

zhotovitel:

AZ Consult, spol. s r.o.

Klíšská 12, 400 01 Ústí nad Labem

objednatel:

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

**SANACE SKALNÍHO ZÁŘEZU V KM 13.150 - 13.380 TRATI
LIBEREC – TANVALD**

INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÝ PRŮZKUM

Číslo zakázky: **334/10**

Příloha č.: **B.13**

Název zprávy: **Závěrečná zpráva z inženýrsko-geologického průzkumu**

Zpracovali: Mgr. Lucie Sanža
Mgr. Jakub Šindelář

Ústí nad Labem

červen 2011

O B S A H

1	ÚVOD	2
2	PŘÍRODNÍ POMĚRY	2
2.1	Morfologické a klimatické poměry	2
2.2	Geologické poměry	3
2.3	Hydrologické a hydrogeologické poměry	4
3	METODIKA PRACÍ	5
4	PRŮBĚH A VÝSLEDKY PRACÍ	6
4.1	Terénní průzkumné práce	6
4.2	Geotechnické parametry	7
5	ZÁVĚR	8
6	POUŽITÁ LITERATURA	10

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Přehledná situace lokality
Příloha 2	Situace provedených vrtů
Příloha 3	Výsledky laboratorních zkoušek
Příloha 4	Fotodokumentace

1 ÚVOD

Na základě objednávky Správy železniční dopravní cesty, s.o. byl zpracován inženýrsko-geologický průzkum pro akci „Sanace skalního zářezu v km 13,150 – 13,380 trati Liberec – Tanvald“. Cílem průzkumných prací bylo zjištění hloubky a stupně zvětrání horniny v uvedeném zářezu a poskytnutí podkladů projektantovi pro návrh sanačních opatření.

2 PŘÍRODNÍ POMĚRY

2.1 Morfologické a klimatické poměry

Zájmové území náleží z hlediska geomorfologického členění ČR (Cenia 2010a) k Hercynskému systému, provincii Česká vysočina, Krkonoško-jesenické subprovincii, Krkonošské oblasti a celku Žitavská pánev. Vlastní lokalita se nachází v okrsku Jablonecká kotlina, která je nejvýchodnějším cípem Žitavské pánve na českém území. Ze severu, východu a jihu je uzavřena Jizerskými horami, západní hranice navazuje na Libereckou kotlinu, která je rovněž částí Žitavské pánve. Bodem s nejvyšší nadmořskou výškou je Prosečský hřeben (593 m n. m.). Morfologie pánve je málo vyvinuta, krajina má spíše charakter pahorkatiny.

Z klimatického hlediska se zájmové území řadí do chladné a srážkově bohaté oblasti (Cenia, 2010b). Průměrná roční teplota vzduchu je v širším regionu 7,2°C, přičemž minimální měsíční průměrná teplota nastává typicky v lednu a maximální měsíční průměrná teplota v červenci (ČHMÚ 2010). Údaje o průměrných měsíčních a ročních teplotách jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Průměrné měsíční a roční teploty v meteorologické stanici Liberec (398 m n. m.) v letech 1961-1990

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
°C	-2,5	-1,2	2,3	6,6	11,7	14,8	16,2	15,8	12,4	8,3	2,9	-0,8	7,2

Průměrný roční úhrn srážek v meteorologické stanici Liberec činí 803 mm, přičemž největší měsíční úhrn srážek připadá na měsíc srpen a nejmenší měsíční úhrn srážek na měsíc únor.

Tab. 2: Průměrné měsíční a roční úhrny srážek v meteorologické stanici Liberec (398 m n. m.) v letech 1961-1990

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
mm	53,3	46,2	48,9	58,2	80,2	84,9	87,9	88,4	65,4	59,6	63,1	67,3	803

2.2 Geologické poměry

Zájmové území je geomorfologicky součástí terciární Žitavské pánve, ovšem bez zachované sedimentární výplně. Regionálně geologické zařazení lokality proto neodpovídá v tomto případě zařazení geomorfologickému. Lokalita náleží ke krystaliniku a prevariskému paleozoiku Českého masivu, lužické oblasti, regionu magmatity lužické oblasti a jednotce krkonošsko-jizerský masiv. Oblast je zde postižena zčásti ověřenými a zčásti předpokládanými tektonickými liniemi ve směru SZ - JV, patrnými většinou v délce do 2 km.

Předkvartérní podloží - krystalinikum

Krystalinické podloží zájmového území je tvořeno krkonošsko-jizerským plutonem, který vznikl jako posttektonické intruzivní těleso. Vyplňuje jádro klenbovitě zvrásněné struktury a buduje většinu okolních hřbetů Jizerských hor. Pluton je tvořen monotónními, převážně porfyrickými granity s přechody do granodioritů. Charakteristickým rysem jsou vyrostlice růžově zbarvených draselných živců obklopených bílými plagioklasy (tzv. liberecká žula). Odlišný typ tanvaldské žuly tvoří protáhlé těleso při jihozápadním okraji plutonu.

Intruze plutonu spadá dle interpretace radiometrických měření do intervalu 330 – 310 Ma, je tedy karbonského stáří a spadá také do průběhu variského vrásnění (Chlupáč 2002).

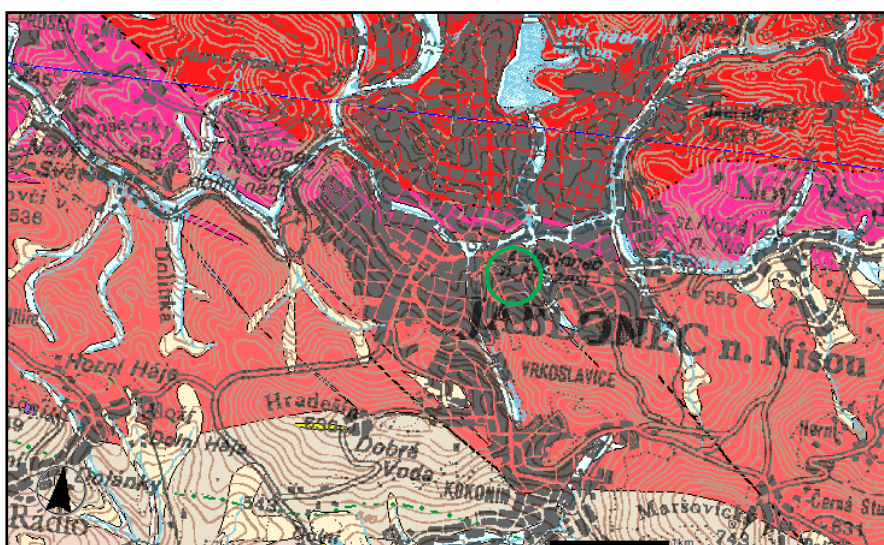
V oblouku kolem krkonošsko-jizerského plutonu se vyskytují zvrásněné pelitické horniny původně staropaleozoického stáří, které byly přeměněny během variského vrásnění. Jedná se o fylity, svory, zelené břidlice, ruly a kvarcity.

Zářez, který je předmětem tohoto průzkumu, je podle makroskopického popisu cca z 1/3 délky vyražen v porfyrickém biotitickém granitu („liberecké žule“), cca ze 2/3 délky ve středně zrnitém muskovit-biotitickém granitu. Od tzv. liberecké žuly se tento typ liší zejména nepřítomností porfyrických vyrostlic živce. U obou typů granitu je patrné proměnlivé zastoupení jednotlivých minerálů tvořících horninu a jejich velmi rozdílná odolnost vůči zvětrávání. Proto je pro tyto horniny typické vytváření četných značně rozměrných téměř nezvětralých horninových bloků uvnitř silně zvětralého až rozloženého masivu. Obdobný charakter mají i deluvia vzniklá pohybem těchto zvětralin (Šrédli 1988).

Kvartérní pokryv

Kvartérní sedimenty jsou v blízkosti zářezu tvořeny především deluvii granitoidních hornin. Povrch skály je do hloubky několika desítek centimetrů produktem kvartérního zvětrávání, a v tomto rozsahu je tedy možné vyčlenit i kvartérní pokryv. Kromě toho se zvětraliny vyskytují také v okolí zářezu nad jeho hranami.

PŘEHLEDNÁ GEOLOGICKÁ MAPA (ČGS 2011)



Sjednocená legenda GEOČR 50 (ČGS 2011)

kenozoikum

kvartér

holocén

6	nivní sediment (fluviální nečlenené + sedimenty vodních nádrží)
7	smíšený sediment (deluviofluviální)
9	slatina, rašelina, hnílokal (organická)
13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment (deluviální) (složení pestré)

ČESKÝ MASIV - POKRYVNÉ ÚTVARY A POSTVARISKÉ MAGMATITY

terciér (paleogén - neogén)

eocén, oligocén, miocén

169	bazaltoidy nerozlišené
203	limburgit, plagioklasový limburgit (složení augit, magnetit, sklo, (plagioklas))

ČESKÝ MASIV - KRYSTALINIKUM A PREVARISKÉ PALEOZOIKUM

paleozoikum

karbon

karbon svrchní

1493	křemen - hematitová žíla
1497	granit (složení biotit)
1498	granit až granodiorit
1500	granit (složení muskovit biotit)

proterozoikum

neoproterozoikum

866	fylit + svor (složení chlorit muskovit\ albit, místy s biotit či granát)
867	fylit + svor (složení chlorit muskovit\ albit, místy s biotitem či granátem)
868	kvarcit (složení muskovit)

2.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Řešené území patří v systému hydrologických povodí do:

povodí 1. řádu: Odra

oblast povodí: dolní a střední Labe

povodí 3. řádu: 2-04-07 Lužická Nisa po Mandavu

povodí 4. řádu: 2-04-07-004/0 a 2-04-07-006/0 Lužická Nisa.

Z hlediska hydrogeologického rajónování patří území k hydrogeologickému rajónu 6413 – Krystalinikum Jizerských hor v povodí Lužické Nisy. V tomto rajónu je popsán jeden nevymezený kolektor podzemní vody. Propustnost v tomto kolektoru je puklinová, hladina podzemní vody je volná nebo lokálně mírně napjatá (Mareš 1967) a transmisivita je klasifikována jako nízká (menší než 10^{-4} m²/s). Celková mineralizace podzemní vody je nižší než 0,3 g/l a chemický typ vody je uváděn Ca-Na-HCO₃-SO₄ (VÚV 2009). Vzhledem k charakteru kolektoru je hloubka hladiny podzemní vody závislá na terénu, kdy v depresích se hladina nachází v mělkých hloubkách pod povrchem a v terénních elevacích je zaklesnuta hlouběji.

3 METODIKA PRACÍ

Průzkum byl zaměřen na stanovení intenzity a hloubky zvětrání hornin v zářezu a na stanovení jejich pevnostních charakteristik. Za tímto účelem byly navrženy následující terénní a laboratorní práce:

- vrtné práce
- geologická dokumentace vrtných jader
- fotodokumentace
- odběr vzorků skalních hornin
- laboratorní zkoušky pevnosti hornin v tlaku

Před započítím terénních prací bylo v celé délce zájmového úseku na svislé stěně zářezu vytýčeno 6 bodů situovaných u paty zářezu. Místa byla vybrána tak, aby odrážela průměrný stupeň zvětrání obou popsaných typů granitu.

Vrty byly realizovány při snížené rychlosti průjezdu železničních vozidel (v součinnosti se SŽDC) závěsnou lafetovou jádrovou vrtačkou značky Milwaukee s jádrovkou o vnitřním průměru 45 mm. Po přesném zaměření hloubky vývrtu a fotodokumentaci byla provedena geologická dokumentace, odběr vzorků a odeslání vzorků do laboratoře mechaniky skalních hornin.

4 PRŮBĚH A VÝSLEDKY PRACÍ

4.1 Terénní průzkumné práce

Celkem bylo v zářezu provedeno 6 vodorovných jádrových vrtů. Při technologii jádrového rotačního vrtání s výplachem byla zcela až silně zvětralá hornina v prvních jednotkách až desítkách cm rozvrtána a rozplavena. Tomu odpovídá výnos jádra, který v těchto místech nepřesahoval 20%. Během vrtání byly zastiženy dva makroskopicky i kvalitativně odlišné typy granitu:

1. hrubozrnný porfyrický granit, který se vyznačoval vyšším stupněm zvětření; zastižen byl ve vrtech J1, J2, J3 a částečně ve vrtu J6. Tento typ granitu se při vrtání snadno rozpadal a polohy horniny třídy R3 byly zastiženy od hloubek 0,4 - 0,6 m.

2. středozrnný granit vykazoval celkově nižší stupeň zvětření, polohy R3 byly zastiženy od hloubek 0,05 - 0,1 m, místy i na povrchu skály. Tento typ granitu byl zastižen ve vrtech J4, J5 a částečně J6.

Během provádění vrtných prací byla posuzována kvalita granitu v dané hloubce a vrtání bylo ukončeno v úrovni granitové horniny tř. R3 až R2 (zpravidla v hloubce 0,5 - 0,7 m). Celkem byly odebrány 3 poloporušené vzorky hornin ke stanovení pevnosti v prostém tlaku.

Vývěry podzemní vody nebyly ve vrtech ani v jejich okolí v zářezu pozorovány, pouze v několika místech byla pozorována vlhkost na povrchu skály. Při vydatnějších deštích však předpokládáme, že může docházet k průsakům podzemní vody v zejména v nejvíce porušených místech skalní stěny zářezu.

Makroskopický popis vrtných jader

Vrt J1 $x = 980178.47$ $y = 680563.31$ $z = 508.64$

0,0 – 0,25 m granit zcela zvětralý třídy R6, bez výnosu jádra, rozvrtáno

0,25 – 0,4 m granit silně zvětralý, výrazně hrubozrnný, úlomky se dají lámat v ruce R5 – R4

0,4 – 0,6 m granit mírně zvětralý tř. R3

Odebrán poloporušený vzorek horniny z úrovně 0,4 – 0,53 m

Vrt J2 $x = 980193.66$ $y = 680537.10$ $z = 510.27$

0,0 – 0,1 m granit zcela zvětralý třídy R6

0,1 – 0,3 m granit silně zvětralý výrazně hrubozrnný třídy R5 – R4, výnos jádra pouze v úlomcích, které se rozpadají na jednotlivá zrna

0,3 – 0,4 m granit silně zvětralý (R4), zrna oxidovaná
0,4 – 0,6 m mírně zvětralý granit třídy R3

Vrt J3 x = 980210.11 y = 680494.43 z = 510.55

0,0 – 0,4 m granit silně zvětralý třídy R5 – R4, jádro není kompaktní, rozpad na shluk zrn
0,4 – 0,6 m pevnější poloha liberecké žuly třídy R4
0,6 – 0,68 m přechod na výrazně tvrdší polohu světlé hrubozrnné žuly třídy R3
Celkový výnos jádra cca 20%

Vrt J4 x = 980233.94 y = 680434.81 z = 512.19

0,0 – 0,1 m mírně rozpadavé úlomky granitu, zavrtáno do ostrohu skály, třída R4 (R5)
0,1 – 0,3 m středně vrtatelná poloha granitu, zrna navětralá, R3 – (R4)
0,3 – 0,4 m granit navětralý třídy R2 – (R3), náročně vrtatelná poloha
Pozn.: uchycení vrtné soupravy na relativně zdravém povrchu
Odebrán poloporušený vzorek horniny z úrovně 0,1 – 0,23 m

Vrt J5 x = 980227.59 y = 680436.43 z = 511.72

0,0 – 0,15 m granitová zrna zvětralá (rezavé povlaky), třída R3 – (R4)
0,15 – 0,6 m navrtána podélná puklina, výnos pŕlených jader, hornina na puklině zoxidovaná (povlaky oxidů železa)

Vrt J6 x = 980249.70 y = 680383.05 z = 513.40

0 – 0,05 m světlý střednozrnný granit, třída R4
0,05 – 0,25 m světlý střednozrnný granit, třída R3
0,25 – 0,4 m přechod na varietu klasické liberecké žuly s narůžovělými živci, kontakt tektonicky porušen, drolivá poloha R5 – R4
0,4 – 0,53 m narůžovělá liberecká žula, střednozrnná, R2 – R3
Odebrán poloporušený vzorek horniny z úrovně 0,3 – 0,4 m

4.2 Geotechnické parametry

Z vrtů J1, J4 a J6 byly odebrány poloporušené vzorky, na kterých byly provedeny zkoušky pevnosti v prostém tlaku v laboratoři Arcadis Geotechnika a.s. Podrobné výsledky laboratorních

zkoušek jsou součástí této zprávy v příloze 3. Vybrané geotechnické parametry granitů jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3: GEOTECHNICKÉ PARAMETRY HORNIN					
Charakteristika		vrstva			
		granit zcela zvětralý	granit silně zvětralý	granit silně zvětralý	granit mírně zvětralý
zatřídění dle ČSN 73 6133		R5	R4	R3	R2
typ procesu přetváření		střední	střední	střední	křehké
ν / β		0.25/0.74	0.25/ -	0.20/ -	0.10/ -
γ	kN/m ³			25.3*	25.8**
γ (suchá)	kN/m ³			25.1*	25.7**
w_n	%	6***	2***	0.85*	0.4**
vzdálenost puklin	mm	50	50	100	100
E_{def}	MPa	40	100	600	2500
$E_{def,lab}$	MPa				
E_{defp}	MPa				
σ_c	MPa	2.5	7	27.2*	79.3**
vrtatelnost pro piloty	tř.	III.	IV.	IV.	V.
těžitelnost (73 6133/zruš. 73 3050)	tř.	I/4.	I/4.	II/5.	II/5.

* průměrná hodnota z více vzorků, ** hodnota z jednoho vzorku, *** odhad vlhkosti

5 ZÁVĚR

V rámci inženýrsko-geologického průzkumu bylo vyhloubeno 6 vodorovných jádrových vrtů do hloubky 0,4 – 0,7 m.

Průzkumnými pracemi byla ověřena hloubka a intenzita zvětrání granitodních hornin. Dále byla provedena dokumentace vrtných jader, odebrány vzorky a provedeny laboratorní zkoušky pevnosti horniny v prostém tlaku.

Ve vrtech J1, J2, J3 a částečně ve vrtu J6 byl zastižen hrubozrnný porfyrický granit, který se oproti níže uvedenému střednozrnnému granitu vyznačoval vyšším stupněm zvětrání. Od povrchu zářezu do hloubek 0,4 – 0,6 m byly zastiženy polohy granitu silně až zcela zvětralého tř. R5 až R4. Polohy horniny tř. R3 byly zastiženy od hloubek 0,4 – 0,6 m.

Ve vrtech J4, J5 a částečně J6 byl zastižen střednozrnný granit, vyznačující se během prací nižším stupněm zvětrání. Polohy horniny tř. R3 byly zastiženy již od hloubek 0,05 – 0,1 m, místy i na povrchu skály.

Vývěry podzemní vody nebyly v zářezu pozorovány, pouze v několika místech byla pozorována vlhkost na povrchu skály. Při vydatnějších deštích předpokládáme průsaky srážkové vody v zejména v nejvíce porušených místech a k sesouvání zcela zvětralé horniny.

Při sanaci zářezu je nutné stávající povrch očistit od vegetace a odtěžit zcela zvětralé a silně zvětralé polohy granitu R5 – R4 tak, aby nový povrch zářezu byl v úrovni granitu tř. R3. Zároveň doporučujeme důkladně očistit diskontinuity a zajistit stabilitu bloků, které nejsou pevně spojeny se skalním masivem. Takto upravené stěny zářezu doporučujeme osadit předpjatými kotvami v délce dle návrhu projektanta a ochrannou sítí proti odlamování úlomků z povrchu skály. Dále doporučujeme zatěsnit otevřené trhliny v masivu tak, aby srážková voda nevnikala hlouběji do masivu a nedocházelo tak jeho dalšímu rozrušování. Je-li to dispozičně možné, doporučujeme zřídit při patě skalního svahu ochrannou bariéru proti vnikání úlomků horniny do kolejíště.

6 POUŽITÁ LITERATURA

Cenia (2010a): Geomorfologické členění ČR. Česká informační agentura životního prostředí, Praha, http://geoportal.cenia.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_Site=cenia&M_Lang=cs, přístup 11.5.2010.

Cenia (2010b): Klimatické oblasti ČR. Česká informační agentura životního prostředí, Praha, http://geoportal.cenia.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_Site=cenia&M_Lang=cs, přístup 11.5.2010.

ČGS (2011): Mapový server ČGS. <http://geology.cz>. Přístup 1.6.2011.

ČHMÚ (2010): Dlouhodobé normály klimatických hodnot za období 1961–1990. Český hydrometeorologický ústav, Praha, <http://www.chmi.cz/meteo/ok/okdata12.html>, přístup 11.5.2010.

Chlupáč, I. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s., ISBN 80-200-0914-0.

Mareš, M. (1967): Jablonec nad Nisou – Na Šumavě, doplňující průzkum. Stavoprojekt, Hradec Králové, Pradubice. MS, Geofond Praha, signatura V057362.

VÚV (2009): Hydroekologický informační systém. Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, <http://heis.vuv.cz>. Přístup 11.12.2009.

Ústí nad Labem, červen 2011

Zpracovali: Mgr. Lucie Sanža

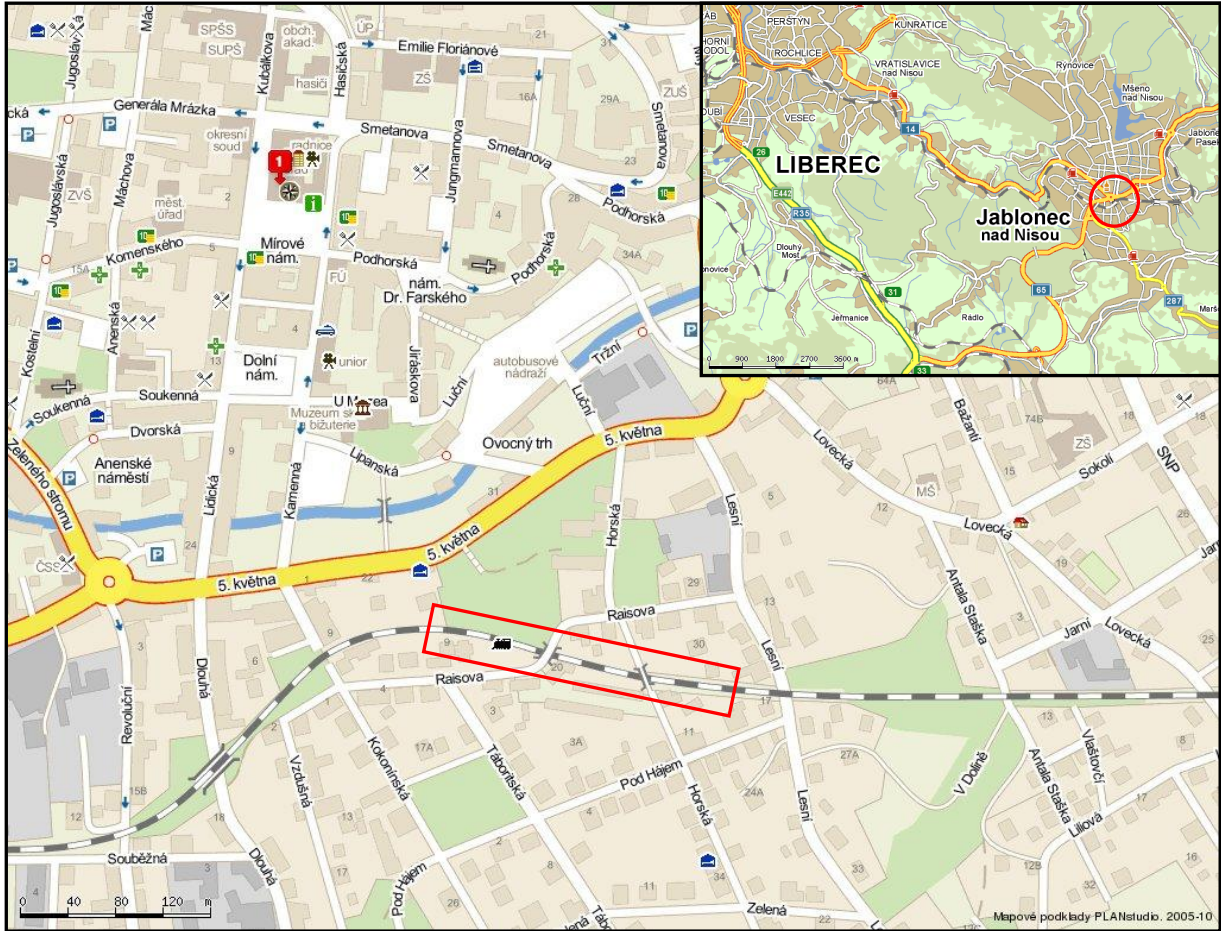
Mgr. Jakub Šindelář

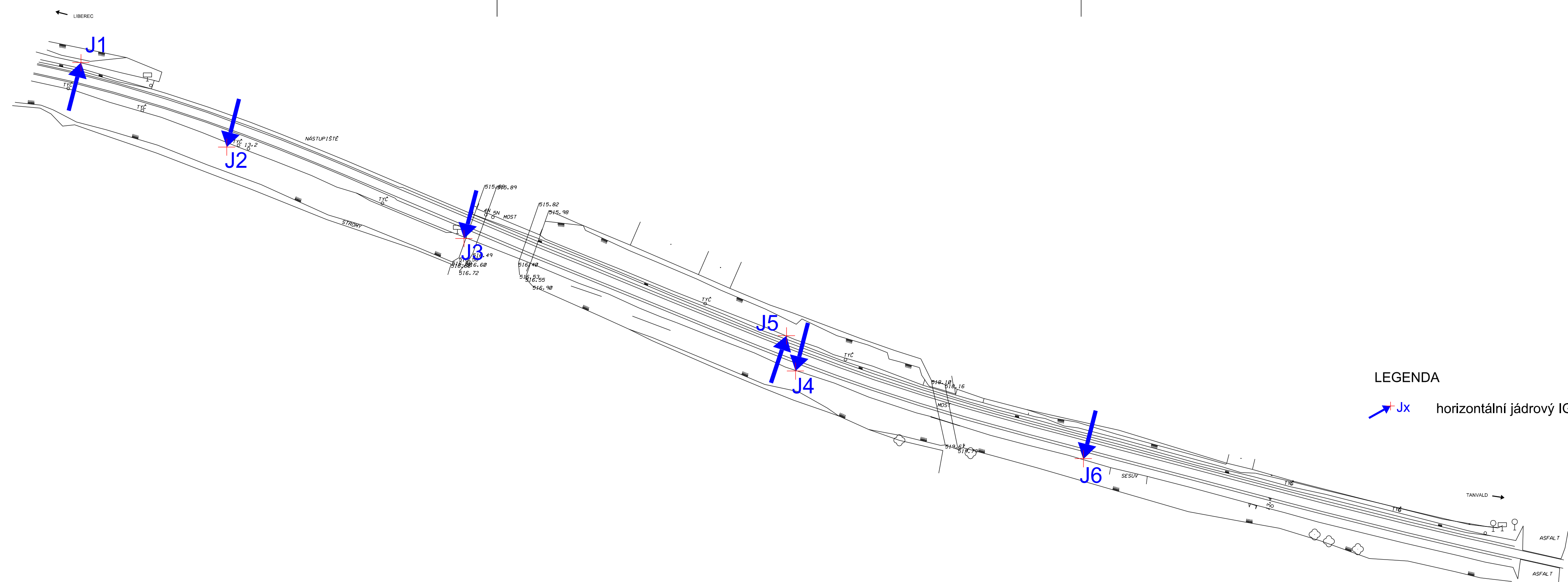
Odpovědný řešitel: RNDr. Jan Suchý, Ph.D.

Schválila: Ing. Martina Štrosová

ředitelka společnosti

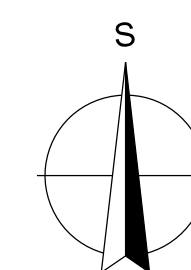
AZ Consult, spol. s r.o.





LEGENDA

Jx horizontální jádrový IG vrt



Situace provedených vrtů				AZCONSULT® spol. s r. o. Klíšská 12, 400 01 Ústí nad Labem Telefon: 475240888 Fax: 475240864
Měřítko: 1:500	Formát: 3xA4	Archiv č.: 334/10	Č. přílohy: 2	

Pevnost v prostém tlaku

Název zakázky:	Sanace skalního zářezu v km 13,150 - 13,380 trati Liberec - Tanvald		
Číslo zakázky:	110411-041	Datum odběru:	13.5.2011
Číslo vzorku:	31796	Datum zkoušky:	24.5.2011
Sonda:	J6	Tvar tělesa:	válec
Hloubka (m):	0,30 - 0,40	Materiál:	granit

Označení tělesa		těleso číslo 1
Průměr tělesa	mm	38,9
		38,9
		38,9
Střed	mm	38,9
		38,9
		38,9
Výška tělesa	mm	48,3
		48,3
		48,3
Střed	mm	48,3
		48,3
		48,3
Plocha podstavy	mm ²	1188
Štíhlostní poměr	-	1,24
Obj. hmotnost při zkoušce	kg/m ³	2581
Obj. hmotnost suchá	kg/m ³	2569
Vlhkost	%	0,4
Pevnost změřená	MPa	79,26

Zatřídění podle ČSN 73 6133: R 2

Za správnost: Zdeněk Fiala

Kontroloval: Mgr. Hana Křížová, vedoucí laboratoře

Datum vystavení: 25.5.2011



ARCADIS Geotechnika a.s.
Geologická 4, 152 00 Praha 5

Pevnost v prostém tlaku

Název zakázky:	Sanace skalního zářezu v km 13,150 - 13,380 trati Liberec - Tanvald		
Číslo zakázky:	110411-041	Datum odběru:	13.5.2011
Číslo vzorku:	31795	Datum zkoušky:	24.5.2011
Sonda:	J4	Tvar tělesa:	válec
Hloubka (m):	0,10 - 0,23	Materiál:	granit

Označení tělesa		těleso číslo 1
Průměr tělesa	mm	38,7
		38,8
		38,9
		38,8
Střed	mm	38,8
Výška tělesa	mm	76,5
		76,4
		76,4
		76,4
Střed	mm	76,4
Plocha podstavy	mm ²	1182
Štíhlostní poměr	-	1,97
Obj. hmotnost při zkoušce	kg/m ³	2569
Obj. hmotnost suchá	kg/m ³	2556
Vlhkost	%	0,5
Pevnost změřená	MPa	37,55

Zatřídění podle ČSN 73 6133: R 3

Za správnost: Zdeněk Fiala
Kontroloval: Mgr. Hana Křížová, vedoucí laboratoře
Datum vystavení: 25.5.2011



ARCADIS Geotechnika a.s.
Geologická 4, 152 00 Praha 5

Pevnost v prostém tlaku

Název zakázky: **Sanace skalního zářezu v km 13,150 - 13,380 trati Liberec - Tanvald**

Číslo zakázky: **110411-041** Datum odběru: **13.5.2011**

Číslo vzorku: **31794** Datum zkoušky: **24.5.2011**

Sonda: **J1** Tvar tělesa: **válec**

Hloubka (m): **0,40 - 0,53** Materiál: **granit**

Označení tělesa		těleso číslo 1
Průměr tělesa	mm	39,4
		39,3
		39,3
Střed	mm	39,3
Výška tělesa	mm	52,1
		52,1
		52,0
Střed	mm	52,1
Plocha podstavy	mm ²	1215
Štíhlostní poměr	-	1,32
Obj. hmotnost při zkoušce	kg/m ³	2485
Obj. hmotnost suchá	kg/m ³	2455
Vlhkost	%	1,2
Pevnost změřená	MPa	16,87

Zatřídění podle ČSN 73 6133: **R 3**

Za správnost: **Zdeněk Fiala**

Kontroloval: **Mgr. Hana Křížová, vedoucí laboratoře**

Datum vystavení: **25.5.2011**



ARCADIS Geotechnika a.s.
Geologická 4, 152 00 Praha 5



Zářez v km 13.150 - 13.380 trati Liberec – Tanvald



Puklina ve stěně zářezu



Sesuv zcela zvětralých hornin ve stěně zářezu



Vrtání ruční vrtačkou Milwaukee - Jablonec n. N.



Vytýčený vrt J2



Vrtné jádro vrtu J2



Příprava vrtu J3



Vrtné jádro vrtu J3



Vrtné jádro vrtu J4



Příprava vrtu J5



Vrtné jádro vrtu J5



Vytýčený vrt J6



Vrtné jádro vrtu J6