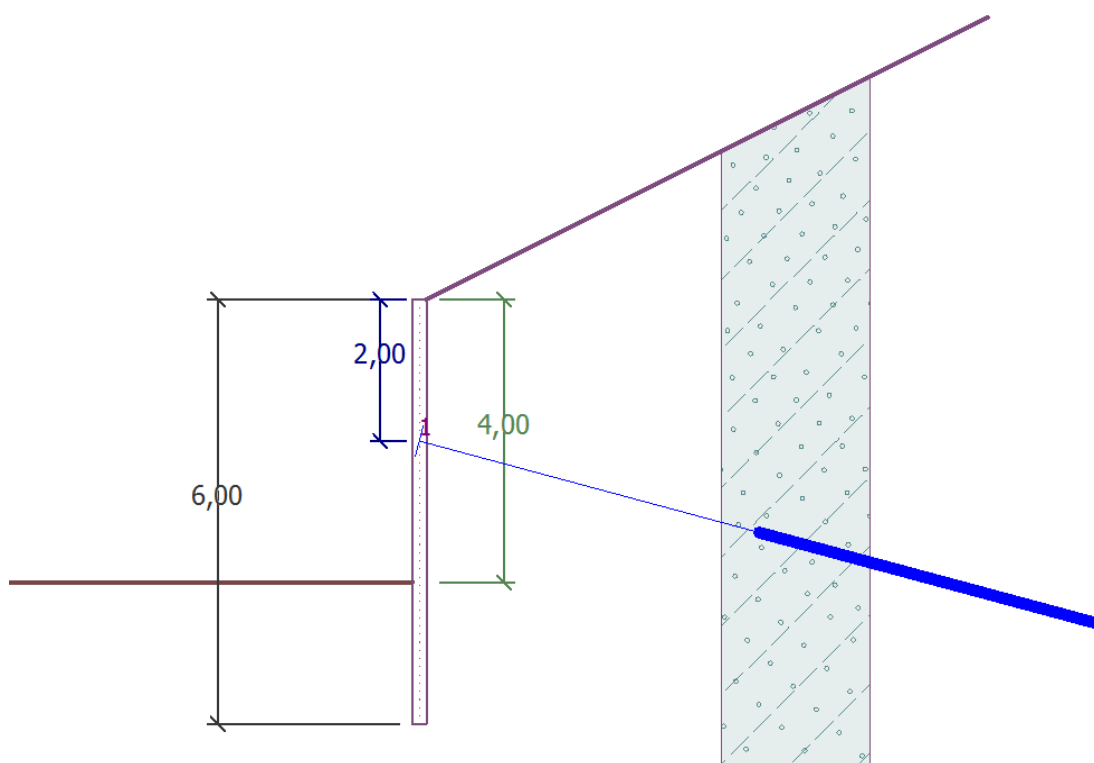
**Posouzení rovinné napjatosti:**

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

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

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

**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.