

REGENERACE VODÁRENSKÉHO VRTU LOMNICE NAD POPELKOU PARK 2

závěrečná zpráva



Liberec, srpen 2021

Objednatel**Vodohospodářské sdružení Turnov****Antonína Dvořáka 287,511 01 Turnov**

IČ: 49295934

DIČ: CZ49295934

Zhotovitel**PHOTON WATER TECHNOLOGY s.r.o.****Generála Svobody 25/108, Liberec XII-Staré Pavlovice, 460 01 Liberec**

IČ: 04568095

DIČ: CZ04568095

*zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Ústí nad Labem, oddíl C, vložka 38684***Název akce:****Regenerace vodárenského vrtu Lomnice nad
Popelkou Park 2****Dokument:****závěrečná zpráva****Zpracovatelé**

Mgr. Jan Patka

**Odborný garant**

RNDr. Jiří Fiedler

osvědčení MŽP o odborné způsobilosti

č. 1445/2001 (hydrogeologie, sanační geologie), osvědčení OBÚ
Liberec o odborné způsobilosti k HČ a ČPHZ č. 224, 225, 317
(projektant, závodní, bezpečnostní technik)**Schválil**

RNDr. Petr Kvapil, PhD

Datum zpracování

31. 8. 2021

Číslo výtisku

1 2 3 4 5 6

Rozdělovník:

Výtisk č. 1, 2, 3:

Výtisk č. 4, 5:

Výtisk č. 6:

Výtisk č. 7:

VHS Turnov

OŽP Semily

SČVK

PWT

Obsah

Obsah	3
1. ÚVOD	5
2. SITUACE ZÁJMOVÉ LOKALITY	6
3. SHRNUTÍ STAVU PŘED REGENERACÍ	7
4. POSTUP REGENERACE VRTU	9
4.1. Přípravná fáze	9
4.2. Mechanická regenerace	9
5. KAROTÁŽNÍ MĚŘENÍ PO REGENERACI	12
6. MONITORING	14
7. ČERPACÍ ZKOUŠKY	15
8. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ	15
9. LITERATURA	17

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Údaje o úkolu dle Vyhlášky č. 369/2004 Sb.	5
Tabulka 2: Konstrukce vrtu dle archivní dokumentace	7
Tabulka 3: Výsledky laboratorních analýz z vrtu Park 2 porovnané s Vyhl. 254/2004	14
Tabulka 4: Shrnující tabulka zjištěných vydatností a snížení během čerpacích zkoušek provedených na vrtu	15

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Přehledná situace širší zájmové oblasti	6
Obrázek 2: Katastrální situace zájmové lokality	7
Obrázek 3: Fotografie z regenerace	11

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1:	Úřední povolení
Příloha 2:	Zápis z výrobní schůzky
Příloha 3:	Technická zpráva z regenerace
Příloha 4:	Karotážní zpráva
Příloha 5:	Výsledky laboratorních analýz
Příloha 6:	Záznamy kamerových zkoušek (elektronická příloha)

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Al	hliník	DN	vnitřní průměr
a.s.	akciová společnost	HDZ	hydrodynamická zkouška
bc	bilanční celek	HP	hydrologické pořadí
Ca	vápník	HPV	hladina podzemní vody
Cl-	chloridy	Eh	redukční potenciál
CO ₂	oxid uhličitý	CHKO	chráněná krajinná oblast
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav	F-CH	fyzikálně-chemické
ČGU	Český geologický ústav	Fecelk.	železo celkové
ČGS	Česká geologická služba	IČ	identifikační číslo
ČR	Česká republika	K	draslík

k. č.	katastrální číslo
kol.	kolektiv
KNK	kyselinová neutralizační kapacita
km	kilometr
KTJ	kolonii tvořící jednotka
ks	kus
k. ú.	katastrální území
měř.	měřítka
ml	mililitr
Mg	hořčík
mg/l	miligramů na litr
Mn	mangan
m p. t.	metrů pod terénem
nmol	nanomol
Na	sodík
NH ₄	amonné ionty
NO ₂ -	dusitany
NO ₃ -	dusičnany
m n. m.	metrů nad mořem
Mg	hořčík
Mn	mangan
OČZ	orientační čerpací zkouška
ORP	obec s rozšířenou působností / oxidačně redukční

potenciál	
O. B.	odměrný bod
OBÚ	oblastní báňský úřad
OPVZ	ochranné pásmo vodního zdroje
p. č.	parcelní číslo
pH	vodíkový exponent
PWT	photon water technology
Q	vydatnost
q	specifická vydatnost
Sb.	sborník
SBÚ	státní báňský úřad
SČVK	severočeské vodovody a kanalizace
S – JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě
katastrální	
SO ₄ -	sírany
t	čas
T	teplota
TV	televizní
s	snížení
SOD	smlouva o dílo
Vyhl.	vyhláška
WTW	přístroj na měření fyz.chem parametrů
ZCHR	základní chemický rozbor

1. ÚVOD

Na základě smlouvy o dílo ze dne 18. 5. 2021 mezi společnostmi Vodohospodářské sdružení Turnov (dále VHS nebo objednatel) a Photon Water Technology s.r.o. (dále PWT) předkládá PWT závěrečnou zprávu z regenerace vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2 v obci Lomnice nad Popelkou s názvem „Regenerace vodárenského vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2“.

Tabulka 1: Údaje o úkolu dle Vyhlášky č. 369/2004 Sb.

Název položky	Údaj
Název geologického úkolu	Regenerace vodárenského vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2
Druh geologických prací	hydrogeologický průzkum
Etapa geologického průzkumu	Závěrečná zpráva
Cíl geologického úkolu	Regenerace vodárenského vrtu
Vymezení geologických prací	regenerace, karotáž, TV prohlídka, čerpací zkouška, vyhodnocení
Zhotovitel	Photon Water Technology s. r. o., Generála Svobody 25/108, Liberec XII-Staré Pavlovice, 460 01 Liberec, IČ: 04568095
Objednatel	Vodohospodářské sdružení Turnov, Antonína Dvořáka 287, 511 01 Turnov, IČ: 49295934
Název a kód okresu	Semily, CZ0514
Název a kód kraje	Liberecký, CZ051
Město	Lomnice nad Popelkou
ORP	Semily
POU	Semily
Název a kód katastrálního území	Lomnice nad Popelkou, 577308
Číslo parcely	3231
Vlastnické právo	město Lomnice nad Popelkou, Husovo náměstí 6, 51251 Lomnice nad Popelkou, Vodohospodářské sdružení Turnov, Antonína Dvořáka 287, 511 01 Turnov
Mapový list (1:50 000)	03 – 43 Jičín
ČHP dílčího povodí	HP 1-05-01-0480-0-00
Číslo HGR	5151 Podkrkonošský permokarbon
Chráněná území	ne

Předmětem této zakázky byla regenerace vodárenského vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2. Závěrečná zpráva shrnuje následující provedené činnosti:

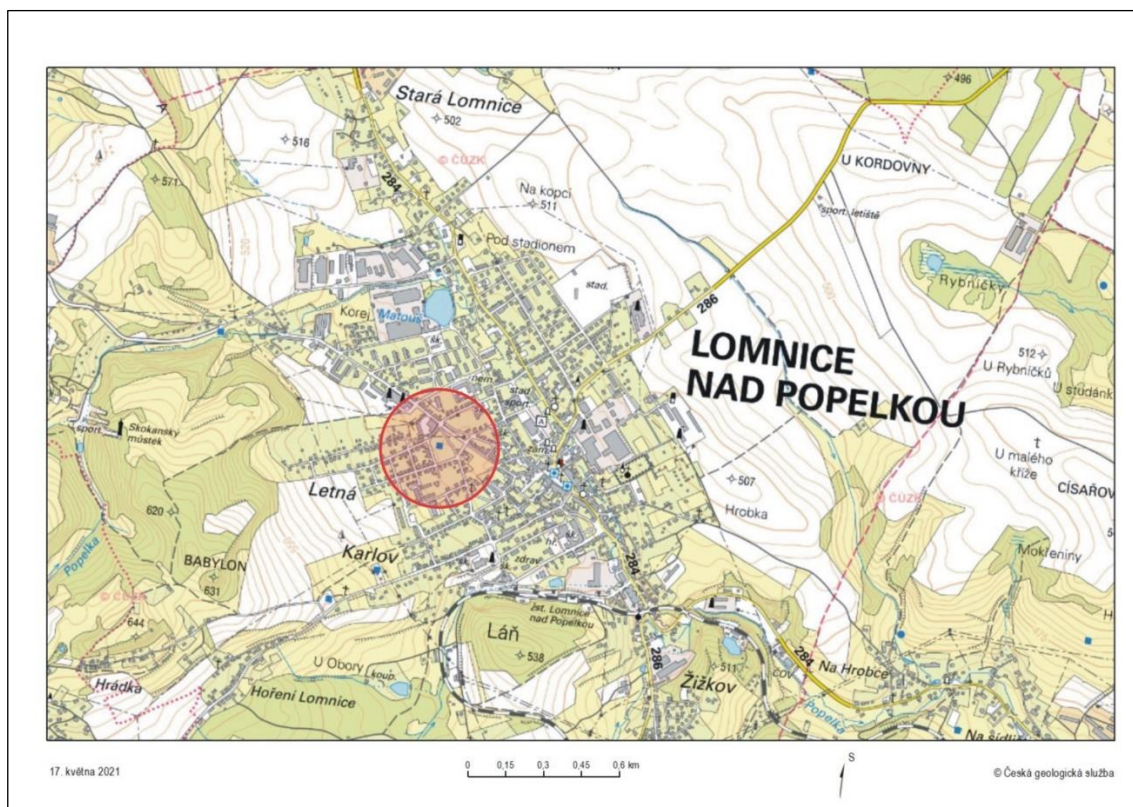
- Přípravné práce
- Regeneraci vrtu
- Karotážní měření
- Čerpací zkoušky
- Laboratorní práce
- Zhodnocení a závěry

2. SITUACE ZÁJMOVÉ LOKALITY

Zájemový vodní zdroj se nachází v intravilánu města Lomnice nad Popelkou, v okrese Semily, v Libereckém kraji. Samotný vrt se nachází cca 400 m západně od Husova náměstí, v městském parku, který je ohraničen ulicemi J. Seifrt, Smetanovou, Josefa Kábrty, Dr. Mil. Horákové a U Parku.

Tento vrt byl vybudován v roce 1967 pod původním názvem L-2 a od té doby byl využíván k jímání podzemní vody. Kontrola jeho stavu proběhla v roce 2018. Nadmořská výška lokality je cca 485 m n. m. Vrt je umístěn v podzemní šachtě. Okolní pozemek slouží jako městský park. V okolí vrtu je vyznačeno OPVZ 1. stupně.

Vrt se nachází na pozemku p. č. 3231, který je majetkem města Lomnice nad Popelkou, Husovo náměstí 6, 51251 Lomnice nad Popelkou.



Obrázek 1: Přehledná situace širší zájemové oblasti

Podklad – zdroj: databáze vrtné prozkoumanosti ČGS, zájemová lokalita označena červeným kruhem



Obrázek 2: Katastrální situace zájmové lokality

Podklad – zdroj: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/>, zájmový pozemek označen fialově

3. SHRNUTÍ STAVU PŘED REGENERACÍ

Průzkumem z roku 1967 bylo zjištěno:

- vrt je dotován z permské zvodně z úrovně arkózových pískovců
- maximální využitelná vydatnost vrtu Q při doporučeném maximálním snížení 27 – 29 m byla stanovena na 6 – 6,5 l/s
- Průměrná specifická vydatnost vrtu byla $q = 0,3$ l/s/m.
- z hlediska jakosti byla vody hodnocena jako vhodná k pitným účelům, i přes vyšší obsahy fosfátů anorganického původu.

Archivní výstroj vrtu je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 2: Konstrukce vrtu dle archivní dokumentace

Vrtný průměr			Výstroj			Obsyp		
hloubka (m)	průměr (mm)		plná/perforovaná (m)	průměr (mm)		Hloubka (m)	Typ	
0	4,5	675	0,8	27,08	325	0	10	Jíl
						10	10,5	Písek
4,5	42	530	27,08	65		10,5	80	granulovaná drť 8/15
42	80	430	65	68				
			68	79				
			79	80				

Stav vrtu v roce 2021 byl s využitím karotážních měření z roku 2018 následující:

- **Ústí pažnice** se nacházelo 1,83 m pod horním poklopem betonové kobky / terénem.
- **HPV** byla v hloubce 8,12 m od horního poklopu betonového bunkru
- **Výstroj** - ocelové pažnice o průměru 325 mm (vnitřní průměr 305 mm) vykazovaly v roce 2018 většinou střední stupeň koroze. Znamky hloubkové koroze byly ojedinělé. Dle TV prohlídky provedené před regenerací nebyly zaznamenány vizuální změny na výstroji oproti roku 2018.
- **Perforace** - vrtaná perforace začínala v hloubce 24,19 m a kromě jediného krátkého úseku 61,6 - 65,0 m byla pažnice perforovaná až na dno. Perforace byla na mnoha místech dosud otevřená (dle TV prohlídky před regenerací)
- **Hloubka:** - původní hloubka 80 m, současná hloubka 74,70 m (hranice kalu usazeného na dně). Před regenerací se na dně nacházelo zřejmě 5,3 m vysoká vrstva napadávký (to závisí na původní skutečné hloubce vrtu, nikoliv na hloubce uvedené v dokumentaci)
- **Obsyp** - obsyp byl dle hustotní karotáže skoro všude přítomen, pouze v krátkém úseku plné pažnice v intervalu 14,3-15,3 m byl buď neúplný, nebo chyběl (dle karotážních měření z roku 2018).
- **Úklon** - vrt je téměř dokonale svislý (max. odklon od vertikály do 0,5°). (dle karotážních měření z roku 2018).
- **Stratigrafie** – bylo zastiženo souvrství sedimentů permokarbonu. Střídají se polohy jílovců, písčitých jílovců a jílovitých pískovců, spíše výjimečně se vyskytují i polohy čistého pískovce. (dle karotážních měření z roku 2018).
- **Hydrodynamické poměry ve vrtu** - přítoky se nacházejí v hloubkách: 19,2 m (slabší- průsak v místě netěsného spoje), 24,4-25,5 m (silný-na začátku perforace), 29,3 m, 30,0-31,0 m (silný), dále v úseku 62,5-67 m a nepatrný v hl. cca 70 m. Z prvních dvou přítoků vtéká za přírodních poměrů voda do vrtu a proudí dolů s vydatností 35 000 l/den (tj. 0,4 l/sec). Vrt opouští v úseku 62,5-67 m a malý zbytek též v hloubce cca 70 m. Přítoky (poměrně významné) v hloubkách 29,3 m a 30-31 m se projeví až během čerpání. Ve vrtu je „mírný“ hydraulický zkrat. (dle karotážních měření z roku 2018).
- **Fyzikálně – chemické vlastnosti vody** – byla zaznamenána zonalita vody, která souvisí s přítoky a prouděním (mění se jak konduktivita, tak redox, tak rozpuštěný kyslík, tak i nepatrně teplota jednotlivých přítoků). Změny sledovaných parametrů nejsou, vyjma konduktivity, nikterak výrazné a indikují propustné polohy. Nevýraznější změna konduktivity byla zaznamenána v hloubce 24,4-25,5 m ze 460 na 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$, v místě přítoku. Index pH dosahuje u hladiny hodnot kolem 8,0. Oxidačně redukční potenciál má kladné hodnoty- v celém vrtu je tedy prostředí se slabě oxidační reakcí. Teplota vody se pohybuje kolem 9,7°C. Obsah rozpuštěného kyslíku je nepatrně vyšší do hloubky 25 m než ve zbývajících částí vrtu. (dle karotážních měření z roku 2018).
- **HDZ z let 2019 a 2021** – bylo při čerpání konstantní vydatností 4,8 l/s resp. 5,3 l/s dosaženo snížení 7,73 m resp. 8,03 m. Specifická vydatnost byla v roce 2019 = 0,62 l/s/m a v roce 2021 = 0,66 l/s/m. Tyto údaje by získány během pravidelných čerpacích zkoušek prováděných na objektu.

4. POSTUP REGENERACE VRTU

V této kapitole je popsán postup provedených prací v rámci regenerace vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2. Regenerace vrtu byla provedena v následujících krocích:

- Přípravná fáze (úřední povolení, koordinace prací, vytažení technologie)
- Mechanická regenerace (regenerace, TV prohlídky, orientační HDZ)
- Karotážní měření (TV + karotáž)
- Čerpací zkouška
- Monitoring
- Závěrečná zpráva

4.1. Přípravná fáze

Přípravná fáze zahrnovala tyto činnosti:

- získání souhlasu o provádění udržovacích prací dle § 15a odst. 3 vodního zákona a § 104 odst. 2 písm. n) stavebního zákona – Městský úřad Semily, odbor životního prostředí vydal souhlas dne 14. 6. 2021 pod č. j. ŽP/2633/21, spis. zn. ŽP/2371/21-Po (viz Příloha 1)
- Souhlas s napojením na dešťovou kanalizaci – Vodohospodářské sdružení Turnov jako majitel kanalizační infrastruktury ve městě Lomnice nad Popelkou vydalo dne 27. 5. 2021 pod zn. 141/21 souhlas s použitím dešťové kanalizace pro utrácení přebytečné vody z regenerace vodárenského vrtu „Lomnice nad Popelkou Park 2“ Lomnice nad Popelkou
- vstupní výrobní schůzka - byla uspořádána dne 19. 7 v 12:00 na lokalitě za účasti objednatele (VHS), provozovatele (SČVK), zhotovitele (PWT) a subdodavatele (Lidařík s.r.o.). Zápis ze schůzky je uveden v Příloze 2. Zhotovitel byl seznámen s riziky.
- zpřístupnění prostoru vrtu a samotného vrtu pro regeneraci - demontáž čerpadla a potrubí, čidel a příprava podzemní kobky před regenerací byla provedena dne 19. 7. 2021 provozovatelem zdroje (SČVK).

4.2. Mechanická regenerace

Hlavním úkolem regenerace bylo v maximální míře snížit objem nežádoucích materiálů ve vrtu. Což v praxi znamenalo:

- odstranění sedimentu ze dna vrtů, povlaků a inkrustací na pažnici vrtu
- prohloubení dna vrtu a odstranění cizích předmětů ze dna
- očištění vnitřního prostoru vrtu, kalníku a otevření maximálního množství perforačních otvorů

Účelem hydraulické regenerace bylo mobilizovat pevný materiál v obsypu do prostoru vrtu a vytěžit ho na povrch. Čištění bylo zaměřeno na perforované úseky. Soutyčí složené z air-liftu, gumových manžet a ocelového kartáče bylo zapouštěno po cca 2-3 m dlouhých intervalech. V každém intervalu byly pomocí air-liftu vyvolány hydraulické rázy, které pročišťovaly okolí vrtu a drenážní vrstvu na dně. Air-liftem byly uvolněné částice vynášeny na povrch. Technická zpráva z regenerace je součástí **Přílohy 3**.

Regenerační souprava byla na lokalitu přepravena v dodávce Transit 4x4 se závěsným vozíkem s kompresorem. Regenerační souprava je složena z těchto prvků:

- Trojnožka s kladkou
- Vrátek s ocelovým lanem
- Sada závaží
- Kompresor ATLAS COPCO
- Sada drátěných kartáčů
- Sada gumových stíracích prstenců
- Injektážní potrubí pro vzduch a vodu pro regeneraci
- Čerpadlo s kabelem a potrubím (potrubí a kabely cca 100 m)

Postup při regeneraci vrtu Lomnice n. P. Park 2:

- orientační kamerová zkouška v celém profilu vrtu
- montáž regenerační soupravy (trojnožka s kladkou, elektrický vrátek, trubky air-liftu, směšovač air-liftu, gumová manžeta s ocelovým kartáčem). Celá soustava byla posunována vrtem na ocelovém laně s využitím vrátku.
- očištění stěn vrtu pomocí manžety a kartáčů a hydraulické čištění okolí vrtu.
- hodinová čerpací zkouška před použití ultrazvuku
- čištění pomocí ultrazvuku
- air-liftem vyčištěna spodní část vrtu. Byl odstraněn napadlý sediment (cca 2,25 m). Během čištění dna byla na povrch vynášena voda, která železitý kal (bakteriální inkrusty v oxidačním prostředí), sediment ze dna vrtu (viz foto).
- Po dokončení regenerace byl vrt dočištěn od jemných rozplavených úsad ponorným čerpadlem
- kamerová prohlídka po ukončení regenerace
- demontáž regenerační soupravy





Obrázek 3: Fotografie z regenerace

Zkušební použití ultrazvuku

Na zájmovém vrtu bylo zkušebně použito čištění pomocí ultrazvuku. Samotné čištění proběhlo 20. 7. 2021. Princip použití ultrazvuku při čištění hg. vrtů je založen na jevu zvaném "kavitace", při kterém se ve vodě vytváří mikroskopické bublinky, které vzápětí implodují a uvolněná energie strhává nečistoty z povrchu obsypu a stěn vrtu.

Před zahájením UZ regenerace byla provedena čerpací zkouška o vydatnosti 5 l/s. Při tomto čerpání bylo dosaženo snížení 7,09 m a specifická vydatnost 0,71 l/s/m.

Následně byla nad vrtem postavena UZ regenerační souprava, která se skládá z následujících prvků:

- Trojnožka s kladkou
- UZ hlavice (generátor) – výstupní UZ výkon 1 Kw
- Samonosný kabel
- Navíjecí buben s automatickým návínem a výkonovou a řídicí technologií
- Monitorovací a řídicí jednotka technologie (notebook)

Pracovní postup použití UZ soupravy pro regeneraci vrtů

- Celé těleso UZ hlavice bylo umístěno pod hladinu podzemní vody na začátek úvodní části perforace;
- UZ hlavice následně po dobu 7 min vysílala akustický signál o frekvenci 25 kHz;
- Následoval automatický pokles s krokem 0,5 m a opět spuštění UZ hlavice na nastavenou dobu;
- Tento postup byl aplikován v intervalu perforace 24,19 až 61,6 m;
- následující den bylo zahájeno pokračování mechanické regenerace vrtu pomocí airliftu.

5. KAROTÁŽNÍ MĚŘENÍ PO REGENERACI

Po ukončení regenerace byla pro ověření aktuálního technického stavu vrtu a jeho funkčnosti provedena kontrolní TV prohlídka a revizní karotáž. K měření byl použit následující soubor karotážních metod:

- Televizní prohlídka vrtnou kamerou
- Citlivá termometrie
- Rezistivimetrie v aplikaci metody ředění označené kapaliny
- Rezistivimetrie v aplikaci metody konstantního čerpání označené kapaliny
- Gama gama karotáž v hustotní modifikaci
- Kavernometrie
- Gama karotáž
- Neutron - neutron karotáž
- OCEAN – vertikální měření F-CH parametrů

Výsledky takto provedených měření jsou níže porovnány se stavem před regenerací.

TV PROHLÍDKA

- **Ústí pažnice** se nacházelo 1,83 m pod horním poklopem betonové kobky - nezměněno
- **HPV** byla v roce 2018 na úrovni 7,45 m od horního poklopu betonového bunkru a v roce 2021 7,74 m od horního poklopu betonového bunkru – při porovnání těchto hodnot je patrné, že v roce 2018 byla HPV cca o 0,29 m výše. Během čerpacích zkoušek prováděných v letech 2019 a 2021 je rovněž patrný pokles statické HPV ve vrtu 0,15 m. tento rozdíl může být způsoben více faktory (snížení srážkového úhrnu, zvýšení intenzity odběru, čas měření – roční období)
- Po regeneraci je z optického hlediska znát zlepšení stavu stěn ocelové pažnice, na stěnách ubylo nárůstů a usazeného sedimentu. Oproti předešlé televizní prohlídce je větší procento perforačních otvorů bez usazeného sedimentu, byla odstraněna kolmatace.
- Ve vrtu jsou patrné 2 úseky **perforace**, v intervalu 25,43 až 62,62 m (v roce 2018 24,58 – 62,65 m) a v intervalu 66,02 m až 76,28 m. Změna je tedy patrná u úvodního úseku perforace, který začíná o cca 1 m hlouběji. Hloubka vrtu byla v roce 2018 74,95 m, po regeneraci je hloubka 76,80, což je o 1,85 m hlouběji než před regenerací. Původní hloubka vrtu činila 80 m, ale přepokládáme, že tato hloubka byla měřena v době vybudování vrtu, kdy nebylo zhlaví vrtu ukončeno v podzemní šachtě, a okolní terén měl jinou nadmořskou výšku.

KAROTÁŽNÍ MĚŘENÍ

- **Obsyp a zaplášťové těsnění** - kvalitní v celém úseku od hloubky 24 m až na dno vrtu. Volný

prostor v zaplašťovém těsnění byl zjištěn v intervalu 14,4 m až 14,9 m, což je změna oproti měření z roku 2018, kdy byl zjištěn volný prostor 14,3 – 15,3 m. Část volného prostoru tedy byla vyplněna materiálem. Metodou proudění bylo zjištěno, že v hloubce 12,8 m je netěsný pažnicový spoj, přes který přitéká voda do vrtu. Tento nátok povrchové vody byl pozorován i vizuálně během regenerace, kdy při snížení HPV docházelo v těchto místech nátoky vody do vrtu. Četnosti registrovaných gama kvant se oproti minulému měření snížily přibližně o 25%, což znamená vyšší hustotu ozařovaného materiálu. To je s vysokou pravděpodobností způsobeno lepším kontaktem sondy se stěnou vrtu po úspěšném odstranění nárůstů na stěně pažnice, protože tato skutečnost byla zaznamenána v celém profilu vrtu. Lze to také vysvětlit zhuťnutím zapažnicového materiálu vlivem akustických rázů během čištění vrtu. Protože bylo ultrazvukové čištění použito pouze v perforovaném úseku a zhuťnutí se projevilo i v jiných částech vrtu, tuto možnost spíše vylučujeme.

- **Kavernometrie** - měření potvrdilo celistvost pažnicové kolony v celé délce vrtu. Skutečný vnitřní průměr vrtu zaznamenaný kavernometrem se po odstranění inkrustací ze stěny pažnice zvýšil v průměru o 11 mm na 311 mm. Revizní měření potvrdilo, že tyto nárůsty byly během čištění vrtu úspěšně odstraněny.
- **Inklinometrie** - vrt je svislý – maximální zaznamenaná hodnota úklonu vrtu se pohybuje kolem 0,3°. Čelbová odchylka od vertikály u dna vrtu činí 0,36 m. V tomto ohledu nenastala oproti roku 2018 žádná změna.
- **Fyzikálně – chemické vlastnosti vody** – byla zaznamenaná zonalita vody, která souvisí s přítoky a prouděním (mění se jak konduktivita, tak redox, tak rozpuštěný kyslík, tak i nepatrně teplota přítoků).
- **Konduktivita** - v hloubkách 19,4 m a 24,7 m, kde se téměř skokově zvyšuje konduktivita (a tedy snižuje měrný el. odpor) vody ve vrtu z hodnoty 390 na 430 a poté na 500 μ S/cm. Jedná se o stejné hloubky, v jakých již byla zonalita vody pozorována při prvním měření před čištěním vrtu.
- **Teplota** vody se pohybuje kolem 9,9 °C, což odpovídá ročnímu období.
- **Index pH** poklesl z hodnoty 8,1 na hodnotu 7,0.
- **Oxidačně redukční potenciál** se oproti minulému měření razantně zvýšil z hodnoty kolem 130 mV na 390 mV (oxidační prostředí), což je trojnásobný nárůst. S tím souvisí i zvýšení saturace rozpuštěným kyslíkem ve vodě, což signalizuje intenzivnější pronikání svrchní (více okysličené) vody do prostoru vrtu. Bylo zaznamenáno drobné lokální maximum v hloubce 12,3 m, které indikuje netěsnost pažení v dané hloubce.
- **Hydrodynamické poměry ve vrtu** – Původně proudila voda ve vrtu z přítoků v hloubkách 19,2 m (slabší- průsak v místě netěsného spoje), 24,4 - 25,5 m, 29,3 m, 30,0-31,0 m, 62,5-67 m a 70 m. směrem dolů s vydatností 35 000 l/den. Po regeneraci se projevíly přítoky v hloubkách 12,8 m (nový v místě netěsného spoje), 19,9 m a 24,7 – 26,3 m, ze kterých voda proudí vertikálně směrem dolů s vydatností přibližně 16 000 l/den. Vrt opouští v úseku 62,7 m a 69,9 m. Proudění po regeneraci se tedy 2 x snížilo.
- **Čerpáním z vrtu o konstantní vydatnosti 0,56 l/s** ustáleného snížení hladiny o $dS=0,57$ m. Během minulého měření v roce 2018 bylo při srovnatelné vydatnosti čerpání (0,62 l/s) dosaženo snížení hladiny pouze o 0,19 m, vydatnost vrtu se tedy snížila. Ve vrtu přetrvává hydraulický zkrat.

6. MONITORING

Po ukončení regenerace byl proveden vzorkaři SČVK odběr vzorku na analýzu dle Vyhlášky MZd č. 252/2004 Sb. - krácený rozsah na pitnou vodu. Veškeré vzorky budou odebírány do předepsaných vzorkovnic akreditovaných laboratoří a po odběru uchovány do izotermických boxů a co nejdříve transportovány do laboratoří. Vzorky podzemní vody budou odebírány dle platné normy ISO SNT 75 7051 Část 2: Pokyny na techniku odběru vzorků a Část 11: Odběr vzorků podzemních vod.

Laboratorní analýzy budou prováděny v akreditované laboratoři SČVK podle standardních operačních postupů. Výsledky analýz jsou standardně archivovány v listinné a elektronické podobě jako „Protokol o zkouškách“ jednak v elektronickém archivu laboratoře a také v databázi řešitele projektu. Protokol o zkouškách je uveden v Příloze 5. Výsledky laboratorních analýz jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3: Výsledky laboratorních analýz z vrtu Park 2 porovnané s Vyhl. 254/2004

Stanovení	Jednotka	Limit dle Vyhlášky č. 256/2004 Sb.	Park 2
intestinální enterokoky	KTJ/100ml	0	0
Escherichia coli	KTJ/100ml	0	0
koliformní bakterie	KTJ/100ml	0	38
mikroskopický obraz - živé organismy	KTJ/ml	500	0
mikroskopický obraz - mrtvé organismy	KTJ/ml	100	0
mikroskopický obraz - počet organismů	KTJ/ml	-	0
mikroskopický obraz - abiosenton	KTJ/ml	-	1
teplota	°C	-	9,9
železo	mg/l	0,2	<0,05
mangan	mg/l	4	<0,020
barva	mg/l Pt	20	2
vápník	mg/l	40-80	70
hořčík	mg/l	20-30	23,6
vápník a hořčík	mmol/l	2-3,5	2,72
CHSK Mn	mg/l	3	<0,30
amonné ionty	mg/l	0,5	<0,05
dusičnany	mg/l	50	24,1
dusitany	mg/l	0,5	<0,01
pach vyšší	°	příjemný	příjemný
pH - reakce vody	-	6,5-9,5	7,3
sírany	mg/l	-	51,2
absorbance 254	-	-	0,01
KNK 4,5	nmol/l	-	4,15
konduktivita	mS/m	125	58,3
zákal	ZFn	5	3,5
hliník	mg/l	2	<0,05
CO ₂ agresivní	mg/l	-	5,7
CO ₂ volný	mg/l	-	29
chloridy	mg/l	100	23
KNK 8,3	nmol/l	-	0,66
fosforečnany	mg/l	-	0,48

Voda z vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2 nesplňuje limity stanovené vyhláškou č. 254/2004 Sb. v následujících parametech:

- koliformní bakterie – překračují 38x stanovený limit 0 KTJ/100 ml – domníváme se, že se jedná o sekundární kontaminaci způsobenou při odběru, protože ve vzorku nebyly zjištěny E. coli.
- ve sledované vodě jsou zvýšené koncentrace hořčíku, voda má vyšší tvrdost. Koncentrace těchto látek se pohybují v rozmezí stanoveného limitu Vyhlášky pro pitnou vodu.

- výše zmíněné koncentrace nijak neomezují využívání zdroje, protože před uvolněním do vodovodní sítě je voda upravována, aby splňovala limity stanovené vyhláškou.

7. ČERPACÍ ZKOUŠKY

Po ukončení regenerace byla na sledovaném vrtu provedena orientační čerpací zkouška (hydrodynamická zkouška – HDZ) k ověření vydatnosti v délce 3 hodin, která byla ukončena 30 minutovou stoupací zkouškou.

HDZ byla prováděna na 3 hydraulické, HPV byla měřena pomocí levelloggerů a hladinoměru, odečty čerpaného množství probíhaly na indukčním vodoměru na výtlačném potrubí, voda byla vypouštěna do odpadní kanalizace uvnitř jímky. K čerpání bylo použito čerpadlo provozovatele vrtu.

V následující tabulce jsou porovnány hodnoty specifických vydatností zjištěných během čerpacích zkoušek. Pro srovnání stavu před a po regeneraci jsou vhodné hodnoty získané během orientačních HDZ. Hodnoty specifických vydatností z roku 1967 odpovídají snížením HPV po dlouhodobém čerpání, kdy došlo při čerpání k ustálení hladiny podzemní vody.

Tabulka 4: Shrnující tabulka zjištěných vydatností a snížení během čerpacích zkoušek provedených na vrtu

HDZ	Délka	HPV - úvod	HPV - konec	Q	s	q
	hod	m od zhlaví	m od zhlaví	l/s	m	l/s/m
1967	48	7,3	42	0,5	34,7	0,01
1967	24	2,95	48,5	1,16	45,55	0,03
1967	24	6,8	38,5	1,23	31,7	0,04
1967	28	6,7	28,2	8,47	21,5	0,39
1967	5 dní	4,35	20	5,4	15,65	0,35
1967	15 dní	4,35	28	6,66	23,65	0,28
19. 03. 2019	3	5,82	13,55	5	7,73	0,65
26. 03. 2021	3	5,97	14	5	8,03	0,62
20. 07. 2021	3	6,08	13,17	5	7,09	0,71
16. 08. 2021	3	6,2	13,73	5	7,53	0,66
karotáž 2018	do ustálení			0,62	0,19	3,26
karotáž 2021	do ustálení			0,56	0,57	0,98

Z tabulky je patrné, že specifické vydatnosti z orientačních HDZ z roku 2019 i z roku 2021 jsou prakticky shodné. Vyvozovat z těchto zjištění jasné závěry nelze. Lze pouze konstatovat, že z tohoto hlediska zůstala vydatnost vrtu nezměněna a z vrtu lze spolehlivě provozně čerpat 5 l/s. Výsledky čerpacích zkoušek v rámci karotážního měření ukazují na postupně se zhoršující specifickou vydatnost vrtu, která se oproti roku 2018 zhoršila cca třikrát. Čerpací zkouška z roku 2019 a tři čerpací zkoušky v roce 2021 však ukazují prakticky shodné hydraulické parametry. To naznačuje, že buď ke změnám ve vrtu došlo mezi roky 2018 a 2019, nebo na další vlivy, které však nelze postihnout při vyšší intenzitě čerpání.

8. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Společnost PWT s. r. o. předkládá závěrečnou zprávu „**Regenerace vodárenského vrtu Lomnice nad Popelkou Park 2**“. Zpráva zhodnocuje provedené práce a předkládá návrh dalších opatření. Z výsledků zprávy vyplývají následující závěry a doporučení:

- vrt Lomnice n. P. Park 2 byl mechanicky a hydraulicky regenerován

- z optického hlediska je znát zlepšení stavu stěn ocelové pažnice, na stěnách ubylo nárůstů a usazeného sedimentu, větší procento perforačních otvorů je bez usazeného sedimentu
- vnitřní průměr vrtu se po odstranění inkrustací ze stěny pažnice zvýšil v průměru o 11 mm.
- v hloubce 12,8 m byl zjištěn netěsný pažnicový spoj, přes který přitéká voda do vrtu (nový slabý přítok). V současné době jsou tedy ve vrtu 2 netěsné spoje v hloubkách 12,8 m a 19,2 m.
- oproti minulému měření bylo zjištěno, že se zvýšila hustota materiálu v zapažnicovém prostoru. To bylo zřejmě způsobeno lepším kontaktem sondy se stěnou vrtu po úspěšném odstranění nárůstů na stěně pažnice, protože tato skutečnost byla zaznamenána v celém profilu vrtu. Možné je i vysvětlení, že ke zhuštění zapažnicového materiálu došlo vlivem akustických rázů během čištění vrtu. Protože bylo ultrazvukové čištění použito pouze v perforovaném úseku a zvýšení hustoty se projevilo i v jiných částech vrtu (v celém profilu), tuto možnost spíše vylučujeme.
- po regeneraci se projeví všechny původní přítoky a jeden nový z místa netěsného spoje v hloubce 12,8. Z těchto přítoků voda proudí vertikálně směrem dolů s vydatností přibližně 16 000 l/den, to je o polovinu méně než v roce 2018 (35 000 l/den). Tento stav lze vysvětlit různě. Je pravděpodobné, že během posledních 2 let, kdy byl vyšší srážkový úhrn, došlo k naplnění spodního permského kolektoru a tím pádem se snížilo přetékání z vyššího kvartérního kolektoru. Na čerpacích zkouškách prováděných v pravidelném režimu však ke změnám nedošlo a specifické vydatnosti vrtu zůstaly prakticky nezměněny.
- výsledky provedených čerpacích zkoušek během regenerace a na jaře roku 2021 a 2019 ukazují, že ke změně vydatnosti vrtu nedošlo. Snížení bylo při jarních čerpacích zkouškách vyšší než během letních měření během regenerace. Specifické vydatnosti se lišili pouze v setinách l/s/m. Z hlediska provozního je patrné, že k výrazným změnám ve vydatnosti vrtu nedošlo.
- voda splňuje limity stanovené vyhláškou č. 254/2004 Sb. a je vhodná pro pitné účely
- doporučujeme nadále z vrtu odebírat provozně 5 l/s. Ke zvážení stojí úprava umístění čerpadla ve vrtu. V současnosti je ve vrtu výtlačné potrubí v délce 30 m plus čerpadlo dlouhé cca 2 m. To znamená, že čerpací souprava je ukončena v hloubce cca 32 m a čerpání probíhá v perforovaném intervalu vrtu. Doporučujeme hloubku zapuštění čerpadla upravit buď:
 - na hloubkový interval 60,5 m – 64 m od zhlaví
 - na hloubkový interval do 24 m od zhlaví. V tomto případě by bylo nutné ověřit dosah snížení ve vrtu při čerpání v délce alespoň 24 hodin. (dle sdělení provozu čerpá vrt souvisle maximálně 10 hodin).

V Liberci dne 31. 8. 2021

9. LITERATURA

- Demek J. (2006): Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny, Academia Praha
- Quitt, E. (1971) Klimatické oblasti Československa, Academia Praha
- Herčík a kol. (1999): Hydrogeologie České křídové pánve, ČGU Praha
- Krásný J. et al. (2011): Podzemní vody České republiky, Academia
- Krásný J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. – Geol. Průzk.
- Mísař Z. a kol. (1983): Geologie ČSSR I – Český masiv, SPN Praha
- Čapek A. (1967): Zhodnocení hydrogeologického průzkumu I. etapy v Lomnici nad Popelkou, Vodní Zdroje n. p.
- Vlček V. (1984): Vodní toky a nádrže, Academia Praha
- Geologická mapa ČR 1 : 50 000 – list 03-43 Jičín, ČGÚ Praha
- Hydrogeologická mapa ČR 1 : 50 000 – list 03-43 Jičín, ČGÚ Praha
- Vodohospodářská mapa ČR 1 : 50 000 – list 03-43 Jičín, ČÚGK Praha

Podklady z internetu:

Hydrogeologický informační systém VÚV T. G. M.	http://heis.vuv.cz/
Portál veřejné zprávy	http://geoportal.gov.cz/
Česká Geologická Služba – Geofond	http://www.geology.cz/
Český hydrometeorologický ústav	http://www.chmu.cz
Mapový server	http://www.mapy.cz
Katastr nemovitostí	http://nahlizenidokn.cuzk.cz