

Ing. Zdeněk Vacek
AQUA - GEA Holešov
ul. Míru 312, 769 01 Holešov

OPAVA – úprava Staré Jatarky

**Hydrogeologické a inženýrskogeologické poměry v trase
kanalizačního sběrače v místě přečerpávací stanice
spláskových vod**

Závěrečná zpráva

únor 2012

Ing. Zdeněk Vacek
AQUA – GEA Holešov
ul. Míru 312
769 01 Holešov

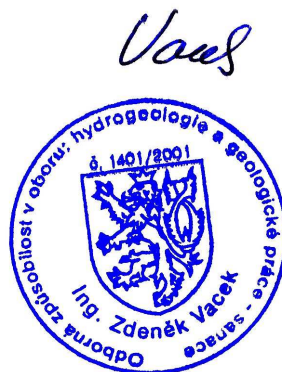
Zakázka č. : 7/2012

Akce : OPAVA - úprava Staré Jaktarky
Hydrogeologické a inženýrskogeologické poměry v trase kanali-
začního sběrače a v místě přečerpávací stanice splaškových vod

Závěrečná zpráva

Zodpovědní zpracovatelé : RNDr. Milan Kašpárek

Ing. Zdeněk Vacek



únor 2012

1.0 Úvod

Na základě požadavku firmy VIVA PROJEKT s.r.o. Opava zpracovala naše firma Ing. Zdeněk Vacek AQUA – GEA Holešov zprávu o geologických poměrech v prostoru trasy budoucího kanalizačního sběrače na Krnovské ulici a jejím okolí v severozápadní části intravilánu města Opavy. Cílem především rešeršních prací bylo zjistit petrografické profily, inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry v místě uvažované výstavby uvedených kanalizačních sběračů a čerpací stanice. Výsledky této práce budou sloužit pro návrh založení stavby, pažení a odvodnění výkopů.

V rámci zpracování této zprávy o geologických poměrech byly využity vlastní starší terénní práce a dostupné archivní geologické podklady, zejména informace o petrografických profilech a úrovni hladiny podzemní vody poblíže trasy projektovaných kanalizačních sběračů.

V následující závěrečné zprávě jsou uvedeny výsledky starších i nových průzkumných prací a stručný popis přírodních poměrů. V technickém závěru zprávy jsou s ohledem na zjištěné geologické poměry uvedena doporučení pro projekt a realizaci stavby.

2.0 Stručný popis přírodních poměrů

Zájmové území se nalézá v severozápadní části intravilánu města Opavy, v prostoru u Krnovské ulice, mezi propustkem potoka Jaktarky (v některých mapách označované jako Velká) a ulicí Na hranicích vedoucí směrem k okraji Městských sadů. Přehledně je situace stavby zachycena v mapě dokumentačních bodů v příloze č. 2.

Dobrou představu o situaci širšího okolí zájmového území podává výřez z vodohospodářské mapy 1 : 50 000 v příloze č.1.

Podle orografického členění patří toto území do Poopavské nížiny, která je součástí geomorfologického celku Poopavské pahorkatiny. Vlastní zájmové území se nachází v údolní nivě řeky Opavy, v rovinnatém terénu s nadmořskou výškou 255 až 257 m n.m. V nejzápadnější části zasahuje stavba i do prostoty nad okrajem nivy s výškou terénu až přes 260 m n.m.

Po stránce klimatické je zájmové území součástí mírně teplé oblasti MT 10 (Quitt, 1975), pro niž je charakteristické dlouhé, teplé a mírně suché léto, krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Podle měření klimatické stanice v Opavě činí dlouhodobý průměr roční teploty 8 °C, dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek dosahuje 640 mm.

Pro představu uvádíme v následující tabulce některé hlavní klimatické charakteristiky oblasti MT 10.

Počet letních dnů	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	- 2 až -3 °C
Průměrná teplota v červenci	17 - 18 °C
Průměrná teplota v dubnu	7 - 8 °C
Průměrná teplota v říjnu	7 - 8 °C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 - 450 mm
Srážkový úhrn v zimním období	200 - 250 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 60
Počet dnů zamračených	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50

Podle mapy specifických odtoků se zde na 1 km² vytváří v průměru 1 až 2 l/s podzemní vody.

Z hydrografického hlediska náleží toto území k povodí Odry. Nachází se v povodí Opavy, v severozápadní části dílčího povodí s číslem hydrologického pořadí 2-02-01-089 - Opava od Plšťského potoka po Kateřinský potok. Zájmové území je na západním okraji ohraničeno dnešním tokem Jaktarky, na východní straně městským náhonem.

Po stránce geologické se zájmové území nachází v oblasti, kde je skalní podloží budováno komplexem kulmských hornin. V jejich nadloží se nacházejí převážně jílovité sedimenty neogenního stáří řazené stratigraficky k svrchnímu badenu.

Jedná se o mocné souvrství homogenních, místy prachovitých, vápnitých jílu zelenošedých až modrošedých barev. Místy jsou vyvinuty vložky nebo slabé polohy písků. Na lokalitě i v jejím bližším okolí se lokálně vyskytují sádrovcové polohy. V minulosti zde bylo sádrovcové ložisko ležící na levém břehu řeky Opavy předmětem dobývání. Výchozy sádrovce jsou poblíž zájmového území i přímo ve dně řeky.

Kvartérní sedimenty v nadloží neogénu jsou v širším okolí zastoupeny uloženinami glaciálními, fluviálními a eolickými. Glaciální sedimenty kryjící neogenní jíly můžeme podle původu rozdělit na sedimenty glacigenní (souvkové hlíny, hlinité štěrky ap.), glacifluviální (štěrky a písky) a glacialakustrinní (písky a jíly). Fluviální sedimenty jsou zastoupeny především písčitými štěrky údolních nebo vyšších teras. Šterkové nánosy jsou kryté 3 až 4 m mocnými fluviálními, tzv. povodňovými, hlínami.

V širším okolí na svazích nad údolní nivou se vyskytují eolické (váté) sedimenty. Eolické sedimenty jsou zastoupeny sprašovými hlínami a sprašemi kryjícími území ve vrstvě mocné několik m, vzácně až přes 20 m. V prostoru stavby se s nimi prakticky nesetkáme. Pouze v nejzápadnější, nejvyšší, části je nalezneme jako součást málo mocné vrstvy deluviálních hlín u povrchu terénu.

V našem zájmovém území jsou kvartérní uloženiny tvořeny fluviálními sedimenty údolní nivy řeky Opavy. Jedná se o souvrství tvořené ve spodní části písčitými štěrky, ve svrchní části polohou fluviálních tzv. povodňových hlín. Mocnost štěrků kolísá cca od 2 do 3 m, v materiálu valounů se vyskytuje především křemen, křemence a droby, méně se vyskytují exotické severské materiály a břidlice. Velikost valounů dosahuje až 50 cm. Ve svrchních partiích jsou štěrky často zahliněné. Ve větší vzdálenosti od řeky se místy v podloží štěrků vyskytuje poloha zajiňovaných písků. Povodňové hlíny jsou proměnlivého složení od prachovitých jílu až po více či méně zajiňované písky. Jejich mocnost je poměrně stálá a pohybuje se od 3 do 4 m. V nejzápadnější, nejvyšší části území zasahuje stavba do prostoru vyšší tzv. hlavní terasy (viz profil vrtem S16). Staveniště které se nalézá v prostoru Krnovské ulice a přilehlých ulic je specifické tím, že povrch terénu zde lokálně tvoří vrstvy navážek mocnosti až přes 1,5 m.

Pro představu o stavbě sedimentů údolní nivy v zájmovém území podávají petrografické profily vrtů uvedené v přílohové části zprávy.

Z hydrogeologického hlediska je zájmové území součástí rajónu 1520 – Kvartér Opavy (Fluviální a glacigenní sedimenty v povodí Opavy).

Neogenní uloženiny jsou vzhledem k svému převážně jílovitému charakteru pro vodu velmi málo propustné a z hlediska nadložních kvartérních sedimentů je můžeme označit za počevní izolátor.

Zájmové území je budováno pod vrstvou navážek a povodňových hlín dobře průlinově propustnými fluviálními šterky, jejichž koeficient transmisivity se pohybuje v rozmezí $1 \cdot 10^{-4}$ až $1 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Koeficient filtrace byl v širším okolí zájmového území zjištěn při starším průzkumu (Vacek, 1983) a pohyboval se v rozmezí od $8,5 \cdot 10^{-4}$ po $9,7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Průzkumným vrtem HV-1 (Trojáček, 1991) realizovaným nedaleko za severním okrajem zájmového území byla zjištěna hodnota koeficientu filtrace $6,4 \cdot 10^{-4}$ m/s. Koeficient transmisivity je zde $1,28 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Dosah deprese zjištěný na základě hydrodynamických zkoušek při snížení hladiny o 1 m podle Sichardtova empirického vzorce $R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k} = 76$ m. Množství čerpané vody při snížení o 1 m činilo ve vrtané studni cca 1 l/s.

Ve svrchní části šterkové vrstvy, kde jsou šterky silně zahliněné, je koeficient filtrace až o 1 řád nižší. Vrstva fluviálních šterků je kryta velmi málo propustnými tzv. povodňovými hlínami, které mají charakter písčitých až prachovitých jílů.

U povrchu terénu se lokálně nacházejí méně mocné rovněž relativně málo propustné vrstvy hlinitokamenitých navážek.

V bývalém korytě Jaktarky se nachází nezpevněné bahnité a písčitobahnité sedimenty, které jsou pro vodu propustné. Jejich propustnost je však relativně velmi nízká, takže vodu, která přitéká z okolí, ať již z okolního povrchu terénu nebo kanalizačními svody, nepropouští dostatečně rychle do podložních fluviálních sedimentů, do šterků a vytváří se zde proto samostatná zavěšená zvědeň s vyšší hladinou podzemní vody než jakou nalézáme v okolí. Propustnost této bahnité výplně koryta můžeme charakterizovat koeficientem filtrace $k = n \cdot 10^{-7}$ m/s. Do prostoru bývalého koryta Jaktarky stavba nezasahuje.

Zájmové území se nachází z hlediska výskytu podzemních vod v exponované oblasti, která je dotována vodou povrchových toků Jaktarky, městského náhonu a vodou přitékající z vyššího terénu, z vyšší říční terasy ležící na jih od zájmového území. Severně od zájmového území se nachází tok řeky Opavy, jehož nadjezová část rovněž nabohacuje území podzemními vodami. Naopak jeho podjezová část je zde nejvýraznějším drenážním prvkem, vytváří výraznou odvodňovací bázi, která udržuje hladinu podzemní vody poměrně hluboko, v průměru 2,5 až 3,5 m pod povrchem terénu. Vliv řeky Opavy za normálních stavů hladin do prostoru stavby nesahá. Přehled o úrovni hladiny podzemní vody a úrovni povrchu štěrků a povrchu počevního izolátoru tvořeného neogenními jílovitými sedimenty podává následující tabulka.

*Tabulka č. 1 : Vybrané archivní údaje z průzkumných vrtů
(ppt. – pod povrchem terénu)*

vrt	hladina vody ppt.	povrch štěrků ppt.	povrch neogénu ppt.	kóta terénu	kóta povrchu štěrků	kóta povrchu neogénu
	(m)	(m)	(m)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)
S-1	0,5	3,0	6,5	257	254	250,5
S-3	3,0	4,2	6,5	257	252,8	250,5
V-1 (1996)	3,7	4,4	> 5	258,4	254	-
S-18	4,0	1,8	>10	261,5	259,7	-
V-1 (1990)	2,6	4,0	> 6	255,7	251,7	-
V-2 (1990)	2,9	4,2	>6	256,2	250,2	-
S-16	2,4	3,0	4,8	255,4	252,4	250,6
HV-1	3,4	2,8	4,8	254,4	251,6	249,6

Informace o kvalitě podzemních vod jsou převzaty ze staršího hydrogeologického průzkumu (Trojáček, 1991). Podle tohoto průzkumu je podzemní voda běžného typu Ca-HCO₃ typu, neutrální, tvrdá (3,2 mmol/l), se střední mineralizací 536 – 600 mg/l. ČSN 83 0615 – voda pro dopravu ocelovým a litinovým potrubím – neodpovídá zvýšená koncentrace oxidu uhličitého a hodnota Langelierova indexu. Podle starších

rozborů a hodnocení jeví voda kyselostní, uhličitou a síranovou agresivitu na stavební hmoty.

3.0 Technický závěr

Trasa kanalizace je situována v prostoru Krnovské ulice a několika přilehlých ulic, viz situace v příloze č. 2. Umístění čerpací stanice pro přečerpávání splaškových vod je zvažováno buď severovýchodně od Krnovské ulice v proluce mezi domy ve střední části stavby nebo jihozápadně od Krnovské ulice v prostoru areálu vodáren. Hloubka založení čerpací stanice se uvažuje 6 až 7 m pod povrchem terénu a hloubka výkopu pro uložení kanalizace se uvažuje 3 až 4 m pod úrovní vozovky.

Projektovaná trasa zasáhne převážně do různorodých většinou hlinitokamenitých, místy neulehlých navážek a do fluviálních (povodňových) hlín. Tyto zemní hmoty se vyskytují v prostoru stavby v mocnosti 3 až 4 m. Lze však očekávat, že zejména v hlubších částech stavba dosáhne povrchu hrubých písčitých štěrků údolní terasy Opavy. Stavební jáma pro čerpací stanici bude těmito štěrky procházet až k jejich bázi a nelze vyloučit, že dosáhne i podložních neogenních jílovitých sedimentů. Před realizací projektu pro stavební povolení, po konečném výběru varianty pro umístění čerpací stanice doporučujeme ověřit konkrétní geologické podmínky v místě stavby novým průzkumným vrtem.

V nejzápadnější části v ulici Boční, Hranička a Mrštíkova zasáhne stavba kanalizace pod vrstvou navážek do štěrků vyšší, tzv. hlavní terasy, která se vyznačuje častým obsahem hrubých a balvanitých štěrků.

V trase navržené kanalizace dělíme zeminy podle těžitelnosti v souladu s ČSN EN ISO 14688 a 14689 takto :

Typ zeminy	třída těžitelnosti
ornice	I
různorodé navážky	I – II
fluviální jílovité zeminy, povodňové hlíny	I
štěrky údolní nivy Opavy a štěrky hlavní terasy	II
převážně tuhé až pevné jílovité zeminy neogénu	I

3.1 Hloubení výkopů

Odhlédneme-li od ornice v mocnosti 0,0 – 0,30 m, či případně lokálních navážek o mocnosti do 1,5 m, budou zemní práce prováděny v přirozeně uložených holocenních sedimentech v nadloží písčitých štěrků údolní terasy Opavy, které mají ráz proměnlivě jemně písčitých či prachovitopísčitých jílovitých hlín a jílu převážně tuhé konzistence. Podle ukazatelů plasticity řadíme tyto zemin ve smyslu ČSN 73 1001 mezi středně plastické jíly skupiny CI, do třídy F 6 s těmito základními směrnými hodnotami technických vlastností :

Tabulková výpočtová únosnost $R_{dt} =$	100 kPa
Modul přetvárnosti $E_{def} =$	5 - 6 MPa
Efektivní soudržnost $c_{ef} =$	15 kPa
Efektivní úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} =$	21 °
Přirozená objemová hmotnost $\gamma_n =$	21,0 kN/m ³

V těchto zeminách lze realizovat výkopové práce (pokud nebudou prováděny za anomálně zvýšených stavů hladin podzemních vod) a stabilita stěn výkopů rýhy bude zajištěna svahováním v těchto rozmezích :

- výkopy do hloubky 1,0 m	svislé
- výkopy do hloubky 1,5 m	1 : 0,5 (63 °)
- výkopy do hloubky 2,5 m	1 : 0,65 (57°)

Při pažení výkopu příložným pažním s mezerami jsou možné svislé stěny výkopů až do hloubky 2,5 m.

Vzhledem k okolní zástavbě, podzemním instalacím a dopravním komunikacím je nutné v blízkosti dalších staveb realizovat výkopy pod ochranou pažení, které zamezí vzniku zátrhů a sedání v okolí výkopu. Svahování stěn výkopů připadá v úvahu pouze výjimečně v území mimo zástavbu.

Pro použití hnaného pažení, které připadá v úvahu zejména při zakládání čerpací stanice je nutné upozornit, že fluviální štěrky kam bude výkop spodní částí zasahovat, jsou hrubé až balvanité, lokálně s ojedinělými valouny ϕ až 0,5 m.

Zeminy vytěžené při zemních pracích, navážky a fluviální hlíny, jsou naprosto nevhodné pro tvoření hutněných zásypů a v úsecích zejména u komunikací, kde to bude nutné se musí zásypy a záhozy provést z dovezených použitelných zemin z externího zdroje. Způsob hutnění a požadavky na kvalitu hutnění budou upřesněny podle použitých hmot, obecně lze však požadovat u soudržných zemin dosáhnout hutněním min. 95 % γ_{\max} Proctor Standad, nebo relativní hutnosti I_D u zemin nesoudržných.

3.2 Odvodnění stavebních jam

Svojí spodní částí zasáhne na Krnovské ulici a jejím okolí výkop jak pro uložení kanalizace tak pro založení čerpací stanice pod úroveň hladiny podzemní vody. Pouze v nejzápadnější vyšší části na ulicích Boční, Hranička a částečně Mrštíkova bude výkop pro uložení kanalizace dnem nad úrovní hladiny podzemní vody.

Kromě hladiny podzemní vody ve štěrcích údolní nivy se lokálně a občasně může v menším množství vyskytovat podzemní voda i na bázi navážek, nad povrchem méně propustných povodňových hlín.

Umělé snížení hladiny podzemní vody by mělo být zajištěno :

- a) V místě stavební jámy pro čerpací stanici pomocí čerpání z 3 vrtaných hydraulicky úplných studní o hloubce cca 8 m, které by zasáhly do neogenního podloží hlavního kolektoru, kterým jsou zde, jak již bylo dříve uvedeno, relativně dobře propustné písčité štěrky údolní terasy Opavy. Snížení hladiny podzemní vody by mělo být provedeno v předstihu před hloubením jámy, což si vyžádá zahájení čerpání cca 10 dní před zahájením výkopových prací. Po odčerpání statických zásob je nutné počítat s čerpaným množstvím cca do 2 l/s z každé studny. I při předpokládaném zájmkování výkopové jámy těsným hnaným pažením je nutno počítat s odčerpáváním zbytkové vody z jámy a pro

odčerpávací, sběrnou jímku je nutné vytvořit v pažení dostatečně velký výklenek.

Vzhledem k očekávané délce výstavby přesahující 14 dní a množství odčerpávané vody přes limit 1 l/s je k nutné vyžádat si od místně příslušného úřadu povolení k nakládání s vodami. Dosah snížení hladiny v okolí bude v řádu prvních stovek m, v podstatné míře (v řádu dm až m) dojde ke snížení hladiny do vzdálenosti desítek m. Z hlediska možného vlivu snížení hladiny na okolní zástavbu preferujeme variantu umístění čerpací stanice v areálu vodáren oproti variantě v proluce mezi rodinnými domy.

- b) V místě výkopů pro uložení kanalizace bude vhodné využít snížení hladiny při čerpání pro stavbu čerpací stanice, které podstatně sníží hladinu podzemní vody v jejím okolí. Postup výkopových prací navrhujeme provádět od čerpací stanice, z místa hlubší části výkopu směrem k vyšším, mělkým částem výkopu. Odvodnění pak bude možno provádět pomocí plastového flexibilního drénu ukládaného na okraj dna výkopu a podzemní i případně srážkovou vodu svádět do studny u čerpací stanice nebo do průběžně vyhloubených provizorních mělkých (do 1 m pod dno výkopu) skružových jímek v trase výkopu. Při odvodňování výkopu je nutné počítat s množstvím odváděných vod cca do 2 l/s na 100 m délky výkopu.

Před ukončení prací je nutné drenáže zaslepit, aby v budoucnu nedocházelo k nežádoucí redistribuci podzemních vod a tím k případnému vymývání a sufozi okolních zemin.

únor 2012

RNDr. Milan Kašpárek

Ing. Zdeněk Vacek

Vacek



Přílohy :

- č. 1 Výřez z vodohospodářské mapy s vyznačením zájmového území
- č. 2 Situace zájmového území s vyznačením polohy použitých starších vrtů
- č. 3 Petrografické popisy starších průzkumných vrtů

Literatura :

- Balatka B., Sládek J. (1962) : Říční terasy v českých zemích; ČSAV Praha
- Kučera J. (1986) : Hydrogeologická mapa ČR 1 : 50 000, list 15-32 Opava ; ÚÚG Praha
- Opletal M. (1986) : Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 15-32 Opava; ÚÚG Praha
- Ptáčník J. (1983) : Moravolen Opava – ČOV, IG průzkum; Agroprojekt Opava
- Quitt E. (1971) : Klimatické oblasti Československa; ČSAV Brno
- Trojáček S. (1991): Opava – koupaliště, Hydrogeologický průzkum, Závěrečná zpráva; Vodní zdroje a.s. Holešov
- Vacek Z. (2006) : Opava – Městské sady, Sedimentační nádrž, Hydrogeologický a inženýrskogeologický průzkum Závěrečná zpráva; AG Holešov
- Vacek Z. (2006): Opava – Jaktař, Hydrogeologický a inženýrskogeologický průzkum pro trasu kanalizačního sběrače A, A1, Závěrečná zpráva; AG Holešov