

zhotovitel:	Ing. Michal Kubalík STATIKA POZEMNÍCH STAVEB	tel.: 777 891 331 e-mail: michal@kubalik-statika.cz web: www.kubalik-statika.cz
-------------	--	--

název stavby:		VENKOVNÍ SCHODIŠTĚ SOŠ a SOU Neratovice	
investor:	SOŠ a SOU Neratovice Školní 664, Neratovice		č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	vypracoval: Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	D.1.2 - STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ		
stup. dokumentace:	DSP - Dokumentace pro stavební povolení		
			datum: 3/2022

VENKOVNÍ SCHODIŠTĚ SOŠ a SOU Neratovice

OBSAH:

D.1.2.a – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Identifikační údaje.....	2
2. Předmět projektu.....	2
3. Podklady	2
3.1. Projektové podklady	2
3.2. Normy navrhování.....	2
3.3. Další použité pomůcky.....	2
4. Zatížení.....	3
5. Geologické poměry na staveništi	3
6. Obecný popis	3
7. Popis konstrukcí.....	3
8. Navrhované materiály a výrobky.....	3
9. Požadavky na vzhled a povrchové úpravy	4
10. Požadavky na postup prací a kontrolu během provádění	4
11. Stanovení podmínek pro provedení stavby.....	5
12. Technické normy provádění a kontroly.....	5
13. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....	5
14. Třída následků stavby a třídy provádění konstrukcí	5
15. Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí	5

D.1.2.b – VÝKRESOVÁ ČÁST

příloha schémat vložených za technickou zprávou

D.1.2.c – STATICKÉ POSOUZENÍ

příloha s vlastním obsahem a číslováním vložená za technickou zprávou

D.1.2.a – TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Identifikační údaje

<i>Stavba:</i>	Venkovní schodiště SOŠ a SOU Neratovice
<i>Investor:</i>	SOŠ a SOU Neratovice Školní 664, Neratovice
<i>Stupeň dokumentace:</i>	DSP, Dokumentace pro stavební povolení
<i>Část dokumentace:</i>	D.1.2 – Stavebně konstrukční řešení
<i>Projektant:</i>	Ing. Jolana Váňová Přístavní 3503, Mělník
<i>Projektant části:</i>	Ing. Michal Kubalík – statika pozemních staveb Jarníkova 1872/20, 148 00 Praha 4 – Chodov tel.: 777 891 331, e-mail: michal@kubalik-statika.cz www.kubalik-statika.cz
<i>Datum zpracování:</i>	březen 2022

2. Předmět projektu

Předmětem tohoto projektu je návrh nosných konstrukcí venkovního schodiště. Konstrukce jsou popsány touto technickou zprávou, výkresově dokumentovány částečně ve výkresové části tohoto projektu a částečně ve stavební části projektu a navrženy a posouzeny na základě statického výpočtu.

3. Podklady

3.1. Projektové podklady

- Rozpracovaná stavební část projektu, Ing. Jolana Váňová, Přístavní 3503, Mělník, březen 2022

3.2. Normy navrhování

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1998-1	Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 1004	Navrhování základových konstrukcí – Stanovení požadavků pro výpočetní metody
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

3.3. Další použité pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987

- Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996

4. Zatížení

Užitné zatížení:

- Užitné zatížení uvažované na schodišti 5,00 kN/m²

Klimatické zatížení:

- sněhová oblast I (charakteristická hodnota pro sněh na zemi) 0,70 kN/m²
- větrná oblast I (základní rychlost) 22,5 m/s

Seizmické zatížení:

- referenční špičkové zrychlení $a_{gr} < 0,04g$
Hodnota součinu $a_g S$ je menší než 0,05g. Jedná se o případ velmi malé seizmicity, kdy není třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998.

5. Geologické poměry na staveništi

Protože v místě stavby **nebyl provedený podrobný inženýrskogeologický průzkum**, jsou základy navrženy pro jemnozrnnou zeminu **F6 CL CI tuhé konzistence**.

Základová spára musí být před betonáží základů převzata geologem nebo geotechnikem. V případě zastižení méně únosné nebo prosedavé zeminy v základové spáře bude nutné v koordinaci geologa nebo geotechnika se statikem navrhnout patřičná konstrukční opatření (rozšíření základů, prohloubení základů, armování základů, jiný způsob založení apod).

6. Obecný popis

Nové venkovní schodiště bude přistavěné ke štítové stěně stávající budovy. Budova má jedno částečně zapuštěné podzemní podlaží a 4 nadzemní podlaží. Venkovní schodiště bude dvouramenné a povede až do 4.NP.

7. Popis konstrukcí

Konstrukce venkovního schodiště bude ocelová.

Hlavními svislými nosnými prvky bude celkem 8 sloupků profilu jákl 140/140/6. Sloupky budou stát za základových patkách (rozměry základů dle výkresové části). Základové patky při stávající budově musí mít základovou spáru v úrovni stávající základové spáry podzemního podlaží! Výška základových patek při stávající budově tak bude několik metrů. Při betonáži patek bude nutné rozepřít podzemní stěny proti vodorovnému působení čerstvého betonu.

Ocelové sloupky při stávající budově budou kotvené do železobetonových věnců stávající budovy v každé výškové úrovni. Kotvení do stávajících ŽB věnců musí být tuhé v obou vodorovných směrech.

Ocelové sloupky budou vynášet nosníky podest a mezipodest a ocelové schodnice. Schodnice a nosníky budou z ocelových profilů UPN č.180 a UPN č.160 (dle výkresové části). V rovinách podest a mezipodest bude vždy provedené ztužení táhly Ø12mm pnutými do kříže.

8. Navrhované materiály a výrobky

Základy budou z prostého betonu C12/15 X0.

Ocelové konstrukce budou z oceli třídy S235.

Lepené kotvy

- Tmely pro zalepení kotev musí být použity certifikované pro příslušný typ materiálu, do kterého bude kotveno. Při jejich aplikaci musí být bezpodmínečně dodrženy pokyny výrobce, vyčištění vrtu, maximální vlhkost podkladu, doby zpracovatelnosti a tvrdnutí vzhledem k teplotě prostředí.
- Max. utahovací krouticí moment pro kotvu dle pokynu výrobce.

9. Požadavky na vzhled a povrchové úpravy

Povrchová úprava konstrukcí (včetně barevného odstínu vrchního nátěru) je stanovena v architektonicko-stavebně technickém řešení stavby.

Ocelové konstrukce budou dle klasifikace ČSN EN ISO 9223 uvedené v tabulce 1 vystaveny stupni korozní agresivity C3.

C3 korozní agresivita střední, venkovní prostředí, mírné klimatické pásmo, atmosférické prostředí se středním znečištěním (SO_2 : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ až $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebo s určitým vlivem chloridů, např. městské oblasti

Ocelové konstrukce budou mít protikorozní ochranu ochrannými nátěrovými systémy dle určeného korozního stupně agresivity a dle ČSN EN ISO 12944-5 dle tabulek A.

10. Požadavky na postup prací a kontrolu během provádění

Pro výstavbu budou použity běžné stavební postupy, na tomto místě se zdůrazňuje nutnost dodržení zejména následujících předpisů:

Zakládání

- Zemina v základové spáře musí být chráněna před nepříznivými klimatickými vlivy (mrazem a vodou) a před poškozením těžkou těžební technikou. Pokud vznikne při rozpojování zeminy nerovné dno, nesmí být zarovnáváno nakypřenou zeminou, ale pouze podkladním betonem! Pokud bude zemina v základové spáře jakkoliv poškozena, je nutno ji odtěžit a nahradit plombou z hubeného betonu.
- Protože v místě stavby **nebyl provedený podrobný inženýrskogeologický průzkum**, jsou základy navrženy pro jemnozrnnou zeminu **F6 CL CI tuhé konzistence**.
- **Základová spára musí být před betonáží základů převzata geologem nebo geotechnikem. V případě zastižení méně únosné nebo prosedavé zeminy v základové spáře bude nutné v koordinaci geologa nebo geotechnika se statikem navrhnout příčinná konstrukční opatření (rozšíření základů, prohloubení základů, armování základů, jiný způsob založení apod).**

Betonové konstrukce

- Je nutno upozornit na nutnost dodržování podmínek ošetřování a ochrany betonu podle ČSN EN 206.

Ocelové konstrukce

- U opakovaně namáhaných šroubových spojů se musí matice zajistit uzavíracími nebo jinými mechanickými prostředky (pružnou podložkou, kontramaticí, závlačkou, lepením).

11. Stanovení podmínek pro provedení stavby

Pro provedení stavby bude nutné navrhnout rozhodující detaily konstrukcí!

Ve stávajícím objektu nebyly ověřeny stávající ŽB věnce. V případě, že během provádění nebudou stávající ŽB věnce zastiženy (nepředpokládá se), bude nutné navrhnout jiný způsob zavětrování nového schodiště).

12. Technické normy provádění a kontroly

Dodavatel stavby je povinen se řídit technickými normami provádění.

ČSN 73 0210-1	Geometrická přesnost ve výstavbě, Podmínky provádění, Část 1: Přesnost osazení
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla, Kapitola 4: Stavební dozor, monitoring a údržba
ČSN 72 1006	Kontrola zhutnění zemin a sypanin
ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 1090-1	Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců
ČSN EN 1090-2	Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN 73 2604	Ocelové konstrukce – Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb
ČSN EN ISO 9223	Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér – Klasifikace, stanovení a odhad
ČSN EN ISO 12944-5	Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 5: Ochranné nátěrové systémy

13. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při stavebních pracích podle tohoto projektu je dodavatel povinen postupovat v souladu s vyhláškou č.362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky, č.591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

14. Třída následků stavby a třídy provádění konstrukcí

Třída konstrukce z hlediska požadované spolehlivosti pro účely kontroly a údržby dle ČSN EN 1990 přílohy B je CC2 s třídou spolehlivosti RC2.

CC2 střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo **značné** následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí
obytné a administrativní budovy a budovy určené pro veřejnost, kde jsou následky poruchy středně závažné (např. kancelářské budovy)

Ocelovým konstrukcím dle ČSN EN 1090-2 přílohy B odpovídá Třída provedení EXC2.

15. Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

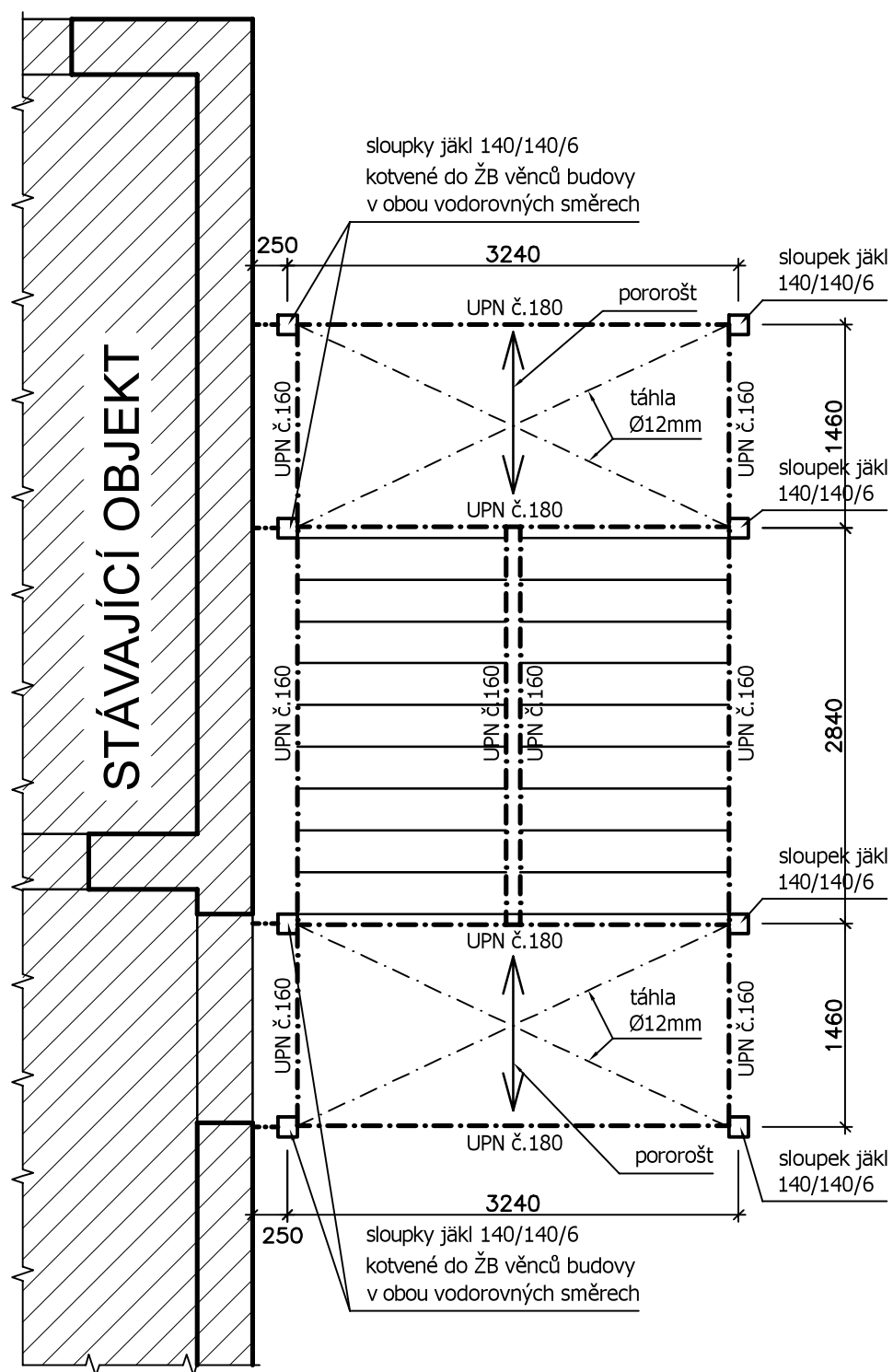
Stanovení kontrol spolehlivosti konstrukcí stavby z hlediska jejího budoucího využití.

Dle ČSN EN 1990, Zásady navrhování konstrukcí, budovy a další běžné stavby jsou 4. kategorie návrhové životnosti s informativní návrhovou životností 50let. Konstrukce stavby jsou navrženy na tuto kategorii životnosti dle této části projektu.

U ocelových konstrukcí zařazených ve třídě následků CC2 a CC1 se běžná prohlídka provádí jedenkrát za 5 let, podrobná prohlídka se provádí na základě doporučení běžné nebo mimořádné prohlídky, nejméně jedenkrát za 10 let.

Praha, 21. března 2022

Vypracoval: Ing. Michal Kubalík



OCEL

S235

D.1.2.b-2

M = 1:50

CHARAKTER. PŮDORYS SCHODIŠTĚ

D.1.2.c - STATICKÉ POSOUZENÍ

Obsah	strana
1. Popis výpočtu konstrukcí	1
2. Zatížení	2
2.1 Zatížení schodiště	2
3. Návrh a posouzení konstrukcí	3
3.1 Návrh a posouzení schodnice	3
3.2 Návrh a posouzení nosníku podesty a mezipodesty	5
3.3 Návrh a posouzení sloupku	8
3.4 Návrh a posouzení základové patky 1	9
3.5 Návrh a posouzení základové patky 2	10

1. Popis výpočtu konstrukcí

Kategorie návrhové životnosti: **4** budovy a další běžné stavby

Informativní návrhová životnost **50 let**

Mezní stavy únosnosti:

STR představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;

GEO je případ poruchy či nadměrného přetvoření základové půdy, při kterém pevnost zeminy a hornin je podstatná pro zajištění únosnosti;

Popis výpočtu:

Ve statickém výpočtu jsou navrhnuty a posouzeny typické prvky horní konstrukce venkovního schodiště pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti. Základy jsou navrhnuty pro mezní stav únosnosti (GEO) podle 2.geotechnické kategorie.

2. Zatížení

2.1 Zatížení schodiště

Skladba schodiště		charakteristické	γ_G	návrhové
pororošt		0,50 kN/m ²	1,35	0,68 kN/m ²
tíha schodnic vč. zábradlí		0,80 kN/m ²	1,35	1,08 kN/m ²
<hr/>				
g_1 celkem stálé zatížení - šikmý průmět		1,30 kN/m ²	1,35	1,76 kN/m ²
sklon schodiště	$\alpha = 34,00^\circ$			
g celkem stálé zatížení - svislý průmět	$1,30 / \cos 34^\circ$	= 1,57 kN/m²	1,35	2,12 kN/m²
Proměnné zatížení		charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení		5,00 kN/m²	1,50	7,50 kN/m²

3. Návrh a posouzení konstrukcí

3.1 Návrh a posouzení schodnice

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

zatěžovací šířka

 γ_G

g₁ stálé zatížení $1,57 \cdot 0,80 = 1,25 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 1,69 \text{ kN/m}$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

q₁ proměnné zatížení $5,00 \cdot 0,80 = 4,00 \text{ kN/m}$ $1,05 \cdot 4,20 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení $5,25 \text{ kN/m}$ $1,12 \cdot 5,89 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

zatěžovací šířka

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení $1,57 \cdot 0,80 = 1,25 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 1,44 \text{ kN/m}$

 γ_Q

q₂ proměnné zatížení $5,00 \cdot 0,80 = 4,00 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 6,00 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení $5,25 \text{ kN/m}$ $1,42 \cdot 7,44 \text{ kN/m}$

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

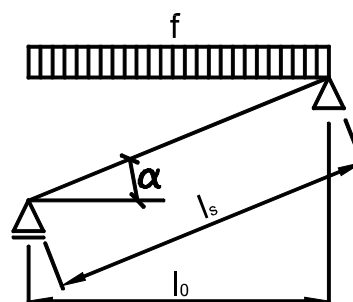
$$l_0 = 2,85 \text{ m}$$

úhel sklonu

$$\alpha = 34^\circ$$

délka nosníku

$$l_s = 3,44 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = 1/8 \cdot f \cdot l_0^2$$

$$M_g = 1/8 \cdot 1,25 \cdot 2,85^2 = 1,27 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,46 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 4,00 \cdot 2,85^2 = 4,06 \text{ kNm} \quad 1,50 = 6,09 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_f = 5,33 \text{ kNm} \quad 1,42 = 7,55 \text{ kNm}$

$$R = 1/2 \cdot f \cdot l_0$$

$$R_g = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 2,85 = 1,79 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,05 \text{ kN}$$

$$R_q = 1/2 \cdot 4,00 \cdot 2,85 = 5,70 \text{ kN} \quad 1,50 = 8,55 \text{ kN}$$

celková reakce $R_f = 7,49 \text{ kN} \quad 1,42 = 10,60 \text{ kN}$

$$N = R \cdot \sin \alpha$$

$$N_g = 1,79 \cdot \sin 34^\circ = 1,00 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,15 \text{ kN}$$

$$N_q = 5,70 \cdot \sin 34^\circ = 3,19 \text{ kN} \quad 1,50 = 4,78 \text{ kN}$$

celková normálová síla $N_f = 4,19 \text{ kN} \quad 1,42 = 5,93 \text{ kN}$

$$V = R \cdot \cos \alpha$$

$$V_g = 1,79 \cdot \cos 34^\circ = 1,48 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,70 \text{ kN}$$

$$V_q = 5,70 \cdot \cos 34^\circ = 4,73 \text{ kN} \quad 1,50 = 7,09 \text{ kN}$$

celková posouvající síla $V_f = 6,21 \text{ kN} \quad 1,42 = 8,79 \text{ kN}$

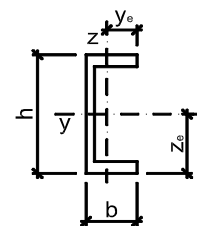
Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 7,55 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 5,93 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 8,79 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	UPN	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	160	E	210,00 GPa	$\gamma_{MO} = 1,00$
	složený průřez	samostatný průřez	G	81,00 GPa	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	třída průřezu:	pro ohyb 1	pro tlak 1		

Průřezové charakteristiky pro 1 ks

výška průřezu	$h =$	160 mm		
šířka průřezu	$b =$	65 mm		
plocha	$A =$	$2,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,26 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$9,25 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$0,85 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	62,10 mm	$i_z =$	18,85 mm
průřezový modul	$W_y =$	$116,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	$W_z =$	$26,25 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$138,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	$W_{pl,z} =$	$35,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$73,90 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$3,26 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	46,60 mm	$z_e =$	80,00 mm



Geometrie

vzpěrná délka k ose y-y	$L_{cr,y} =$	3 438 mm
vzpěrná délka k ose z-z	$L_{cr,z} =$	3 438 mm
vzpěrná délka na klopení	$L_{LT} =$	3 438 mm

Podmínky

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

klopení nezajištěné

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 1,26 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$
$$V_{pl,Rd} = 170,95 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 8,79 = 17,58 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Kombinace ohybu a osového tlaku

Součinitelé vzpěrnosti

$$\chi_y = 0,79 \quad \chi_z = 0,21$$

Součinitel klopení

Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,13 \quad C_{1,1} = 1,13 \quad C_2 = 0,46 \quad C_3 = 0,53$$

$$\text{Součinitelé vzpěrné délky} \quad k_y = 1,0 \quad k_z = 1,0 \quad k_w = 1,0$$

typ průřezu symetrický

$$\chi_{LT} = 0,44$$

Interakční součinitelé pro pruty, které jsou náchylné ke zkroucení

Pro jednoduchost ověřování pouze v pružné oblasti

$$C_{my} = 0,90 \quad C_{mz} = 0,90 \quad C_{mLT} = 0,60$$
$$k_{yy} = 0,90 \quad k_{yz} = 0,93 \quad k_{zy} = 0,99 \quad k_{zz} = 0,93$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$\frac{N_d}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}}$				+	$\frac{k_{yy} \cdot M_{yd}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}}$				+	$\frac{k_{yz} \cdot M_{zd}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}$			
5,93					0,90 · 7,55					0,93 · 0,00			
0,79 · 2,40 · 235,00					0,44 · 138,00 · 235,00					35,20 · 235,00			
podmínka kombinace 1				0,01 +	0,47	+ 0,00	= 0,49		< 1,00				
$\frac{N_d}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}}$				+	$\frac{k_{zy} \cdot M_{yd}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}}$				+	$\frac{k_{zz} \cdot M_{zd}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}}$			
5,93					0,99 · 7,55					0,93 · 0,00			
0,21 · 2,40 · 235,00					0,44 · 138,00 · 235,00					35,20 · 235,00			
podmínka kombinace 2				0,05 +	0,52	+ 0,00	= 0,57		< 1,00				

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$w_g = \frac{5 \cdot M_g \cdot l_s^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,27 \cdot 3,44^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 9,25}$									
$w_g = 0,8 \text{ mm}$	<	$w_{lim,g} = \frac{l_s}{250} = 13,8 \text{ mm}$							
$w_q = \frac{5 \cdot M_q \cdot l_s^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 4,06 \cdot 3,44^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 9,25}$									
$w_q = 2,6 \text{ mm}$	<	$w_{lim,q} = \frac{l_s}{350} = 9,8 \text{ mm}$							
$w_f = 3,4 \text{ mm}$	<	$w_{lim,f} = \frac{l_s}{250} = 13,8 \text{ mm}$							vyhovuje

3.2 Návrh a posouzení nosníku podesty a mezipodesty

Zatížení - liniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací šířka

g₁ stálé zatížení

$$1,57 \cdot 0,80 = 1,25 \text{ kN/m}$$

 γ_G $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ q₁ proměnné zatížení

$$5,00 \cdot 0,80 = 4,00 \text{ kN/m}$$

$$1,05 \cdot 4,20 \text{ kN/m}$$

f₁ celkové zatížení

$$5,25 \text{ kN/m}$$

$$1,12 \cdot 5,89 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

zatěžovací šířka

g₂ stálé zatížení

$$1,57 \cdot 0,80 = 1,25 \text{ kN/m}$$

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$1,15 \cdot 1,44 \text{ kN/m}$$

q₂ proměnné zatížení

$$5,00 \cdot 0,80 = 4,00 \text{ kN/m}$$

 γ_Q

$$1,50 \cdot 6,00 \text{ kN/m}$$

f₂ celkové zatížení

$$5,25 \text{ kN/m}$$

$$1,42 \cdot 7,44 \text{ kN/m}$$

Zatížení - osamělé břemeno

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

2x reakce schodnice

 γ_G G₁ stálé zatížení

$$2 \cdot 1,79 = 3,58 \text{ kN}$$

$$1,35 \cdot 4,83 \text{ kN}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ Q₁ proměnné zatížení

$$2 \cdot 5,70 = 11,40 \text{ kN}$$

$$1,05 \cdot 11,97 \text{ kN}$$

F₁ celkové zatížení

$$14,98 \text{ kN}$$

$$1,12 \cdot 16,80 \text{ kN}$$

Kombinace 2

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$ G₂ stálé zatížení

$$3,58 \text{ kN}$$

$$1,15 \cdot 4,10 \text{ kN}$$

 γ_Q Q₂ proměnné zatížení

$$11,40 \text{ kN}$$

$$1,50 \cdot 17,10 \text{ kN}$$

F₂ celkové zatížení

$$14,98 \text{ kN}$$

$$1,42 \cdot 21,20 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:

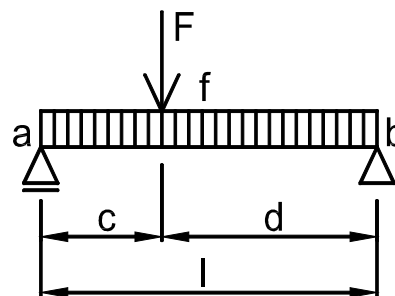
kombinace 2

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce

 $c = 1,63 \text{ m}$ $l = 3,25 \text{ m}$ $d = 1,63 \text{ m}$ 

Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$						
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$						
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 1,25 \cdot 2,64$	$=$	$1,66 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$1,90 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$3,58 \cdot 2,64 / 3,25$	$=$	$2,90 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$3,33 \text{ kNm}$	
moment od stálého zatížení		$M_{f,q} =$	4,56 kNm	1,15		5,23 kNm	
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 4,00 \cdot 2,64$	$=$	$5,28 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$7,92 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$11,40 \cdot 2,64 / 3,25$	$=$	$9,26 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$13,89 \text{ kNm}$	
moment od proměnného zatížení		$M_{f,q} =$	14,54 kNm	1,50		21,82 kNm	
moment v místě síly F		$M_{f,F} =$	19,10 kNm	1,42		27,05 kNm	

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot d / l$						
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 1,25 \cdot 3,25$	$=$	$2,04 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$2,34 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$3,58 \cdot 1,63 / 3,25$	$=$	$1,79 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$2,05 \text{ kN}$	
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,q} =$	3,83 kN	1,15		4,39 kN	
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 4,00 \cdot 3,25$	$=$	$6,50 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$9,75 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$11,40 \cdot 1,63 / 3,25$	$=$	$5,70 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$8,55 \text{ kN}$	
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,q} =$	12,20 kN	1,50		18,30 kN	
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} =$	16,03 kN	1,42		22,69 kN	

Zatížení

 $M_d = 27,05 \text{ kNm}$ $V_d = 22,69 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	UPN	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	180	E	$= 210,00 \text{ GPa}$	$\gamma_{M1} = 1,00$
	složený průřez	samostatný průřez	G	$= 81,00 \text{ GPa}$	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	třída průřezu:	pro ohyb 1		pro tlak 1	

Průřezové charakteristiky pro 1 ks

výška průřezu	$h =$	180 mm		
šířka průřezu	$b =$	70 mm		
plocha	$A =$	$2,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$13,50 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$1,14 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	69,50 mm	$i_z =$	20,18 mm
průřezový modul	$W_y =$	$150,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$179,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$95,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$5,57 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	50,80 mm		

Geometrie

Vzpěrná délka

 $L_{LT} = 1\,650 \text{ mm}$

délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2$	$=$	$1,51 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$	
$V_{pl,Rd} =$	204,74 kN	$>$	$2 \cdot V_d$	$= 2 \cdot 22,69 = 45,38 \text{ kN}$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,35$$

$$C_{1,1} = 1,36$$

$$C_2 = 0,55$$

$$C_3 = 0,41$$

Součinitelé vzpěrné délky

$$k_y = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

typ průřezu symetrický

Pružný kritický moment

$$M_{cr} = 91,86 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,66$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,66 \cdot 179,00 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 27,70 \text{ kNm} > M_d = 27,05 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$$w_{i,F} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{I} + \frac{M_F}{3} \cdot \frac{c}{E} \cdot \frac{d}{I}$$

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,66}{210,00} \cdot \frac{3,25^2}{13,50} + \frac{2,90}{3} \cdot \frac{1,63}{210,00} \cdot \frac{1,63}{13,50}$$

$$w_g = 1,5 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 250 = 13,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,28}{210,00} \cdot \frac{3,25^2}{13,50} + \frac{9,26}{3} \cdot \frac{1,63}{210,00} \cdot \frac{1,63}{13,50}$$

$$w_q = 4,9 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 350 = 9,3 \text{ mm}$$

$$w_{i,F} = 6,5 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 13,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

3.3 Návrh a posouzení sloupku**Svislé zatížení**

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací plocha

počet pater

 γ_G

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 1,57 \cdot 2,15 \cdot 1,70 \cdot 4 = 22,93 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 30,95 \text{ kN}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

$$Q_1 \text{ proměnné zat.} \quad 5,00 \cdot 2,15 \cdot 1,70 \cdot 4 = 73,10 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 76,76 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 96,03 \text{ kN} \quad 1,12 \quad 107,70 \text{ kN}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 22,93 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 26,31 \text{ kN}$$

 γ_Q

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 73,10 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 109,65 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 96,03 \text{ kN} \quad 1,42 \quad 135,96 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace:**kombinace 2**

$$N_d =$$

$$F_{\max} =$$

$$135,96 \text{ kN}$$

Návrh průřezu a oceli

Průřez

šířka průřezu

$$b = 140 \text{ mm}$$

výška průřezu

$$h = 140 \text{ mm}$$

tloušťka plechu

$$t = 6 \text{ mm}$$

plocha

$$A = 3,07 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

smyková plocha

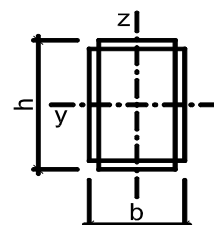
$$A_{vz} = 1,54 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

momenty setrvačnosti

$$I_y = 9,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

poloměry setrvačnosti

$$i_y = 54,12 \text{ mm}$$



$$I_z = 9,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$i_z = 54,12 \text{ mm}$$

Ocel

S 235

$$f_y = 235,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO} = 1,00$$

$$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$$

Geometrie

Vzpěrné délky

$$L_{cr,y} = 3\,000 \text{ mm}$$

k ose y-y

$$L_{cr,z} = 3\,000 \text{ mm}$$

k ose z-z

Posouzení - MSÚ - Tlak**Součinitelé vzpěrnosti**

$$\chi_y = 0,79$$

$$\chi_z = 0,79$$

$$\chi_{\min} = 0,79$$

rozhoduje vzpěr k ose z

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yd} = 0,79 \cdot 3,07 \cdot 235,00$$

$$N_{b,Rd} = 571,10 \text{ kN}$$

>

$$N_d = 135,96 \text{ kN}$$

vyhovuje

3.4 Návrh a posouzení základové patky 1**Návrhový přístup 1****Kombinace 2**

A2 + M2 + R1

Zatížení

zatěžovací plocha

char. zatížení

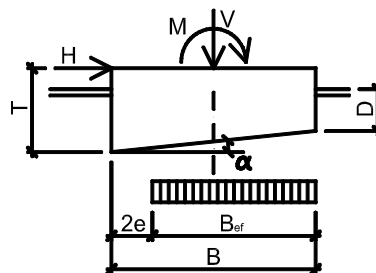
 γ_E

návrhové zatížení

svislá síla od stálého zatížení	$V_g =$	22,93 kN	1,00	=	22,93 kN
svislá síla od proměnného zatížení	$V_q =$	73,10 kN	1,30	=	95,03 kN
celková svislá síla	$V_q =$	96,03 kN			117,96 kN
vodorovná síla od stálého zatížení	$H_g =$	0,00 kN	1,00	=	0,00 kN
vodorovná síla od proměnného zatížení	$H_q =$	0,00 kN	1,30	=	0,00 kN
celková vodorovná síla	$H_q =$	0,00 kN			0,00 kN
moment od stálého zatížení	$M_g =$	0,00 kNm	1,00	=	0,00 kNm
moment od proměnného zatížení	$M_q =$	0,00 kNm	1,30	=	0,00 kNm
celkový moment	$M_q =$	0,00 kNm			0,00 kNm

Návrh základu

šířka základu	$B =$	1,50 m
délka základu	$L =$	0,75 m
výška základu	$T =$	3,00 m
hloubka založení	$D =$	0,80 m
plocha základu	$A = A_{ef} =$	1,13 m ²
tíha základu	$G =$	81,00 kN
sklon základu	$\alpha =$	0°

**Parametry základové půdy**

zemina

F6 tuhá

CL CI

jemnozrná zemina

$$\varphi_{ud} = \frac{\varphi_{un}}{\gamma_\varphi} = \frac{0^\circ}{1,25} = 0^\circ$$

$$c_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,25} = 40 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{efd} = \frac{\varphi_{efn}}{\gamma_\varphi} = \frac{17^\circ}{1,25} = 14^\circ$$

$$c_{efd} = \frac{c_{ef}}{\gamma_c} = \frac{8 \text{ kPa}}{1,25} = 6 \text{ kPa}$$

$$\gamma = 21,0 \text{ kg/m}^3$$

Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky

$$R/A = \left(\pi + 2 \right) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$$

$$R/A = \left(3,14 + 2 \right) \cdot 40,00 \cdot 1,00 \cdot 1,40 \cdot 1,00 + 16,80$$

$$R/A = 304,7 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{304,73}{1,00} = 304,7 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{117,96 + 81,00}{1,13} = 176,8 \text{ kPa}$$

vyhovuje

Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky

$$R/A = c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c$$

$$+ q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$R/A = 6,40 \cdot 10,14 \cdot 1,00 \cdot 1,66 \cdot 1,00$$

$$+ 16,80 \cdot 3,45 \cdot 1,00 \cdot 1,47 \cdot 1,00$$

$$+ 0,5 \cdot 21,00 \cdot 1,50 \cdot 1,19 \cdot 1,00 \cdot 0,40 \cdot 1,00$$

$$R/A = 200,6 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{200,63}{1,00} = 200,6 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{117,96 + 81,00}{1,13} = 176,8 \text{ kPa}$$

vyhovuje

3.5 Návrh a posouzení základové patky 2**Návrhový přístup 1****Kombinace 2**

: A2 + M2 + R1

Zatížení

zatěžovací plocha

char. zatížení

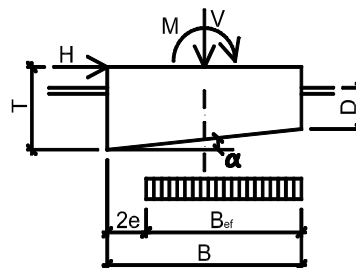
 γ_E

návrhové zatížení

svislá síla od stálého zatížení	$V_g =$	22,93 kN	1,00	=	22,93 kN
svislá síla od proměnného zatížení	$V_q =$	73,10 kN	1,30	=	95,03 kN
celková svislá síla	$V_q =$	96,03 kN			117,96 kN
vodorovná síla od stálého zatížení	$H_g =$	0,00 kN	1,00	=	0,00 kN
vodorovná síla od proměnného zatížení	$H_q =$	0,00 kN	1,30	=	0,00 kN
celková vodorovná síla	$H_q =$	0,00 kN			0,00 kN
moment od stálého zatížení	$M_g =$	0,00 kNm	1,00	=	0,00 kNm
moment od proměnného zatížení	$M_q =$	0,00 kNm	1,30	=	0,00 kNm
celkový moment	$M_q =$	0,00 kNm			0,00 kNm

Návrh základu

šířka základu	$B =$	1,00 m
délka základu	$L =$	1,00 m
výška základu	$T =$	0,80 m
hloubka založení	$D =$	0,60 m
plocha základu	$A = A_{ef} =$	1,00 m ²
tíha základu	$G =$	19,20 kN
sklon základu	$\alpha =$	0°

**Parametry základové půdy**

zemina

F6 tuhá

CL CI

jemnozrná zemina

$$\varphi_{ud} = \frac{\varphi_{un}}{\gamma_\varphi} = \frac{0^\circ}{1,25} = 0^\circ$$

$$c_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,25} = 40 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{efd} = \frac{\varphi_{efn}}{\gamma_\varphi} = \frac{17^\circ}{1,25} = 14^\circ$$

$$c_{efd} = \frac{c_{ef}}{\gamma_c} = \frac{8 \text{ kPa}}{1,25} = 6 \text{ kPa}$$

$$\gamma = 21,0 \text{ kg/m}^3$$

Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky

$$R/A = \left(\pi + 2 \right) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$$

$$R/A = \left(3,14 + 2 \right) \cdot 40,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 + 12,60$$

$$R/A = 259,4 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{259,40}{1,00} = 259,4 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{117,96 + 19,20}{1,00} = 137,2 \text{ kPa}$$

vyhovuje

Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky

$$R/A = c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c$$

$$+ q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$R/A = 6,40 \cdot 10,14 \cdot 1,00 \cdot 1,33 \cdot 1,00$$

$$+ 12,60 \cdot 3,45 \cdot 1,00 \cdot 1,24 \cdot 1,00$$

$$+ 0,5 \cdot 21,00 \cdot 1,00 \cdot 1,19 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00$$

$$R/A = 148,8 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{148,84}{1,00} = 148,8 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{117,96 + 19,20}{1,00} = 137,2 \text{ kPa}$$

vyhovuje