

## trať Strakonice–Volary

TÚ 0381 Strakonice (mimo) – Volary (mimo)

Strunkovice nad Volýňkou

*Geotechnický průzkum pro stavbu:*

*"Doplnění závor na přejezdech P954 v km 7.099, P1002 v km 35.375 a P1034 v km 62.771 na trati Strakonice – Volary"*

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

Martin Jech



objednatel: PROJEKT SERVIS s.r.o., Mezitraťová 137, 198 21 Praha 9

## OBSAH

|  |        |
|--|--------|
| 1. Úvod .....  | str. 1 |
| 2. Metodika průzkumných prací .....  | str. 1 |
| 3. Železniční přejezd v km 8.016 .....                                       | str. 1 |
| 4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí ..... | str. 4 |
| 5. Návrh ZKPP .....  | str. 6 |

Příloha č. 1    Situace průzkumných prací

Příloha č. 2    Popis kombinované sondy (kopaná/stejně zarážená)

Příloha č. 3    Výsledky statické zatěžovací zkoušky

Příloha č. 4    Fotodokumentace

## 1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Projekt servis spol. s r.o. byl zpracován geotechnický průzkum pro potřeby objednatele (zpracování projektové dokumentace stavby *"Doplnění závor na přejezdech P954 v km 7.099, P1002 v km 35.375 a P1034 v km 62.771 na trati Strakonice – Volary."* Předmětem předkládané závěrečné zprávy je ověření typu a geotechnické kvality základové půdy (pražcového podloží) železničního přejezdu v km 7.099 na trati Strakonice – Volary. Jako podklad byla objednatelem poskytnuta situace s kilometrickou polohou (formát \*.pdf).

## 2. Metodika průzkumných prací

Terénní etapě předcházela část v podobě studia dostupných archivních materiálů převážně z databáze ČGS a Geofondu ČR.

Následovala etapa inženýrské činnosti tj. vyhledání železničního přejezdu, jeho dokumentace, ověření přístupu, dále kontakt se zástupci dopravy (dopravní kanceláře žel. stanice Vimperk), získání časového harmonogramu pro provádění prací (práce probíhaly na nevykloučené koleji).

Pro ověření skladby a kvality pražcového podloží byla provedena kopaná část průzkumné sondy do úrovně zemní pláně. Následně byla realizována statická zatěžovací deska ve smyslu Přílohy č. 5 k předpisu S4 SŽDC. Poté byla kopaná sonda prodloužena strojně zaráženou sondou (maloprofilovým vrtem). Její popis je uveden v rámci Přílohy č. 2. Umístění sond bylo závislé na konstrukci přejezdu. V případě žel. přejezdu P954 v km 7.099 tvoří svrchní (přejezdovou) část konstrukce polymerbetonové přejezdové panely typ BODAN, navazující část je tvořena živičným povrchem. Z toho důvodu nebylo možné provést sondáž v ose koleje (přejezdu). Realizace proběhla za hlavami pražců. Popis je prováděn od úložné plochy betonových pražců.

## 3. Železniční přejezd P954 v km 7.099

Jedná se o úroňový železniční přejezd přes pozemní komunikaci I. tř. č. 4 v obci Strunkovice nad Volýnkou.



Obr. 1 Pohled na místo provádění sondáže

Geomorfologické poměry - dle regionálního členění ČR náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, soustavy (subprovincie) Šumavská subprovincie, oblasti (podsoustavy) Šumavská hornatina, celku Šumavské podhůří a podcelku Bavorovská vrchovina, okrsku Volyňská vrchovina. Má charakter plochého pohoří s erozně denudačním reliéfem. Z místně geomorfologického hlediska je přejezd situován v plochem terénu říční nivy Volyňky v blízkosti paty svahu kopce Svařince. Konstrukce přejezdu je situována na nízkém násypu. Nadmořská výška konstrukce je přibližně 426.8 m n.m.

Podle klimatické klasifikace leží dotčená lokalita v mírně teplé klimatické oblasti MT7. Rajon MT7 je charakteristický normálně dlouhým, mírně suchým létem, s přechodným obdobím krátkým s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Index  $I_{mn}$  500 °C.den.

Vybrané charakteristiky klimatické oblasti MT7

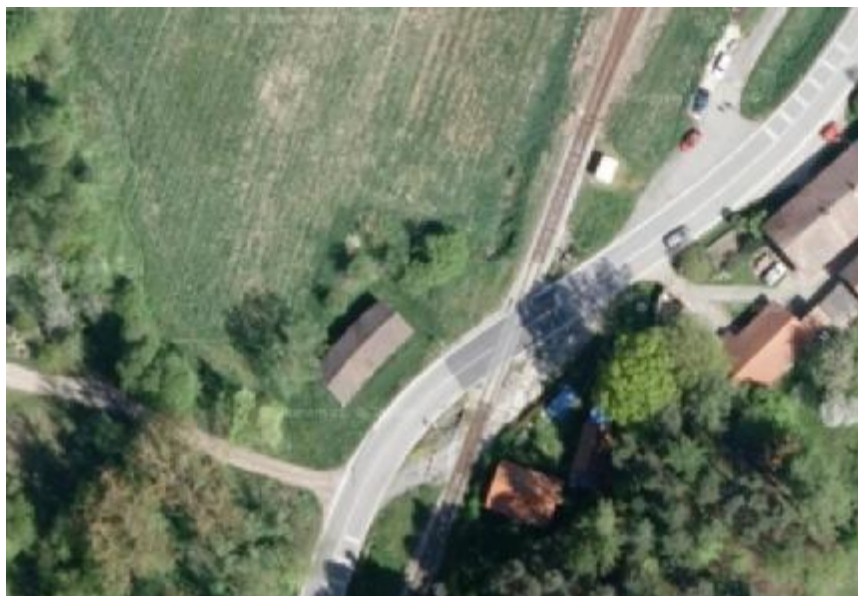
|   | <b>MT 7</b> |
|---|-------------|
| počet letních dnů                           | 30 – 40     |
| počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více | 140 – 160   |
| počet mrazových dnů                         | 110 – 130   |
| počet ledových dnů                          | 40 – 50     |
| průměrná teplota ledna                      | -2 - -3     |
| průměrná teplota července                   | 17 – 18     |
| průměrná teplota dubna                      | 6 – 7       |
| průměrná teplota října                      | 7 – 8       |
| průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více  | 100 – 120   |
| srážkový úhrn za vegetační období           | 400 – 450   |
| srážkový úhrn v zimním období               | 250 – 300   |
| počet dnů se sněhovou pokrývkou             | 60 – 80     |
| počet dnů zamračených                       | 120 – 150   |
| počet dnů jasných                           | 40 – 50     |

Geologické poměry – z regionálně-geologického hlediska je zájmové území součástí jednotky české křídové pánve (svrchní křída). Dle regionálního členění ČR lze skalní podklad zařadit do soustavy: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblasti: moldanubická oblast (moldanubikum), region: metamorfni jednotky v moldanubiku. Skalní podklad je tvořen metamorfovanými horninami – biotiticko-granátickými pararulami paleozoického stáří.

Kvartérní pokryv je zde obecně zastoupen nivními sedimenty holocenního stáří, překdeluviálními (svahovými) sedimenty charakteru kamenitých hlín.

Obecné hydrogeologické poměry zájmové oblasti závisí zejména na litologickém charakteru pevného prostředí, tj. především na jeho propustnosti, dále na morfologii terénu, potenciálních zdrojích podzemní vody a na antropogenních vlivech urbanizované oblasti. V zájmovém území dominuje hydrogeologický kolektor vázaný přípovrchovou partií skalního podkladu a cirkulaci vod v hlubších či regionálních tektonicky predisponovaných zónách. Tento typ kolektoru se vyznačuje nízkou průlino-puklinovou propustností. Hladina podzemní vody

nebyla nově realizovanými pracemi zastižena (do hl. 1,2m pod úložnou plochu pražce). Pohyb proudění podzemní vody hlubšího podpovrchového kolektoru je v zájmovém území shodný s generelním sklonem terénu tj. odehrává se západním směrem k vodoteči Volyňka. Podzemní voda proudí po povrchu skalního podkladu a neovlivňuje poměry a kvalitu základové půdy v úrovni zemní pláně drážního tělesa. Úroveň hladiny podzemní vody je v posuzovaném území odhadována na 3 a více metrů pod povrchem stávajícího terénu. I při sezónním kolísání hladiny podzemní vody nebude tato negativně ovlivňovat poměry pražcového podloží.



Obr. 2 Výřez letecké a geologické mapy 1:50 000 – list 22-32 Strakonice (zdroj GEOFOND ČR)

#### 4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí

Níže v tabulce jsou popsány mechanicko-fyzikální parametry zeminy zemní pláně zastižené v místě železničního přejezdu. Zatřídění bylo provedeno na základě makroskopického popisu ve smyslu ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (klasifikace odpovídá dnes již neplatné, ale osvědčené normě ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy). Současně proběhla klasifikace ve smyslu ČSN EN ISO 14688-1 a ČSN EN ISO 14688-2.

Mechanickofyzikální vlastnosti exponovaných zemin jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. č. 1

|   |  |
|---|--|
| geneze<br>(stratigrafie)  | navážka - antropogenní materiál<br>(kvarter) |
| petrografické složení   | šterk hlinitý – navážka (násyp)              |
| geotyp  | geotyp 1                                     |
| ČSN 731001 „Základová půda pod<br>plošnými základy“ – třída/symbol          | G4-Y/GM-Y                                    |
| ČSN 73 6133 „Návrh<br>a provádění zemního tělesa<br>a pozemních komunikací“ | csasiMGr                                     |
| konzistence, ulehlost   | ulehlý                                       |
| tabulková výpočtová únosnost<br>(orientační hodnoty)<br>$R_{dt}$ /kPa/      | 240**  |
| objemová tíha v přirozeném uložení<br>/kN/m <sup>3</sup> /                  | 19,0   |
| modul deformace $E_{def}$ /MPa/   | 40   |
| Poissonova konstanta $n$  | 0,30   |
| soudržnost efektivní $c_{ef}$ /kPa/<br>soudržnost zdánlivá $c'$ /kPa/       | 3<br>-                                       |
| úhel vnitřního tření efektivní $j_{ef}$ /°/<br>úhel pevnosti $j'$ /°/       | 31<br>-                                      |

\*\* platí pro šířku základu 0,5m při hloubce založení 1,0m

Součástí geotechnického hodnocení je posouzení těžitelnosti zeminy v základové spáře včetně její vhodnosti do násypů a zásypů. Klasifikace tříd těžitelnosti vychází z obecných kritérií dnes již neplatné ČSN 73 3050 „Zemní práce“, kterou uvádíme pro přehlednost

a úplnost. Současně je exponovaná zemina klasifikována do třídy těžitelnosti dle aktuálně platného normativu ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“. Vhodnost materiálu do násypů a zásypů je posuzována na základě pravidel citovaných v ČSN 73 6133.

Klasifikace těžitelnosti, vhodnosti do násypu a zásypu je uvedena níže v tabulce č. 2.

Tab. č. 2

|   |  |
|---|--|
| geneze<br>(stratigrafie)  | navážka - antropogenní materiál<br>(kvartér) |
| petrografické složení   | štěrk hlinitý – navážka (násyp)              |
| geotyp  | geotyp 1                                     |
| ČSN 73 3050 „Zemní práce“<br>třída těžitelnosti                             | 2-3  |
| ČSN 73 3133 „Návrh<br>a provádění zemního tělesa<br>a pozemních komunikací“ | I.   |
| ČSN 73 6133 „Návrh<br>a provádění zemního tělesa<br>a pozemních komunikací“ | podmínečně vhodná                            |
| vhodnost do násypu  |  |
| ČSN 73 6133 „Návrh<br>a provádění zemního tělesa a<br>pozemních komunikací“ | podmínečně vhodná                            |
| vhodnost pro podloží<br>(aktivní zónu)                                      |  |
| ČSN 73 6133 „Návrh<br>a provádění zemního tělesa<br>a pozemních komunikací“ | mírně namrzavé                               |
| namrzavost  |  |
| vodní režim   | příznivý                                     |

Dále byla ve dně kopané části sondy provedena statická zatěžovací zkouška za účelem ověření (stanovení) statického modulu přetvárnosti zemní pláně  $E_{or}$ . Výsledky jsou níže v textu, záznam z provedené zkoušky tvoří vázanou přílohu této zprávy (Příloha č.3).

Posouzení únosnosti (níže v tabulce č. 3).

Tab. č. 3

| sonda | modul přetvárnosti $E_{def,2} = E_0$ /MPa/ | redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně $E_{or}$ /MPa/ |
|-------|--|---|
| KS 1  | 43,7                                       | 43,7<br>(při $z=1$ ve smyslu tab.3 Přílohy 6 k SŽDC S4)         |

## 5. Návrh ZKPP

V rámci návrhu pražcového podloží je nutné zdůraznit, že se jedná o úrovňový jednokolejný přejezd s polymerbetonovou přejezdovou konstrukcí vně i uvnitř přejezdu (typ BODAN). Přejezd je situovaný na nízkém násypu (cca 1.5m). Průzkumnými pracemi bylo zastiženo štěrkové lože s konstrukční vrstvou ze štěrkodrti fr. 0/32. Trať Strakonice – Volary, v jízdním řádu pro cestující označená číslem 198 - náleží do kategorie hlavních tratí regionálních. Předpis SŽDC S4 (Příloha 6, Tab. 1) stanovuje pro hlavní traťové koleje na tratích regionálních minimální hodnotu modulu přetvárnosti na zemní pláni  $E_0 = 15\text{MPa}$  (při  $I_D$  min. 80 a PS 100%) a na pláni tělesa železničního spodku min. hodnotu  $E_{pl} = 30\text{MPa}$ .

Pro konstrukci ZKPP je v souladu s Přílohou č. 24 k SŽDC S4 požadovaná délka přechodové oblasti v délce 10,0m + přechodový klín 5,0m ukončený ve sklonu 1:1. Minimální hodnota modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku v prostoru ZKPP činí  $E_{pl} = 50\text{MPa}$  při  $E_{pl} = 30\text{MPa}$  navazující tratě.

Naměřená hodnota modulu přetvárnosti  $E_0 = E_{or} =$  činí 43,7MPa.

Hodnota naměřeného modulu přetvárnosti je vysoká. Z toho důvodu je ZKPP navržena ve variantě ZKPP 1 s přechodem na KPP typ 2 s vrstvou drceného kameniva DK fr. 8/63 tl. 0,3m a vrstvy štěrkodrtě SD 0/32 tl. 0,2m. Očekávaná hodnota  $E_{pl}$  konstrukční vrstvy ze štěrkodrti činí min. 60MPa. V případě splnění požadavku předpisu SŽDC S4 a vzorových listů žel. spodku (Ž 4.2) bude nutný zásah do stávající úrovně zemní pláně. Při sondáži nebyly ověřeny min. požadované tl. štěrkového lože 0,35m a min. požadovaná tl. konstrukční vrstvy tj. 0,15m (na místě pouze 0,15m DK 32/63 a 0,1m SD 0/32).



a) Návrh pražcového podloží pro případ odstranění stávající zeminy zemní pláně tj. hlinitého štěrku a jeho nahrazení DK tl. 0,3m a SD 0/32 tl. 0,2m.

$$k_1 = \frac{E_{or}}{E_1} = \frac{43,7}{80} = 0,62 \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,5}{0,3} = 1,66$$

$E_{or}$  modul přetvárnosti v MPa (zemní plán 43,7MPa)

$E_1$  modul přetvárnosti podkl. vrstvy v MPa (viz tabulka 2 Přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4) činí 80MPa při  $I_D=0,95$

$h_1$  tloušťka podkladní vrstvy v m (návrh 0,50m tj. DK+SD)

$D$  průměr zatěžovací desky = 0,3m

$k_3$  koeficient určený pomocí  $k_1$  a  $k_2$  z nomogramu (obr. 8 Přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4) = 0,79

$E_{e1}$  ekvivalentní modul přetvárnosti dvouvrstvé konstrukce na povrchu podkladní vrstvy

$$E_{e1} = k_3 \times E_1 = 0,9 \times 80 = 72MPa$$

Tato hodnota vyhovuje požadavku na hodnotu modulu přetvárnosti  $E_{pl}$  min. 50MPa pro daný druh ZKPP při modulu přetvárnosti  $E_{pl}$  navazující tratě tj. 30MPa. V rámci navrhovaného řešení bude nutné provést odkop na požadovanou úroveň zemní pláně tj. snížit její niveletu tak, aby bylo možné v rámci rekonstrukce provést štěrkové lože a konstrukční vrstvu v min. požadovaných tloušťkách.

b) Posouzení ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu

Nutná ochrana zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Pro zajištění ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{zdov}$$

Index mrazu (dle předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek, Příloha 7, obr.1  $I_{mn} = 500^\circ C \cdot den$ ).

Hloubka promrzání  $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{500} = 1,01m$ .

$h_{pr}$  hloubka promrzání (1,01m)

$h_k$  tloušťka kolejového lože od úložné plochy betonových pražců  $h_k = 0,55m$

$h_{sp}$  tloušťka podkladní vrstvy ze štěrkopísku v m  $h_{sp} = 0,50$

$h_{zdov}$  dovolené tloušťky promrznutí zemin v m (tabulka 2 Přílohy 7 předpisu SŽDC S4) = 0,70m

$$1,01 \leq 0,55 + 0,5 + 0,70 \leq 1,75 \text{ (splněno)}$$

V našem případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou štěrkodrtě SD 0/32, je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = \frac{h_{sp}}{\lambda_{sp}} \times \lambda_n = \frac{0,5}{2,3} \times 2,0 = 0,43m$$

Z výše uvedeného vyplývá, že při tloušťce podkladní vrstvy z DK 8/63 a SD 0/32 = 0,50m, situované na upravené a přehutněné zemní pláni, vyhovuje konstrukce tělesa žel. spodku z hlediska nutné ochrany zemní páně před nepříznivými účinky mrazu. V souladu s předpisem SŽDC S4, vzorovými listy žel. spodku však musí být zachována minimální požadovaná tloušťka podkladní vrstvy v ZKPP DK 8/63 (0,3m) a SD 0/32 (0,2m), a to celkem 0,50m.

V Praze, dne 9.12.2016

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

schválil: Martin Jech



## Příloha č.1 Situace průzkumných prací



## Příloha č.2 Dokumentace provedených sond

### KS 1

popis (od úložné plochy pražce – betonového)  
*kopaná část*

pražec po horní hranu obsypán znečištěným štěrkem fr. 32/63

- |             |   |
|-------------|---|
| 0,00 – 0,10 | štěrk fr. 32/63 – slabě znečištěný, mezerní hmotu tvoří hnědošedá písčitá hlína tuhé konzistence, odhad podílu jemnozrné frakce 10% |
| 0,10 – 0,35 | štěrk fr. 32/63 – silně znečištěný, mezerní hmotu tvoří hnědošedá písčitá hlína tuhé konzistence, odhad podílu jemnozrné frakce 30% |
| 0,35 – 0,45 | štěrkodrt fr. 0/32 – silně zahliněná, promísená se štěrkem  |

### *realizace statické zatěžovací zkoušky SZZ 1*

modul přetvárnosti  $E_{\text{def},2} = E_0 = 42,7\text{MPa}$

opravný součinitel  $z = 1.0$  (měkká konzistence)

redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně  $E_{\text{pl}} = E_0 \cdot z = 43,7\text{MPa}$

*zarážená část*

0,45 – 1,20 štěrk hlinitý – písčitý, písčité frakce středně zrnitý (do 15%), okrově šedý, štěrk  
je zastoupen angulárními úlomky 2/50mm (kvartér - navážka)

HPV nezastižena

vodní režim: příznivý

### Příloha č.3 Výsledky statické zatěžovací zkoušky

#### STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA

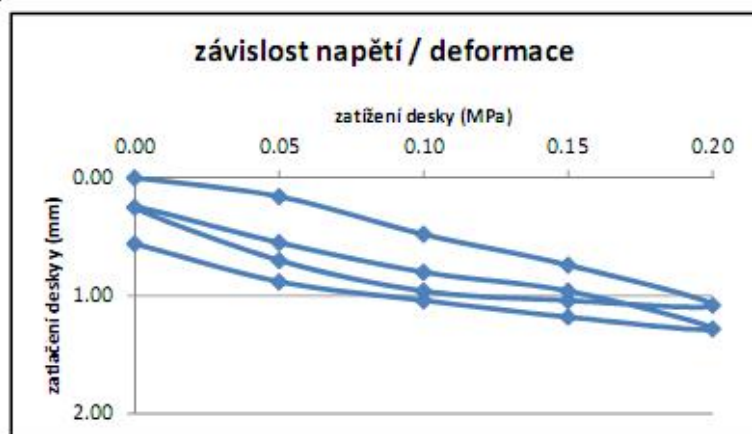
podle ČSN 72 1006, příloha B

kruhová deska průměru 30cm (dle DIN 18 134)

|                          |                        |                       |             |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| úkol:                    | Strunkovice            | číslo zkoušky:        | SZZ 1       |
| datum:                   | 11.11.2016             | zkouška provedena na: | zemní pláni |
| charakteristika podloží: | štěrk hlinitý (ulehlý) |                       |             |
| počasí:                  | zataženo 4° C          | km poloha:            | 7.099       |

| zatížení desky (MPa) | zatlačení desky "y" (mm) | převodní koeficient | celková deformace y (mm) | rozdíl $\Delta y$ (mm) |
|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| 0.00                 | 0.00                     | 2                   | 0.00                     | 0.00                   |
| 0.05                 | 0.16                     | 2                   | 0.32                     | 0.16                   |
| 0.10                 | 0.48                     | 2                   | 0.96                     | 0.48                   |
| 0.15                 | 0.74                     | 2                   | 1.48                     | 0.74                   |
| 0.20                 | 1.08                     | 2                   | 2.16                     | 1.08                   |
| 0.15                 | 1.04                     | 2                   | 2.08                     | 1.04                   |
| 0.10                 | 0.96                     | 2                   | 1.92                     | 0.96                   |
| 0.05                 | 0.70                     | 2                   | 1.40                     | 0.70                   |
| 0.00                 | 0.25                     | 2                   | 0.50                     | 0.25                   |
| 0.05                 | 0.55                     | 2                   | 1.10                     | 0.55                   |
| 0.10                 | 0.80                     | 2                   | 1.60                     | 0.80                   |
| 0.15                 | 0.96                     | 2                   | 1.92                     | 0.96                   |
| 0.20                 | 1.28                     | 2                   | 2.56                     | 1.28                   |
| 0.15                 | 1.18                     | 2                   | 2.36                     | 1.18                   |
| 0.10                 | 1.04                     | 2                   | 2.08                     | 1.04                   |
| 0.05                 | 0.88                     | 2                   | 1.76                     | 0.88                   |
| 0.00                 | 0.56                     | 2                   | 1.12                     | 0.56                   |

|              |             |   |   |          |
|--------------|-------------|---|---|----------|
| $\Delta y =$ | 0.00103 (m) | $E_0 = 1.5 \cdot \Delta p \cdot r / \Delta y$ | =   | 43.7 MPa |
| $\Delta p =$ | 0.200 (MPa) | $z = 0.6$                                     | opravný součinitel (předpis SŽDC S4, tab.3 Přílohy č.6) |          |
| $r =$        | 0.15 (m)    |   |   |          |





#### Příloha č.4 Fotodokumentace



Místo realizace kombinované sondy (kopaná část/zarážená sonda)



Pohled na dno kopané sondy před realizací SZZ



Detail zemin zemní pláně