

Milan Kučera – OCHRANA VOD
Ondrova 38, 635 00 BRNO

OSTRAVA – PETŘKOVICE

Kanalizační stoka T - část B (II. + III. etapa)

Hydrogeologický posudek

Brno, listopad 2009

Název úkolu: OSTRAVA – Petřkovice,
hydrogeologický posudek
Zak. číslo: 2941
Objednatel: Hutní projekt Ostrava a.s.
28. října 1142/168
709 00 Ostrava-Mariánské Hory

Hydrogeologické posouzení

Odvodnění připravované stavby kanalizační stoky T
v Ostravě – Petřkovicích, část B (II. + III. etapa)

Vypracoval: Ing.Milan Kučera

Brno, listopad 2009

Výtisk č.

Rozdělovník

Výtisk č. 1 – 4 : Objednatel úkolu
5 : Archiv zpracovatele úkolu

OBSAH

	Str.
1. Úvod	4
2. Geologické a hydrogeologické poměry	4
3. Přítok podzemní vody do výkopu	4
4. Závěr	10

Seznam příloh

1. Situace zájmového území 1:25 000

1. Úvod

Hutní projekt Ostrava a.s. se obrátil svojí objednávkou zn. 23200/2669 z 5.11.2009 na firmu Ing. Milan Kučera, Ondrova 38, 635 00 s požadavkem o vypracování hydrogeologického posudku. Cílem vyžádaných prací je posouzení množství podzemní vody, která bude přitékat do stavební jámy při výkopových pracích na stavbě kanalizačního sběrače T - část B (II. + III etapa) v městském obvodu Ostrava-Petřkovice. Jedná se o úseky označené symbolem T 7, T 10, T 11, T 13, T 14, T 15 a T 16. Jednotlivé úseky kanalizačního sběrače budou budovány z kameninových trub DN 250 a DN 300 mm s tím, že částečně budou budovány v otevřeném výkopu a částečně pomocí protlaku.

Objednatel zapůjčil zpracovateli:

- situaci stavby v měř. 1:5000
- situaci stavby a dříve provedených sond v měř. 1:1000
- rešerši inženýrsko-geologických poměrů
- petrografické popisy části archívních sond

2. Geologické a hydrogeologické poměry

Nejsvrchnější polohou v zájmovém území tvoří kvartérní uloženiny ležící na neogénním souvrství. Neogénní souvrství je zde tvořeno nízce plastickými, prachovito-písčítými, vápnitými jíly tortonského stáří. Paleozoický fundament tvoří horniny produktivního karbonu. Kontakt budovaného díla se předpokládá s neogénním souvrstvím pouze v místě protlaku pod ulicí Koblovskou.

Kvartér je ve směru od podloží reprezentován převážně fluviálními sedimenty zastoupenými jílovito-písčítými štěrky a písky. Nepravidelně se vyskytují také polohy měkkých jílu a jílovitých písků. Geologický profil pak uzavírají glacieolické a glacialakustrinní jíly. V okolí Ludgeřovického potoka byla ověřena mocná poloha měkkých náplavových hlín a štěrkopísků. Místa byly zastíženy i tekoucí písky.

Kolektorem podzemní vody jsou převážně písčito-jílovité štěrky a štěrkopísky a průlinovou propustností. Lokální propustnost těchto sedimentů je dána především stupněm jejich zahlinění. Koeficient filtrace uvedených sedimentů se pohybuje řádově od $n \cdot 10^{-4}$ do $n \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zvodněným kolektorem jsou v zájmovém území také náplavové hlíny a písky místní vodoteče a písčité štěrky vyvinuté v jejich nadloží. Právě v těchto místech je hladina podzemní vody blízko povrchu terénu (cca 1 m p.t.). Hladina podzemní vody je místy značně napjatá. Trasa výkopů je převážně situována pod hladinou podzemní vody, ojediněle může být část trasy vedena v soudržných zeminách bez výskytu podzemní vody. Absenci výskytu podzemní vody lze očekávat v morfologických elevacích.

3. Přítok podzemní vody do výkopu

Dříve provedené průzkumné práce, ale zejména poznatky při realizaci vlastní stavby kanalizace v Petřkovicích (stoky „T“, „T 8“) ukázaly, že horninové prostředí ve kterém budou výkopy prováděny je velmi pestré. Střídají se zde jílovité hlíny a jílovité písky se štěrky a štěrkopísky. Vzácností nejsou ani polohy tekoucích písků. Reliéf nepropustného podloží je

značně členitý. Proto byly výpočty přítoku podzemní vody Dupuitovým postupem provedeny variantně podle toho, zda se bude jednat o přítoky do startovacích a cílových šachet v případě protlaků a nebo o přítoky do rýhy. S ohledem na skutečnost, že dříve provedené vrty byly mělké a nezastihly nepropustné podloží je nutno dále uvedené výpočty chápat jako orientační.

I. Stoka „T 7“

Stoka „T 7“ je vedena podél Ludgeřovického potoka. Stavba bude z větší části prováděna v otevřené rýze. Pomocí protlaku bude budován jeden úsek v délce 22 m. Hloubka výkopu se bude pohybovat v rozmezí od 1,95 m do 2,18 m. Podle petrografického popisu archivních vrtů, budou výkopy prováděny nejprve v navážkách a dále pak převážně v písčitéch hlínách.

I.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,0001$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 2,0 \cdot \sqrt{0,0001} = 60 \text{ m}$$

- R poloměr deprese
 z snížení hladiny podzemní vody = 2 m
 k_f koeficient filtrace = 0,0001 m/s

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m)

$$Q = \frac{k \cdot (Y^2 - y^2) \cdot l}{R}$$

- k – koeficient filtrace = 0,00001 m/s
 Y – mocnost zvodněné vrstvy = 9 m (odhad)
 y – vzdálenost snížené hladiny podzemní vody od nepropustného podloží = 8 m
 R – poloměr deprese = 19 m
 l – délka rýhy = 10 m

$$Q = \frac{0,0001 \cdot (9^2 - 8^2) \cdot 10}{60} \cdot 1000 = 0,3 \text{ l/s}$$

I.b) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0001$ m/s

$$Q = 2,73 \frac{k \cdot z \cdot Y}{R} \cdot \left(1 - \frac{z}{2Y} \right) \log \frac{r}{r}$$

- k – koeficient filtrace = 0,0001 m/s
 Y – mocnost zvodněné vrstvy = 9 m
 z – snížení hladiny podzemní vody = 3,5 m

R – poloměr deprese = 60 m
 r – průměr šachy = 4,0 m

$$Q = 2,73 \frac{0,0001 \cdot 3,5 \cdot 9,0}{60} \cdot \left(1 - \frac{3,5}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 5,9 \text{ l/s}$$

$$\log \frac{\quad}{4}$$

Uvedené výpočty nezahrnují přítoky do výkopů z případných porušených přípojek a různých drénů. Vzhledem k tomu, že není znám stupeň kolmatace dna a břehů Ludgeřovického potoka, nezahrnují také případné průsaky z potoka do hloubené rýhy.

II. Stoka „T10“

Trasa stoky „T 10“ je v nejnižším úseku vedena podél Ludgeřovického potoka od kterého se dále odklání. Část stoky „T 10“ bude budována v otevřených rýhách a část bude budována pomocí protlaku. V případě stoky „T 10“ nebyl v poskytnutých podkladech nalezen žádný archivní vrt, který by bylo možno použít k přesnějším výpočtům přítoku vody do rýh a startovacích a cílových šachet. Předpokládáme, že úsek stoky „T 10“ od Š 1 po Š 7 a stoky „T 10a“ a „T10b“ budou budovány v otevřených rýhách ve stejných hydrogeologických podmínkách jako výše popisovaná stoka „T 7“ s tím, že hloubka výkopu se bude pohybovat okolo 2,5 m. Od Š 7 po Š 11, bude dále stoka „T 10“ a stoka „T 10c“ budována pomocí protlaku. Pro výpočet přítoku podzemní vody do startovacích a cílových šachet v úseku stoky „T 10“ od Š 7 po Š 9 (včetně Š 9a) jsme použili koeficient filtrace k_f ve výši 0,00005 m/s.

II.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,00005 \text{ m/s}$

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 3,0 \cdot \sqrt{0,00005} = 64 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m)

$$Q = \frac{0,00005 \cdot (9^2 - 7^2) \cdot 10}{64} \cdot 1000 = 0,25 \text{ l/s}$$

II.b) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0005 \text{ m/s}$

$$Q = 2,73 \frac{0,00005 \cdot 4,5 \cdot 9,0}{64} \cdot \left(1 - \frac{4,5}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 3,5 \text{ l/s}$$

$$\log \frac{\quad}{4}$$

Na základě zkušeností při budování stoky „T“ v ulicích Hlučínská, U nemocnice a části ulice U Kaple výskyt podzemní vody v úseku trasy stoky „T 10“ od šachty Š 10 po Š 16 nepředpokládáme.

Uvedené výpočty nezahrnují přítoky do výkopů z případných porušených přípojek a různých drénů.

III. Stoka „T 11“

Trasa stoky „T 11“ je vedena podél Ludgeřovického potoka od kterého se dále odklání. Celá stoka „T 11“ bude budována v otevřené rýze. V případě stoky „T 11“ nebyl v poskytnutých podkladech nalezen žádný archivní vrt, který by bylo možno použít k přesnějším výpočtům přítoku vody do rýhy. Předpokládáme, že celý úsek stoky „T 11“ bude budován ve stejných hydrogeologických podmínkách jako výše popisovaná stoka „T 7“. S ohledem na stejnou hloubku výkopu předpokládáme vyšší přítoku podzemní vody do hloubené rýhy ve výši 0,3 l/s na délku rýhy 10 m.

III. Stoka „T 13“

Stoka „T 13“ a její větve budou budovány částečně v otevřené rýze a částečně pomocí protlaku. Hloubka otevřených výkopů (rýh), startovacích a cílových šachet se bude pohybovat v rozmezí od 1,24 m do 7,76 m. Výškový rozdíl povrchu terénu místy dosahuje až 20 m. Podle petrografického popisu archivních vrtů, budou výkopy z větší části prováděny nejprve v navážkách a dále pak převážně v písčitéch hlínách. Hlubší výkopy pak zastihnou písčité jíly. Kontakt budovaného díla se předpokládá s neogenním souvrstvím v místě protlaku pod ulicí Koblovskou.

III.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,0001$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 3,5 \cdot \sqrt{0,0001} = 105 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m).

$$Q = \frac{0,0001 \cdot (9^2 - 5,5^2) \cdot 10}{105} \cdot 1000 = 0,5 \text{ l/s}$$

III.b) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0001$ m/s

$$Q = 2,73 \frac{0,0001 \cdot 8,0 \cdot 9,0}{105} \cdot \left(1 - \frac{8,0}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 7,7 \text{ l/s}$$

$$\log \frac{\quad}{4}$$

Pod bodem III.a) a III.b) uvedené výpočty se vztahují na nejnižší položený úsek stoky „T 13“ a nezahrnují přítoky do výkopů z případných porušených přípojek a různých drénů. S narůstající vzdáleností od Ludgeřovického potoka terén postupně stoupá a současně se snižují hloubky jednotlivých rýh. Výkopy budou prováděny převážně v jílovitých hlínách a proto je možno k dalším výpočtům použít koeficient filtrace k_f ve výši 0,00005 m/s.

III.c) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,00005$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 2,5 \cdot \sqrt{0,00005} = 53 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m)

$$Q = \frac{0,00005 \cdot (9^2 - 6,5^2) \cdot 10}{53} \cdot 1000 = 0,4 \text{ l/s}$$

III.d) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0005$ m/s

$$Q = 2,73 \frac{0,00005 \cdot 4,5 \cdot 9,0}{53} \cdot \left(1 - \frac{4,5}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 3,7 \text{ l/s}$$
$$\log \frac{\quad}{4}$$

V nejvýše položených úsecích budované stoky „T 13“ se podzemní voda ve výkopech nebude vyskytovat vůbec, nebo v zanedbatelném množství.

IV. Stoka „T 14“

Stoka „T 14“ a její větve budou budovány částečně v otevřeném výkopu a částečně pomocí protlaku. Hloubka otevřených rýh, startovacích a cílových šachet se bude pohybovat v rozmezí od 1,35 m do 4,28 m. Výškový rozdíl povrchu terénu místy dosahuje až 10 m. Podle petrografického popisu archivních vrtů, budou výkopy z větší části prováděny nejprve v navážkách a dále pak převážně v písčitých hlínách. Hlubší výkopy pak zastihnou písčité jíly.

IV.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,0001$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 3,0 \cdot \sqrt{0,0001} = 90 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m).

$$Q = \frac{0,0001 \cdot (9^2 - 6^2) \cdot 10}{90} \cdot 1000 = 0,5 \text{ l/s}$$

IV.b) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0001$ m/s

$$Q = 2,73 \frac{0,0001 \cdot 5,0 \cdot 9,0}{90} \cdot \left(1 - \frac{5,0}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 6,5 \text{ l/s}$$
$$\log \frac{\quad}{4}$$

Pod bodem IV.a) a IV.b) uvedené výpočty se vztahují na nejnižše položený úsek stoky „T 14“ a nezahrnují přítoky do výkopů z případných porušených přípojek a různých drenů. S narůstající vzdáleností od Ludgeřovického potoka terén postupně stoupá a současně se snižují hloubky jednotlivých rýh. Výkopy budou prováděny převážně v jílovitých hlínách a proto je možno k dalším výpočtům použít koeficient filtrace k_f ve výši 0,00005 m/s.

IV.c) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,00005$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z\sqrt{k_f} = 3000 \cdot 3,0 \cdot \sqrt{0,00005} = 64 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m)

$$Q = \frac{0,00005 \cdot (9^2 - 6^2) \cdot 10}{64} \cdot 1000 = 0,35 \text{ l/s}$$

IV.d) Přítok do výkopu pro startovací a cílové šachty při použití $k_f = 0,0005$ m/s

$$Q = 2,73 \frac{0,00005 \cdot 5,0 \cdot 9,0}{64} \cdot \left(1 - \frac{5,0}{2 \cdot 9,0} \right) \cdot 1000 = 3,7 \text{ l/s}$$

$$\log \frac{\quad}{4}$$

V nejvýše položených úsecích budované stoky „T 14“ se podzemní voda ve výkopech nebude vyskytovat vůbec, nebo v zanedbatelném množství.

V. Stoka „T 15“

Stoka „T 15“ a její větve budou budovány v otevřeném výkopu. Hloubka otevřených výkopů (rýh) se bude pohybovat v rozmezí od 1,47 m do 3,53 m. Výškový rozdíl povrchu terénu místy dosahuje až 15 m. V případě stoky „T 15“ nebyl v poskytnutých podkladech nalezen žádný archivní vrt, který by bylo možno použít k přesnějším výpočtům přítoku vody do rýhy. Předpokládáme, že celý úsek stoky „T 15“ a jejích větví bude budován v jílovitých hlínách.

V.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,00001$ m/s

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z\sqrt{k_f} = 3000 \cdot 4,0 \cdot \sqrt{0,00001} = 38 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m).

$$Q = \frac{0,00001 \cdot (9^2 - 5^2) \cdot 10}{38} \cdot 1000 = 0,15 \text{ l/s}$$

V.b) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,00005 \text{ m/s}$

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 4,0 \cdot \sqrt{0,00005} = 85 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m).

$$Q = \frac{0,00005 \cdot (9^2 - 5^2) \cdot 10}{85} \cdot 1000 = 0,33 \text{ l/s}$$

VI. Stoka „T 16“ a „T 16 a“

Stoky „T 16“ a „T 16a“ budou v otevřeném výkopu. Hloubka otevřených výkopů (rýh) se bude pohybovat v rozmezí od 1,50 m do 2,50 m. Na základě zkušeností z roku 2005 kdy byla budována kanalizace v ulici Hlučínská předpokládáme, že celý úsek obou stok bude budován v jílovitých hlínách.

VI.a) Úsek liniového výkopu při použití $k_f = 0,0001 \text{ m/s}$

Dosah depresní kotliny R podle Sichardta:

$$R = 3000 z \sqrt{k_f} = 3000 \cdot 3,0 \cdot \sqrt{0,0001} = 90 \text{ m}$$

Přítok podzemní vody do výkopu na délku rýhy 10 m (předpokládá se, že hloubení bude postupné, max. po dvou „boxech“ o délce 3,5 m)

$$Q = \frac{0,0001 \cdot (9^2 - 6^2) \cdot 10}{90} \cdot 1000 = 0,5 \text{ l/s}$$

4. Závěr

Geologické poměry v hodnoceného území jsou velmi složité. Dnešní stav byl utvářen řadou kvartérních procesů jako průchody ledovců s doprovodnými glacienními vlivy, činnost vodních toků, redeponie zemin, procesy eroze, denudace atd. V důsledku kombinované erozní a sedimentační činnosti jak glaciální tak i fluvialní a v nemalé míře i antropogenní se v Petřkovicích střídají humózní náplavy s písky a jíly, výjimečně i štěrky, případně antropogenní navážky. Jsou převážně výrazně stlačitelné a velmi proměnlivě propustné. Od nepropustných jílu až po značně propustné štěrky či navážky. Proměnlivost geologických poměrů je velmi vysokého stupně a nejsou, jak ukázaly dosavadní zkušenosti, stejnorodé ani v rozsahu dna jednotlivých šachet. V původních poměrech se zde střídají bahnitě – kašovité humózní

naplaveniny s jíly různé plasticity a konzistence a písky s různým podílem jemnozrnných zemin a proměnlivé ulehlosti. Méně se zde vyskytují šterky které bývají převážně jílovité. Tyto zeminy jsou převážně náchylné při výkopových pracích spojených s čerpáním vody k sufozi. Hladina podzemní vody je místy značně napjatá. Výrazně komplikovaná situace je v zastavěné oblasti centra obce, kde navíc dochází v důsledku vlivu vibrací z dopravního zatížení k další degradaci zemin. Tím je komplikováno nejen založení kanalizace, ale zejména v důsledku sufoze dochází k poškozování vozovek. Tato skutečnost klade na budování projektovaného díla vysoké nároky. Další komplikovanou lokalitou je okolí Ludgeřovického potoka, kde byly ověřeny poměrně mocné vrstvy měkkých náplavových hlín.

Výše uvedené výpočty jsou s ohledem na pestrost skladby horninového prostředí orientační a nezahrnují přítoky do výkopů z případných porušených stávajících sítí a různých drénů (případně v místech křížení s Ludgeřovickým potokem).

Minimální přítok podzemní vody do hloubených rýh může dosahovat na délku rýhy 10 m 0,15 l/s a maximální pak 0,5 l/s. V případě hloubení výkopů pro startovací a cílové šachty při budování díla pomocí protlaku se bude přítok podzemní vody pohybovat v rozmezí od 3,5 l/s do 7,7 l/s.

S ověřenou, výše citovanou významnou pestrostí skladby horninového prostředí v posuzovaném území je nutno počítat s výraznými rozdíly v přítocích podzemní vody do hloubených rýh i jednotlivě hloubených šachet, včetně přítoků z čelby raženého díla.

Výkopy rýh doporučujeme pažit pažením bez mezer po krátkých úsecích (2 boxy o délce 3,5 m). Práce je nutno provádět bez zbytečných prodlev. V případě, že budou zastiženy prachovité jíly, které mají výrazný sklon ke ztekucování bude nutno odvodňovací čerpání přímo z rýh nahradit odvodňovacím čerpáním z vrtů. V minulosti se ukázalo, že odvodňovací čerpání ponornými čerpadly z vrtů je málo efektivní z důvodů rychlé kolmatace obsypu výstroje vrtů. Neosvědčilo se zde ani použití speciálních lepených filtrů. Jako jediný účinný způsob odvodňování v dané lokalitě se ukázalo použití vakuového čerpání. Odvodňovací vrty bude nutno použít také v případě hloubení startovacích a cílových šachet v případě výskytu prachovitého jílu se sklonem ke ztekucování. Zde je nutno klást důraz na přerušování hloubících prací a urychlené vybudování odvodňovacích vrtů. Snaha po zvládnutí přítoků podzemní vody do hloubených šachet čerpáním kalovými čerpadly z hloubených šachet vede k sufozi, která se v konečném důsledku projevuje „komínováním“ v blízkém okolí šachet, propadům komunikací a potřebě následných a nákladných oprav. Zkušenosti ukázaly, že je u takových šachet nutno vyhloubit vždy 4 odvodňovací vrty.

Doporučujeme provedení fotodokumentace objektů, které se nacházejí ve vzdálenosti do 10 m od budoucího výkopu pro objektivní posouzení případných škod, jejichž znik nelze zcela vyloučit.

V Brně 2009-11-14