

Název zakázky: Strakonice – Volary, IGP želez.náspu, km 38,980 – 39,100
Číslo zakázky: 15 0833 z 051

Zpracoval: Ing. Martin Bouška

Odpovědný řešitel: Ing. Václav Pupík

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**inženýrsko-geologického průzkumu porušeného náspu
na trati Strakonice – Volary, v úseku Vimperk – Lipka,
km 38,980 – 39,100**

České Budějovice červen 2016

OBSAH

Textová část

1. Úvod	4
1.1 Všeobecné údaje	
1.2 Podklady	
1.3 Orientační technické údaje o objektu	
1.4 Hlavní úkoly průzkumu	
2. Průzkumné práce	5
2.1 Technické práce	
2.2 Odběry vzorků a laboratorní zkoušky	
3. Geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry	6
4. Geotechnické poměry náspu a podloží	7
5. Měření přesné inklinometrie	7
6. Stabilitní a napětíodeformační analýza náspu	8
6.1 Vstupní data o okrajové podmínky	
6.2 Použité programové vybavení	
6.3 Metodický postup výpočtu	
6.4 Výsledky	
7. Pravděpodobné příčiny deformací náspu	11
8. Návrhy řešení	11
9. Závěr	12

Grafická a přílohová část

1. Přehledná situace	M 1 : 30 000
2. Situace sond a penetračních zkoušek	M 1 : 500
3. Geologická dokumentace sond	M 1 : 20 a 1 : 50
4. Geologické profily	M 1 : 100/100 a 1 : 200/50
5. Výsledky laboratorních geomechanických zkoušek zemin	
6. Dynamické penetrační zkoušky	
7. Stabilitní a napětíodeformační analýza náspu	
8. Výsledky měření přesné inklinometrie	
9. Geodetická zpráva	

1. Úvod

1.1 Všeobecné údaje

- Objednatel - Správa železniční dopravní cesty, státní organizace,
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město,
Oblastní ředitelství Plzeň, Sušická 1168/23, 326 00 Plzeň
- Smlouva o dílo - E654-S-2934/2015 z 9.9.2015

1.2 Podklady

- Poskytnuté objednatelem - situace zájmového území
- výsek projektové dokumentace předchozí opravy náspu (2006)
- Mapové podklady - ZVM ČR 1 : 50 000, list 22 – 34 Vimperk
- Hydrogeologická a geologická mapa ČR 1 : 50 000
s vysvětlivkami, (list 22 – 34 Vimperk)

1.3 Orientační technické údaje o objektu

Násep železniční trati Strakonice – Volary, v úseku km 39,980 – 39,100 (mezi Vimperkem a Lipkou) byl postaven na svahu o sklonu cca 30°. Násep byl vytvořen z písčito-štěrkovité sypaniny s příměsí kamenů. Čelní strana náspu směrem do údolí byla obložena kameny velikosti až 0,7 m. Protože násep byl nestabilní, byla v roce 2006 provedena oprava za pomoci ocelových sítí a kotev a vytvořením gabionové zídky při koruně svahu. I po provedené opravě pokračovaly deformace čelní obkladové kamenné zdi a sedání koleje s nutností jejího podbíjení. Svislá deformace gabionové zídky od opravy v roce 2006 do září 2015 činí až cca 10 cm.

Nestabilní část náspu je cca 100 m dlouhá, násep je na straně směrem do údolí výšky až 10 m, cca v km 39,060 je v náspu proveden propustek.

1.4 Hlavní úkoly průzkumu

- ověřit složení a založení náspu
- stanovit parametry zemin v náspu a parametry zemin a hornin v jeho podloží
- stanovit pravděpodobné příčiny deformací a navrhnout způsoby jejich řešení

2. Průzkumné práce

2.1 Technické práce

V zájmovém úseku náspu byly z úrovně železničního spodku ve výlucce ve dnech 21.9. – 23.9.2015 provedeny čtyři vrty (označené VIN 1 – VIN 4, bezjádrová technologie vrtání) pro osazení inklinometrů pro měření vodorovných pohybů v tělese náspu a jeho podloží. Vrty byly ukončeny v pevném skalním podloží (pararuly třídy R3). Dále byl proveden jeden jádrový vrt J1 pro ověření složení náspu a jeho přímého podloží a celkem 16 dynamických penetračních zkoušek pro ověření ulehlosti zemin v náspu a jeho podloží (DP1 až DP8 L a P). Po obou stranách náspu pak bylo ručně vyhloubeno celkem 8 sond (K1 až K8) pro ověření složení svahovin a jejich skalního podloží. Geologickou dokumentaci průzkumných děl a průběhy penetračních zkoušek obsahuje příloha č. 3, 4 a 6.

Umístění průzkumných děl a penetračních zkoušek je patrné z přílohy č. 2 – Situace sond a penetračních zkoušek.

Tabulka č. 1 – Technické práce

Vrt / kopaná sonda / penetrační zkouška / číslo	Hloubka (m)	Výška terénu v místě ústí (m n.m. - Balt p.v.)
J 1	8,0	811,74
VIN 1	10,8	812,23
VIN 2	11,3	812,71
VIN 3	10,3	813,17
VIN 4	11,3	813,50
K1	1,8	812,36
K2	1,6	811,46
K3	1,5	810,81
K4	1,5	810,88
K5	1,6	802,17
K6	1,6	799,51
K7	1,6	799,43
K8	1,6	801,25
DP 1L	2,1	814,34
DP 1P	5,6	814,37
DP 2L	1,5	813,78
DP 2P	5,4	813,77
DP 3L	4,7	813,18
DP 3P	7,4	813,30

Tabulka č. 1 – Technické práce – pokračování

Penetrační zkouška / číslo	Hloubka (m)	Výška terénu v místě ústí (m n.m. - Balt p.v.)
DP 4L	6,0	812,70
DP 4P	7,0	812,92
DP 5L	5,8	812,28
DP 5P	8,8	812,49
DP 6L	5,2	812,07
DP 6P	8,6	812,30
DP 7L	4,7	811,84
DP 7P	6,4	811,97
DP 8L	0,7	811,48
DP 8P	3,6	811,62

2.2 Odběry vzorků a laboratorní zkoušky

Z vrtu J1 bylo odebráno celkem 5 poloporušených a jeden technologický vzorek zeminy. U zemin byly provedeny základní klasifikační rozbory a zeminy byly zaříděny dle příslušných norem. Dále byly provedeny laboratorní zkoušky pro stanovení smykových parametrů zemin náspu a zeminy v podloží náspu.

Zkoušky zemin byly provedeny v laboratoři Arcadis CZ a.s. v Českých Budějovicích a v Praze. Výsledky zkoušek obsahuje příloha č. 5.

3. Geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry

Podle regionálního členění reliéfu ČR (Vyšší geomorfologické jednotky České republiky, ČÚZK Praha 1996) náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, subprovincie Šumavské, oblasti Šumavské hornatiny, celku Šumava a podcelku Šumavské pláně. Lokalita se nachází cca 3,5 km JZ od centra Vimperku. Násep byl vytvořen ve svahu se sklonem k SZ, terén v zájmovém území kolísá v nadmořské výšce 802 - 804 m (pata náspu) až 811 - 815 m (hlavy kolejnic).

Z regionálního geologického hlediska lokalita leží v JZ části šumavského moldanubika. Skalní podloží zde tvoří sillimanit – biotitická plagioklasová pararula.

Povrch území v okolí železničního náspu pokrývají **humózní hlíny – lesní hrabanka** o mocnosti 0,1 až 0,2 m. Pod humózním pokryvem byly v kopaných sondách zjištěny jemnozrnné **hlinité písky třídy S4 SM** s občasnými kameny ruly. Zeminy jsou prorostlé kořeny stromů. Od hloubek 0,4 – 0,5 m se vyskytují **ulehlé svahové sutě** charakteru zaklíněných úlomků ruly do 5 – 30 cm, ojediněle až 50 cm. Báze svahových sutí byla v sondách zaznamenána v hloubce 1,2 – 1,4 m pod povrchem terénu.

Podloží svahovým sutím tvoří **silně zvětralé pararuly třídy R4** rozpadající se na úlomky do 2 – 10 cm. Úlomky jsou dále lehce až středně těžce rozbitelné kladivem. Podle dokumentace sond K1 a K2 silně zvětralé pararuly rychle přechází do **pararul mírně**

zvětralých třídy R3, které se rozpadají na úlomky do 20 – 40 cm. Úlomky jsou dále obtížně rozbitelné kladivem.

Pararuly jsou rozpučány podle ploch nespojitosti na úlomky tvaru nepravidelných kvádrů až hranolů. Dominantními plochami nespojitosti jsou plochy foliace, jejichž úklon je souhlasný se sklonem svahu. Úklon ploch foliace je od 40 do 80° směrem k SZ (z měření na výchozech v zářezu tratě). Dalšími plochami nespojitosti jsou pak pukliny, které svírají s plochami nespojitosti různé úhly a spolu rozdělují masív do jednotlivých bloků až balvanů a kamenů.

Z hydrogeologického hlediska náleží lokalita do hydrogeologického rajónu č. 6310 Krystalinikum v povodí Horní Vltavy (M. Olmer, J. Kessler, Hydrogeologické rajóny, VÚV Praha, 1990, internet HEIS VÚV). Území je odvodňováno k SZ do Volyňky a dále k SSV do Otavy a patří do dílčího povodí 1-08-02-003.

Podzemní voda v průzkumných dílech zjištěna nebyla. Podzemní vodu očekáváme ve větších hloubkách (10 – 30 m) soustředěnou na zóny rozpučání horninového masivu, kde jsou vytvořeny zvodně s puklinovou propustností.

4. Geotechnické poměry náspu a podloží

Povrch náspu tvoří **drcené kamenivo železničního svršku** o mocnosti cca 0,7 m. Pod železničním svrškem byla zjištěna zahliněná **šterkodrt' frakce 0 – 32 mm** o mocnosti 0,2 m. Vlastní těleso náspu je tvořeno **slídnatým slabě hlinitým ostrohranným šterkem s příměsí kamenů do 20 cm třídy G3** (podle ČSN 73 6133). Jedná se o sypaninu vzniklou těžbou místních biotitických pararul v zářezích tratě. Podle průběhu penetračních zkoušek lze sypaninu charakterizovat převážně jako **kyprou** (viz geologické profily v příloze č. 4 a č. 6). Sypanina podle penetračních zkoušek středně ulehlá či ulehlá byla na straně náspu k řece (pravá strana ve směru staničení) zjištěna převážně pouze v hloubkách od cca 1 do 3 m (penetrační zkoušky DP 3P až DP 8P). Na opačné straně náspu (levá strana náspu ve směru staničení) se polohy středně ulehlé až ulehlé vyskytují především do hloubky cca 1 m (penetrační zkoušky DP L).

Podle vrtu J1 a průběhu penetračních zkoušek výška náspu kolísá při pravé straně tratě od výšky cca 2,5 m do výšky cca 7,3 m, při levé straně pak násep dosahuje výšky 0,2 až 5,5 m.

V podloží náspu byly vrtem J1 zastiženy 0,1 m mocné černé **humózní hlíny třídy O MS**, které jsou vlhké a měkké – jedná se o původní humózní pokryv svahu před výstavbou náspu. Níže byla zjištěna vrstva **hlinitého písku s příměsí ostrohranného šterku třídy S4 SM + G** – svahové sedimenty o mocnosti 0,3 – 1,0 m. Hlouběji pak byly zastiženy **kamenito-balvanité svahové sutě Cb + B**.

5. Měření přesné inklinometrie

Ve čtyřech inklinometrických vrtech (VIN1 až VIN4, umístění vrtů viz příloha 2) probíhá od října 2015 měření vodorovných pohybů v tělese železničního náspu a v jeho podloží. Měření je prováděno cca v měsíční periodě. Podle dosavadního průběhu měření (stav k 11.5.2016) železniční násep ani podloží nevykazuje významnější posuny, které by

signalizovaly nestabilitu násypu, případně jeho podloží. Při měření byly zjištěny posuny do 2 až 4 mm, které se vyvinuly do hloubky 0,5 m, což je cca prvních 0,2 m pod úroveň povrchu terénu v místě vrtů. Průběhy jednotlivých měření dokumentuje příloha č. 8.

Vzhledem k tomu, že měření v současnosti neukazuje na nestabilní chování železničního násypu a jeho podloží, doporučujeme další měření provádět po delším časovém úseku (perioda 3 - 4 měsíců) po dobu alespoň 2 let, případně při signalizaci pohybů násypu.

6. Stabilitní a napětíodeformační analýza násypu

Napětíodeformační a stabilitní analýzy měly za cíl ukázat na možné souvislosti poruch železničního násypu s jeho současným stavem. Ze stabilitního hlediska byl posouzen současný stav násypu v řezech 3 – 3*, 4 – 4*, 5 – 5* a 6 – 6*. Napětíodeformační analýzou a na ní navazující stabilitní analýzou (s využitím pole napětí jako okrajové podmínky z MKP) byla hodnocena možná degradace kyprých zemin v násypu v profilu 5 – 5* (nejvyšší profil).

6.1 Vstupní data a okrajové podmínky

Tvary násypů byly převzaty z PD (bez gabionové konstrukce - nemá zásadní vliv na výpočet) a geologický profil byl sestaven dle IG průzkumu. Zóny rozvolněných kyprých zemin v násypu byly modelově umístěny dle penetračních zkoušek (1 až 3 zóny na profil).

Tabulka č. 2 – Výpočtové parametry zemin a hornin

Název	Třída	φ (°)	c (kPa)	ν (–)	E_{def} (MPa)	γ (kN/m ³)
šterkovité zeminy násypu	G3	45	1	0,25	30	19,0
rozvolněné kypré zeminy násypu	G3	30*	1	0,30	10**	19,0
humózní vrstva	O	25	5	0,30	10	18,0
hlinité písky	S4	30	5	0,30	8	18,0
kamenito-balvanité zeminy	Cb+B	45	0	0,20	60	21,0
silně zvětralá pararula	R4	34	50	0,25	150	25,0
mírně zvětralá pararula	R3	41	100	0,20	400	27,0

Poznámky: * snižování v každém kroku napětíodeformační analýzy o 2° (28°, 26°, 24°, 22°, 20°)

** snižování v každém kroku napětíodeformační analýzy o 1 MPa (9 MPa, 8 MPa, 7 MPa, 6 MPa, 5 MPa)

Geotechnické výpočtové parametry zemin a hornin podloží byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek, zpětnou analýzou a odborným odhadem. Geotechnické parametry zemin násypu byly odvozeny zpětnou stabilitní analýzou v profilu 5 – 5*. Pro napětíodeformační analýzu profilu 5 – 5* byly v 5 krocích snižovány dva parametry: E_{def} a φ . Parametry jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Hladina podzemní vody nebyla v IG průzkumu zastižena. Při stabilitní analýze byly profily hodnoceny i z hlediska možného nasycení (koeficient u_d) zón kyprých zemin a bylo zadáno rovnoměrné zatížení od železniční dopravy hodnotou 45 kPa. Při napětíodeformační

analýze a stabilitní analýze metodou konečných prvků na ní navazující bylo uvažováno nasycení vodou pouze v rámci degradace smykových parametrů.

6.2 Použité programové vybavení

Pro účely celkového stabilitního posouzení a napěťo-deformační analýzu náspu byl použit programový systém GEO-SLOPE® od firmy GEO-SLOPE International, Calgary, Canada. Programový systém se skládá ze 7 modulů, z nichž byly použity 2 základní moduly:

SIGMA/W – výpočet napjatosti a deformací, rovněž časově závislých, s vodou i bez vody – přímá provázanost s dalšími moduly (SEEP/W). Modul SIGMA/W využívá pro napěťodeformační analýzu metodu konečných prvků. Lze jej využít i pro konsolidační analýzy, přičemž je řešena závislost deformace (napětí) na čase se zohledněním zákonitostí proudění podzemní vody při rozptylování přírůstků pórových tlaků v podloží.

SLOPE/W – výpočet stability vyztužených i nevyztužených svahů, s vodou i bez vody, metodou mezní rovnováhy nebo s využitím napětí spočtených metodou konečných prvků – přímá provázanost s dalšími moduly.

Napěťodeformační analýza celkových deformací byla provedena v modulu SIGMA/W, který využívá metodu konečných prvků. Zeminy byly definovány lineárně elastickým a elasticko-plastickým konstitučním modelem. Celkové deformace byly vypočítány na základě přerozdělení napětí v zemině při degradaci (snižování) smykových parametrů zeminy.

Stabilitní výpočty byly provedeny modulem SLOPE/W a to dvěma způsoby. Za první s využitím pole napětí vypočtených při napěťodeformační analýze a za druhé Morgenstern-Priceovou proužkovou metodou mezní rovnováhy sil (MMRS), která zohledňuje normálové i smykové meziproužkové síly a výsledný stupeň stability vychází ze silové i momentové rovnováhy. Užity byly kruhové smykové plochy.

6.3 Metodický postup výpočtu

Dle inklinometrických měření prováděných naší firmou bylo zjištěno, že v současné době násep ani podloží nevykazují významnější pohyby. Dynamické penetrační zkoušky ale odhalily zóny rozvolněných zemin v náspu, které byly do výpočtu ideově modelovány kyprými zeminami (viz. tabulka č. 2).

Nejprve byla provedena zpětná stabilitní analýza nejvyššího profilu 5 – 5* pro určení geotechnických parametrů (úhlu vnitřního tření ϕ) zemin náspu. Kritériem byl stupeň stability $F_{\min} \geq 1$. Tyto parametry byly použity jako počáteční do napěťodeformační analýzy i stabilitní analýzy.

Při napěťodeformační analýze profilu 5 - 5* jsme modelovali přerozdělení napětí v důsledku degradace kyprých zemin v modelově navržených zónách. Při této analýze byl v 5 krocích snižován úhel vnitřního tření z hodnoty $\phi = 30^\circ$ na hodnotu $\phi = 20^\circ$ (snižování o 2° v jednom kroku) a deformační modul z $E_{\text{def}} = 10 \text{ MPa}$ na hodnotu $E_{\text{def}} = 5 \text{ MPa}$ (snižování o 1 MPa v jednom kroku). Na tuto analýzu navazovala stabilitní analýza při degradaci kyprých zemin náspu na hodnoty $\phi = 26^\circ$ a $E_{\text{def}} = 8 \text{ MPa}$ a na hodnoty $\phi = 20^\circ$ a $E_{\text{def}} = 5 \text{ MPa}$, která přebírá napětí z předchozí analýzy. Protože při napěťodeformační analýze (2. mezní stav) jsme

neuvažovali zatížení od dopravy, není toto zatížení zohledněné ani v navazující stabilitní analýze.

Také jsme provedli klasickou stabilitní analýzu náspu proužkovou metodou ve 4 profilech. Při této analýze už byl násep přitížen rovnoměrným zatížením od dopravy na koruně náspu hodnotou 45 kPa. Při analýze byla hodnocena i varianta nasycení rozvolněných zón náspu vodou na stupeň nasycení $r_u = 0,2$.

6.4 Výsledky

Z napěťodeformační analýzy vyplývá, že při modelové degradaci rozvolněných zón nastávají na povrchu náspu poměrně značné deformace (v řádu až desítek cm) a v místech těchto zón vznikají výrazná smyková přetvoření, které ohrožují stabilitu celého tělesa. Vodorovné a celkové deformace a maximální smykové přetvoření pro 2. a 5. krok degradace parametrů jsou zobrazeny v příloze č. 7.

Tabulka č. 3 – Stupně stability smykových ploch

stabilitní analýza	r_u	stupeň stability
profil 3 – 3*	0,0	1,11
	0,2	0,89
profil 4 – 4*	0,0	1,04
	0,2	0,92
profil 5 – 5*	0,0	1,00
	0,2	0,97
profil 6 – 6*	0,0	1,19
	0,2	1,15
napěťodeformační analýza	umístění plochy	stupeň stability
profil 5 – 5* $\varphi = 26^\circ$, $E_{\text{def}} = 8 \text{ MPa}$	horní zóna	1,07
	dolní zóna	1,16
profil 5 – 5* $\varphi = 20^\circ$, $E_{\text{def}} = 5 \text{ MPa}$	horní zóna	1,13
	dolní zóna	1,14

Stabilitní analýzy vycházející z napětí spočítaných metodou konečných prvků potvrzují předpoklad, že při degradaci parametrů v zónách rozvolněných zemin dochází k vytvoření potenciálně nebezpečných smykových ploch.

V případě posouzení stability profilů proužkovou metodou jsou hodnoty stupně stability pro suchý násep těsně nad hodnotou 1 a při nasycení náspu součinitelem nasycení $r_u = 0,2$ vychází i pod hodnotu 1. Stupně stability jsou uvedeny v Tabulce č. 3 a grafické vyobrazení kritických smykových ploch pro obě metody výpočtu je v příloze č. 7.

Z výsledků vyplývá, že i nijak výrazně velké (do 1 m mocnosti) rozvolněné zóny zemin v náspu mohou způsobit při další degradaci či nasycení vodou až kolaps náspu. Vzhledem k tomu, že polohy rozvolněných zón nelze přesně ohraničit (dle dynamických penetračních

zkoušek je téměř celý násep kyprý), doporučujeme problematický úsek odtěžit a vybudovat novou vhodnou konstrukci tělesa náspu.

7. Pravděpodobné příčiny deformací náspu

Deformace železničního náspu jsou pravděpodobně způsobeny kombinací několika vlivů:

- 1) nízká míra zhutnění sypaniny náspu (sypanina je převážně kyprá) – jedná se zřejmě o původní stav z výstavby náspu. Kyprý stav sypaniny byl zjištěn i mimo oblast zjevných deformací – viz penetrační zkoušky DP1 a DP2.
- 2) vyšší zatížení železniční dopravou v současnosti – kombinace vyšší hmotnosti vlakových souprav, rychlosti a vedení trati v oblouku.
- 3) strmý sklon svahu náspu na hranici stability použitého materiálu (stávající generelní sklon podle příčných profilů 45 – 50 stupňů).
- 4) strmý sklon podloží náspu se zachovalou kyprou humózní vrstvou.

Vlivem výše uvedených činitelů pravděpodobně došlo k vytvoření zón s rozvolněnými zeminami, jejichž projevem jsou deformace svahu náspu patrné na jeho obkladu (vyboulení) a poklesy koleje. Rozvolněné zóny lze předpokládat v tělese náspu v oblastech s nejnižším penetračním odporem. Na pravé straně náspu se první rozvolněná zóna vyskytuje v hloubce od cca 2 – 3 m, na levé straně náspu je tato zóna vyvinuta v hloubce kolem 1 m. Druhou rozvolněnou zónu lze předpokládat kolem 4 až 6 m a při kontaktu náspu s původním terénem. Předpokládané rozvolněné zóny jsou zobrazeny v geologických profilech v příloze č. 4.

8. Návrhy řešení

V současnosti se podle stabilitní analýzy (viz. příloha č. 7), výsledků laboratorních zkoušek a dynamických penetrací jeví železniční násep na hranici stability. Z výpočtů jednoznačně vyplývá, že stupeň stability nesplňuje kritérium normy pro dlouhodobou stabilitu (násep z nesoudržné zeminy $F_{min} = 1,2$), při částečném nasycení vodou se jeví jako nestabilní.

Proto doporučujeme okamžitě zahájit projektovou přípravu opravy náspu. Oprava náspu by měla spočívat v odtěžení stávajícího náspu, odstranění humózní vrstvy pod náspem a zazubení svažitého podloží (vytvoření svahových stupňů). Do nového náspu je možné, po ověření parametrů a případné úpravě pojivem, ukládat a hutnit vytěženou sypaninu po vrstvách tloušťky 0,3 – 0,4 m (podle účinnosti zhutňovacího prostředku) při použití výztužných prvků.

Dále doporučujeme pokračovat v inklinometrickém měření spojeným s měřením geometrické polohy koleje a prohlídkami náspu (v periodě cca 3 x až 4 x ročně, další měření navrhujeme realizovat v srpnu 2016, před zimou – cca listopadu 2016, po jarním tání – cca březen 2017, červen 2017, atd.) po dobu alespoň 2 let. Je možné, že nestabilní chování náspu není lineární, ale skokové a pro dosud krátký časový úsek monitoringu nebylo ještě zaznamenáno.

9. Závěr

Podle požadavku objednatele byl proveden inženýrsko-geologický průzkum pro objasnění příčin deformací železničního náspu na trati Strakonice – Volary, v úseku Vimpek – Lipka v km 38,980 – 39,100.

Posouzení bylo vyhodnoceno na základě jádrového vrtu J1, kopaných sond, dynamických penetračních zkoušek, laboratorních rozborů zemin, inklinometrických měření a stabilitní a napěťodeformační analýzy.

Na základě provedených prací byly zpracovány dílčí kapitoly, v kapitolách 7 a 8 jsou pak uvedeny pravděpodobné příčiny deformací a návrhy řešení.

České Budějovice

dne 28.6.2016

Zpracovali:

Ing. Martin Bouška
řešitel zakázky



Ing. Václav Pupík
odpovědný řešitel geologických prací



Ing. Soňa Janderová, Ph.D.
stabilitní analýza