Report No.: **5ML_2017_054**

APLEG SYSTEMS, S.R.O.

STANOVENÍ ÚNOSNOSTI ZEMNÍHO VRUTU SCREW FLANGE 76X2300-240

Abstract:
Zpráva obsahuje výpočet únosnosti vrutuSCREW FLANGE 76X2300-240, Article No. 076024.

No. of pages: 18

No. of appendices: 1

Initial issue: 20/09/2017

Author: **Ladislav Chybík**

Function: *Structural Engineer*

Signature: .....

Approved by: **Luděk Krmela**

Function: *Structural Engineer*

Signature: .....

Zerzavice 2146, 686 01 Staré Město Czech republic 5M LEVIT engineering consultancy DIČ CZ05145813

Revision No.: -

Date of issue: -

RECORD OF REVISIONS

Rev.	Date of Issue	Description of Changes	Affected Pages
-	20/09/2017	Initial issue	All

CONTENT

SECTION TITLE PAGE

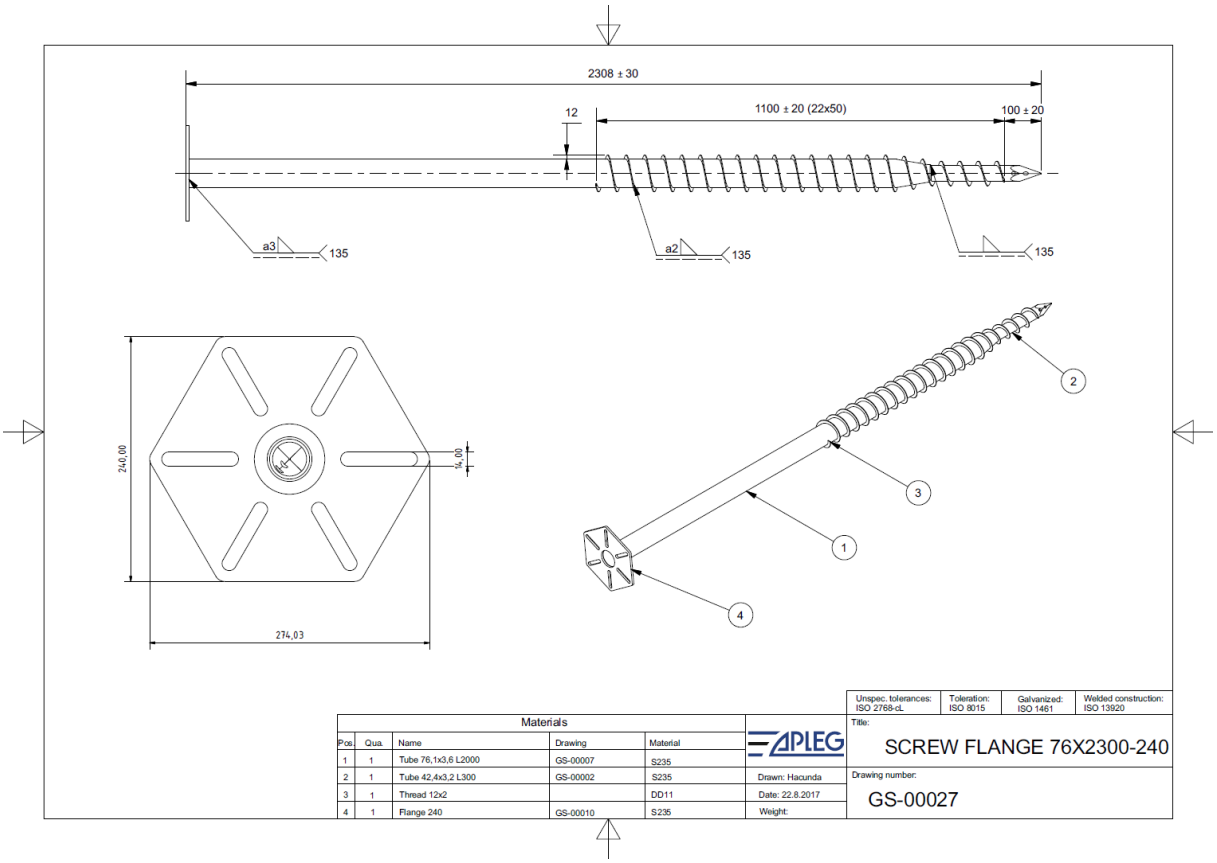
1 ÚVOD 4
2 ZKRATKY 5
3 REFERENCE 5
4 POUŽITÉ MATERIÁLY 6
4.1 KOVOVÉ MATERIÁLY 6
4.2 ZEMINA 6
5 VÝPOČET ÚNOSNOSTI 9
5.1 ÚNOSNOST TRUBKY 9
5.1.1 Tah 9
5.1.2 Ohyb trubky 9
5.1.3 Kontrola na vzpěr 10
5.2 ÚNOSNOST ZÁVITU VRUTU 10
5.2.1 Únosnost svaru závitu proti vytahování 10
5.2.2 Ohyb závitu při vytahování 11
5.3 KOTVENÍ PŘES PŘÍRUBU 11
5.4 ÚNOSNOST VRUTU NA KRUT 12
5.4.1 Moment přenášený přes svar příruby 12
5.4.2 Moment přenesený trubkou 12
5.5 MONTÁŽ KOTVY 13
5.5.1 Třecí moment ve středně tvrdém terénu 13
5.6 ÚNOSNOST KOTVY PROTI VERTIKÁLNÍMU TAHU 14
5.7 ÚNOSNOST KOTVY PROTI VERTIKÁLNÍMU TLAKU 15
5.8 ÚNOSNOST KOTVY NA BOČNÍ ZATÍŽENÍ 17
6 ZÁVĚR 18
7 PŘÍLOHA 1 – ROZNÁŠECÍ ÚHEL ZEMINY 19

1 ÚVOD

Předkládaná technická zpráva je zpracována na základě objednávky firmy APLEG zaslané e-mailem dne 24.08.2017.

Požadovaným úkolem je provést výpočet únosnosti zemního vrutů a stanovit únosnost pro tři úrovně únosnosti zeminy ve svislém směru v tahu a tlaku a v horizontálním směru.

Výkres vrutu



Únosnost ukotveného vrutu je dána únosností:

- kotvení nástavby
- průřezu kotvy
- závitu kotvy
- svařovaného spoje závitu kotvy
- nosností zeminy.

Ve výpočtu nosnosti zeminy nejsou uváženy bezpečnostní součinitele. Únosnost instalovaného vrutu se určuje zkouškou a na výsledek zkoušky se uplatní součinitel bezpečnosti.

Při kotvení vrutu bude uvážen odpor zeminy při kotvení a třecí moment.

2 ZKRATKY

--

3 REFERENCE

Normy

[1] ČSN EN 1993-1-1 (materiál)
[2] ČSN EN 1993-1-8 ed 2. (svary)
[3] ČSN EN 13814 (nosnost tyčových kotev)

Literatura

[4] Mechanika zemin – Praktické aplikace mechaniky zemin I, Kamila Weiglová, Fakulta stavební VUT v Brně 2005
[5] Airframe - Stress analysis and sizing, Michael Chun-Young Niu, 1999

Výkresová dokumentace

[6] GS-00027 SCREW FLANGE 76X2300-240

Modely

[7] -

Software:

[8] -

4 POUŽITÉ MATERIÁLY

4.1 Kovové materiály

Dílec	Materiál	Polotovar	Mez kluzu	Mez pevnosti	Reference
			$f_y = R_{p0,2}$	$f_u = R_m$	
			[MPa]	[MPa]	
Trubka	S235	TR 76,1x3,6	235	360	Tabulka 3.1 lit. [1]
Závit	S235	Plech12x2	235	360	Tabulka 3.1 lit. [1]

4.2 Zemina

Výpočet je proveden pro 3 úrovně pevnosti zeminy:

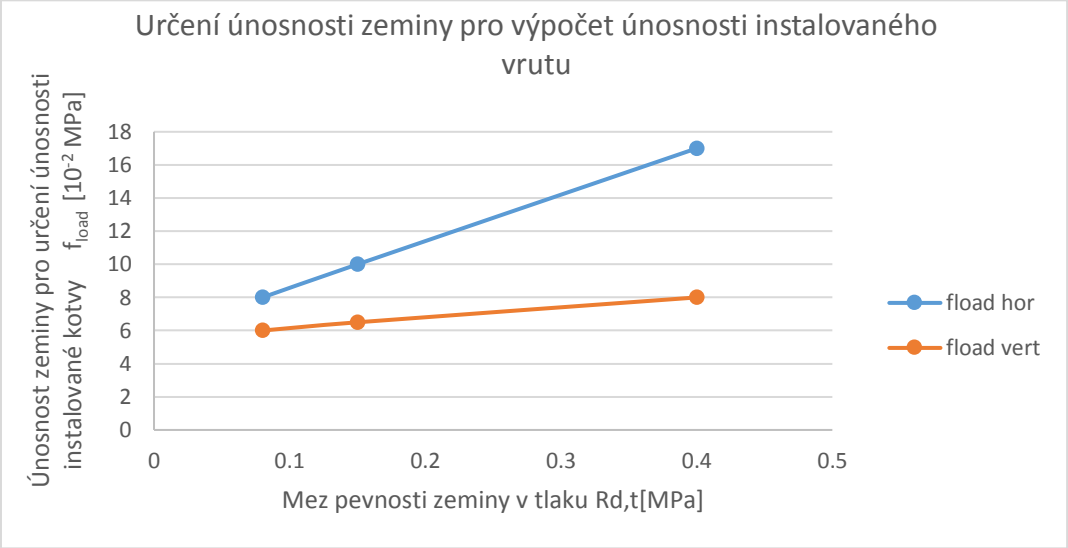
Úroveň pevnosti zeminy	-	1	2	3
Popis	-	Málo únosné jemnozrnné zeminy	Středně soudržné - písčité a štěrkové zeminy	Pevné soudržné zeminy
Mez pevnosti v tlaku $R_{d,t}$	[MPa]	0,08-0,15	0,15-0,4	0,4-0,5
Mez pevnosti ve smyku τ_{all}	[MPa]	0,048	0,09	0,24
Únosnost zeminy pro válcovou části proti vytažení $f_{load\ vert}$	[10^{-2} MPa]	6*	6,5	8
Únosnost pro boční zatížení $f_{load\ hor}$	[10^{-2} MPa]	8*	10	17

Smyková pevnost zeminy pro výpočet tahové nosnosti závitové části instalovaného vrutu v zemině byla odvozena z tlakové pevnosti:

$\tau_D = 0{,}6R_{d,t}$, kde $R_{d,t}$ je minimální tlaková pevnost zeminy pro každou úroveň 1,2 a 3

Tahová nosnost válcové části instalovaného vrutu v zemině je stanovena podle kapitoly 5.5.2.3 lit. [3] pro úroveň pevnosti zeminy 2 a 3. *Hodnota f_{load} pro úroveň pevnosti zeminy 1 stanovena na základě extrapolace.

Mez pevnosti v tlaku na boční zatížení je stanovena podle kapitoly 5.5.2.3 lit. [3] pro úroveň pevnosti zeminy 2 a 3. *Hodnota f_{load} pro úroveň pevnosti zeminy 1 stanovena na základě extrapolace.



Tabulky zatřídění hornin vychází z následujících tabulek dle literatury [4]:

7. Únosnost základové půdy

Tab. 24. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin jemnozrnných při hloubce založení 0,8 až 1,5 m pro šířku základu = 3 m

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		Konzistence			
		měkká	tuhá	pevná	tvrdá
F 1	MG	110	200	300	500
F 2	CG	100	175	275	450
F 3	MS	100	175	275	450
F 4	CS	80	150	250	400
F 5	ML; MI	70	150	250	400
F 6	CL; CI	50	100	200	350
F 7	MH; MV; ME	50	100	200	350
F 8	CH; CV; CE	40	80	160	300

Tab. 25. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin písčitých při hloubce založení 1 m

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		Šířka základu b [m]			
		0,5	1	3	6
S 1	SW	300	500	800	600
S 2	SP	250	350	600	500
S 3	S-F	225	275	400	325
S 4	SM	175	225	300	250
S 5	SC	125	175	225	175

Poznámka: Pro třídu S1 až S3 platí hodnoty pro zeminy ulehlé. Pro zeminy středně ulehlé se hodnoty násobí součinitelem 0,65. Pro třídy S4 a S5 platí hodnoty pro konzistenci tuhou až pevnou.

Tab. 26. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin štěrkovitých při hloubce založení 1 m

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		Šířka základu b [m]			
		0,5	1	3	6
G 1	GW	500	800	1000	800
G 2	GP	400	650	850	650
G 3	G-F	300	450	700	500
G 4	GM	250	300	400	300
G 5	GC	150	200	250	200

Poznámka: Pro třídu G1 a G3 platí hodnoty pro zeminy ulehlé. Pro zeminy středně ulehlé se hodnoty násobí součinitelem 0,65. Pro třídy G4 a G5 platí hodnoty pro konzistenci tuhou až pevnou.

Vysvětlení tříd zeminF1-F6, S1-S4 a G1-G5:

http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/10_Vlastnosti/10%20Vlastnosti_v7ma.htm

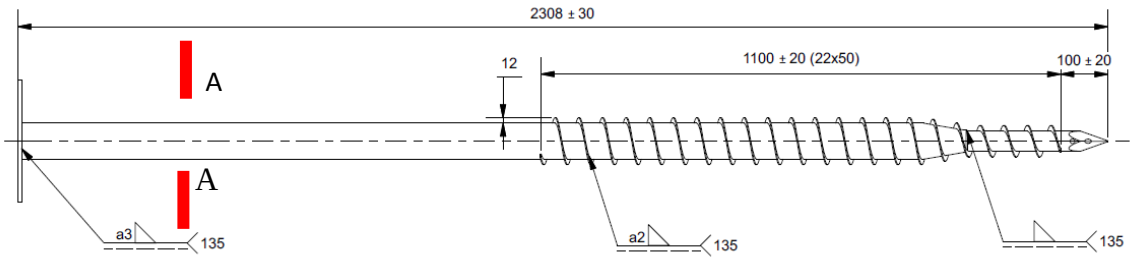
Tab. 10.6 Orientační hodnoty propustnosti vybraných druhů zemin

Příklady druhů zemin	Relativní propustnost zeminy podle ČSN 73 6850	Přibližné rozmezí filtračního součinitele k ($m.s^{-1}$)	Třída zeminy podle ČSN 73 1001
jíly jílovité hlíny	velmi nepropustná	$< 10^{-10}$	F 6 F 7 F 8
hlíny jílovité hlíny písčité písčité jíly	nepropustná	10^{-8} až 10^{-10}	F 2 F 4 F 5
hlinité písky a štěrky jílovité písky a štěrky písčité a štěrkovité hlíny	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}	F 1 S 4 F 3 S 5 G 4 G 5
písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 až 15 %)	propustná	10^{-4} až 10^{-6}	S 3 G 3
čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemnozrnných zemin (< 5 %)	velmi propustná	$> 10^{-4}$	S 1 G 1 S 2 G 2

5 VÝPOČET ÚNOSNOSTI

5.1 Únosnost trubky

Podle níže uvedeného postupu je stanovena únosnost trubky na tah (vytahování kotvy) a ohyb pro řezy dle obrázku. S ohledem na nízké zatížení spoj trubek není považován za kritické místo.



5.1.1 Tah

Únosnost na tah neoslabeného průřezu A-Aje určena dle následujícího vztahu:

$F_{tr_tah} = \frac{f_y * A}{\gamma_{M0}}$; dle (6.6) [1]

kde A je plocha trubky $A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$

γ_{M0} je dílčí součinitel průřezu pozemní stavby (=1,0 dle 6.1 [1])

Plocha:

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(76{,}1^2 - 68{,}9d^2)}{4} = 820mm^2$$

Únosnost na tah:

$$F_{tr_tah} = \frac{f_y * A}{\gamma_{M0}} = \frac{235 * 820}{1{,}0} = 192700N$$

5.1.2 Ohyb trubky

Únosnost na ohyb neoslabeného průřezu je určena dle následujícího vztahu:

$M_{tr_o} = \frac{f_y * W_{o_pl}}{\gamma_{M0}}$; dle (6.13) [1]

kde W_{o_pl} je plastický modul v ohybu $W_{o_pl} = \frac{\pi D^3}{32} * (1 - \alpha^4) * k$

k je součinitel plasticity $k = \frac{16}{36\pi} * \frac{(1-\alpha^3)}{(1-\alpha^4)}$

α $\alpha = \frac{d}{D}$

γ_{M0} je dílčí součinitel průřezu pozemní stavby (=1,0 dle 6.1 [1])

Součinitel plasticity pro trubku: k=1,2

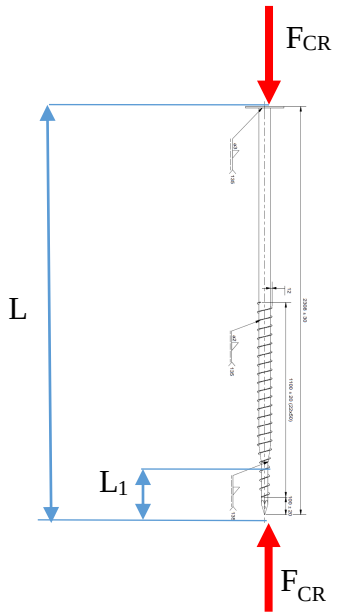
Modul v ohybu: W_o=14193mm^3

Plastický modul: W_{o_pl}=17031mm^3

Únosnost v ohybu: $M_{tr_o} = \frac{235*17031}{1,0} = 4\,002\,000 Nmm$

5.1.3 Kontrola na vzpěr

Kontrola na vzpěr je provedena pro neinstalovaný vrut podle metodiky [1], Kapitola 6.3.1.2. a [5], Kapitola 10.3.



Geometrie:

L_1=250mm; D_1=42,4mm, d_1=36mm, J_1=76 199mm^4

D_2=76,1mm, d_2=68,9mm, J_2=540 065mm^4

Poměrová čísla:

L_1/L=250/2300=0,10; $\sqrt{\frac{J_1}{J_2}} = \sqrt{\frac{76\,199}{540\,065}} = 0,37$

Konstanta C_1 dle Fig. 10.3.2 lit. [5], C_1=0,95

Kritická Eulerova síla: $F_{cr} = C_1 * \pi^2 \frac{EJ_2}{L^2} = 0,95 * \pi^2 \frac{210000*540065}{2300^2} = 201\,017 N$

Poměrná štíhlost: $\lambda' = \sqrt{\frac{Af_y}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{820*235}{201\,017}} = 0,98$

Součinitel vzpěrnosti: $\chi = 0,60$ for welded structure (b)

Vzpěrná síla: $N_{b,Rd} = \chi \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = 0,60 * \frac{820*235}{1,0} = 115\,600 N$

γ_{M0} dílčí součinitel (=1,0 podle to 6.1,[1])

Výsledná vzpěrná síla neinstalovaného vrutu je 115 000N.

5.2 Únosnost závitu vrutu

5.2.1 Únosnost svaru závitu proti vytahování

Návrhová pevnost svaru je určena dle (4.4) lit [2]:

$$f_{w,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}},$$

kde β_w je korelační součinitel, pro koutový svar a S235 $\beta_w = 0{,}80$

γ_{M2} je dílčí součinitel pro styčníky – svarový spoj (=1,25 dle 2.2 [2])

$$f_{w,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360/\sqrt{3}}{0{,}8*1{,}25} = 208MPa$$

Nosnost jednotkové délky svaru:

$$F_{w,d} = f_{w,d} * a = 208 * 2 = 416Nmm^{-1}$$

kde a je účinná tloušťka svaru 2mm

Délka svaru pak bude odpovídat počtu závitu svaru a průměru trubky:

$$L = n_1 * D_1 * \pi + n_2 * D_2 * \pi = 5 * 42{,}4 * \pi + 17 * 76{,}1 * \pi = 4730mm$$

Únosnost svaru závitu je potom:

$$F_{sv} = L * F_{w,d} = 4730 * 416 = 1\,967\,000N$$

5.2.2 Ohyb závitu při vytahování

Závitem je navařená spirála z plechu tl. 2mm a šířky 12mm. Únosnost na ohyb závitu bude určena ze z plošného zatížení svaru závitu vetknutého do základní trubky.

Jednotková délka závitu má únosnost (odvozeno ze vztahu pro ohybový moment vetknutého nosníku spojitě zatíženého):

$$F_{závit1} = \frac{f_y * t^2}{3b},$$

kde b je hloubky závitu

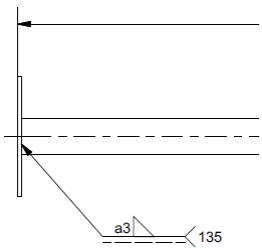
t je tloušťka závitového plechu

Únosnost celé délky závitu je potom:

$$F_{závit1} = \frac{f_y * t^2}{3b} * L = \frac{235 * 2^2}{3 * 12} * 4730 = 123\,500N$$

5.3 **Kotvení přes přírubu**

Únosnost kotvícího bodu je dána únosností svaru mezi přírubou a trubkou. Na výkrese je předepsaný koutový svar o velikosti 3mm:



Návrhová pevnost svaru je určena dle (4.4) lit [2]:

$$f_{w,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}},$$

kde β_w je korelační součinitel, pro koutový svar a S235 $\beta_w = 0{,}80$

γ_{M2} je dílčí součinitel pro styčníky – svarový spoj (=1,25 dle 2.2 [2])

$$f_{w,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360/\sqrt{3}}{0{,}8*1{,}25} = 208MPa$$

Nosnost jednotkové délky svaru:

$$F_{w,d} = f_{w,d} * a = 208 * 3 = 624Nmm^{-1}$$

kde a je účinná tloušťka svaru

Délka svaru se rovná obvodu trubky:

$$L = \pi D = \pi * 76{,}1 = 239mm$$

Únosnost svaru na tah:

$$F_{sv} = L * F_{w,d} = 239 * 624 = 149\,000N$$

5.4 Únosnost vrutu na krut

Vrut je namáhán na krut při montáži. Únosnost krutu limituje:

- zavedení montážního kroutícího momentu přes svar příruby a
- únosnost trubky na krut.

5.4.1 Moment přenášený přes svar příruby

Kroutící moment svaru mezi přírubou a trubkou je dán únosností jednotkové délky svaru násobené délkou svaru – obvodem trubky a poloměrem trubky:

$$M_k = F_{w,d} * \frac{D}{2} * \pi * D = 624 * \frac{76{,}1}{2} * \pi * 76{,}1 = 5\,676\,000Nmm$$

5.4.2 Moment přenesený trubkou

Únosnost trubky na krut na mezi porušení:

$$M_{ktr} = \frac{f_u}{\gamma_{M0}\sqrt{3}} * W_k = \frac{f_u}{\gamma_{M0}*\sqrt{3}} * \frac{\pi D^3}{16} * (1-\alpha^4) = 0{,}57 * 360 * 28387 = 5\,825\,000Nmm$$

Únosnost trubky na krut na mezi kluzu:

$$M_{ktr} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}} * W_k = \frac{f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}} * \frac{\pi D^3}{16} * (1-\alpha^4) = 0{,}57 * 235 * 28387 = 3\,800\,000Nmm$$

γ_{M0} je dílčí součinitel průřezu pozemní stavby (=1,0 dle 6.1 [1])

5.5 Montáž kotvy

5.5.1 Třecí moment ve středně tvrdém terénu

Při instalaci kotvy je nutné překonat tlakovou pevnost horniny. Odporová síla horniny je úměrná ploše vnikajícího tělesa a pevnosti horniny. Tato síla je při instalaci v rovnováze se silou v závitu a případnou přítlačnou silou. Součinitel tření v závitu potom při instalaci způsobuje kroutící moment v trubce. Výpočet v této kapitole zohledňuje nejtvrdší terén s pevností 0,5MPa a součinitelem tření 0,5.

Odporová síla při vtlačování:

$$F = R_{R,d} * A,$$

kde $R_{R,d}$ je mez pevnosti v tlaku horniny, uváženo 0,5 MPa

A je vtlačovaná plocha $A = \frac{1}{4} * \pi {D_2}^2$

$$F = R_{R,d} * \frac{1}{4} * \pi {D_2}^2 = 0{,}5 * \frac{1}{4} * \pi * 76{,}1^2 = 2274N$$

Třecí síla v závitu:

$$F_t = F * f = 2274 * 0{,}5 = 1137N$$

kde f je součinitel tření, zvoleno f=0,5

Třecí moment v závitu:

$$M_{friction_thread} = Ft * \left(\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}b\right) = 1137 * \left(\frac{1}{2} * 76{,}1 + \frac{1}{2} * 12\right) = 50\,000Nmm$$

Třecí moment po obvodě trubky:

$$M_{friction_tube} = \pi * D * L * R_{D,t} * f * \frac{1}{2}D = \pi * 76 * 2200 * 0{,}5 * 0{,}5 * \frac{1}{2}76 = 4\,990\,000Nmm$$

Celkový třecí moment:

$$M_{friction_total} = M_{friction_tube} + M_{friction_thread} = 5\,040\,000Nmm$$

Třecí moment převyšuje únosnost trubky proti trvalým deformacím 3 800 000Nmm –**AKCEPTOVÁNO, lze očekávat zkrut trubky při instalaci, limit pro vznik trvalých deformací je závislý na skutečné pevnosti dodaných trubek.**

Třecí moment je nižší než únosnost trubky k mezi pevnosti v krutu 5 825 000Nmm - **VYHOVUJE.**

Únosnost svaru mezi přírubou a trubkou je 5 676 000Nmm –**VYHOVUJE**

5.6 Únosnost kotvy proti vertikálnímu tahu

Únosnost kotvy proti vytažení je dána pro závitovou část smykovou únosností zeminy a smykovým průřezem na vnějším obvodu závitu kotvy. Únosnost na vytažení bude vypočítána pro tři hodnoty smykové únosnosti zeminy. Únosnost proti vytažení válcové části je určena dle literatury [3] a je dána třecí únosností zeminy f load vert a průměru trubky a délky válcové části snížené o 100mm nadzemní části.

Závitová část:

Smyková plocha je dána délkou závit a vnějším průměrem závit, který tvoří průměr trubky a 2x hloubky závitu:

$$A_{(shear)} = \pi * (D_1 + 2b) * L_1 + \pi * (D_2 + 2b) * L_2$$

$$A_{(shear)} = \pi * (42{,}4 + 2 * 12) * 250 + \pi * (76{,}1 + 2 * 12) * 850 = 319000mm^2$$

Únosnost závitové části vrutu proti vytažení bude potom:

$$F_{(shear)} = A_{(shear)} * \tau_{all}$$

Válcová část:

Délka válcové části:

L_{cyl}=L-L_1-L_2-L3 = 2300-250-850-100=1100 mm, kde L_3 je délka nadzemní části 100mm

Výpočet únosnosti:

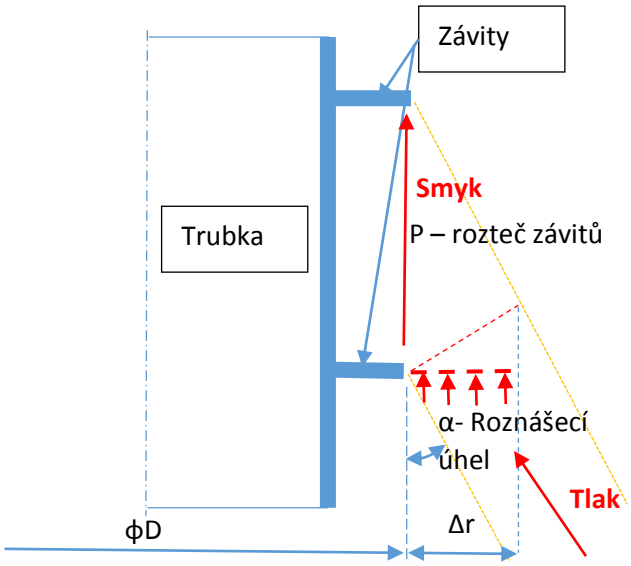
$$F_{(frict)} = \frac{L_{cyl}}{10} * \frac{d}{10} * f_{load\ hor}$$

Úroveň pevnosti zeminy	-	1	2	3
Popis	-	Málo únosné jemnozrnné zeminy	Středně soudržné - písčité a štěrkové zeminy	Pevné soudržné zeminy
Mez pevnosti v tlaku $R_{d,t}$	[MPa]	0,08-0,15	0,15-0,4	0,4-0,5
Mez pevnosti ve smyku τ_{all}	[MPa]	0,048	0,09	0,24
Únosnost zeminy pro válcovou části proti vytažení $f_{load\ vert}$	[10^{-2} MPa]	6*	6,5	8
Únosnost závitové části $F_{(shear)}$	[N]	15 300	28 700	76 500
Únosnost válcové části $F_{(frict)}$	[N]	5 000	5 400	6 700
Celková únosnost na vytažení z terénu $F_{pull} = F_{(shear)} + F_{(frict)}$	[N]	20 300	34 100	83 200

Ve výpočtu není použit žádný dílčí součinitel bezpečnosti na únosnost zemin. Únosnost je nutné ověřit zkouškou a na výsledek zkoušky uplatnit součinitel bezpečnosti.

5.7 Únosnost kotvy proti vertikálnímu tlaku

Při zatěžování tlakem bude únosnost vrutu rovna smykové únosnosti ve smyku zeminy a únosnosti v tlaku. Únosnost smykem zeminy je převzata z kapitoly 5.6. Únosnost v tlaku je určena z odvozené velikosti roznášecího úhlu zeminy 23° - viz Příloha 1.



Velikost vnějšího poloměru roznášecího mezikruží:

$$\Delta r = cos\alpha * (P * sin\alpha) = cos23 * (50 * sin23) = 18mm$$

Síla přenášená jedním závitem:

$$F_{závit} = R_{d,t} * A = R_{d,t} * \pi \frac{(D+2*\Delta r)^2 - D^2}{4} = R_{d,t} * \pi \frac{(100+2*18)^2 - 10^2}{4} = R_{d,t} * 6672$$

Tlaková únosnost vrutu v zemině při n=22 závitech:

$$F_{tlak} = F_{smykem} + n * F_{závit}$$

Tlaková únosnost válcové části vrutu nad závitem je určena z velikosti třecí síly válcové části vrutu dle kapitoly 5.6 - $F_{(frict)}$.

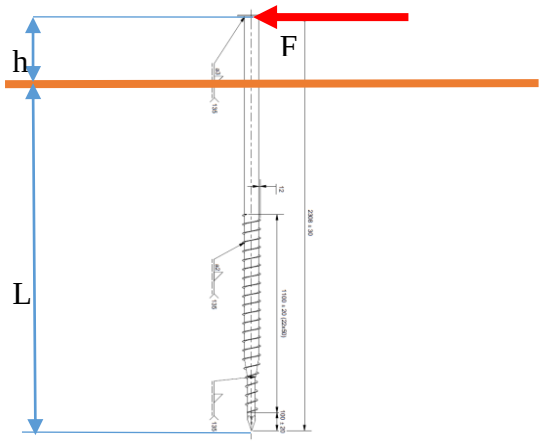
Soil capacity level	-	1	2	3
Description	-	Málo únosné jemnozrnné zeminy	Středně soudržné - písčité a štěrkové zeminy	Pevné soudržné zeminy
Mez pevnosti v tlaku $R_{d,t}$	[MPa]	0,08-0,15	0,15-0,4	0,4-0,5
Mez pevnosti ve smyku τ_{all}	[MPa]	0,048	0,09	0,24
Maximální svislá síla přenášená smykem$F_{pull} = F_{(shear)}$	[N]	15 300	28 700	76 500
Maximální svislá síla přenášená tlakem $n * F_{(thread)}$	[N]	11 700	22 000	58 700
Únosnost válcové části $F_{(frict)}$	[N]	5 000	5 400	6 700
Celková síla v tlaku	[N]	32 000	56 100	123 500*

Ve výpočtu není použit žádný dílčí součinitel bezpečnosti na únosnost zemin. Únosnost je nutné ověřit zkouškou a na výsledek zkoušky uplatnit součinitel bezpečnosti.

*Únosnost limitovaná ohybem závitu (viz 5.2.2).

5.8 Únosnost kotvy na boční zatížení

Při výpočtu bočního zatížení je využito technické normy klasifikace zemin uvedené v kapitole 4.2 a postupu pro výpočet únosnosti kotev v literatuře [3]. Pro účely výpočtu bočního zatížení nemá závit kotvy žádný účinek na únosnost, pro výpočet bude uvážen průměr kotvy a délka zavrtání kotvy. Nadzemní výška h má být minimální. Zde uvážena zapouštěcí hloubky L=2200mm, nadzemní část h=max 100mm.



Podle uvedené literatury se boční únosnost určí podle vztahu:

$F = Z_d = f_{load} * d * L$, kde d a L se zadává v cm.

Úroveň pevnosti zeminy	-	1	2	3
Popis	-	Málo únosné jemnozrnné zeminy	Středně soudržné - písčité a štěrkové zeminy	Pevné soudržné zeminy
Mez pevnosti v tlaku $R_{d,t}$	[MPa]	0,08-0,15	0,15-0,4	0,4-0,5
Mez pevnosti v tlaku pro boční zatížení f_{load}	[10^{-2} MPa]	8	10	17
Horizontální únosnost	[N]	13 300	16 720	28 400

Ve výpočtu není použit žádný dílčí součinitel bezpečnosti na únosnost zemin. Únosnost je nutné ověřit zkouškou a na výsledek zkoušky uplatnit součinitel bezpečnosti.

Maximální ohybový moment od největší horizontální síly F=28 400N na rameni h=100mm je M=F*h=2 840000Nmm a je menší než ohybová únosnost trubky 4 002 000Nmm, viz 5.1.2 .
VYHOVUJE

6 ZÁVĚR

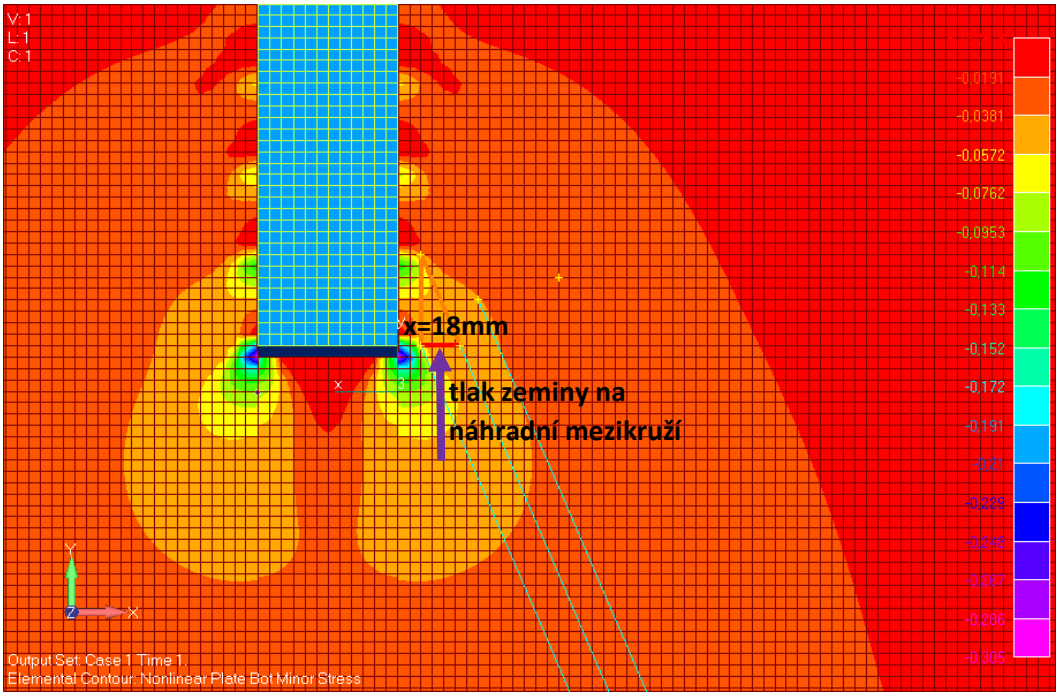
Ve zprávě je provedena pevnostní kontrola vrutuSCREW FLANGE 76X2300-240. Výsledky výpočtu únosnosti s maximálními hodnotami tahové, tlakové a horizontální únosnosti kotvy jsou uvedeny v tabulce.

Úroveň pevnosti zeminy		1	2	3
Description	-	Málo únosné jemnozrnné zeminy	Středně soudržné - písčité a štěrkové zeminy	Pevné soudržné zeminy
Mez pevnosti v tlaku $R_{d,t}$	[MPa]	0,08-0,15	**0,15-0,4**	0,4-0,5
Únosnost na vytažení z terénu	[N]	20 300	**34 100**	83 200
Únosnost na tlak	[N]	32 000	**56 100**	123 500
Únosnost v horizontálním směru	[N]	13 300	**16 720**	28 400

Ve výpočtu není použit žádný dílčí součinitel bezpečnosti na únosnost zemin. Únosnost je nutné ověřit zkouškou a na výsledek zkoušky uplatnit součinitel bezpečnosti.

7 PŘÍLOHA 1 – ROZNÁŠECÍ ÚHEL ZEMINY

Roznášecí úhel byl stanoven na základě simulace ve 2D úloze. Náhrada vrutu s náhradou závitu byla vtláčena do náhrady zeminy.



Na základě simulace byla stanovena hodnota roznášecího úhlu 23°.