

Číslo zakázky: 21020042000

Číslo dokumentu: 1

Číslo výtisku: 1

Dolní Žleb – opěrná stěna inženýrskogeologický průzkum

Geofyzikální průzkum a dynamické penetrační zkoušky



Číslo zakázky:

21020042000

Číslo dokumentu:

1

Zakázka: Dolní Žleb – opěrná stěna

Dokument: Geofyzikální průzkum a dynamické penetrační zkoušky

Objednatel: Mgr. Luděk Žabka

Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize geologie a geofyziky
Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
Tel.: +420 221 489 103, e-mail: geofyzika@inset.com

Odpovědný řešitel: Ing. Jan Smejkal

Ředitel divize: RNDr. Oldřich Levý

Dokument vypracovali: Ing. Jan Smejkal

Měření provedli: Ing. Jan Smejkal
Ing. Ondřej Rybář
Marek Matoušek

Výstupní kontrola: Lucie Pokorná

Rozdělovník: 1-4 Mgr. Luděk Žabka
0 spisovna INSET s.r.o.

OBSAH:

1	ÚVOD.....	4
2	POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	5
2.1	Geologické poměry	6
3	METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	6
3.1	Situace průzkumných prací.....	6
3.2	Dynamické penetrační zkoušky	8
3.2.1	Mělká refrakční seismika (MRS)	9
4	VÝSLEDKY MĚŘENÍ	11
4.1	Geofyzikální a geotechnické parametry zemin a hornin.....	11
4.2	Interpretace měření.....	12
4.2.1	Skalní podloží	12
4.2.2	Porušení horninového masivu	13
4.2.3	Kvartérní pokryv.....	14
5	ZÁVĚR	16

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Situace průzkumných prací – měřítko 1:1000

Příloha 2 - Protokoly dynamických penetrací

Příloha 3 - Výsledky geofyzikálních měření s interpretací, rychlostní seismický řez – 1:500/250

POUŽITÉ NORMY

- [1] ČSN 73 6133 *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (2010)*
[2] ČSN 73 3050 *Zemní práce (1987 - 2010)*

1 ÚVOD

Na základě objednávky Mgr. Lud'ka Žabky byl společností INSET s.r.o. v lednu 2021 realizován geofyzikální průzkum doplněný dynamickými penetračními zkouškami. Geofyzikální průzkum byl realizován v rámci inženýrskogeologického průzkumu pro projekt výstavby opěrné stěny. Záměrem výstavby je sanace stávající komunikace nacházející se na pozemku s p.č. 497 k.ú. Dolní Žleb v obci Děčín. Komunikace je situována ve strmém úbočí kaňonu Labe a v současnosti dochází k její deformaci vlivem sesouvání a odnosu zemin podél východního okraje komunikace. Vybudování opěrné stěny povede k zamezení těchto procesů a k dlouhodobé stabilizaci vozovky.



obr. 1. Orientační situace zájmového území (www.mapy.cz; upraveno); zájmové území vyznačeno červeně

Cílem průzkumu byla spojitá interpolace zájmových geologických poloh, lišící se zejména svými geomechanickými a geotechnickými vlastnostmi. Pro tento účel byla v souladu s objednávkou použita metoda mělké refrakční seismiky doplněná dynamickými penetračními zkouškami.

2 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmová komunikace se nachází na levobřežní straně kaňonu Labe na pozemku s p.č. 497 k.ú. Dolní Žleb severně od Děčína. Jedná se o cca 290 m dlouhý úsek silnice lokálního významu.

Komunikace prochází strmým svažitým terénem, přičemž západní část vozovky je vedena v zářezu a východní v násypu. Mocnost násypu je proměnlivá a závisí na reliéfu blízkého terénu. Ve střední části území jsou podél východního okraje vozovky násypové těleso rozšířeno a slouží jakožto parkovací plochy.

Povrch vozovky je tvořen zejména železobetonovými panely. V severní části území jsou patrné výrazné posuny panelů (obr. 2 - vlevo), způsobené intenzivním rozvolněním zemin v podloží vozovky. V této části již došlo i ke vzniku dutin v podloží panelů a k výrazné destabilizaci cesty (obr. 2 - vpravo).



obr. 2. Poškození komunikace v severní části území: posunutí panelů a vznik trhliny uprostřed vozovky (vlevo), dutiny v podloží východního okraje vozovky (vpravo)

Podél západního okraje je s výjimkou krátkého úseku v severní části území vybudována opěrná stěna zajišťující stabilitu zářezu. Tato stěna je tvořena železobetonovými panely či štípanými pískovci. V jižní části území je rovněž vybudována opěrná stěna zajišťující stabilitu násypu komunikace podél východního okraje silnice. Významné deformace opěrných stěn vlivem svahových pohybů nejsou v současnosti patrné.

2.1 Geologické poměry

Pro účely interpretace geofyzikálních měření a dynamických penetračních sond lze vymezit zeminové a horninové typy širšího okolí zájmového území následovně:

Horniny skalního podloží

Nejmladšími horninami svrchního patra kaňonu jsou středně až svrchně turonské **křemenné a vápnito-jílovité pískovce** jizerského souvrství. Následují **křemenné pískovce** bělohorského souvrství náležící do spodního až středního turonu. V nižších partiích kaňonu jsou odhaleny **křemenné, jílovité a glaukonitické pískovce** korycanských vrstev. Jedná se o horniny datované do středního až svrchního cenomanu. Dle příslušných geologických mapy vystupují pískovce korycanských vrstev i v prostoru zájmového území a tvoří zde přímé podloží kvartérního pokryvu.

V podloží korycanské vrstvy vystupují hlubinné magmatické horniny svrchně ordovického stáří. Jedná se o granodiority lužického masivu. Erozními procesy odhalené granodiority zaujímají nejhlubší partii kaňonu a ve větší míře vystupují více jak 350 m jižně od zájmové oblasti.

Kvartérní pokryvné útvary

Nejvyšší patro kvartérního pokryvu reprezentují **humózní zeminy** hlinitopísčitého charakteru dosahující mocnosti prvních jednotek decimetrů. **Deluviální sedimenty** představují zejména ve svažitéch partiích kaňonu významně rozšířený typ zemin. Jedná se o jílovito-písčité, hlinito-písčité, hlinito-kamenité až kamenité zemin dosahující mocnost jednotek metrů. Místy mohou deluviální sedimenty obsahovat i přemístěné pískovcové bloky. V nižších partiích kaňonu převažují **fluviální sedimenty** v podobě hlín, písků a štěrků. Relikty fluviálních akumulací se v mohou rovněž vyskytovat ve vyšších terasách, kde tvoří bází kvartérního pokryvu.

V bezprostředním okolí komunikace jsou rovněž patrné **antropogenní navážky**, které představují přemístěné zeminy písčitohlinitého charakteru s proměnlivým obsahem sutí.

3 METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Realizovaný průzkum se sestával z metody mělké refrakční seismiky a dynamických penetračních zkoušek. Situace průzkumných prací v rámci zájmového území je uvedena v příloze 1 a kapitole 3.1. Výsledky měření jsou v grafické formě uvedeny v přílohách 2 a 3 a popsány v kapitole 4.

3.1 Situace průzkumných prací

V rámci průzkumu byly provedeny tři dynamické penetrační zkoušky označené jakožto DP1, DP2 a DP3. Pozice zkoušek vycházela ze zadání objednavatele a terénních možností zkoumaného území. Penetrační zkoušky byly realizovány vždy v těsné blízkosti východního okraje vozovky. Souřadnice jednotlivých zkoušek jsou uvedeny v následující tabulce.

tab. 1. Souřadnice dynamických penetračních zkoušek DP1 až DP3

staničení [m]	souřadnice S-JTSK		nadmořská výška B.p.v. [m n.m.]
	X [m]	Y [m]	
DP1	958630,5	745266,9	153,8
DP2	958699,9	745242,9	160,1
DP3	958867,7	745190,7	171,6

Mělká refrakční seismika byla realizována v průzkumném profilu P1, který byl veden podél východního okraje vozovky. V jižní části byl profil veden podél východního okraje vozovky pod opěrnou stěnou, tj. 0,5 až 1,7 m pod úrovní komunikace. Terénní omezení zde neumožnilo realizaci měření na vozovce. Vybrané souřadnice profilu P1 jsou uvedeny v následující tabulce.

tab. 2. Souřadnice průzkumného profilu P1

staničení [m]	souřadnice S-JTSK		nadmořská výška B.p.v. [m n.m.]
	X [m]	Y [m]	
0	958611,0	745276,5	149,7
20	958628,7	745268,2	153,5
40	958647,1	745261,3	155,2
60	958665,5	745253,6	156,0
80	958684,4	745248,0	158,4
100	958703,3	745241,9	160,0
120	958722,9	745238,9	162,8
140	958742,4	745235,8	165,8
160	958761,9	745232,4	168,1
180	958781,4	745228,9	169,7
200	958800,4	745223,1	170,7
220	958817,4	745212,8	171,1
240	958835,8	745205,1	170,8
260	958854,4	745198,4	171,0
280	958873,4	745192,4	172,3
290	958882,92	745189,2	172,6

Geodetické zaměření průzkumného profilu a pozic dynamických penetračních sond bylo realizováno v polohopisném systému S-JTSK. Vytýčení a zpětné zaměření bylo provedeno metodou GPS s využitím on-line korekcí. K měření byla použita GPS stanice GEO7x výrobce Trimble, s přesností určení polohy do 50 cm.

Určení nadmořských výšek ve výškovém systému B.p.v bylo provedeno pomocí aplikace analýzy výškopisu, která je poskytována Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním.

3.2 Dynamické penetrační zkoušky

K dynamickým penetračním zkouškám byla použita středně těžká dynamická penetrace. Principem dynamického penetračního sondování je zarážení ocelového sutyčím opatřeného normovým hrotem do zeminy beranem konstantní hmotnosti o stálé výšce pádu. Používá se přístrojů a nářadí daných normou ČSN EN ISO 22476-2. Pro typ DPM (Dynamic Probing Medium) - ocelového sutyčím o průměru 32 mm, opatřeného normovým hrotem s vrcholovým úhlem 90° o ploše 10 cm² v řezu, beran má konstantní hmotnost 30 kg a konstantní výšku pádu 50 cm. Zjišťuje se počet úderů nutných pro zarážení sutyčím o 10 cm. Údaje jsou přepočítány na měrný dynamický odpor (q_{dyn} MPa) podle Bondarikova vzorce:

$$q_{dyn} = \frac{Q^2 * N_{10} * h}{A * s * (Q + q)} - 0,04 * M_v \quad [Mpa]$$

kde: Q = tíha padajícího beranu [MN], q = tíha penetračního zařízení [MN], N_{10} = počet úderů na vnik hrotu o 0,1 m [1], h = výška pádu beranu [m], A = průřezová plocha hrotu [m²], s = vnik hrotu (sledovaný interval 10 cm) [m], M_v = torzní moment na plášti [N*m], 0,04 = parametr závisející na hmotnosti beranu a výšce pádu, užívaný pro DPM a DPH

Výsledky dynamické penetrační zkoušky jsou interpretovány:

- I. počtem redukováných úderů $N_{10,red}$ na 10 cm vniku
- II. měrným dynamickým odporem q_{dyn}

Dynamické penetrační zkoušky byly prováděny v rámci zájmového území p.č. 497 k.ú. Dolní Žleb v obci Děčín. Při výběru míst byly zohledněny všechny dostupné informace o průběhu inženýrských sítí. Pozice sond byla modifikována tak, aby procházející sítě nebyly ohroženy a byla jejich dodržena bezpečnostní zóna. Sondy byly umístěny vždy v těsné blízkosti východního okraje vozovky, tj. v násypu komunikace.



obr. 3. Pozice dynamické penetrační zkoušky - DP1



obr. 4. Pozice dynamické penetrační zkoušky - DP2



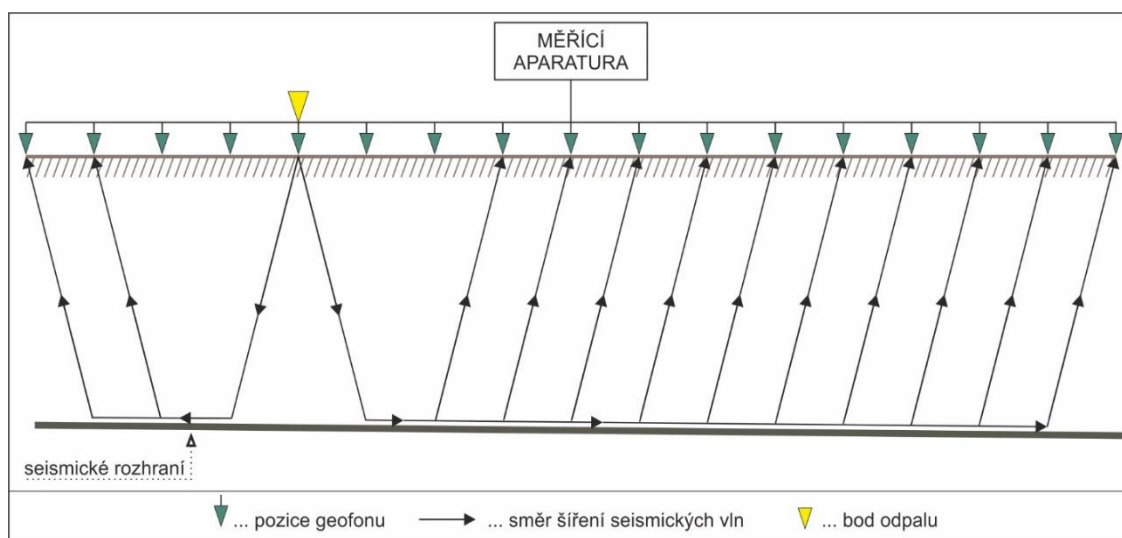
obr. 5. Pozice dynamické penetrační zkoušky – DP3

3.2.1 Mělká refrakční seismika (MRS)

Metoda mělké refrakční seismiky (MRS) je určena ke zjištění mocnosti pokryvu - hloubky uložení skalního podloží, stupni jeho zvětrání a tektonického porušení. V daných geologických podmínkách tak mapuje rozhraní mezi pokryvem charakteru nezpevněných zemin a jejich podložími tvořenými křídovými sedimentárními horninami v různém stupni zvětrání a porušení. K tomuto určení jsou v metodě MRS využity informace o rychlosti šíření seismických vln v prostředí nad rozhraním, podél refrakčního rozhraní a seismické rychlosti vln pronikajících do prostředí pod

rozhraním. Na základě odlišných rychlostí šíření seismických vln geologického prostředí lze rovněž určit některé geotechnické a geomechanické vlastnosti zkoumaného geologického prostředí.

Měření MRS je prováděno v předem vytyčených profilech, ve kterých jsou rozmístěny snímače seismických vln, geofony. Vzdálenost mezi sousedícími geofony je označována jako krok měření a je shodná mezi všemi geofony. V průběhu měření je v předem určeném místě (bod odpalu) vyvolán seismický vzruch, jenž se šíří daným prostředím. Dorazí-li seismická vlna k rozhraní s rozdílnými elastickými vlastnostmi (např. mezi zeminami a skalním podložím) dochází k refrakci (lomu) seismického paprsku, který dále pokračuje podél seismického rozhraní a zpět ke geofonům, které jej zaznamenají, viz zjednodušené schéma na následujícím obrázku. Signál je poté uložen do paměti měřicí aparatury. Následným zpracováním uloženého záznamu lze získat čas příchodu sledovaného seismického signálu. Na základě znalosti geometrie měření (tj. pozice geofonů a místo seismického vzruchu) a zjištěných časů příchodů seismických vln lze dále určit rychlosti šíření seismických vln v prostředí nad rozhraním, podél refrakčního rozhraní a seismické rychlosti vln pronikajících do prostředí pod rozhraním. Získané údaje o rychlostech šíření seismických vln umožňují sestavení seismického rychlostního řezu zkoumaného prostředí, který lze dále zpracovat a interpretovat.



obr. 6. Zjednodušené schéma měření metodou mělké refrakční seismiky (MRS)

K měření metodou MRS byla použita 24 kanálová seismická aparatura Terraloc MK-6 se snímači SM-7. Seismické vzruchy byly vyvolány údery 8 kg kladiva do speciální podložky. Krok měření činil 2 m. Výsledky měření byly v digitálně podobě zpracovány výpočtem pomocí specializovaného počítačového programu Rayfract, ve kterém byly inverzními iteračními výpočty zhotoveny seismické rychlostní modely v podobě seismických rychlostních řezů.

4 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V první fázi vyhodnocení realizovaných měření je nutno přiřadit očekávaným typům zemin a hornin příslušné intervaly sledovaných fyzikálních parametrů (kapitola 4.1). Následně lze provést konečnou interpretaci provedených měření (kapitola 4.2).

Pro vyhodnocení výsledků měření použita norma ČSN 73 6133 a ČSN 73 3050. Druhá zmiňovaná norma je již neplatná, avšak v mnohých případech stále využívána pro oceňování zemních prací. V rámci zájmového území lze předpokládat, že zdravé křídové pískovce vystupující v podloží kvartérního pokryvu mohou dosahovat vysokého stupně pevnosti. Vzhledem k této skutečnosti byla v souladu s normou ČSN 73 6133 provedena klasifikace dle pevnosti horninového materiálu v různém stupni zvětrání. Klasifikace je uvedena v následující tabulce.

tab. 3. Pevnostní klasifikace křídových pískovců zájmového území (upraveno dle ČSN 73 6133)

třída	pevnost σ_c [Mpa]	znak pevnosti	stupeň zvětrání horniny
R1	> 150	velmi vysoká	-
R2	50 - 150	vysoká	zdravé až navětralé pískovce
R3	15 - 50	střední	mírně zvětralé pískovce
R4	5 - 15	nízká	silně zvětralé pískovce
R5	1,5 - 5	velmi nízká	zcela zvětralé pískovce
R6	0,5 - 1,5	extrémně nízká	eluvia charakteru zemin

4.1 Geofyzikální a geotechnické parametry zemin a hornin

Dynamické penetrační zkoušky

Dynamické penetrační zkoušky hodnotí geologické prostředí na základě dynamického penetračního odporu q_{dyn} a počtu redukováných úderů $N_{10,red}$ potřebných k proniknutí soutyčí o hloubku 10 cm. Na základě těchto zjištěných hodnot a předpokládané geologické stavbě území byly určeny parametry jednotlivých zeminových a horninových typů. Přiřazení zjištěných parametrů očekávaným typům zemin a hornin je uvedeno v následující tabulce. Uvedené přiřazení je nutno brát jakožto orientační.

tab. 4. Přiřazen parametrů dynamických penetrací a vybraných geotechnických vlastností očekávaným typům zemin a hornin

zemina / hornina	měrný dynamický odpor q_{dyn} [MPa]	počet reduk. úderu $N_{10,red}$	zařazení dle ČSN 73 6133	těžitelnost dle ČSN 73 6133	těžitelnost dle ČSN 73 3050
hlína písčitá	0,1 - 5	0,1 - 5	MS	I	2 - 3
písek hlinitý	1 - 8	1 - 10	SM	I	3
písek jílovitý	1 - 8	1 - 10	SC	I	3

<i>zemina / hornina</i>	<i>měrný dynamický odpor q_{dyn} [MPa]</i>	<i>počet reduk. úderu $N_{10,red}$</i>	<i>zařazení dle ČSN 73 6133</i>	<i>těžitelnost dle ČSN 73 6133</i>	<i>těžitelnost dle ČSN 73 3050</i>
<i>písek hlinitý s obsahem štěrkovité frakce</i>	8 - 25	10 - 35	SM	I	3 - 4
<i>písek jílovitý s obsahem štěrkovité frakce</i>	8 - 25	10 - 35	SC	I	3 - 4
<i>písek jílovitý s obsahem štěrkovité frakce až kamenito-balvanité frakce</i>	> 35	> 60	SC	I-II	4 - 5
<i>eluvium charakteru písku hlinitého s obsahem štěrkovité až kamenité frakce</i>	10 - 35	20 - 50	R6	I	3 - 4
<i>zcela zvětralé pískovce</i>	> 35	> 50	R5	I-II	4 - 5

4.2 Interpretace měření

4.2.1 Skalní podloží

Rozhraní mezi kvartérním pokryvem a horninami skalního podloží reprezentované křídovými pískovci se vyznačuje gradientovým nárůstem seismických rychlostí. Gradientový nárůst seismických rychlostí je dán přítomností bazálních deluviláních zemin s vyšším obsahem štěrkovité až kamenité frakce a přítomností eluvií skalního podloží třídy pevnosti R6, které přecházejí do rozpukaných zcela zvětralých pískovců třídy pevnosti R5 a hlouběji R4.

Skalní horniny jsou ve výsledném seismickém rychlostním řezu interpretovány od hloubky odpovídající seismickým rychlostem 700 až 800 m/s. Tyto rychlosti v daných geologických poměrech indikují převahu zcela zvětralých pískovců třídy pevnosti R5, čemuž odpovídá i průběh dynamických penetračních zkoušek DP1 a DP3. V počátku profilu P1 je interpretována přítomnost zcela zvětralých pískovců přibližně 7,9 m pod povrchem, tj. v úrovni 142 m n.m. Do staničení 152 m dosahuje relativně konstantní hloubky 8 až 9 m. Následně dochází k snížení mocnosti pokryvu. Od staničení 160 m se rozhraní nachází v hloubce 6,6 m, tj. v úrovni 161,6 m n.m. Dále interpretované rozhraní převážně kolísá v hloubkovém rozpětí od 4,5 do 6,5 m. Od staničení 228 m do 252 m je rozhraní mezi kvartérním pokryvem a skalním položím interpretováno v hloubce 3,5 až 4 m. Následně dochází k mírnému zvýšení mocnosti pokryvu na 4,5 až 6,5 m.

Pro přehlednost jsou v následující tabulce uvedeny hloubky interpretovaného rozhraní mezi pokryvem a horninami skalního podloží o třídě pevnosti R5 ve vybraných bodech profilu. V úseku 210 až 270 m byl profil veden pod opěrnou stěnou vozovky, hloubka rozhraní tak neodpovídá hloubce od povrchu vozovky, ale od terénu pod opěrnou stěnou. Pro usnadnění práce s výsledky jsou v tabulce uvedeny i nadmořské výšky rozhraní. Předpokládaná chyba měření činí < 15 %.

tab. 5. Interpretované hloubky rozhraní mezi kvartérním pokryvem a horninami skalního podloží a horninami třídy pevnosti R5 a R4

staničení profilu P1 [m]	rozhraní mezi pokryvem a pískovci třídy pevnosti R5		rozhraní mezi pískovci třídy pevnosti R5 a R4	
	hloubka [m]	nadmořská výška [m n.m.]	hloubka [m]	nadmořská výška [m n.m.]
0	7,9	141,8	-	-
20	8,5	144,9	14,1	139,3
40	8,7	146,6	14,3	141
60	8,6	147,4	11,7	144,3
80	8,7	149,8	10,4	148,1
100	8,3	151,8	9,7	150,4
120	8,5	154,6	10,1	153
140	9	157	11	155
160	6,6	161,6	13,4	155
180	5	164,7	9,2	160,5
200	5	165,9	12,6	158,3
220	5,8	165,3	8,6	162,5
240	3,5	167,5	8,5	162,5
260	5,1	166,4	8,9	162,6
280	4,8	167,5	8,1	164,2
290	6,4	166,2	-	-

V seismickém rychlostním řezu je pod úrovní interpretovaného rozhraní mezi pokryvem a horninami skalního podloží patrný postupný nárůst seismických rychlostí. Tento jev je dán postupným snížením stupně zvětrání i rozpukání křídových hornin.

Skalní podloží přesahující seismické rychlosti 1200 až 1300 m/s lze klasifikovat jako silně zvětralé pískovce s převažující třídou pevnosti R4. Toto rozhraní mezi pískovci třídy pevnosti R5 a R4 je interpretováno v proměnném hloubkovém intervalu od 6,5 do 14 m pod povrchem terénu. Přičemž v severní části profilu (staničení 0 až 164 m) dosahuje popisované rozhraní hloubky 10 až 14 m. V jižní části profilu (staničení 164 až 290 m) vystupují horniny třídy pevnosti R4 převážně v hloubkovém rozmezí od 6,5 do 9 m.

Rychlosti seismických vln v daném prostředí přesahující 1600 až 1700 m/s indikují změnu pevnosti horninového prostředí. Horniny přesahující uvedené seismické rychlosti lze klasifikovat třídou pevnosti R3. V rámci měřeného profilu byly takto interpretovány pouze horniny ve střední části profilu (staničení 80 až 124 m) v hloubce 10 až 16 m.

4.2.2 Porušení horninového masivu

Na základě zjištěných seismických rychlostí podélných vln a jejich rozložení v rámci průzkumného profilu P1 byly interpretovány porušené zóny skalního masivu. Tyto zóny se nacházejí v metrážích: 32 až 52 m, 151 až 162 m, 194 až 216 m a 258 až 274 m. V uvedených

úsecích lze předpokládat vyšší stupeň zvětrání a rozpukání horninového masivu i v hlubších partiích. Ve srovnání se svým okolím se horninový masiv v těchto zónách bude vyznačovat sníženou třídou pevnosti.

4.2.3 Kvartérní pokryv

Svrchní horizont kvartérního pokryvu je tvořen převážně hlinitopísčitymi zeminami. Lokálně jsou přítomny navážky reprezentované jemno- až hrubozrnnými přemístěnými zeminami s proměnlivým obsahem stavebních sutí (zejména štípanými pískovci). Seismické rychlosti v přípovrchových vrstvách dosahují intervalu 200 až 400 m/s. Takovéto rychlosti indikují přítomnost zemin s nízkou konzistencí respektive nízkou ulehlostí. Měrný dynamický odpor i počet redukovaných úderů v těchto zeminách dosahuje prvních jednotek MPa, resp. úderů. Z výsledků dynamických penetračních zkoušek lze usuzovat, že mocnost těchto převážně písčitých hlín s nízkým stupněm konzistence může přesahovat až 2 m. Popisované zeminy klasifikujeme třídou těžitelnosti I (dle ČSN 73 6133) / 2 - 3 (dle ČSN 73 3050).

Následují sedimenty tvořené hlinitými až jílovitými písky s proměnlivým obsahem šterkovité, lokálně i kamenito-balvanité frakce. Tyto zeminy se vyznačují rychlostí seismických vln v rozmezí 500 až 800 m/s. Rozhraní mezi hlinitými až jílovitými písky bez či se šterkovitou až kamenito-balvanitou frakcí nelze na základě metody MRS spolehlivě vymezit. Dynamický penetrační odpor a počet redukovaných úderů v těchto zeminách relativně kolísá v závislosti na poměru šterkovité a kamenito-balvanité frakce. Mocnost hlinitopísčitých zemin s proměnlivým zastoupením šterkovité až kamenito-balvanité frakce může dosahovat 2 až 6,5 m. Hlinitopísčité zeminy s minimálním až žádným obsahem hrubozrnnější frakce klasifikujeme třídou těžitelnosti I (dle ČSN 73 6133) / 3 (dle ČSN 73 3050). Hlinitopísčité zeminy obsahující šterky či kameny až balvany klasifikujeme třídou těžitelnosti I - II (dle ČSN 73 6133) / 4 - 5 (dle ČSN 73 3050).

Dynamickými penetračními zkouškami DP1 a DP3 byl zastižen horizont hlinitopísčitých zemin s minimálním obsahem kamenité až balvanité frakce. Sledované parametry měrného dynamického odporů i redukovaných úderů jsou u těchto sond relativně nízké - převážně do 5 až 8 MPa, resp. počtu úderů. Výjimku představuje DP3 v hloubkové úrovni 2,2 – 2,8 m, kde dochází k lokálnímu zvýšení q_{dyn} i $N_{10,red}$ indikující lokální zvýšení obsah kamenité frakce.

Dynamickou penetrační zkouškou DP2 byla, pod interpretovanou polohou písčitých hlín zasahujících do hloubky 1,7 m, zastižena poloha vykazující výrazné zvýšení měřených parametrů q_{dyn} a $N_{10,red}$ indikující přítomnost šterkovité frakce. Zkouška DP2 byla ukončena v hloubce 4,0 m. V této hloubce byla zastižena poloha, kterou již penetrační soutyčí neproniklo. Na základě výsledku penetračních zkoušek a seismických rychlostních řezů je tato poloha interpretována jako hlinitopísčitý horizont s obsahem kamenito-balvanité frakce.

tab. 6. Výsledky dynamické penetrační zkoušky DP1

hloubka [m]	popis	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Těžitelnost dle ČSN 73 3050 ¹⁾ / ČSN 73 6133
0,0 - 1,2	hlína písčitá, měkká	MS	2 / I
1,2 - 6,0	písek hlinitý / jílovitý, kyprý	SM / SC	3 / I
6,0 - 7,1	písek hlinitý / jílovitý s obsahem štěrkovité frakce	SM / SC + G	3 - 4 / I
7,1 - 7,4	písek hlinitý / písek jílovitý, kyprý	SM / SC	3 / I
7,4 - 8,3	eluvium charakteru písku hlinitého ulehlého s obsahem štěrkovité až kamenité frakce	R6 (SM / SC + G)	4 / I
> 8,3	zcela zvětralé pískovce	R5	4 - 5 / I - II

tab. 7. Výsledky dynamické penetrační zkoušky DP2

hloubka [m]	popis	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Těžitelnost dle ČSN 73 3050 ¹⁾ / ČSN 73 6133
0,0 - 0,7	násyp - jemnozrnné zeminy písčité	MS / CS	1 - 2 / I
0,7 - 1,7	hlína písčitá, měkká až tuhá	MS	2 / I
1,7 - 4,0	písek hlinitý / jílovitý s obsahem štěrkovité frakce	SM / SC + G	3 - 4 / I
> 4,0	písek hlinitý / jílovitý s obsahem štěrkovité až kamenito-balvanité frakce	SM / SC + Cb +B	4 - 5 / I - II

tab. 8. Výsledky dynamické penetrační zkoušky DP3

hloubka [m]	popis	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Těžitelnost dle ČSN 73 3050 ¹⁾ / ČSN 73 6133
0,0 - 2,2	hlína písčitá, měkká	MS	2 / I
2,2 - 2,8	písek hlinitý / jílovitý s obsahem štěrkovité frakce	SM / SC + G	3 - 4 / I
2,8 - 4,3	písek hlinitý / jílovitý	SM / SC	3 / I
4,3 - 4,5	eluvium charakteru písku hlinitého / jílovitého ulehlého	R6 (SM / SC)	3 - 4 / I
> 4,5	zcela zvětralé pískovce	R5	4 - 5 / I - II

5 ZÁVĚR

Společností INSET s.r.o. byl v lednu roku 2021 realizován geofyzikální průzkum doplněný dynamickými penetračními sondami za účelem zjištění geologických a geotechnických poměrů v místech plánované výstavby opěrné stěny na pozemku s p.č. 497 k.ú. Dolní Žleb. V souladu s objednávkou byly k tomuto účelu použity metody mělké refrakční seismiky a dynamických penetračních sond.

Měření metodou mělké refrakční seismiky bylo realizováno podél východního okraje zájmové vozovky (tj. v místech plánované opěrné stěny) v celkové délce 290 m. Dynamické penetrační sondy byly rovněž realizovány na východní straně komunikace. Celkem byly realizovány tři dynamické penetrační sondy celkově dosahující hloubky 17 m. Situace průzkumných děl je uvedena v kapitole 3.1 a příloze 1.

Výsledky měření jsou podrobně popsány v kapitole 4 a v přílohách 2 a 3. Ve stručnosti lze geologické a geotechnické poměry v zájmovém území popsat následovně. Kvartérní pokryv tvoří zejména deluviální sedimenty v podobě hlinitopísčitých až jílovitopísčitých zemin s proměnlivým obsahem štěrků, kamenů až balvanů. Celková mocnost kvartérního pokryvu je proměnlivá a kolísá v rozpětí 3,5 až 9 m, přičemž v severní části zájmového území lze očekávat mocnost dosahující vyšších hodnot z uvedeného intervalu. V jižní části profilu nabývá mocnost hodnot z nižších hodnot daného rozpětí.

Svrchní partie kvartérního pokryvu tvoří převážně měkké písčité hlíny s minimálním obsahem štěrků či kamenů. Tyto zeminy klasifikované nízkou třídou těžitelnosti I (dle ČSN 73 6133) / 2 - 3 (dle ČSN 73 3050) byly zastiženy všemi dynamickými penetračními sondami. Následují jílovité až hlinité písky s proměnlivým obsahem štěrkovité i kamenito-balvanité frakce. Zeminy hlinitopísčitého (resp. jílovitopísčitého) charakteru s nízkým obsahem štěrků zastižené dynamickými penetračními sondami DP1 a DP3 jsou hodnoceny třídou těžitelnosti I (dle ČSN 73 6133) / 3 – 4 (dle ČSN 73 3050). Písčité zeminy s vysokým obsahem štěrků až kamenů a balvanů zastižené dynamickou penetrační sondou DP2 jsou klasifikovány třídou těžitelnosti I - II (dle ČSN 73 6133) / 4 – 5 (dle ČSN 73 3050).

Podloží kvartérního pokryvu představují pískovce české křídové pánve. Mělce pod bázi pokryvu, která zahrnuje i eluvium charakteru zemin, jsou tyto pískovce intenzivně rozpukány a zvětřány. Horniny v této oblasti lze klasifikovat dle ČSN 73 6133 třídou pevnosti R5. S rostoucí hloubkou stupeň zvětřání i rozpukání klesá, čímž dochází k přechodu do pevnostní třídy R4. Horninové prostředí dosahující převážně třídy pevnosti R4 v rámci měřeného profilu kolísá v širokém rozpětí od 6,5 do 14 m.

Na základě výsledků mělké refrakční seismiky byly rovněž interpretovány tektonicky porušené části skalního podloží v metrážích 32 až 52 m, 151 až 162 m, 194 až 216 m a 258 až 274 m.

V Praze dne 17. 2. 2021

Ing. Jan Smejkal