

## PŘÍLOHA

Číslo zakázky 13-05-014

### III/24021 NELAHOZEVES, REKONSTRUKCE MOSTU EV.Č. 24021-2, PORUCHA ZEMNÍHO TĚLESA



BRNO, PROSINEC 2013

## PŘÍLOHA

### Nelahozeves – porušený násyp mostu ev. č. 24021-2

Tato příloha obsahuje pouze textovou část závěrečné zprávy pro odborný posudek.

Tabulky a přílohy nejsou součástí tohoto projektu. Jedná se pouze o informativní uvedení podkladového materiálu.



**ARCADIS CZ a.s.**  
**divize Geotechnika**

## **ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

Nelahozeves –  
porušený násyp mostu  
ev. č. 24021-2

Číslo zakázky  
**130256Z011**

Evidenční číslo ČGS  
**1662/2013**

**Praha srpen 2013**





**Název zakázky:** Nelahozeves – IGP  
**Číslo zakázky:** 130256Z011  
**Pořadové číslo na zakázce:** 1  
**Odpovědný řešitel geologických prací:** Ing. Jan Novotný, CSc.

# **ZPRÁVA**

**o výsledcích inženýrskogeologického průzkumu  
porušeného násypu mostu ev. č. 24021-2 v Nelahozevsi**

**Praha srpen 2013**

**Textová část****1 Úvod**

- 1.1 Základní údaje
- 1.2 Přehled a metodika provedených prací

**2 Inženýrskogeologické poměry**

- 2.1 Geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry
- 2.2 Výsledky nově provedených prací
- 2.3 Stabilita násypu

**3 Závěr****Tabulky**

**Tabulka č. 1** Přehled průzkumných děl

**Tabulka č. 2** Přehled laboratorních vzorků

**Tabulka č. 3** Přehled geotechnických typů a odebraných vzorků

**Tabulka č. 4** Orientační geotechnické parametry kvartérních geotechnických typů

**Přílohy**

- 1. Přehledná situace
- 2. Situace průzkumných děl
- 3. Schematické příčné inženýrskogeologické řezy 1 : 100 / 100
- 4. Dokumentace průzkumných děl 1 : 100, 1 : 50
- 5. Fotodokumentace lokality a průzkumných děl
- 6. Protokoly sond dynamické penetrace
- 7. Protokoly laboratorních zkoušek
- 8. Technická zpráva o vrtání

# 1 ÚVOD

## 1.1 Základní údaje

Na základě objednávky Ing. Stanislava Štábla ze společnosti SG-GEOPROJEKT, spol. s r.o., Šumavská 33, 602 00 Brno jsme provedli inženýrskogeologický průzkum násypů po obou stranách mostu ev. č. 24021-2 na p. č. 314/1, k. ú. Nelahozeves (viz situace v příloze 1). Most byl v minulém roce rekonstruován (rozšířen) s využitím vyztužené zemní konstrukce a na jeho jižní straně se vyskytly poruchy – viz fotodokumentace v příloze 5. V souladu s platnou legislativou byly průzkumné práce zaevidovány u České geologické služby – Geofondu, kde jim bylo přiděleno evidenční číslo 1662/2013.

Objednatel poskytl následující podklady:

- situaci průzkumných děl,
- vzorový příčný řez pro km 0,05162 z projektové dokumentace pro rekonstrukci mostu (APIS s.r.o. – Veverková, 2008),
- geotechnický průzkum pro rekonstrukci mostu (SUDOP PRAHA a.s. – Hladký, 2007).

## 1.2 Přehled a metodika provedených prací

Cílem průzkumu bylo ověřit skladbu násypu v místě porušení v jižní části. Koncepce, metodika a rozsah prací včetně lokalizace průzkumných děl byly zadány objednatelem. Byly provedeny dva jádrové vrty, z nichž jeden byl hydrogeologicky vystrojen, tři strojní kopané sondy a 6 sond dynamické penetrace. Vrtné práce proběhly dne 17. 7. 2013, kopné práce dne 18. 7. 2013 a sondy dynamické penetrace byly provedeny dne 25. 7. 2013. Situace průzkumných děl je uvedena v příloze 2, jejich fotodokumentace v příloze 5, jejich přehled podává následující tabulka.

Sonda	Druh	Hloubka	Lokalizace
J1	hydrogeologický jádrový vrt	10 m	východní strana – koruna násypu – 5,7 m východně od okraje křídla mostu – jižní okraj vozovky
HJ2	hydrogeologický jádrový vrt	10 m	východní strana – koruna násypu – 22,1 m východně od okraje křídla mostu – jižní okraj vozovky
K1	strojní kopaná sonda	3,8 m	východní strana – pata násypu – v příčném profilu pod P5
K2	strojní kopaná sonda	3,4 m	východní strana – pata násypu – v příčném profilu pod J1
K3	strojní kopaná sonda	3,4 m	západní strana – pata násypu – v příčném profilu 1,6 m západně od sloupu VO
P1	sonda dynamické penetrace	8,7 m	západní strana – koruna násypu – těsně pod hranou chodníku na jižní straně
P2	sonda dynamické penetrace	0,9 m	západní strana – koruna násypu – 2,1 m západně od okraje křídla mostu – chodník na jižní straně
P3	sonda dynamické penetrace	9,9 m	východní strana – koruna násypu – 1,4 m východně od okraje křídla mostu – chodník na jižní straně
P4	sonda dynamické penetrace	9,9 m	východní strana – koruna násypu – 9,4 m východně od okraje křídla mostu – chodník na jižní straně
P5	sonda dynamické penetrace	8,0 m	východní strana – koruna násypu – 17,4 m východně od okraje křídla mostu – chodník na jižní straně
P6	sonda dynamické penetrace	6,1 m	východní strana – koruna násypu – 28,2 m východně od okraje křídla mostu – za hranou chodníku na jižní straně

Tab. 1 Přehled průzkumných děl



Vrty byly vyhloubeny vrtnou soupravou UGB na podvozku PV3S, vrtmistr P. Marek. Vrtáno bylo jednoduchými jádrovkami osazenými roubíkovými korunkami v řezném průměru 220 mm bez použití vrtného výplachu (tzv. na sucho). Oba vrty byly ukončeny v kvartérním podloží násypu po dosažení hloubky 10 m; vrt HJ2 byl následně hydrogeologicky vystrojen pro sledování hladiny podzemní vody. Podrobné informace o vrtných pracích jsou uvedeny v technické zprávě vrtných prací v příloze 8. Strojní kopané sondy zajistil objednatel, byly provedeny rypadlem CAT302.5C. Sondy dynamické penetrace 30 kg beranidlem provedli pracovníci ARCADIS CZ a.s., divize Geotechnika. Dokumentace penetračních sond je uvedena v příloze 6. Průzkumná díla byla v přítomnosti a na základě pokynů zástupce objednatele vytyčena a zaměřena pásmem vzhledem ke stávající konstrukci. Vrt J1 a kopané sondy byly po ukončení prací na pokyn objednatele zlikvidovány záhozem, vrt J1 v ústíové části pak betonáží. Likvidace sond dynamické penetrace byla zajištěna objednatel.

Vrtné jádro i ručně kopané sondy byly průběžně dokumentovány geologem, jednotlivé zeminy i horniny byly makroskopicky zařizovány dle normy ČSN 73 6133 a současně byly odebírány charakteristické vzorky zemín a hornin k laboratorním rozborům a zkouškám. U jemnozrnných zemín byl změřen penetrační odpor kapesním penetrometrem. Dokumentace vrtů a kopaných sond je uvedena v příloze 4, syntéza zjištěných údajů v podobě schematických inženýrskogeologických řezů v příloze 3. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v příloze 7, jejich přehled podává následující tabulka.

Sonda / Vrt	Hloubka (m)	Číslo vzorku	Typ vzorku (dle ČSN EN ISO 22475-1)	Zkouška / Rozbor
J1	3,0–3,5	40727	zemina – kat. odběru B	klasifikační rozbor
J1	7,7–8,0	40726	zemina – kat. odběru B	klasifikační rozbor
HJ2	2,0–4,0	40730	zemina – kat. odběru B	klasifikační rozbor
K1	1,3–2,5	40729	zemina – kat. odběru B	klasifikační rozbor
K3	1,7–2,1	40728	zemina – kat. odběru B	klasifikační rozbor

Tab. 2 Přehled laboratorních vzorků

## 2 INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

### 2.1 Geomorfologické, geologické a hydrogeologické poměry

Most ev. č. 24021-2 překonává v ZSZ–VJV směru železniční trať Praha–Děčín vedoucí po levém břehu Vltavy. Nadmořská výška v nejvyšším bodě mostu činí podle předaných podkladů 181,94 m, u jižní paty násypů cca 174 m na východní straně a 176 m na západní straně. Osa mostu je od Vltavy vzdálena cca 120 m. Na západní straně od trati probíhá výrazná terénní elevace tvořící okraj říční nivy, přerušená splachovou depresí, z níž jižně od mostu vytéká do Vltavy bezejmenná místní vodoteč. V zájmovém území nejsou evidovány žádné svahové deformace ani poddolovaná území.

Z regionálně geologického hlediska náleží širší zájmové území k české křídové pánvi. Podle Hladkého (2007) a geologické mapy 1 : 50 000 dostupné na serveru ČGS je předkvartérní podloží násypu tvořeno křemennými pískovci perucko-korycanského souvrství. Kvartérní pokryv je podle Hladkého (2007) zastoupen písčitými až štěrkovitými fluvialními sedimenty a výše jemnozrnnými eolickými sedimenty; nejsvrchnější vrstvu prostředí tvoří navážky. Hladina podzemní vody byla zastižena oběma vrty z průzkumu Hladkého (2007), a to v úrovni 171,18 m n. m. západně od železniční trati a v úrovni 167,05 m n. m. východně od železniční trati. Oba tyto vrty byly provedeny jižně od mostu, tedy již mimo vlastní násyp. Nově provedený průzkum, jež shrnuje tato zpráva, byl oproti tomu zaměřen přímo na ověření skladby násypového tělesa.



## 2.2 Výsledky nově provedených prací

Nově provedené práce sestávaly z jádrových vrtů a sond dynamické penetrace provedených z koruny násypu po obou stranách mostu a ze strojních kopaných sond u paty násypu (viz příloha 2). Jejich dokumentace je uvedena v přílohách 4 (vrty a kopané sondy) a 6 (sondy dynamické penetrace). Vzájemné souvislosti jednotlivých zdokumentovaných průzkumných děl, původního tělesa násypu a jeho rozšíření podle předaných podkladů jsou patrné ze schematických řezů tvořících přílohu 3. Strojní kopané sondy byly podle předaných podkladů situovány zcela mimo nové rozšíření realizované pomocí vyztužené konstrukce, jádrové vrty a penetrační sondy je zastihly pouze okrajově. Hlavní zjištění vyplývající z nových průzkumných prací jsou následující:

### *Východní strana mostu*

- Oba vrty byly situovány na samém okraji vyztužené konstrukce nového rozšíření násypu (viz řezy v příloze 3). Pod asfaltovou vrstvou (ve vrtu J1 se pod ní nacházela ještě poloha betonu) byla v obou vrtech zastižena vrstva písku či hlinitého písku s úlomky a valounky, s bází v úrovni 0,8 m resp. 0,7 m pod povrchem vozovky. Tyto materiály lze považovat za součást konstrukčních vrstev vozovky (podsyp) či vyztužené konstrukce, do níž byla podle vzorového příčného řezu předepsána štěrkodrt' frakce 0/32 mm. Ve vrtu HJ2 byla v polovině této vrstvy zastižena poloha geomříže s 5cm vrstvou betonu. Sondy dynamické penetrace zaznamenaly v odpovídajících hloubkách zpravidla vysoké množství úderů, což lze vysvětlit horší průchodností zemin s úlomky (případně rovněž přítomností betonové vrstvy).
- Níže byly zjištěny zeminy konstrukce násypu, a to až do úrovně 7,5 m pod terénem ve vrtu J1 a 7,1 m pod terénem ve vrtu HJ2. To přibližně odpovídá rovněž zjištěním z kopaných sond K1 a K2. Materiál násypu na východní straně je velmi heterogenní a obsahuje nežádoucí příměsi. Oba vrty i obě kopané sondy zastihly v násypovém tělese hnědé, šedé a černé hlinito- či jílovitopísčité až písčito-hlinité či písčitojílovité zeminy s četnými úlomky a kameny hornin a cihel a křemennými valounky, místy s příměsí popela či škváry, s četnými kusy dřeva a lokálně též odpadu (zpuchřelá hadice (?), železný šrot); v sondě K1 byl zastižen volně uložený betonový pražec. Ve svazích násypu nelze na základě dokumentace kopaných sond jednoznačně vyčlenit humózní vrstvu – ve svrchní části sond byla sice zjištěna silnější humózní příměs, ovšem bez zřetelné spodní hranice vrstvy, přičemž generelní charakter materiálů tvořících násyp byl v celém profilu sond obdobný.
- Násypové vrstvy byly velmi dobře vrtatelné a při vrtání snadno stlačitelné, velmi dobře průchozí pro penetrační soutyč, v kopaných sondách pak velmi nestabilní (hroucení stěn). Zejména v sondách P3 a P4 byly zaznamenány souvislé polohy s velmi nízkým počtem úderů (méně než 5, často pouze 2–3) i ve vyšších hloubkách. Tato pozorování lze navzdory stáří původního násypu nejpravděpodobněji vysvětlit nízkou ulehlostí (případně nízkou konzistencí) zastižených zemin. Ani polohy s vyšším počtem úderů nemusejí znamenat kvalitnější materiál, může se tak projevit i přítomnost pevnějších horninových úlomků.
- Kvartérní podloží násypu tvořily ve obou vrtech i kopaných sondách béžové až světle rezavé jemnozrnné sedimenty eolického či eolickodeluviálního původu, charakterem blízké spraším, konzistence tuhé či na rozhraní tuhé a pevné. Vrty zastihly pod těmito zeminami i podložní fluviální sedimenty, charakteru světle rezavých velmi jemnozrnných stejnozrnných písků (až hlín), lokálně s polohami valounů. Jejich povrch byl zjištěn v hloubce 7,6 m ve vrtu HJ2 a v hloubce 9,6 m ve vrtu J1.
- Hladina podzemní vody nebyla novými průzkumnými pracemi zastižena. Ve vrtu J1 byly zjištěny vlhké polohy zemin měkké konzistence v úrovních 2,9–3,8 (konstrukce násypu) a 9,6–9,8 m (fluviální sedimenty). V sondách dynamické penetrace P5 a P6 byla zaznamenána vlhkost v úrovni 7,1–8,0, resp. 5,1–6,1 m pod terénem.



### Západní strana mostu

- Kopaná sonda K3 situovaná na západní straně zastihla pouze zeminy antropogenního původu, a to i v úrovni pod patou násypu, což odpovídá zjištěním Hladkého (2007). V násypovém tělese zde byl zastížen vyschlý hnědý hlinitý písek (lokálně až písčité hlína) s úlomky hornin a cihel a valouny, na bázi s polohou jemně písčité béžové hlíny až jílu s ojedinělými drobnými úlomky, konzistence na rozhraní tuhá/pevná. V podloží násypu byly zjištěny navážky charakteru humózní písčité hlíny s drobnými úlomky hornin a cihel a valounky křemene. Podzemní voda nebyla zastížena.
- Zjištění z penetračních sond jsou obdobná závěrům pro východní stranu. V sondě P1 byla zjištěna víceméně souvislá poloha s velmi nízkým počtem úderů (méně než 5, často 2–3) až do hloubky 7 m. Sonda P2 byla ukončena v hloubce 0,9 m pod terénem, když narazila na neprůchodné prostředí.

Na základě provedené geologické dokumentace bylo vymezeno pět geotechnických typů (GT):

- GT1 – vlastní konstrukce vozovky (asfalt, případně beton),
- GT2 – konstrukční vrstva vozovky, případně materiály vyztužené zemní konstrukce (písky a hlinité písky s úlomky),
- GT3 – ostatní navážky (konstrukce násypu a jeho podloží na západní straně),
- GT4 – kvartérní eolické či eolickodeluviální sedimenty (hlíny),
- GT5 – kvartérní fluviální sedimenty (písky se štěrky).

Toto členění bylo použito také ve schematických řezech v příloze 3. Přehled příslušnosti provedených laboratorních zkoušek (podle čísel vzorků) k jednotlivým geotechnickým typům a jejich zařazení na základě terénního a laboratorního posouzení podává následující tabulka.

Geotechnický typ	ČSN 73 6133	Stáří (geneze)	Odebrané vzorky
GT1 – konstrukce vozovky	–	recent (antropogenní)	–
GT2 – konstrukční vrstvy vozovky či vrstvy vyztužené konstrukce	S4, G2, (S2)	recent (antropogenní)	–
GT3 – ostatní navážky	F2, F4, S5, G2, G5, (F3, S4, G4)	recent (antropogenní)	40727, 40730, 40729, 40728
GT4 – eolické či eolickodeluviální sedimenty	F6	kvartér	40726
GT5 – fluviální sedimenty	S2, S4, (S5, G2)	kvartér	–

**Tab. 3** Přehled geotechnických typů a odebraných vzorků

V následující tabulce jsou uvedeny orientační hodnoty geotechnických parametrů pro geotechnické typy 4 a 5. Parametry pro navážky z důvodu jejich vysoké variability neuvádíme, v případě potřeby můžeme poskytnout konzultaci ohledně vhodných hodnot vzhledem k účelu jejich použití.

Geotechnický typ	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_{ef}$ (°)	$c_{ef}$ (kPa)	$E_{def}$ (MPa)	$\nu$ (–)
GT4 – eolické či eolickodeluviální sedimenty	21,0	24–26	4–8	3–6	0,40
GT5 – fluviální sedimenty	18,0	28–32	0	10–15	0,30

**Tab. 4** Orientační geotechnické parametry kvartérních geotechnických typů

## 2.3 Stabilita násypu

Původní most a násyp, pocházející z roku 1928 (podle informací na webu <http://www.nelahozeves.info/>), byl v rámci rekonstrukce v roce 2012 na severní i jižní straně rozšířen vybudováním vyztužené zemní konstrukce. Podle informací zástupce Krajské správy



a údržby silnic Středočeského kraje byl původní násyp bez poruch. Aktuálně lze na lokalitě pozorovat zaoblení čel dílčích vrstev vyztužené zemní konstrukce (která nebyla provedena s lícovým opevněním) na jižní straně spolu s obloukovitou trhlinou a poklesem ve vozovce a chodníku u vrtu J1. Méně výrazné poruchy obdobného charakteru jsou patrné také na západní straně mostu, kde je násyp nižší. Fotografie poruch jsou uvedeny v příloze 5.

Vzhledem k charakteru poruch byla při dokumentaci kopaných sond věnována zvýšená pozornost možným jevům souvisejícím s problematikou stability svahu. Zdá se, že dochází k deformacím nového rozšíření násypu včetně jeho nejbližšího okolí, přičemž není zřejmé, zda tyto deformace mohou zasahovat i do větších hloubek, tedy do původního násypového tělesa. Na základě provedených kopaných sond se k této problematice nelze jednoznačně vyjádřit. V kopaných sondách nebyly zjištěny struktury interpretovatelné jako zjevná smyková plocha; vzhledem k vysoké heterogenitě, často hrubozrnnému charakteru a pravděpodobně malé ulehlosti materiálů násypu lze ovšem usuzovat, že v těchto zeminách by případná smyková plocha nemusela být dobře pozorovatelná. S ohledem na velikost deformací v koruně násypu nemusí také ještě být vyvinuta po celé délce. Z hlediska morfologie není pod úrovní vyztužené konstrukce v jižním svahu násypu na východní straně mostu patrný žádný projev sesuvných pohybů.

### 3 ZÁVĚR

Provedené práce umožnily získat informace o stavbě zkoumaného násypu, a to zejména jeho původní části. Strojní kopané sondy u paty násypu byly podle předaných podkladů (vzorový příčný řez) situovány zcela mimo nové rozšíření realizované pomocí vyztužené konstrukce, jádrové vrty a penetrační sondy v koruně je zastihly pouze okrajově.

Materiály zastižené v původním násypu lze podle provedených prací označit za nevyhovující z hlediska vhodnosti do násypu dle ČSN 73 6133. Problematické je jak jejich složení, tak i jejich vlastnosti. Jde o hlinito- či jílovitopísčité až písčito-hlinité či písčitojílovité zeminy s úlomky a kameny hornin a cihel a křemennými valounky, místy s příměsí popela či škváry, s četnými kusy dřeva a lokálně též odpadu, velmi dobře vrtatelné a při vrtání snadno stlačitelné, velmi dobře průchozí pro penetrační soutyči, v kopaných sondách pak velmi nestabilní (hroucení stěn). V penetračních sondách byly zaznamenány souvislé polohy s velmi nízkým počtem úderů (méně než 5, často pouze 2–3) i ve vyšších hloubkách. Tato pozorování lze navzdory stáří původního násypu nejpravděpodobněji vysvětlit nízkou ulehlostí (případně nízkou konzistencí) zastižených zemin. Ani polohy s vyšším počtem úderů nemusejí znamenat kvalitnější materiál, může se tak projevit i přítomnost pevnějších horninových úlomků. Vzhledem k charakteru poruch konstrukce byla při dokumentaci kopaných sond, provedených u paty násypu, věnována zvýšená pozornost možným jevům souvisejícím s problematikou stability svahu. V sondách nebyly zjištěny struktury interpretovatelné jako zjevná smyková plocha; vzhledem k vysoké heterogenitě, často hrubozrnnému charakteru a malé ulehlosti materiálů násypu lze ovšem usuzovat, že v těchto zeminách by případná smyková plocha nemusela být dobře pozorovatelná. S ohledem na velikost deformací v koruně násypu nemusí také ještě být vyvinuta po celé délce.

V podloží násypu byly oběma jádrovými vrty a strojními kopanými sondami K1 a K2 zastiženy kvartérní eolické či eolickodeluviální sedimenty a níže fluviální sedimenty. Strojní kopaná sonda K3 zastihla pouze navážky. Hladina podzemní vody nebyla průzkumnými díly zastižena.

Praha 5. 8. 2013

Vypracovala: Mgr. Tereza Šmejkalová

Spolupracoval a schválil: Ing. Jan Novotný, CSc.  
odpovědný řešitel geologických prací, hlavní geotechnik společnosti



**ARCADIS CZ a.s.**, divize Geotechnika  
Geologická 4, 152 00 Praha 5  
IČ 41192168 DIČ CZ41192168

