

GENERÁLNÍ PROJEKTANT:

ATELIÉR VELEHRADSKÝ

Výstaviště 1, 603 00, Brno / IČ: 292 63 140 /
atelier@velehradsky.cz / +420 547 221 936

SCHÉMA OBJEKTU:

Č. PARÉ:

AUTORIZACE:

NÁZEV AKCE: Víceúčelový sportovní areál UKB - GP

ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:

Ing. Jan Krupička

DATUM: 09/2024

MĚŘÍTKO:

FORMÁT: 297 x 210

POČET A4: 22 x A4

STAVEBNÍK: Masarykova univerzita

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU :

Ing. Kamil Matýšek

STUPEŇ PD: DOKUMENTACE PRO VÝBĚR DODAVATELE

DÍL: D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ

MÍSTO STAVBY: ul. Netroufalky, Brno

VYPRACOVAL:

Ing. Jan Krupička

OBJEKT: 4. SO 04.2 - OPĚRNÁ STĚNA - ZÁPADNÍ

ČÁST: 2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

PROFESE:

D

Statický výpočet

D.1 Dokumentace objektu SO 04.2 - Opěrná stěna - západní

Víceúčelový sportovní areál UKB - GP

Dokumentace pro výběr dodavatele

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Akce číslo: **1471**

Akce: **„Víceúčelový sportovní areál UKB-GP“**

Stupeň: Dokumentace pro výběr dodavatele (DVD)

Stavebník: **Masarykova Univerzita**
IČ: 00216224
DIČ: CZ00216224
Žerotínovo náměstí 617/9
601 77 Brno

Generální projektant: **Ateliér Velehradský, s. r. o.**
IČ: 292 63 140
Libušino údolí 203/76,
623 00 Brno

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 3 |
| 2. Výchozí podklady | 3 |
| 3. Popis navrženého objektu | 4 |
| 3.1. Založení objektu | 4 |
| 4.2. Svislé stěny opěrné zdi | 5 |
| 4. Statické posouzení pažících konstrukcí | 5 |
| 5. Závěr | 21 |

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

1. Úvod

Předmětem statického výpočtu objektu SO 04.2 je návrh a posouzení konstrukce opěrných železobetonových stěn na západní hranici pozemku víceúčelového sportovního areálu.

2. Výchozí podklady

Pro vypracování předložené dokumentace byly k dispozici následující podklady:

- [1] D.1 Dokumentace objektu SO 04 - Víceúčelový sportovní areál UKB-GP, Dokumentace pro stavební povolení, D.1.1 Stavebně-architektonické řešení.
- [2] D.1 Dokumentace objektu SO 04 - Víceúčelový sportovní areál UKB-GP, Dokumentace pro stavební povolení, D.1.2 Stavebně konstrukční řešení.
- [3] Brno, Bohunice kampus, p.č. 1334/8 a 1334/9 - Víceúčelový sportovní areál MU - Zpráva IG a HG průzkumu (BALUN geo s.r.o. 07/2021).

Normy, předpisy, literatura

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1996-1-1 + A1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
- ČSN EN 206+A2 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

Použitý software

- GEO 5, verze 5.2024 - modul ÚHLOVÁ ZEĎ.

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

Uvedené normy jsou základním výčtem norem použitých zejména při zpracování projektové dokumentace. Obecně platí, že veškeré konstrukce jsou navrženy v souladu s platnými normami, právními předpisy a nařízeními pro území ČR v době zpracování projektové dokumentace.

3. Popis navrženého objektu

Podél celé západní hranice pozemku je navržena opěrná železobetonová stěna tvaru L.

Tvar opěrné stěny lze definovat jako průběžný základový pas o průřezovém rozměru 1,400 x 0,400 m a svislá opěrná stěna je navržena v konstantní tloušťce 0,300 m. Stěna a pas jsou propojeny výztuží, ve styku je průběžná pracovní spára. Horní hrana opěrné stěny po úsecích skokově 2x mění svoji výšku, aby korespondovala s podélným profilem terénu za rubem stěny. Hlava opěrné stěny je vždy min. 50 mm nad upraveným terénem za rubem zdi.

3.1. Založení objektu

Konstrukce založení podél západní hranice se bude realizovat z úrovně HTÚ 1 na relativní kótě -1,340 m. Z hlediska základových poměrů budou opěrné stěny zakládány na překonsolidovaných ulehých navážkách jíloprachové hlíny tuhé až pevné konzistence. Při průsaku srážkových vod mohou tyto hlíny v kontaktu s vodou na úrovni HTÚ rozbídat, což by mohlo mít vliv na velikost deformací a proměnný průběh deformací po délce stěny. Proto byly pro zajištění stability konstrukce po délce stěny navrženy injekční zavrtávací kotevní tyče (hřebíky).

V příčném řezu jsou navrženy 2 ks hřebíků GA v roztečích 3,0 m po délce základu opěrné stěny.

Pod navrženou základovou spárou opěrné zdi je hutněný polštář ze štěrkodrti o mocnosti 400 mm.

V místě kde opěrná stěna křížuje ochranné pásmo stávající podzemní kanalizační stoky nejsou hřebíky navrženy. Před a za ochranným pásmem jsou navrženy mikropiloty z injekčních zavrtávacích kotevních tyčí profilu $\varnothing 76/44$ mm. Mikropiloty podél ochranného pásma vytváří opěry a na nich uložená opěrná zeď je přemostující nosník přes ochranné pásmo. Mikropiloty ze závrtných kotevních tyčí jsou navrženy délky 12,0 m s 6,0 m dlouhým injektovaným kořenem, respektive je při instalaci prováděna středotlaká injektáž kořene cementovou směsí tlakem do 2,0 Mpa. Po instalaci kotevních tyčí a mikropilot bude nad HTÚ 1 realizován hutněný zásyp po vrstvách o mocnosti 0,350 m na relativní kótu -0,990 m. Tato úr

3.2. Svislé stěny opěrné zdi

Svislé stěny opěrné zdi jsou navrženy v tl. 300 mm. Relativní výška hlavy stěny se po skocích mění podle výšky upraveného terénu za rubem zdi.

Do zhlaví opěrných stěn podél jižní hranice pozemku budou kotveny sloupky oplocení a ocelové konstrukce zastřešení lavic pomocí lepených kotev. Kotvení bude specifikováno ve výrobní dokumentaci.

4. Statické posouzení pažicích konstrukcí

Návrh a posouzení opěrné stěny bylo provedeno v programu GEO5, modulu ÚHLOVÁ ZEĎ verze 5.2024.116.0. Byl posouzen nejnepříznivější stav, t.j. posouzení pro nejvyšší stěnu jižní opěrné zdi. Celková výška posuzované konstrukce je 2,8 m. Navržené dimenze konstrukce a výztuž v konstrukci bude aplikovaná pro všechny úseky opěrné jižní stěny i části stěny východní, kde opěrná stěna tvoří oplocení pozemku bez zásypu za rubem konstrukce.

VÝPOČET ÚHLOVÉ ZDI SO 04.2

Vstupní data

Nastavení

Česká republika (EN1997, ČSN 73 1004)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Výpočet zdi

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
Dovolená excentricita : 0,333
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 | [-] | |

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

| Součinitele redukce odporu (R) | | | |
|--|-----------------|------|-----|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel redukce odporu na překlopení : | $\gamma_{Rv} =$ | 1,40 | [-] |
| Součinitel redukce odporu na posunutí : | $\gamma_{Rh} =$ | 1,10 | [-] |
| Součinitel redukce odporu základové půdy : | $\gamma_{Re} =$ | 1,40 | [-] |

| Kombinační součinitele pro proměnná zatížení | | | |
|--|------------|------|-----|
| Trvalá návrhová situace | | | |
| Součinitel kombinační hodnoty : | $\psi_0 =$ | 0,70 | [-] |
| Součinitel časté hodnoty : | $\psi_1 =$ | 0,50 | [-] |
| Součinitel kvazistálé hodnoty : | $\psi_2 =$ | 0,30 | [-] |

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Výztuž podélná: B500B

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geometrie konstrukce

| Číslo | Pořadnice X [m] | Hloubka Z [m] |
|-------|--------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | -0,05 |
| 2 | 0,00 | 2,55 |
| 3 | 0,00 | 2,95 |
| 4 | -1,40 | 2,95 |
| 5 | -1,40 | 2,55 |
| 6 | -0,30 | 2,55 |
| 7 | -0,30 | -0,05 |

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = $1,34 \text{ m}^2$.

Základní parametry zemin

| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|---|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Navážka - hlína, šterky - kyprá |  | 18,00 | 10,00 | 21,00 | 11,50 | 0,00 |
| 2 | Navážka - hlína, šterčíky - středně ulehlá |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,50 | 7,00 |
| 3 | F6-CI (150) Hlína jílovoprachová, tuhá-pevná |  | 20,00 | 16,00 | 21,00 | 11,50 | 10,00 |
| 4 | F6-CI (100) Hlína jílovoprachová, tuhá |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,50 | 7,00 |
| 5 | G3-G-F (450) Šterk zahliněný, ulehlý |  | 36,00 | 0,00 | 19,00 | 9,50 | 14,00 |
| 6 | F6-CI (75) Jíl středně plastický, měkký-tuhý |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,50 | 5,00 |
| 7 | F6-CI (100) Jíl středně plastický, tuhý |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,50 | 5,00 |
| 8 | F6-CI (200) Jíl středně plastický, pevný |  | 21,00 | 18,00 | 21,00 | 11,50 | 10,00 |
| 9 | F8-CH (120) Jíl plastický, tuhý-pevný |  | 16,00 | 8,00 | 20,50 | 11,00 | 4,00 |
| 10 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  | 17,00 | 14,00 | 20,50 | 11,00 | 7,00 |
| 11 | F8-CH (160) Jíl plastický, pevný |  | 17,00 | 12,00 | 20,50 | 11,00 | 7,00 |
| 12 | G3 Hutněné podloží |  | 32,50 | 0,00 | 19,00 | 9,00 | 30,00 |
| 13 | G4-GM (450) Šterk zahliněný, ulehlý |  | 35,00 | 8,00 | 19,00 | 9,50 | 23,00 |
| 14 | F4-CS (200) Hlína jílovopísčitá se šterky, tuhá-pevná |  | 25,00 | 18,00 | 18,50 | 9,00 | 10,00 |
| 15 | R5 |  | 36,00 | 25,00 | 20,00 | 10,00 | 25,00 |



| Číslo | Název | Vzorek | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] | γ_{su} [kN/m ³] | δ [°] |
|-------|---|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 16 | F6-CI (200) Hlína jílovoprachová se šterky, pevná |  | 21,00 | 30,00 | 21,00 | 11,50 | 10,00 |

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

| Číslo | Název | Vzorek | Typ výpočtu | φ_{ef} [°] | ν [-] | OCR [-] | K_r [-] |
|-------|---|---|-------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|
| 1 | Navážka - hlína, štěrky - kyprá |  | soudržná | - | 0,10 | - | - |
| 2 | Navážka - hlína, štěrčíky - středně ulehlá |  | soudržná | - | 0,20 | - | - |
| 3 | F6-CI (150) Hlína jílovoprachová, tuhá-pevná |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |
| 4 | F6-CI (100) Hlína jílovoprachová, tuhá |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |
| 5 | G3-G-F (450) Štěrka zahliněný, ulehlý |  | soudržná | - | 0,25 | - | - |
| 6 | F6-CI (75) Jíl středně plastický, měkký-tuhý |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |
| 7 | F6-CI (100) Jíl středně plastický, tuhý |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |
| 8 | F6-CI (200) Jíl středně plastický, pevný |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |
| 9 | F8-CH (120) Jíl plastický, tuhý-pevný |  | soudržná | - | 0,42 | - | - |
| 10 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  | soudržná | - | 0,42 | - | - |
| 11 | F8-CH (160) Jíl plastický, pevný |  | soudržná | - | 0,42 | - | - |
| 12 | G3 Hutněné podloží |  | nesoudržná | 32,50 | - | - | - |
| 13 | G4-GM (450) Štěrka zahliněný, ulehlý |  | soudržná | - | 0,30 | - | - |
| 14 | F4-CS (200) Hlína jílovopísčitá se štěrky, tuhá-pevná |  | soudržná | - | 0,35 | - | - |
| 15 | R5 |  | soudržná | - | 0,20 | - | - |
| 16 | F6-CI (200) Hlína jílovoprachová se štěrky, pevná |  | soudržná | - | 0,40 | - | - |

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

Parametry zemin

Navážka - hlína, šterky - kyprá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 18,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 10,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 0,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,10$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 1,50 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,10$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

Navážka - hlína, šterčíky - středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 19,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 7,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 5,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

F6-CI (150) Hlína jílovoprachová, tuhá-pevná

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 16,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 6,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

F6-CI (100) Hlína jílovoprachová, tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 19,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 7,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 5,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

G3-G-F (450) Štěrk zahliněný, ulehlý

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 36,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$

Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 14,00^\circ$

Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 95,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

F6-CI (75) Jíl středně plastický, měkký-tuhý

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 19,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 5,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 3,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

F6-CI (100) Jíl středně plastický, tuhý

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : **efektivní**
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 19,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 5,00^\circ$
Zemina : **soudržná**
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 5,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

F6-CI (200) Jíl středně plastický, pevný

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : **efektivní**
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 18,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$
 Zemina : **soudržná**
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 7,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

F8-CH (120) Jíl plastický, tuhý-pevný

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : **efektivní**
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 4,00^\circ$
 Zemina : **soudržná**
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 4,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

F8-CH (-) Jíl plastický, pevný

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Napjatost : **efektivní**
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 17,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 7,00^\circ$
 Zemina : **soudržná**
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 8,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

G3 Hutněné podloží

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 32,50^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 30,00^\circ$
Zemina : nesoudržná
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 60,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

G4-GM (450) Štěrk zahliněný, ulehlý

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 35,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 8,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 23,00^\circ$
Zemina : soudržná
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 80,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

F4-CS (200) Hlína jílovopísčítá se šěrky, tuhá-pevná

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 25,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 18,00 \text{ kPa}$
Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$
Zemina : soudržná
Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 6,00 \text{ MPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

R5

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : **efektivní**
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 36,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 25,00^\circ$
 Zemina : **soudržná**
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
 Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 300,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,20$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

F6-CI (200) Hlína jílovoprachová se šterky, pevná

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : **efektivní**
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 21,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 30,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 10,00^\circ$
 Zemina : **soudržná**
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Modul přetvárnosti : $E_{\text{def}} = 10,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,50 \text{ kN/m}^3$

Zásyp za konstrukcí

Přiřazená zemina : Navážka - hlína, šterky - kyprá

Délka : $l_1 = 0,60 \text{ m}$

$l_2 = 1,40 \text{ m}$

Souč. redukce tlaku : $k = 0,5$















Hloubka omezené smykové plochy : $z = 2,75 \text{ m}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Informace o umístění

Kóta povrchu = 279,22 m

Geologický profil a přiřazení zemin

| Číslo | Mocnost vrstvy t [m] | Hloubka z [m] | Nadm. výška [m] | Přiřazená zemina | Vzorek |
|-------|----------------------------|-------------------|-----------------------|--|---|
| 1 | 1,50 | 0,00 .. 1,50 | 279,22 .. 277,72 | F6-CI (100) Hlína jílovoprachová, tuhá |  |
| 2 | 2,00 | 1,50 .. 3,50 | 277,72 .. 275,72 | F6-CI (200) Hlína jílovoprachová se štěrky, pevná |  |
| 3 | 0,70 | 3,50 .. 4,20 | 275,72 .. 275,02 | G3-G-F (450) Štěrka zahliněná, ulehlý |  |
| 4 | 0,80 | 4,20 .. 5,00 | 275,02 .. 274,22 | F6-CI (150) Hlína jílovoprachová, tuhá-pevná |  |
| 5 | 2,50 | 5,00 .. 7,50 | 274,22 .. 271,72 | F6-CI (75) Jíl středně plastický, měkký-tuhý |  |
| 6 | 0,50 | 7,50 .. 8,00 | 271,72 .. 271,22 | F6-CI (100) Jíl středně plastický, tuhý |  |
| 7 | 0,60 | 8,00 .. 8,60 | 271,22 .. 270,62 | F6-CI (200) Jíl středně plastický, pevný |  |
| 8 | 3,40 | 8,60 .. 12,00 | 270,62 .. 267,22 | F8-CH (120) Jíl plastický, tuhý- pevný |  |
| 9 | 2,00 | 12,00 .. 14,00 | 267,22 .. 265,22 | F8-CH (160) Jíl plastický, pevný |  |
| 10 | 0,50 | 14,00 .. 14,50 | 265,22 .. 264,72 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  |
| 11 | 4,50 | 14,50 .. 19,00 | 264,72 .. 260,22 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  |
| 12 | 2,50 | 19,00 .. 21,50 | 260,22 .. 257,72 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  |
| 13 | 4,00 | 21,50 .. 25,50 | 257,72 .. 253,72 | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  |
| 14 | - | 25,50 .. □ | 253,72 .. - | F8-CH (-) Jíl plastický, pevný |  |

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

Vysazení vpravo $b_p = 0,00 \text{ m}$

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Hloubka terénu pod horní hranou konstrukce $h = 0,05$ m.

Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

| Číslo | Přítížení | | Působ. | Vel. 1 [kN/m ²] | Hloubka z [m] |
|-------|-----------|-------|--------|--------------------------------|------------------|
| | nové | změna | | | |
| 1 | Ano | | stálé | 5,00 | na terénu |

| Číslo | Název |
|-------|------------------|
| 1 | Zatížení povrchu |

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: pasivní

Zemina na líci konstrukce - G3 Hutněné podloží

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 30,00^\circ$

Výška zeminy před zdí $h = 0,40$ m

Přítížení terénu $f = 7,00$ kN/m²

Terén před konstrukcí je rovný.

Kotvení základu

Geometrie

Vzdálenost $x = 1,15$ m

Hloubka $h = 2,70$ m

Průměr vrtu $d = 0,02$ m

Vzdálenost vrtů $v = 3,00$ m

Únosnost na vytržení počítána z parametrů

Boční adheze $a = 20,00$ kPa

Stupeň bezpečnosti $SF_e = 1,50$

Únosnost na vytržení $T_p = 2,26$ kN/m

Únosnost na přetržení zadána hodnotou $R_t = 200,00$ kN

Celkové nastavení výpočtu

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se nemůže přemístit, je počítána na zatížení tlakem v klidu.

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

POSOUZENÍ ÚHLOVÉ STĚNY SO 04.2

Spočtené síly působící na konstrukci

| Název | F_{hor} [kN/m] | Působíště z [m] | F_{vert} [kN/m] | Působíště x [m] | Koef. překl. | Koef. posun. | Koef. napětí |
|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tíh.- zed' | 0,00 | -1,07 | 30,82 | 1,02 | 1,000 | 1,000 | 1,350 |
| Tíh.- zemina | 0,00 | -0,40 | 0,00 | 1,10 | 1,000 | 1,000 | 1,350 |
| Odpor na líci | -10,63 | -0,13 | -6,14 | 0,00 | 1,000 | 1,000 | 1,350 |
| Přetížení na líci | -19,58 | -0,20 | -11,31 | 0,00 | 1,000 | 1,000 | 1,350 |
| Tlak v klidu | 10,22 | -0,98 | 0,00 | 1,40 | 1,350 | 1,350 | 1,350 |
| Zatížení povrchu | 1,64 | -1,47 | 0,00 | 1,40 | 1,350 | 1,350 | 1,350 |
| Kotvení základu | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 1,15 | 1,000 | 1,000 | 1,350 |

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 23,08$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 11,41$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 8,18$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{act} = -14,19$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 13,63 kPa

Vodorovná deformace dříku zdi

Deformace vlivem tlaku $\delta_s = 0,12$ mm

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

| Číslo | Moment [kNm/m] | Norm. síla [kN/m] | Pos. síla [kN/m] | Excentricita [-] | Napětí [kPa] |
|-------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| 1 | -20,72 | 19,08 | -24,77 | 0,000 | 13,63 |
| 2 | -11,01 | 14,13 | -14,19 | 0,000 | 10,09 |

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

| Číslo | Moment [kNm/m] | Norm. síla [kN/m] | Pos. síla [kN/m] |
|-------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | -15,35 | 14,13 | -18,34 |

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly $e = 0,000$

Maximální dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy $R = 150,00 \text{ kPa}$

Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře $\sigma = 13,63 \text{ kPa}$

Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 107,14 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE

DIMENZACE OPĚRNÉ STĚNY

Posouzení dříku - přední výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

| Název | F_{hor} [kN/m] | Působíště z [m] | F_{vert} [kN/m] | Působíště x [m] | Koef. moment | Koef. norm.síla | Koef. pos.síla |
|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Tíh.- zed' | 0,00 | -1,30 | 17,93 | 0,15 | 1,000 | 1,350 | 1,000 |
| Tlak v klidu | 7,64 | -0,84 | 0,00 | 0,30 | 1,350 | 1,000 | 1,350 |
| Zatížení povrchu | 1,42 | -1,27 | 0,00 | 0,30 | 1,350 | 1,000 | 1,350 |

Posouzení dříku - přední výztuž

Přední výztuž není nutná.

Posouzení dříku - zadní výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

| Název | F_{hor} [kN/m] | Působíště z [m] | F_{vert} [kN/m] | Působíště x [m] | Koef. moment | Koef. norm.síla | Koef. pos.síla |
|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Tíh.- zed' | 0,00 | -1,30 | 17,93 | 0,15 | 1,000 | 1,350 | 1,000 |
| Tlak v klidu | 7,64 | -0,84 | 0,00 | 0,30 | 1,350 | 1,000 | 1,350 |
| Zatížení povrchu | 1,42 | -1,27 | 0,00 | 0,30 | 1,350 | 1,000 | 1,350 |

Posouzení dřívku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 2,60 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

5 ks profil 12,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 565,5 mm²

Nutná plocha výztuže = 330,2 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,30 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,22 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,03 \text{ m} < 0,16 \text{ m} = x_{\max}$

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 103,09 \text{ kN} > 12,23 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 63,06 \text{ kNm} > 11,13 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

| Název | F_{hor} [kN/m] | Působíště z [m] | F_{vert} [kN/m] | Působíště x [m] | Výpočtový koeficient |
|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Tíh.- zed' | 0,00 | -1,07 | 30,82 | 1,02 | 1,350 |
| Tíh.- zemina | 0,00 | -0,40 | 0,00 | 1,10 | 1,350 |
| Odpor na líci | -10,63 | -0,13 | -6,14 | 0,00 | 1,350 |
| Přítížení na líci | -19,58 | -0,20 | -11,31 | 0,00 | 1,350 |
| Tlak v klidu | 10,22 | -0,98 | 0,00 | 1,40 | 1,350 |
| Zatížení povrchu | 1,64 | -1,47 | 0,00 | 1,40 | 1,350 |
| Kotvení základu | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 1,15 | 1,350 |

Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu

5 ks profil 12,0 mm, krytí 40,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 565,5 mm²

Nutná plocha výztuže = 460,2 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,40 m

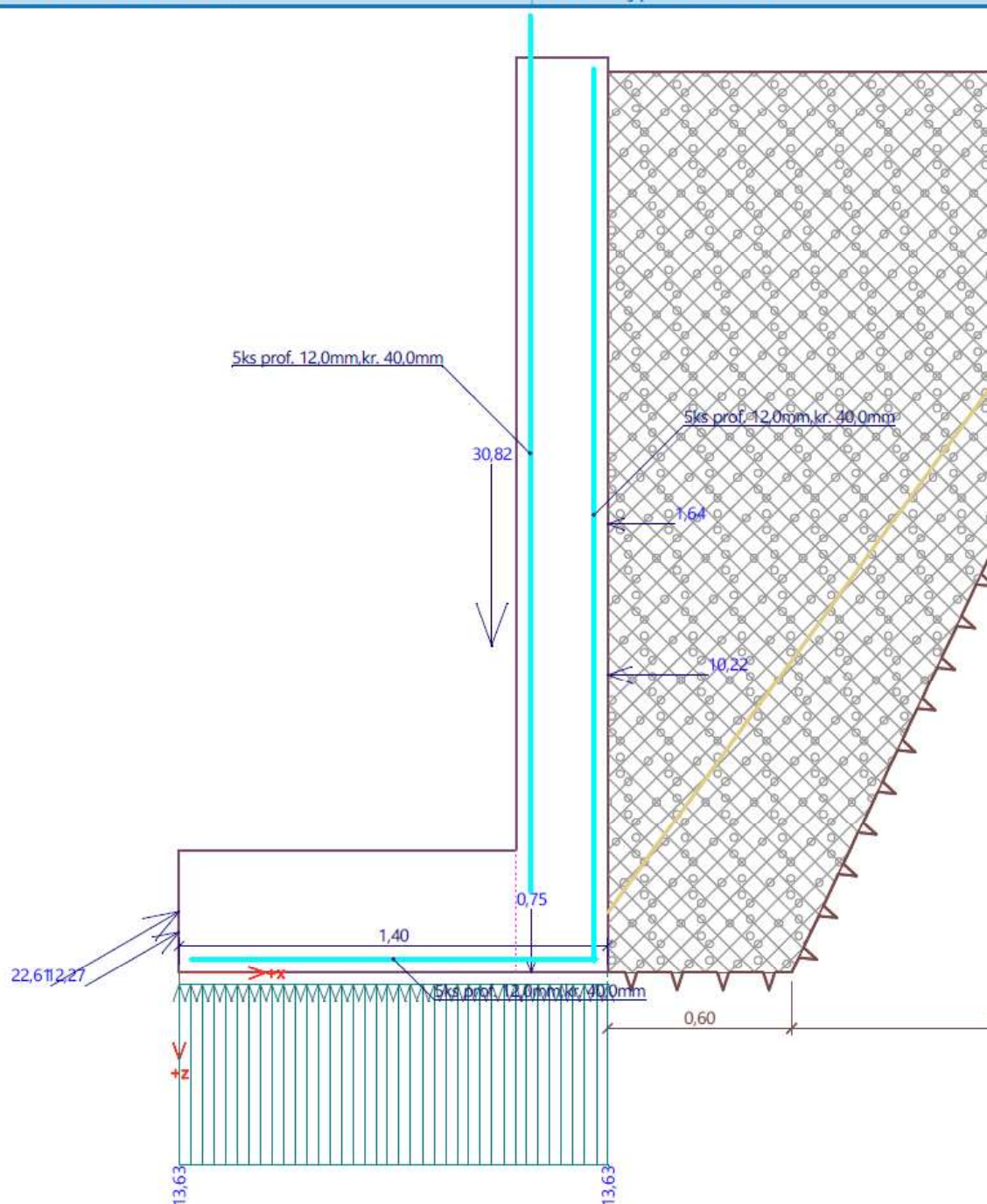
Stupeň vyztužení $\rho = 0,16 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$

Poloha neutrálné osy $x = 0,02 \text{ m} < 0,22 \text{ m} = x_{\max}$

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 128,46 \text{ kN} > 4,87 \text{ kN} = V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 84,77 \text{ kNm} > 11,13 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.



Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046

5. Závěr

Navržené konstrukce objektu SO 04.2 jsou mechanicky odolné a zaručují stabilitu konstrukce. Před vlastní realizací opěrných stěn je nutné vypracovat výrobní dokumentaci pro vyztužení železobetonové konstrukce.

V Brně, dne 1.8.2024
Ing. Jan Krupička

Ateliér Velehradský, s. r. o., Libušino údolí 76, 623 00, Brno, Czech Republic

T: +420 547 221 936 E: tomas@velehradsky.cz W: www.atelier-velehradsky.cz; IČ: 292 63 140; DIČ: CZ 292 63 140;

společnost zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Brně, Oddíl C, vložka 69046