

Číslo zakázky: 17XP24010
Objednávka prací č.: PL-O-18-001

Objednatel: PRODEX spol. s r.o., o.s., Perucká 2481/5,
Vinohrady, 120 00 Praha 2

Geotechnický průzkum pro stavbu:

*„ Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště
v žst. Roztoky u Prahy “*

Vypracoval :	Ing. Josef Vašina
Spolupracovali :	Ing. Dagmar Večeřová Ing. Josef Vašina, CSc. Luboš Strejček Geotest a.s. Brno
Kontroloval :	Doc. Ing. Antonín Paseka, CSc.

Ing. Jiřina Vašinová
statutární orgán společnosti

Rozdělovník

Výtisk č. 1 – 7 PRODEX spol. s r.o., o.s.
8 archiv WALTEC GDS s.r.o.

Obsah

1. ÚVOD – ZADÁNÍ GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	4
2. VÝCHOZÍ PODKLADY	4
3. VÝSLEDKY PŘEDCHOZÍCH PRŮZKUMŮ	5
4. POUŽITÉ METODY PRŮZKUMU	5
5. GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY	8
6. VÝSLEDKY GTP PRO KOLEJ	8
7. VÝSLEDKY GTP PRO PODCHOD A DŘEVĚNÝ PŘÍSTŘEŠEK	10
8. ZÁVĚR	11

Seznam příloh:

1. Situace ve státní mapě 1 : 5 000
2. Situace sond GTP v měřítku 1 : 1 000
3. Podélný geotechnický profil
4. Protokol o zkoušce č.: 3203-0176/18
5. Návrhy a posouzení pražcového podloží
6. Protokoly o měření statické zatěžovací zkoušky
7. Příčný řez podchodem
8. Profil vrtu V-1 v podlaze podchodu
9. Profil vrtu V-2 v podlaze přístřešku

1. Úvod – zadání geotechnického průzkumu

Na základě Objednávky prací č. PL-O-18-001, provedla firma WALTEC GDS s.r.o., geotechnický průzkum pro stavbu:

„Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště v žst. Roztoky u Prahy“

Projektantem objednatele bylo požadováno zpracovat návrh a posouzení pražcového podloží, z hlediska únosnosti a odolnosti pláně proti účinkům mrazu, ve stávající 5. koleji, (která bude nahrazena kolejí č. 3). Pro tento účel bylo objednáno 5 ks. statických zatěžovacích zkoušek, laboratorní rozboru zemin pláně a dynamické penetrační zkoušky u každé sondy. Dále byl proveden vrt a penetrační zkouška v přechodové oblasti podchodu v km 421,827, pro stanovení ZKPP a složení přechodového klínu podchodu, vrt v podlaze podchodu do jeho podloží a vrt podlahou dřevěného přístřešku.

Jedná se o celostátní dráhu, požadovaný min. modul na pláni tělesa žel. spodku pro předjízdne koleje je $E_{pl} = 40$ MPa, pro ostatní koleje $E_{pl} = 30$ MPa. U ZKPP podchodu je minimální požadovaná hodnota modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku $E_{pl} = 80$ MPa (platí pro přechodovou oblast a výběh ZKPP).

Terénní práce a zpracování GTP proběhly v červenci a srpnu 2018

2. Výchozí podklady

Objednatel geotechnického průzkumu nám předal následující písemné a grafické materiály:

- *Objednávku prací*
- *Schválený rozsah prací spolu s rozpočtem prací*
- *Situaci stavby s požadavkem na umístění průzkumných sond*
- *Vzorové příčné řezy*
- *Vyjádření o průběhu inženýrských sítí*

K bližšímu seznámení se s geologickou stavbou lokality jsme použili archivní materiály, resp. mapy - geologickou a hydrogeologickou ČR v měřítku 1 : 50 000 (Geofond Praha). Pro charakteristiku morfologie okolí byla využita státní mapa 1 : 5 000, list 7 – 7 Kralupy nad Vltavou.

3. Výsledky předchozích průzkumů

Objednatel prací poskytl výsledky již dříve uskutečněného GTP : GeoTec-GS, a.s. (2001) - Bubeneč-Kralupy nad Vltavou - průzkum, Návrh pražcového podloží v žst. Roztoky u Prahy. Byl zde proveden návrh PP pro staniční koleje a návrh ZKPP podchodu. V hlavních a předjízdňích kolejích bylo navrženo zlepšení neúnosných zemin vápnem ve vrstvě po zhutnění o mocnosti 0,42 m. ZKPP bylo navrženo ve vrstvě 0,35 m kameniva frakce 0/125 mm a 0,15 m podkladní vrstvy šterkodrtě frakce 0/32. Kolej č. 5 byla jako kusá dimenzovaná na min. $E_{pl} = 30\text{Mpa}$. Byla zde navržena konstrukční vrstva šterkodrtě frakce 0/32 o mocnosti 0,15 m.

V železniční stanici došlo v roce 1978 k havarijnímu úniku motorové nafty a proto zde byl proveden hydrogeologický průzkum (Stavební geologie n.p. Praha (1982). Přímo ve stanici, v kolejišti, byly provedeny vrty V-1 až V-5 do hloubky 5 m. (Geofond Praha). Vrtnými pracemi byl zastižen kolejový šterk o mocnosti 1,00 -1,30 m, pod ním tmavohnědé jílovitopísčité hlíny o mocnosti 2,50-2,60 m a hlouběji do 5 m, žluté jemnozrné písky. Podzemní voda nebyla vrty zastižena.

4. Použité metody průzkumu

Cílem geotechnického průzkumu bylo získání geotechnických parametrů na staveništi. Ke splnění těchto úkolů bylo zapotřebí, v souladu s platnými předpisy, vykonat níže uvedené činnosti:

4.1 Administrativní činnost

Pro provádění průzkumných prací zajistil zástupce objednatele informace o výskytu inženýrských sítí a zhotovitel zajistil jejich vytyčení.

4.2 Studium oblasti

V souladu s běžným postupem průzkumných prací provedli zhotovitelé analýzu dostupných geologických a geotechnických informací z dané oblasti, které sloužily k orientaci při realizaci průzkumných prací (Geofond Praha).

4.3 Odkryvné práce

Odkryvné práce byly provedeny v červenci 2018. Základní údaje o provedených sondážních pracích jsou souhrnně uvedeny v *tabulce 1*. Technická dokumentace průzkumných prací je uvedena v přílohách.

Situování penetračních, kopaných sond a vrtů bylo stanoveno projektantem stavby.

Geodetické zaměření průzkumných děl nebylo požadováno

sonda	hloubka	Odběr vzorku				
		neporušený	porušený	voda	skládka	petrografický
KS-1	1,10	-	1	-	-	-
KS-2	1,00	-	1	-	-	-
KS-3	1,10	-	1	-	-	-
KS-4	1,20	-	1	-	-	-
KS-5	1,00	-	1	-	-	-

Tabulka 1: Přehled provedených kopaných sond

4.4 Laboratorní zkoušky

Na odebraných porušených vzorcích zemin z kopaných sond byly provedeny laboratorní zkoušky a geologický popis.

Přehled o počtu a druhu laboratorních zkoušek poskytuje *tabulka 2*.

Indexové laboratorní zkoušky jsou určeny ke stanovení popisných vlastností zemin a hornin v místě stavby a k jejich zařazení do klasifikačního systému podle ČSN EN ISO 14688-2 a ČSN 73 6133 a k prognóze jejich geomechanických vlastností.

Veškeré laboratorní zkoušky prováděla laboratoř Geotestu Brno, akreditovaná zkušební laboratoř ČIA.

Druh zkoušky	počet
Laboratorní geotechnické zkoušky zemin	
porušený vzorek	5

Tabulka 2: Přehled provedených laboratorních zkoušek

Výsledky laboratorních zkoušek zemin jsou obsaženy v *příloze č.4*.

4.5 Terénní zkoušky a měření

Zatěžovací zkoušky pro pražcové podloží

Zatěžovací zkoušky pro pražcové podloží koleje byly provedeny zařízením americké provenience typu *Enerpac*, na zemní ploše dna sondy ve stanoveném místě. Vlastní zkušební místo bylo připraveno ručně a kontrolovaná plocha pod deskou byla upravena tak, aby byl zajištěn dostatečný prostor po obvodu desky a její dobrý kontakt s měřenou plochou. Vlastní měření bylo provedeno v souladu ČSN 72 1006 a s předpisem SŽDC S4, tj. deska byla stupňovitě zatěžována vždy po 0,05 MPa do maximální hodnoty 0,2 MPa s vyzněním deformace a to dvoustupňově, tzn. s odlehčením.

Z hodnot měrného tlaku a deformace byl stanoven *Statický modul přetvárnosti E0/MPa/* a to podle vztahu:

$$E0 = \frac{1,5 \cdot P \cdot r}{y} \quad / \text{MPa}/$$

kde :

P – měrný tlak na desku /MPa/

r – poloměr zatěžovací desky /m/ (pro podmínky SŽDC se užívá deska o průměru d = 0,30 m)

y – celkové průměrné zatlačení desky /m/ zjištěné při druhém zatěžovacím cyklu

Vyhlobené sondy byly, po ukončení zkoušky zaházeny a povrch štěrkového lože upraven do původního stavu.

Opravný součinitel „z“ byl stanoven podle předpisu SŽDC S4. Výsledky provedených zatěžovacích zkoušek jsou uvedeny v *příloze č.6*

Dynamické penetrační zkoušky

Dynamické penetrační zkoušky byly provedeny tzv. střední dynamickou penetrační soupravou DPM ve smyslu ČSN EN ISO 22476-2 , tj. soupravou s následujícími technickými parametry:

Hmotnost beranu	30 kg
Výška pádu beranu	0,5 m
Průměr tyčí	0,032 m
Průměr hrotu	0,0437 m
Plocha průřezu hrotu	0,0015 m ²

K sondování byly použity ztracené hroty s vrcholovým úhlem 90°. Podle doporučení zmíněné normy je možno hodnotu měrného dynamického penetračního odporu vypočítat podle tzv. holandského vzorce ve tvaru:

$$q_{dyn} = \frac{Q}{Q+q} \cdot \frac{Q \cdot h}{A \cdot s} \quad (\text{MPa})$$

Kde	Q	tíha beranu v kN
	q	tíha soutyčí, kovadliny a hrotu v příslušné hloubce, kde stanovujeme q_{dyn} ,v kN
	A	plocha příčného řezu hrotu v m ²
	s	zaražení hrotu 1 úderem v m

Ve výpočtu není uvažován vliv tření (malé hloubky sond) ani vliv podzemní vody. Výsledky DPM jsou uvedeny v *přílohách č. 3 a 7*.

Jádrové vrty

Byly odvrtány univerzální vrtnou soupravou UVSE 15. Odběry vzorků byly provedeny Jednoduchou jádrovkou s TK Ø112 mm. Vrtáno bylo na sucho (*přílohy č. 7,8,9*)

5. Geomorfologické a geologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění České republiky (Geomorfologické jednotky České republiky – Jan Bína, Jaromír Demek, / Academia Praha 2012/), se zájmová lokalita nachází ve východní části Kladenské tabule (podcelek), která je součástí Pražské plošiny (celek), Brdské podsoustavy a Poberounské soustavy.

V rámci Kladenské tabule lokalita leží na rozhraní Turské plošiny a Zdibské tabule, hranici tvoří řeka Vltava. Tok Vltavy se zařezává u Roztok do plochého georeliéfu zaklesnutým meandrem. Nad hranou údolí se zde rozkládají říční terasy.

Z hlediska geologické stavby se zájmová lokalita nachází v oblasti proterozoika Barrandienu (droby, prachovce, břidlice). Proterozoické horniny jsou zde překryty kvartérními deluviálními, (svahovými), sedimenty – písčité hlíny s úlomky hornin, hlíny, jíly, dále fluviálními sedimenty Vltavy-písčité štěrky, písky, písčité hlíny. **Železniční stanice je vybudována na částečně navezené terase, která je vyvýšena nad původní nivou řeky o cca 6 m.**

Z hlediska hydrogeologické stavby je významná hladina podzemní vody v kvartérních fluviálních sedimentech, která je volná a je vázaná na průlinové prostředí písčitých štěrků, písků a zahliněných písků. Jak je zřejmé z vrtů východně žel. stanice (Geofond Praha), **hladina podzemní vody se pohybuje na úrovni 173-175 m (n.v.) a je přímo ovlivňována vodními stavy Vltavy. Generelní směr proudění vody je na V až VSV.**

Klimatické podmínky, pro podmínky železniční sítě v zájmové oblasti, (z hlediska nepříznivých účinků mrazu), jsou charakterizovány návrhovou hodnotou indexu mrazu $I_{mn} = 400^{\circ}\text{C} \cdot \text{den}$ (mapa charakteristických hodnot indexu mrazu - SŽDC S4). Hloubka promrzání $h_{pr} = 0,90 \text{ m}$.

6. Výsledky geotechnického průzkumu pro kolej

Geotechnický průzkum zahrnuje úsek projektované 3. koleje, (stávající 5. koleje) a koleje 5a v žst. Roztoky u Prahy, která je součástí celostátní dráhy. Pro předjízdnu 3. koleje je požadované $E_{pl \min} = 40 \text{ MPa}$, pro kolej 5a (ostatní), je požadované $E_{pl \min} = 30 \text{ MPa}$. Ve stávající koleji 5 a 5a bylo provedeno 5 kopaných sond, v každé byla změřena statická zatěžovací zkouška, odebrán vzorek z pláně žel. spodku pro laboratorní určení parametrů zemin a dále byla u každé sondy, v ose koleje, provedena dynamická penetrační zkouška (příloha č.3). **Projektantem požadovanou sondu ve stávající 3. koleji nebylo možné provést z důvodů nevyloučení koleje.**

Ve všech sondách byl zjištěn neznečištěný kolejový štěrk o mocnosti 0,55 m. Pod ním byla neznečištěná štěrkodrt' o mocnosti cca 0,15-0,20m s geotextilií a geomřížkou na zemní pláni. Zemní pláň je tvořena jemnozrnnými zeminami, které byly v laboratoři zatříděny jako F4 CS ČSN 73 6133). Jedná se o zeminy málo únosné, nebezpečně namrzavé. Vzhledem k vysokému obsahu jílu a prachu jsou rozbídkavé. Jedná se o zeminy podmíněčně vhodné do násypu a do aktivní zóny. Tyto zeminy byly potvrzeny dynamickými penetračními sondami až do hloubky 2,00 m. Penetrační sondy byly situovány v ose koleje a ze sond DPS-4 a DPS-5 je zřejmé, že v ose koleje je pravděpodobně zatlačený původní kolejový štěrk.

Na základě zjištěných, výše uvedených geotechnických parametrů, byla pro :

projektovanou 3. kolej – navržená konstrukce PP ve dvou variantách:

Podle předpisu SŽDC S4 , vzorových listů a z nich vyplývajícího návrhu a posouzení konstrukce pražcového podloží, může pak být skladba PP pro požadované minimální **$E_{pl} = 40 \text{ MPa}$** , následující:

Návrhy PP vychází z nejnižší naměřené hodnoty **$E_{ored} = 10,60 \text{ MPa}$** .

1. varianta – PP typ 3

- *kolejové lože o mocnosti 0,35 m (beton. pražce)*
- *2. konstrukční vrstva ze štěrkodrtě frakce 0-32 mm o mocnosti 0,20 m ($I_D = 0,95$, $E_{sd} = 80 \text{ MPa}$)*
- *výztužná geotextilie*
- *1. konstrukční vrstva ze štěrkodrtě frakce 0-32 mm*
- náhradní zemní pláň o mocnosti 0,15 m ($I_D = 0,90$, $E_{sd} = 70 \text{ MPa}$)
- *separační geotextilie na zemní pláni*

2. varianta – PP typ 6

- *kolejové lože o mocnosti 0,35 m (pro beton. pražce)*
- *konstrukční vrstva ze štěrkodrtě frakce 0-32 mm o mocnosti 0,35 m ($I_D = 0,90$)*
- *vrstva zlepšené zeminy o min. mocnosti 0,42 m po zhutnění Proctor Standard PS min. 100% relativní ulehlost $I_D = \text{min. } 0,9$ modul přetvárnosti na vrstvě zlepšené zeminy $E_{pzlep} = \text{min. } 40 \text{ MPa}$*

kolej 5a – PP typ 3

Podle předpisu SŽDC S4 , vzorových listů a z nich vyplývajícího návrhu a posouzení konstrukce pražcového podloží, může pak být skladba PP pro požadované minimální **$E_{pl} = 30 \text{ MPa}$** , následující:

Návrh PP vychází z naměřené hodnoty **$E_{ored} = 12,90 \text{ MPa}$** .

- *kolejové lože o mocnosti 0,35 m (pro beton. pražce)*
- *konstrukční vrstva ze štěrkodrtě frakce 0-32 mm o mocnosti 0,20 m ($I_D = 0,95$, $E_{sd} = 80 \text{ MPa}$)*
- *separační a výztužná geotextilie na zemní pláni*

Navržené konstrukce vyhovují i z hlediska ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu (podle předpisu SŽDC S4).

7. Výsledky geotechnického průzkumu pro podchod a dřevěný přístřešek.

Do přechodové oblasti podchodu, v ose stávající 5. koleje, byly situovány jádrový vrt V-p a dynamická penetrační sonda DPS-p. Ve vrtu byly zjištěny pod konstrukčními vrstvami, v hloubce 0,90 – 3,40 m od ÚPP, jílovité hlíny s úlomky pevných hornin. Z výsledků je zřejmé, že přechodový klín podchodu tvoří nevhodné, neúnosné, nebezpečně namrzavé zeminy, které byly zjištěny i v kopaných sondách. Sondy byly ukončeny v hloubce 3,40 m od ÚPP, na tvrdém podkladu, pravděpodobně zbytky betonu nebo hrubé kamenivo ze stavby podchodu (příloha č.7).

Návrh ZKPP podchodu vychází z hodnoty $E_{ored}=11,80$ MPa, která byla naměřena v nejbližší sondě KS-2. **Požadované min. $E_{pl} = 80$ MPa**

Za předpokladu, že přechodový klín bude vybudován ze štěrkodrtě stabilizované cementem, je pro výběh ZKPP navržena ZKPP typ 4.

přechodová oblast+výběh ZKPP

- **kolejové lože o mocnosti 0,55 m** (pro beton. pražce)
- **podkladní vrstva štěrkodrti frakce 0-32 mm**
o mocnosti **0,20 m** ($I_D=0,80$, $E_{sd}=60$ MPa)
ve výběhu ZKPP
- **štěrkodrt' stabilizovaná cementem fr. 0-32 mm**
o mocnosti po zhutnění **0,30 m** ($I_D=1,00$)
dovoz z míchacího centra

Aby bylo dosaženo požadované $E_{pl} = 80$ MPa na konci přechodového klínu ze štěrkodrtě stabilizované cementem a ve výběhu ZKPP, je nutné provést náhradu neúnosné zeminy

- **náhradní zemní pláň** – vrstva štěrkodrtě nebo kameniva
o mocnosti **0,40 m** ($I_D=0,80$, $E=70$ MPa)

V podlaze podchodu byl proveden **jádrový vrt V-1** do hloubky 2,00 m. Vrt prošel ŽB monolitem a ŽB základovou deskou podchodu. V hloubce 1,10-1,45 m ověřil štěrkopískový podsyp. Pod ním, v hloubce 1,45-2,00 m byly zjištěny jemnozrnné písky s valouny o velikosti do 1cm (příloha č. 8). Hladina podzemní vody nebyla zastižena.

V podlaze dřevěného přístřešku byl proveden **jádrový vrt V-2**, do hloubky 1,20 m. Ověřil 0,25m mocnou vrstvu neporušeného prostého betonu a pod ní vrstvu šterku (valouny), až do hloubky 0,60 m. Dále do hloubky 1,10 m byla zjištěna podkladní vrstva neporušeného škvárobetonu a pod ní tmavě hnědá jílovitá hlína (příloha č.9).

8. Závěr

Zeminy zemní pláň obsahují vysoké procento jemnozrnné složky a jsou rozbídkavé, proto je nutné, při provádění stavebních prací, ochránit zemní pláň před deštěm.

Složení stavební směsi pro návrh zlepšené zeminy, musí být stanoveno před zahájením stavby akreditovanou laboratoří (SŽDC S4 Příloha 13)

Blansko, srpen 2018