

REGENERACE VODÁRENSKÝCH VRTŮ – DIAGNOSTIKA A CÍLENÁ REGENERACE

REGENERATION OF WATER WELLS - DIAGNOSTICS REGENERATION

Šupíková I.^{1*}, Lacinová L.², Procházka M.³

¹AQUATEST a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5 – Hlubočepy

²Technická univerzita v Liberci, Ústav pro nanomateriály a pokročilé technologie a inovace CxI, Bendlova 7, Liberec 1, 460 01

³SG GEOTECHNIKA a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5 – Hlubočepy

*autor pro korespondenci, email: supikova@aquatest.cz

ABSTRAKT

Dlouhodobé používání vodárenských vrtů vede ke zhoršování jejich stavu. Příčinou špatného technického stavu vrtů je vznik minerálních inkrustací, mechanické zanášení a materiálová koroze pažnic vrtu, akumulace biomasy na pažnicích. Vybudování nových vrtů je finančně nákladné, je tedy vhodnější provést regeneraci stávajících vrtů a tím prodloužit jejich životnost. Často se regenerace provádí bez správné diagnostiky a identifikace příčin problému což může způsobit řadu obtíží od neefektivní regenerací až po významné zhoršení technického stavu vrtu.

KLÍČOVÁ SLOVA

kvalita vody; pitná voda; regenerace; vodárenství a ochrana vody; vodárenské vrty

ABSTRACT

Long term use of water wells leads to a deterioration in their condition. The cause of poor technical condition of the wells is the formation of mineral incrustations, mechanical fouling and material corrosion of the casing of the well, biomass accumulation on the casing. The construction of new boreholes is expensive, so it is preferable to regenerate existing boreholes and thereby extend their service life. Often regeneration is performed without proper diagnosis and identification of the causes of the problem, which can cause a number of difficulties ranging from ineffective regeneration to a significant deterioration of the well's technical condition.

KEYWORDS

drinking water; regeneration; water supply and water protection; water wells; water quality;

1. ÚVOD

U vodárenských vrtů dochází během provozování ke zhoršování jejich stavu. To se projevuje snižováním jejich vydatnosti a změnou kvality jímané vody. Stárnutí vrtu je výsledkem přirozených fyzikálních, chemických a biologických procesů ve vrtu a jeho bezprostředním okolí. Nejčastěji příčinou zhoršení stavu vrtů je vznik minerálních inkrustací, mechanické zanášení materiálová koroze částí vrtu, akumulace biomasy. Příčiny zhoršení stavu vrtu jsou závislé na geologických a hydrogeologických podmínkách na lokalitě, na konstrukci vrtu a na režimu jeho provozování.

Tvorba inkrustací je způsobena změnou fyzikálně-chemických podmínek v podzemní vodě a typ inkrustace závisí na hydrochemických podmínkách ve zvodni. Podle chemického složení rozlišujeme inkrustace okrové (amorfní případně krystalizované oxidy železa, oxidy železa obohacené sírou, oxidy manganu), uhličitanové (uhličitany vápníku a hořčíku) a hydroxidy

hliníku Na tvorbě chemické inkrustace se mohou podílet také procesy mikroorganismů (např. *Gallionella sp.* podporuje vznik železitých inkrustací)

Na základě dlouholetých pozorování a měření vydatnosti vodárenských vrtů společnost SČVK a.s. nejprve zajistila provedení diagnostiky vrtu a karotáže včetně vyhodnocení. Porovnání aktuálních dat z diagnostiky s historickými daty se ukázalo, že kolmatace výstroje a zapážnicového prostoru vodárenského vrtu je pravděpodobnou příčinou snížení vydatnosti vrtu. Po dohodě s vodárenskou společností SČVK, byl zpracován projekt pro chemickou regeneraci vodárenského vrtu. Projekt byl vypracován na základě poznatků z diagnostiky a karotáže vrtu a na základě výsledků laboratorních zkoušek rozpouštění inkrustů. Metodika regenerace vrtu vycházela také z výsledků zonálních odběrů a chemismu vod a mikrobiologických vzorků zonálních odběrů seškrabů z vrtu.

2. MATERIÁLY A METODY

Projekt byl vypracován na základě poznatků z diagnostiky a karotáže vrtu a na základě výsledků laboratorních zkoušek rozpouštění inkrustů. Metodika regenerace vrtu vycházela také z výsledků zonálních odběrů a chemismu vod a mikrobiologických vzorků zonálních odběrů seškrabů z vrtu. Dle výsledků měření široké škály parametrů a po provedení řady zkoušek rozpustnosti inkrustů byl navržen postup regenerace, který zohledňuje zjištěné skutečnosti a jehož cílem je zvýšení a udržení dostatečné vydatnosti vodárenského vrtu.

Cílem regenerace vrtu bylo odstranit kolmataci perforace vrtu, minimalizovat mikrobiální oživení ve vrtu, které podporují degradaci železné pažnice.

Samotná regenerace se skládala z několika fází:

1. Přípravná fáze a demontáž stávajícího čerpadla a potrubí
2. Mechanická regenerace ocelovými kartáči (odstranění inkrustů)
3. Chemická regenerace
4. Mechanická regenerace ocelovými kartáči (odstranění zbylých inkrustů)
5. Čištění vrtu čerpáním vody do splnění parametrů pitné vody

Samotné technické práce byly započaty nejprve ověřením stávající vydatnosti vrtu pomocí čerpací zkoušky v délce 2 hodin. Následně došlo k vytěžení čerpadla a všech dalších částí technologie (potrubí a kabely), které by bránily provedení regenerace vrtu. Následně bylo provedeno první mechanické čištění ocelovými kartáči za účelem odstranění produktů koroze ocelové pažnice vrtu. Díky snížení vrstvy nečistot na pažnici se zvyšuje účinnost chemické regenerace vrtu. Železné kartáče byly postupně zapouštěny do vrtu. Po mechanickém čištění pažnice vrtu v celé délce byla odčerpána voda z vrtu s obsahem velkého množství mechanických nečistot a inkrustů do cisterny (Obr. 1). Po vyčištění vodního sloupce od železitých usazenin byla aplikována chemická směs pro chemickou a biologickou regeneraci. Po dispergaci chemického přípravku ve vrtu byl přípravek ponechán po dobu 12 hodin ve vrtu, tak aby byla zajištěna dostatečná reakční doba na desinfekci vrtu a chemické rozrušení

inkrustovaného materiálu a nánosů. Chemický přípravek ve vrtu působí jak na vnitřní, tak na vnější stěně vrtu, na perforaci, v obsypu.



Obr. 1. Regenerace vodárenského vrtu

V návaznosti na klidovou fázi působení chemického přípravku bylo provedeno odčerpání chemického regeneračního roztoku z vrtu. Vyčerpaná směs regenerační směsi a vody s kalem byla odvezena a likvidována na externí čistírně. Délka čerpání vody z vrtu byla stanovena na základě in-situ měření pH čerpané vody, a to do ustálení tohoto parametru na hodnotách před regenerací.

Dále následovala druhá fáze mechanické regenerace vrtu pomocí kartáčů, kdy po krátkých úsecích byla pažnice vrtu mechanicky čištěna stejně jako před chemickou regenerací. Mechanicky uvolněný i akumulovaný sediment na dně vrtu byl z vrtu odčerpán pomocí čerpadla. Z obavy před poškozením starých ocelových pažnic (stáří 60 let) v důsledku křehnutí oceli nebyla prováděna hydraulická regenerace pomocí airliftu a pomocí hydraulického rázování.

Po provedení regenerace vrtu a ustálení vody v regenerovaném vrtu a před zapuštěním čerpací technologie byla provedena opětovná komplexní kontrola provedené regenerace pomocí karotážního měření včetně zonálních odběrů ze stejných hloubek jako před regenerací, tak aby mohly být výsledky analýz porovnány se vzorky před regenerací. Kontrola účinnosti regenerace vrtu byla monitorována pomocí následujících měření:

1. TV prohlídka stavu výstroje vrtu
2. Karotážní měření
3. Zonální odběry vzorků podzemní vody pro stanovení chemismu vod a molekulárně-genetické analýzy.

4. Po ukončení karotáže a odběrů zonálních vzorků byl vrt osazen čerpací technologií a následně byla provedena orientační čerpací zkouška po dobu 24 hodin.

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky úspěšnosti regenerace vrtu byly nejprve sledovány pomocí TV prohlídky pažnice vrtu. TV prohlídka pažnice ukázala, že k určitým změnám v průběhu regenerace došlo, nebyly však nijak zásadní. V důsledku regenerace byly odhaleny jizvy po nárůstech, byl částečně odstraněn sediment ze stěn, byly otevřeny některé perforační otvory. Kolmatace perforačních otvorů však nebyla zásadní příčinou snížené vydatnosti vrtu před regenerací. Naopak, vzhledem ke stáří vrtu zůstávalo i před ní vysoké procento perforačních otvorů otevřených. Perforace nikdy nepředstavovala překážku pro vtok vody do vrtu

Z výsledků karotážního měření vyplynulo, že místa přítoků vody do vrtu před regenerací a po ní zůstaly až na dvě výjimky téměř beze změn. Po regeneraci se objevily dva nové přítoky a zejména se změnila především poměrná i absolutní vydatnost přítoků. Došlo k významnému posílení především přítoků v hloubce 22,0-24,9 m. Přítok v hloubce 18,7 m zůstal téměř beze změn, ale objevily se dva, nikoliv bezvýznamné, přítoky v hloubkách 20,3 m a 21,2 m.

Oba přítoky ve spodní polovině vrtu (28,9 m a 33,2 m) zůstaly téměř beze změn. Propustné polohy v hloubkách 37 m, 43,3 m a 45 m, jež se projevují jako místa, kde dochází k odtoku přirozené proudící vody, jsou z hlediska vydatnosti nevýznamné, během čerpání se vůbec neprojevily.

Z výsledků karotážního měření lze konstatovat, že díky provedené chemické regeneraci vrtu se významně zvýšila jeho vydatnost vrtu. Došlo k oživení přítoků ve střední části vrtu, objevily se dokonce dva nové přítoky, které byly původně zcela kolmatovány. Vlastní výstroj ve vrtu od počátku sledování nepředstavovala hlavní problém snížené vydatnosti. Ten tkvěl v kolmataci obsypu a horniny v bezprostředním okolí vrtu. Samotná tradiční mechanická regenerace provedená v roce 2014 logicky nepřinesla kýžený úspěch, ten se dostavil až po použití metod s větším hloubkovým dosahem do zaplášťového prostoru.

Pro posouzení vlivu regeneračního zásahu na vrtu byla realizovaná čerpací zkoušky před a po realizaci regenerace. Na základě vyhodnocení čerpací zkoušky byly vyhodnoceny hydraulické parametry na vrtu před a po realizaci regenerace.

Závěrem vyhodnocení obou čerpacích zkoušek bylo při vyhodnocení všech změn hydraulický parametrů před a po realizaci regenerace konstatováno, že hydraulické parametry zjištěné po regeneraci jsou v průměru 3× vyšší než před realizací regenerace, tzn. že vydatnost vrtu vzrostla zhruba na trojnásobek.

Z porovnání chemismu vody ze zonálních odběrů ze tří různých hloubek před a po regeneraci vrtu byly patrné mírné změny chemismu. Z pohledu kvality vody došlo k mírnému snížení koncentrací draslíku, sodíku a fluoridů a k mírnému navýšení koncentrací vápníku, hořčíku a křemičitanů. Naopak u koncentrací manganu, železa chloridů a síranů došlo k mírnému zvýšení koncentrací, které ovšem vyhovovaly limitům pro pitné vody.

4. ZÁVĚRY

Závěrem lze konstatovat, že realizovaná regenerace vodárenského vrtu proběhla úspěšně. Z kontrolních měření sledujících účinnost regenerace vyplynuly následující závěry:

- Z TV prohlídky a revize železné pažnice vrtu nebyly zjištěny žádné významné změny ve vzhledu pažnice před a po regeneraci.
- Z karotážního měření vyplynulo, že po regeneraci se objevily dva nové přítoky
- Z čerpacích zkoušek vyplynulo, že hydraulické parametry zjištěné po regeneraci jsou v průměru 3× vyšší než před realizací regenerace, tzn. že vydatnost vrtu vzrostla zhruba na trojnásobek.
- Z porovnání chemismu vody ze zonálních odběrů ze tří různých hloubek před a po regeneraci vrtu byly patrné mírné změny chemismu. Z pohledu kvality vody došlo k mírnému snížení koncentrací draslíku, sodíku a fluoridů a k mírnému navýšení koncentrací vápníku, hořčíku a křemičitanů.

PODĚKOVÁNÍ

Podklady pro tento příspěvek byly získány za významné podpory projektu TAČR TH02031034 „Regenerace vrtů – nové postupy cílené regenerace, monitoringu regenerace a preventivních systémů diagnózy stavu vrtů“. Zároveň bychom rádi poděkovali společnosti SČVK a.s. za spolupráci při regeneracích vodárenských vrtů.

SEZNAM LITERATURY

- Nosek J. (2017): Regenerace vrtů – nové postupy cílené regenerace, monitoringu regenerace a preventivních systémů diagnózy stavu vrtů. Průběžná zpráva za rok 2017 pro projekt TH02031034. – TUL
- Olmer M., Herrmann Z., Kadlecová R. - Prchalová H. a kol. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 23, 5–32
- Procházka Martin (2018): Regenerace 2. Diagnostika vrtů Sb-p1 a Sb-p2. – MS AQUATEST a.s., Praha, leden 2018
- Prouzová L., Žitný L. (1991): Zhodnocení výsledků poloprovozní čerpací zkoušky v Sebužíně. - Vodní zdroje Praha, a.s. (GF P076972)