

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



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

Brno, září 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. Jankov



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

Brno, září 2021

Obsah

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

Přílohy:

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

Rozdělovník:

1-6 a digitálně	Ing. Jiří Hovorka
Digitálně	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 dvou polních cest v jižních Čechách k.ú. Jankov. Průzkum proběhl v jedné etapě v červenci 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 pláně 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 **6 jádrově zarážených sond** do hloubky navětralého skalního podloží (0,8 – 2,5 m) a **6 středních dynamických penetrací** hloubky 1,7 – 3,0 m 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). S ohledem na geomorfologii a geologii většina realizovaných sond dosáhla v hloubce 0,5 m předkvartérního zcela zvětralého skalního podloží, které lze dle ČSN 73 6133 hodnotit jako horniny tříd R5-R6. **Mechanické vlastnosti zastižených zemin jsou uvedeny v přílohách.**



Obr. 1: Zájmová lokalita (dvě polní cesty) vyznačeny červenou čarou (mapy.cz).

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 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
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

2. Přehled přírodních poměrů

Geografie

První ze dvou polních cest bude směřovat z obce Jankov k silnici východně od obce Borovka. Délka nové cesty by měla být přibližně 1 km. Charakter krajiny je mírně zvlněný – pahorkatina. Nadmořská výška plánované komunikace se bude pohybovat zhruba 470-480 m.n.m. Po stranách komunikace jsou louky a zemědělsky obdělávaná půda. Druhá polní cesta bude začínat u cesty přibližně 600 metrů od obce Jankov SV směrem. Dále bude pokračovat přibližně v jižním směru. Její délka by měla být přibližně 1,1 km. Nadmořská výška se bude pohybovat zhruba 490-510 m.n.m. Komunikace bude z jedné strany lemována zemědělsky obdělávanou půdou a z druhé strany lesem. Oblast patří do mírně teplé oblasti MT5 (podle Quitta, 1971), která je charakteristická mírným až dlouhým jarem, mírným až mírně chladným létem, které je suché až mírně suché, až krátké, mírným až dlouhým podzimem a mírně chladnou, suchou až mírně suchou zimou.

Geologie

Jedná se o oblast Českého masivu, území patří k pestré skupině moldanubika, konkrétněji se jedná o gföhlskou skupinu. Horninovou náplň tvoří převážně granulity, méně pak serpentinity a migmatity. Blízko u porchu horniny zvětrávají na třídy R6-R5 (ČSN 73 6133). V nadloží jsou dále na některých částech zájmového území zastoupeny deluviofluviální, fluviální a deluviální sedimenty proměnlivé zrnitosti.

Hydrologie a hydrogeologie

Oblast náleží k hydrogeologickému rajonu 6310 Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy. Oblast odvodňuje Jankovský potok, který se vlévá do Dehtářského potoka a posléze Vltavy (úmoří Severního moře).

3. Terénní práce a vyhodnocení

Průzkumné práce probíhaly dne 8.7.2021. V rámci geotechnického průzkumu bylo realizováno 6 středních dynamických penetrací. Dynamické penetrace byly 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 zaražení soutyčí o 10 cm. Výpočtem je zjišťována hodnota měrného dynamického odporu q_{dyn} (MPa). Střední dynamická penetrační souprava DPM 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 zvětralého podloží (granitoidy).

Celkově bylo realizováno 6 zarážených sond a 6 sond střední dynamické penetrace. Zeminy byly odebírány z reprezentativní hloubky od 0,8 m pod aktuálním povrchem.

Byly prováděny **pokusy stanovení konzistence** – zeminu většinou nebylo možné penetrovat vrtulkovou zkouškou podle BS 1377 a ČSN EN 1997-2 (příliš hrubá a zemina není plně saturovaná) a nebylo to možné ani laboratorně.

Dle ČSN 73 6133 spadají zastížené zeminy do I. třídy těžitelnosti. Dle zrušené ČSN 73 3050 jsou jemnozrnné zeminy zatříděny do 2. až 3. třídy těžitelnosti, zvětralé skalní horniny do 4. až 5. Zeminy jsou hodnoceny dle ČSN 73 6133 I. třídou těžitelnosti. Zvětralé skalní horniny spadají dle ČSN 73 6133 do I. až II. třídy, kdy rozhoduje zvětrání a počet puklin. 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 VI. 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 500 m n. m, což je dle jmenované normy $I_m = 500$. 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 obdobím 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

zhutněním a případně následováním např. přimícháním cementu (1,0 %) podle TP 94. **Skutečnou hodnotu $E_{\text{def},2}$ 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 2 - 5 % 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 (přimísením vhodného materiálu pro úpravu zrnitosti) nebo příměsí pojiva.

5. Návrh vsakovacích příkopů

Projektování vsakovacího zařízení vychází z normy ČSN 75 9010 odst. 6.2.

Redukovaná odvodňovaná plocha je ozn. A_{red} a stanoví se jako suma plochy redukovaná koeficientem ψ podle sklonu a ro asfaltové plochy do sklonu 1% je to 0,7 pro sklon 1-5 % 0,8 a nad 5 % je to 0,9

$$A_{\text{red}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i$$

Podle úhrnu srážek z přílohy A.1 a A.2 na plochu se navrhne přítok (tab. 3 této zprávy, postačuje použít pravděpodobnost $p=0,2$).

Vsakovací odtok do podloží se stanoví podle koeficientu vsaku (k_v), vsakované ploše a za použití koeficientu bezpečnosti (postačuje $f=2$).

$$Q_{\text{vsak}} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}}$$

Vsakovací plocha se stanoví podle

$$A_{\text{vsak}} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{\text{vz}}}{2} + b \right)$$

L délka podzemního prostoru, v m;

b šířka podzemního prostoru, v m;

b' šířka vsakovací plochy podzemního prostoru, v m;

kde h_{vz} výška propustných stěn, v m;

rychlost přítoku do vsakovacího zařízení je obvykle rychlejší než vsakovací odtok, tak je nutné navrhnout retenční objem (hloubku příkopu)

$$V_{\text{vz}} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vz}}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}} \cdot t_c \cdot 60$$

- h_d návrhový úhrn srážek podle přílohy A nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání t_c a stanovenou periodicitou podle tabulky 2, v mm;
- A_{red} redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy, v m², podle 6.2.2;
- f součinitel bezpečnosti vsaku (viz 6.2.3);
- k_v koeficient vsaku (viz 6.2.3), v m · s⁻¹;
- A_{vsak} vsakovací plocha vsakovacího zařízení podle 6.2.4, v m²;
- A_{vz} plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení), v m²;
- t_c doba trvání srážky určité periodicity podle přílohy A nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů, v min (doby trvání srážek t_c uvedené v tabulce A.2 v hodinách, je nutno přepočítat na minuty).

Číslo stanice	Místo	Nadmořská výška [m n. m.]	Periodicita p [rok ⁻¹]	Doba trvání srážek t_c [min]							
				5	10	15	20	30	40	60	120
				Návrhové úhrny srážek h_d [mm]							
14	Tábor	441	0.2	11.9	16.4	18.4	19.7	21.8	23.2	25.1	28.6
			0.1	13.8	19.1	21.4	23.2	25.6	27.1	29.4	33.5

Číslo stanice	Místo	Nadmořská výška [m n. m.]	Periodicita p [rok ⁻¹]	Doba trvání srážek t_c [h]								
				4	6	8	10	12	18	24	48	72
				Návrhové úhrny srážek h_d [mm]								
14	Tábor	441	0.2	32.4	34.4	35.9	37.1	37.8	40.0	41.8	51.6	59.1
			0.1	38.0	40.4	41.2	42.0	42.8	45.3	47.1	59.0	66.9

Tab. 3: Výřezy z tab. A.1 a A.2 ČSN 75 9010

6. 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**.

Geologické poměry jsou jednoduché, kdy se jedná převážně o zeminy, které vznikly jako reziduální, tj. vznikly na místě zvětráváním podložních hornin, případně se zde dále vyskytují zeminy deluviální. Podložní horniny jsou dle ČSN 73 6133 hodnoceny jako R6 (hlouběji než 2,5 m R5 s nárůstem pevnosti). Horniny zvětrávají na jílovité písky až prach písčito jílovité. Tyto zeminy, jsou středně ulehlé až ulehlé; konzistence jemnozrnného podílu je tuhá až tvrdá. **Hladina podzemní vody nebyla zjištěna**. Za pomoci zarážených sond byl realizován odběr porušených vzorků pro zrnitostní rozbor, klasifikaci a doporučení zemin pro využití v násypu a podloží. Dle ČSN 73 6133 se jedná o zeminy F7 MV, S5 SC. **Odebrané testované zeminy jsou podmíněčně vhodné až nevhodné k přímému použití bez úpravy** (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 namrzavé až nebezpečně namrzavé. Dle ČSN 73 6133 tab. 5. by **mělo dojít k úpravě (nebo výměně) 400 – 500 mm zeminy**, která bude součástí aktivní zóny.

Úprava podloží - výměna

Vzhledem k podmíněčnému využití zemin v budoucí aktivní zóně a zejména nízkému $E_{def,1}$, je **doporučeno provést výměnu**. Jednalo by se o 400-500 mm písčito-jílovité zeminy za šterkodrt' s vhodnou do podloží (ČSN 73 6133, čl. 9.2.6) $E_{def,2} = 45$ MPa. Tato vrstva by byla

hutněna po vrstvách max. 200 mm. Odvodnění aktivní zóny může proběhnout příkopem s drenáží nebo vsakovacím rygolem (koeficient filtrace je proměnlivý $k_h = 8 \cdot 10^{-6}$ m/s až $8 \cdot 10^{-8}$ m/s).

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 (mimo sondy Z3) a bude nutné jejich zvlhčení na 21 % a následné přehutnění za použití vibrace. Pokud by projektant nenavrhoval výměnu podloží, potom za využití stabilizace 1,0 % cementu, bude s určitostí dosaženo $E_{def,2} > 30$ MPa. Taková zemina by před zhutněním měla mít $w_{opt} = 22$ %. **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 $E_{def,2} / E_{def,1} > 2,5$. 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). Množství srážek lze stanovit podle přílohy A.1 a A.2 normy ČSN 75 9010.

V Brně dne 5.9.2021

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

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

PŘÍLOHY: