

Obsah

Obsah	1
Úvod	2
Geometrie a konstrukce hydrogeologických vrtů	2
Metodika hydrodynamických zkoušek	3
Odběrové hydrodynamické zkoušky	3
Hydrodynamické zkoušky s okamžitou změnou hladiny	6
Vyhodnocení odběrových hydrodynamických zkoušek	6
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ3	6
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ9	8
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ13	9
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ18	10
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ21	12
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ124	13
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ165	14
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ211	16
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ220	17
Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek s okamžitou změnou hladiny	18
Slug test ve vrtu HJ179	18
Nálevová zkouška ve vrtu HJ1	20
Nálevová zkouška ve vrtu HJ16	21
Nálevová zkouška ve vrtu HJ34	22
Nálevová zkouška ve vrtu HJ41	23
Nálevová zkouška ve vrtu HJ65	25
Nálevová zkouška ve vrtu HJ77	26
Nálevová zkouška ve vrtu HJ86	27
Nálevová zkouška ve vrtu HJ105	28
Závěr	29
Literatura	31

Příloha 2.1

graficko-analytické vyhodnocení zkoušek

Úvod

V rámci hydrogeologických prací prováděných v rámci přípravy stavby „RS 1 VRT Praha-Běchovice – Poříčany“ bylo provedeno 18 hydrodynamických zkoušek v nových trvale vystrojených hydrogeologických vrtech. Hydrogeologické vrtý jsou umístěny nad projektovanými železničními zářezy a tunely a mohou sloužit i v průběhu stavby jako body hydrogeologického monitoringu skutečného ovlivnění režimu podzemní vody zemními pracemi. Lokalizace vrtů je na Příloze 1 zprávy hydrogeologického monitoringu.

V dubnu až srpnu 2021 byly, v uvedených hydrogeologických vrtech, provedeny hydrodynamické zkoušky. Ve vrtech HJ3, HJ9, HJ13, HJ18, HJ21, HJ124, HJ165, HJ211 a HJ220 se jednalo o zkoušky odběrové, ve vrtu HJ179 s malou mocností vodního sloupce byl proveden slug test a ve vrtech HJ1, HJ16, HJ34, HJ41, HJ65, HJ77, HJ86 a HJ105, které byly po vyhloubení suché nebo s minimální mocností vodního sloupce nálevová zkouška.

Účelem hydrodynamických zkoušek je získat informace o odporových charakteristikách zvodnělého horninového prostředí. Ty jsou nutné pro modelování pohybu vody v horninovém prostředí stejně tak jako pro hydraulické výpočty velikosti přítoků podzemních vod do podzemních staveb, silničních zářezů a stavebních jam i pro určení dosahu ovlivnění úrovně hladiny vody umělým zásahem do ustáleného režimu podzemní vody.

Geometrie a konstrukce hydrogeologických vrtů

Zkoušky byly provedeny v trvale vystrojených hydrogeologických vrtech. Vrtý s trvalou výstrojí mohou i v budoucnu sloužit ke sledování skutečných změn režimu podzemní vody způsobených stavbou při modernizaci železnice. Nové vrtý většinou vyhloubila vrtná osádka vrtmistra Radka Zouhara ze společnosti GEOBE s.r.o. vrtnou soupravou Wirth ECO 0. Vrtý HJ211 a HJ220 vyhloubila vrtná osádka vrtmistra p. Novotného ze společnosti SG IGHG s.r.o. vrtnou soupravou RDBS/B V tabulce č. 1 je uvedena geometrie vrtů včetně jejich vystrojení.

vrt	hloubka (m)	prům. vrtání (mm)	výstroj (mm)	perforace (m)	obsyp (4/8 mm)	zhlaví (m)
HJ1	8	220 mm – 0-2 m 195 mm – 2-4 m 156 mm – 4-8 m	PVC 125/4	2,0 – 7,0	1-8	+ 0,00 pojezd
HJ3	14	220 mm – 0,0-3,7 m 195 mm – 3,7-7,2 m 156 mm – 7,2-14,0 m	PVC 125/4	2,0 – 13,0	1-14	+ 0,72
HJ9	15	156 mm – 0-15 m	PVC 110/4	2,0 – 14,0	1-15	+ 0,95
HJ13	12	220 mm – 0,0-3,5 m 195 mm – 3,5-12,0 m	PVC 125/4	2,0 – 11,0	1-12	+ 0,71
HJ16	8	195 mm – 0-4 m 156 mm – 4-8 m	PVC 125/4	2,0 – 7,0	1-8	+ 0,72

vert	hloubka (m)	prům. vrtání (mm)	výstroj (mm)	perforace (m)	obsyp (4/8 mm)	zhlaví (m)
HJ18	8	195 mm – 0,0-4,8 m 156 mm – 4,8-8,0 m	PVC 125/4	2,0 –7,0	1-8	+ 0,67
HJ18p	5	195 mm – 2-5 m	PVC 110/4	0,0 –5,0	0-5	+ 0,19
HJ21	10	220 mm – 0-1 m 195 mm – 1-3 m 156 mm – 3-10 m	PVC 125/4	2,0 –9,0	1-10	+ 0,73
HJ34	8	195 mm – 0-4 m 156 mm – 4-8 m	PVC 125/4	2,0 –7,0	1-8	+ 0,60
HJ41	8	195 mm – 0-4 m 156 mm – 4-8 m	PVC 125/4	2,0 –7,0	1-8	+ 0,64
HJ65	10	195 mm – 0-10 m	PVC 110/4	2,0 –9,0	1-10	+ 0,72
HJ77	10	156 mm – 0-5 m 137 mm – 5-10 m	PVC 110/4	2,5 –9,5	2-10	+ 0,80
HJ86	8	156 mm – 0-5 m 137 mm – 5-8 m	PVC 125/4	3,0 –7,5	1-8	+ 0,74
HJ94	10	195 mm – 0-4 m 156 mm – 4-10 m	PVC 125/4	2,0 –9,0	1-10	+ 0,64
HJ105	11	156 mm – 0-11 m	PVC 110/4	2,0 –10,0	1-11	+ 1,00
HJ124	8	195 mm – 0-8 m	PVC 125/4	2,0 –7,0	1-8	+ 0,73
HJ165	8	220 mm – 0-4 m 195 mm – 4-8 m	PVC 125/4	2,0 –7,0	1-8	+ 0,00
HJ179	12	156 mm – 0-12 m	PVC 110/4	2,0 –11,0	1-8	+ 0,98
HJ211	20	156 mm – 0-20 m	PE 125/4	2,0 –19,0	1,5-20	+ 0,45
HJ220	20	156 mm – 0-20 m	PE 125/4	2,0 –19,0	1,5-20	+ 0,46

Tabulka 1 - Geometrie hydrogeologických vrtů a vyzbrojení (dle informací od vrtné firmy)

Geologická dokumentace vrtů byla provedena pracovníky společnosti SUDOP PRAHA a.s.

Metodika hydrodynamických zkoušek

Odběrové hydrodynamické zkoušky

Jedná se o testy, při kterých je ze zkoušeného objektu odebíráno po určitý čas určité množství vody. Většinou se jedná o konstantní odběr, který může být v případě potřeby i několikrát skokově navýšen. Důvodem navýšení může být potřeba dosažení většího snížení ve vrtu anebo provedení některých speciálních zkoušek vedoucích ke stanovení efektivity vrtu. Každé snižování čerpaného množství v průběhu zkoušky přináší problémy s jejím vyhodnocením a vyvolává potřebu delšího času zkoušky. Odběrové hydrodynamické zkoušky s konstantní hladinou v testovaném objektu, při kterých může docházet k pozvolnému snižování čerpaného množství vody z objektu, nebyly v rámci průzkumu prováděny.

Hydrodynamické zkoušky jsou prováděny v režimu neustáleného proudění. Základem vyhodnocení odběrových zkoušek je klasická graficko-analytická metoda standardní křivky využívající Theisovy studňové funkce dle následujících vztahů (Theis, 1935):

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W_{(u)}$$

$$W_{(u)} = -0.5772 - \ln_{(u)} + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \dots$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$k = \frac{T}{H}$$

kde:

s	- snížení hladiny ve vrtu	[m]
Q	- konstantní čerpané množství	[m ³ s ⁻¹]
T	- transmisivita	[m ² s ⁻¹]
S	- storativita	[-]
t	- čas od počátku čerpání	[s]
r	- poloměr ekvivalentního hydraulicky dokonalého vrtu nebo vzdálenost od čerpaného vrtu	[m]
W _(u)	- Theisova studňová funkce	[-]
u	- argument studňové funkce	[-]
k	- koeficient hydraulické vodivosti (filtrace)	[ms ⁻¹]
H	- mocnost zvodně	[m]

Později byl Theisův postup zjednodušen Cooperem a Jacobem (Cooper, a další, 1946), kdy byla Theisova křivka nahrazena přímkou. Cooper-Jacobovova metoda spočívá v použití studňové funkce pouze ve tvaru

$$W_{(u)} = -0.5772 - \ln_{(u)}$$

což je platné pro větší časové úseky – dosažení semiustáleného stavu ve vrtu. Výsledné rovnice pak jsou:

$$T = \frac{2,3Q}{2\pi\Delta s} \quad \text{a} \quad S = \frac{2,25Tt_0}{r^2}$$

Δs	- změna snížení hladiny ve vrtu	[m]
t_0	- čas při protnutí získané křivky osu s=0	[s]

Pro použití Theisovy metody i v případě shora neohraničeného kolektoru (volná hladina podzemní vody) vypracoval Jacob opravu snížení ve Theisově výpočtu:

$$s_{opr} = s - \left(\frac{s^2}{2D} \right)$$

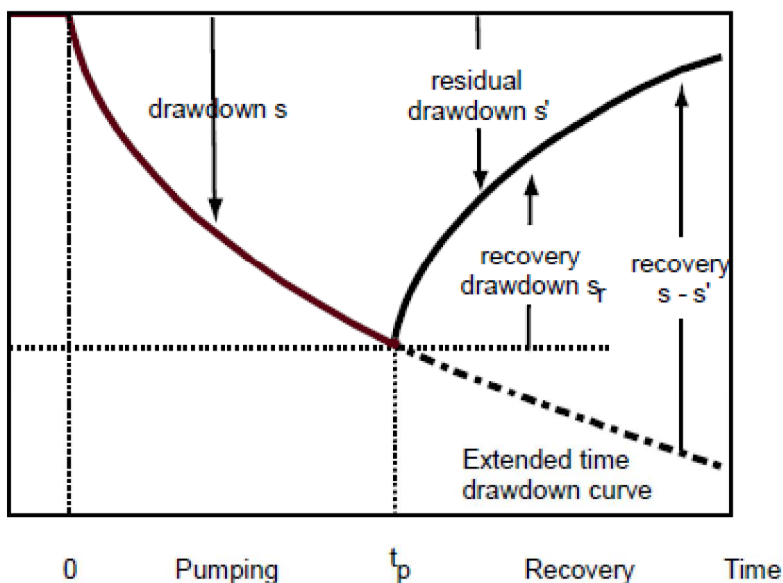
s_{opr}	- opravené snížení	[m]
s	- měřené snížení	[m]
D	- mocnost zvodnělé vrstvy (před čerpáním)	[m]

Theisovy postupy byly dále upraveny pro jednotlivé typy kolektorů a zvodnění. Pro nedokonale těsný strop ohraničeného kolektoru např. (Hanthush, a další, 1955).

Pro shora neohraničený kolektor (zvodnění s volnou hladinou podzemní vody) jsou používány postupy dle Boultona (Boulton, 1963) anebo, hlavně v případě s dodatečným uvolněním vody do kolektoru i postupy dle Neumana (Neuman, 1975). Oba výše uvedené modely spojil Moench (Moench, 1995).

Pro zvodnělé prostředí s puklinovou propustností jsou používány vyhodnocovací postupy sestavené Warrenem a Rootem pro prostředí s předpokladem dvojí porózy (Warren, a další, 1963) a Moenchem, který zahrnuje do výpočtu i odpor na plášti vrtu (Moench, 1984).

Závěrečné, stoupací části zkoušek (recovery) jsme vyhodnotili většinou stejnou metodou, jakou byla vyhodnocena a první část testu s úpravou dle Agarwala, která spočívá v určení velikosti vzestupu hladiny (recovery) na základě modelové předpovědi pokračování odběrové zkoušky, a ne od úrovně nejnižšího zaklesnutí hladiny (Agarwal, 1980) graf č. 1.



Graf 1 - Řešení stoupací části zkoušky s použitím postupu dle Agarwala

Graficko-analytická část vyhodnocení testů je v příloze č. 2.1.

Hydrodynamické zkoušky s okamžitou změnou hladiny

Jako variantní metody hydrodynamických zkoušek ke zkouškám odběrovým jsou zkoušky s okamžitou změnou hladiny, mezi které patří slug testy a některé typy nálevových zkoušek. Kvalitativně poměrně novou metodou zkoušek s okamžitou změnou hladiny jsou slug testy, při nichž je dosaženo zvýšení hladiny ve vrtu zanořením slugu (závaží) o průměru blížícím se průměru vrtu nebo snížení hladiny jeho opětovným vytažením (bail test). Změnu hladiny lze vyvolat i okamžitým nálevem většího množství vody do vrtu. Dosáhne se tak změny hladiny ve velmi malém časovém intervalu, a tak do výpočtových metod lze konkrétně zadat podmínku okamžitého vzestupu (poklesu) hladiny v čase $t = 0$. Z tohoto předpokladu, totiž že zvýšená hladina je jen ve vrtu, a ne v jeho okolí, vycházejí výpočtové metody, pro které je jedinou vstupní proměnou hodnotou úroveň hladiny ve vrtu v závislosti na čase. Neměnnými vstupy jsou geometrické rozměry vrtu a zvodně (viz tabulka č. 1).

Základní vyhodnocovací metody jsou tři a jsou nazvány podle jejich autorů. Metoda Bouwera a Rice (Bouwer, a další, 1976) je navržena pro případ neohraničeného kolektoru nebo kolektoru s prosakujícím stropem. Testovaný objekt je úplný nebo i neúplný s nezanedbatelnou zásobou vody ve vrtném stvolu. Metoda Hvorsleva (Hvorslev, 1951) je navržena pro ohraničený i neohraničený kolektor, úplný vrt se zanedbatelnou zásobou vody ve vrtu. Je to metoda, která se používá hlavně pro piezometry. Metoda Cooper-Bredehoeft-Papadopoulos (Cooper, a další, 1967) je určena pro ohraničený kolektor s úplným vrtem.

Hydrodynamické zkoušky s okamžitou změnou hladiny testují horninové prostředí pouze v nejbližším okolí vrtu. Výsledky nálevových zkoušek u nových vrtů mohou být částečně zkresleny odporem na stěnách vrtu, které jsou pokryty špatně propustnou vrstvou po vrtání – tzv. skinový efekt. Skinový efekt se nejvýrazněji projevuje při proudění vody z vrtu do horninového prostředí. Proto mají při slug testech větší vypovídající schopnost bailové části zkoušky oproti slugovým. Přírodním prouděním ve vrtu dochází k samovolnému odstranění této izolační vrstvy a zprůchodnění stěn vrtu.

Vyhodnocení odběrových hydrodynamických zkoušek

Hydrodynamické zkoušky odběrové byly provedeny ve vrtech HJ3, HJ9, HJ13, HJ18, HJ21, HJ124, HJ165, HJ211 a HJ220.

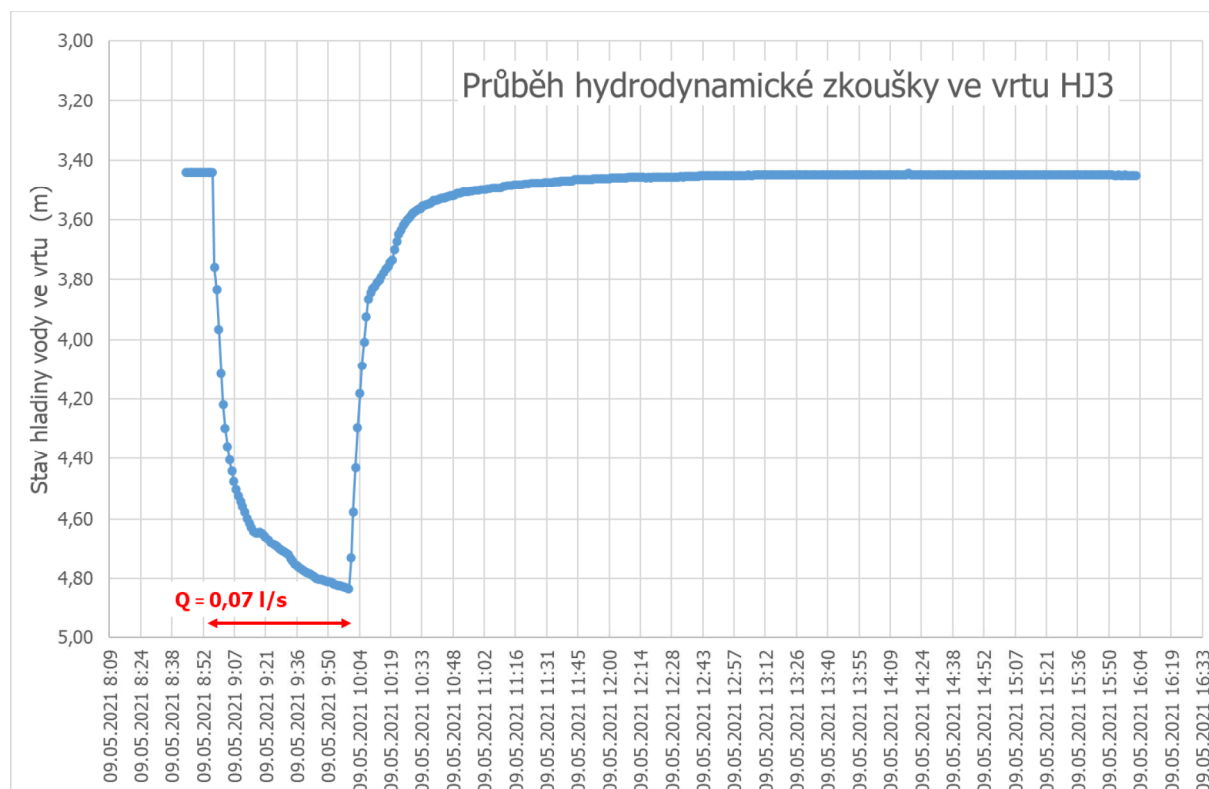
Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ3

V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 10,51 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 2,72 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,72 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 4 m pod bází přípoверхové navážky v poloze zcela zvětralé břidlice. Testovaným kolektorem je antropogenní navážka charakteru štěrku s


příměsí jemnozrnné zeminy. Zvodnění je nad polohou zvětrané ordovické břidlice bohdaleckého souvrství charakteru jílu se střední plasticitou. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 1,28 m.

Během testu byla z vrtu HJ3 odebírána voda o konstantní vydatnosti 0,07 l/s⁻¹.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 2 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 2 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ3

			IČ: 27135161					Pumping Test Analysis Report			
			DIČ: CZ 27135161					Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
			aqh@aqh.cz					Number: 2021_05			
			www.aqh.cz					Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj			Pumping Test: HJ3					Pumping Well: HJ3			
Test Conducted by:								Test Date: 09.05.2021			
Aquifer Thickness: 1,28 m			Discharge: variable, average rate 0,07 [l/s]								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S				
1	Theis	20.05.2021	Theis	HJ3	$3,08 \times 10^{-5}$	$2,41 \times 10^{-5}$					
2	Theis + Agarwal	20.05.2021	AGARWAL + Theis	HJ3	$4,09 \times 10^{-5}$	$3,20 \times 10^{-5}$					
Average					$3,59 \times 10^{-5}$	$2,80 \times 10^{-5}$					

Tabulka 2 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ3 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

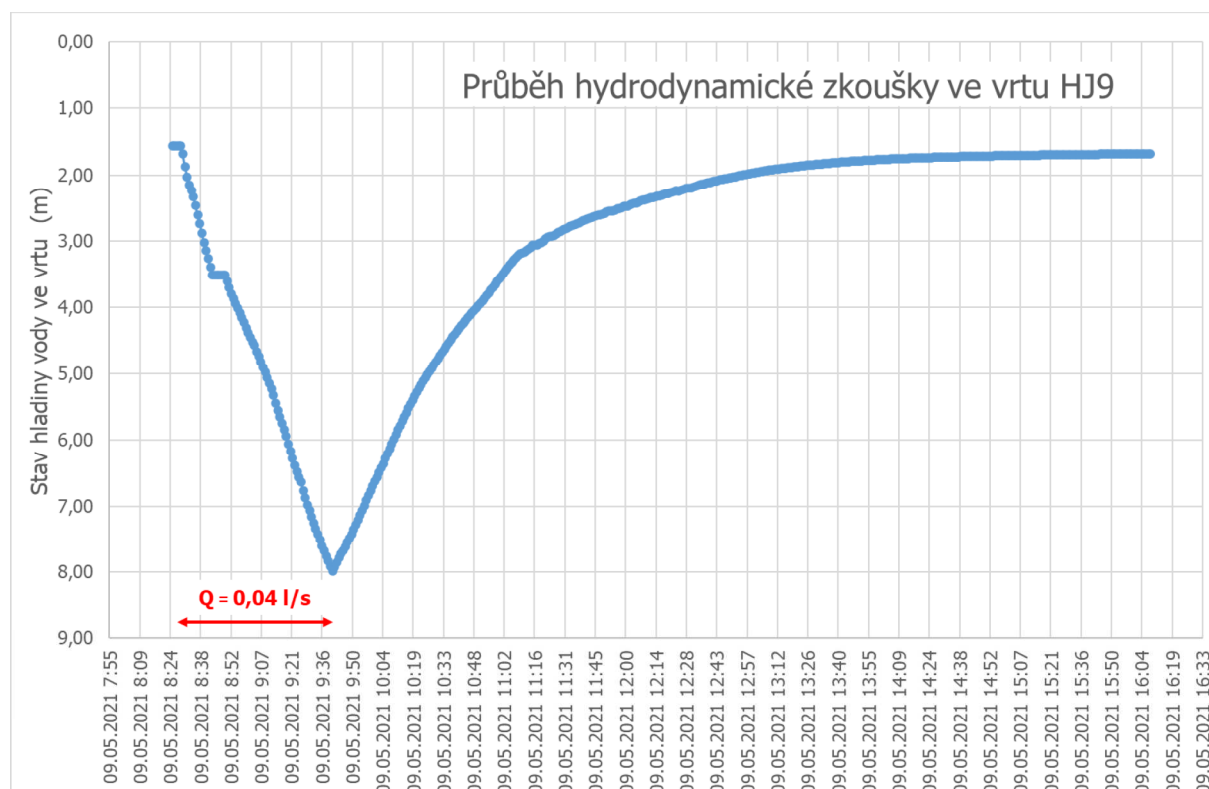
Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky dává obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do IV. třídy propustnosti (prostředí mírně propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ9


V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 14,85 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 0,61 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,95 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 2,30 m pod polohou zcela zvětralé břidlice charakteru jílu s vysokou plasticitou. Testovaným kolektorem je ordovická břidlice silně až mírně zvětralá, úlomkovitě rozpadavá (bohdalecké či královodvorské souvrství). Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 11,85 m.

Během testu byla z vrtu HJ9 odebírána voda o konstantní vydatnosti $0,04 \text{ l s}^{-1}$.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 3 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 3 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ9

			IČ: 27135161					Pumping Test Analysis Report				
			DIČ: CZ 27135161					Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany				
			aqh@aqh.cz					Number: 2021_05				
			www.aqh.cz					Client: SUDOP Praha, a.s.				
Location: Středočeský kraj				Pumping Test: HJ9				Pumping Well: HJ9				
Test Conducted by:								Test Date: 09.05.2021				
Aquifer Thickness: 11,85 m				Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]								
	Analysis Name		Analysis Date	Method name		Well		T [m²/s]		K [m/s]		S
1	Theis		20.05.2021	Theis		HJ9		3,54 × 10 ⁻⁷		2,98 × 10 ⁻⁸		
2	Theis + Agarwal		20.05.2021	AGARWAL + Theis		HJ9		5,11 × 10 ⁻⁷		4,31 × 10 ⁻⁸		
Average								4,32 × 10 ⁻⁷		3,65 × 10 ⁻⁸		


Tabulka 3 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ9 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky dává obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 4,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 3,7 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do VII. třídy propustnosti (prostředí velmi slabě propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ13

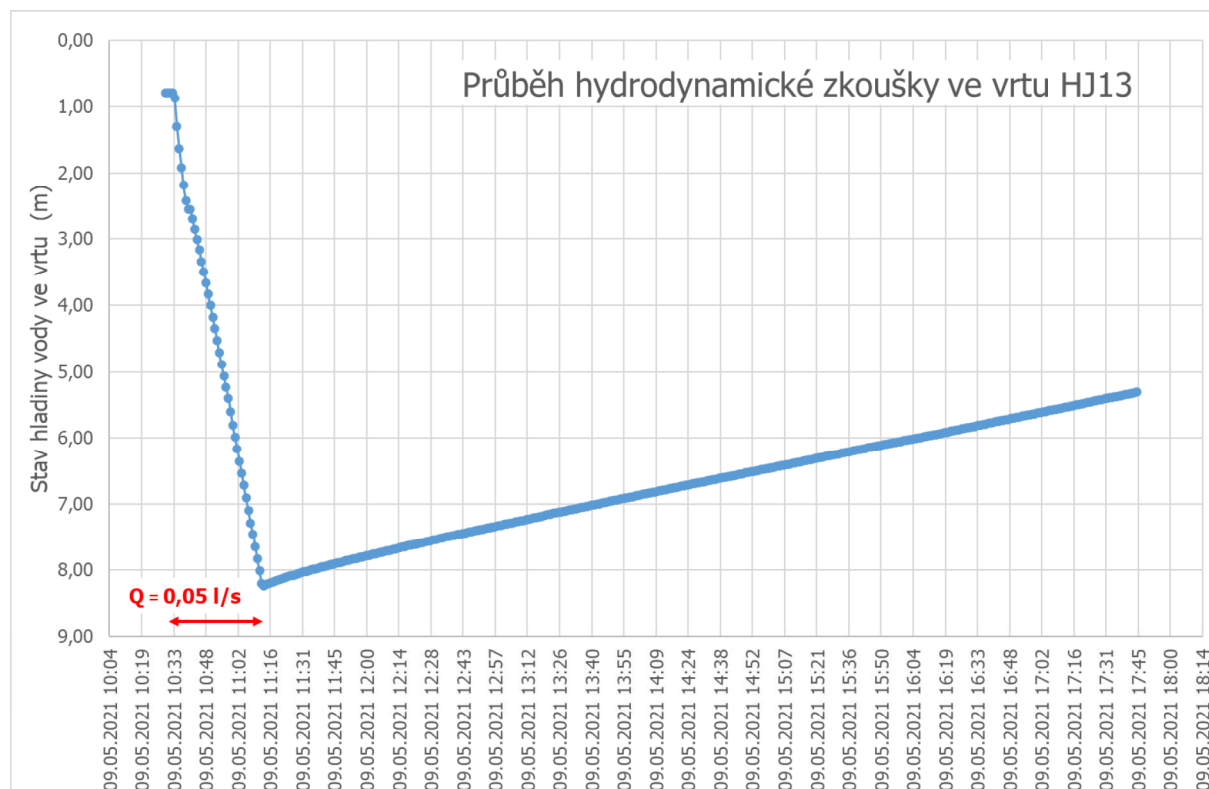
V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 12,27 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 0,08 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,71 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 3,80 m v mocné poloze silně zvětralého prachovce. Testovaným kolektorem je křídový prachovec zvětralý střípkovitě rozpadavý s ojedinělými okrovými povlaky na plochách diskontinuit (perucké vrstvy perucko-korycanského souvrství). Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 8,47 m.

Během testu byla z vrtu HJ13 odebírána voda o konstantní vydatnosti 0,05 l s⁻¹.

			IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report			
			DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
			aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
			www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj			Pumping Test: HJ13			Pumping Well: HJ13		
Test Conducted by:						Test Date: 09.05.2021		
Aquifer Thickness: 8,47 m			Discharge: variable, average rate 0,05 [l/s]					
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Theis	20.05.2021	Theis	HJ13	$5,93 \times 10^{-7}$	$7,01 \times 10^{-8}$		
2	Theis Recovery	20.05.2021	Theis Recovery	HJ13	$2,79 \times 10^{-7}$	$3,29 \times 10^{-8}$		
Average					$4,36 \times 10^{-7}$	$5,15 \times 10^{-8}$		

Tabulka 4 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ13 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

V tabulce č. 4 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 4 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 4 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ13

Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky dává obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita **T = 4,4.10⁻⁷ m²s⁻¹** a hydraulická vodivost **K = 5,2.10⁻⁸ ms⁻¹**. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do VII. třídy propustnosti (prostředí velmi slabě propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ18

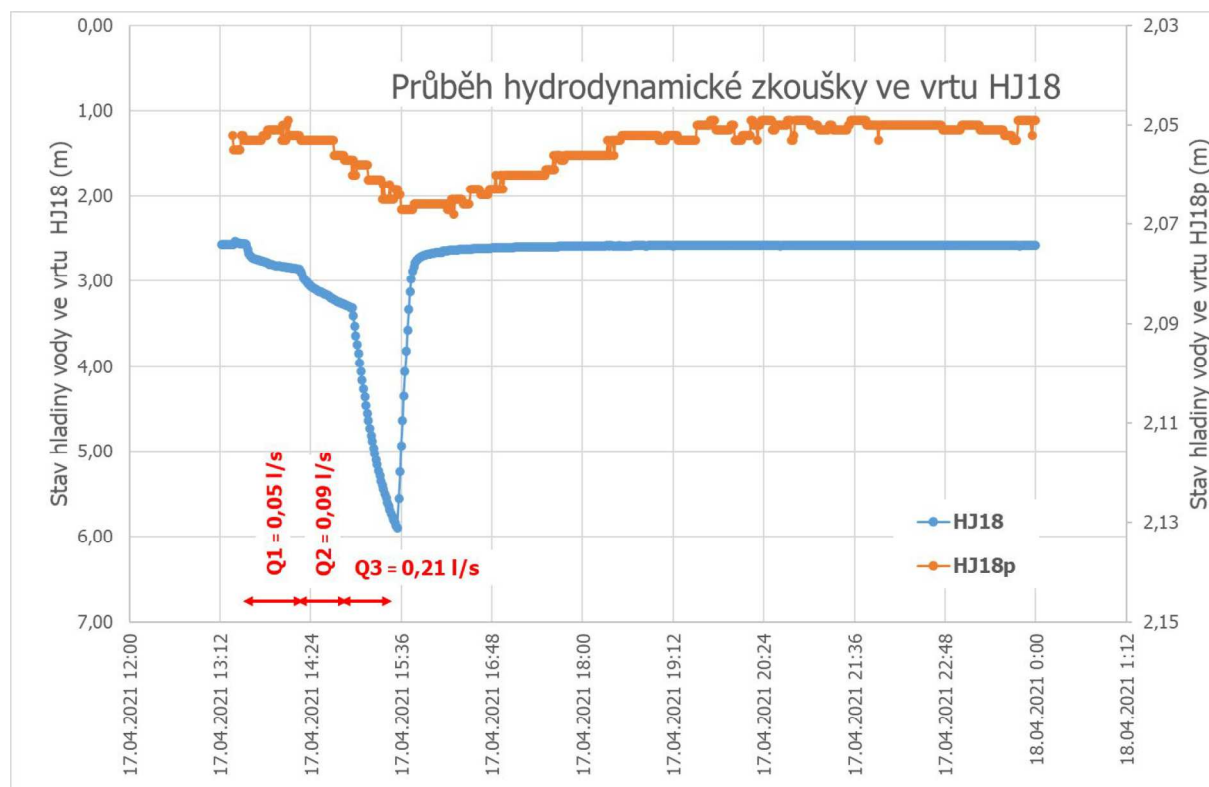
V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 6,63 m pod terén. Ve vrtu byla ustálена hladina podzemní vody 1,9 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,71 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 3,00 m v mocné poloze zcela zvětralého pískovce. Testovaným kolektorem je křídový pískovec zcela až mírně zvětralé převážně hrubozrnný (perucké vrstvy perucko-korycanského souvrství). Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 4,73 m.

Ve vzdálenosti 5,0 m od čerpaného vrtu HJ18 byl sledován pozorovací vrt HJ18p. V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 4,61 m pod terén. Ve vrtu byla ustálена hladina podzemní vody 1,86 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje


terén o 0,19 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Mocnost testovaného kolektoru ve vrtu byla 2,75 m.

Během testu byla z vrtu HJ18 odebírána voda s postupným skokovým zvyšováním čerpaného množství ve vydatnostech 0,05 – 0,09 – 0,21 l/s⁻¹.

V tabulce č. 5 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 5 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 5 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ18

			IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report		
			DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany		
			aqh@aqh.cz		Number: 2021_05		
			www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.		
Location: Středočeský kraj			Pumping Test: HJ18			Pumping Well: HJ18	
Test Conducted by:					Test Date: 17.04.2021		
Aquifer Thickness: 4,73 m			Discharge: variable, average rate 0,112 [l/s]				
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	HJ18p Theis	20.05.2021	Theis	HJ18p	$2,35 \times 10^{-5}$	$4,97 \times 10^{-6}$	$4,98 \times 10^{-2}$
2	HJ18 Theis	20.05.2021	Theis	HJ18	$4,21 \times 10^{-5}$	$8,90 \times 10^{-6}$	
3	HJ18p Theis Agarwal	20.05.2021	AGARWAL + Theis	HJ18p	$2,17 \times 10^{-5}$	$4,58 \times 10^{-6}$	$2,67 \times 10^{-2}$
4	HJ18 Theis + Agarwal	20.05.2021	AGARWAL + Theis	HJ18	$1,03 \times 10^{-4}$	$2,18 \times 10^{-5}$	
Average					$4,76 \times 10^{-5}$	$1,01 \times 10^{-5}$	$3,83 \times 10^{-2}$

Tabulka 5 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ18 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

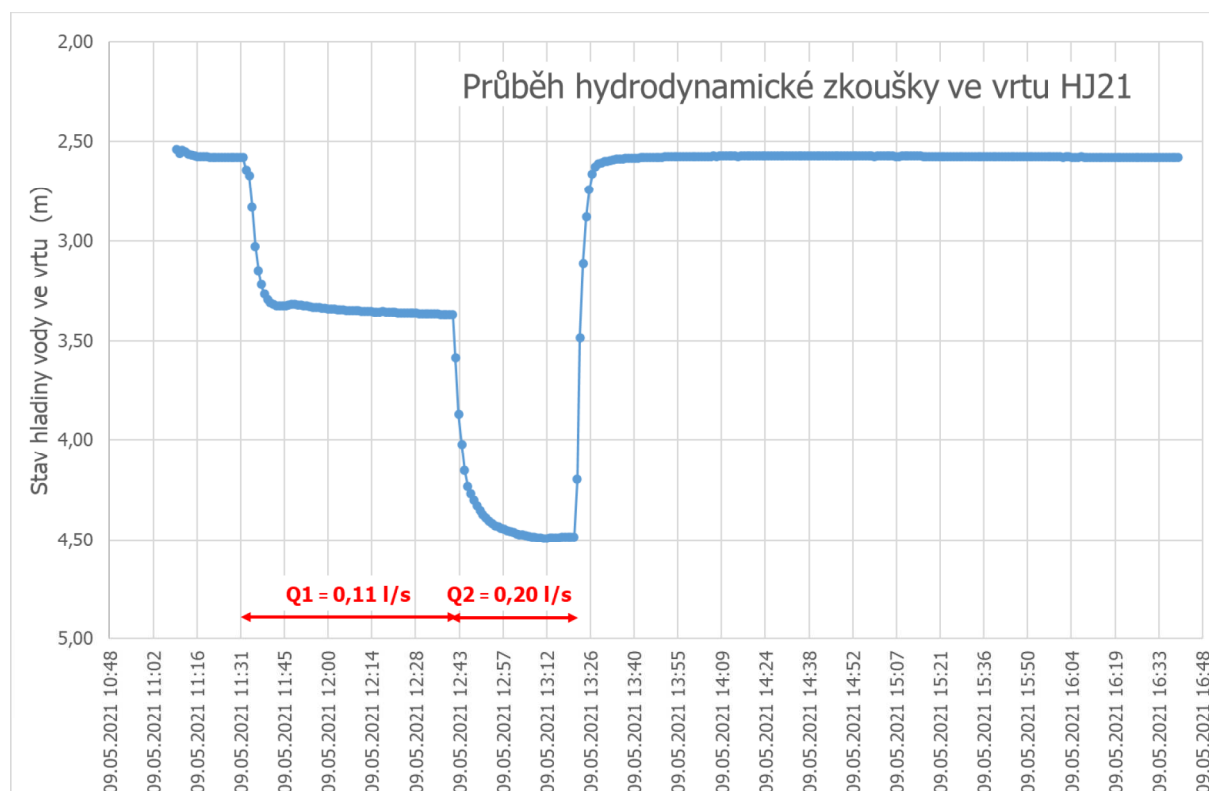
Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenaných křivek jak u čerpaného, tak i pozorovacího vrtu dává obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$. V pozorovacím vrtu byla vyhodnocena i storativita v průměrné velikosti $S = 3,8 \cdot 10^{-2}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do IV. třídy propustnosti (prostředí mírně propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ21


V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 10,27 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 1,85 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,73 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 2,0 m v poloze špatně zrněného písku (kvartér). Testovaným kolektorem je křídový pískovec mírně zvětraný až zdravý (perucké vrstvy perucko-korycanského souvrství). Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 4,20 m.

Během testu byla z vrtu HJ21 odebírána voda o vydatnosti $0,11 \text{ l s}^{-1}$. Toto množství bylo jednou skokově navýšena na hodnotu $0,20 \text{ l s}^{-1}$.

V tabulce č. 6 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (T) a hydraulické vodivosti (K) a na grafu č. 6 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 6 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ21

		IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report			
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj		Pumping Test: HJ21			Pumping Well: HJ21		
Test Conducted by:				Test Date: 09.05.2021			
Aquifer Thickness: 4,20 m		Discharge: variable, average rate 0,16872 [l/s]					
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	Double porosity	20.05.2021	Double Porosity	HJ21	5,92 × 10 ⁻⁴	1,41 × 10 ⁻⁴	
2	Theis + Agarwal	20.05.2021	AGARWAL + Theis	HJ21	8,58 × 10 ⁻⁴	2,04 × 10 ⁻⁴	
Average					7,25 × 10 ⁻⁴	1,73 × 10 ⁻⁴	

Tabulka 6 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ21 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost


Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky dává obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 7,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do III. třídy propustnosti (prostředí dosti silně propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ124

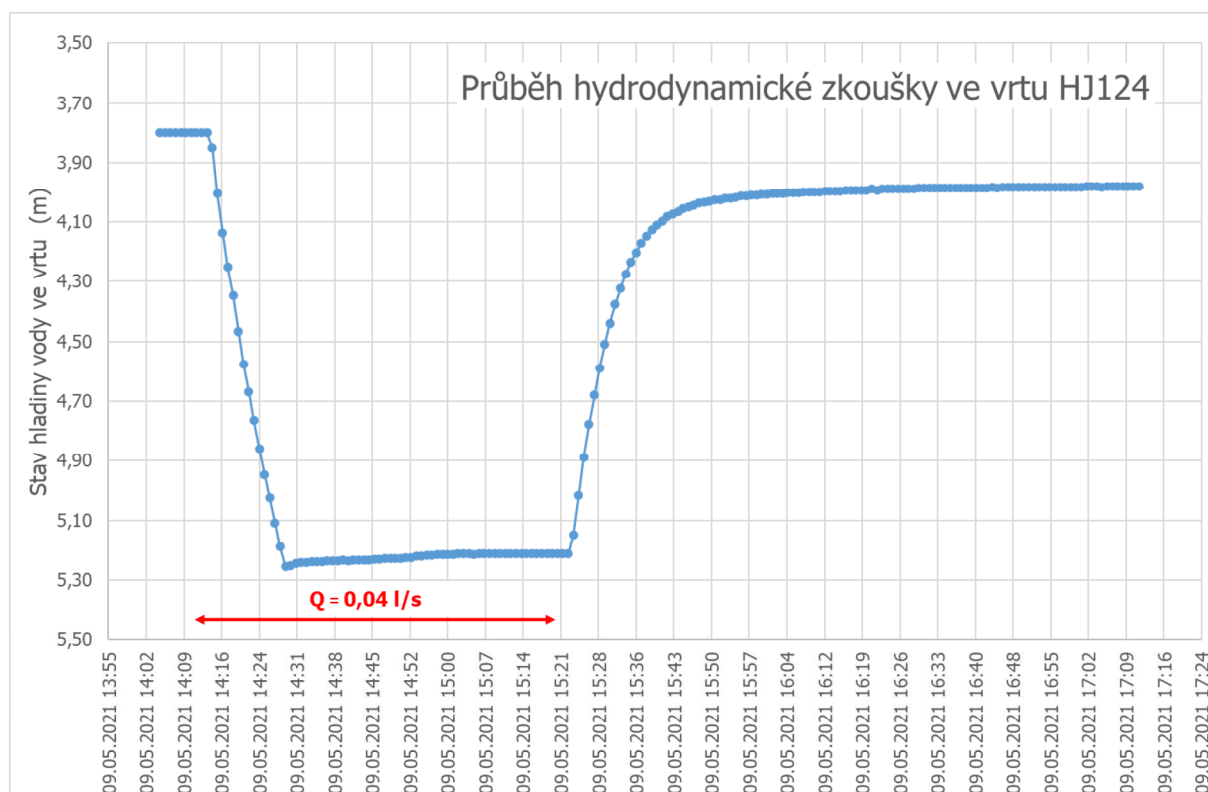
V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 8,17 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 2,07 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,73 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 7 m v laminovaném mírně zvětřalém až navětřalém slínovci. Testovaným kolektorem je slínovec mírně zvětřalý až navětřalý. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 6,10 m.

Během testu byla z vrtu HJ124 odebírána voda o konstantní vydatnosti 0,04 l s⁻¹.

V tabulce č. 7 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 7 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.

		IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report				
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany				
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05				
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.				
Location: Středočeský kraj			Pumping Test: HJ124			Pumping Well: HJ124		
Test Conducted by:						Test Date: 09.05.2021		
Aquifer Thickness: 6,10 m			Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]					
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Theis + Agarwal	24.06.2021	AGARWAL + Theis	HJ124	$5,02 \times 10^{-5}$	$8,23 \times 10^{-6}$		
2	Theis	24.06.2021	Theis	HJ124	$4,68 \times 10^{-5}$	$7,67 \times 10^{-6}$		
Average					$4,85 \times 10^{-5}$	$7,95 \times 10^{-6}$		

Tabulka 7 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ124 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost



Graf 7 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ124

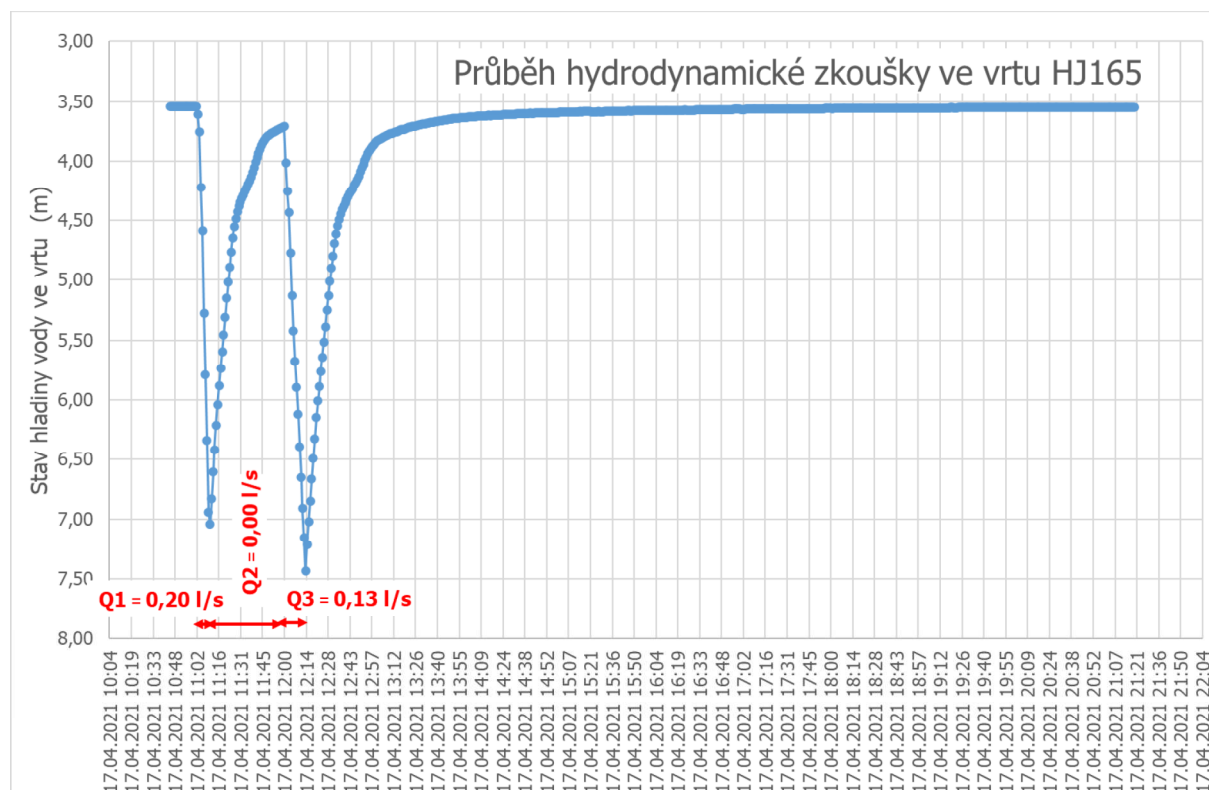
Po 15 minutách zkoušky došlo k pročištění přítokových cest do vrtu. Pokles hladiny se zastavil a naopak začal pomalý vzestup, až ke konci čerpání došlo k ustálení. Tato situace byla in situ zaznamenána i kontrolním manuálním měřením. Proto je u zkoušky za reprezentativní považována pouze stoupající větev grafu. Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky však dávají obdobné výsledky. To dokládá správnost závěrů. Při návratu hladiny nedošlo k dosažení původní úrovně a hladina se ustálila na úrovni o 0,18 m nižší.

Průměrné výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 4,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do IV. třídy propustnosti (prostředí mírně propustné) (Jetel, 1982).


Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ165

V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 8,34 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 3,54 m pod terénem. Horní hrana chráničky (okraj pojezdového zhlaví), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,00 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 4,2 m v poloze zcela zvětralé břidlice. Testovaným kolektorem je silně zvětralá břidlice střípkovitě rozpadavá. Hladina podzemní vody mírně napjatá pod polohou zcela zvětralé břidlice charakteru jílu s vysokou plasticitou. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 3,24 m.

V tabulce č. 8 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 8 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 8 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ165

		IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report			
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj		Pumping Test: HJ165			Pumping Well: HJ165		
Test Conducted by:				Test Date: 17.04.2021			
Aquifer Thickness: 3,24 m		Discharge: variable, average rate 0,049306 [l/s]					
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	I. čerpání - Theis	24.06.2021	Theis	HJ165	2,42 × 10 ⁻⁶	7,46 × 10 ⁻⁷	
2	Theis	24.06.2021	AGARWAL + Theis	HJ165	1,60 × 10 ⁻⁵	4,93 × 10 ⁻⁶	
3	I. a II. čerpání Theis	24.06.2021	Theis	HJ165	3,57 × 10 ⁻⁶	1,10 × 10 ⁻⁶	
Average					7,32 × 10 ⁻⁶	2,26 × 10 ⁻⁶	

Tabulka 8 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ165 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

Během zkoušky došlo k poruše čerpacího systému a odběr byl přerušen. Po návratu hladiny byla zahájena druhá zkouška se změněným odběrem. První čerpání vydatnost byla 0,20 l s⁻¹ a druhá čerpání vydatnost byla 0,125 l s⁻¹.

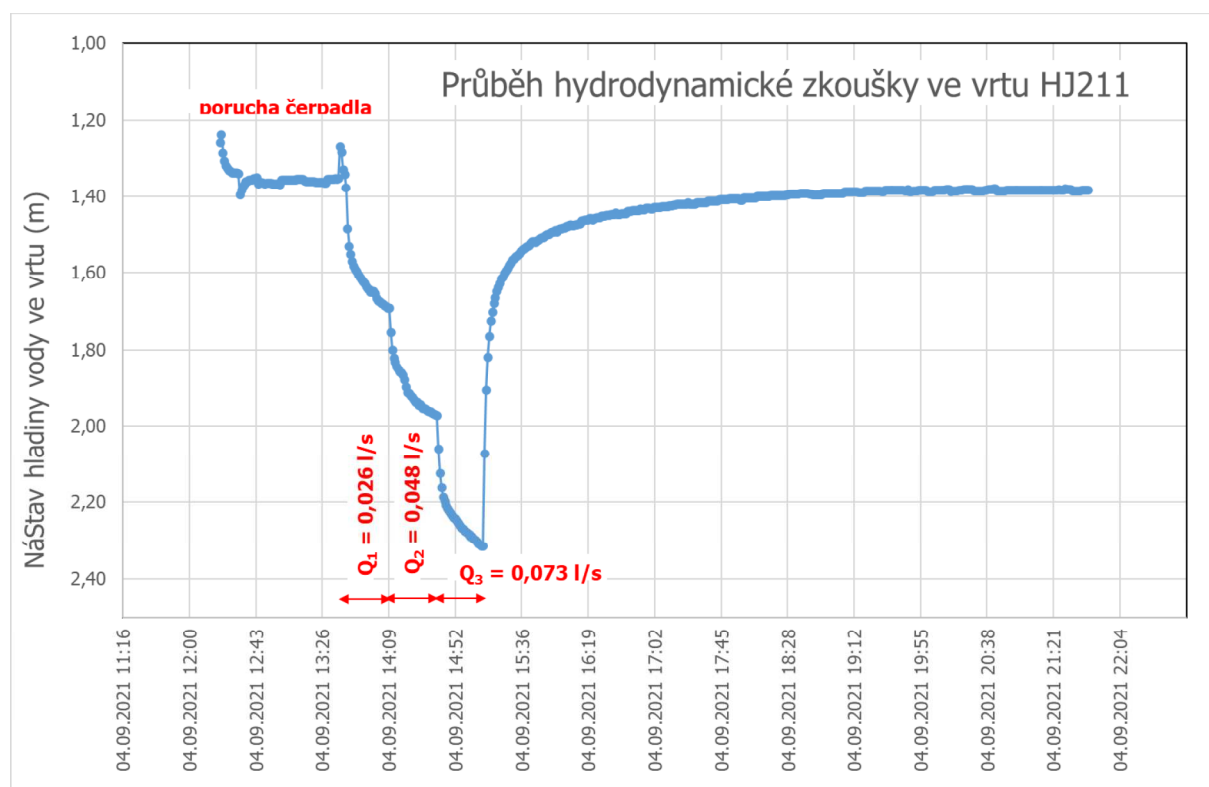
Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky jsou rozdílné o jeden řád. Vzhledem k přerušení odběru vody během testu považujeme za reprezentativnější výsledky ze stoupací

zkoušky. Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do V. třídy propustnosti (prostředí dosti slabě propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ211


V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 19,35 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 0,89 m pod terénem. Horní hrana chráničky (okraj pojezdového zhlaví), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,45 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 3,50 m v poloze mírně zvětralé prachovité břidlice. Testovaným kolektorem je mírně zvětralá prachovitá břidlice s limonitovými povlaky na plochách diskontinuit. Hladina podzemní vody mírně napjatá pod polohou zcela zvětralé břidlice. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 15,85 m.

V tabulce č. 9 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (T) a hydraulické vodivosti (K) a na grafu č. 9 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 9 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ211

Během zkoušky došlo k poruše čerpacího systému a odběr byl přerušen. Po návratu hladiny byla zahájena druhá zkouška se změněným odběrem. Během čerpání bylo 2 x navýšeno čerpané množství. První čerpaná vydatnost byla $0,026 \text{ ls}^{-1}$, druhá čerpaná vydatnost byla $0,048 \text{ ls}^{-1}$ a třetí $0,073 \text{ ls}^{-1}$.

		IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report		
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany		
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05		
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.		
Location: Středočeský kraj		Pumping Test: HJ211		Pumping Well: HJ211		
Test Conducted by:			Test Date: 04.09.2021			
Aquifer Thickness: 15,85 m		Discharge: variable, average rate 0,048989 [l/s]				
Analysis Name		Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
Theis + Jacob		Theis with Jacob Cor	HJ211	3,52 × 10 ⁻⁵	2,22 × 10 ⁻⁶	
Theis + Jacob Agarwal		AGARWAL + Theis w	HJ211ob Correction	2,59 × 10 ⁻⁵	1,63 × 10 ⁻⁶	
Average				3,06 × 10 ⁻⁵	1,93 × 10 ⁻⁶	


Tabulka 9 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ211 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky jsou blízké, což svědčí o správnosti provedení testu. Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 3,06 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 1,93 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do V. třídy propustnosti (prostředí dosti slabě propustné) (Jetel, 1982).

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ220

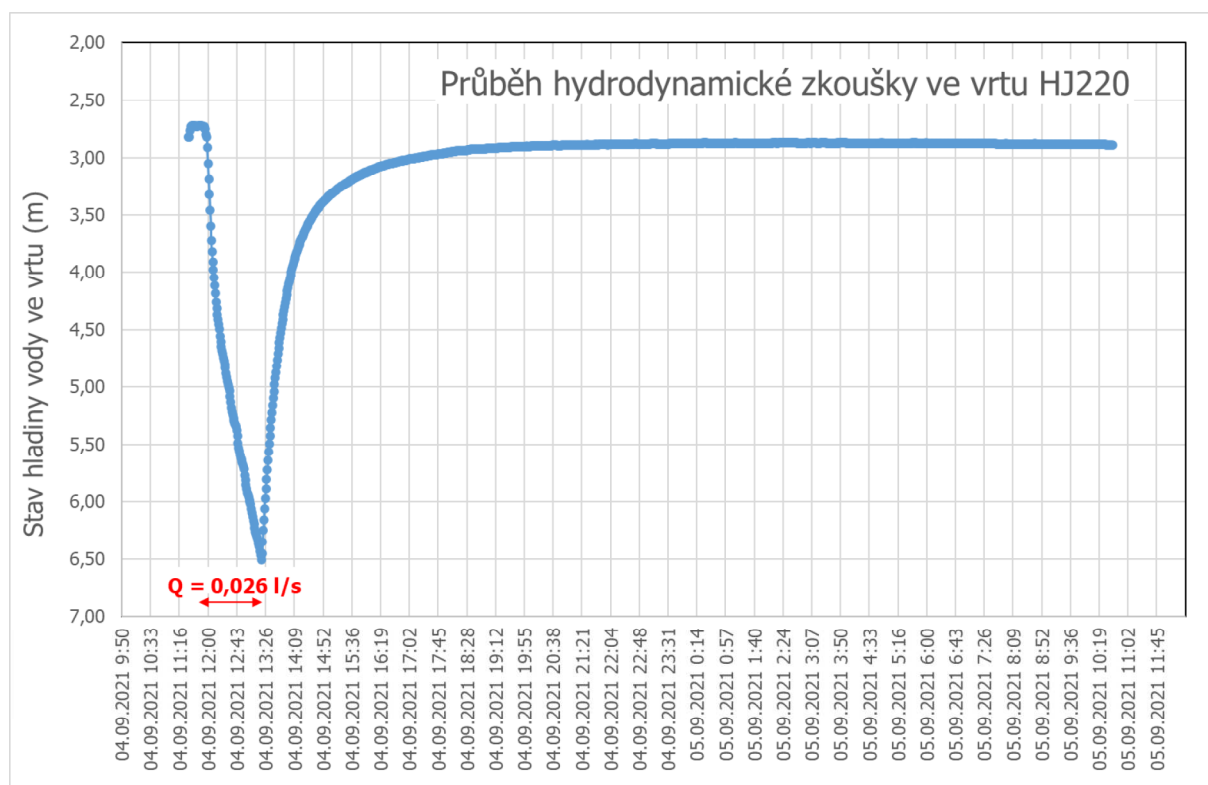
V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 19,49 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 2,36 m pod terénem. Horní hrana chráničky (okraj pojezdového zhlaví), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,46 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu nebyla hladina podzemní vody naražena. Testovaným kolektorem je mírně zvětralá místy prachovitá břidlice. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 17,13 m.

V tabulce č. 10 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (T) a hydraulické vodivosti (K) a na grafu č. 10 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.

		IČ: 27135161		Pumping Test Analysis Report	
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany	
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05	
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.	
Location: Středočeský kraj		Pumping Test: HJ220		Pumping Well: HJ220	
Test Conducted by:				Test Date: 04.09.2021	
Aquifer Thickness: 17,13 m		Discharge: variable, average rate 0,026 [l/s]			
Analysis Name	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
Theis + Jacob	Theis with Jacob Cor	HJ220	$1,50 \times 10^{-6}$	$8,73 \times 10^{-8}$	
Theis + Jacob Agarwal	AGARWAL + Theis w	HJ220ob Correction	$1,93 \times 10^{-6}$	$1,13 \times 10^{-7}$	
Average			$1,71 \times 10^{-6}$	$9,99 \times 10^{-8}$	

Tabulka 10 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ220 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

Po celou dobu zkoušky bylo odebíráno konstantní množství $0,026 \text{ l s}^{-1}$.



Graf 10 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ220

Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky jsou blízké, což svědčí o správnosti provedení testu. Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 1,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 9,99 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do VII. třídy propustnosti (prostředí velmi slabě propustné) (Jetel, 1982).

Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek s okamžitou změnou hladiny

Hydrodynamické zkoušky s okamžitou změnou hladiny byly provedeny v devíti vrtech. Ve vrtu HJ179 s malou mocností vodního sloupce byl uskutečněn slug test. V suchých vrtech HJ1, HJ16, HJ34, HJ41, HJ65, HJ77, HJ86 a HJ105 byly realizovány nálevové zkoušky.

Slug test ve vrtu HJ179

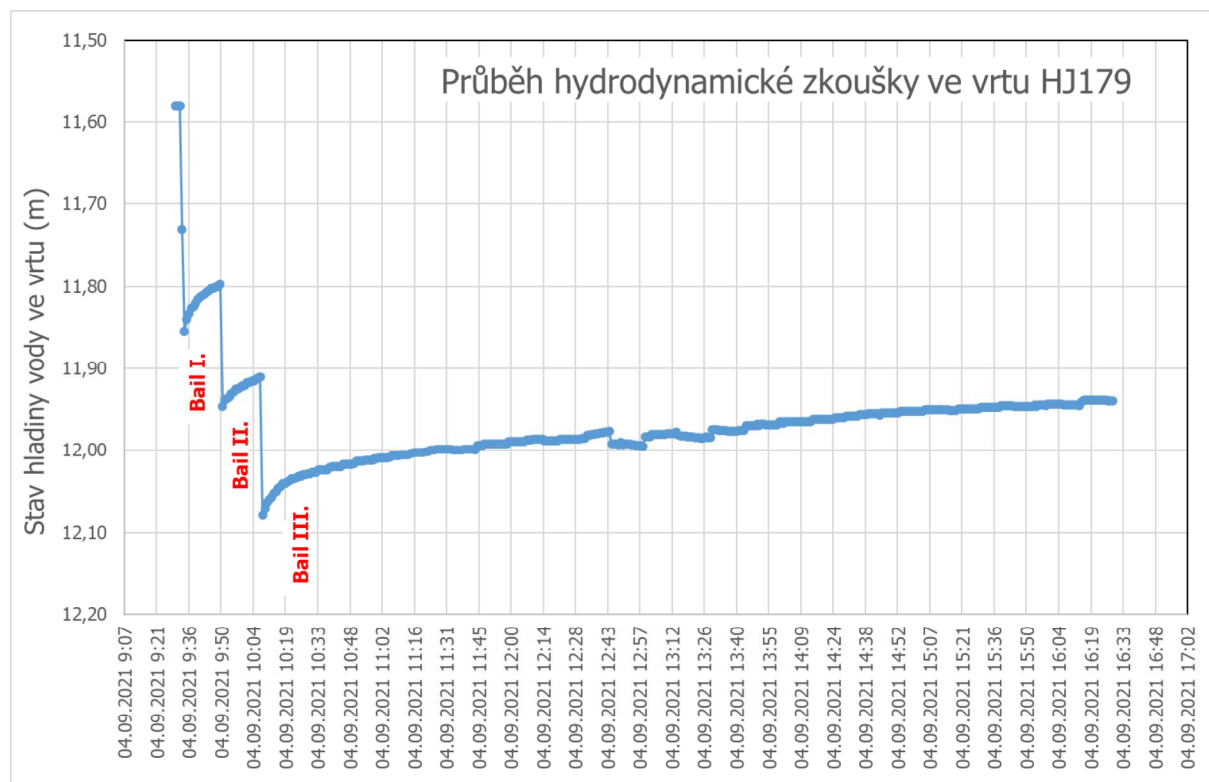
Vrt HJ179 dosahoval před testem hloubky 11,47 m pod terén. Hladina podzemní vody byla ustálena 10,58 m pod terénem. Během hloubení nebyla hladina podzemní vody rozlišena.

Testovaným kolektorem je silně zvětralý slínovec. Celková mocnost zvodnělé části 0,90 m.


V průběhu zkoušky nebyly zaznamenány významné srážky.

V rámci hydrodynamické zkoušky byly provedeny tři bail testy (s vytažením závaží). Tyto bail testy byly vyhodnoceny. Slug testy se zanořením závaží nebyly pro nepřesné výsledky prováděny.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulkách č. 11a, 11b a 11c. Průběh zkoušky je na grafu č. 11




Graf 11 - Průběh hydrodynamické zkoušky (slug testu) ve vrtu HJ179


		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report		
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany		
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05		
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.		
Location: Středočeský kraj		Slug Test: HJ179 bail I.		Test Well: HJ179		
Test Conducted by:				Test Date: 04.09.2021		
Aquifer Thickness: 0,90 m						
Analysis Name		Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
Hvorslev		Hvorslev	HJ179		$1,00 \times 10^{-6}$	
Bouwer + Rice		Bouwer & Rice	HJ179		$7,48 \times 10^{-7}$	
Average					$8,76 \times 10^{-7}$	

Tabulka 11a – Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ179 test bail 1. K– hydraulická vodivost

První bail test dává hodnotu hydraulické vodivosti $8,76 \cdot 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$, druhý $3,92 \cdot 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$ a třetí bail test hodnotu obdobnou $5,13 \cdot 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$. Vyhodnocení bylo provedeno metodou Bouwera a Rice, která považuje zásobu vody ve vrtu za nezanedbatelnou i metodou dle Hvorsleva. Průměrná hodnotu hydraulické vodivosti horninového prostředí v okolí vrtu je **$5,94 \cdot 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$** . Hodnota odpovídá VI. třídě propustnosti, prostředí pro vodu slabě propustné (Jetel, 1982).

		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report		
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany		
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05		
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.		
Location: Středočeský kraj		Slug Test: HJ179 bail II.		Test Well: HJ179		
Test Conducted by:				Test Date: 04.09.2021		
Aquifer Thickness: 0,90 m						
Analysis Name		Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
Hvorslev		Hvorslev	HJ179		$4,49 \times 10^{-7}$	
Bouwer + Rice		Bouwer & Rice	HJ179		$3,34 \times 10^{-7}$	
Average					$3,92 \times 10^{-7}$	

Tabulka 11b – Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ179– test bail 2. K– hydraulická vodivost

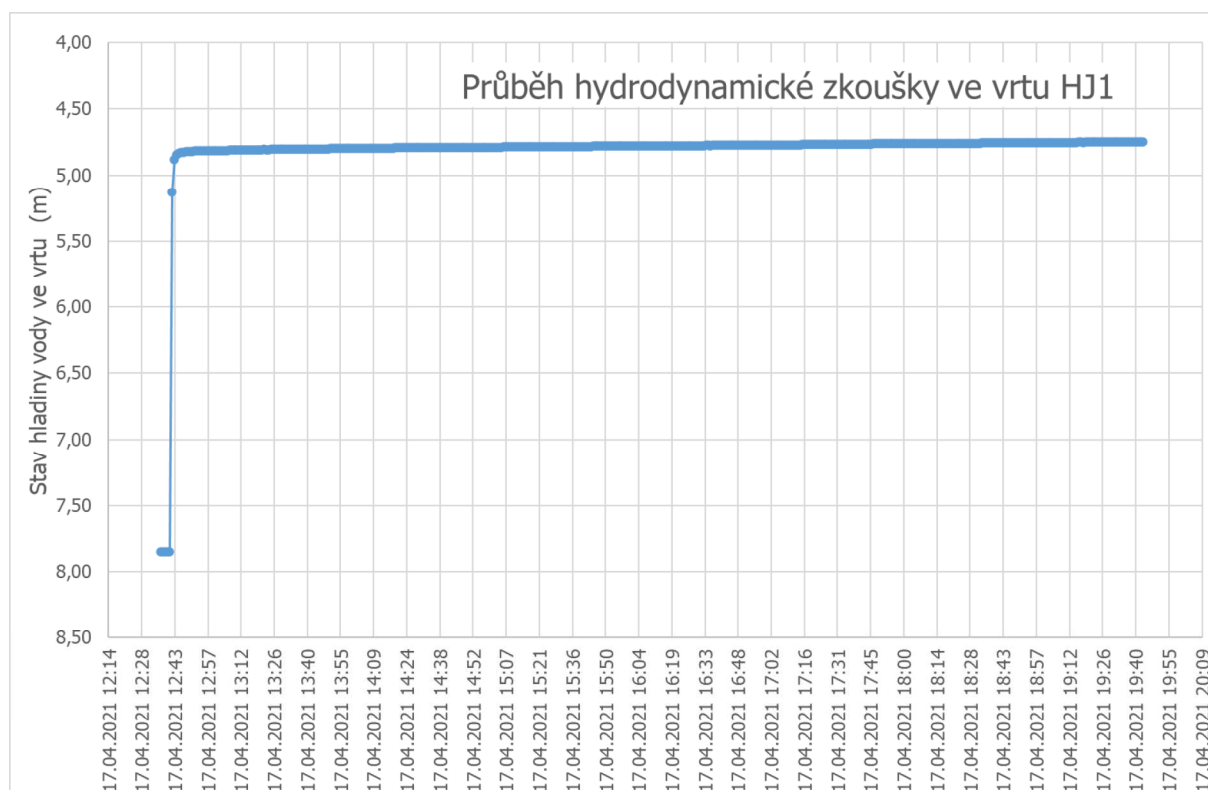
		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report		
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany		
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05		
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.		
Location: Středočeský kraj		Slug Test: HJ179 bail III.		Test Well: HJ179		
Test Conducted by:				Test Date: 04.09.2021		
Aquifer Thickness: 0,90 m						
Analysis Name		Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
Hvorslev		Hvorslev	HJ179		6,10 × 10 ⁻⁷	
Bouwer + Rice		Bouwer & Rice	HJ179		4,16 × 10 ⁻⁷	
Average					5,13 × 10 ⁻⁷	

Tabulka 11c – Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ179– test bail 3. K– hydraulická vodivost

Nálevová zkouška ve vrtu HJ1

Vrt HJ1 dosahoval před testem hloubky 8,26 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Po 14 dnech byla ve vrtu zjištěna ustálená hladina 7,85 m pod terénem. Vrt je opatřen pojezdovým zhlavím s odměrným bodem v úrovni terénu. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 4,0 m a následně sledován její pohyb. Zkouška probíhala v mírně zvětralé drobně kusovitě rozpadavé břidlice. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesatureované zóny.


Po nalití vody do vrtu byl po celou dobu zkoušky sledován pomalý pozvolný vzestup hladiny. Ve vrtu byl již před zkouškou zřejmě neustálený stav hladiny, nebo muselo do zkoušky docházet k přítoku podzemní vody z části nad hladinou. Jedná se o hydrodynamickou zkoušku, která je nevyhodnotitelná. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č 12.



Graf 12 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ1

Nálevová zkouška ve vrtu HJ16

Vrt HJ16 dosahoval před testem hloubky 8,25 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v mírně zvětralém křídovém jílovcí úlomkovitě rozpadavým tence deskovitým s ojedinělými okrovými povlaky na plochách diskontinuit. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

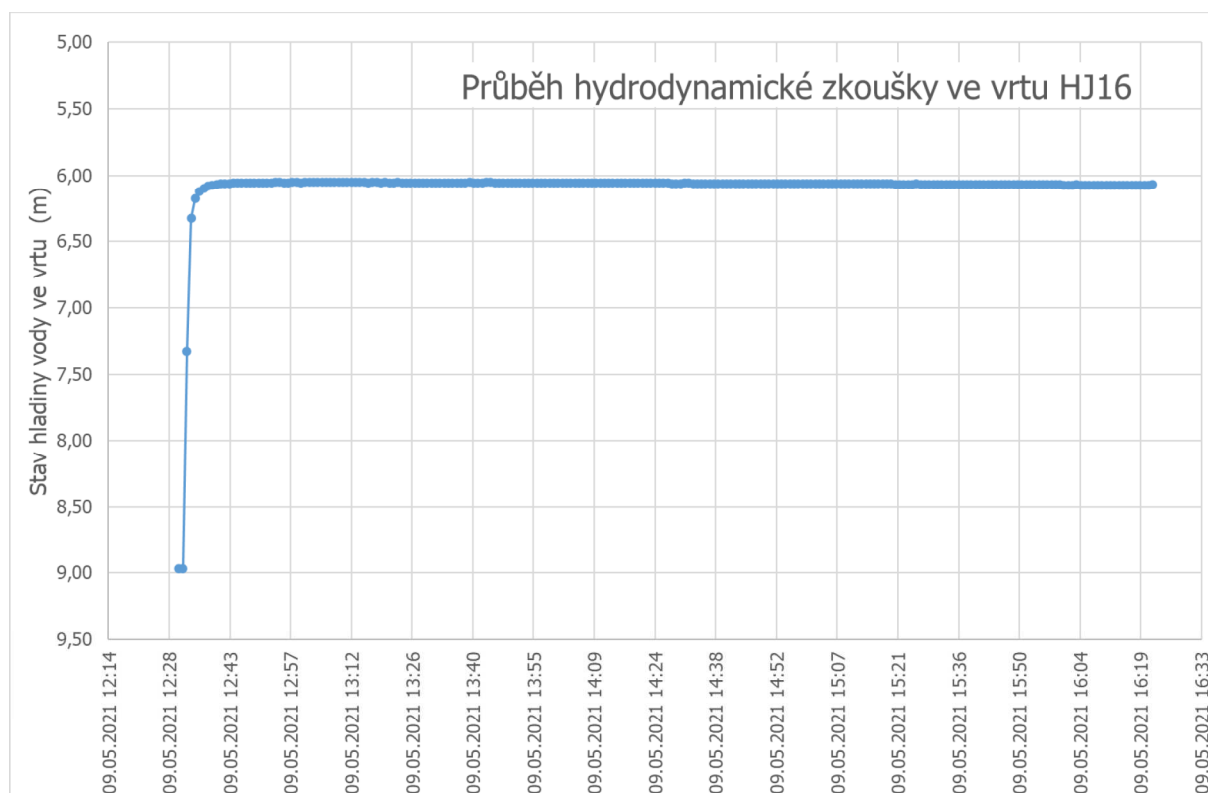
		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report				
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany				
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05				
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.				
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ16			Test Well: HJ16		
Test Conducted by:						Test Date: 09.05.2021		
Aquifer Thickness: 2,92 m								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Hvorslev	20.05.2021	Hvorslev	HJ16		1,51 × 10 ⁻⁹		
2	Bouwer+Rice	20.05.2021	Bouwer & Rice	HJ16		1,15 × 10 ⁻⁹		
Average						1,33 × 10 ⁻⁹		

Tabulka 12 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ16 K– hydraulická vodivost

Po nalití vody do vrtu téměř nedocházelo k infiltraci vody z vrtu do okolního horninového prostředí. Systém diskontinuit v jílovcích není vzájemně propojený na větší vzdálenosti a neumožňuje

živější pohyb podzemní vody. Testované prostředí je izolátorem. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 13.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 12.



Graf 13 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ16

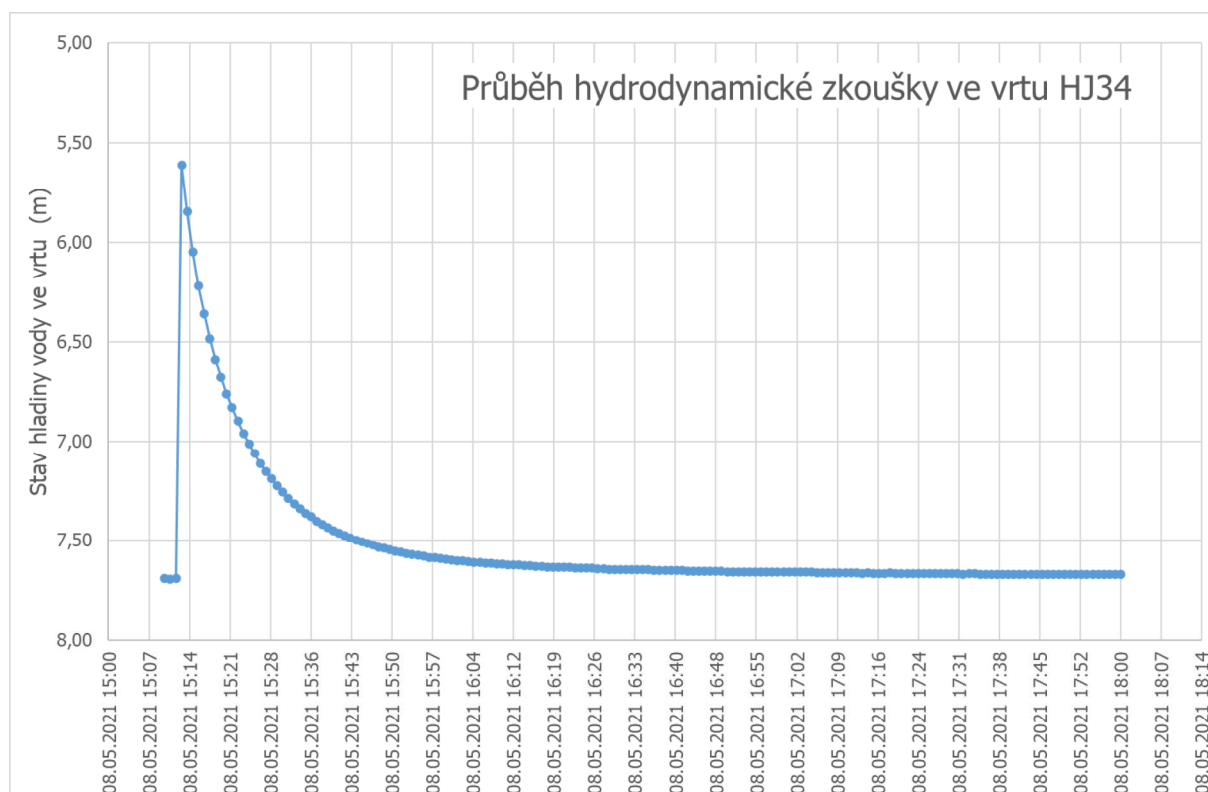
Hodnoty vodivosti $13 \cdot 10^{-9} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Jedná se o nepropustný hydraulický izolátor. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s VIII. třídou propustnosti, prostředí pro vodu nepatrně propustné (Jetel, 1982). Nízké hodnoty hydraulické vodivosti mohou být rovněž částečně způsobeny velikými odpory na plášti vrtu způsobenými úplným zatěsněním stěn vrtu v průběhu vrtání.

Nálevová zkouška ve vrtu HJ34


Vrt HJ34 dosahoval před testem hloubky 7,80 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v mírně zvětřalém křídovém pískovci jemně až středně zrnitém. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

Po nalití vody do vrtu došlo k poměrně rychlé infiltraci vody z vrtu do okolního horninového prostředí. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 14.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 13.



Graf 14 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ34

			IČ: 27135161					Slug Test - Analyses Report						
			DIČ: CZ 27135161					Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany						
			aqh@aqh.cz					Number: 2021_05						
			www.aqh.cz					Client: SUDOP Praha, a.s.						
Location: Středočeský kraj				Slug Test: HJ34				Test Well: HJ34						
Test Conducted by:								Test Date: 08.05.2021						
Aquifer Thickness: 0,71 m														
	Analysis Name		Analysis Date		Method name		Well		T [m²/s]		K [m/s]		S	
1	Hvorslev		24.06.2021		Hvorslev		HJ34				7,40 × 10 ⁻⁶			
2	Bouwer + Rice		24.06.2021		Bouwer & Rice		HJ34				4,88 × 10 ⁻⁶			
Average											6,14 × 10 ⁻⁶			

Tabulka 13 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ34 K– hydraulická vodivost

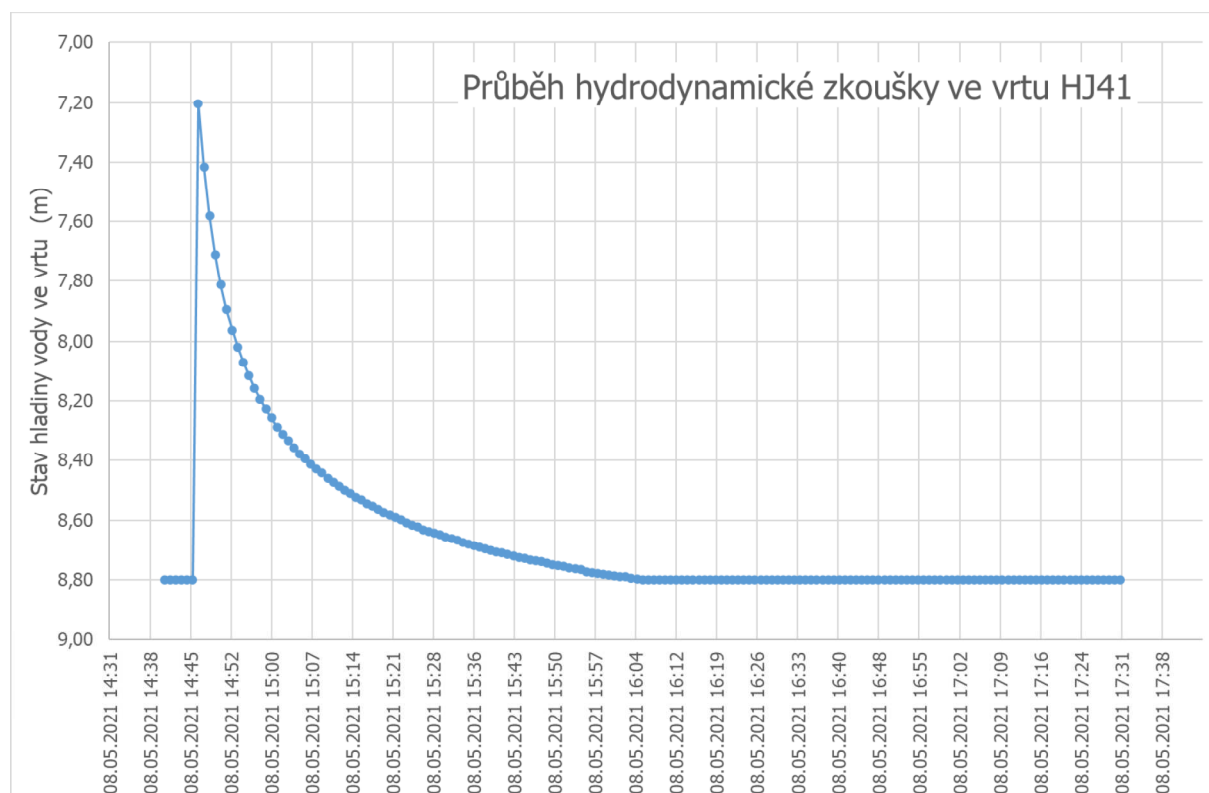
Hodnoty vodivosti $6,1 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s V. třídou propustnosti, prostředí pro vodu dosti slabě propustné (Jetel, 1982).

Nálevová zkouška ve vrtu HJ41


Vrt HJ41 dosahoval před testem hloubky 8,22 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v mírně zvětřalém křídovém pískovci jemně až středně zrnitém. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

Po nalití vody do vrtu došlo k poměrně rychlé infiltraci vody z vrtu do okolního horninového prostředí. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 15.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 14.



Graf 15 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ41

			IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report			
			DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
			aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
			www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ41			Test Well: HJ41		
Test Conducted by:						Test Date: 08.05.2021		
Aquifer Thickness: 0,80 m								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Hvorslev	24.06.2021	Hvorslev	HJ41		4,20 × 10 ⁻⁶		
2	Bouwer + Rice	24.06.2021	Bouwer & Rice	HJ41		3,21 × 10 ⁻⁶		
Average						3,70 × 10 ⁻⁶		

Tabulka 14 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ41 K– hydraulická vodivost

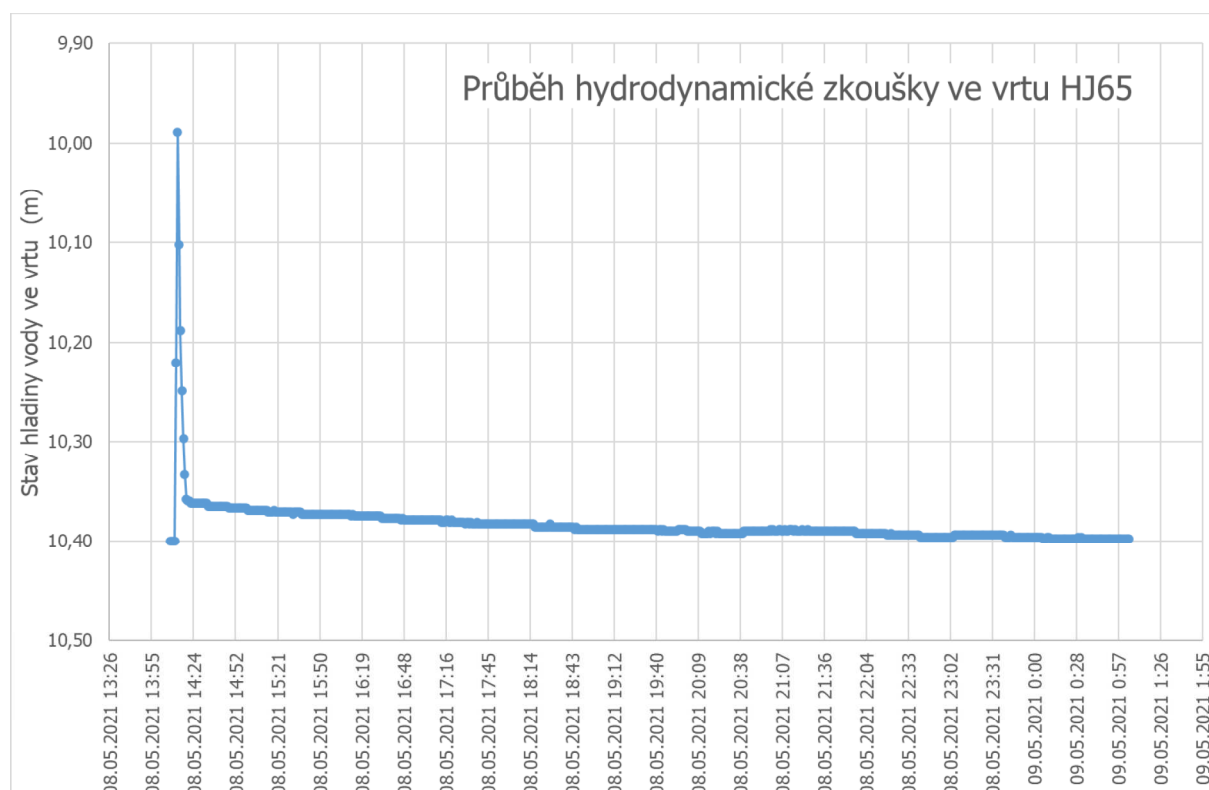
Hodnoty vodivosti $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s V. třídou propustnosti, prostředí pro vodu dosti slabě propustné (Jetel, 1982).

Nálevová zkouška ve vrtu HJ65


Vrt HJ65 dosahoval před testem hloubky 10,63 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 9,68 m pod terénem. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v navětralém laminovaném křídovém pískovci. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

Po nalití vody do vrtu došlo k rychlému počátečnímu poklesu hladiny vody z vrtu. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 16.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 15.



Graf 16 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ65

		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report					
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany					
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05					
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.					
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ65			Test Well: HJ65			
Test Conducted by:						Test Date: 08.05.2021			
Aquifer Thickness: 1,00 m									
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S		
1	Hvorslev	24.06.2021	Hvorslev	HJ65		4,39 × 10 ⁻⁵			
2	Bouwer + Rice	24.06.2021	Bouwer & Rice	HJ65		2,73 × 10 ⁻⁵			
Average						3,56 × 10 ⁻⁵			

Tabulka 15 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ65 K– hydraulická vodivost

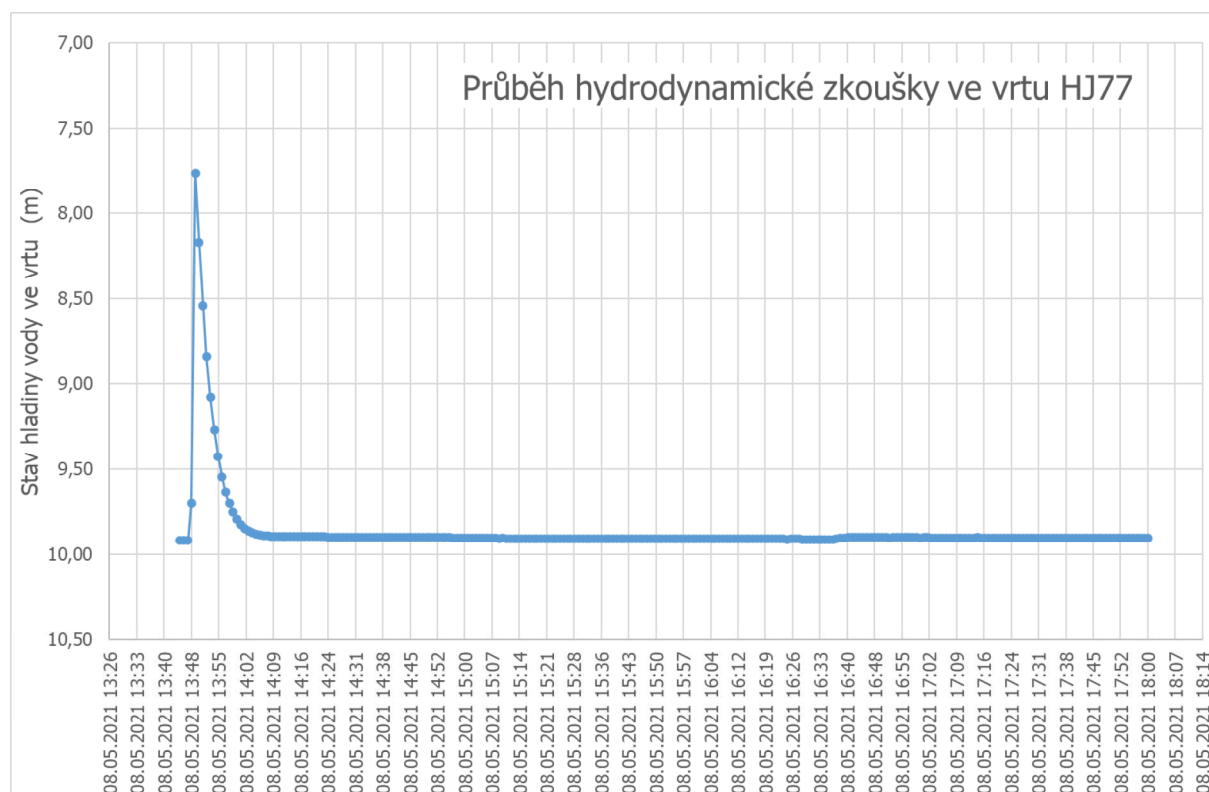
Hodnoty vodivosti $3,6 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s IV. třídou propustnosti, prostředí pro vodu mírně propustné (Jetel, 1982).

Nálevová zkouška ve vrtu HJ77

Vrt HJ77 dosahoval před testem hloubky 10,15 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 9,12 m pod terénem. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v mírně zvětralém až zdravém křídovém pískovci. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.


Po nalití vody do vrtu došlo k rychlému poklesu hladiny vody ve vrtu. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 17.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 16.



Graf 17 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ77

Hodnoty vodivosti $8,4 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s V. třídou propustnosti, prostředí pro vodu dosti slabě propustné (Jetel, 1982).

			IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report			
			DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
			aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
			www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ77			Test Well: HJ77		
Test Conducted by:						Test Date: 07.05.2021		
Aquifer Thickness: 2,11 m								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Hvorslev	24.06.2021	Hvorslev	HJ77		9,32 × 10 ⁻⁶		
2	Bouwer + Rice	24.06.2021	Bouwer & Rice	HJ77		7,54 × 10 ⁻⁶		
Average						8,43 × 10 ⁻⁶		

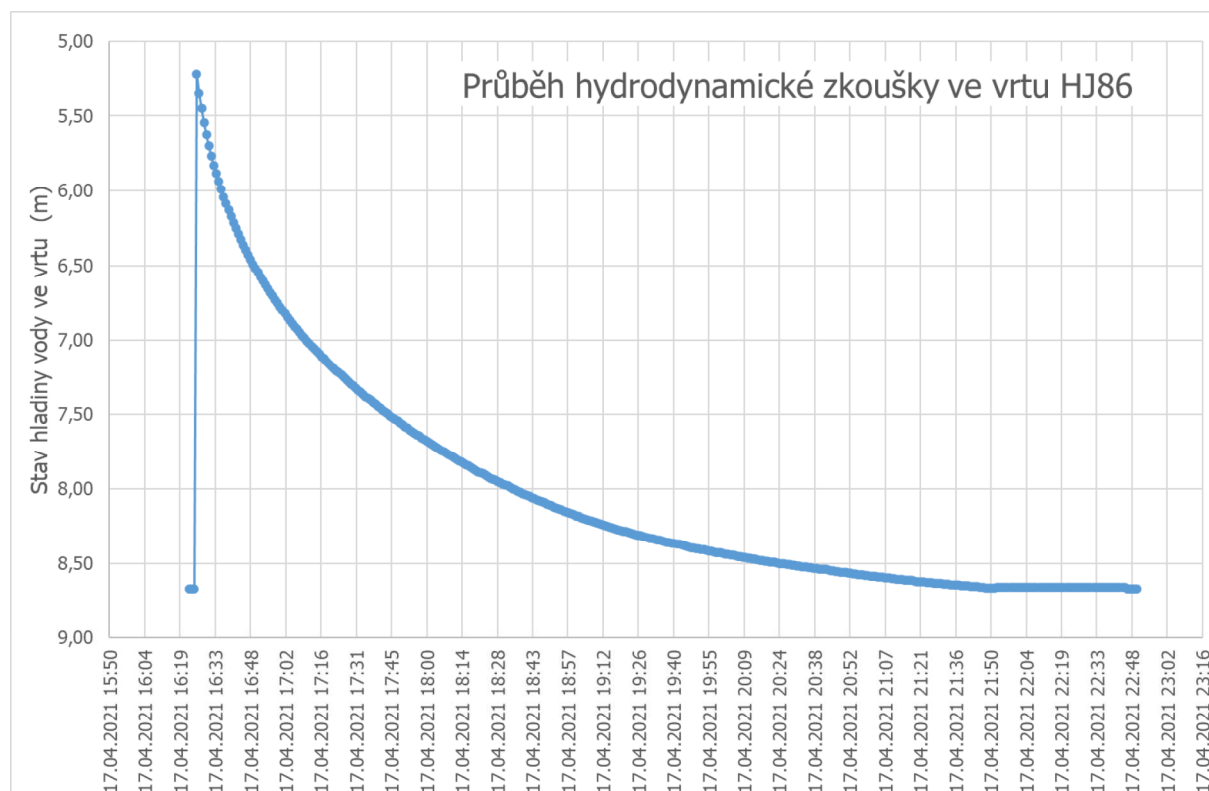
Tabulka 16 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ77 K– hydraulická vodivost

Nálevová zkouška ve vrtu HJ86


Vrt HJ86 dosahoval před testem hloubky 7,93 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v silně zvětralém křídovém pískovci s jílovitopísčitou příměsí. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

Po nalití vody do vrtu došlo k postupné infiltraci vody z vrtu do okolního horninového prostředí. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 18.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 17.



Graf 18 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ86

		IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report				
		DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany				
		aqh@aqh.cz		Number: 2021_05				
		www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.				
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ86			Test Well: HJ86		
Test Conducted by:						Test Date: 17.04.2021		
Aquifer Thickness: 0,43 m								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Hvorslev	24.06.2021	Hvorslev	HJ86		1,21 × 10 ⁻⁶		
2	Bouwer + Rice	24.06.2021	Bouwer & Rice	HJ86		8,85 × 10 ⁻⁷		
Average						1,05 × 10 ⁻⁶		

Tabulka 17 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ86 K– hydraulická vodivost


Hodnoty vodivosti $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s V. třídou propustnosti, prostředí pro vodu dosti slabě propustné (Jetel, 1982).

Nálevová zkouška ve vrtu HJ105

Vrt HJ105 dosahoval před testem hloubky 11,30 m pod terén. Vrt byl po vyhloubení suchý a během hloubení nebyla zjištěna hladina podzemní vody ani poloha s vlhkou horninou. Ve vrtu byl proveden jednorázový nálev čisté vody do výšky 2,0 m a následně sledován její pokles. Zkouška probíhala v navětralém křídovém pískovci. Cílem zkoušky je ověřit filtrační parametry dočasně zvodnělé nesaturované zóny.

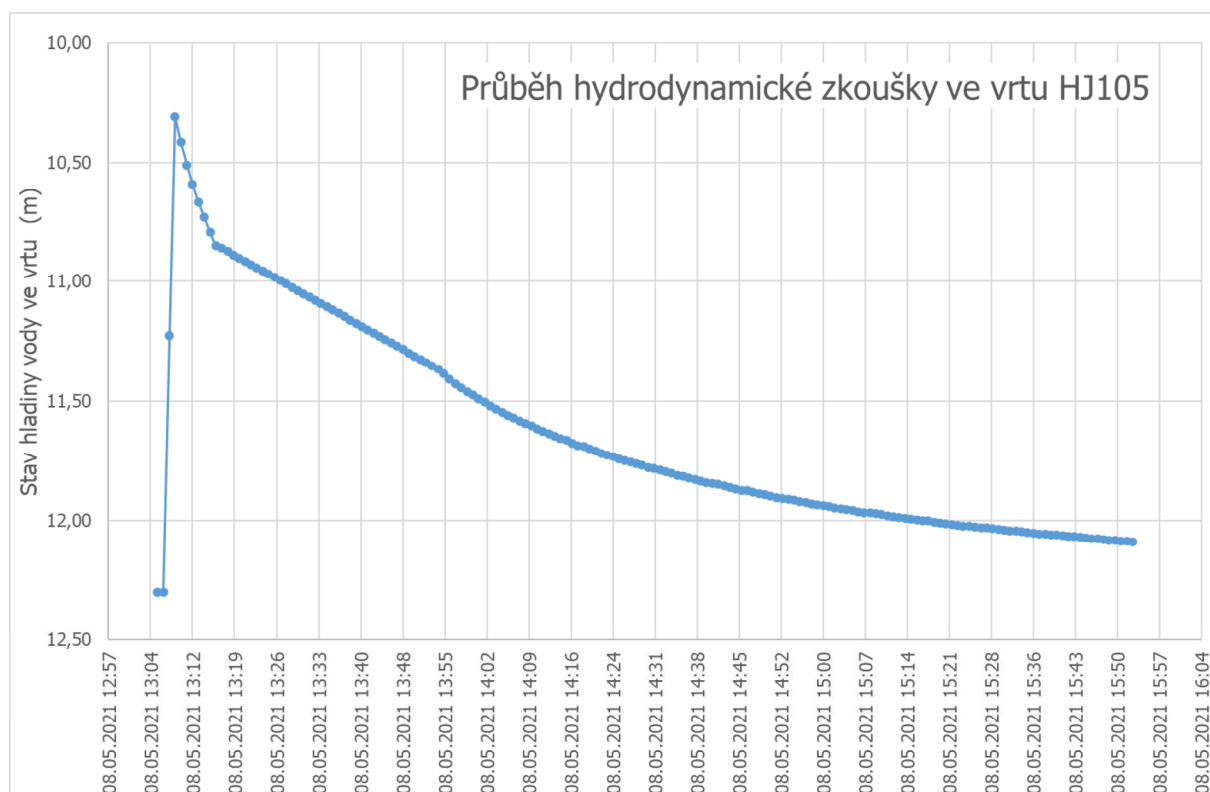
Po nalití vody do vrtu došlo k postupné infiltraci vody z vrtu do okolního horninového prostředí. Průběh zkoušky je znázorněn na grafu č. 19.

Výsledné hodnoty hydraulické vodivosti jsou v tabulce č. 18.

			IČ: 27135161		Slug Test - Analyses Report			
			DIČ: CZ 27135161		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany			
			aqh@aqh.cz		Number: 2021_05			
			www.aqh.cz		Client: SUDOP Praha, a.s.			
Location: Středočeský kraj			Slug Test: HJ105			Test Well: HJ105		
Test Conducted by:						Test Date: 08.05.2021		
Aquifer Thickness: 1,10 m								
	Analysis Name	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
1	Hvorslev	24.06.2021	Hvorslev	HJ105		2,66 × 10 ⁻⁶		
2	Bouwer + Rice	24.06.2021	Bouwer & Rice	HJ105		1,98 × 10 ⁻⁶		
Average						2,32 × 10 ⁻⁶		

Tabulka 18 – Výsledné hodnoty hydrodynamické nálevové zkoušky ve vrtu HJ105 K– hydraulická vodivost

Hodnoty vodivosti $2,3 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ odpovídají průměrným hodnotám pro zastižený geologický profil. Zjištěná hydraulická vodivost odpovídá prostředí s V. třídou propustnosti, prostředí pro vodu dosti slabě propustné (Jetel, 1982).



Graf 19 – Průběh hydrodynamické zkoušky (nálevová zkouška) ve vrtu HJ105

Závěr

Ve vybraných úsecích vysokorychlostní železniční trati z Prahy-Běchovic – Poříčany bylo provedeno 18 hydrodynamických zkoušek v nových hydrogeologických vrtech.

Výsledky hydrodynamických zkoušek jsou souhrnně uvedeny v tabulce č. 19.

Vrt	Kolektor	Transmisivita (m^2s^{-1}) průměr	Hydraulická vodivost (ms^{-1}) průměr
HJ1	mírně zvětralá břidlice	?	?
HJ3	antropogenní navážky	$3,59 \cdot 10^{-5}$	$2,80 \cdot 10^{-5}$
HJ9	královodvorské a bohdalecké břidlice silně až mírně zvětralé, střípk. rozpadavé, (ordovik)	$4,32 \cdot 10^{-7}$	$3,65 \cdot 10^{-8}$
HJ13	prachovec zvětralý (křída)	$4,36 \cdot 10^{-7}$	$5,15 \cdot 10^{-8}$
HJ16**	jílovec mírně zvětralý úlomkovitě rozpadavý (křída)		$1,33 \cdot 10^{-9}$
HJ18	pískovec hrubozrnný mírně zvětralý v polohách silně zvětralý (křída)	$4,76 \cdot 10^{-5}$	$1,01 \cdot 10^{-5}$

Vrt	Kolektor	Transmisivita (m ² s ⁻¹) průměr	Hydraulická vodivost (ms ⁻¹) průměr
HJ21	pískovec hrubozrnný zdravý až mírně zvětralý v polohách silně zvětralý (křída)	7,25.10 ⁻⁴	1,73.10 ⁻⁴
HJ34**	mírně zvětralý jemnozrnný až středně zrnitý pískovec		6,14.10 ⁻⁶
HJ41**	mírně zvětralý jemnozrnný až středně zrnitý pískovec		3,70.10 ⁻⁶
HJ65*	navětralý laminovaný pískovec		3,56.10 ⁻⁵
HJ77**	mírně zvětralý až zdravý pískovec		8,43.10 ⁻⁶
HJ86**	silně zvětralý pískovec s jílovotopísčitou příměsí		1,05.10 ⁻⁶
HJ105**	navětralý pískovec		2,32.10 ⁻⁶
HJ124	navětralý až mírně zvětralý slínovec	4,85.10 ⁻⁵	7,95.10 ⁻⁶
HJ165	silně zvětralá břidlice	1,60.10 ⁻⁵	4,93.10 ⁻⁶
HJ179*	zcela zvětralý slínovec		5,94.10 ⁻⁷
HJ211	prachovitá břidlice mírně zvětralá	3,06.10 ⁻⁵	1,93.10 ⁻⁶
HJ220	místy prachovitá břidlice mírně zvětralá	1,71.10 ⁻⁶	9,99.10 ⁻⁸

Tabulka 13 – Výsledky hydrodynamických zkoušek. Ve všech případech se jedná o průměrné hodnoty. * - slug test; ** - nálevová zkouška

Literatura

- Agarwal, R G. 1980.** A new method to account for producing time effects when drawdown type curves are used to analyze pressure buildup and other test data . *Proceedings of the 55th Annual Fall Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers*. . 1980. Paper SPE 9289.
- Boulton , N S. 1963.** Analysis of data from non-equilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage . *Proc. Inst. Civil. Eng.* 1963. Sv. 26, pp. 469-482.
- Bouwer, H. a Rice, R. C. 1976.** A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. *Water Resources Research*. 1976. Sv. 12, 3. pp 423-428.
- Cooper, H H a Jacob, C E. 1946.** A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. *Am. Geophys. Union Trans.* 1946. Sv. 27, pp. 526-534.
- Cooper, H H, Bredehoeft, J D a Papadopoulos, L S. 1967.** Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water . *Water Resources Research*. 1967. Sv. 3, pp 263-269.
- ČSN 73 6614. 1984.** Zkoušky zdrojů podzemní vody. *Československá státní norma*. Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1984.
- Hanthush, M S a Jacob, C E. 1955.** Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer. *Am. Geophys. Union Trans.* 1955. Sv. 36, pp. 95-100.
- Hvorslev, M J. 1951.** Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations. *Waterways Experiment Station* . Vicksburg, Mississippi : Corps of Engineers, U.S. Army, 1951. 26.
- Jetel, Ján. 1982.** *Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech*. Praha : Knihovna ÚÚG sv. 58, vydavatelství ČSAV, 1982.
- Moench, A F. 1995.** Combining the Neuman and Boulton Models for Flow to a Well in an Unconfined Aquifers. *Ground Water*. 1995. Sv. 33, 3, pp. 378-384.
- . 1984. Double-Porosity Models for a Fissured Groundwater Reservoir With Fracture Skin. *Water Resources Research* . 1984. Sv. 20, 7, pp. 831-845.
- Neuman, S P. 1975.** Analysis of pumping test data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed yield. *Water Resources Research*. 1975. Sv. 11, 2, pp. 329-342.
- Sanders, Laura L. 1998.** *Manual of Field Hydrogeology*. London : Prentice-hall international, 1998.
- Theis, C V. 1935.** The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage . *Am. Geophys. Union Trans.* 1935. Sv. 16, pp. 519-524.
- Waren , J E a Root, P J. 1963.** The behaviour of naturally fractured reservoirs. *Soc. of Petrol. Engrs. J.* 1963. Sv. 3, pp. 245-214.

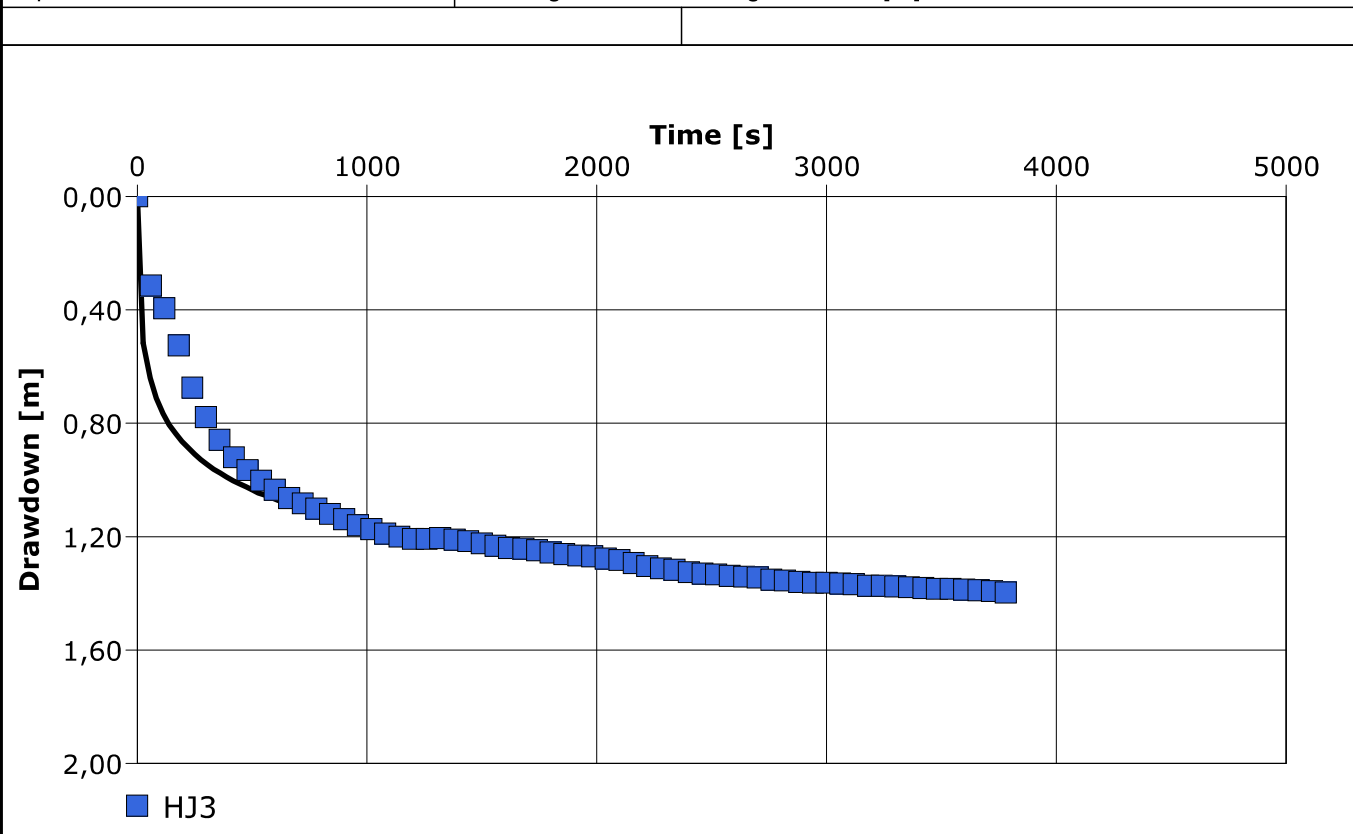
Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj	Pumping Test: HJ3	Pumping Well: HJ3
Test Conducted by:		Test Date: 09.05.2021
Analysis Performed by:	Theis	Analysis Date: 20.05.2021
Aquifer Thickness: 1,28 m	Discharge: variable, average rate 0,07 [l/s]	



Calculation using Theis					
Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ3	$3,08 \times 10^{-5}$	$2,41 \times 10^{-5}$		0,06	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ3

Pumping Well: HJ3

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

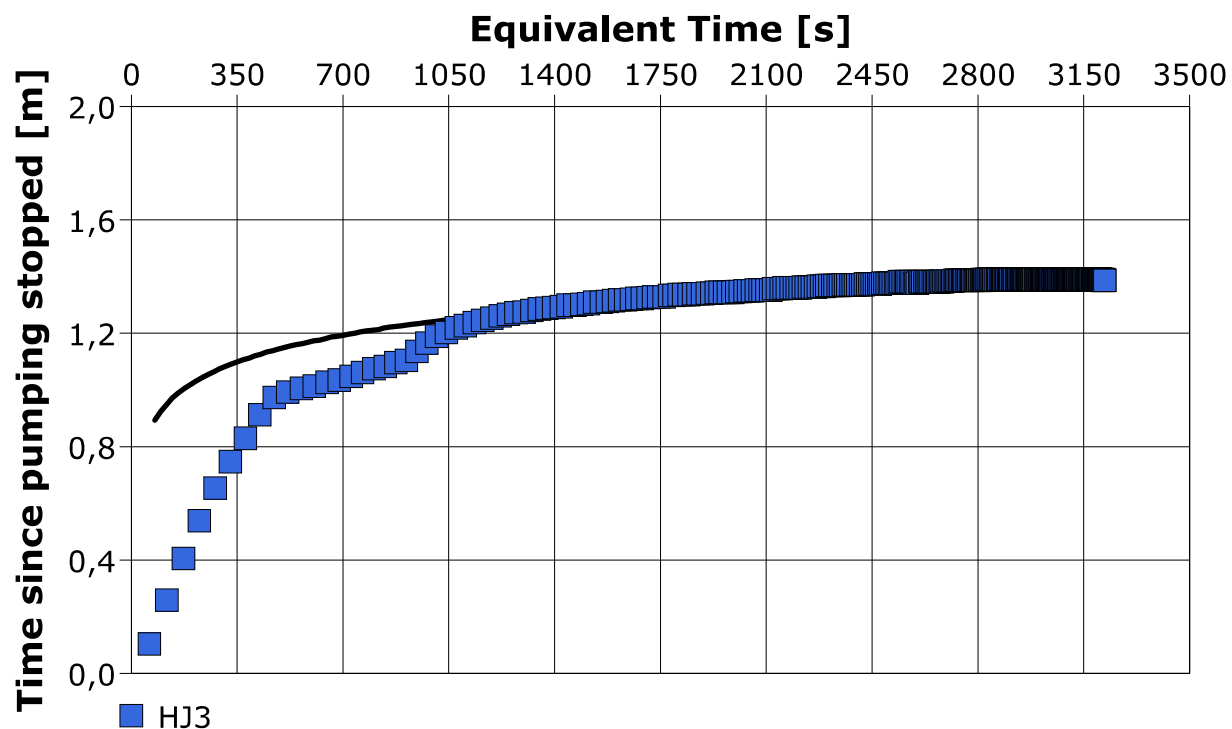
Analysis Performed by:

Theis + Agarwal

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 1,28 m

Discharge: variable, average rate 0,07 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ3	$4,09 \times 10^{-5}$	$3,20 \times 10^{-5}$		0,06	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ9

Pumping Well: HJ9

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

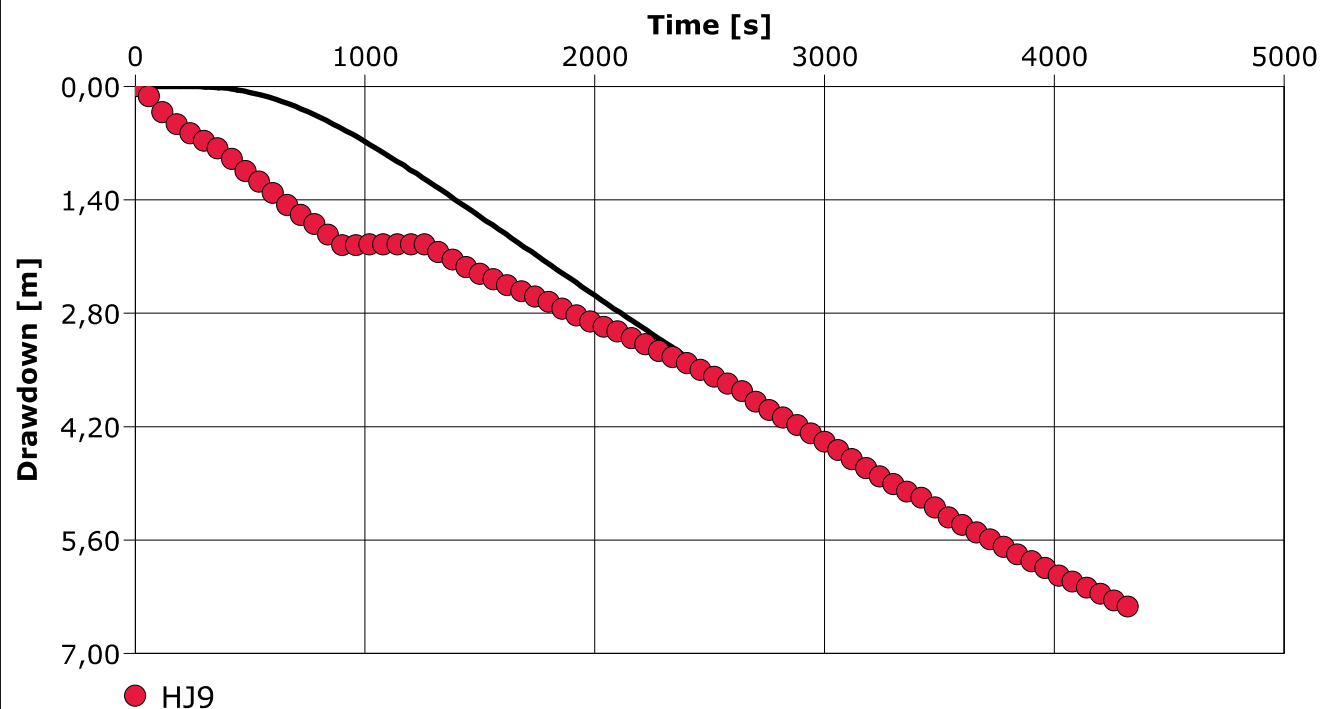
Analysis Performed by:

Theis

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 11,85 m

Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ9	$3,54 \times 10^{-7}$	$2,98 \times 10^{-8}$		0,05	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ9

Pumping Well: HJ9

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

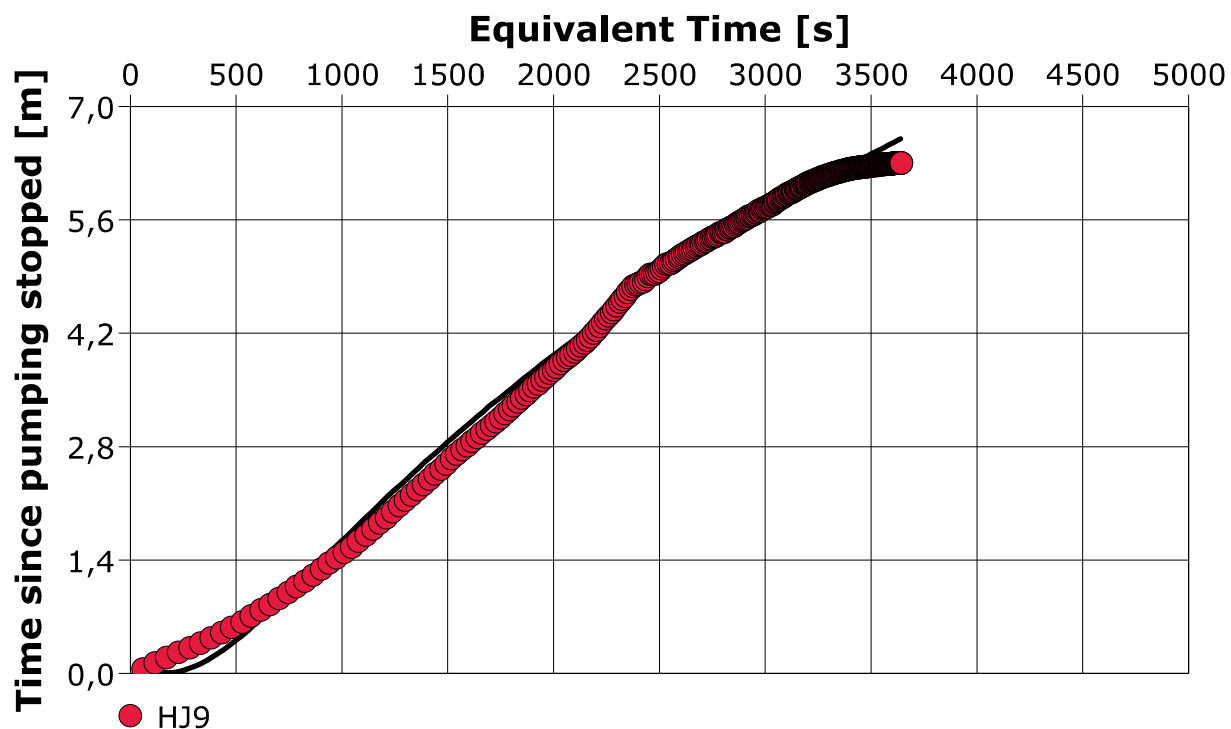
Analysis Performed by:

Theis + Agarwal

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 11,85 m

Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ9	$5,11 \times 10^{-7}$	$4,31 \times 10^{-8}$		0,05	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ13

Pumping Well: HJ13

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

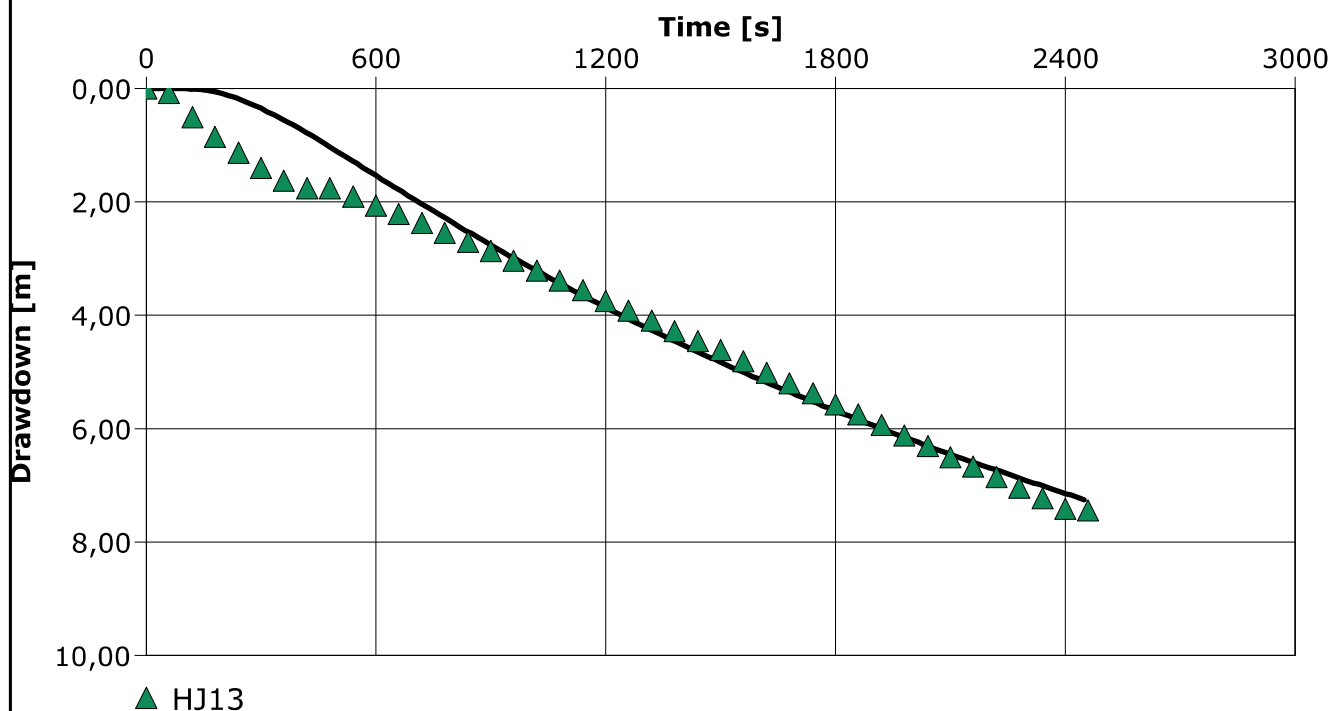
Analysis Performed by:

Theis

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 8,47 m

Discharge: variable, average rate 0,05 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ13	$5,93 \times 10^{-7}$	$7,01 \times 10^{-8}$		0,06	

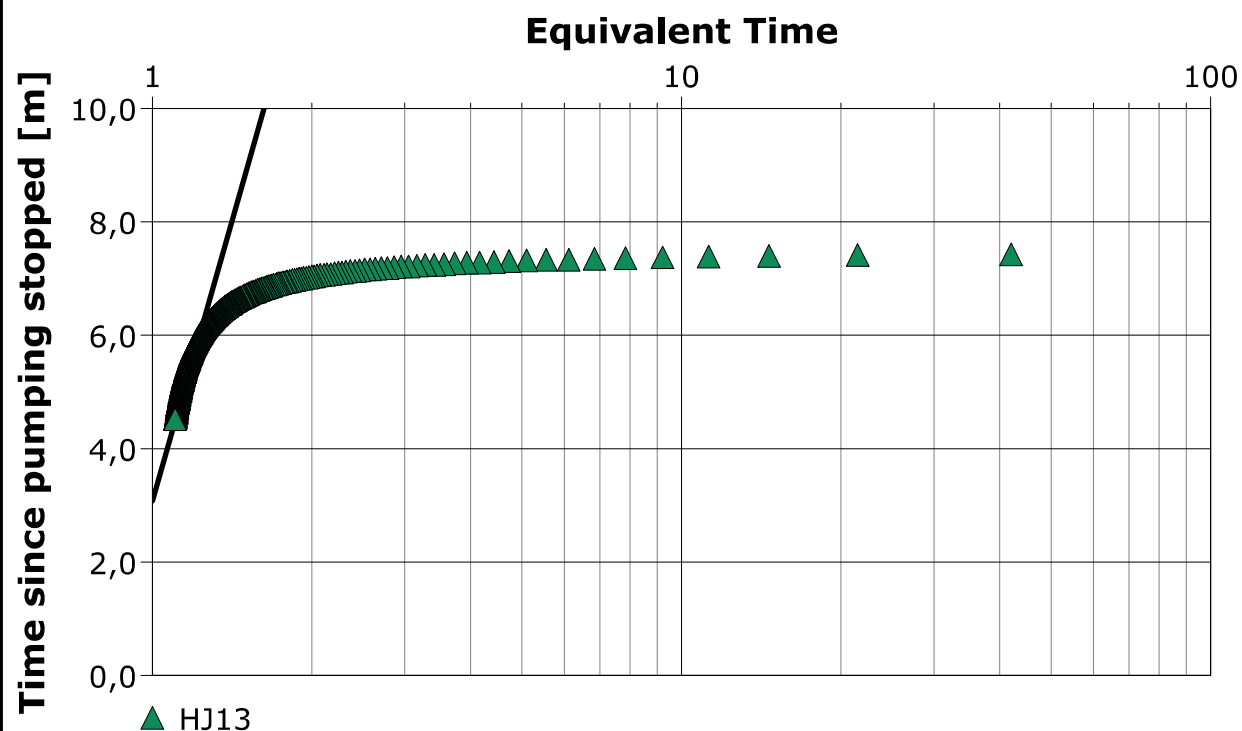
Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj	Pumping Test: HJ13	Pumping Well: HJ13
Test Conducted by:		Test Date: 09.05.2021
Analysis Performed by:	Theis Recovery	Analysis Date: 20.05.2021
Aquifer Thickness: 8,47 m	Discharge: variable, average rate 0,05 [l/s]	



Calculation using THEIS & JACOB

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Radial Distance to PW [m]	
HJ13	$2,79 \times 10^{-7}$	$3,29 \times 10^{-8}$	0,06	



IČ: 27135161
DIČ: CZ 27135161
aqh@aqh.cz
www.aqh.cz

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ16

Test Well: HJ16

Test Conducted by:

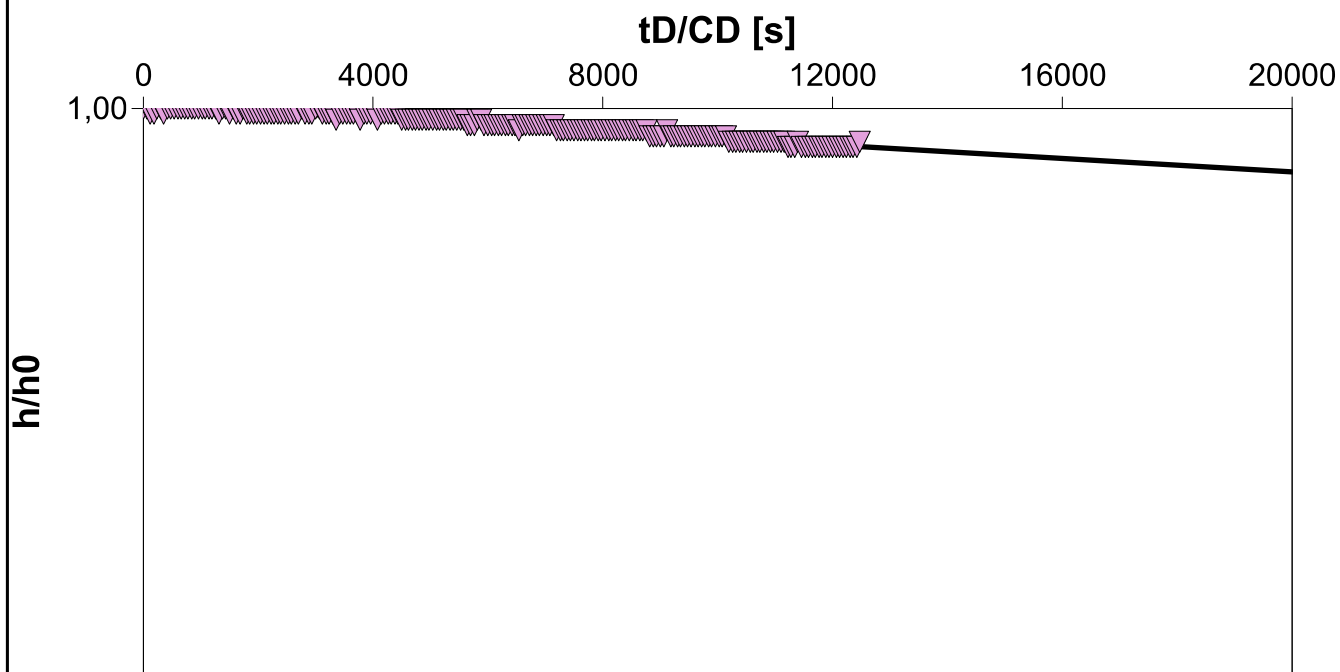
Test Date: 09.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 2,92 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ16

$1,51 \times 10^{-9}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ16

Test Well: HJ16

Test Conducted by:

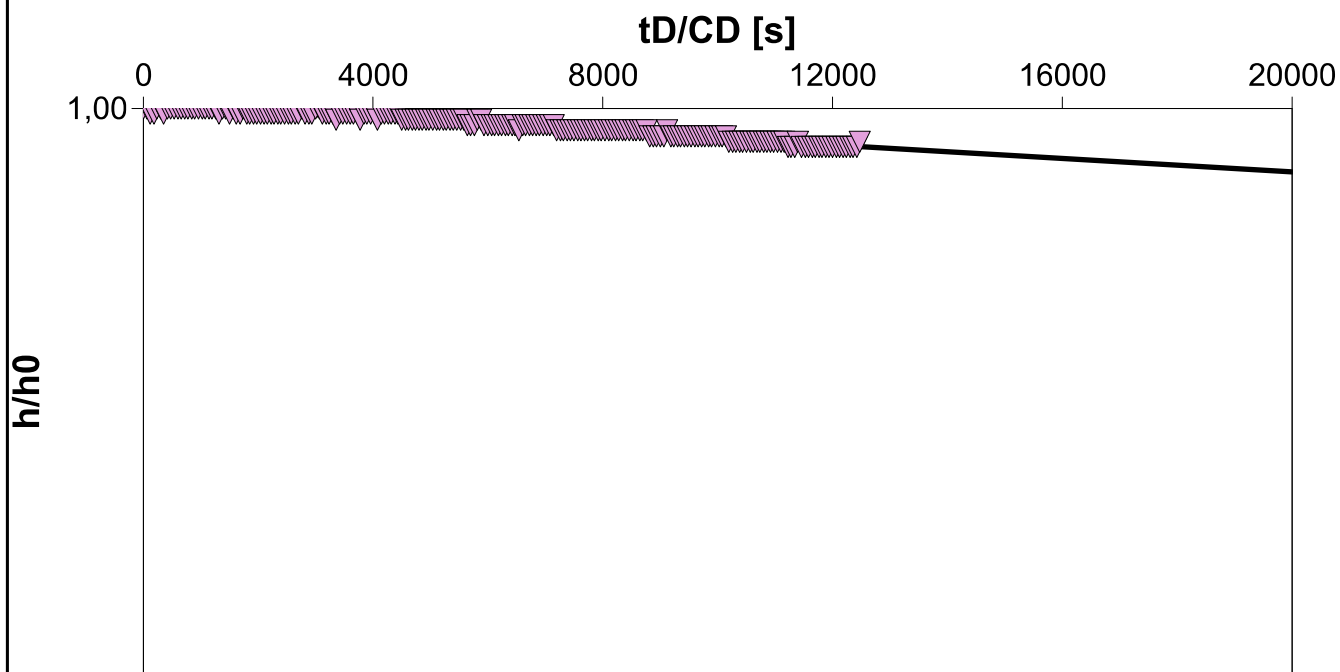
Test Date: 09.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer+Rice

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 2,92 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ16

$1,15 \times 10^{-9}$

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ18

Pumping Well: HJ18

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

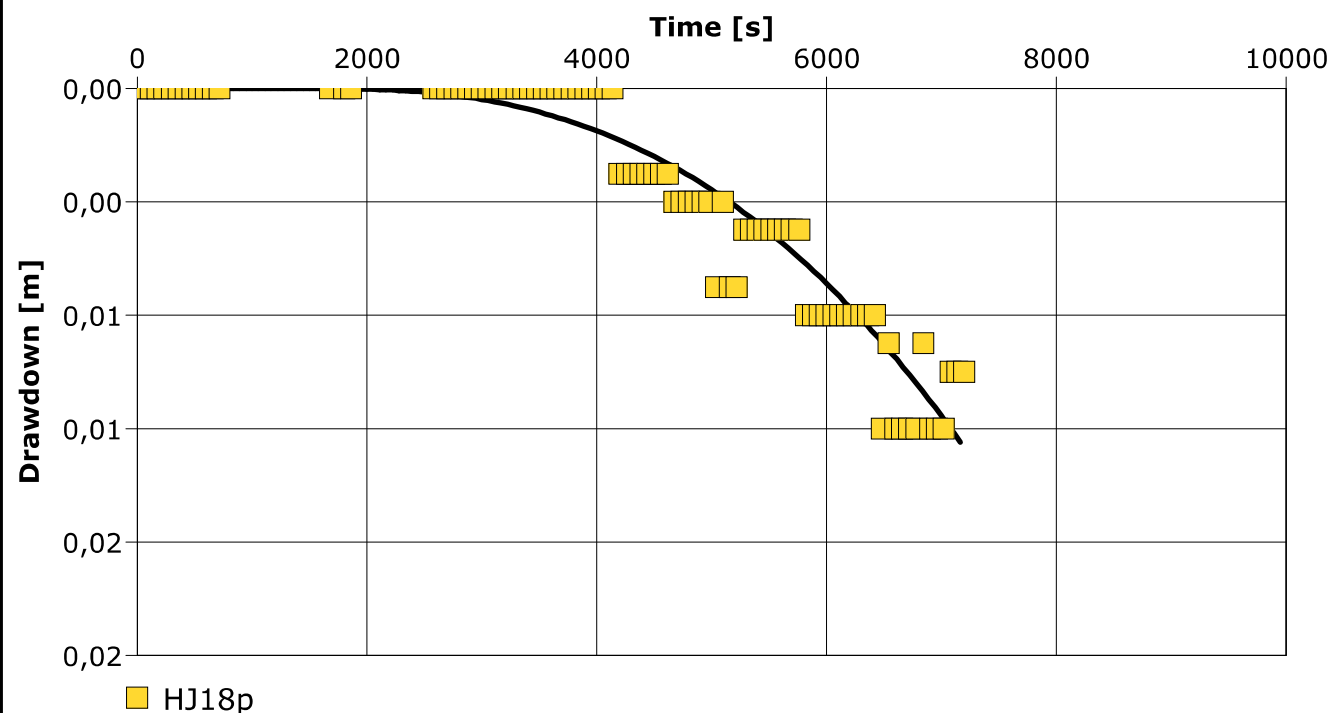
Analysis Performed by:

HJ18p Theis

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 4,73 m

Discharge: variable, average rate 0,112 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ18p	$2,35 \times 10^{-5}$	$4,97 \times 10^{-6}$	$4,98 \times 10^{-2}$	5,0	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ18

Pumping Well: HJ18

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

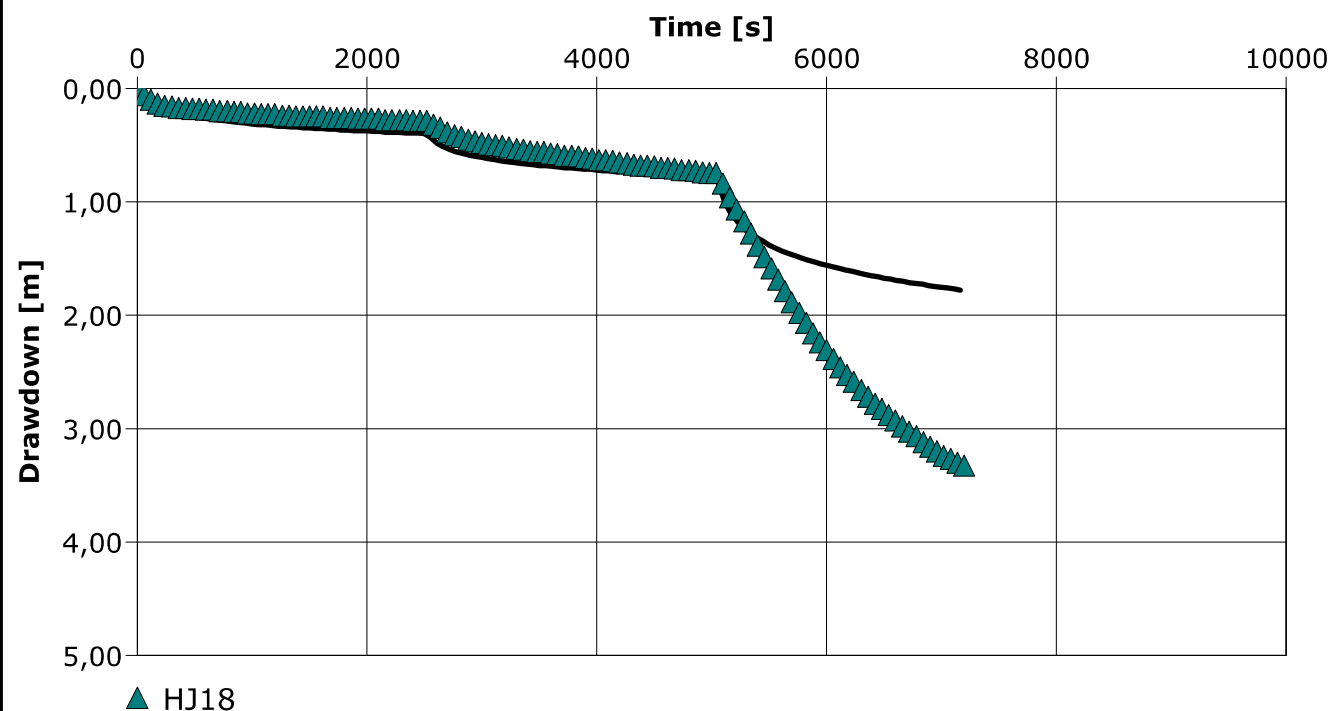
Analysis Performed by:

HJ18 Theis

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 4,73 m

Discharge: variable, average rate 0,112 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Ratio K(v)/K(h)	Radial Distance to PW [m]
HJ18	$4,21 \times 10^{-5}$	$8,90 \times 10^{-6}$		$5,38 \times 10^{-2}$	0,06

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ18

Pumping Well: HJ18

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

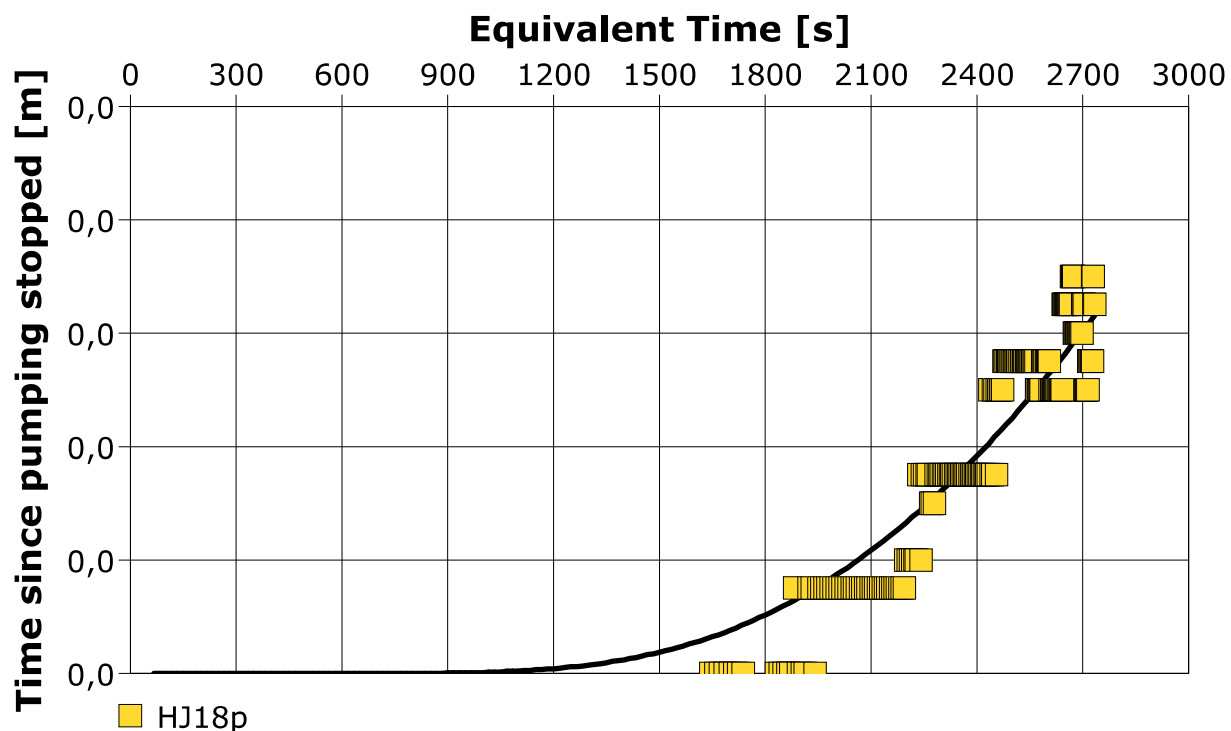
Analysis Performed by:

HJ18p Theis Agarwal

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 4,73 m

Discharge: variable, average rate 0,112 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ18p	$2,17 \times 10^{-5}$	$4,58 \times 10^{-6}$	$2,67 \times 10^{-2}$	5,0	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ18

Pumping Well: HJ18

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

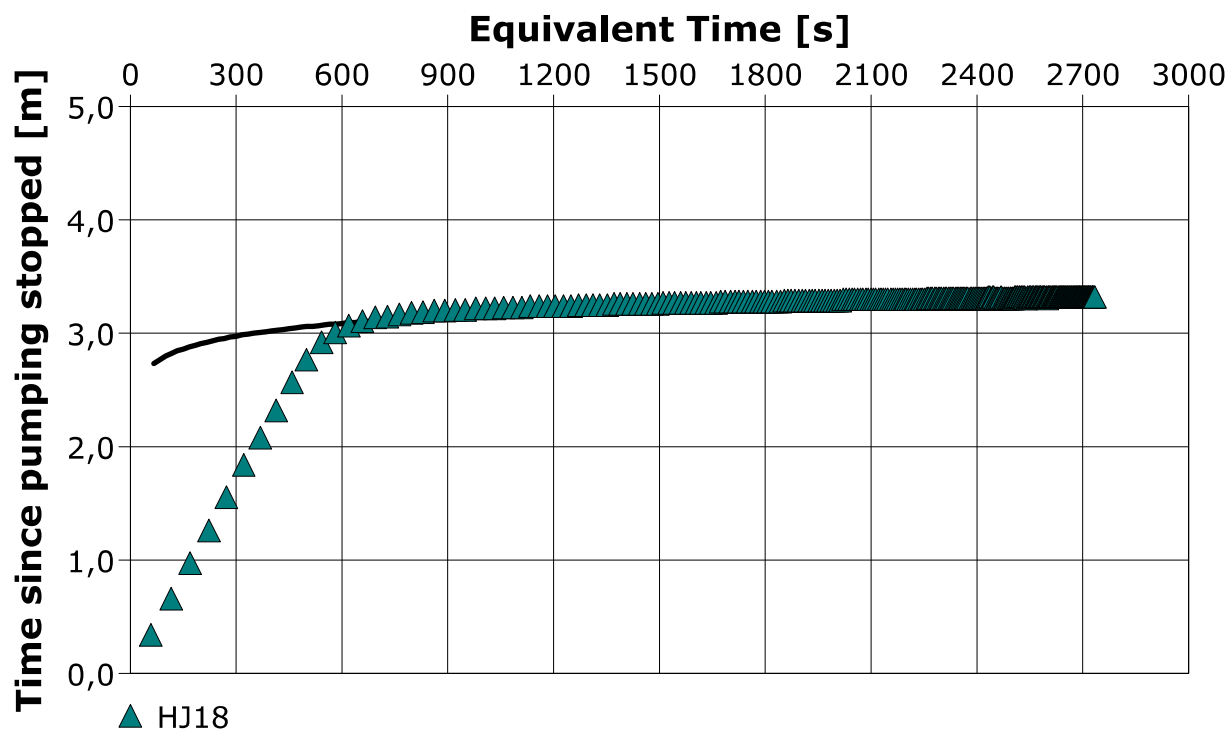
Analysis Performed by:

HJ18 Theis + Agarwal

Analysis Date: 20.05.2021

Aquifer Thickness: 4,73 m

Discharge: variable, average rate 0,112 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ18	$1,03 \times 10^{-4}$	$2,18 \times 10^{-5}$		0,06	

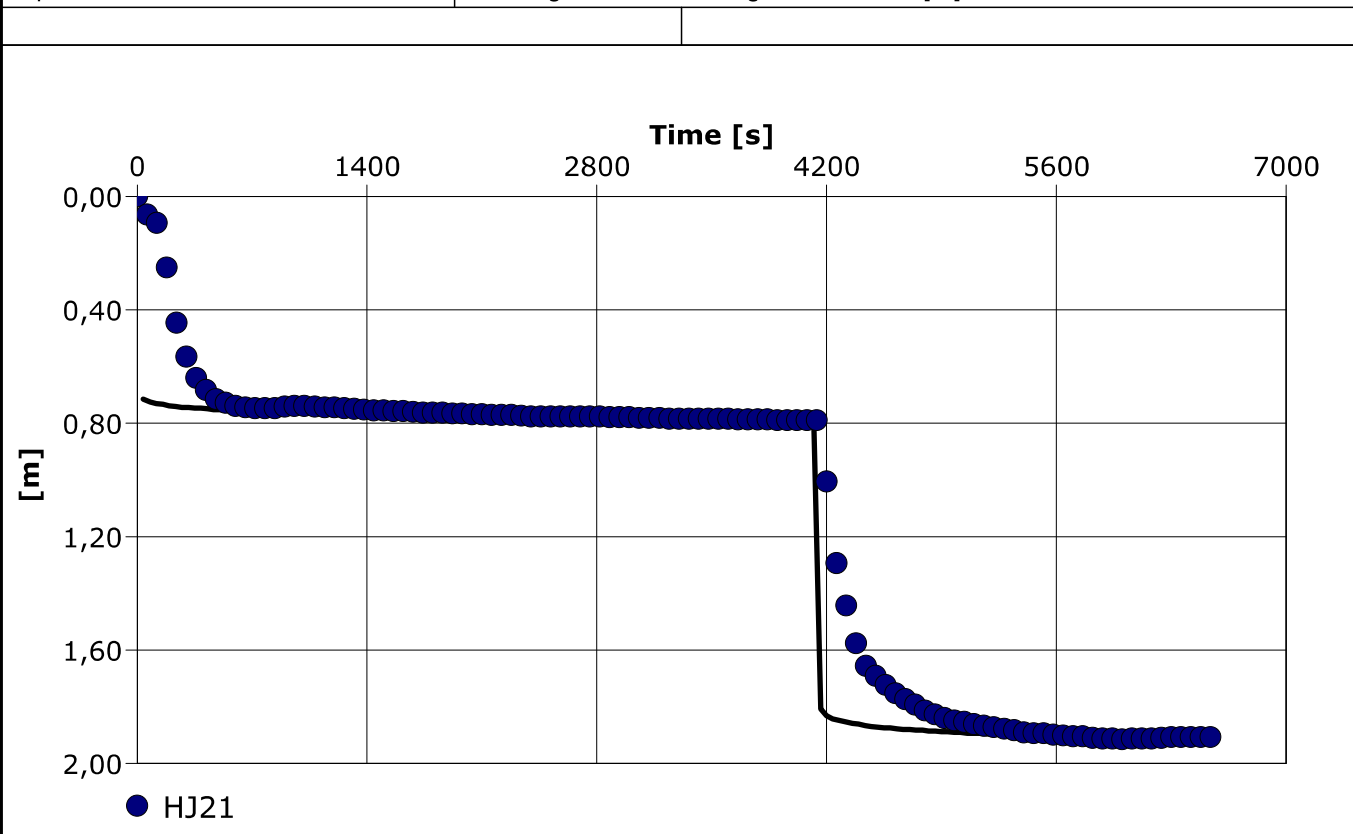
Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj	Pumping Test: HJ21	Pumping Well: HJ21
Test Conducted by:		Test Date: 09.05.2021
Analysis Performed by:	Double porosity	Analysis Date: 20.05.2021
Aquifer Thickness: 4,20 m	Discharge: variable, average rate 0,16872 [l/s]	



Calculation using Double Porosity						
Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Sigma	Lambda	Radial Distance to PW [m]
HJ21	$5,92 \times 10^{-4}$	$1,41 \times 10^{-4}$		$7,88 \times 10^{-1}$	$1,00 \times 10^{-1}$	0,06

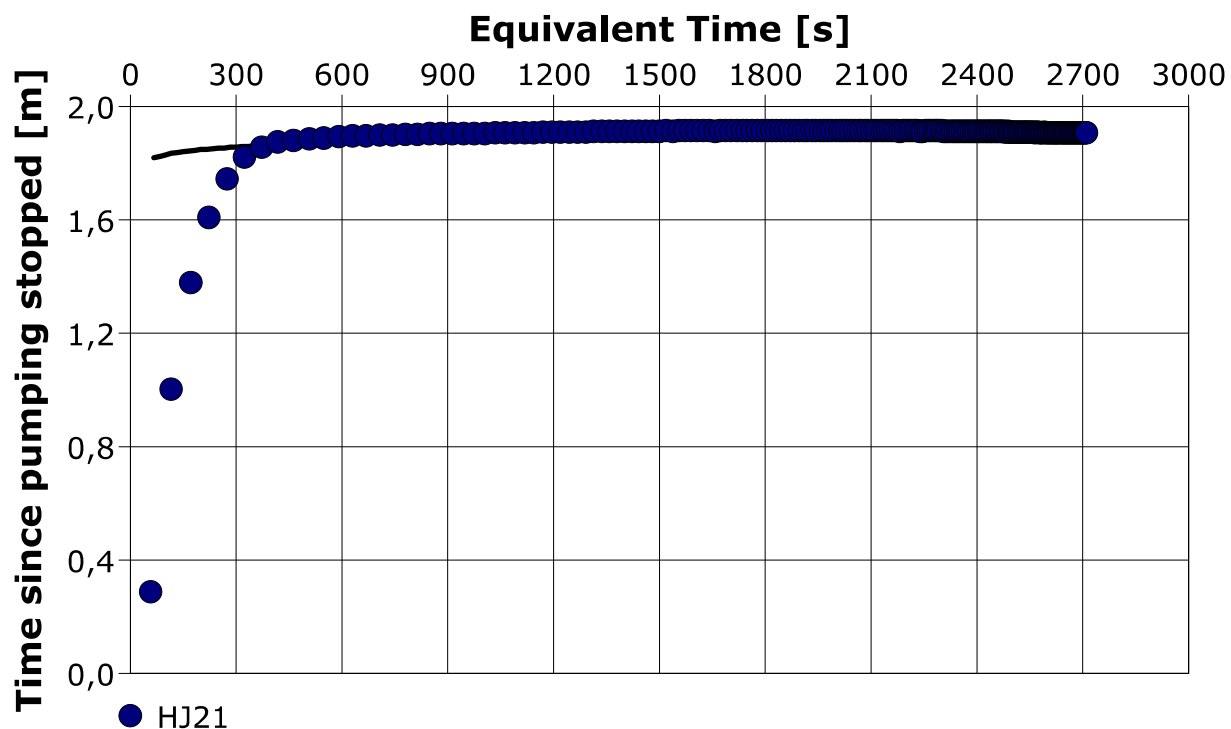
Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj	Pumping Test: HJ21	Pumping Well: HJ21
Test Conducted by:		Test Date: 09.05.2021
Analysis Performed by:	Theis + Agarwal	Analysis Date: 20.05.2021
Aquifer Thickness: 4,20 m	Discharge: variable, average rate 0,16872 [l/s]	



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ21	$8,58 \times 10^{-4}$	$2,04 \times 10^{-4}$		0,06	

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ34

Test Well: HJ34

Test Conducted by:

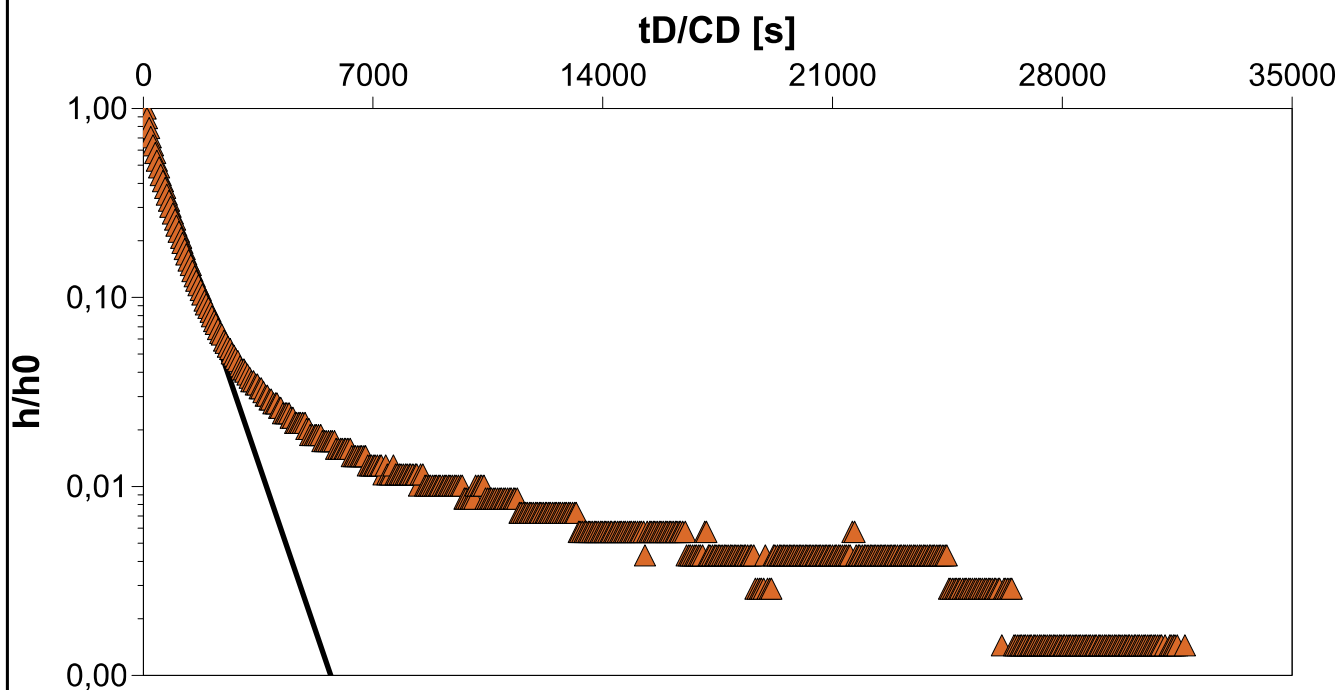
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,71 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ34

$7,40 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ34

Test Well: HJ34

Test Conducted by:

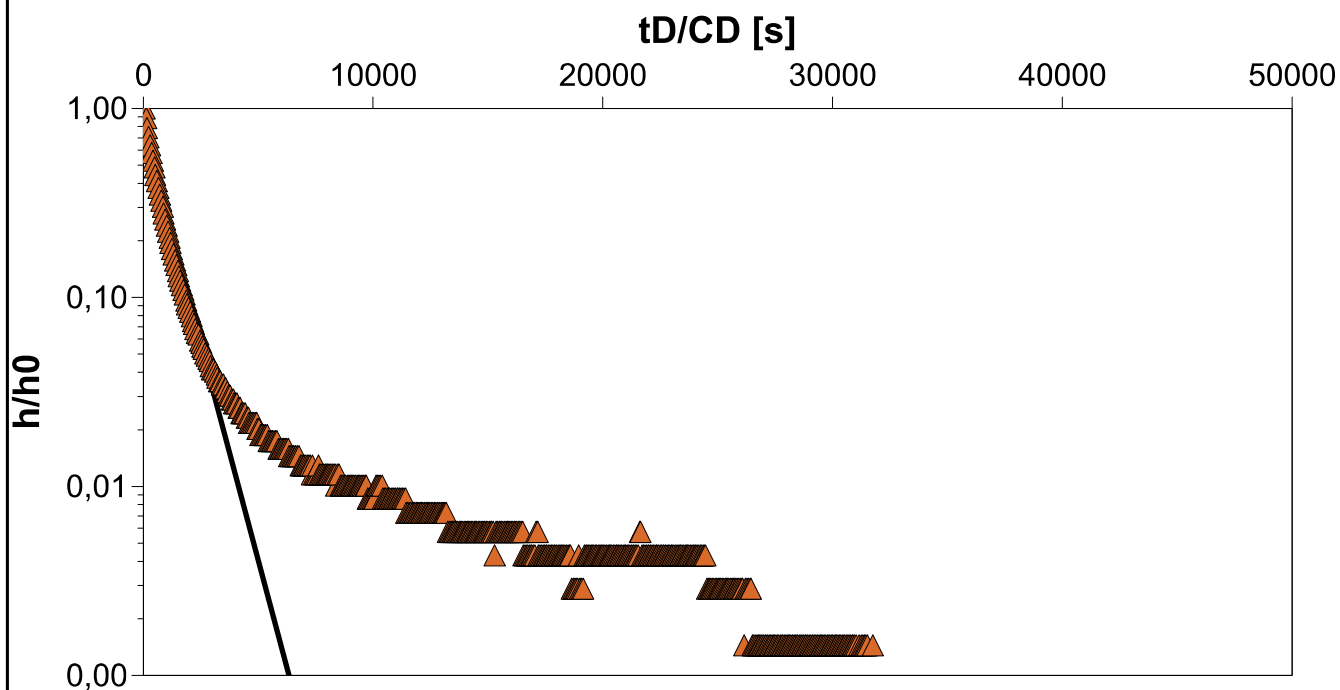
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,71 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ34

$4,88 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ41

Test Well: HJ41

Test Conducted by:

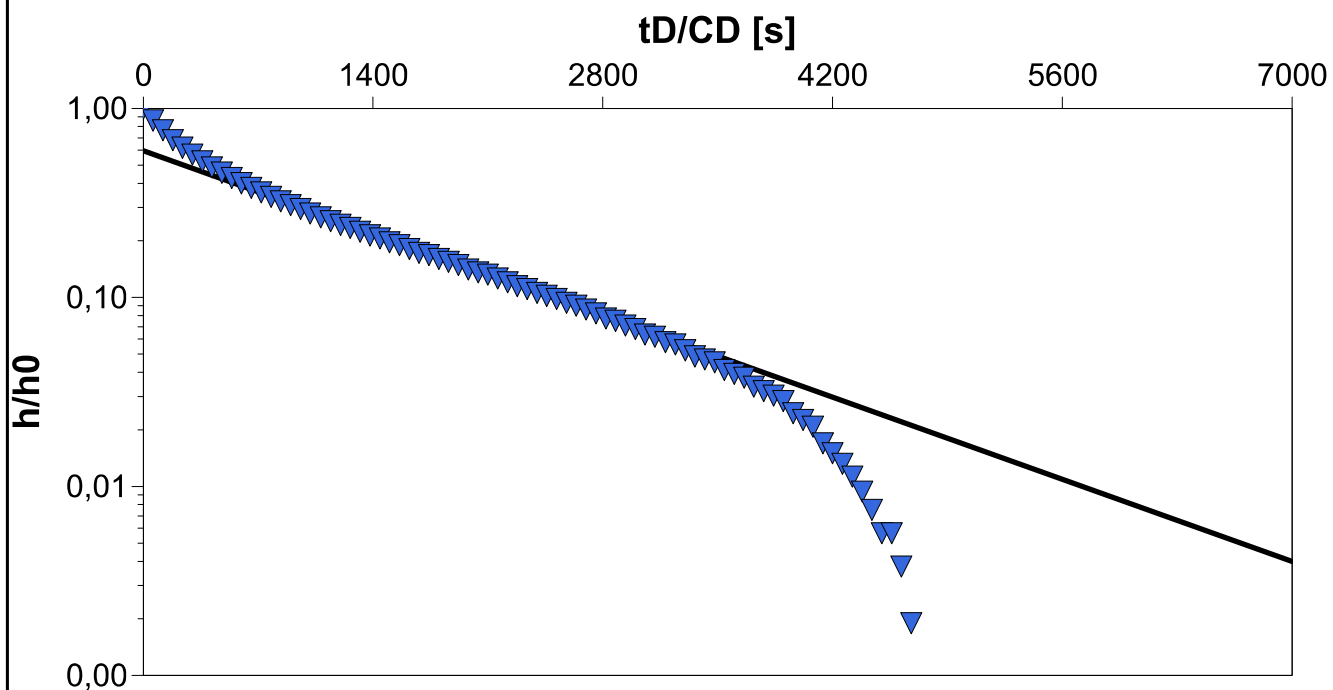
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,80 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ41

$4,20 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ41

Test Well: HJ41

Test Conducted by:

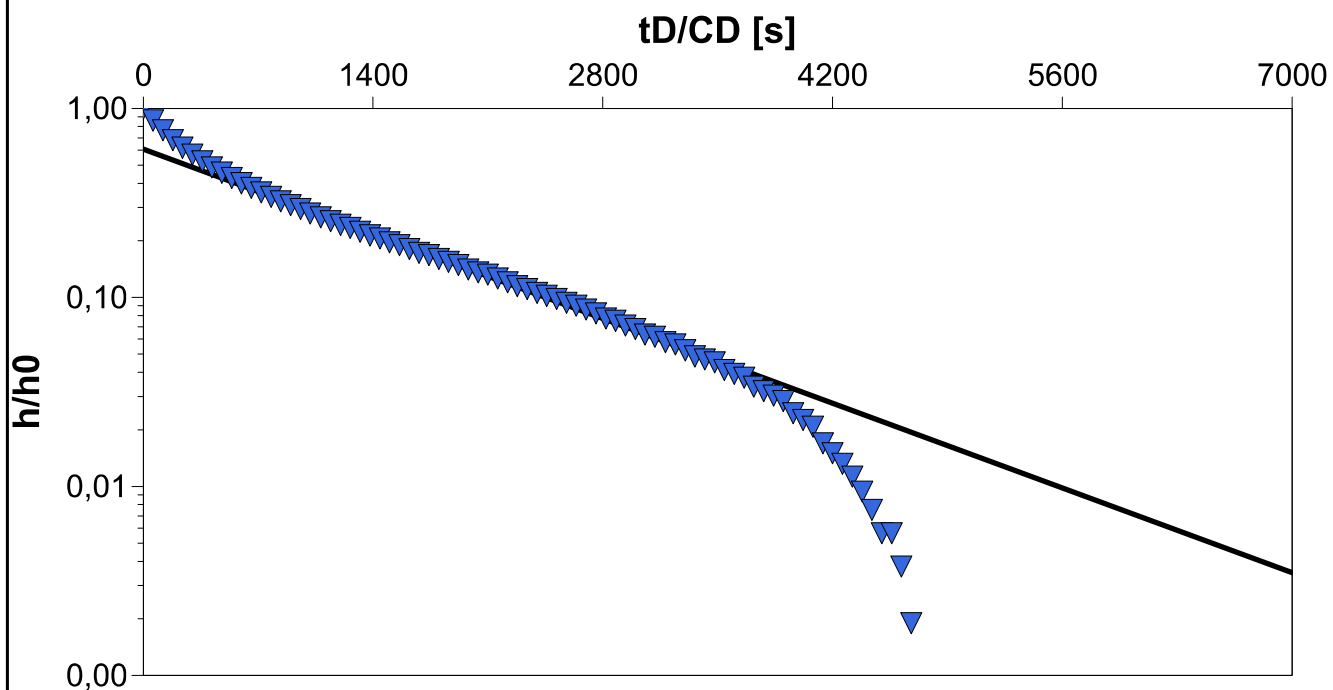
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,80 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ41

$3,21 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ65

Test Well: HJ65

Test Conducted by:

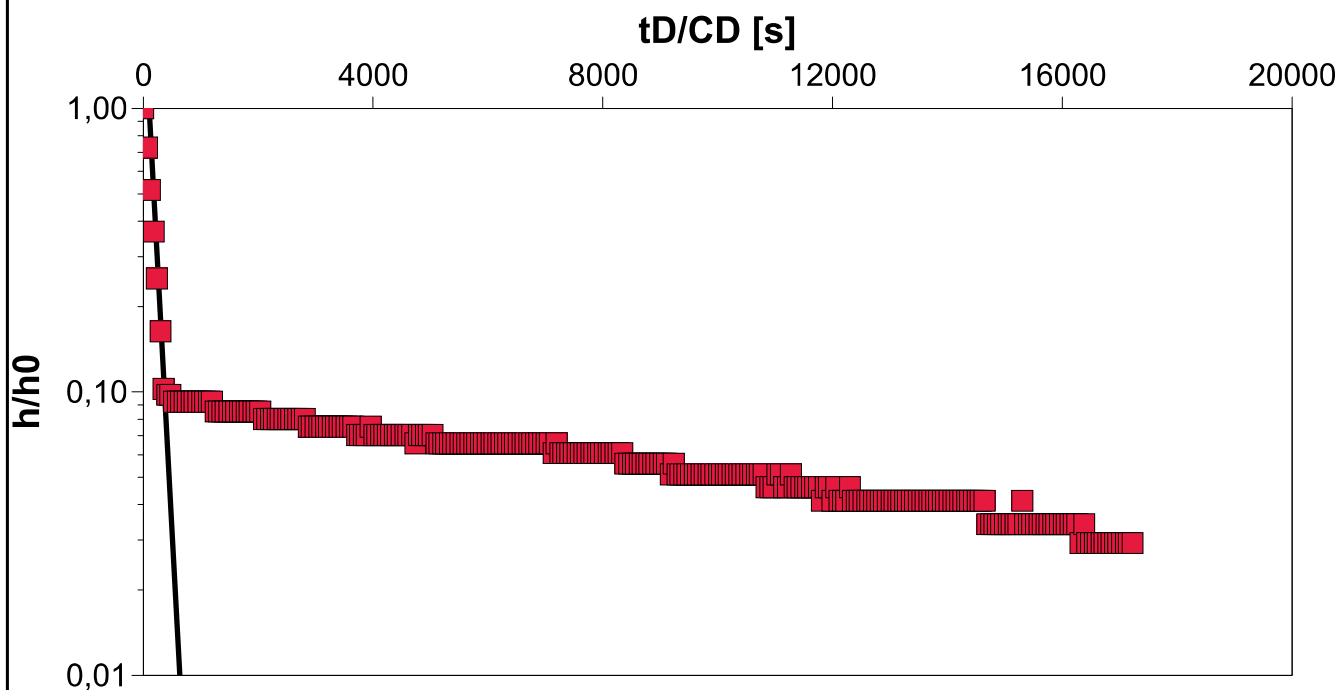
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 1,00 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ65

$4,39 \times 10^{-5}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ65

Test Well: HJ65

Test Conducted by:

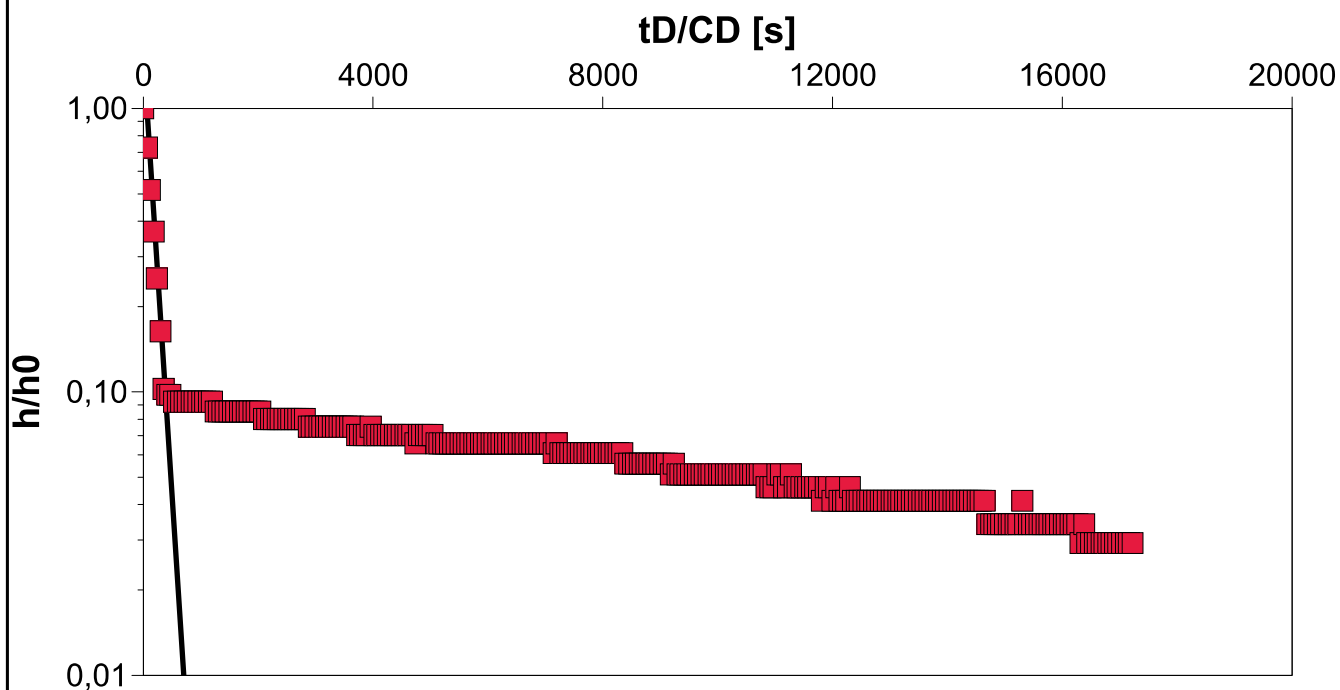
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 1,00 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ65

$2,73 \times 10^{-5}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ77

Test Well: HJ77

Test Conducted by:

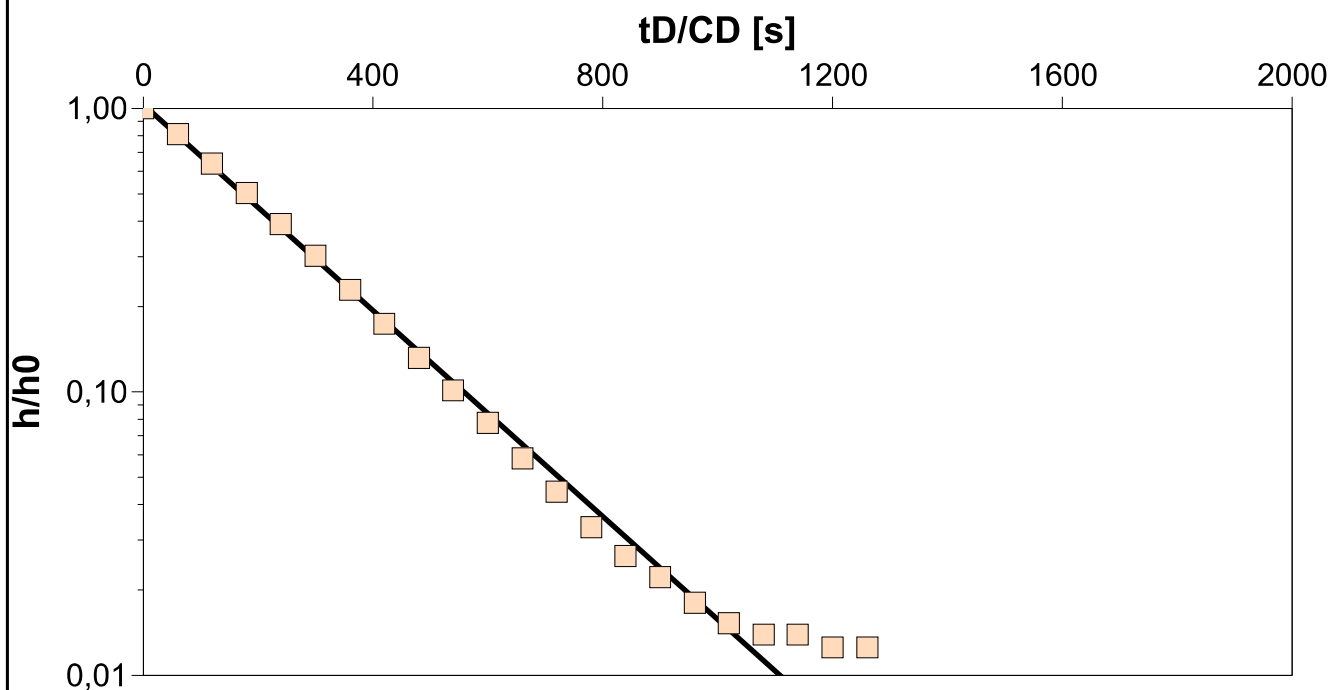
Test Date: 07.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 2,11 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ77

$9,32 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ77

Test Well: HJ77

Test Conducted by:

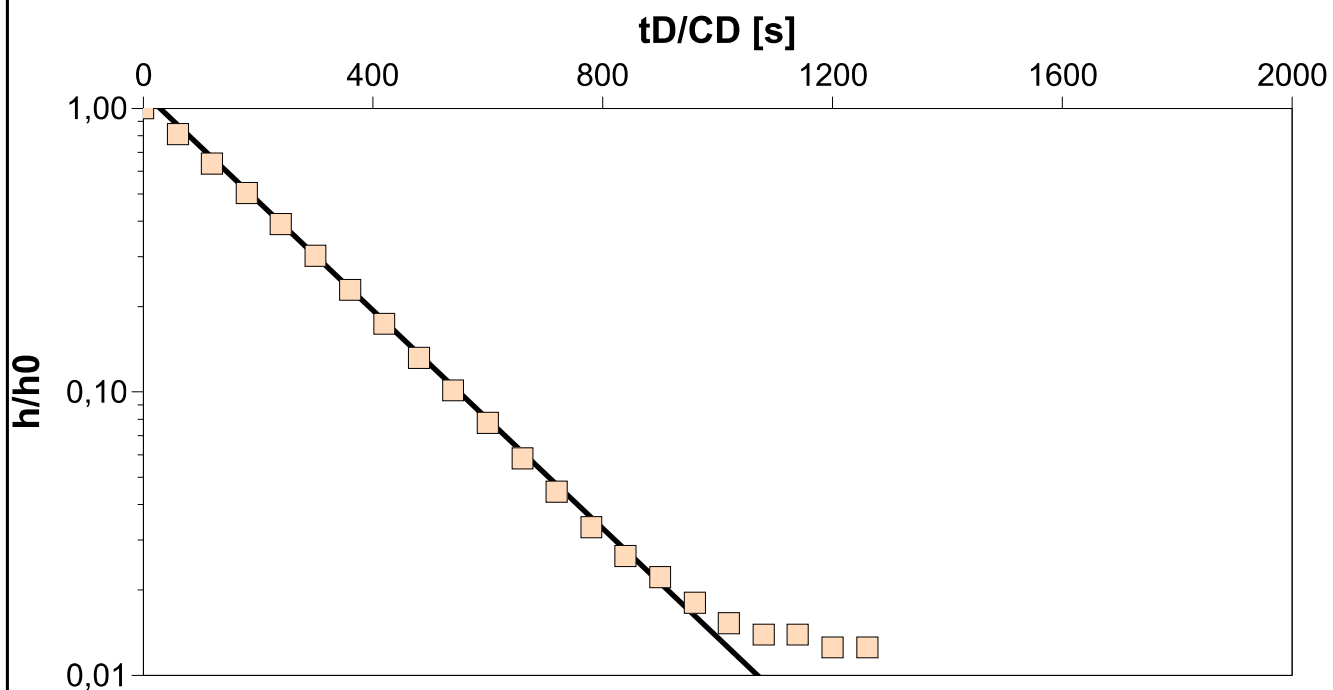
Test Date: 07.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 2,11 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ77

$7,54 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ86

Test Well: HJ86

Test Conducted by:

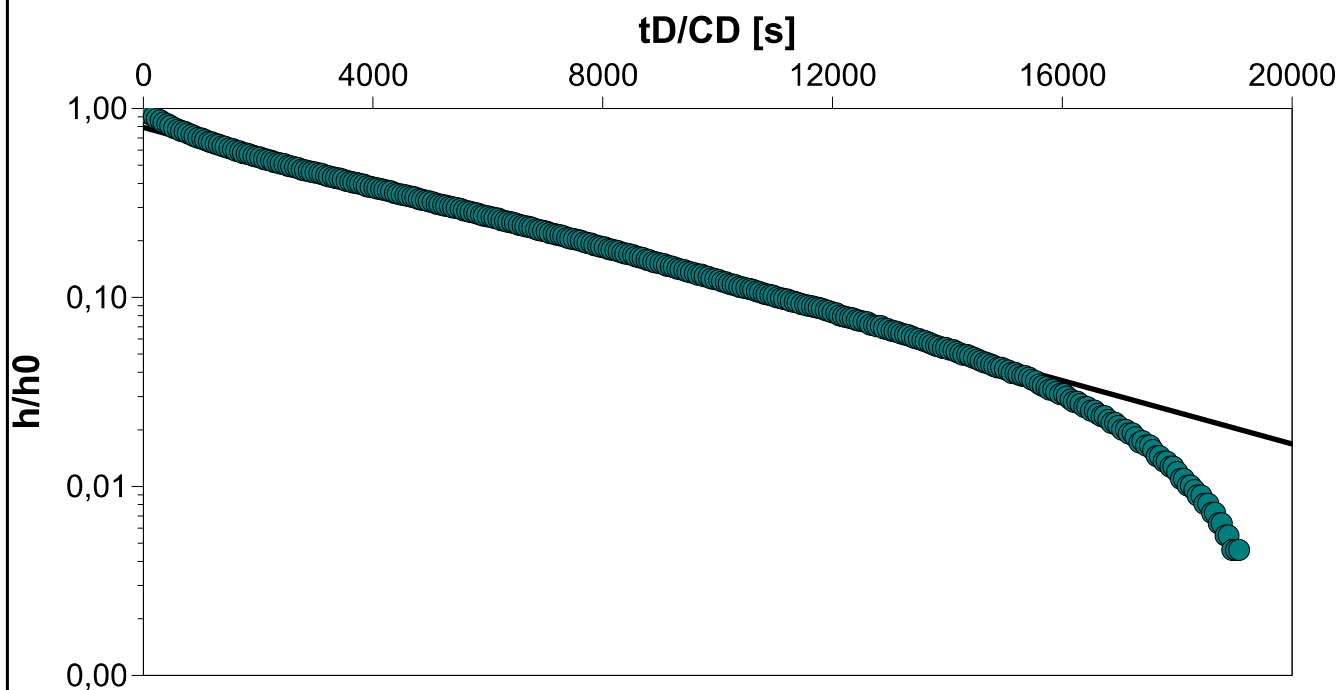
Test Date: 17.04.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,43 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ86

$1,21 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ86

Test Well: HJ86

Test Conducted by:

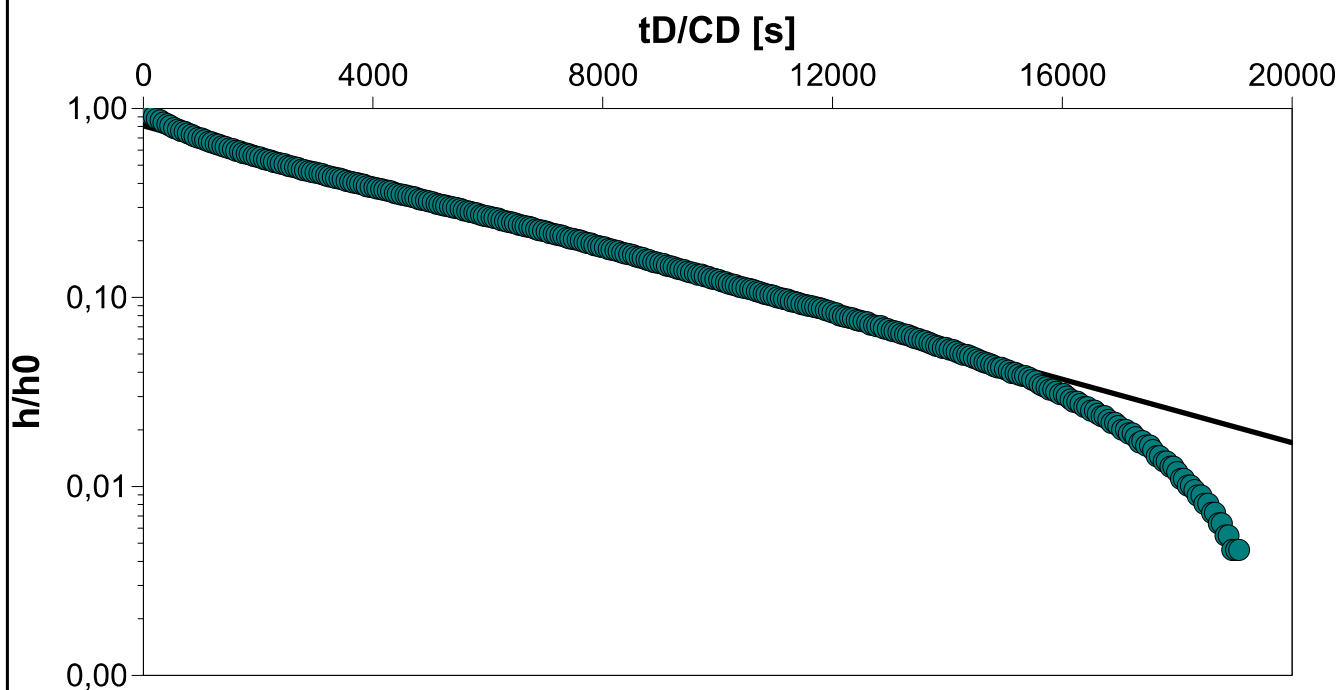
Test Date: 17.04.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 0,43 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ86

$8,85 \times 10^{-7}$



IČ: 27135161
DIČ: CZ 27135161
aqh@aqh.cz
www.aqh.cz

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ105

Test Well: HJ105

Test Conducted by:

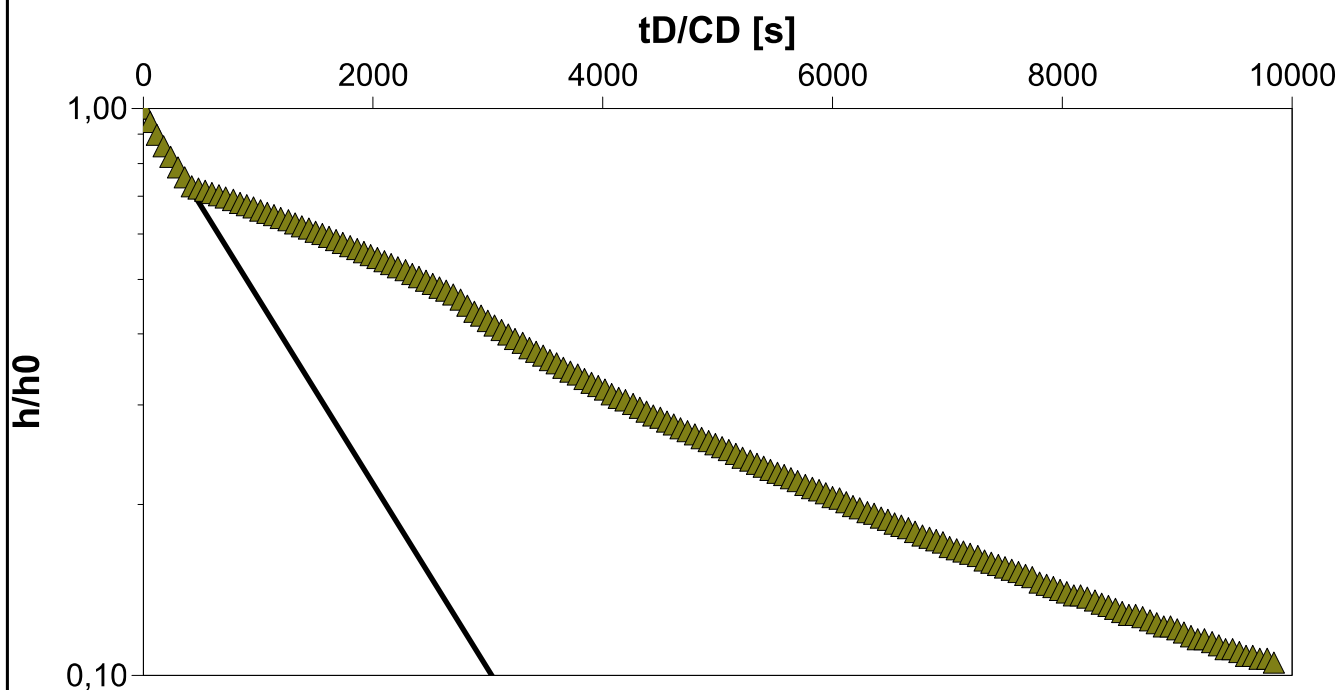
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 1,10 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ105

$2,66 \times 10^{-6}$

Slug Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ105

Test Well: HJ105

Test Conducted by:

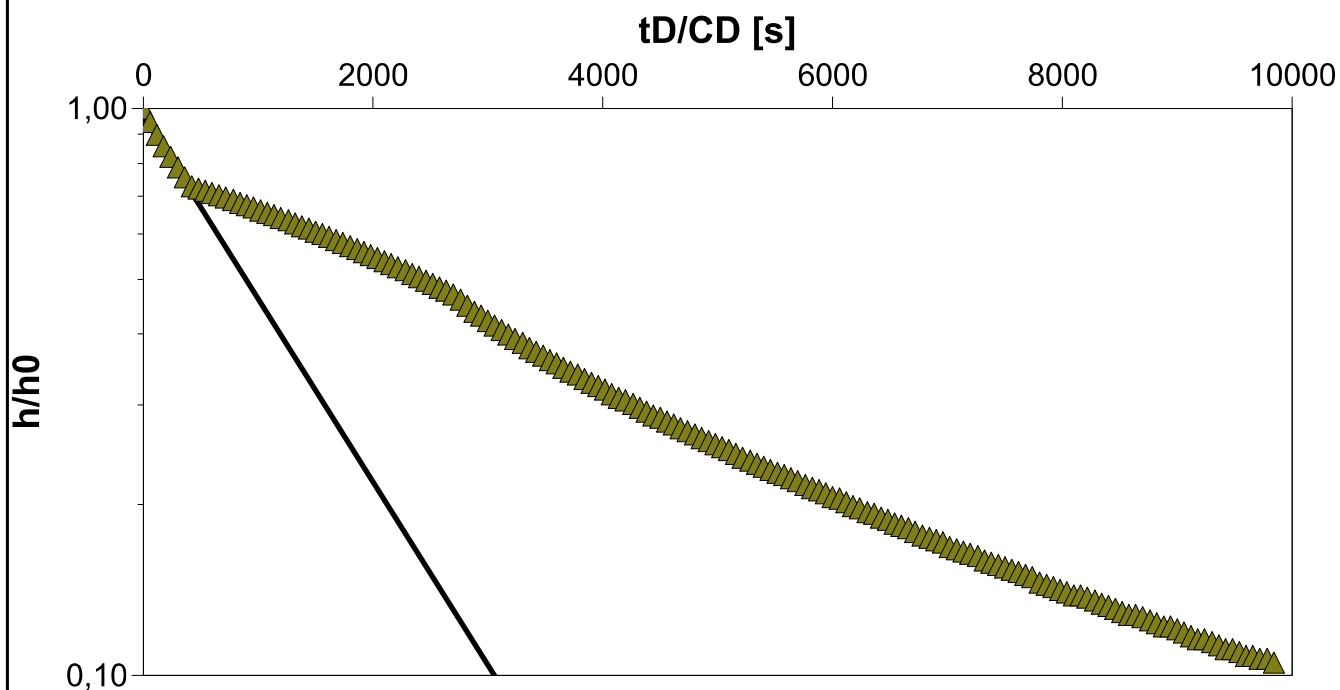
Test Date: 08.05.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 1,10 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic Conductivity
[m/s]

HJ105

$1,98 \times 10^{-6}$

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ124

Pumping Well: HJ124

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

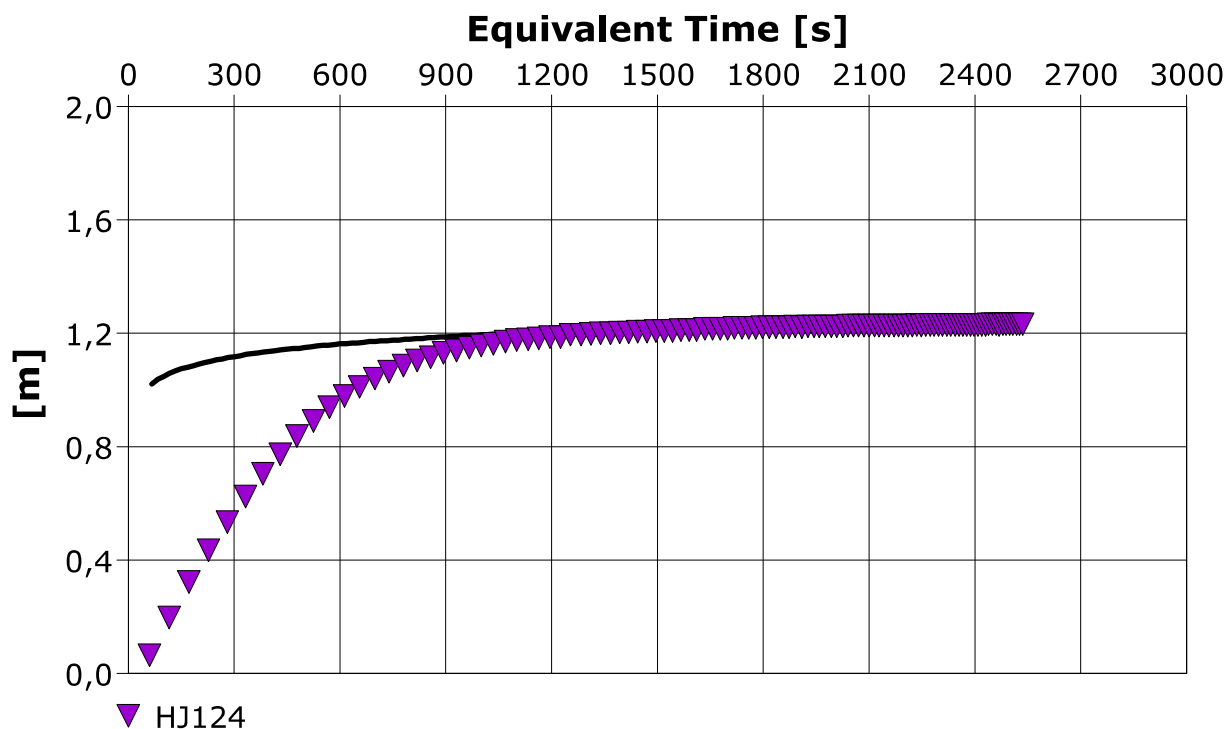
Analysis Performed by:

Theis + Agarwal

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 6,10 m

Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ124	$5,02 \times 10^{-5}$	$8,23 \times 10^{-6}$		0,06	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ124

Pumping Well: HJ124

Test Conducted by:

Test Date: 09.05.2021

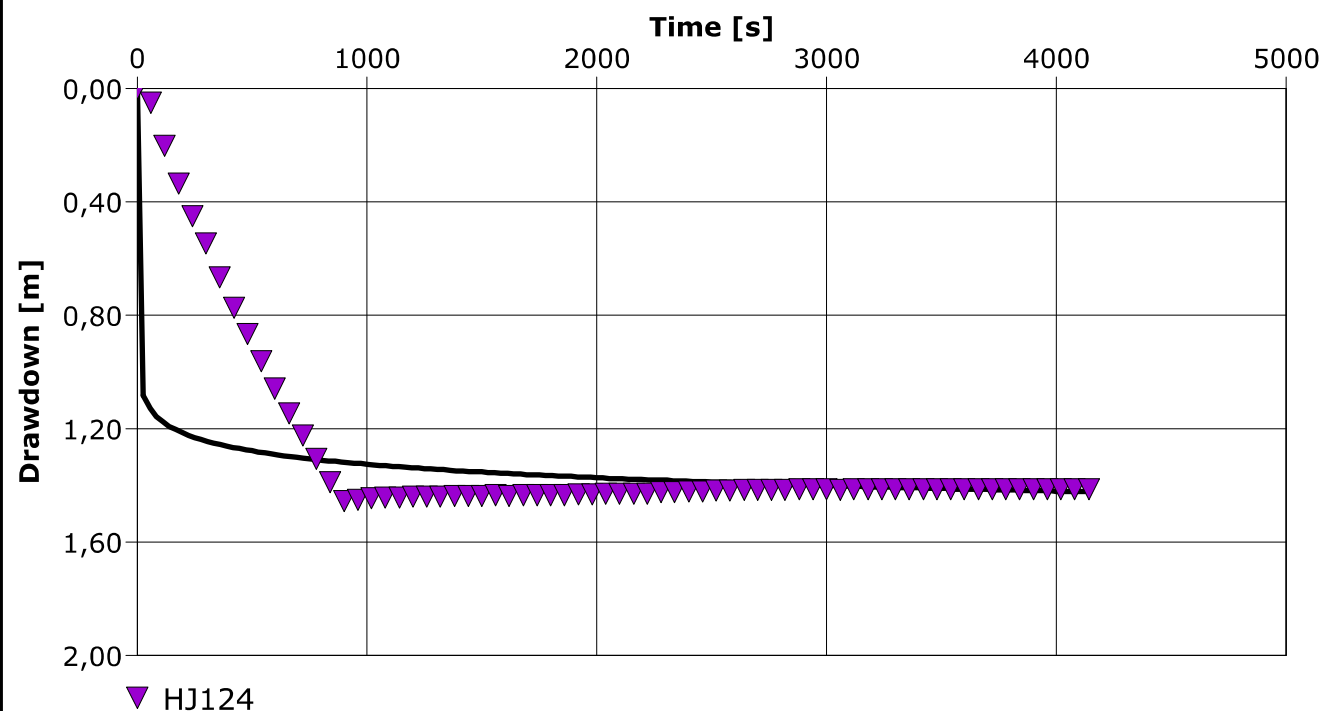
Analysis Performed by:

Theis

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 6,10 m

Discharge: variable, average rate 0,04 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ124	$4,68 \times 10^{-5}$	$7,67 \times 10^{-6}$		0,06	



IČ: 27135161
DIČ: CZ 27135161
aqh@aqh.cz
www.aqh.cz

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ165

Pumping Well: HJ165

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

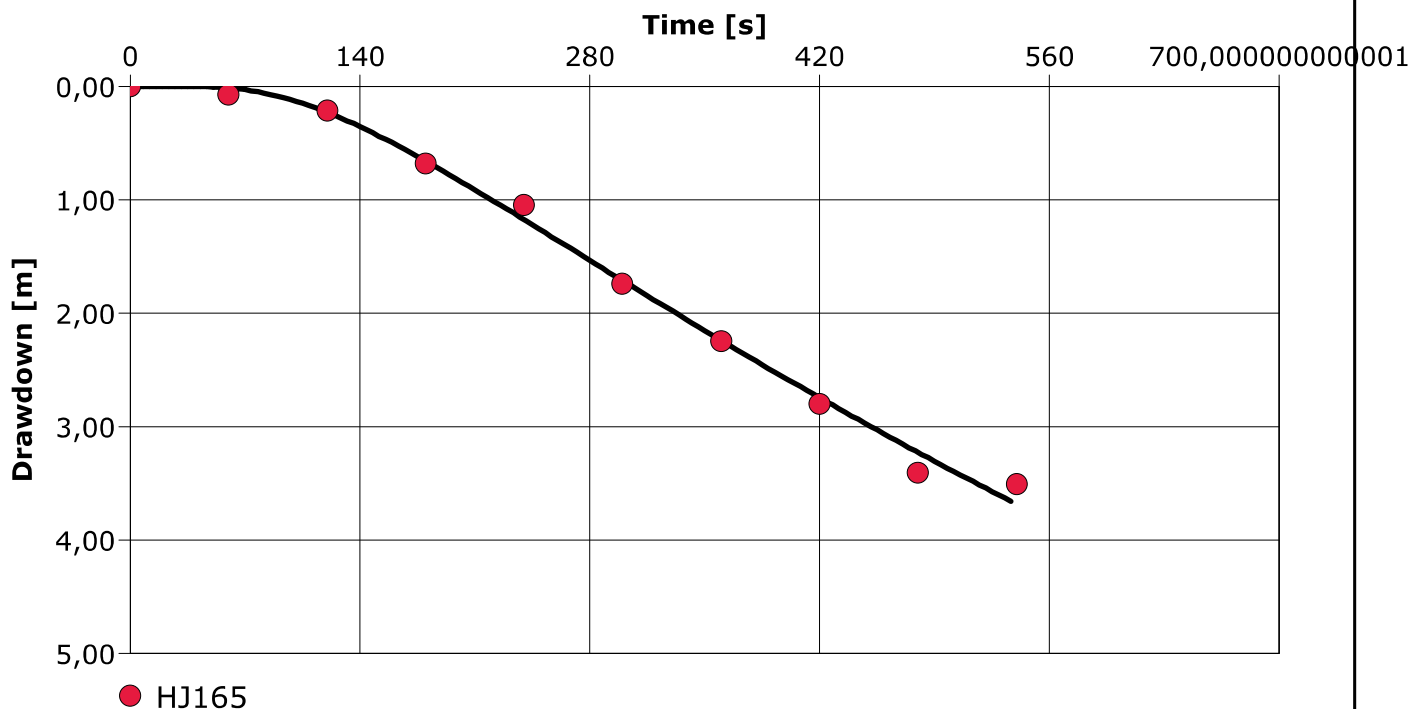
Analysis Performed by:

I. čerpání - Theis

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 3,24 m

Discharge: variable, average rate 0,049306 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ165	$2,42 \times 10^{-6}$	$7,46 \times 10^{-7}$		0,06	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ165

Pumping Well: HJ165

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

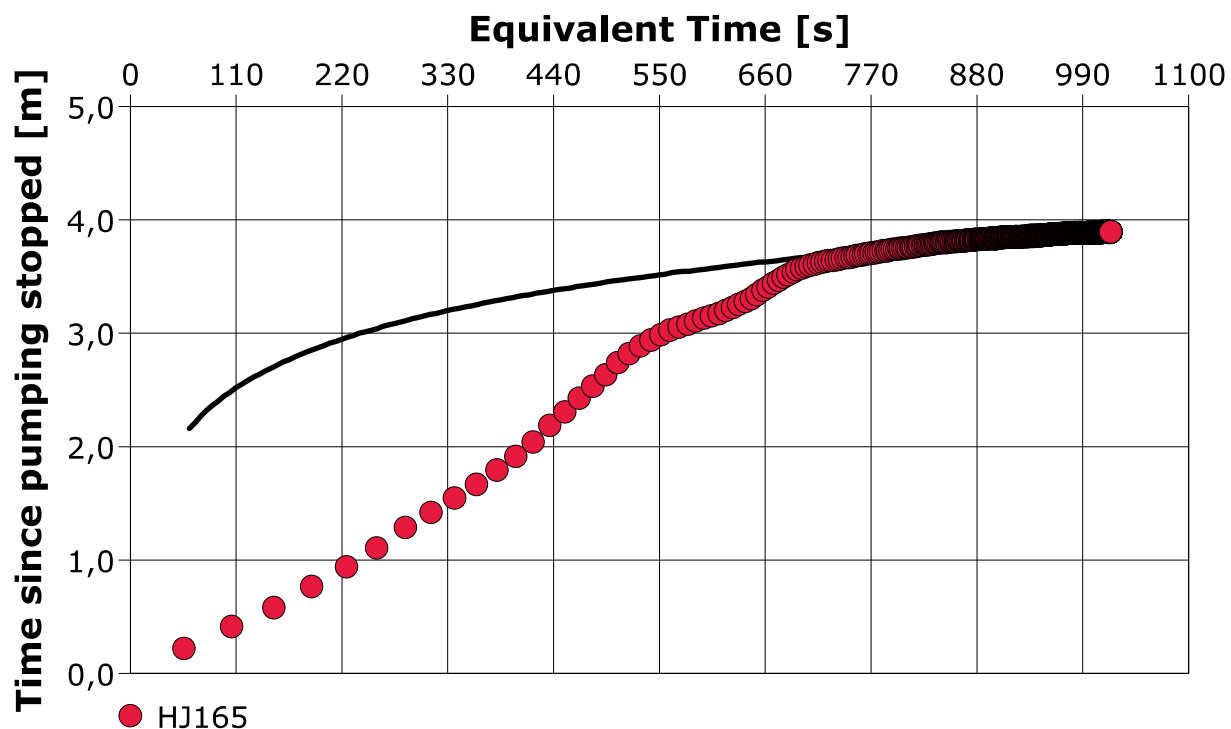
Analysis Performed by:

Theis

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 3,24 m

Discharge: variable, average rate 0,049306 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ165	$1,60 \times 10^{-5}$	$4,93 \times 10^{-6}$		0,06	

Pumping Test Analysis Report

Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany

Number: 2021_05

Client: SUDOP Praha, a.s.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ165

Pumping Well: HJ165

Test Conducted by:

Test Date: 17.04.2021

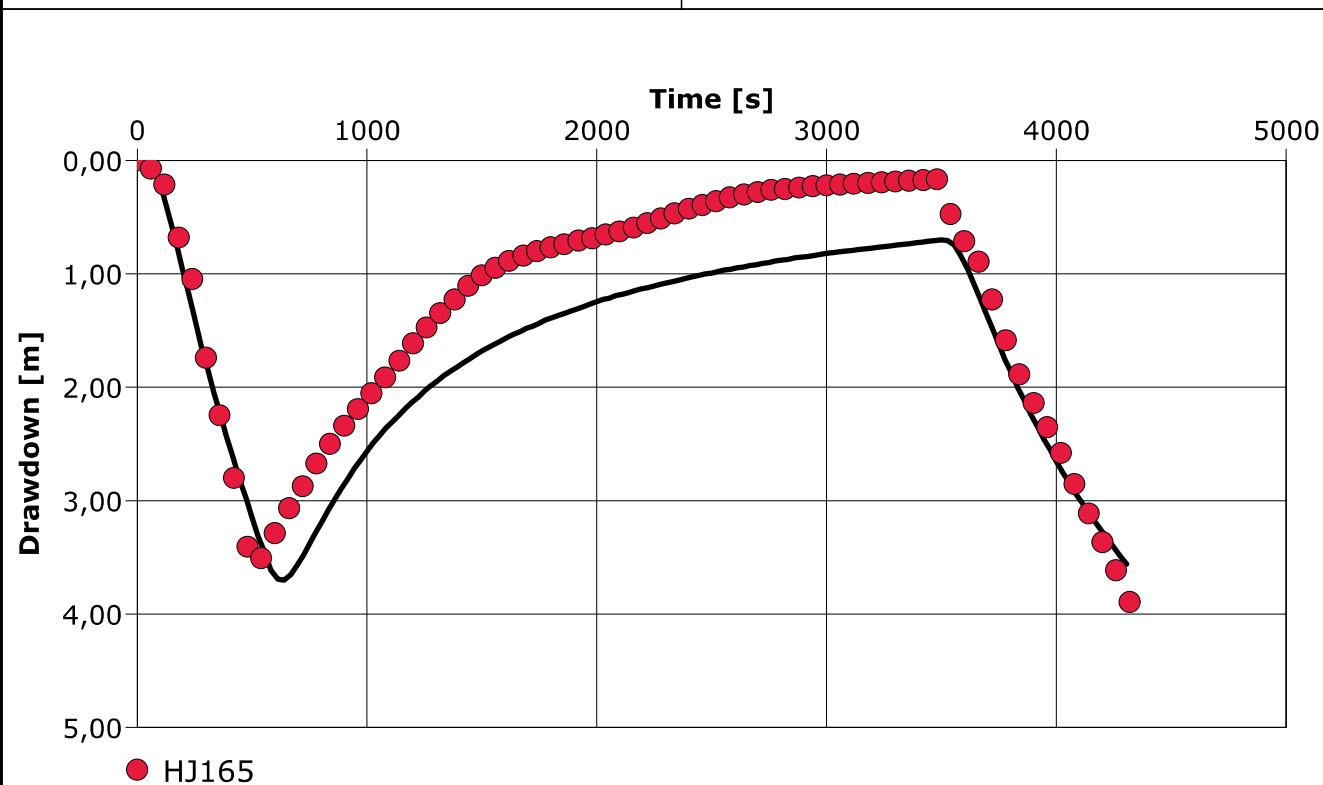
Analysis Performed by:

I. a II. čerpání Theis

Analysis Date: 24.06.2021

Aquifer Thickness: 3,24 m

Discharge: variable, average rate 0,049306 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ165	$3,57 \times 10^{-6}$	$1,10 \times 10^{-6}$		0,06	

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail I.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

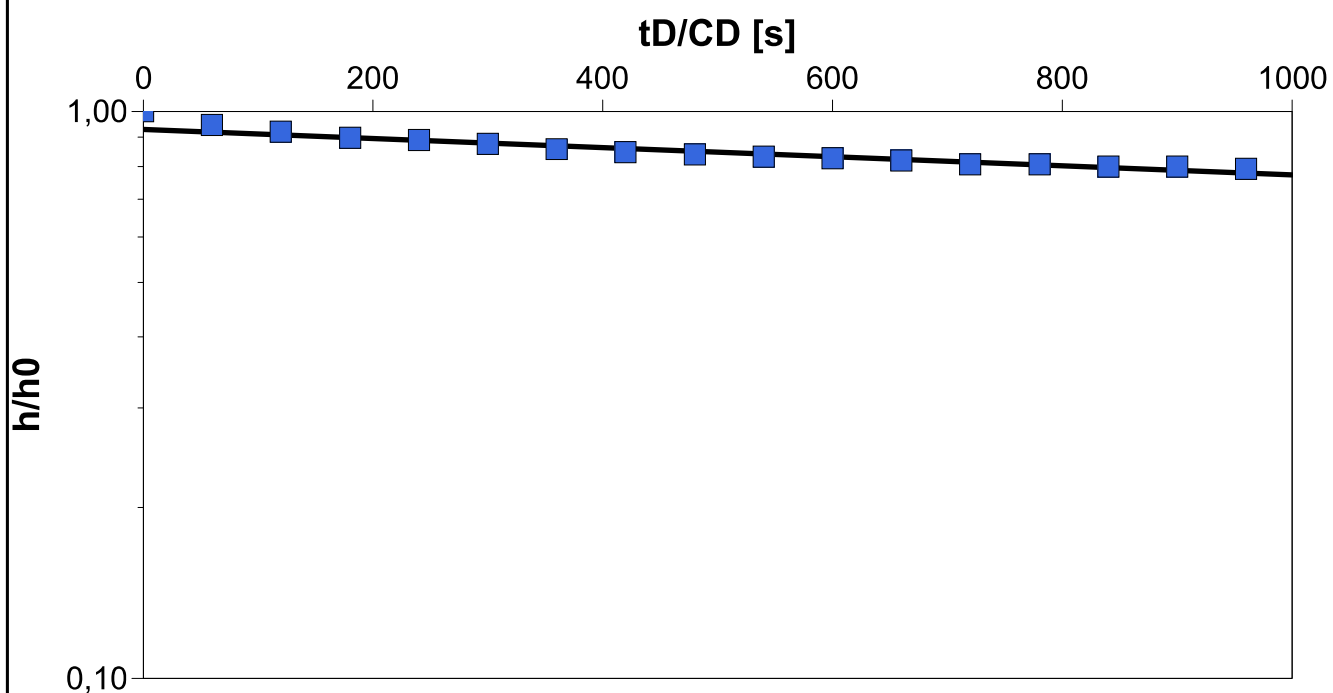
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$1,00 \times 10^{-6}$

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail I.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

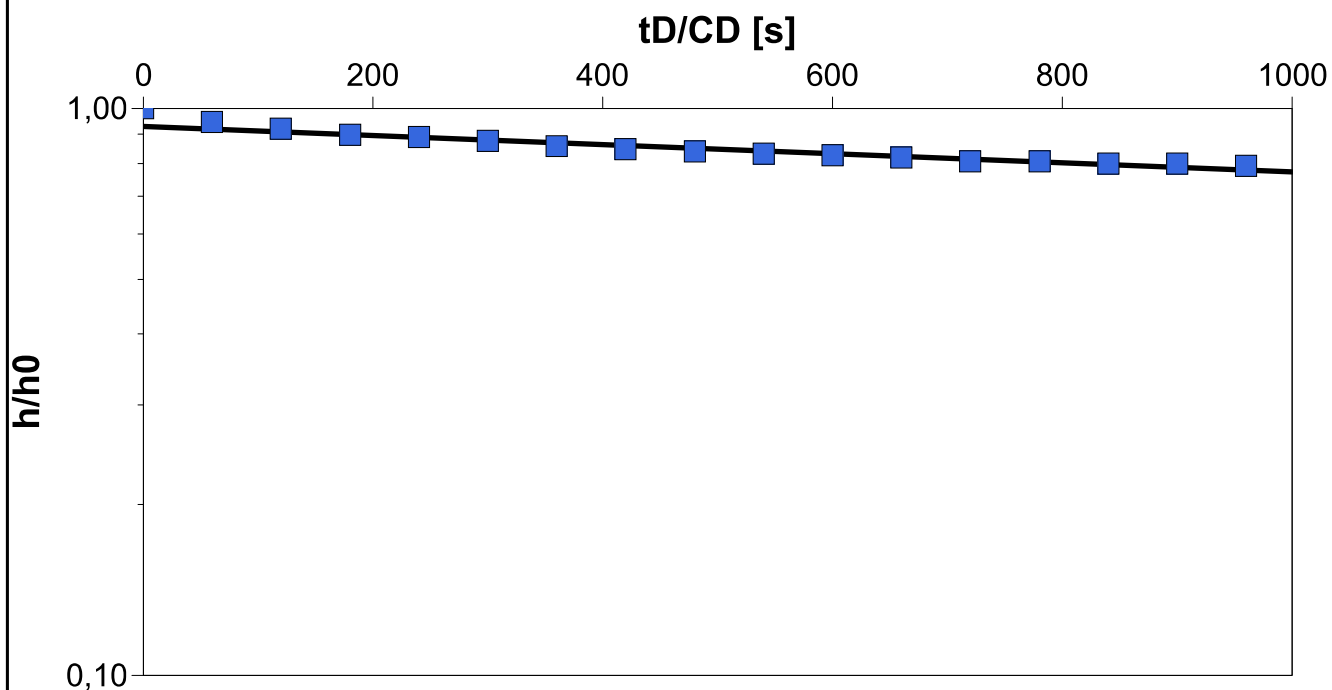
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$7,48 \times 10^{-7}$

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail II.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

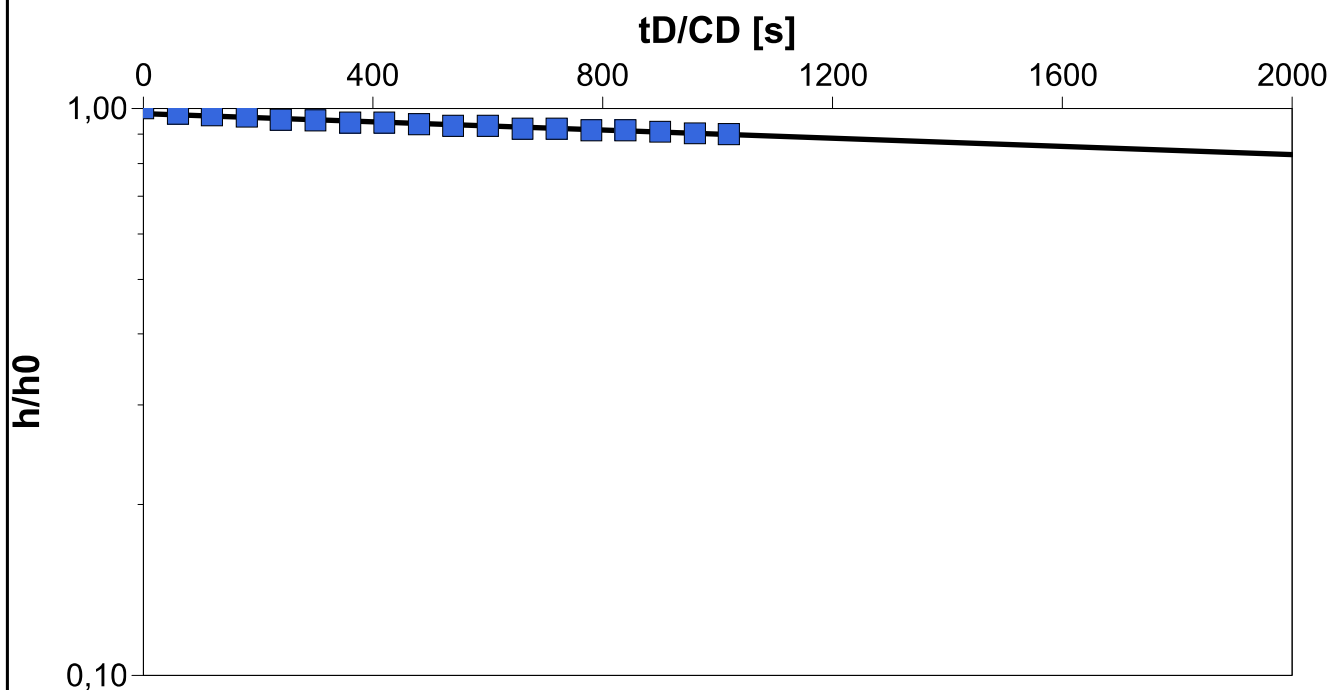
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$4,49 \times 10^{-7}$

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail II.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

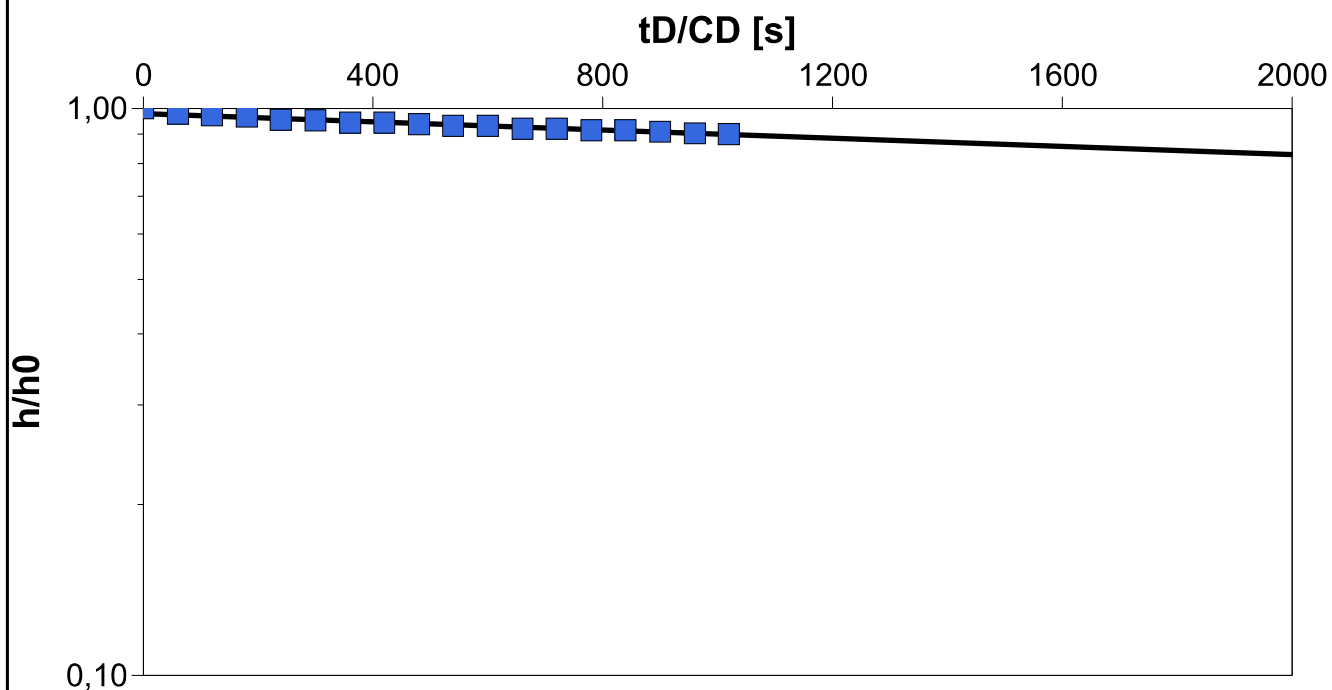
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Bouwer & Rice

Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$3,34 \times 10^{-7}$

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail III.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

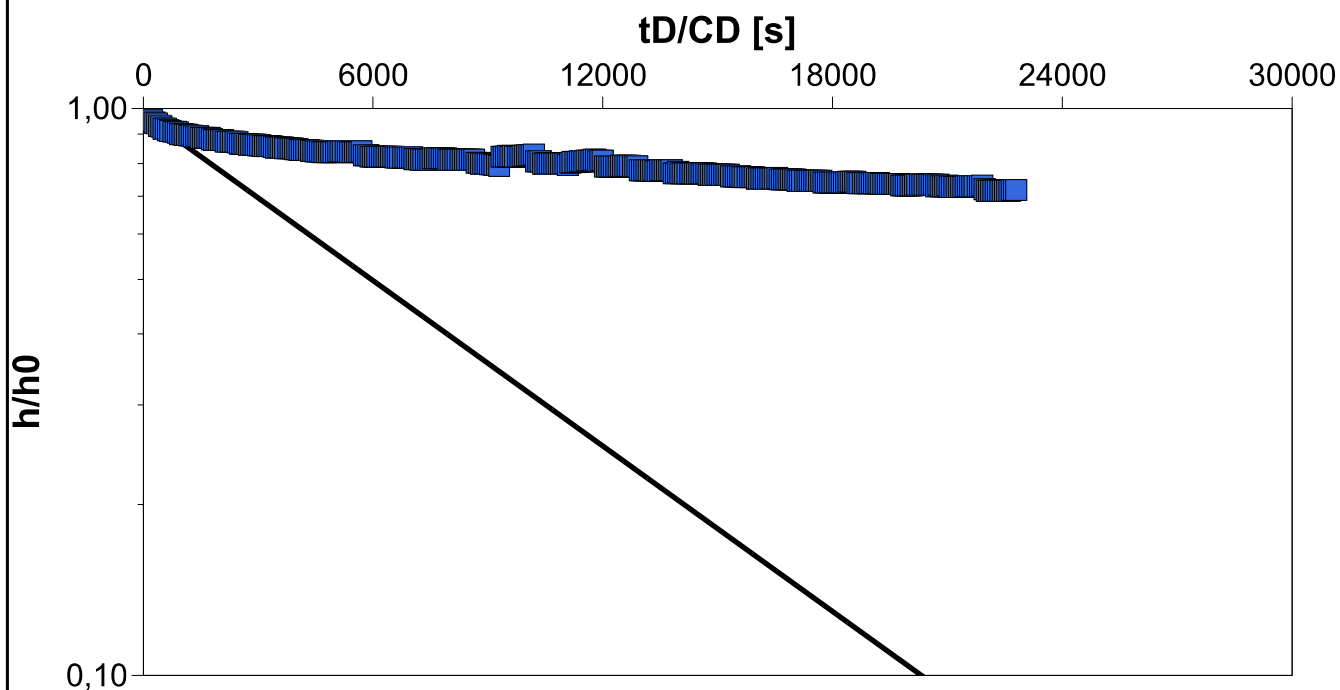
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Hvorslev

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$6,10 \times 10^{-7}$

Location: Středočeský kraj

Slug Test: HJ179 bail III.

Test Well: HJ179

Test Conducted by:

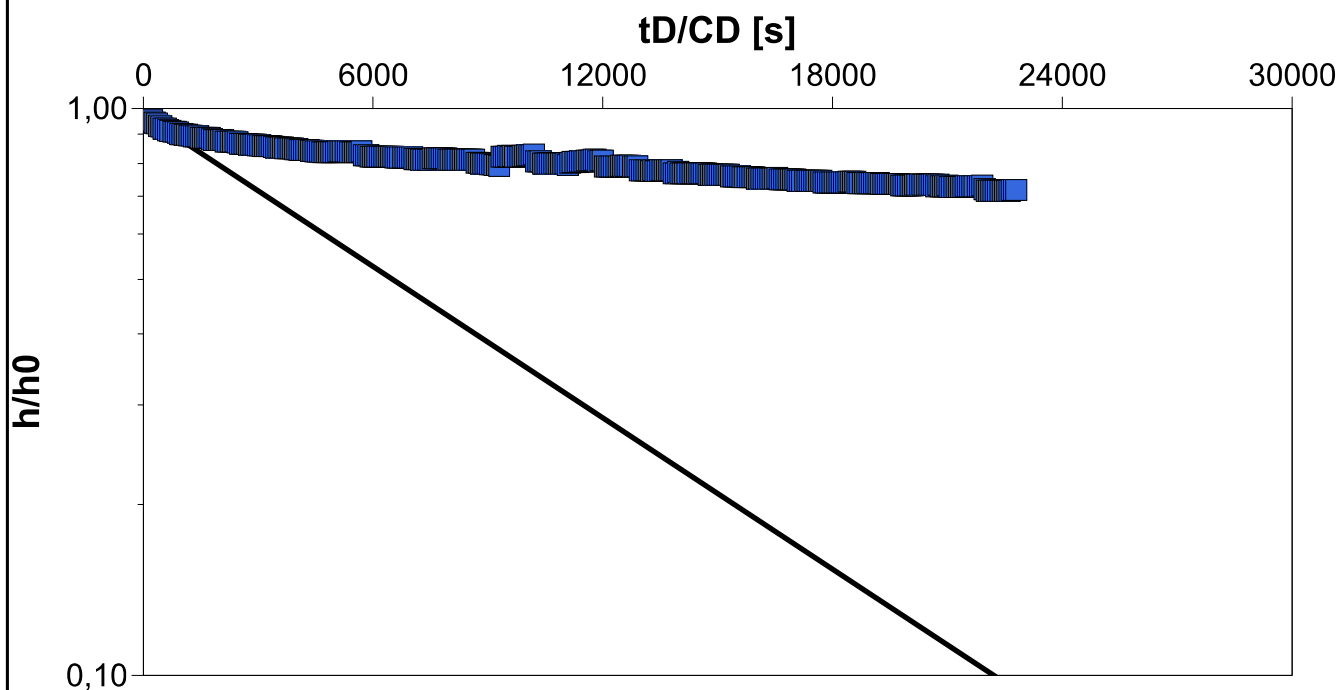
Test Date: 04.09.2021

Analysis Performed by:

Bouwer + Rice

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 0,90 m



Calculation using Bouwer & Rice

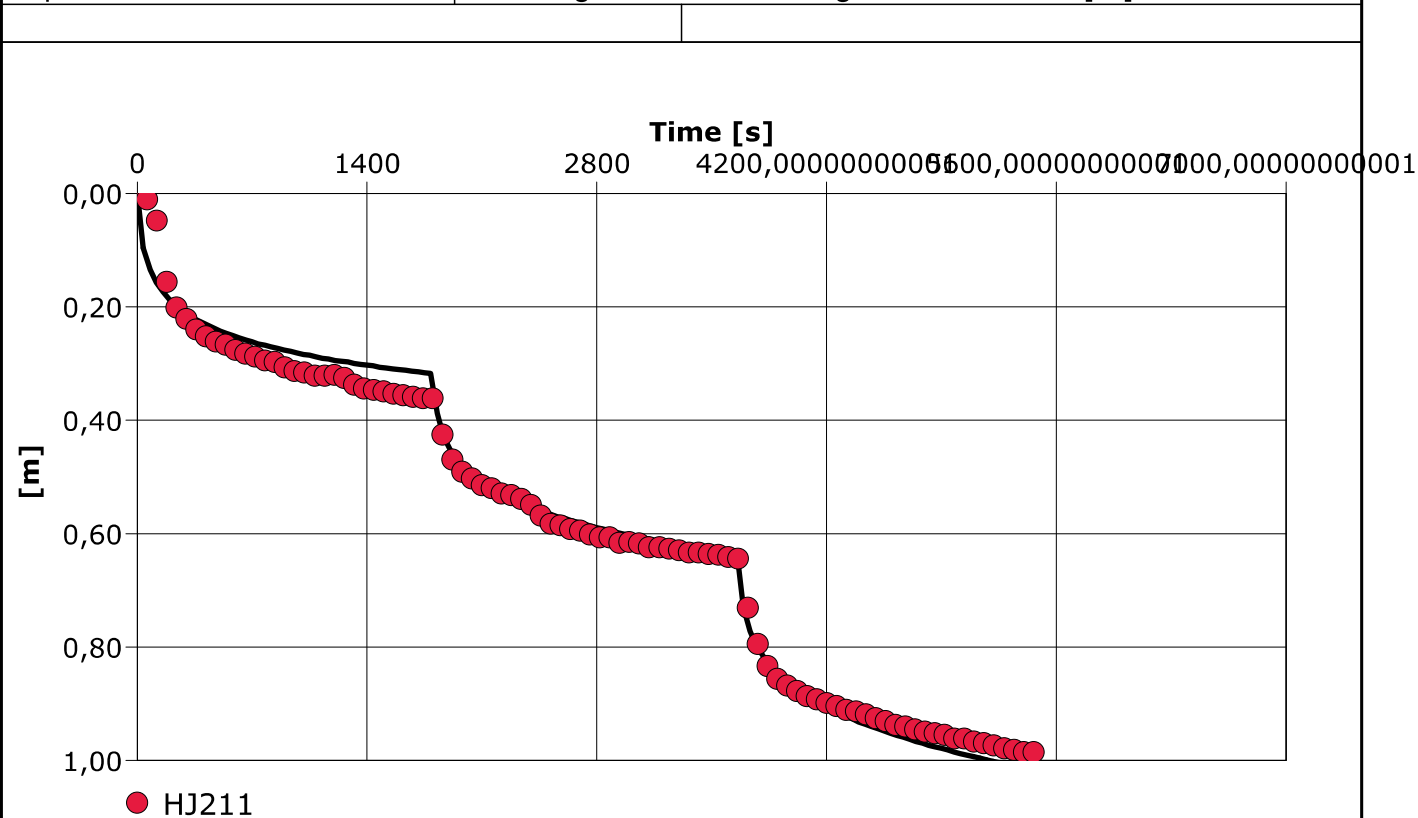
Observation Well

Hydraulic
Conductivity
[m/s]

HJ179

$4,16 \times 10^{-7}$

Location: Středočeský kraj	Pumping Test: HJ211	Pumping Well: HJ211
Test Conducted by:		Test Date: 04.09.2021
Analysis Performed by:	Theis + Jacob	Analysis Date: 17.09.2021
Aquifer Thickness: 15,85 m	Discharge: variable, average rate 0,048989 [l/s]	



Calculation using Theis with Jacob Correction

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ211	$3,52 \times 10^{-5}$	$2,22 \times 10^{-6}$		0,06	

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ211

Pumping Well: HJ211

Test Conducted by:

Test Date: 04.09.2021

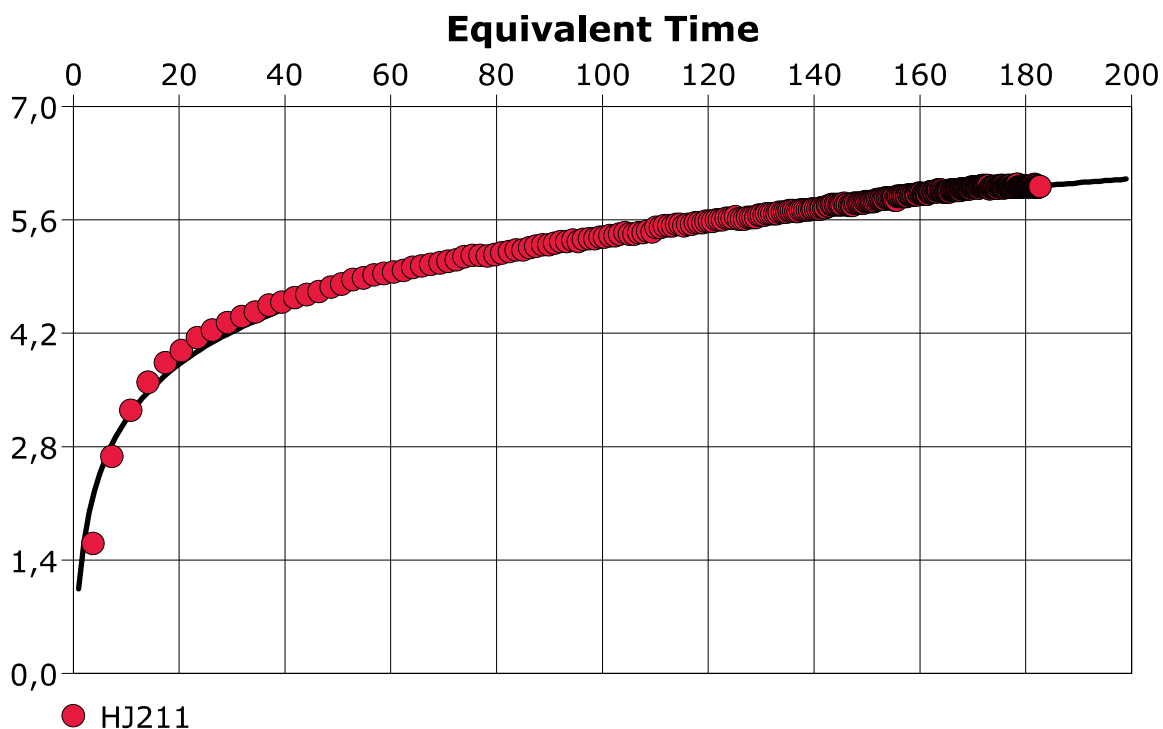
Analysis Performed by:

Theis + Jacob Agarwal

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 15,85 m

Discharge: variable, average rate 0,048989 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis with Jacob Correction

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ211	$2,59 \times 10^{-5}$	$1,63 \times 10^{-6}$		0,06	

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ220

Pumping Well: HJ220

Test Conducted by:

Test Date: 04.09.2021

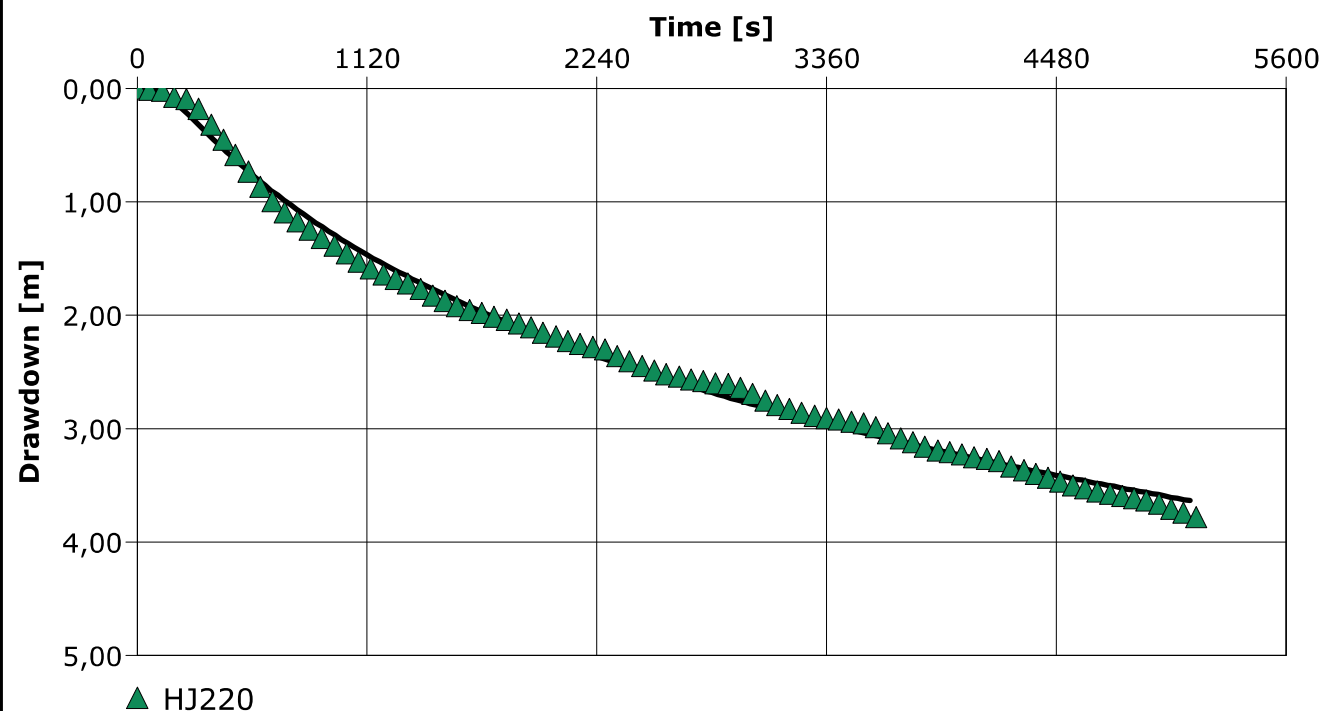
Analysis Performed by:

Theis + Jacob

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 17,13 m

Discharge: variable, average rate 0,026 [l/s]



Calculation using Theis with Jacob Correction

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ220	$1,50 \times 10^{-6}$	$8,73 \times 10^{-8}$		0,06	

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ220

Pumping Well: HJ220

Test Conducted by:

Test Date: 04.09.2021

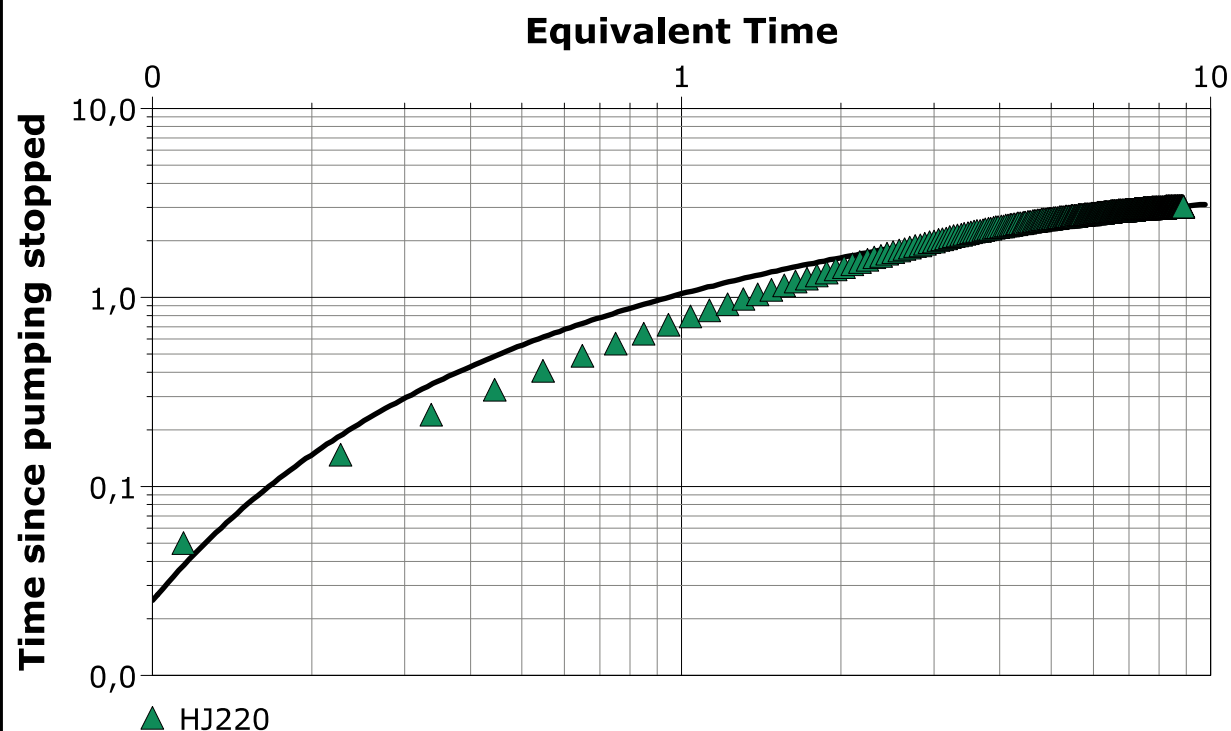
Analysis Performed by:

Theis + Jacob Agarwal

Analysis Date: 17.09.2021

Aquifer Thickness: 17,13 m

Discharge: variable, average rate 0,026 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis with Jacob Correction

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ220	$1,93 \times 10^{-6}$	$1,13 \times 10^{-7}$		0,06	

RS 1 VRT PRAHA BĚCHOVICE - POŘÍČANY

Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ378



Název úkolu: **Hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ378**
„RS 1 VRT PRAHA-BĚCHOVICE - POŘÍČANY“

Objednatel/odběratel: **SUDOP PRAHA a.s.**
Olšanská 2643/1a; 130 80 Praha 3
IČO: 25793349; DIČ: CZ25793349

Zhotovitel/dodavatel: **AQH s.r.o.**
Socháňova 1133/3, 163 00 Praha 6
IČO: 27135161; DIČ: CZ27135161

Autoři zprávy: RNDr. Ondřej Jäger

Č. zak. zhotovitele: 2021-05

Odpověd. řešitel: **RNDr. Ondřej Jäger**

Odbor. způsobilost zhot.: RNDr. Ondřej Jäger odborná způsobilost hydrogeologie a
sanační geologie MŽP ČR poř. č. 1484/2001

AQH s.r.o.
Socháňova 1133/3, 163 00 Praha 6
IČ: 27135161, DIČ: CZ27135161
e-mail: aqh@aqh.cz, www.aqh.cz



Obsah

Obsah	1
Úvod	2
Geometrie a konstrukce hydrogeologických vrtů.....	3
Metodika hydrodynamických zkoušek	3
Odběrové hydrodynamické zkoušky	3
Vyhodnocení hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ378	5
Literatura	7

Příloha 1 Graficko-analytické vyhodnocení hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ378

Datum: leden 2022

počet výtisků zprávy: 3

rozdělovník: 1–2 zadavatel
 3 archiv AQH s.r.o.

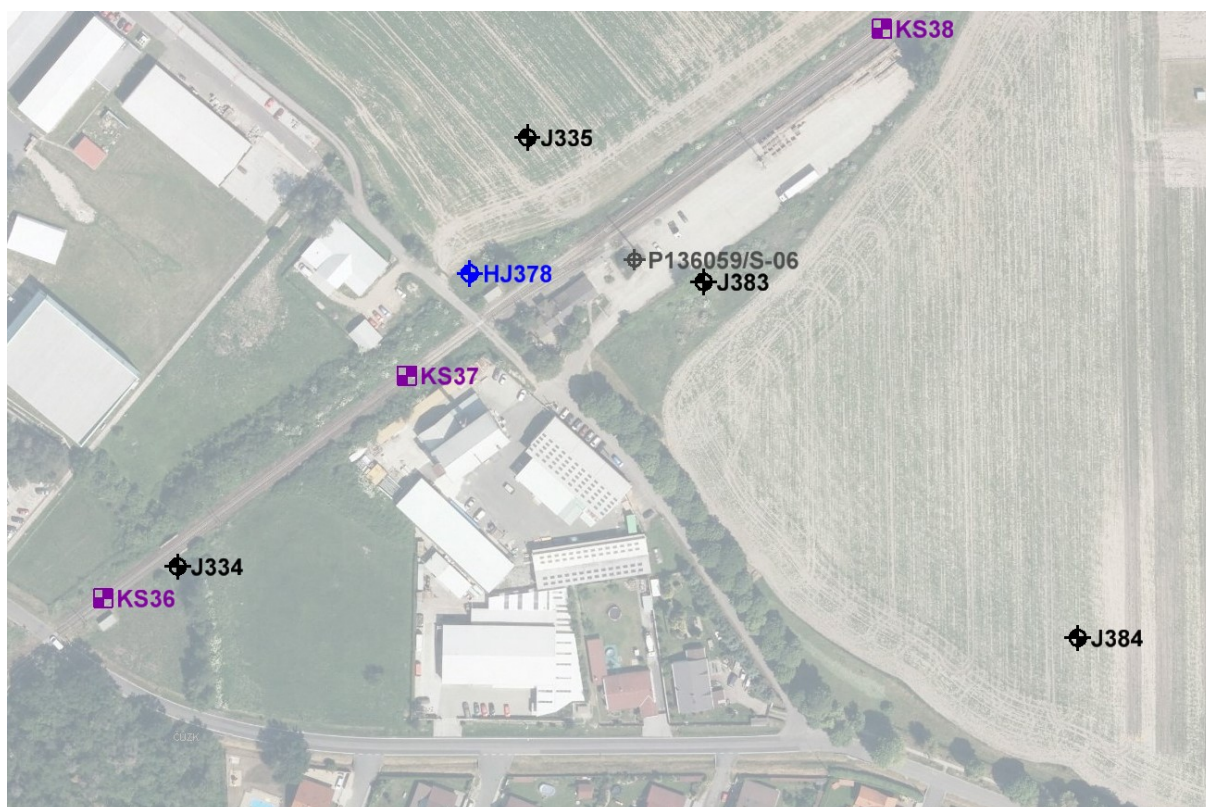
Úvod

V rámci hydrogeologických prací prováděných pro přípravu stavby „RS 1 VRT Praha-Běchovice – Poříčany“ byla dle požadavku objednatele dodatečně provedena hydrodynamická zkouška ve vrtu HJ378 u železniční zastávky Hořátev, ve stejnojmenné obci. Lokalizace vrtu je v ortofotomapě na obrázku č. 1.

Vrt HJ378 je umístěn v blízkosti budoucího podjezdu železniční trati a může sloužit i v průběhu zemních prací jako jeden z objektů monitoringu. Účelem hydrodynamické zkoušky je získat informace o odporových charakteristikách zvodnělého horninového prostředí v místě budoucího podjezdu. Ty jsou nutné pro modelování pohybu vody v horninovém prostředí stejně tak jako pro hydraulické výpočty velikosti přítoků podzemní vody vzniklé stavební jámy i pro určení dosahu ovlivnění úrovně hladiny vody umělým zásahem do ustáleného režimu podzemní vody.

Hydrodynamická zkouška byla provedena dne 17.12. 2021 jako odběrová.

Hydrodynamická zkouška byla součástí hydrogeologických prací pro dokumentaci pro územní řízení pro akci „RS1 VRT Praha-Běchovice - Poříčany“, které byly objednány společností SUDOP PRAHA, a.s. smlouvou o dílo č. 20-327.250.207/K11 ze dne 3. 2. 2021 u společnosti AQH s.r.o. (číslo smlouvy zhotovitele 2021_05).



Obrázek 1 – Umístění testovaného hydrogeologického vrtu HJ378 u železniční zastávky Hořátev

Geometrie a konstrukce hydrogeologických vrtů

Zkouška byla provedena v trvale vystrojeném hydrogeologickém vrtu. Vrt s trvalou výstrojí může i v budoucnu sloužit ke sledování skutečných změn režimu podzemní vody způsobených stavbou při modernizaci železnice. Nový vrt HJ378 vyhloubila vrtná osádka vrtmistra Martina Žáčka vrtnou soupravou UGB1VS. V tabulce č. 1 je uvedena geometrie vrtu včetně jeho vystrojení.

vrt	hloubka (m)	prům. vrtání (mm)	výstroj (mm)	perforace (m)	obsyp (4/8 mm)	zhlaví (m)
HJ378	7	195 mm – 0-4 m 137 mm – 4-7 m	PVC 125/4	3,0 – 6,5	1-7	+ 0,51

Tabulka 1 - Geometrie hydrogeologických vrtů a vystrojení (dle informací od vrtné firmy)

Geologická dokumentace vrtů byla provedena pracovníky společnosti SUDOP PRAHA a.s.

Metodika hydrodynamických zkoušek

Odběrové hydrodynamické zkoušky

Jedná se o testy, při kterých je ze zkoušeného objektu odebíráno po určitý čas určité množství vody. Většinou se jedná o konstantní odběr, který může být v případě potřeby i několikrát skokově navýšen. Důvodem navýšení může být potřeba dosažení většího snížení ve vrtu anebo provedení některých speciálních zkoušek vedoucích ke stanovení efektivity vrtu. Každé snižování čerpaného množství v průběhu zkoušky přináší problémy s jejím vyhodnocením a vyvolává potřebu delšího času zkoušky. Odběrové hydrodynamické zkoušky s konstantní hladinou v testovaném objektu, při kterých může docházet k pozvolnému snižování čerpaného množství vody z objektu, nebyly v rámci průzkumu prováděny.

Hydrodynamické zkoušky jsou prováděny v režimu neustáleného proudění. Základem vyhodnocení odběrových zkoušek je klasická graficko-analytická metoda standardní křivky využívající Theisovy studňové funkce dle následujících vztahů (Theis, 1935):

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W_{(u)}$$

$$W_{(u)} = -0.5772 - \ln_{(u)} + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \dots$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$k = \frac{T}{H}$$

kde:

s	- snížení hladiny ve vrtu	[m]
Q	- konstantní čerpané množství	[m ³ s ⁻¹]
T	- transmisivita	[m ² s ⁻¹]
S	- storativita	[-]
t	- čas od počátku čerpání	[s]
r	- poloměr ekvivalentního hydraulicky dokonalého vrtu nebo vzdálenost od čerpaného vrtu	[m]
W _(u)	- Theisova studňová funkce	[-]
u	- argument studňové funkce	[-]
k	- koeficient hydraulické vodivosti (filtrace)	[ms ⁻¹]
H	- mocnost zvodně	[m]

Později byl Theisův postup zjednodušen Cooperem a Jacobem (Cooper, a další, 1946), kdy byla Theisova křivka nahrazena přímkou. Cooper-Jacobovova metoda spočívá v použití studňové funkce pouze ve tvaru

$$W_{(u)} = -0.5772 - \ln_{(u)}$$

což je platné pro větší časové úseky – dosažení semiustáleného stavu ve vrtu. Výsledné rovnice pak jsou:

$$T = \frac{2,3Q}{2\pi\Delta s} \quad \text{a} \quad S = \frac{2,25Tt_0}{r^2}$$

Δs	- změna snížení hladiny ve vrtu	[m]
t_0	- čas při protnutí získané křivky osu s=0	[s]

Pro použití Theisovy metody i v případě shora neohraničeného kolektoru (volná hladina podzemní vody) vypracoval Jacob opravu snížení ve Theisově výpočtu:

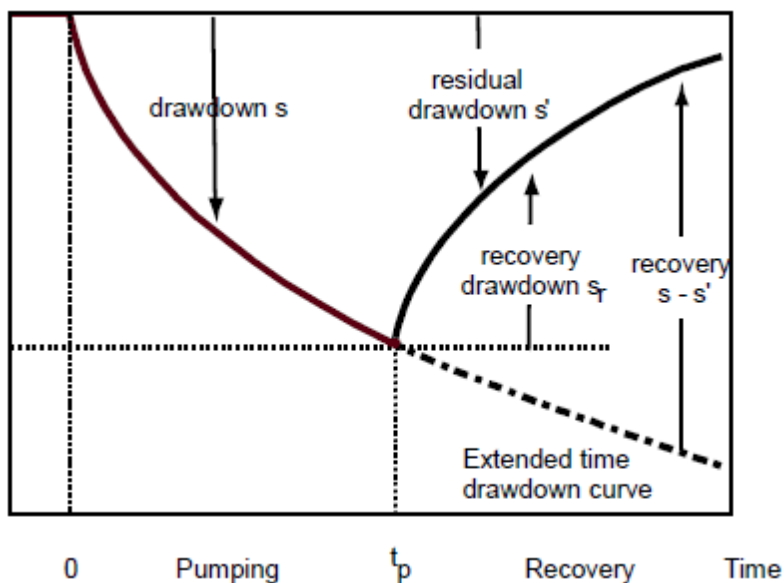
$$s_{opr} = s - \left(\frac{s^2}{2D} \right)$$

s_{opr}	- opravené snížení	[m]
s	- měřené snížení	[m]
D	- mocnost zvodnělé vrstvy (před čerpáním)	[m]

Theisovy postupy byly dále upraveny pro jednotlivé typy kolektorů a zvodnění. Pro nedokonale těsný strop ohraničeného kolektoru např. (Hanthush, a další, 1955).

Závěrečné, stoupací části zkoušek (recovery) jsme vyhodnotili většinou stejnou metodou, jakou byla vyhodnocena a první část testu s úpravou dle Agarwala, která spočívá v určení velikosti vzestupu

hladiny (recovery) na základě modelové předpovědi pokračování odběrové zkoušky, a ne od úrovně nejnižšího zaklesnutí hladiny (Agarwal, 1980) graf č. 1.



Graf 1 - Řešení stoupací části zkoušky s použitím postupu dle Agarwala

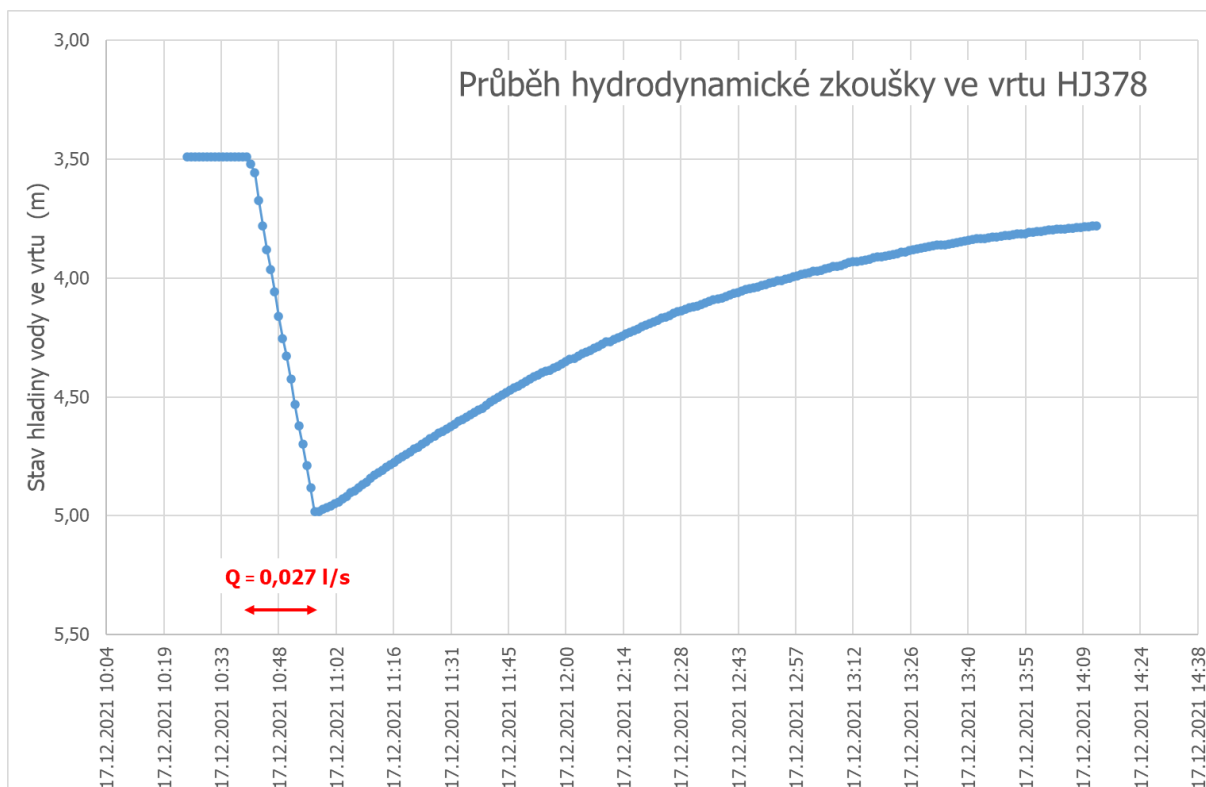
Graficko-analytická část vyhodnocení testů je v příloze č. 1.

Vyhodnocení hydrodynamické zkoušky ve vrtu HJ378


V době zkoušky byl vrt průchozí do hloubky 5,63 m pod terén. Ve vrtu byla ustálena hladina podzemní vody 2,98 m pod terénem. Horní hrana chráničky (TOC), která byla při zkoušce odměrným bodem, převyšuje terén o 0,51 m. Průběh zkoušky je měřen od tohoto odměrného bodu. Během hloubení vrtu byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 4 m pod bází přípovrchové navážky v poloze navětralého jílovitého prachovce. Testovaným kolektorem je prachovec jílovitý, navětralý, úlomkovitě rozpadavý. Zvodnění má mírně napjatou hladinu podzemní vody pod jílovitě rozvětralým nadložím. Propustnost lze považovat za průlinovou. Do výpočtu hydraulické vodivosti byla použita mocnost kolektoru 1,63 m.

Během testu byla z vrtu HJ378 odebírána voda o konstantní vydatnosti $0,027 \text{ l s}^{-1}$.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledné hodnoty transmisivity (**T**) a hydraulické vodivosti (**K**) a na grafu č. 2 je znázorněn průběh hydrodynamické zkoušky. Během testu nebyly zaznamenány významné srážky.



Graf 2 - Průběh odběrové zkoušky ve vrtu HJ378

<div><div>AQH</div><div>S.r.o.</div><div></div></div> <div><div>IČ: 27135161</div><div>DIČ: CZ 27135161</div><div>aqh@aqh.cz</div><div>www.aqh.cz</div></div>		Pumping Test Analysis Report				
		Project: VRT Praha-Běchovice - Poříčany				
		Number: 2021_05				
		Client: SUDOP Praha, a.s.				
Location: Středočeský kraj		Pumping Test: HJ378			Pumping Well: HJ378	
Test Conducted by:			Test Date: 17.12.2021			
Aquifer Thickness: 1,63 m		Discharge: variable, average rate 0,027 [l/s]				
Analysis Name	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S	
Theis	Theis	HJ378	$7,51 \times 10^{-7}$	$4,61 \times 10^{-7}$		
Theis recovery	AGARWAL + Theis	HJ378	$4,94 \times 10^{-8}$	$3,03 \times 10^{-8}$		
Average			$4,00 \times 10^{-7}$	$2,46 \times 10^{-7}$		

Tabulka 2 - Výsledné hodnoty odběrové zkoušky ve vrtu HJ378 T-transmisivita, K-hydraulická vodivost

Vyhodnocení poklesové i stoupající části zaznamenané křivky dává výsledky rozdílné o více než jeden řád. Vzhledem k malé mocnosti vodního sloupce spojené s minimálními přítoky byla čerpaná část zkoušky poměrně krátká. Proto za reprezentativní považujeme pouze výsledek vycházející pouze ze stoupající části testu. Výsledné hodnoty hydrodynamické zkoušky jsou: transmisivita $T = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ a hydraulická vodivost $K = 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-1}$. Prostředí v okolí testovaného vrtu lze zařadit do VII. třídy propustnosti (prostředí velmi slabě propustné) (Jetel, 1982).

Literatura

- Agarwal, R G. 1980.** A new method to account for producing time effects when drawdown type curves are used to analyze pressure buildup and other test data . *Proceedings of the 55th Annual Fall Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers*. . 1980. Paper SPE 9289.
- Boulton , N S. 1963.** Analysis of data from non-equilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage . *Proc. Inst. Civil. Eng.* 1963. Sv. 26, pp. 469-482.
- Bouwer, H. a Rice, R. C. 1976.** A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. *Water Resources Research*. 1976. Sv. 12, 3, pp 423-428.
- Cooper, H H a Jacob, C E. 1946.** A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. *Am. Geophys. Union Trans.* 1946. Sv. 27, pp. 526-534.
- Cooper, H H, Bredehoeft, J D a Papadopoulos, L S. 1967.** Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water . *Water Resources Research*. 1967. Sv. 3, pp 263-269.
- ČSN 73 6614. 1984.** Zkoušky zdrojů podzemní vody. *Československá státní norma*. Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1984.
- Hanthush, M S a Jacob, C E. 1955.** Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer. *Am. Geophys. Union Trans.* 1955. Sv. 36, pp. 95-100.
- Hvorslev, M J. 1951.** Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations. *Waterways Experiment Station* . Vicksburg, Mississippi : Corps of Engineers, U.S. Army, 1951. 26.
- Jetel, Ján. 1982.** *Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrttech*. Praha : Knihovna ÚÚG sv. 58, vydavatelství ČSAV, 1982.
- Moench, A F. 1995.** Combining the Neuman and Boulton Models for Flow to a Well in an Unconfined Aquifers. *Ground Water*. 1995. Sv. 33, 3, pp. 378-384.
- . 1984.** Double-Porosity Models for a Fissured Groundwater Reservoir With Fracture Skin. *Water Resources Research* . 1984. Sv. 20, 7, pp. 831-845.
- Neuman, S P. 1975.** Analysis of pumping test data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed yield. *Water Resources Research*. 1975. Sv. 11, 2, pp. 329-342.
- Sanders, Laura L. 1998.** *Manual of Field Hydrogeology*. London : Prentise-hall international, 1998.
- Theis, C V. 1935.** The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage . *Am. Geophys. Union Trans.* 1935. Sv. 16, pp. 519-524.
- Waren , J E a Root, P J. 1963.** The behaviour of naturally fractured reservoirs. *Soc. of Petrol. Engrs. J.* 1963. Sv. 3, pp. 245-214.

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ378

Pumping Well: HJ378

Test Conducted by:

Test Date: 17.12.2021

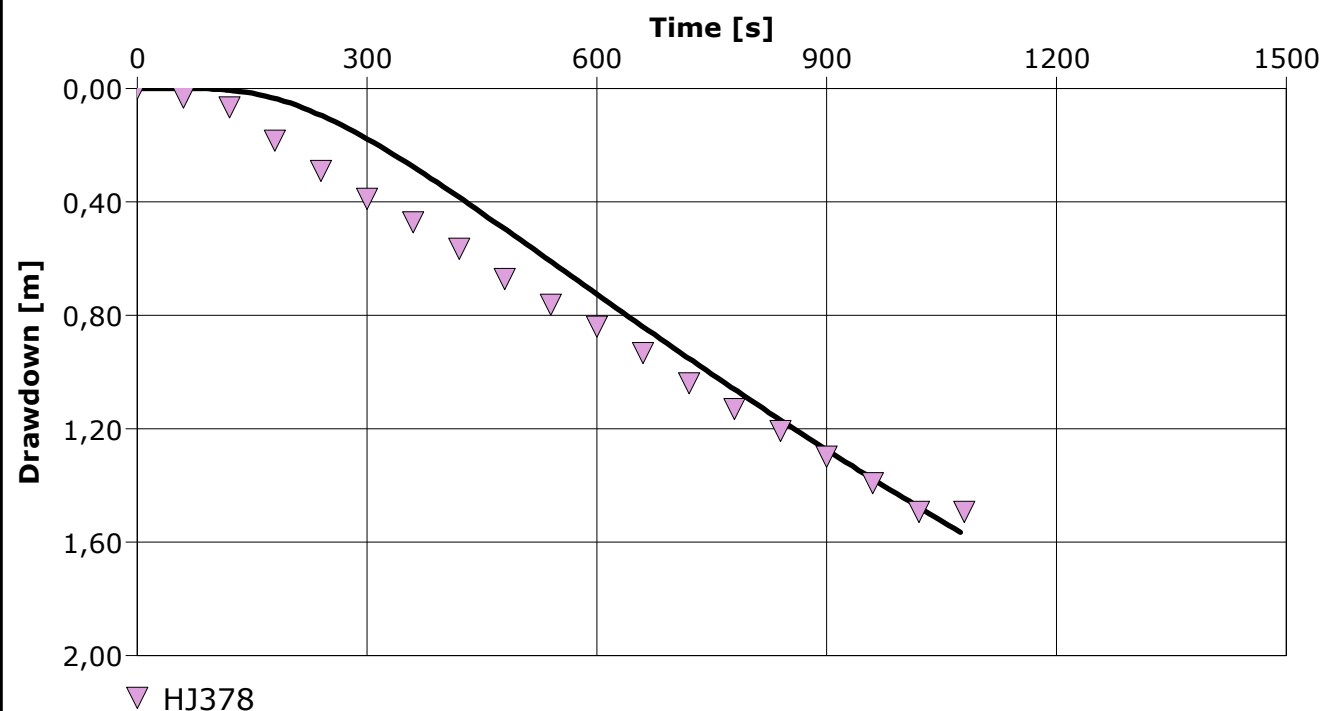
Analysis Performed by:

Theis

Analysis Date: 17.12.2021

Aquifer Thickness: 1,63 m

Discharge: variable, average rate 0,027 [l/s]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ378	$7,51 \times 10^{-7}$	$4,61 \times 10^{-7}$		0,06	

Location: Středočeský kraj

Pumping Test: HJ378

Pumping Well: HJ378

Test Conducted by:

Test Date: 17.12.2021

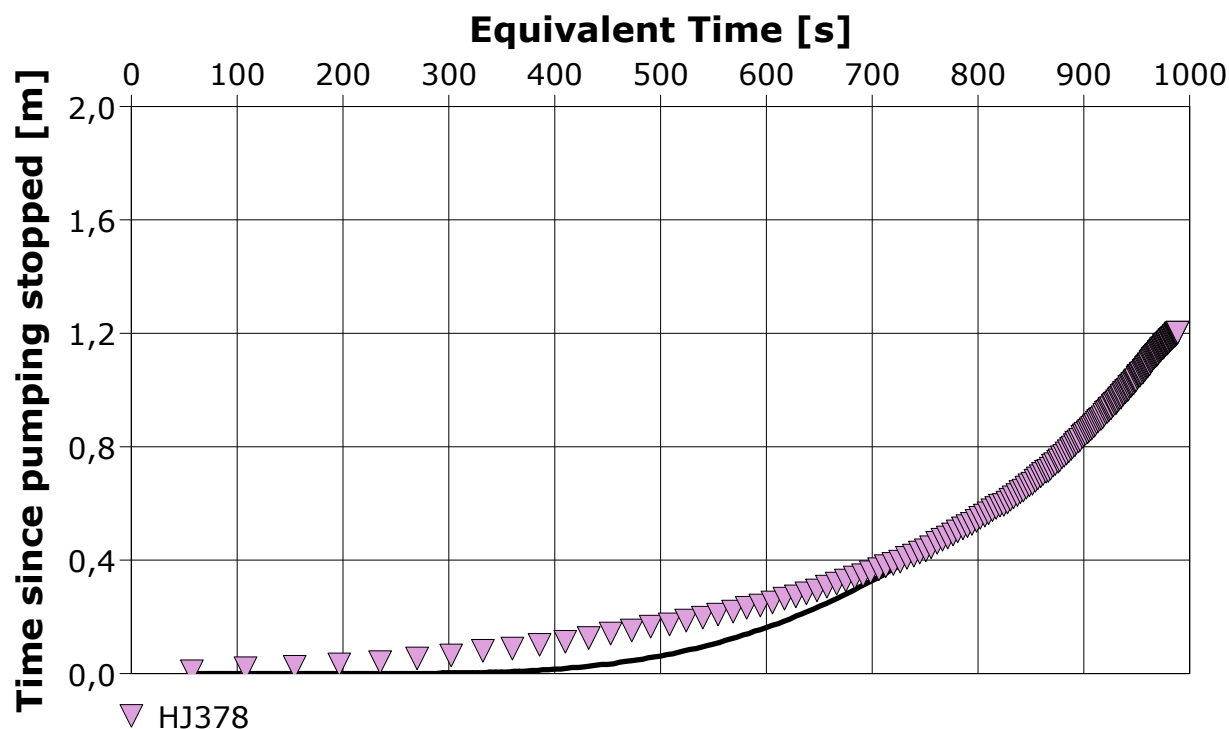
Analysis Performed by:

Theis recovery

Analysis Date: 17.12.2021

Aquifer Thickness: 1,63 m

Discharge: variable, average rate 0,027 [l/s]



Calculation using AGARWAL + Theis

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]	
HJ378	$4,94 \times 10^{-8}$	$3,03 \times 10^{-8}$		0,06	