



Ing. Ivan Koudelka, Ph.D.
Úlehla 1000, 68501 Bučovice
autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb
tel.: 776 565 161, i.ko@atlas.cz

zak. číslo: 23 019

Statický výpočet

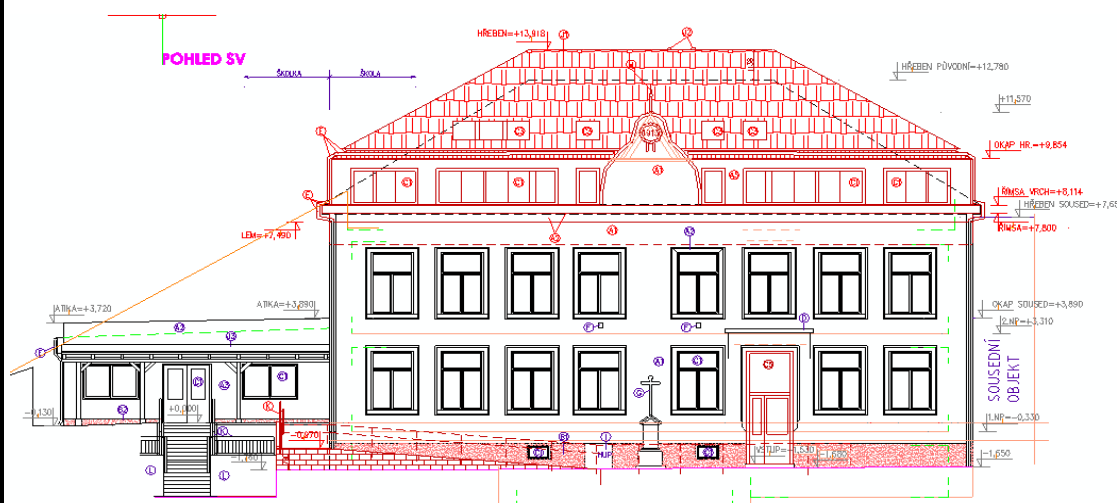
Objednatel

BAPO s.r.o.
Sušilovo nám. 423/47
683 01 Rousínov

Projekt

**Nástavba a stavební úpravy základní školy
č. pop. 20 v Holubicích
683 51 Holubice**

posouzení vlivu úprav na napětí v základové spáře a stabilitu podzákladí



V Bučovicích

07.04.2023



Obsah

| | strana |
|--|--------|
| Úvod, zadání | 3 |
| Sněhová oblast - zatížení sněhem | 4 |
| Tíha stávající konstrukce střechy | 5 |
| Tíha stávající konstrukce stropu | 6 |
| Tíha obvodové stěny | 7 |
| Tíha nové konstrukce střechy a krovu nad podkrovím | 8 |
| Tíha nové konstrukce stropu nad 2.NP | 9 |
| Porovnání zatížení v úrovni základové spáry | 10 |
| Geologické poměry | 11 |
| Posouzení únosnosti základových púd | 12 |

Závěr

Předpokládané úpravy objektu představují navýšení napětí v základové spáře cca o 7%. Budova slouží již několik desetiletí. Základové hlíny jsou již dobře konsolidované. Je tudíž legitimní předpokládat, že navýšení napětí o 7% nebude mít za následek nadměrné či nerovnoměrné sedání objektu. Objekt se nenachází v sesuvném či nestabilním území. Působení objektu školy z hlediska zvýšení možnosti sesuvu území je zanedbatelné.

Poznámka

Podle geologického posudku je sklon svahu v předmětné lokalitě cca 2° až 4°. Základovou půdu tvoří spraše, sprašové hlíny, jílovité hlíny a jíly. Základové poměry jsou klasifikovány jako jednoduché. Na základě uvedených skutečností a na základě dostupných informací bylo provedeno posouzení únosnosti základové spáry pro zvolenou oblast. Únosnost vyhovuje. Při zpracování dalšího stupně projektových prací a v průběhu realizace výstavby doporučuji zpřesňovat vstupy a provést sofistikované posouzení objektu včetně interakce s podložím s uvážením všech zjištěných skutečností.



ÚVOD

Zadání

Objednatel požaduje posouzení vlivu předpokládaných úprav v podkroví školy na založení objektu.

Podklady

Podkladem pro posouzení je dokumentace stávajícího stavu objektu vypracovaná ing. Jakubem Karmazínem a ing. Robertem Koskou v dubnu 2012. Dokumentace je ověřená Stavebním úřadem ve Slavkově u Brna dne 15.08.2012. Dalším podkladem pro posouzení je projektová dokumentace stavebních úprav vypracovaná společností BOPO s.r.o. Rousínov (ing. Barták, ing. Hájek) v září 2022

Poznámka

Použitý software

RFEM5 - výpočet prostorových konstrukcí metodou konečných prvků

(ing. Software Dlubal)

RF-SOILIN - interakce podloží a konstrukce

(ing. Software Dlubal)

GEO 5 - program pro výpočet opěrných zdí.

(Fine, spol. s r.o.)

Programy pro řešení stavebních konstrukcí a jejich dimenzování

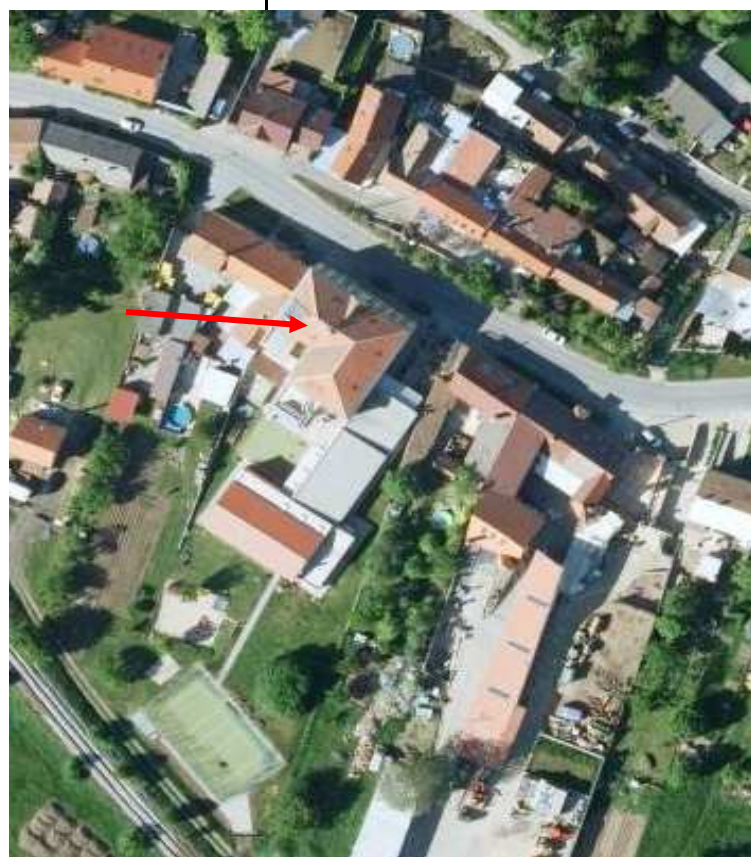
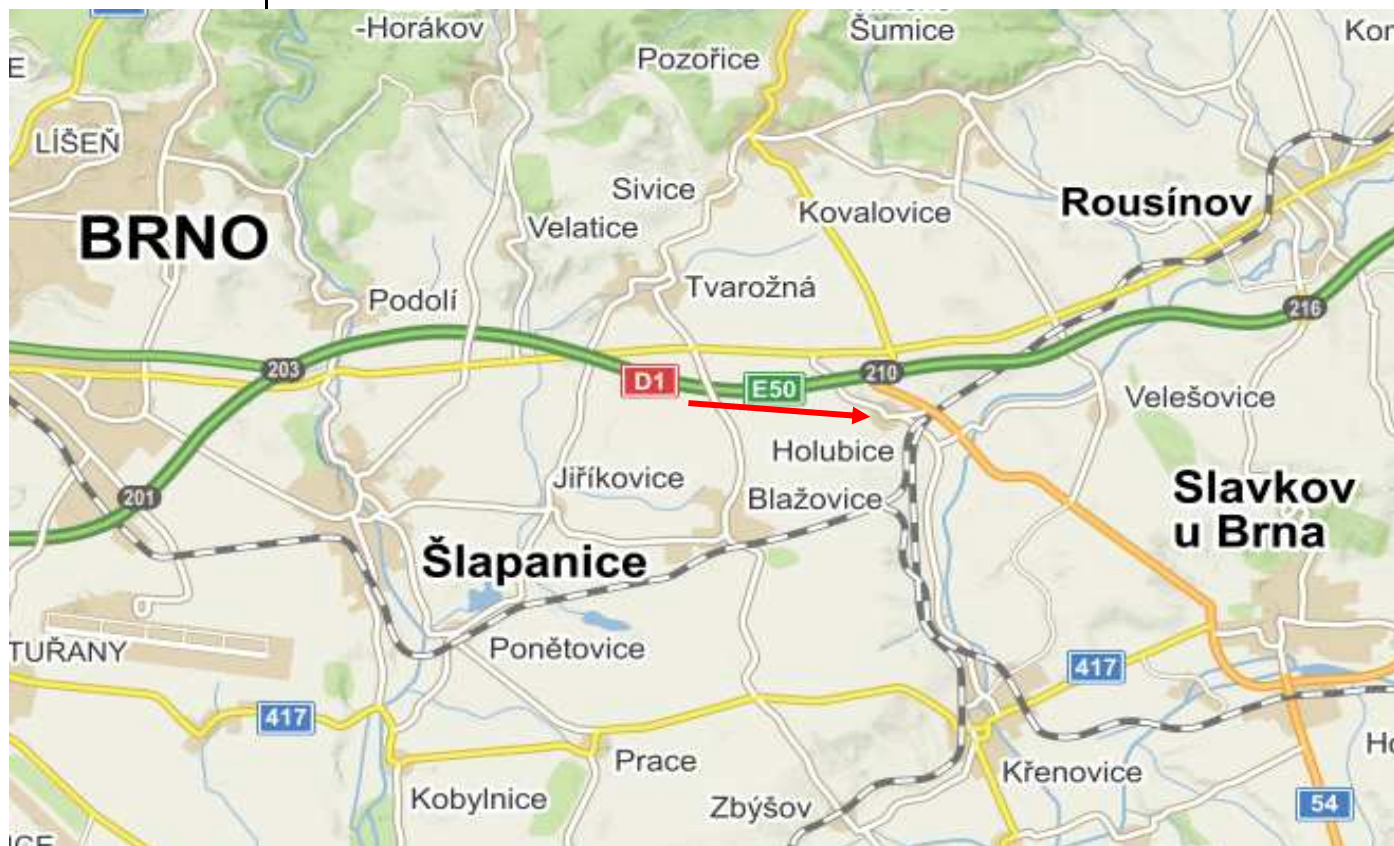
(ing. Ivan Koudelka, Ph.D.)

Použité normy a literatura

| | | |
|------------------|----------------------------------|-------------------|
| * EUROKÓD 1990 | Zásady navrhování konstrukcí | ČSN EN 1990 |
| * EUROKÓD 1 1991 | Zatížení konstrukcí | |
| * EUROKÓD 2 1992 | Navrhování betonových konstrukcí | |
| * EUROKÓD 3 1993 | Navrhování ocelových konstrukcí | |
| * EUROKÓD 5 1995 | Navrhování dřevěných konstrukcí | ČSN EN 1995-1,2 |
| * EUROKÓD 6 1996 | Navrhování zděných konstrukcí | ČSN EN 1996-1,2,3 |



Sněhová oblast - zatížení sněhem



Mapa zatížení sněhem na zemi

Poloha

Zeměpisná šířka
49 ° 10 ' 43.7 ''

Zeměpisná délka
16 ° 48 ' 28.8 ''

Nadmořská výška [m.n.m]

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

zatížení s_k [kPa]

Statistické parametry rozdělení ročních maxim

střední hodnota μ [kPa]

směrodatná odchylka σ [kPa]

variační koeficient V

šikmost α

Rozdělení denních hodnot



Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku: Stávající konstrukce střechy

Tíha konstrukcí

| | kN/m ³ | tloušťka | kN/m ² |
|------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| 1 Tašková krytina jednoduchá | 0,55 | 1 | 0,55 |
| 2 Latě 60/40 | 0,012 | 3 | 0,04 |
| 3 Krokev - vazník dle modelu | 5,00 | 0,120 0,160 | 0,10 |

| | |
|---------------|---|
| CELKEM | 0,68 |
| | ve vodorovném průmětu 0,81 0,81 |

Úhel sklonu střechy $\alpha_1 = 33$ stupňů $\alpha_2 = 33$ stupňů
 $\alpha_1 = 0,57595865$ radiánů $\alpha_2 = 0,57595865$ radiánů
 $\cos \alpha_1 = 0,838671$ $\cos \alpha_2 = 0,838671$
 $\sin \alpha_1 = 0,544639$ $\sin \alpha_2 = 0,544639$

Zatížení sněhem

sněhová oblast 1

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $s_0 = 0,77$ kN/m ² | $s_0 = 0,77$ kN/m ² |
| $\mu_1 = 0,72$ | $\mu_1 = 0,72$ |
| $C_e = 1,0$ | $C_e = 1,0$ |
| $C_t = 1,0$ | $C_t = 1,0$ |

$s_n = s_0 * m_1 * C_e * C_t$

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $s_n = 0,55$ kN/m ² | $s_n = 0,55$ kN/m ² |
|--------------------------------|--------------------------------|

Užitné zatížení

| | |
|--------|-------------------|
| Užitné | kN/m ² |
|--------|-------------------|

Osamělé břemeno

| | |
|---------|----|
| $F_k =$ | kN |
|---------|----|

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osově vzdálenosti

| osová vzdálenost prvků (m) | liniové zatížení v kN/m | | | užitné |
|----------------------------|-------------------------|-----------|--------|--------|
| | od konstrukce | od sněhu | | |
| | | sníh 1 | sníh 2 | |
| 1,00 m | 0,81 kN/m | 0,55 kN/m | 0,55 | 0,00 |
| 2,00 m | 1,63 kN/m | 1,11 kN/m | 1,11 | 0,00 |
| 3,00 m | 2,44 kN/m | 1,66 kN/m | 1,66 | 0,00 |
| 4,00 m | 3,25 kN/m | 2,22 kN/m | 2,22 | 0,00 |
| 5,00 m | 4,07 kN/m | 2,77 kN/m | 2,77 | 0,00 |
| 6,00 m | 4,88 kN/m | 3,33 kN/m | 3,33 | 0,00 |



Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku: **Strop nad 2.NP**

Zatížení:

| | kN/m ³ | tloušťka | | kN/m ² |
|---------------------------|-------------------|----------|-------|-------------------|
| 1 Pálené cihly | 18 | 0,070 | | 1,26 |
| 2 Škvárový beton | 16 | 0,150 | | 2,40 |
| 3 Dřevěný záklop | 5 | 0,030 | | 0,15 |
| 4 Stropní trám dle modelu | 5 | 0,200 | 0,200 | 0,20 |
| 5 Dřevěné podbití | 5 | 0,024 | | 0,12 |
| 6 Omítka | 18 | 0,025 | | 0,45 |

CELKEM 4,58

Užitné půda 2,00 kN/m²

Užitné - přemístitelné příčky kN/m²

Tíha příček

| | | | |
|-----------|-----------------|---------|-----------------------|
| 1,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 0,5 kN/m ² |
| 2,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 0,8 kN/m ² |
| 3,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 1,2 kN/m ² |

Informace z poskytnuté dokumentace

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osově vzdálenosti

| osová vzdálenost prvků (m) | liniové zatížení v kN/m | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------|--------|------|--|
| | od stropu | od užitého | | | |
| | | užitné | příčky | | |
| 1,00 m | 4,58 kN/m | 2,00 | 0,00 | kN/m | |
| 2,00 m | 9,16 kN/m | 4,00 | 0,00 | kN/m | |
| 3,00 m | 13,74 kN/m | 6,00 | 0,00 | kN/m | |
| 4,00 m | 18,32 kN/m | 8,00 | 0,00 | kN/m | |
| 5,00 m | 22,90 kN/m | 10,00 | 0,00 | kN/m | |
| 6,00 m | 27,48 kN/m | 12,00 | 0,00 | kN/m | |

Informace o stropu nad 1.NP nejsou k dispozici.

Předpoklad o stejném složení skladeb jako pro strop nad 2.NP .

Užitné zatížení v učebně 3,0 kN/m²



Svislé zatížení od vertikálních konstrukcí

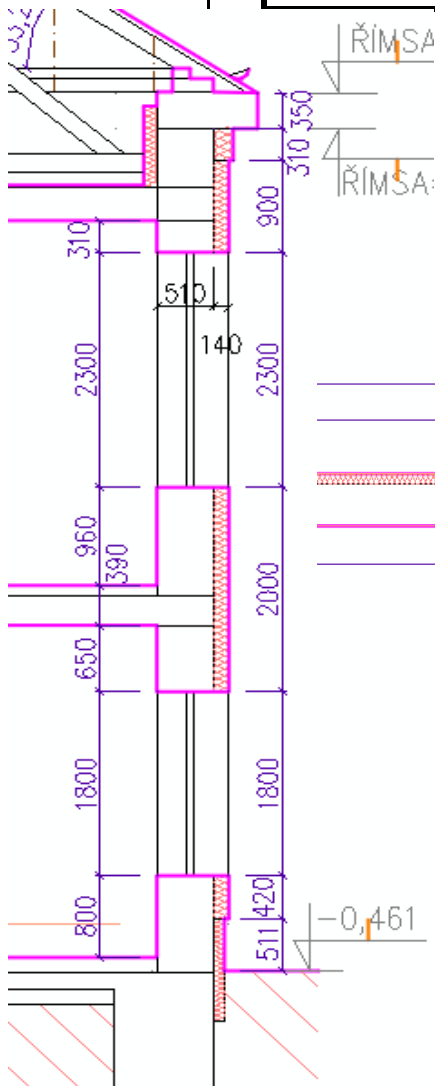
Název prvku: **Stávající obvodová stěna**

Tíha konstrukcí

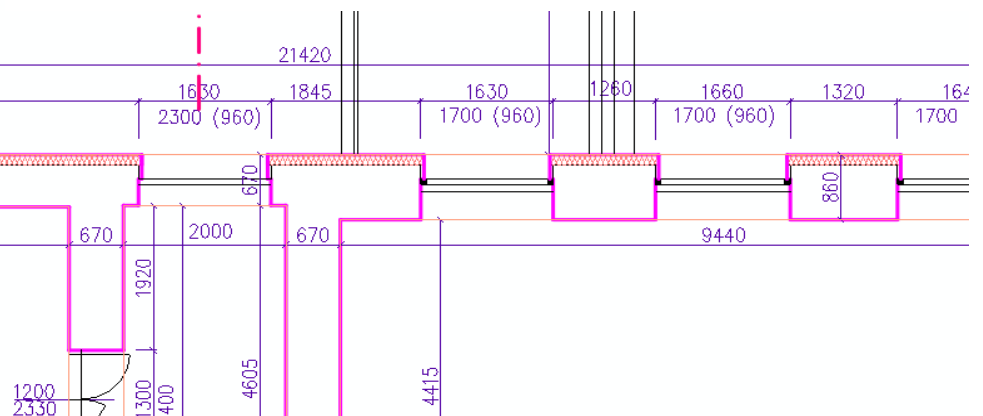
| | kN/m ³ | tloušťka | kN/m ² |
|------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| 1 Omítka | 18 | 0,025 | 0,45 |
| 2 Zdivo z cihel plných | 18 | 0,700 | 12,60 |
| 3 Omítka | 18 | 0,025 | 0,45 |
| 4 Tepelná izolace | 0,3 | 0,150 | 0,05 |

CELKEM 13,55

Liniové zatížení v patě konstrukce v závislosti na výšce konstrukce



| výška konstrukce | hodnota zatížení q |
|------------------|--------------------|
| 1,00 m | 13,55 kN/m |
| 3,80 m | 51,47 kN/m |
| 3,80 m | 51,47 kN/m |
| 8,50 m | 115,13 kN/m |
| m | 0,00 kN/m |
| m | 0,00 kN/m |





Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku: **Nová konstrukce střechy a stropu nad podkrovím**

Tíha konstrukcí

| | kN/m ³ | tloušťka | | kN/m ² |
|------------------------------|-------------------|----------|-------|-------------------|
| 1 Tašková krytina jednoduchá | 0,55 | 1 | | 0,55 |
| 2 Latě 60/40 | 0,012 | 3 | | 0,04 |
| 3 Kontralatě 60/40 | 0,012 | 1 | | 0,01 |
| 4 Dřevěný záklop | 5 | 0,020 | | 0,10 |
| 5 Krokev - vazník dle modelu | 5,00 | 0,100 | 0,180 | 0,09 |
| 6 OSB deska | 6,5 | 0,020 | | 0,13 |
| 7 Tepelná izolace | 0,3 | 0,350 | | 0,11 |
| 8 Stropní trám | 5 | 0,080 | | 0,40 |
| 9 Sádkartón včetně profilů | 0,14 | 1 | | 0,14 |

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| CELKEM | 1,56 |
| ve vodorovném průmětu | 1,86 1,86 |

| | | |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Úhel sklonu střechy | $\alpha_1 = 33$ stupňů | $\alpha_2 = 33$ stupňů |
| | $\alpha_1 = 0,57595865$ radiánů | $\alpha_2 = 0,57595865$ radiánů |
| | $\cos \alpha_1 = 0,838671$ | $\cos \alpha_2 = 0,838671$ |
| | $\sin \alpha_1 = 0,544639$ | $\sin \alpha_2 = 0,544639$ |

Zatížení sněhem

sněhová oblast 1

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $s_0 = 0,77$ kN/m ² | $s_0 = 0,77$ kN/m ² |
| $\mu_1 = 0,72$ | $\mu_1 = 0,72$ |
| $C_e = 1,0$ | $C_e = 1,0$ |
| $C_t = 1,0$ | $C_t = 1,0$ |

$$s_n = s_0 * m_1 * C_e * C_t$$

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $s_n = 0,55$ kN/m ² | $s_n = 0,55$ kN/m ² |
|--------------------------------|--------------------------------|

Užitné zatížení

Užitné kN/m²

Osamělé břemeno

$$F_k = \text{ kN }$$

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osové vzdálenosti

| osová vzdálenost prvků (m) | liniové zatížení v kN/m | | | užitné |
|----------------------------|-------------------------|-----------|--------|--------|
| | od konstrukce | od sněhu | | |
| | | sníh 1 | sníh 2 | |
| 1,00 m | 1,86 kN/m | 0,55 kN/m | 0,55 | 0,00 |
| 2,00 m | 3,73 kN/m | 1,11 kN/m | 1,11 | 0,00 |
| 3,00 m | 5,59 kN/m | 1,66 kN/m | 1,66 | 0,00 |
| 4,00 m | 7,45 kN/m | 2,22 kN/m | 2,22 | 0,00 |
| 5,00 m | 9,32 kN/m | 2,77 kN/m | 2,77 | 0,00 |
| 6,00 m | 11,18 kN/m | 3,33 kN/m | 3,33 | 0,00 |



Svislé zatížení od horizontálních konstrukcí

Název prvku: **Strop nad 2.NP nový**

Zatížení:

| | kN/m ³ | tloušťka | kN/m ² |
|---------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| 1 Koberec, PVC | 0,1 | 1 | 0,10 |
| 2 Betonový potěr, teraco , atd. | 23 | 0,060 | 1,38 |
| 3 Tepelná izolace (kročejová izolace) | 1 | 0,030 | 0,03 |
| 4 Tepelná izolace | 0,3 | 0,030 | 0,01 |
| 5 Betonová deska dle modelu | 25 | 0,220 | 5,50 |
| 6 Sádkartonový podhled | 0,14 | 1 | 0,14 |

CELKEM 7,16

Užitné učebna 3,00 kN/m²

Užitné - přemístitelné příčky kN/m²

Tíha příček

| | | | |
|-----------|-----------------|---------|-----------------------|
| 1,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 0,5 kN/m ² |
| 2,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 0,8 kN/m ² |
| 3,0 kN/ m | náhradní zatíž. | $q_k =$ | 1,2 kN/m ² |

Informace z poskytnuté dokumentace

Liniové zatížení prutových prvků v závislosti na jejich osově vzdálenosti

| osová vzdálenost prvků (m) | liniové zatížení v kN/m | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------|--------|------|--|
| | od stropu | od užitého | | | |
| | | užitné | příčky | | |
| 1,00 m | 7,16 kN/m | 3,00 | 0,00 | kN/m | |
| 2,00 m | 14,32 kN/m | 6,00 | 0,00 | kN/m | |
| 3,00 m | 21,48 kN/m | 9,00 | 0,00 | kN/m | |
| 4,00 m | 28,64 kN/m | 12,00 | 0,00 | kN/m | |
| 5,00 m | 35,80 kN/m | 15,00 | 0,00 | kN/m | |
| 6,00 m | 42,95 kN/m | 18,00 | 0,00 | kN/m | |



Porovnání zatížení základů obvodové stěny

Tíha konstrukcí před uvažovanou úpravou objektu

| druh zatížení | zatěžovací šířka (výška) prvků (m) | | zatížení | | |
|------------------|---------------------------------------|---|-------------------|------|---------------|
| | š | | kN/m ² | g | kN/m |
| | | | q | | š * q * g |
| střecha | 2,50 | m | 0,81 | 1,35 | 2,73 |
| strop nad 1.NP | 2,50 | m | 4,58 | 1,35 | 15,46 |
| strop nad 2.NP | 2,50 | m | 4,58 | 1,35 | 15,46 |
| Obvodová stěna | 8,50 | m | 13,55 | 1,35 | 155,49 |
| základ (š=1,2 m) | 1,20 | m | 25,00 | 1,35 | 40,50 |
| | | m | | 1,35 | 0,00 |
| sníh | 2,50 | m | 0,55 | 1,50 | 2,06 |
| užitné 3.NP | 2,50 | m | 2,00 | 1,50 | 7,50 |
| užitné 2.NP | 2,50 | m | 3,00 | 1,50 | 11,25 |
| CELKEM | | | | | 289,45 |

Při ploše základu v základové spáře $b = 1,2 \text{ m}$
je napětí v úrovni základové spáry cca $R = 241 \text{ kPa}$

Tíha konstrukcí po úpravách

| druh zatížení | zatěžovací šířka (výška) prvků (m) | | zatížení | | |
|----------------|---------------------------------------|---|-------------------|------|---------------|
| | š | | kN/m ² | g | kN/m |
| | | | q | | š * q * g |
| střecha | 2,50 | m | 1,86 | 1,00 | 4,65 |
| strop nad 1.NP | 2,50 | m | 4,58 | 1,35 | 15,46 |
| strop nad 2.NP | 2,50 | m | 7,16 | 1,35 | 24,17 |
| Obvodová stěna | 8,50 | m | 13,55 | 1,35 | 155,49 |
| základ | 1,20 | m | 25,00 | 1,35 | 40,50 |
| | | m | | 1,35 | 0,00 |
| sníh | 2,50 | m | 0,55 | 1,50 | 2,06 |
| užitné 3.NP | 2,50 | m | 3,00 | 1,50 | 11,25 |
| Užitné 2.NP | 2,50 | m | 3,00 | 1,50 | 11,25 |
| CELKEM | | | | | 309,49 |

Při ploše základu v základové spáře $b = 1,2 \text{ m}$
je napětí v úrovni základové spáry cca $R = 258 \text{ kPa}$

Po úpravách vzroste napětí v základové spáře cca o 7%



GEOLOGIE

Podle IG průzkumu z roku 2010 (ing. Jan Provazník) jsou v podloží objektu převážně jemnozrnné hlíny viz převzaté části posudku níže.

| HLOUBKA: od – do [m] | POPIS: | ČSN 731001 | ČSN 733050 / 736133 |
|-------------------------|--|---------------|---------------------------|
| 0,0 – 1,3 | tmavohnědá až černá jílovitá hlína, tuhá | F 5 MI | 2 – 3 / I |
| 1,3 – 2,5 | šedohnědá jílovitá zemina, tuhá až pevná | F 6 CI | 3 / I |
| 2,5 – 2,7 | tmavohnědá jíl. hlína, tuhá až pevná | F 6 CI | 3 / I |
| 2,7 – 4,2 | běžová, jemně písčité sprašová hlína, tuhá | F 6 CL | 2 – 3 / I |
| 4,2 – 7,0 | žlutošedý jíl. tuhý až pevný | F 8 CH | 3 / I |
| 7,0 – 8,0 | šedohnědý, zeleně smouhovaný jíl. pevný | F 8 CH | 3 – 4 / I |

Vrt ukončen v hloubce 8,0 m pod terénem.

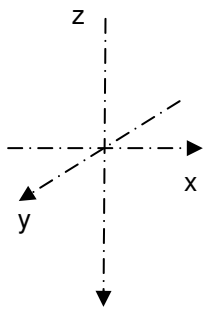
Převzato z archivního podkladu:

Petříčková, Z.: Mokrá, cementárna – vlečka: Zpráva o výsledku stavebně – geologického průzkumu provedeného v trase vlečky Blažovice – Mokrá, cementárna.
MS Keramoprojekt, Brno, 1960.

Název akce: **Holubice - přístavba školy**
Zakáz. číslo: **2010 09**

Tabulka B Zatržení hornin (zemín) a geotechnické veličiny podle ČSN 73 1001

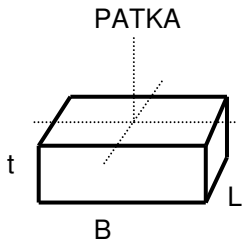
| Vrstva horniny (určení polohy) | typ | třída | symbol | ν | β | γ [kN/m ³] | E_{def} [Mpa] | c_u [kPa] | ϕ_u [°] | c_{ef} [kPa] | ϕ_{ef} [°] | R_{df} [kPa] | Tř. těž. ČSN 73 3050 | Tř. těž. ČSN 73 6133 |
|--------------------------------------|-----|-------|--------|-------|---------|----------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Spraše a spraš. hl. tuhé pevné | 2 E | F 6 | CI | 0,40 | 0,47 | 19 | 6 | 50 | 0° | 16 | 21° | 120 | 3 | I |
| | | F 6 | CI | 0,40 | 0,47 | 19 | 8 | 80 | 4° | 20 | 22° | 200 | 3 | I |
| Jíly neogenní tuhé pevné | 5 | F 8 | CH | 0,42 | 0,37 | 19,5 | 4 | 40 | 0° | 8 | 18° | 80 | 3 | I |
| | | F 8 | CH | 0,42 | 0,37 | 19,5 | 6 | 80 | 0° | 12 | 19° | 160 | 3 - 4 | I |



Základ pod obvodovou stěnou

Charakteristické hodnoty zatížení v horním líci patky (v těžišti)

| | zatížení stálé | | zatížení proměnné | |
|-----------|----------------|----------|-------------------|----------|
| | nepříznivé | příznivé | nepříznivé | příznivé |
| N_{kzG} | 284 kN | | 25 kN | |
| H_{kxG} | 0 kN | | kN | |
| H_{kyG} | 0 kN | | kN | |
| M_{kyG} | kNm | | kNm | |
| M_{kxG} | kNm | | kNm | |



Patka délka $L = 1,00$ m
 šířka $B = 1,20$ m
 tloušťka $t = 1,20$ m
 hloubka založení $D = 1,30$ m
 od původního terénu

objem patky $V_P = 1,44$ m³
 objemová tíha betonu = 25 kN/m³
 tíha patky $G = 36$ kN

Vlastnosti základové půdy

dle geologického průzkumu

$$E_{oed} = E_{def}/\beta$$

| vrstva | mocnost (m) h | popis | značka | úhel vnitřního tření | | soudržnost (kPa) | | obj. tíha (kN/m ³) γ | Mod. deform. (Mpa) E_{def} | Poissonovo číslo ν |
|--------|------------------|-------|--------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|--|---------------------------------|---------------------------|
| | | | | efektivní φ_{ef} | totální φ_u | efektivní c_{ef} | totální c_u | | | |
| a | 1,20 | hlína | F5 | 20 | 2 | 8 | 16 | 19,0 | 4,0 | 0,4 |
| b | 1,40 | hlína | F6 | 21 | 4 | 16 | 50 | 19,0 | 6,0 | 0,40 |
| c | 1,50 | hlína | F6 | 22 | 4 | 20 | 80 | 19,0 | 8,0 | 0,40 |
| d | 3,50 | hlína | F8 | 19 | 0,1 | 10 | 80 | 19,5 | 5,0 | 0,42 |

| D - Σh_i | h_x | h_i |
|------------------|-------|-------|
| 0,10 | 1,2 | 1,2 |
| -1,30 | 0,1 | 0,1 |
| -2,80 | -1,3 | 0 |
| -6,30 | -2,8 | 0 |

Návrhové přístupy

- NP1**
 1. A1+M1+R1
 2. A2+M2+R1
- NP2** A1+M1+R2
- NP3** A1 nebo A2 + M2+R2
- konstrukce
geotech. Zatížení

c_u v zákl. spáře

| | | |
|---|------|----|
| a | 1,20 | 16 |
| b | 2,60 | 50 |
| c | 4,10 | 80 |
| d | 7,60 | 80 |

Dílčí součinitele zatížení γ_F nebo účinků zatížení γ_E

| zatížení | soubor | | |
|---------------------|------------|------|------|
| | značka | A1 | A2 |
| stálé nepříznivé | γ_G | 1,35 | 1,00 |
| stálé příznivé | γ_G | 1,00 | 1,00 |
| proměnné nepříznivé | γ_Q | 1,50 | 1,30 |
| proměnné příznivé | γ_Q | 0 | 0 |

Dílčí součinitele parametrů základové půdy γ_m

| parametr zeminy | soubor | | |
|--------------------|-----------------|------|------|
| | značka | M1 | M2 |
| úhel vnitř. tření | γ_ϕ | 1,00 | 1,25 |
| efek. soudržnost | γ_c | 1,00 | 1,25 |
| neodvod.smyk. p. | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| pevn. v prost. tl. | γ_{qu} | 1,00 | 1,40 |
| objemová tha | γ_γ | 1,00 | 1,00 |

Dílčí součinitele zatížení a bezpečnosti základové půdy γ_m pro první mezní stav

| případ | zatížení | | | vlastnosti zákl. půd | | | |
|--------|------------|----------|------------|----------------------|----------|-------|------------|
| | stálé | | nahodilé | $\text{tg}\phi$ | c_{ef} | c_u | σ_c |
| | nepříznivé | příznivé | nepříznivé | | | | |
| A | 1,00 | 0,95 | 1,50 | 1,10 | 1,30 | 1,20 | 1,20 |
| B | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| C | 1,00 | 1,00 | 1,30 | 1,25 | 1,60 | 1,40 | 1,40 |

Dílčí součinitele únosnosti g_R

| | značka | soubor | | |
|-----------|----------------|--------|-----|-----|
| | | R1 | R2 | R3 |
| únosnost | $\gamma_{R,v}$ | 1,0 | 1,4 | 1,0 |
| usmyknutí | $\gamma_{R,h}$ | 1,0 | 1,1 | 1,0 |



Návrhový přístup **NP1** 1. **A1+M1+R1**

Zatížení a napětí v úrovni základové spáry

hloubka založení
 $D = 1,30$

max. přípustná excent.
 $B/3 = 0,4 \text{ m}$
 $L/3 = 0,3333 \text{ m}$

c_u v zákl. spáře

| | | |
|------|----|----|
| 1,20 | 16 | 0 |
| 2,60 | 50 | 50 |
| 4,10 | 80 | 0 |
| 7,60 | 80 | 0 |

tíha zeminy

| h_i | γ | $\gamma^* h_i$ |
|-------|----------|----------------|
| 1,2 | 19,0 | 22,8 |
| 0,1 | 19,0 | 1,9 |
| 0 | 19,0 | 0 |
| 0 | 19,5 | 0 |

sklon základové spáry

| | | |
|------------|---|---|
| $\alpha =$ | 0 | 0 |
|------------|---|---|

$c_u = 50 \text{ kPa}$
 $c_{ud} = 50 \text{ kPa}$

$R_{dh} = A_{ef} \cdot c_{ud}$
 $\gamma_{Rh} = 1,0$

tíha patky $G = 36,0 \text{ kN}$
 normálová síla v těžišti základové spáry $N_{zd} = 469,5 \text{ kN}$
 $N_{zd} = (N_{kzG} + G) \cdot \gamma_G + N_{kzQ} \cdot \gamma_Q$
 vodorovná síla v těžišti základové spáry ve směru osy x a osy y
 $H_{xd} = H_{kxG} \cdot \gamma_G + H_{kxQ} \cdot \gamma_Q$ $H_{yd} = H_{kyG} \cdot \gamma_G + H_{kyQ} \cdot \gamma_Q$
 $H_{xd} = 0,0 \text{ kN}$
 $H_{yd} = 0,0 \text{ kN}$
 momenty v těžišti základové spáry
 $M_{yd} = M_{kyG} \cdot \gamma_G + M_{kyQ} \cdot \gamma_Q + H_{xd} \cdot t$ $M_{xd} = M_{kxG} \cdot \gamma_G + M_{kxQ} \cdot \gamma_Q + H_{yd} \cdot t$
 $M_{yd} = 0,0 \text{ kNm}$
 $M_{xd} = 0,0 \text{ kNm}$
 excentricita svislé síly v základové spáře
 $e = M/N$
 $e_{xd} = 0 \text{ m}$
 $e_{yd} = 0 \text{ m}$

| | | |
|-----------|----------------|---------|
| podmínky: | $e_{xd} < B/3$ | splněno |
| | $e_{yd} < L/3$ | splněno |

efektivní šířka základu $B_{ef} = B - 2 \cdot e_{xd}$ $B_{ef} = 1,20 \text{ m}$
 efektivní délka základu $L_{ef} = L - 2 \cdot e_{yd}$ $L_{ef} = 1,00 \text{ m}$
 efektivní plocha základové spáry $A_{ef} = B_{ef} \cdot L_{ef}$ $A_{ef} = 1,20 \text{ m}^2$

napětí v základové spáře $\sigma_d = N_{zd} / A_{ef}$ $\sigma_d = 391,25 \text{ kPa}$

tlak nadloží nad základovou spárou $q = \gamma^* D$ $q = 24,7 \text{ kPa}$
 vliv sklonu základové spáry $b_c = 1 - 2\alpha / (\pi + 2)$ $b_c = 1,00$
 vliv tvaru základu $s_c = 1 + 0,2 \cdot B_{ef} / L_{ef}$ $s_c = 1,24$
 šikmosti vyvolané vodorovným zatížením $H_d = (H_{xd}^2 + H_{yd}^2)^{1/2}$ $H_d = 0,0 \text{ kN}$



← 45 stupňů
 → 0,7854 radiánů
 e = 2,718

φ_{ef} v zákl. spáře

| | | |
|------|----|----|
| 1,20 | 20 | 0 |
| 2,60 | 21 | 21 |
| 4,10 | 22 | 0 |
| 7,60 | 19 | 0 |

| | | |
|------------|---|---|
| $\alpha =$ | 0 | 0 |
|------------|---|---|

$B_{ef}/L_{ef} = 1,2000$

$L_{ef}/B_{ef} = 0,8333$

c_{ef} v zákl. spáře

| | | |
|--------------|------|----|
| 1,20 | 8 | 0 |
| 2,60 | 16 | 16 |
| 4,10 | 20 | 0 |
| 7,60 | 10 | 0 |
| $c_{ef} =$ | 16 | |
| $c_{efd} =$ | 16 | |
| $\gamma_c =$ | 1,00 | |

tíha zeminy pod základ.

spárou γ_2

| | | |
|--------------|------|----|
| 1,20 | 19,0 | 0 |
| 2,60 | 19,0 | 19 |
| 4,10 | 19,0 | 0 |
| 7,60 | 19,5 | 0 |
| $\gamma_2 =$ | 19 | |

$\gamma_{Rh} = 1,0$

Únosnost základové spáry pro odvodněné podmínky (dlouhodobá)

součinitele únosnosti

$$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi_d/2) e^{\pi \text{tg} \varphi_d}$$

$$N_q = 7,066$$

$$\varphi = 21$$

$$\gamma_\varphi = 1,00$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \text{tg} \varphi_d$$

$$N_c = 15,8$$

$$\varphi_d = 21 \quad 0,3665$$

$$\text{tg} \varphi_d = 0,3839$$

$$\cot \text{tg} \varphi_d = 2,6051$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \text{tg} \varphi_d$$

$$N_\gamma = 4,657$$

součinitele tvaru základu

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \text{tg} \varphi_d)^2$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi_d)$$

$$b_c = 1$$

$$s_q = 1 + (B_{ef}/L_{ef}) \cdot \sin \varphi_d$$

$$\sin \varphi_d = 0,3584$$

$$s_q = 1,43$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{ef}/L_{ef})$$

$$s_\gamma = 0,64$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_c = 1,501$$

součinitele šikmosti zatížení

$$m_x = (2 + (B_{ef}/L_{ef})) / (1 + (B_{ef}/L_{ef}))$$

$$\cos \varepsilon = H_{yd}/H_d$$

$$m_x = 1,455$$

$$m_y = (2 + (L_{ef}/B_{ef})) / (1 + (L_{ef}/B_{ef}))$$

$$\sin \varepsilon = H_{xd}/H_d$$

$$m_y = 1,545$$

$$m = m_y \cdot \cos^2 \varepsilon + m_x \cdot \sin^2 \varepsilon$$

$$\cos \varepsilon = 0$$

$$m = 0$$

$$i_q = (1 - H_d / (N_{zd} + A_{ef} \cdot c_{ef} \cdot \cot \text{tg} \varphi_d))^m$$

$$\sin \varepsilon = 0$$

$$i_q = 1$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi_d)$$

$$i_c = 1$$

$$i_\gamma = (1 - H_d / (N_{zd} + A_{ef} \cdot c_{ef} \cdot \cot \text{tg} \varphi_d))^{m+1}$$

$$i_\gamma = 1$$

Únosnost základové spáry

$$R_d = c_{ef} \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$R_d = 663 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = 391,3 \text{ kPa}$$

<

$$663 \text{ kPa}$$

vyhovuje

Únosnost ve smyku v základové spáře

$$R_{dh} = 199,42 \text{ kN}$$

$$R_{dh} = (N_{zd} \cdot \text{tg} \varphi_d + A_{ef} \cdot c_{efd})$$

$$R_{dh}/\gamma_{Rh} = 199,4 \text{ kN}$$

>

$$H_d = 0,0 \text{ kN}$$

vyhovuje



Návrhový přístup NP1 2. A2+M2+R1

Zatížení a napětí v úrovni základové spáry

hloubka založení

$$D = 1,30$$

max. přípustná excent.

$$B/3 = 0,4 \text{ m}$$

$$L/3 = 0,3333 \text{ m}$$

c_u v zákl. spáře

| | | |
|------|-------|----|
| 1,20 | 16,00 | 0 |
| 2,60 | 50,00 | 50 |
| 4,10 | 80,00 | 0 |
| 7,60 | 80,00 | 0 |

| h_i | γ | $\gamma \cdot h_i$ |
|-------|----------|--------------------|
| 1,2 | 19 | 22,8 |
| 0,1 | 19 | 1,9 |
| 0 | 19 | 0 |
| 0 | 19,5 | 0 |

sklon $\alpha = 0$

$$c_u = 50 \text{ kPa}$$

$$c_{ud} = 35,714 \text{ kPa}$$

$$R_{dh} = A_{ef} \cdot c_{ud}$$

$$\gamma_{Rh} = 1,0$$

tíha patky

$$G = 36,0 \text{ kN}$$

normálová síla v těžišti základové spáry

$$N_{zd} = 352,5 \text{ kN}$$

$$N_{zd} = (N_{kzG} + G) \cdot \gamma_G + N_{kzQ} \cdot \gamma_Q$$

vodorovná síla v těžišti základové spáry ve směru osy x a osy y

$$H_{xd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$H_{xd} = H_{kxG} \cdot \gamma_G + H_{kxQ} \cdot \gamma_Q \quad H_{yd} = H_{kyG} \cdot \gamma_G + H_{kyQ} \cdot \gamma_Q$$

$$H_{yd} = 0,0 \text{ kN}$$

momenty v těžišti základové spáry

$$M_{yd} = 0,0 \text{ kNm}$$

$$M_{yd} = M_{kyG} \cdot \gamma_G + M_{kyQ} \cdot \gamma_Q + H_{xd} \cdot t \quad M_{xd} = M_{kxG} \cdot \gamma_G + M_{kxQ} \cdot \gamma_Q + H_{yd} \cdot t$$

$$M_{xd} = 0,0 \text{ kNm}$$

excentricita svislé síly v základové spáře

$$e_{xd} = 0 \text{ m}$$

$$e = M/N$$

$$e_{yd} = 0 \text{ m}$$

| | | |
|-----------|----------------|---------|
| podmínky: | $e_{xd} < B/3$ | splněno |
| | $e_{yd} < L/3$ | splněno |

efektivní šířka základu

$$B_{ef} = B - 2 \cdot e_{xd}$$

$$B_{ef} = 1,20 \text{ m}$$

efektivní délka základu

$$L_{ef} = L - 2 \cdot e_{yd}$$

$$L_{ef} = 1,00 \text{ m}$$

efektivní plocha základové spáry

$$A_{ef} = B_{ef} \cdot L_{ef}$$

$$A_{ef} = 1,20 \text{ m}^2$$

napětí v základové spáře

$$\sigma_d = N_{zd} / A_{ef}$$

$$\sigma_d = 293,75 \text{ kPa}$$

tlak nadloží nad základovou spárou

$$q = \gamma \cdot D$$

$$q = 24,7 \text{ kPa}$$

vliv sklonu základové spáry

$$b_c = 1 - 2\alpha / (\pi + 2)$$

$$b_c = 1,00$$

vliv tvaru základu

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot B_{ef} / L_{ef}$$

$$s_c = 1,24$$

šikmosti vyvolané vodorovným zatížením

$$H_d = (H_{xd}^2 + H_{yd}^2)^{1/2}$$

$$H_d = 0,0 \text{ kN}$$



← 45 stupňů
→ 0,7854 radiánů

e = 2,718

φ_{ef} v zákl. spáře

| | | |
|------|----|----|
| 1,20 | 20 | 0 |
| 2,60 | 21 | 21 |
| 4,10 | 22 | 0 |
| 7,60 | 19 | 0 |

| | | |
|------------|---|---|
| $\alpha =$ | 0 | 0 |
|------------|---|---|

$B_{ef}/L_{ef} = 1,2000$

$L_{ef}/B_{ef} = 0,8333$

c_{ef} v zákl. spáře

| | | |
|------|----|----|
| 1,20 | 8 | 0 |
| 2,60 | 16 | 16 |
| 4,10 | 20 | 0 |
| 7,60 | 10 | 0 |

$c_{ef} = 16$

$c_{efd} = 12,8$

$\gamma_c = 1,25$

tíha zeminy pod základ.

spárou γ_2

| | | |
|------|------|----|
| 1,20 | 19,0 | 0 |
| 2,60 | 19,0 | 19 |
| 4,10 | 19,0 | 0 |
| 7,60 | 19,5 | 0 |

$\gamma_2 = 19$

$\gamma_{Rh} = 1,0$

Únosnost základové spáry pro odvodněné podmínky (dlouhodobá)

součinitele únosnosti

$$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi_d/2) e^{\pi \text{tg} \varphi_d}$$

$$N_q = 4,678$$

$$\varphi = 21$$

$$\gamma_\varphi = 1,25$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \text{tg} \varphi_d$$

$$N_c = 12,18$$

$$\varphi_d = 16,8 \quad 0,2932$$

$$\text{tg} \varphi_d = 0,3019$$

$$\cot \text{tg} \varphi_d = 3,3122$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \text{tg} \varphi_d$$

$$N_\gamma = 2,221$$

součinitele tvaru základu

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \text{tg} \varphi_d)^2$$

$$b_q = b_\gamma = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi_d)$$

$$b_c = 1$$

$$s_q = 1 + (B_{ef}/L_{ef}) \cdot \sin \varphi_d$$

$$\sin \varphi_d = 0,289$$

$$s_q = 1,347$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B_{ef}/L_{ef})$$

$$s_\gamma = 0,64$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_c = 1,441$$

součinitele šikmosti zatížení

$$m_x = (2 + (B_{ef}/L_{ef})) / (1 + (B_{ef}/L_{ef}))$$

$$\cos \varepsilon = H_{yd}/H_d$$

$$m_x = 1,455$$

$$m_y = (2 + (L_{ef}/B_{ef})) / (1 + (L_{ef}/B_{ef}))$$

$$\sin \varepsilon = H_{xd}/H_d$$

$$m_y = 1,545$$

$$m = m_y \cdot \cos^2 \varepsilon + m_x \cdot \sin^2 \varepsilon$$

$$\cos \varepsilon = 0$$

$$m = 0$$

$$i_q = (1 - H_d / (N_{zd} + A_{ef} \cdot c_{ef} \cdot \cot \text{tg} \varphi_d))^m$$

$$\sin \varepsilon = 0$$

$$i_q = 1$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi_d)$$

$$i_c = 1$$

$$i_\gamma = (1 - H_d / (N_{zd} + A_{ef} \cdot c_{ef} \cdot \cot \text{tg} \varphi_d))^{m+1}$$

$$i_\gamma = 1$$

Únosnost základové spáry

$$R_d = c_{ef} \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B_{ef} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$R_d = 396,6 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = 293,8 \text{ kPa}$$

<

$$396,6 \text{ kPa}$$

vyhovuje

Únosnost ve smyku v základové spáře

$$R_{dh} = 121,79 \text{ kN}$$

$$R_{dh} = (N_{zd} \cdot \text{tg} \varphi_d + A_{ef} \cdot c_{efd})$$

$$R_{dh} / \gamma_{Rh} = 121,8 \text{ kN}$$

>

$$H_d = 0,0 \text{ kN}$$

vyhovuje