

Podrobná etapa geotechnického průzkumu pro projektovou dokumentaci polní cesty v k.ú. Bedřichov



Zodpovědný řešitel: **RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.**

Brno, květen 2021

Projekce iGEO s.r.o.

Nám. 28. října 1899/11, Černá Pole, 602 00 Brno

IČ: 061 90 499, DIČ: CZ061 90 499

tel.: 608022443

web: www.igeo.cz

e-mail: ivan.poul@igeo.cz

Geotechnika, statika, inženýrská a stavební geologie, hydrogeologie

Název zakázky: Podrobný IG průzkum pro projekci polních cest v jižních Čechách - Bedřichov

Číslo zakázky: 036-2021

Objednatel: Ing. Jiří Hovorka

Podrobná etapa geotechnického průzkumu pro projektovou dokumentaci polní cesty v k.ú. Bedřichov



Zodpovědný řešitel: **RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.**

Brno, květen 2021

Obsah

1. Úvod	1
2. Přehled přírodních poměrů	2
3. Terénní práce a vyhodnocení.....	3
4. Doporučení pro projektování obslužných cest.....	4
5. Závěr	4

Přílohy:

- 1: Situace přehledná**
- 2: Vrtná dokumentace a sondy dynamické penetrace**
- 3: Laboratorní analýzy zemin**
- 4: Fotodokumentace**
- 5: Archivní podklady**

Rozdělovník:

1-6 a digitálně
Digitálně

Ing. Jiří Hovorka
Projekce iGEO s.r.o.

1. Úvod

Na základě objednávky ze dne 24.2. 2021 byl navržen projekt geologických prací a proveden podrobný geotechnický průzkum pro projekci polní cesty v jižních Čechách (k.ú. Bedřichov poblíž Dlouhé Stropnice). Průzkum nebyl realizován po registraci na ČGS. Průzkum proběhl v jedné etapě v dubnu 2021. Předložený průzkum je zaměřen na doporučení úpravy zemin pro vybudování asfaltových polních cest hodnocených **dle TP170 jako D2-(V)-VI**. Komunikace budou kryty **asfaltovým nátěrem kameniva 4/8 a je počítáno s pojezdem max. 15 nákladních automobilů denně**. Požadavek na únosnost pláň je $E_{\text{def},2} = 30 \text{ MPa}$ (ČSN 73 6109). Klasifikace zemin proběhla podle ČSN 73 6133. Rozsah průzkumu je stanoven podle TP76A, B.

Předmětem průzkumu bylo realizovat **3 jádrové zarážené sondy** do hloubky navětralého skalního podloží (asi 2,0 m) a **4 středních dynamických penetrací** hloubky 2,5-3,5 bm až na navětralé skalní podloží. Z odebraných zemin byla provedena klasifikace podle ČSN 73 6133 a zjištěna konzistence. Z dynamických penetrací byl stanoven **deformační modul, ulehlost a konzistence a efektivní úhel vnitřního tření**. Geologické poměry jsou jednoduché (ČSN 73 6133) zemin. S ohledem na geomorfologii a geologii většina realizovaných sond dosáhla v hloubce 0,5 m předkvartérního zcela zvětralého podloží, které lze dle ČSN 73 6133 hodnotit jako R5-R6. **Mechanické vlastnosti zastižených zemin jsou uvedeny v přílohách**. Průzkumné práce navazují na průzkumné práce firmy GEOVision s.r.o. z r. 2018 (jsou použitelné 2 sondy) a Mgr. Václav Rýdl z r. 2020 (použitelné jsou 2 sondy).

Použité normy, předpisy a zdroje

BS 1377-7:1990 - Methods of test for soils for civil engineering purposes. Shear strength tests (total stress)

ČSN 72 1006 - Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 73 6109 - Projektování polních cest

ČSN 73 6114+Z1 - Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování

ČSN 75 2410 - Malé vodní nádrže

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7 - Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN ISO 14688-1 - Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 22476-2 - Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška

TP 94 - Úprava zemin

TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací

Archivní zprávy

Rýdl, V. (2020): Zpráva o inženýrsko-geologickém průzkumu vodní nádrže MVN3 a MVN4 v k.ú. Bedřichov u Horní Stropnice. – MS, Mgr. Václav Rýdl. Kaznějov

Zýval, V. a kol. (2018): Bedřichov u Horní Stropnice Společná zařízení KPÚ, účelový inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum (úkol 18 359 32). – MS, GeoVision s.r.o., Praha.

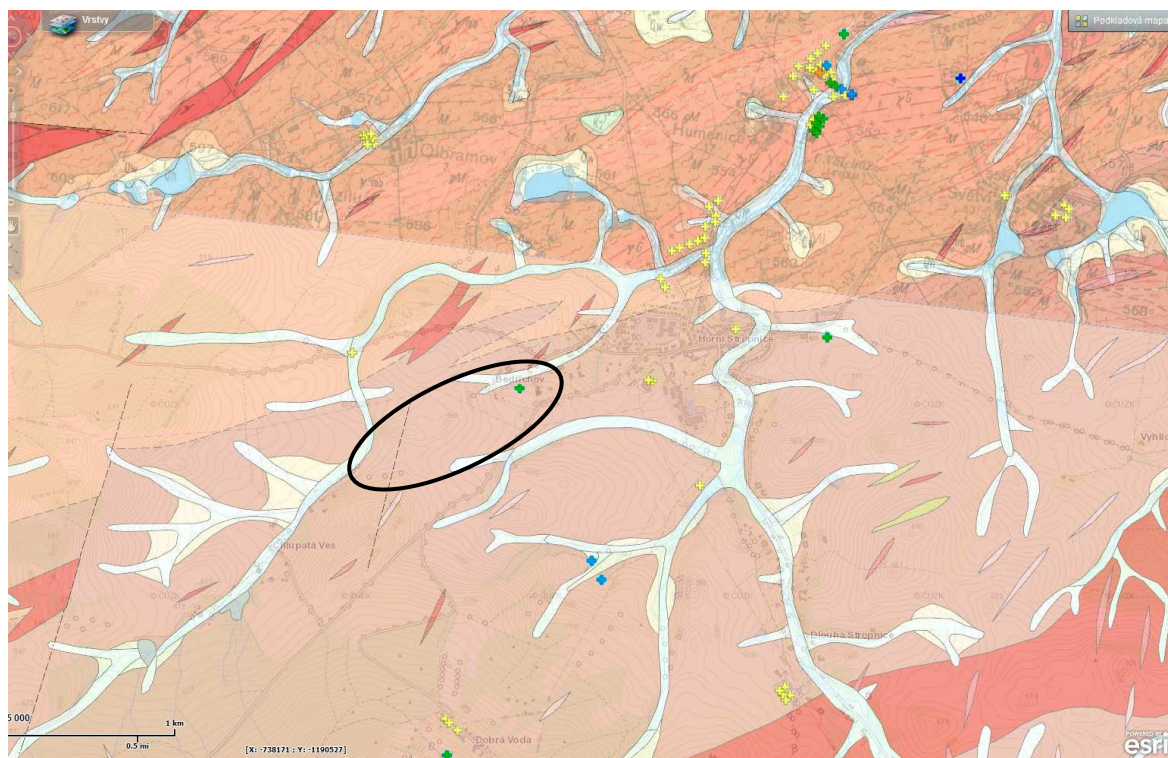
2. Přehled přírodních poměrů

Geografie

Nová cesta bude kopírovat hranici parcel a bude směřovat z obce Bedřichov k JZ. Délka nové cesty by měla být 944 m. Charakter krajiny je mírně zvlněný – pahorkatina. Nadmořská výška plánované komunikace se bude pohybovat zhruba 590-600 m.n.m. Na obou stranách komunikace je zemědělsky obdělávaná půda. V blízkosti se nachází i lesní porost. Polní cesta bude končit u PP Bedřichovický potok. Oblast patří do mírně teplé oblasti MT3 (podle Quitta, 1971).

Výtah z klasifikace:

Letní dny	20-30
Mrazivé dny	130-160
Počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	100-120
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-100
Průměrná teplota v červenci	16-17°C



Zevrubná geologická mapa zájmové lokality. Měřítko: 1:15 000, jednotky odpovídají standartní geologické mapě. (růžová – pararuly, migmatity, červená – granity, zelená – kvarcity, žlutá a bleděmodrá – kvarterní sedimenty).

Geologie

Jedná se o oblast Českého masivu, území patří k monotónní skupině Moldanubika a okrajově zasahuje do prostoru jihočeských pánví. V povodí potoka jsou doloženy kvarterní fluvialní hlinité, písčité a šterkovité sedimenty. Podloží tvoří pararuly, granity a migmatity monotónní skupiny moldanubika. V blízkosti byly popsány i čočky kvarcitů.

Hydrologie

Oblast odvodňuje Bedřichovický potok, který se vlévá do Stropnice a posléze Malše, potažmo do Vltavy (úmoří Severního moře). Jedná se o povodí 3. řádu 1-06-02 Malše. Území patří do bilančního povodí horního toku Vltavy. Nachází se zde hydrologická stanice Horní Stropnice. Podle posledního měření (22.8. 2017) $H = 1$ cm, tedy stupeň povodňové aktivity: sucho. Roční úhrn srážek (1961-1990) je 659 mm/rok. Dešťová voda kontinuálně vsakuje do podloží nebo odtéká brázdami do místní vodoteče.

Vsakování dešťové vody

Pro účely zasakování srážkových vod norma ČSN 75 9010 příloha A.1 a A.2 doporučuje pro horské lokality využití objemů srážek (v mm) s periodicitou p 0.1 11,9 mm za 5 min, 26,1 mm za 30 min, 34,6 mm za 60 min, 56,2 mm za 4 h, 112,5 mm za 24h a 235,2 za 72 mm

3. Terénní práce a vyhodnocení

Průzkumné práce probíhaly dne 14.4.2021. V rámci geotechnického průzkumu byly realizovány 4 střední dynamické penetrace dynamické penetrace typu STITZ – postup byl zvolen podle ČSN EN ISO 22476-2 a průzkum byl vyhodnocen podle ČSN EN 1997-2 a případně dalších publikovaných postupů (např. Matys a kol. 1991). Metoda dynamického penetračního sondování spočívá v zarážení soutyčí, opatřeného koncovým kalibrovaným hrotem do zeminy. K zarážení soutyčí slouží beranidlo padající z konstantní výšky při konstantní frekvenci. Při sondování je registrován počet úderů N10 potřebný k zarážení soutyčí o 10 cm. Výpočtem je zjišťována hodnota měrného dynamického odporu q_{dyn} (MPa). Těžká dynamická penetrační souprava DPH má tíhu beranidla 0,3 KN (hmotnost 30 kg), výška pádu 0,5 m, průřez hrotu 15 cm² s vrcholovým úhlem 90°.

Dynamické penetrace slouží k ověření mechanických vlastností zemin v přirozeném uložení, vyhledávání rozhraní, sestavení inženýrskogeologických řezů a k případnému ověření hladiny podzemní vody v trase plánované komunikace. Zarážené sondy fungují stejnou technologií za účelem získání vzorku zeminy pro popis a odběr pro stanovení zrnitosti a klasifikaci. Realizované sondy byly ukončeny na povrchu předkvartérního navětralého podloží (ruly, granitoidy), případně byly ukončeny v hloubce 2- 3,8 m, kam již nezasahují úpravy zemin pro vybudování dopravní komunikace.

Celkově bylo realizováno 3 zarážené sondy a 4 sondy střední dynamické penetrace. Zeminy byly odebírány z reprezentativní hloubky od 0,3 m pod aktuálním povrchem (pod ornici) a byly analyzovány v laboratoři Ústavu geotechniky FAST VUT v Brně.

Byly prováděny **pokusy stanovení konzistence** – zeminu nebylo možné penetrovat vrtulkovou zkouškou BS 1377 (příliš hrubá a zemina není plně saturovaná) a nebylo to možné ani laboratorně.

Zastižené **píscité až písčito-hlinité zeminy** jsou dle ČSN 73 6133 podmíněčně vhodné do podloží, jejich **CBR se pohybují > 10 %**. **Deformační modul** jemnozrnných zemin je **relativně nízký** a zeminy bude nutné zlepšit promísením s hrubší frakcí, zlepšit cementem, přehutnit, nebo nahradit vhodnou sypaninou. **Písky S4 S-M až S3 S-F jsou podmíněčně vhodným až vhodným podložím**. Zvětralá skála je situovaná až v hloubce kolem 2 m (mimo přímý dosah stavby) vhodné podloží.

Dle ČSN 73 6133 spadají zastižené zeminy do I. třídy těžitelnosti. Dle zrušené ČSN 73 3050 jsou jemnozrnné zeminy zatříděny do II. až III. třídy těžitelnosti. Skalní horniny spadají dle ČSN 73 6133 do II. až III. třídy, kdy rozhoduje zvětrání a počet puklin. Dle ČSN

73 3050 by se jednalo o třídy těžitelnosti IV až V. **Skalní horniny nevychází v trase komunikací na povrch** a nebude hrozit jejich dobývka.

Mechanické vlastnosti zemin jsou k dispozici v přílohách (3) – interpretace střední dynamické penetrace.

4. Doporučení pro projektování obslužných cest

Podle TP 170 odst. 4.2.2.5 se pro stanovení dopravního zatížení vozovek s běžným silničním provozem se podle ČSN 73 6114 užívají třídy dopravního zatížení (TDZ) s hodnotami průměrné denní intenzity provozu těžkých nákladních vozidel (TNV) pro všechny jízdní pruhy označením jako TNV_k za 24 h. Lze očekávat, že se bude jednat o komunikaci IV. třídy s pojezdem 15 TNV_k.

Možné promrzání vozovky se stanovuje pomocí indexu mrazu (norma ČSN 73 6114, odst. D.4), se spolehlivostí alespoň 87,5 %. Nadmořská výška je asi 590 m n. m, což je dle jmenované normy $I_m = 590$. Pro oboustranně obestavěné komunikace lze případně I_m redukovat koef. 0,85 (B.4). Vodní režim je **nepříznivý** (pendulární) až **příznivý** (difúzní) v závislosti na konzistenci ($I_c = \sim 1,0$) a také ročním období a míře sucha daného roku.

Jedná se o podloží řazené do kategorie PIII, kdy **je po úpravě** požadovaný minimální **deformační modul** $E_{def,2} = 30 - 40$ MPa. Takové hodnoty lze z přítomných zemin dosáhnout následováním TP 94 např. při lehkém přimíchání cementu (0 - 1,5 %). **Skutečnou hodnotu $E_{def,2}$ a nezbytného obsahu pojiv doporučuji stanovit hutnicím pokusem** a přetvárné vlastnosti ověřit statickou zatěžovací deskou průměru 300 mm na místě podle normy ČSN 72 1006 přílohy A.

Podle ČSN 73 6133 se: v návrhové úrovni porušení DO a D1 při návrhové hodnotě poměru únosnosti CBR < 15 % nebo v návrhové úrovni D1 pro třídu dopravního zatížení VI a pro návrhovou úroveň porušení D2 při návrhové hodnotě poměru únosnosti CBR < 10 % **doporučuje provést zlepšení podloží, nebo výměnu podloží.** Zlepšení celé aktivní zóny nebo její horní části může být mechanické (přimícháním vhodného materiálu pro úpravu zrnitosti) nebo příměsí pojiva.

5. Závěr

V rámci předloženého geologického průzkumu byly hodnoceny přírodní poměry a podloží pro projektované polní cesty ČSN 73 6133, TP170 a případně též ČSN 73 6109. Polní cesty budou mít asfaltový nátěr a budou určeny zejména pro osobní dopravu a občasnou dopravu nákladních vozidel, kdy se dle **TP170 jedná o dopravní komunikace D2 VI. třídy**. Do zhodnocení byly zahrnuty výsledky starších průzkumných prací (užitečné jsou pouze vrtné sondy a zrnitostní analýzy)

Geologické poměry jsou jednoduché, kdy se jedná o zeminy, které vznikly jako reziduální, tj. vznikly na místě zvětráváním podložních hornin ruly proterozického stáří a dle ČSN 73 6133 R6 (hlouběji než 2,5 m R5 a pevnost narůstá). Horniny zvětrávají na hrubozrnné hlinité písky a pokud je posuzujeme jako zeminy, jsou středně ulehlé až ulehlé; pokud obsahují velké množství jemnozrnné příměsi, dosahují pevné až tvrdé konzistence. **Hladina podzemní vody nebyla zjištěna.** Za pomoci zarážených sond byly realizovány odběry porušených vzorků pro zrnitostní rozbor, klasifikaci a doporučení zemin pro využití v násypu a podloží. Dle ČSN 73 6133 se jedná o zeminy S3 S-F, S4 SM a S5 SC v závislosti na místě odběru (hodnoceno i za použití archivních podkladů). **Všechny odebrané testované**

zeminy jsou podmíněčně vhodné do podloží (ČSN 73 6133). Vodní režim je předpokládán nepříznivý.

Zeminy, které budou po skrytí kulturní vrstvy v mocnosti 20 cm (občasně až 30 cm), tvořit aktivní zónu vozovky jsou hodnoceny dle ČSN 73 6133 jako a namrzavé místy mírně namrzavé. **CBR zemin v přirozeném uložení bylo v dubnu 2021 > 10 (metodika dle Jenkinse).** Dle ČSN 73 6133 tab. 5. by **mělo dojít k úpravě 300 – 400 mm zeminy**, která bude součástí aktivní zóny.

Úprava podloží - výměna

Vzhledem k podmíněčnému využití zemin v budoucí aktivní zóně a zejména nízkému $E_{\text{def},1}$, je **doporučeno provést výměnu**. Jednalo by se o 300-400 mm písčito-jílovité zeminy za šterkodrt' s vhodnou do podloží (ČSN 73 6133, čl. 9.2.6) $E_{\text{def},2} = 45 \text{ MPa}$. Tato vrstva by byla hutněna po vrstvách max. 200 mm. Odvodnění aktivní zóny může proběhnout příkopem s drenáží nebo vsakovacím rygolem ($k_h = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$). Odtěžená zemina je využitelná do násypu hráze, kdy podle ČSN 75 2410 se jedná o vhodnou až velmi vhodnou zeminu (pro homogenní hráz).

Úprava podloží - zlepšení

Druhou možností – složitější – je úprava podloží pojivem a zahutněním. Dle odst. **9.3.5.3 normy ČSN 73 6109** je pro podloží vozovky požadován **deformační modul ve druhé zatěžovací větvi min. 30 MPa**. Na základě penetračního testování in situ takových hodnot zeminy pod kulturní vrstvou nedosahují. **O tloušťce úpravy nebo výměny podloží rozhoduje dle TP170 deformační modul. Tloušťku zlepšení je možné stanovit hutním pokusem nebo podle ČSN 73 6133 odst. 3.1.8.1.**

Zeminy dosahují převážně nízké vlhkosti a bude nutné jejich zvlhčení na 21 % a následné přehutnění za použití vibrace. Pokud by projektant nenavrhoval výměnu podloží, potom za využití stabilizace 0,5 % cementu, bude s určitostí dosaženo $E_{\text{def},2} > 30 \text{ MPa}$. Taková zemina by před zhutněním měla mít $w_{\text{opt}} = 22 \%$. V místě DPM1 (kde poklesl počet úderů a $E_{\text{def},1}$) by bylo vhodné použití 1 % CEM II ($w_{\text{opt}} = 23 \%$) pro zlepšení zeminy v aktivní zóně na požadovanou únosnost. **Počet pojezdů válce bude vhodné stanovit hutním pokusem.** TP170 odst. A.4.3.2 předpokládá míru zhutnění na 100 % v případě jemnozrnných zemin (ČSN 72 1006) a poměr $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1} > 2,5$. Míra zhutnění by se měla testovat statickou zatěžovací deskou průměru 300 mm podle normy ČSN 72 1006 přílohy A.

Odvodňovací příkopy by měly být navrženy v místech, **kde hrozí nebezpečí, že by dešťová voda a voda z tajícího sněhu ovlivňovala vlhkost upravených zemin a mohla vyplavovat cement.** Dno příkopu by mělo být pod úrovní úpravy zeminy. Sklon může být 1:1. Kapacita by měla být navržena podle hydrotechnického výpočtu vycházejícího z množství srážek dopadených na plochu vozovky (ČSN 73 6109, ČSN 75 9010).

V Brně dne 13.5.2021

Vyhotovil: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., aut. ing., GIPENZ
(jednatel Projekce iGEO, s.r.o.)

odborně způsobilý inženýrský geolog 2101/2009
autorizovaný inženýr pro geotechniku č.a. 1005146

PŘÍLOHY: