DESIGN OF THE REGENERATIVE ULTRASOUND ASSEMBLY

The support machine platform was commissioned during the 2018 solution year with equipment for standard mechanical-chemical regeneration of water wells and equipment to connect and control the ultrasonic regeneration probe:

- Crane with a minimum lifting capacity of 2500kg, minimum 2-axis movement capability and a minimum lift height of 6m

- AC power generator with min. effective power of 15kW and 25A

- Machine winch for power cable of ultrasonic emitters

- Steel pipe assembly with a total length of 200m

- Possibility to connect a towed compressor

The equipment is sized for the regeneration of water supply extraction wells with a depth range of up to 200m and an object reinforcement diameter of 160-350mm. The basic means of transport is a modified DAF recovery truck with a HIAB crane body (rented from CEST, s.r.o.). Processwise, this group includes work on the machine and transport platform, individual active components of the equipment, control and safety elements. Operational and safety measures of a technical and organisational nature are also an integral part of this part of the development.

Obsah obrázku země, stůl

Popis byl vytvořen automaticky

FIGURE 1: SUBMERSIBLE PUMP WITH DEVELOPED STORAGE BASKET

Obsah obrázku strom, exteriér, tráva, nákladní auto

Popis byl vytvořen automaticky

FIGURE 2: DEPLOYMENT OF REGENERATION SET ULTRA 04/2019 - SITE ŘEPÍNSKÝ DŮL

REGENERATION OF EXTRACTION WELLS

METHODOLOGY OF WORK

* The reclamation works were carried out in cooperation with the relevant operator of the extraction wells, after prior removal of the pumping equipment and after the facility had been made accessible for mechanisation. Before and after the regeneration, the technical condition and quality parameters of the borehole were diagnosed:
* Camera inspection: it was carried out with a 3D GEO 200 submersible camera for the purpose of basic diagnostics of the borehole equipment passability for other technicians and comparison of the visual effect of the recovery works
* Hydrodynamic tests: they were carried out as short-term tests (t=2h-3days) with a detailed record of the drop in the groundwater level. The hydraulic parameters of the intake aquifers and individual intake wells were evaluated from the test results. The determined values of specific yields and additional resistances at the wells were used as a basic indicator of the success of the recovery techniques.

### MECHANICAL CLEANING - METHODOLOGY:

Mechanical cleaning was carried out for all objects of interest as an initial phase of the restoration work in all cases. The sediment load was extracted with an air-lift (Atlas Copco compressor, P=7bar, Q=3m3/min) and the borehole equipment was cleaned with abrasive brushes (steel/nylon d200-d400 mm, depending on the technical condition of the borehole). The cleaning was carried out in a single step and also in a split way, in case of high sediment deposition the air-lift was repeated. During the course of the work, shortcomings of the abrasive brush design were identified, so the development of new types was included in the scope of related work.

### Chemical cleaning - Methodology

### 

### The chemical part of the regeneration concentrated on the profile of the perforated sections of the borehole casing, where a split groundwater inflow was assumed - usually limited due to the high degree of colmatization. In the boreholes of interest, a dose of 25%HCl in the reaction mixture was applied so that the resulting solution concentration in the borehole was 5-10%. The mixture was stirred with pressurized air at regular intervals and activated with a low dose of H2O2 at approximately 1 h intervals. After a reaction quiescence of 24h, the mixture was pumped out, neutralized with CaOH and discarded. For some boreholes, the use of abrasive brushes together with the reaction mixture was tested for the period of reaction dormancy (usually with a positive result but with a material cost). In one case (Oracov, OR-1), the pressure application of the reaction mixture through a pneumatic obturator was tested to prevent the natural overflow of the borehole into a local watercourse (Rakovnicky Brook).

### ULTRASOUND CLEANING – METHODOLOGY

The methodology was designed in collaboration with the subcontractor of the ultrasound probe development (SONIC Technologie, GmbH) and is being further tested in accordance with the current workflow. A prototype of probe 2 was used for the actual regeneration in 2019, which was suspended under the discharge column of a Grundfos submersible pump. Once the entire assembly was installed in the reclaimed well, water pumping was first started as a safety test for the operation of the ultrasonic probe (it cannot be started without being submerged below the water level due to the risk of operating without sufficient cooling).

The actual work was started at full power of the ultrasonic emitters (total 7.5 kW at 20kHz), but due to the technical problems described above, most of the experimental deployments reached the nominal power of 2.5 kW. With the ultrasonic emitters and submersible pump running simultaneously, the perforated wellbore profile was advanced in stages at a rate of approximately 10m/hr. In the case of plastic or plywood well casing, the procedure was uniform through the entire profile, in the case of steel casing the ultrasonic probe was run only in the perforated sections.

* **Řepínský důl**

This is a large-capacity intake area operated by Středočeské vodárny, a.s., which includes a total of 76 permanently used intake wells. The intake area represents the backbone source of drinking water supply for the districts of Mělník and Kladno. The boreholes are located in a shallow fractured groundwater aquifer of Cretaceous age (Middle Turonian/Cenomanian) with a high value of hydraulic parameters, including specific yield.

Dodatečné snížení na reálném vrtu je vyjádřeno ( při zanedbání části snížení, které připadá na turbulentní režim proudění – neboť jeho podíl na celkovém dodatečném snížení je zanedbatelný) závislostí na odebírané vydatnosti, *Q* podle lineárního vztahu, který publikoval v roce 1953 van Everdingen :

(1)

SF - bezrozměrný koeficient dodatečných odporů [-]; sskin – snížení způsobené dodatečnými odpory [L].

Vliv dodatečných odporůlze zahrnout do celkového snížení na “skutečném” vrtu při proudění

a) ustáleném

(2)

kde R- dosah depresního kuželu [L]; rV–poloměr vrtu [L]; SF -koeficient dodatečných odporů [-]

b) - při neustáleném

pro přímkovou část vyhodnotitelnou Cooper-Jacobovou semilogaritmickou metodou, protože v této části se již neprojevuje vliv storativity vrtu)

(3)

Je-li při čerpací zkoušce dosažen Jacobův přímkový úsek, můžeme rovnici (3) použít pro vyhodnocení koeficientu dodatečných odporů, kdy po vyjádření W a úpravě dostaneme vztah

(4)

Při odvození nové metody byla použita rovnice radiálně symetrického přítoku podzemní vody k vrtu za neustálenému režimu v bezrozměrných veličinách s počátečními a okrajovými podmínkami

(5)

Počáteční a okrajové podmínky pro reálný vrt v bezrozměrných veličinách mají tvar

(6a)

(6b)

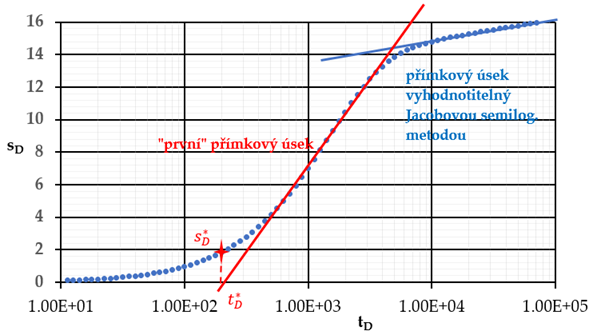
pro rD → ∞

Pro dodatečné odpory:

(6c)

a pro storativitu vrtu

(6d)

**K řešení rovnice (**17) s počátečními a okrajovými podmínkami (18, 19, 20 a 21) byla užita Laplaceova transformace a k inverzi řešení v Laplaceově prostoru byl použit Stehfestův algoritmus 368, využívaný jak v oblasti podzemních vod, tak i v naftové oblasti.

Obr. 11 Závislost bezrozměrného snížení, sD a log bezrozměrného času, tD

Byl odvozen vztah pro bezrozměrné snížení sD\* v čase průsečíku prvního přímkového úseku čerpací zkoušky s časovou osou, tD\*.

(7)

Pro praktickou aplikaci odvozeného vztahu byly dosazeny za bezrozměrné veličiny vztahy uvedené např. v Walton, 2007 [1].

*bezrozměrný* *koeficient storativity vrtu*

kde C- je jednotkový faktor storativity vrtu [L2]

*-bezrozměrné snížení v čase průsečíku “prvního” přímkového úseku s vodorovnou osou, tD\**

s\* - snížení v čase průsečíku „prvního“ přímkového úseku s časovou osou (L), tD\* (viz obr. 1)

Po dosazení za bezrozměrné parametry a vyjádření koeficientu dodatečných odporů dostáváme výsledný vztah ve tvaru

. V praxi však dosažení semilogaritmického úseku může představovat čerpání 2-12 hodin. Při využití odvozené metody k vyhodnocení efektu regeneračního zásahu na vrtu může dojít k významné úspoře délky čerpání. Metoda vyhodnocení W z počátečního úseku čerpací zkoušky je připravena k publikování.

(8)

Fieldwork: locality Řepínský důl

 Obsah obrázku exteriér, tráva, nákladní auto, obloha

Popis byl vytvořen automaticky Obsah obrázku strom, exteriér, osoba, obloha

Popis byl vytvořen automaticky

Obsah obrázku obloha, exteriér, muž, osoba

Popis byl vytvořen automaticky Obsah obrázku obloha, exteriér, tráva, plot

Popis byl vytvořen automaticky