

Město Nové Město na Moravě, bazén – vodní zdroj Závěrečná zpráva o výsledcích hydrogeologického průzkumu

Číslo zakázky:

29/13

Objednatel:

Město Nové Město na Moravě
Vratislavovo nám. 103
592 31 Nové Město na Moravě

Zhotovitel:

ENVIREX, spol. s r.o.
Petrovická 861
592 31 Nové Město na Moravě

Vypracoval:

Ing. Jiří Zielina

Odpovědný řešitel:

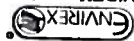
RNDr. Ladislav Pokorný

Datum:

únor 2013

Výtisk čís.:

2



ENVIREX, spol. s r.o.

Petrovická 861

592 31 Nové Město na Moravě

tel./fax: 566 616 737, 566 616 970

DIC: CZ47914700

Obsah:

1.	Úvod	2
2.	Stručná charakteristika přírodních poměrů širšího okolí	2
2.1.	Geologické a hydrogeologické poměry	3
3.	Provedené práce v rámci podrobného hydrogeologického průzkumu	4
3.1.	Vrtné práce	5
3.2.	Hydrodynamické zkoušky	6
3.3.	Odběr a analýza vzorku podzemní vody	7
3.4.	Geologické práce, dokumentace, inženýring	7
4.	Vyhodnocení geologického průzkumu	7
4.1.	Geologická dokumentace vrtu	7
4.2.	Vyhodnocení hydraulických vlastností kolektoru	8
4.3.	Vyhodnocení výsledků laboratorních analýz odebraných vzorků vody	9
5.	Zabezpečení vrtu	12
6.	Závěr	13

Rozdělovník:

Výtisk č. 1–4:	objednatel – Město Nové Město na Mor., Vratislavovo nám. 103, 592 31 Nové Město na Moravě
Výtisk č. 5:	zhotovitel – ENVIREX, spol. s r.o., Nové Město na Moravě
Výtisk č. 6:	Česká geologická služba – GEOFOND, Praha

objednatel:..... Město Nové Město na Mor., Vratislavovo nám. 103,
592 31 Nové Město na Moravě
odpovědný zástupce: ...Michal Šmarda, starosta města
kontaktní osoba:..... ing. Dana Wurzelová, tel. 724 984 857
IC:.....00294900
DIC:.....CZ 00294900
archivace:pcjz:/c/dok/jz/HGP/2013/NMNM-bazén.doc

1. Úvod

Předkládané výsledky hydrogeologického průzkumu na lokalitě v *k.ú. Nové Město na Moravě, p.č. 1188/3*, hodnotí zdroj podzemní vody, který má sloužit pro doplňování vody pro technologii a pro sociální zázemí projektovaného bazénu v Novém Městě na Moravě. Hydrogeologický průzkum je zaměřen na ověření hlubších zdrojů v puklinové propustném podloží, které lze podchyťtí jímacím hydrogeologickým vrtem.

Zájmový prostor pro vrtné práce byl vymezen tak, aby zdroj podzemní vody byl v přijatelné vzdálenosti od budoucího objektu bazénu, aby vyhovoval po pozemkové stránce a rovněž po stránce budoucího výhledu na zástavěnost areálu.

Výchovními podklady HG průzkumu bylo geofyzikální měření, zpracované společností ENVIREX s.r.o. Nové Město na Moravě. Tyto práce proběhly v lednu r. 2013 a jejich výsledkem byla lokalizace průzkumného hydrogeologického vrtu. Cílem geofyzikálního měření a podrobného HGP bylo nalezení a ověření vodního zdroje v areálu Novoměstské teplárenské a.s., Hornická 973, Nové Město na Moravě. Výsledky geofyzikálního měření jsou vyhodnoceny v samostatné kapitole.

2. Stručná charakteristika přírodních poměrů širšího okolí

Fyzickogeografické a klimatické poměry

Geomorfologická charakteristika lokality, zařazená podle geomorfologické klasifikace Demka a spol. (1987), je lokalita řazena do níže uvedených geomorfologických jednotek.

Provincie:	Česká vysočina
Subprovincie:	Česko-moravská
Oblast:	IIC
Celek:	IIC-5
Podcelek:	IIC-5A
Okres:	IIC-5A-f

Novoměstská pahorkatina

Jedná se o pahorkatinu tvořenou rulami s pruhy amfibolitů a čočkami vápence. Zájmové území je situováno v jižní části Nového Města na Moravě v rovinnatém terénu nedaleko báze údolí Bezděčky. Nadmořská výška lokality se pohybuje okolo 590 m n. m. Nejvyšší bod Harusův kopec 741 m n. m.

Na podkladě morfologického členění řadíme okolní terén k typu pahorkatiněmu geneticky přináležející k erozně denudačnímu typu vrchoviny s vrásovo-zlomovou stavbou, komplikovanou přítomností intruzivních těles peritříe třebského plutonu. Reliéf je značnou měrou predisponován intenzitou migmatitizačních a metamorfických procesů, úzce spjatých s procesy hercynského plutonismu v Českém masivu.

Podle Quittovy klasifikace klimatických oblastí Československa (Quitt, 1971) lokalita ve východní části Zďaru nad Sázavou leží v *mírně teplé oblasti označené MT3*. Vyznačuje se krátkým létem, mírným až mírně chladným, suchým až mírně suchým. Přechodná období jsou normální až dlouhá, s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu je v zájmové oblasti 6 °C. Srážkový úhm za celý rok

v dlouhodobém průměru (1931–1960) činí 736 mm, v zimním období 289 mm a ve vegetačním období 447 mm (duben–září).

Hydrologická a hydrografická charakteristika

Zájmové území náleží do oblasti *chrdáně akumulační podzemních vod – CHOPAV a do chrdáně krajinné oblasti Žďárské vrchy – CHKO*. Je situováno na horním toku Bezděčky. Nachází se v poměrně rovinném terénu (převýšení cca 10 m) k bázi potoka. Číslo hydrologického pořadí *Bezděčky je 4-15-01-076*. Dílčí povodí zahrnuje plochu cca 13,331 km² s délkou údolí asi 6 km, povodí je spíše vějířovitého tvaru a je z 20 % zalesněno.

Na toku Bezděčky se nachází několik rybníků a v povodí několik pramenů, z nichž některé jsou pouze evidované, jiné pozorované a několik využívanych. Dále v katastru města je evidováno několik využívanych objektů podzemních vod, mezi nimi i studny, které v současnosti zásobují nejvýznamnější objekty.

Průměrný dlouhodobý roční podzemní specifický odtok v okolí vrtu odhadujeme na 2–3 l·s⁻¹·km⁻².

2.1. Geologické a hydrogeologické poměry

Z regionálně-geologického členění náleží širší okolí zájmové oblasti ke *strážeckému moldanubíku*, které tvoří SV okraj oblasti moldanubika a leží mezi přibyslavským zlomem a svrateckým a železnohorským krystalinikem, na jihu je omezeno třebíčským masivem. Skalní podloží je budováno řadou horninových typů pestré skupiny moldanubika. Hlavními horninami jsou biotitické až silimaniticko-biotitické parafy, na SV migmatizované. Nejvyšší migmatizace je při svratecké antiklinále. Tato zóna moldanubika je bohatá na vložky různých krystalických břidlic, z nichž nejvýznamnější jsou amfibolity, doprovázené konformně uloženými granulity, vápenci a erlány. Strážecké moldanubikum je rozděleno na dvě dílčí kry křídelským zlomem, probíhající v linii Bystřice nad Pernštejnem – Nové Město na Moravě – Poříčí. Litologicky se obě kry od sebe liší v četnosti a distribuci ultrabazitů. V část kry je charakterizována vyšší četností ultrabazitických těles (Misař et al., 1983). Parafy snadno větrají. Průměrná mocnost zvětralého povrchu je kolem 3 m; místy dosahuje značných hloubek. Zvětraliny mají převážně písčité charakter. Kvartérní sedimenty patří ke kvartéru pahorkatina a hor Českého masivu. Jedná se o svahové suť a svahové hlíny proměnlivé mocnosti na okrajích svahů, v zatrznutých údolích jsou to fluvialní sedimenty údolních teras, většínou hrubozrnné zahliněné a překryté povodňovými hlínami. Mocnost pokryvných útvarů závisí na morfologii území a petografickém složení hornin skalního podkladu.

Hydrogeologická charakteristika okolí lokality

Dle hydrogeologické raionizace náleží zájmové území do hydrologického *rajonu č. 6560 – krystalinikum v povodí Svatky*. Zvodňový systém je definován jako prostorový hydrologický celek a je disponován do prostředí hydrogeologického masivu krystalinika. Na základě typizace zvodňových systémů (Krásný, 1978, 1979a) je možno hydrogeologický masiv považovat za jednokolektorový zvodňový systém, kde se jediny regionálně rozšířeny kolektor nachází v zóně zvětralin a připovrchového rozpojení hornin. Mocnost tohoto kolektoru probíhajícího víceméně konformně s reliéfem terénu, nepřesahuje obvykle několik desítek

metru. Ve výrazně tektonicky zasažených územích s výskytem hydrogeologicky příznivých doprovodných fenoménů (otevřená puklinová pásma a zóny zejména v pevnostně odolnějších kvarcitických a adekvátních polohách) dochází k lokálnímu zvětšení jeho mocnosti. Propustnost a transmisivita uvedeného kolektoru závisí tedy různou měrou na petrografickém charakteru příslušných hornin, na jejich tektonickém postžení a v neposlední řadě na morfologické a hydrogeologické pozici.

Charakter proudění podzemních vod ve zkoumané oblasti závisí především na propustnosti kolektorů a jejich pozici vůči erozní bázi. Z hlediska významných rysů proudění podzemních vod lze v oblasti vylénit dvě zájmové zvodně – hydroaučický souvislé jednotné akumulace gravitační podzemní vody. Svrchní zvodně je vázána na již probíraný jednokolektorový hydrogeologický celek. Je charakteristická větší vlnou nebo jen mírně napjatou hladinou podzemní vody. K infiltraci dochází zpravidla v celé ploše rozšíření kolektoru, oběh vody je víceméně lokální avšak živý a k odvodnění dochází v úrovni nebo nad úrovní místní erozní báze.

Spodní zvodně vázané na tektoniku mají skutečně povodí odlišné od geografického. Sběrná oblast může sahát dále ve směru pokračování tektonika. Kolektory podzemní vody jsou zde vázány buď na zóny intenzivního rozpukání provázající hlavní tektonické švy nebo přímo na výplň dislokace. Hladina podzemní vody je větší mírně napjatá, infiltrace je větší omezená, v případě krystalinika především na tektonické zóny a puklinová pásma. Oběh podzemní vody bývá zpomaleny, je však většího horizontálního a vertikálního rozsahu. V terénních depresích procházejících příčně na tektoniku, může docházet k přítoku do svrchních zvodní nebo i přímému vývěru na povrch. Oběh hlubších podzemních vod vázaných na tektoniku, tvoří zčásti statické zásoby podzemní vody, již jsou dogmaticky doplňovány vodami svrchních zvodní a průsaky v širším rozvodí. Tento systém, vzhledem k přítomnosti určitých statických zásob je pravdělnější, bez náhlých výkyvů a reaguje na klimatické poměry opožděně.

3. Provedení práce v rámci podrobného hydrogeologického průzkumu

3.1. Geofyzikální průzkum

Práce geofyzikálního průzkumu proběhly v lednu r. 2013. Z hlediska požadované vydatnosti bylo nutné vytýpované území proměřit vhodnou geofyzikální metodou a na základě získaných výsledků lokalizovat místo nebo místa jímání vrtu. Přitom bylo žádoucí vřem zastihnout poruchovou nebo puklinovou zónu s rozsáhlým drenážním účinkem (zasahující sousední mezipovodí) a možnými většími přítoky ve větších hloubkách.

Na lokalitě byla použita elektromagnetická metoda využívající pole navigačních a komunikačních vysílaček pracujících v pásmu velmi dlouhých vln (VDV, tj. 15–30 kHz). *Citem bylo lokalizovat výše zmíněnou poruchovou zónu.* Šíření EM vln je ovlivněno geologickou stavbou svrchní části zemské kůry, zvláště jejími geoelektrickými podmínkami, např. zvýšení vodivosti, snížení měrných odporů zvodnělého kolektorického prostředí. Na tomto principu je založen a velmi kvalitně vyvinut a propracován měřící systém švédské firmy *ABEM v modifikaci WADI VLF* Systém. S touto metodou má firma ENVIREX, spol. s r.o. v podmínkách krystalinika velmi dobré zkušenosti. Odpovídá tomu rozsáhlá databáze s výsledky geofyzikálního měření ověřených vrtými pracemi. Metoda tím získává na spolehlivosti a dostává se i na teoretické modely a výpočty, včetně semikvantitativní interpretace na výrazných anomáliích.

Vrtné práce proběhly ve dnech **16. I. 2013** pomocí vrtné soupravy **LVE-70**. V nesusoudržných zeminách bylo vrtáno jádrové průměrem **185 mm** s pracovním vystrojením – ocelové pažení 168 mm až na úroveň skalního podloží. Ve skalních horninách bylo vrtáno rotačně-přiklepovým způsobem ponorným pneukladivem osazeným roubíkovou korunou **Ø 146 mm**. Jímací vrt je trvale vystrojen **PVC zárubnicemi o Ø 125/3,0 mm** s atestem na pitnou vodu, v místech přítoku podzemní vody perforovanými. Mezikruží mezi pažnicemi a stěnou vrtu není obsypáno tříděným štěrkem a v prvních metrech mezikruží není provedena cementace. Nedovolují to parametry vrtu. Ústí vrtu je uzavřeno **ocelovým zhlavím** a chráněno **ocelovou ochrannou**. Popis a schéma výstroje vrtu je uveden v tabulce č. 1 a příloze č. 3.

3.2. Vrtné práce

Abyste detekce anomálie byla co nejvýraznější, je nutno volit profily přibližně kolmo na předpokládany průběh zvodnělých zón (strmě uložených vodičů), aby pole emitované vysílačem bylo pokud možno ve směru protažení vodičů.

Anomálie, kterou pomocí metody VLF detekujeme, musí být stmá zvodnělá struktura s rozsáhlými příčnými průřezy a nízkým měrným odporem. Přístroj WADI zaznamenává poměr (v %) moci vertikálních a horizontálních polí v horninovém prostředí. Měří hodnoty parametrů elipsy polarizace, které označujeme jako R_e – reálnou a I_m – imaginární složku elipsy polarizace a uvádíme v %.

V lokálním vodiči se koncentrují proudy indukované v okolních horninách a jednak proměnným, magnetickým polem B_0 se v tělese indukuje vliv proudy, které kolem sebe generují sekundární magnetické pole (jejich orientace je ve srovnání s polem vysílače opačná). Sekundární magnetické pole B_s je v prostoru obecně orientováno a fázově opožděno za polem normálním. Jejich složením vzniká eliptický polarizovaný pole.

V této metodě se měří pouze magnetická část EM pole. Přítomnost vodičů tělesa indikuje vertikální složka magnetického pole B_z , která je v horizontálně zvrstveném (homogenním) prostředí nulová. Normální pole má pouze horizontální složku B_0 . K nejintenzivnějším anomáliím dochází tehdy, je-li vodič deskovitě těleso orientováno kolmo k normálnímu magnetickému poli B_0 a rovnoběžně s polem E_0 (hovoříme o E-polarizaci – s protažením tělesa je paralelní elektromagnetické pole E_0).

Vlastní přístroj obsahuje anténu, display, počítač. Vysílače VLF působí na stanovištích rozmístěných po celém světě. Sestává se ze svislého kabelu dlouhého několik stovek metrů, který emituje silný (300–1 000 kW) signál. Pole emitované z takové antény je horizontální a magnetické siločáry (které využíváme) tvoří soustředné kružnice, které se vlní směrem od vysílače. V blízkosti vysílání antény se šíří radiačně. Pro povrch se šíří vzduchem a zemí, kde se vlna silně tlumí se vzrůstající vzdáleností díky energetickým ztrátám. Ve větších vzdálenostech od zdroje je pole v zemi syceno ze vzduchu, v němž jako v nevodivém prostředí nedochází ke tlumení. Jelikož jsou tyto vysílače ve velké vzdálenosti od povrchu vodičů poloprostoru (lokality), můžeme jeho pole aproximovat vertikálně dopadající rovinnou elektromagnetickou vlnou.

- hladinu měřenou od horního okraje pažnice (ZB) + 0,9 m nad terénem
- ustálena hladina ve vrtu před zahájením čerpání 2,64 m pod ZB (23.1. 2013)

Pozn.:

Deprese	Datum	Průtok [l/s]	Hladina [m]	- Snížení / + nástup [m]
I.	23.1.-20.2.	0,9	45,16	- 42,52
St. zk.	20.-21.2.	-	2,84	+ 42,32

Tabulka č. 2: Hydrodynamické zkoušky, vrt NM-1-13, r. 2013

- V průběhu čerpání byly sledovány a zaznamenávány:
- 1) hladina a průtok v čerpaném vrtu;
 - 2) klimatické vlivy, režim srážek;
 - 3) po ukončení čerpací zkoušky byl po dobu 1 dne měřen nástup hladiny na původní úroveň.

Vydatnost byla měřena objemově do ocejchované nádoby o objemu 25 l. V průběhu čerpací zkoušky se jímána podzemní voda vypouštěla do vsaku.

Hloubku zapuštění sacího koše čerpadla (50 m) upřesnil řídící geolog dle výsledků HG průzkumu. V průběhu hydrodynamických zkoušek byly prováděny pravidelné záměry hladiny. Na začátku depresního snížení bylo měření adekvátně zahušeno. Úroveň hladiny byly zjišťovány automatickým záznamovým zařízením Data Logger a kontrolně i elektrokontaktním hladinoměrem G-50 s přesností na 1 cm.

Po dokončení vrtu byly k ověření hydraulických charakteristik kolektoru provedeny hydrodynamické zkoušky. Bylo nainstalováno čerpadlo k ověření vydatnosti vrtu. Čerpáno bylo metodikou ustáleného proudění v souladu s ČSN 73 6614. Čerpací zkouška byla koncipována jako *poloprovazní v délce 28 dní + stoupací zkouška 1 den*. Poloprovazní čerpací zkouška probíhala na *jednu depresi při zatížení zvodně průtokem $Q = 0,9$ l/s*. Důvodem byla snaha o otestování vrtu maximální vydatností při maximálním možném 2/3 snížení hladiny ve vrtu.

3.3. Hydrodynamické zkoušky

Průměr výstroje (mm)	Profilový vrtání		Výstroj ocel/PVC	Vrt NM-1-13
	interval [m]	Ø [mm]	interval [m]	
168	0,0-9,2	185	+0,9-9,2	ocel plná
125			0-16	PVC plná
125			16-20	PVC perfo
125			20-32	PVC plná
125			32-40	PVC perfo
125			40-52	PVC plná
125			52-56	PVC perfo
125			56-61	PVC plná

Tabulka č. 1: Výstroj vrtu NM-1-13

V hloubce okolo 5,5 m přechází deluvium v písčité eluvium. To je ulehle, zavhlí a vlhké, rezavě hnědošedé, opět s příměsí štěrku. Přechod deluvia a eluvia je neostřý. Eluvium zvolna přechází do zvětřelého rulového skalního podloží.

Deluvialní svahové sedimenty byly dokumentovány v intervalu 0,0–5,5 m a jsou zastoupeny měkkou až tuhou hlínou písčitou (F3), která je světle rezavě hnědá. Poměrně hojná je štěrkovitá příměs. a proterozoické skalní podloží.

Během vrtných prací byla prováděna makroskopická geologická dokumentace vrtné drtě. Vrt NM-1-13 zastihl ve svém profilu deluviofluviální sedimenty, zvětřelé eluvium

4.1. Geologická dokumentace vrtu

4. Vyhodnocení geologického průzkumu

Výsledky provedených vrtných prací, hydrodynamických zkoušek a rozborů podzemních vod jsou sumarizovány v předložené závěrečné zprávě. Součástí této zprávy je geologický a hydrogeologický profil vrtu, posouzení hydroaučických vlastností kolektorů, stanovení a využitelné, optimální a maximální vydatnosti zdroje, vyhodnocení laboratorních analýz a stanovení kvality vody ve vztahu k hydrodynamickým souvislostem území. *Závěrečná zpráva* po předání investorovi slouží jako podklad pro vodoprávní řízení a je současně *vyjádřením osoby s odbornou způsobilostí v oboru hydrogeologie ve smyslu § 9 zákona č. 254/2001 Sb. – o vodách.*

Výsledky provedených vrtných prací, hydrodynamických zkoušek a rozborů podzemních vod, které byly podrobeny odborné analýze v akreditované laboratorii. průběh a sled hydrodynamických zkoušek. V průběhu čerpací zkoušky provedla odběr vzorku instalací čerpadla, které slouží k ověření vydatnosti vrtu. Geologická služba řídila samotný zahájením hydrodynamických zkoušek geologická služba provedla režimní měření a zajistila hloubky navrhla vrtu a provedla záměr ustálené hladiny podzemní vody. Před záměry naražené hladiny podzemní vody. Po odvrtání hydrogeologického vrtu do konečné makroskopický popis vrtného profilu. Dále geologická služba v průběhu vrtání provedla řídila jejich průběh, odebrala vzorky hornin skalního podloží, na základě kterých provedla hydrogeologického vrtu. Ve fázi terénních prací řídila jejich sled. V průběhu vrtných prací dohodě s investorem vytyčila na základě geo fyzikálního měření umístění průzkumného geologická služba na základě zpracovaného projektu hydrogeologického průzkumu a po

3.5. Geologické práce, dokumentace

Vzorek podzemní vody byl odebrán v průběhu čerpání, dne 30. 1. 2013, při průtoku $Q = 0,9 \text{ l/s}$. Byl odebrán vzorek podzemní vody k *uplněmu fyzikálně-chemickému a mikrobiologickému vyšetření* dle zákona č. 252/2004 Sb., kterým se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly a stanovení *radiologických ukazatelů (OAR)*. Kvalita podzemní vody byla vyhodnocena dle *vyhlášky č. 252/2004 Sb. ve znění pozdějších úprav*. Laboratorní práce provedla akreditovaná *laboratoř ENVIREX s.r.o. Chotěboř, osvědčení CIA č. 476/2011.*

3.4. Odběr a analýza vzorku podzemní vody

K vyhodnocení hydrodynamických parametrů je možné vycházet z Dupuitových vzorců ustáleného přítoku do jímacího objektu pro tlakový rovinně radiální filtrační tok:

– Návosloví v hydrogeologii jako k_1).
 $k_f [m/s]$ a $koeficientem průtoku$ – $transmissivity T [m^2/s]$ (označován dle ČSN 73 6511
 Základní odporové charakteristiky zvodnělých kolektorů jsou udávány *koeficientem filtrace*

Hydraulické vlastnosti kolektorů

Obdržené výsledky jsou vcelku reprezentativní i z hlediska roční přítokové bilance. Čerpací zkouška probíhala v poměrně suchém zimním období za nízkého stavu sněhové pokrývky, těsně před doplněním stavu zásob podzemní vody. Zastižený zdroj je dostatečně vydatný, jímá *spodní puklinovou zvodň*, kde eventuelní výkyvy hladin v závislosti na počasí tolik nehrcozí a není obava ze snížení vydatnosti v průběhu roku. Současně však může do jisté míry vyvolat i *mělkou svrchní zvodň*, což ostatně dokumentuje mírný nástup hladiny z 30.1. 2013, čerpací zkoušky.

Z výsledků poloprovazní čerpací zkoušky bylo ověřeno *využitelné množství podzemní vody 0,9 l/s (asi 77,8 m³/den)* – 1. deprese. Z charakteru čerpací zkoušky vyvozujeme, že se zároveň jedná o *maximální vydatnost* zdroje.

Grafické vyhodnocení průběhu hydrodynamických zkoušek uvádíme v příloze č. 5.

vyznaný podíl na celkové vydatnosti vrtu.
 poměrech a dává uspokojivé vyhlídky i do budoucna. Prokázalo se, že statické zásoby nemají několikadenní pomalý nástup hladiny k původní úrovni. To svědčí o dobrých přítokových téměř na původní klidovou hladinu. Poté se nástup hladiny začíná zpomalovat a následuje až rychlý cca jednodenní nástup hladiny, kdy hladina ve vrtu nastoupala z *45,16 na 2,84 m*, tzn Po ukončení čerpací zkoušky následovala *stoupací zkouška*. Po vypnutí čerpadla následoval

45,16 m pod ZB. Celkové snížení hladiny ve vrtu činilo *42,52 m*.
 zkouška byla ukončena po 28 dnech čerpání, dne *20. 2. 2013*, při zaklesnutí hladiny na úroveň kolísala okolo hodnoty 45 m pod ZB – viz graf čerpací zkoušky. Poloprovazní čerpací vydatnosti bez vyznamněného podílu statických zásob. Na konci čerpací zkoušky hladina mírně jednom dni, kdy hladiny poklesla na úroveň *47,84 m*. Vrt se vyznačoval poměrně vysokou Čerpané množství činilo v průměru *0,9 l/s*. Ustáleného stavu čerpání se podařilo dosáhnout po Čerpáno bylo po dobu 28 dnů metodikou *ustáleného čerpání* na jedno depresní snížení. Po provedení vrtu NM-1-13 byla dne *23. 1. 2013* zahájena *poloprovazní čerpací zkouška*.

4.2. Vyhodnocení hydraulických vlastností kolektorů

První přítok do vrtu byl zaznamenan již v hloubce 3,8 m v kvartérmích sedimentech.
 popisovány nejvyšší přítoky podzemní vody do vrtu.
 Hornina je zde postižena intenzivními zvětvávacími a alteračními procesy. Byly zde zvýšené míře podzemní voda. Tyto zóny byly zastiženy zejména v hloubce 19–20 a 34–36 m. intervalů byla sledována pásma intenzivního rozpukání horniny, kterými cirkuluje ve Z regionálně geologického hlediska náleží horniny do strážeckého moldanubika. V několika silně zvětrané a rozpukané, později navětrané a zdravé. Jsou slabě foliované, tmavě šedé barvy. stáří. Hornina je zastoupena jerně až středně zrnitými parafinami, které jsou zpočátku dosti Skalni podloží bylo dokumentováno od hloubky *7,5 m*. Tvrdí je metamorfity protorozického

V průběhu čerpání na jediné depresi byl dne 30.1. 2013 odebrán vzorek podzemní vody, jež byl podroben laboratorní analýze v rozsahu *úplného* fyzikálně-chemického a bakteriologického rozboru a stanovení OAR. Výsledky laboratorních analýz z odebraných vzorků vody byly porovnány s limitními hodnotami stanovenými ve vyhlášce č. 187/2005,

4.3. Vyhodnocení výsledků laboratorních analýz odebraných vzorků vody

Dle vypočtených hodnot činní poloměr ovlivnění asi $R = 184 \text{ m}$, při čerpání vydatnosti $Q = 0,9 \text{ l/s}$ a snížení hladiny $s = 42,52 \text{ m}$. Nutno dodat, že v puklinové propustném prostředí se šíří dosah deprese přednostně po zónách s drobnou tektonikou a může tak nabývat značně nepravidelých tvarů. Jako určující *průběh proudění podzemních vod a šíření ovlivnění* v lokalitě považujeme směr paralelní s tokem Bezděčky, tj. *od SV k JZ*. Koryto toku Bezděčky do jisté míry vytváří přirozenou bariéru pro šíření dosahu ovlivnění.

Vypočtené hodnoty: $R_{SI} = 242 \text{ m}$
 $R_{KU} = 127 \text{ m}$
 $\emptyset R = 184 \text{ m}$

Kurilenkův: $R_{KU} = 650 \cdot \sqrt{\tilde{Q} \cdot s}$

Sichardův: $R_{SI} = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f} \text{ [m]}$

Na základě znalosti koeficientu filtrace k_f byl pro snížení ve vrtu ($s = 42,52 \text{ m}$) spočítán poloměr dosahu depresního kužele R. Byly použity vztahy:

dosítl slabě propustné → *třída propustnosti V*.

Na základě Jeteľovy (1982) klasifikace propustnosti hornin označujeme tyto horniny jako:

$$k_f = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$T = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

Vypočítané hodnoty *koeficientu filtrace a transmisivity* ve zvodnělém puklinové propustném prostředí v okolí vrtu NM-1-13 jsou:

kde m je mocnost kolektoru – předpokládána

$$T = m \cdot k_f$$

V případě, že známe čerpané množství Q , můžeme z tohoto vztahu vypočítat koeficient filtrace k_f a následně i koeficient transmisivity T dle vzorce:

$$k_f = \frac{0,366 \cdot \tilde{Q} \cdot (H - h_0)}{m \cdot (\log R - \log r)}$$

Q čerpaná vydatnost

H výška vodního sloupce při ustálené hladině p.v.

h_0 výška vodního sloupce při dynamické hladině p.v.

r poloměr vrtu

R poloměr ovlivnění

kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Analýzy byly provedeny v akreditované laboratoři ENVIREX spol. s r.o. Choťebor, která je držitelem Osvědčení o akreditaci ČIA č. 476/2011. Výsledky provedené analýzy uvádíme v následující tabulce. Překročení stanovených limitů je zvýrazněno tučně.

Tab.č. 3: Výsledky laboratorních analýz – fyzikálně chemické ukazatele a toxické kovy

Ukazatel	Jedn.	30.1.2013	187/2005 Sb.
Kyselost – pH	-	6,6	6,5 - 9,5 MH
Chem.sp.kysl. CHSK _{Mn}	mg/l	0,66	3,0 MH
Zákal	ZF	< 1,00	5 MH
Pach	-	žádný	přijatelný
Barva	mg Pt/l	< 2	20 MH
Obsah dusičnanů NO ₃ ⁻	mg/l	22,8	50 NMH
Obsah dusitanů NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,02	0,50 NMH
Obsah amon. iontů NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	0,50 MH
Obsah chloridů Cl ⁻	mg/l	30,0	100 MH
Obsah fluoridů F ⁻	mg/l	0,39	1,5 NMH
Obsah síranů SO ₄ ²⁻	mg/l	96,5	250 MH
Obsah bromičnanů	µg/l	< 3,00	10 NMH
Celkový obsah vápníku(Ca)	mg/l	34,7	nad 30 DH
Celkový obsah hořčíku(Mg)	mg/l	6,40	nad 10 DH
Celkový obsah železa (Fe)	mg/l	0,09	0,20 MH
Celkový obsah manganu(Mn)	mg/l	0,87	0,050 MH
Celkový obsah hliníku (Al)	mg/l	< 0,05	0,20 MH
Celkový obsah sodíku (Na)	mg/l	20,7	200 MH
Chut'	mg/l	nestanoven	přijatelná
Tvrdoost trvalá	mmol/l	1,20	-
Vodivost	mS/m	40,8	125 MH
Volný chlor	mg/l	< 0,03	0,30 MH
Kyanidy celkové	mg/l	< 0,005	0,050 NMH
Celkový obsah mědi (Cu)	µg/l	< 10,0	1000 NMH
Celkový obsah niklu (Ni)	µg/l	4,00	20 NMH
Celkový obsah olova (Pb)	µg/l	< 5,00	10 NMH
Celkový obsah kadmia (Cd)	µg/l	0,60	5,00 NMH
Celkový obsah chromu (Cr)	µg/l	2,50	50 NMH
Celkový obsah arsenu (As)	µg/l	4,70	10 NMH
Celkový obsah rtuti (Hg)	µg/l	< 0,25	1,00 NMH
Celkový obsah selenu (Se)	µg/l	< 0,50	10 NMH
Celk. obsah antimonu (Sb)	µg/l	4,30	5,00 NMH
Celkový obsah stříbra (Ag)	µg/l	< 0,50	50
Celkový obsah bóru (B)	µg/l	< 0,10	1,0 NMH
Celkový obsah berylia (Be)	µg/l	0,12	2,0 NMH

Pozn.: MH – mezní hodnota – hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejích přirozených součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot.
 NMH – nejvyšší mezní hodnota – hodnota zdravotně závazného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné
 DH – doporučená hodnota
 KTJ – kolonii tvořící jednotka
 SH – směrná hodnota
 MH *) – mezní hodnota objemových aktivit, při jejíchž překročení se voda nesmí dodávat

Ukazatel	Jedn.	30.1.2013	Vyh.č.499/2005 SÚJB
Objem. aktivita radonu	Bq/l	52	50(SH) a 300 (MH)*
Objemová aktivita α	Bq/l	< 0,038	0,20
Objemová aktivita β	Bq/l	0,079	0,50

Tab.č. 6: Výsledky laboratorních analýz – radiologické ukazatele (OAR)

Ukazatel	Jedn.	30.1.2013	187/2005 Sb.
Chlorované uhlovodíky			
1,2-Dichlorethan	µg/l	< 0,30	3,00 NMH
Trichlorethen	µg/l	7,27	10 NMH
Tetrachlorethen	µg/l	3,15	10 NMH
Trichlormethan	µg/l	< 3,00	30 MH
Trihalometany	µg/l	< 10,00	100 NMH
BTX			
Benzen	µg/l	< 0,25	1,00 NMH
PAU(Σuhlovodíků)	µg/l	< 0,020	0,10 NMH
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,005	0,010 NMH
Pesticidní látky			
HCB	µg/l	< 0,025	-
Lindan	µg/l	< 0,025	-
Hepachlor	µg/l	< 0,025	-
p,p' - DDT	µg/l	< 0,025	-
Methoxychlor	µg/l	< 0,025	-

Tab.č. 5: Výsledky laboratorních analýz – organické ukazatele

Ukazatel	Jedn.	30.1.2013	187/2005 Sb.
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	0NMH
Kořiformní bakterie	KTJ/100 ml	4	0 NMH
Enterokoky	KTJ/ml	1	0 NMH
Psychrofil. bakterie	KTJ/ml	160	200 MH
Mezofilní bakterie	KTJ/ml	82	20 MH
Abioseston	%	1	10 MH
Zivé organismy	počet/ml	0	0 MH
Mrtvé organismy	počet/ml	0	50 MH

Tab.č. 4: Výsledky laboratorních analýz – bakteriologické ukazatele

Vyhodnocení:

- Mezní hodnota MH byla *překročena v koncentraci Min a mezofilních bakterií*.
- Nejvyšší mezní hodnota NMH byla *překročena v koncentraci koli bakterií a enterokoků*.
- Koncentrace *radonu překračuje limit směrné hodnoty* (SH) dle vyhlášky č. 499/2005 Sb.

Výsledky laboratorní analýzy z odebraného vzorku pitné vody byly porovnány s limitními hodnotami stanovenými ve *vyhlášce č. 187/2005*, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Z výsledků je zřejmé, že vrtem jsou jímány prosté podzemní vody, slabě kyselé reakce, Ca-SO₄ typu. Voda je čirá bez zákalu, zápachu a chuti. Podíl nitrifikátů je zanedbatelný.

Z hlediska kvality byl zastižen zdroj podzemní vody, který lze v tomto ohledu doporučit k dalšímu využití. Sledované fyzikálně-chemické ukazatele splňují limity citované vyhlášky (*minimo manganu*) a mnohdy jsou jejich obsahy pod hranici detekce použité analytické metody. Byl zjištěn *pozitivní bakteriologický nález*, který lze upravit desinfekcí vrtu. Podzemní voda *mírně překračuje směrnou hodnotu objemové aktivity radonu* (52 Bq/l).

Upozorňujeme na jisté *indikace chlorovaných uhlovodíků* (trichlorethen, tetrachlorethen). Tyto látky jsou v mezích normy, ale jejich obsahy by mohly něco naznačovat.

Před uvedením vrtu do provozu doporučujeme rozbor opakovat alespoň v rozsahu krácený a bakteriologický rozbor, event. chlorované uhlovodíky. Rozhodnutí o zařazení zdroje náleží v konečné fázi orgánům hygienické služby a StÚJB Praha.

5. Zabezpečení vrtu

Pro stále využívání hydrogeologického jímáčního vrtu jako zdroje vody pro hromadné zásobování, se tyto objekty hygienicky zabezpečují stanovením ochranného pásma vodního zdroje (OPVZ). Funkci a okolnosti provozování ochranných pásam upravuje zákon č. 254/2001 Sb., díl 3 Ochrana vodních zdrojů, § 30. Samotný rozsah ochranných pásam stanoví příslušný vodoprávní úřad. Dle citovaného zákona se stanovují ochranná pásma pro zdroje s průměrným odběrem více než 10 000 m³ za rok. Vyžadují-li to závažné okolnosti, může vodoprávní úřad stanovit ochranná pásma i pro vodní zdroje s nižší kapacitou.

Při stanovení pásam hygienické ochrany se posuzují a zohledňují základní faktory určující rozsah a způsob využití OPVZ, mezi něž patří zejména hydrogeologické, hydrologické, meteorologické, klimatické poměry, morfologie území, pedologické podmínky, zdroje znečištění, kvalita vodních zdrojů, apod.

V daném případě *nebude OPVZ navrženo*, poněvadž to neumožňují místní podmínky a samotné situování vrtu v areálu Novoměstské teplárenské a.s. Nebude se jednat o zdroj hromadného zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Bude však nutné *zabezpečit ústí vrtu skružemi* zapuštěnými do nezámrzné hloubky (min. 1,5 p.t) a vyvedené min. 1,5 m nad okolní terén (kvůli možnosti záplav) a zakrytí betonovým poklopem (v souladu s ČSN 73 6615 – jímání podzemní vody a ČSN 75 5115 – Study individualního zásobování vodou).

6. Závěr

Hydrogeologickým průzkumem byl v zájmovém území nalezen a ověřen zdroj podzemní vody. Využitelná vydatnost jímáního objektu ověřena poloprovozní čerpací zkouškou je $Q_{\text{expl}} = 0,9 \text{ l/s}$ (asi $78 \text{ m}^3/\text{den}$), přičemž se zároveň jedná o *maximální vydatnost zdroje*. Vodní zdroj je podchyten pomocí 61 m hlubokého průzkumného hydrogeologického vrtu NM-1-13. Vrt je vystrojen PVC pažnicemi o průměru $125/3,0 \text{ mm}$ s atestem na pitnou vodu, bez obsypu a těsnění mezikruží. Ústí je chráněno ocelovou ochrannou s uzávěrem.

Při respektování maximálního odebraného množství do cca $0,8$ až $0,9 \text{ l/s}$ by ještě nemělo docházet k nežádoucímu překračování kritických vtokových rychlostí, podstatnému snížení hladiny (o více jak $2/3$ vodního sloupce) a nadměrnému pískování a zanášení filtru, což se pochopitelně projeví na životnosti vrtu.

Podzemní voda vykazuje v zásadě velmi dobrou kvalitu. Základní fyzikálně-chemické parametry podzemní vody mimo mangan vyhovují Vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 187/2005 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Bakteriologický rozbor byl pozitivní, doporučujeme jednorázovou dezinfekci vrtu.

S ohledem na *pozitivní kvalitativní i kvantitativní výsledky* hydrogeologického průzkumu při zřizování vlastního zdroje podzemní vody *doporučujeme následující postup*:

- Pokud se bude uvažovat o trvalém využívání zdroje, doporučujeme v zájmu dlouhodobého a bezpečného provozu průzkumný HG vrt rozšířit (výstroj PVC 160 mm s obsypem a těsněním) a prohloubit na konečnou hloubku 80 m, tak aby splňoval veškeré nároky na jímání objektu podzemní vody.
- Kvalitu podzemní vody doporučujeme sledovat v pravidelných intervalech dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb. ve znění pozdějšího zákona č. 187/2005 Sb., kterou jsou stanoveny požadavky na pitnou vodu;
- Ústí vrtu posléze upravit dle odborného stavebního projektu tak, aby splňovalo náležitosti vrtané studny jako zdroje podzemní vody (ČSN 73 6615 a 75 5115);
- Vzhledem ke kvalitě a vydatnosti zdroje, doporučujeme jej k dalšímu využití.