

Geotermální vrty pro tepelné čerpadlo typu země x voda, na par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město

Hydrogeologický posouzení lokality, Odborné posouzení záměru na odtokové poměry

(Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí dle §9 zákona č. 254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů)

Stupeň přípravy: Podklad pro žádost o udělení souhlasu dle §17 vodního zákona

Zadavatel: EMBRA Drilling a.s.

Posudek vypracoval: Mgr. Martin Šrámek

Květen 2026

OBSAH TEXTOVÉ ČÁSTI

strana:

1.	TITULNÍ LIST	2
2.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
2.1.	Cíl prací	3
2.2.	Přírodní poměry lokality	3
2.2.1.	Geomorfologické, klimatologické a hydrologické poměry lokality	3
2.2.2.	Geologické a hydrogeologické poměry lokality	4
2.2.3.	Režim ochrany lokality	7
2.3.	Dosavadní průzkumné práce v blízkém okolí lokality	7
2.4.	Terénní rekognoskace a okolní vodní zdroje	7
3.	PROJEKT VRTNÝCH PRACÍ	7
3.1.	Vrtné práce	8
3.2.	Specifikace strojů a zařízení pro vrtné práce	9
3.3.	Identifikace provozovatele vrtných prací	9
3.4.	Geologická služba	10
3.4.1.	Doplňkový hydrogeologický průzkum	10
3.5.	Příprava pracoviště, řešení dopravy a přívodu energií a likvidačních rekultivačních prací	10
3.6.	Bezpečnost a ochrana zdraví	10
3.7.	Zabezpečení chráněných zájmů a omezení škod	10
4.	HYDROGEOLOGICKÉ POSOUZENÍ PROJEKTOVANÝCH PRACÍ	11
4.1.	Potenciálně ohrožené objekty a jiné střety zájmů	11
4.2.	Hodnocení možných rizik projektovaných prací a provozu vrtu pro tepelné čerpadlo	11
4.2.1.	Kolísání hladiny podzemní vody v důsledku vrtných prací	11
4.2.2.	Propojení kolektorů podzemní vody vrtnými pracemi	12
4.2.3.	Výron podzemní vody na povrch lokality	12
4.2.4.	Ovlivnění fyzikálních a chemických poměrů kolektorů	12
5.	NÁVRH LIKVIDACE VRTU	13
6.	ZABEZPEČENÍ PRACÍ, REGISTRACE A OHLÁŠENÍ	13
7.	ZÁVĚR	13
8.	SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ	15

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

příloha č.:

ORIENTAČNÍ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	1
KOORDINAČNÍ SITUACE ZÁJMOVÉ LOKALITY S OKOLNÍMI VODNÍMI ZDROJI	2
LEGENDA KE GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ MAPĚ OBLASTI	3

1. TITULNÍ LIST

Název úkolu: Geotermální vrty pro tepelné čerpadlo typu země x voda, na par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město

Hydrogeologický posouzení lokality, Odborné posouzení záměru na odtokové poměry

Číslo úkolu: 58_2026

Lokalita: městská čtvrť: Praha – Nové Město
městský obvod: Praha 2
kraj: Hl. m. Praha

Objednatel: EMBRA Drilling a.s.

Česká 184

664 31 Česká

IČO: 08028524

DIČ: CZ08028524

Zhotovitel: Mgr. Martin Šrámek

Na Zedníkové 167/2

Praha 8, 182 00

IČO: 067 688 31

e-mail: info@khs-sramek.cz

Tel: 733 602 063

Zpracoval: Mgr. Martin Šrámek

Odpovědný řešitel:

Mgr. Martin Šrámek
odpovědný řešitel
dle rozhodnutí MŽP ČR
č.j. ENV/2018/55838/1043



Datum: 05/2026

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Na základě vyzvání objednatelem, kterým je společnost EMBRA Drilling a.s., se sídlem Česká 184, 664 31 Česká, bylo provedeno hydrogeologické posouzení projektu technologických vrtů pro tepelné čerpadlo systému „země x voda“, včetně odborné posouzení záměru na odtokové poměry.

Hydrogeologické posouzení projektu technologických vrtů pro tepelné čerpadlo systému země x voda je zpracováno pro získání souhlasu dle § 17, odst. 1 g) zákona č. 254/2001 Sb. Hlubkové vrty systému „země x voda“ slouží pouze k získávání energetického potenciálu horninového prostředí a neslouží k jímání podzemní vody. Předložené vyjádření je zpracováno v souladu s vodním zákonem č. 254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů, geologickým zákonem č. 62/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů a v souladu s příslušnými vyhláškami a předpisy, dále v souladu s metodickým pokynem ČAH č. 2/2006 a Příručkou pro projektování, povolování a realizaci vrtů pro tepelná čerpadla systémů „země x voda“ a „voda x voda“ (ČAH, 2023).

2.1. Cíl prací

Stavebníkovým záměrem bude řešit částečné vytápění plánovaného realitního záměru tepelným čerpadlem typu země x voda s kolektorem v hlubinných vrtech na pozemku par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové město. Projekt navrhuje celkem 28 vrtů o hloubce á 400 m, přičemž 20 ks by mělo být pod základovou deskou objektu, 4 vrty v nezastavěné ploše zájmové parcely a 4 ks (ozn. N1-ext.) jako vrty náhradní.

Hloubení vrtu je proces, který může mít vliv na režim a kvalitu podzemních vod a vyžaduje proto posouzení hydrogeologa. Vzhledem k tomu, že se jedná o posouzení záměru, který by mohl být nepříznivým zásahem do přírodních podmínek, musí předkládané posouzení vycházet ze znalostí a následného zhodnocení přírodních poměrů zdejšího území, zejména geologických a hydrogeologických podmínek, které se po prostudování potřebných literárních a archivních podkladů a po provedení nezbytného terénního šetření jeví tak, jak je uvedeno v následujících kapitolách.

Zakázka je u zpracovatele evidována pod číslem 58_2026.

2.2. Přírodní poměry lokality

2.2.1. Geomorfologické, klimatologické a hydrologické poměry lokality

Lokalita se nachází v k.ú. Nové Město (kód 727 181 okres Hl. m. Praha), v zástavbě starších bytových domů se dvorky, v pražské čtvrti Nové Město, na Karlově náměstí, v areálu Všeobecné fakultní nemocnice v Praze – III. interní kliniky, ve vnitřním dvoru Novoměstské jezuitské koleje. Lokalita se nachází na p.č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město. Zájmový prostor je tedy vymezen vnitřním dvorem nemocnice. Nové Město je městská čtvrť a katastrální území Prahy na pravém břehu Vltavy. Staveniště je přístupné z obecní silnice.

Orientační mapa s lokalizací širšího zájmového území je součástí přílohy č. 1 a 2.

Geomorfologicky se zájmové území řadí do provincie Česká vysočina, Poberounská soustava, oblasti Brdská oblast, celku Pražská plošina, podcelku Říčanská tabule a okrsku Úvalská Plošina. Úvalská plošina je okrsek v sv. části Říčanské plošiny. Jedná se o plochou pahorkatinu převážně v povodí Vltavy, na SV Labe (Výmoly) o rozloze 174,30 km² rozprostírající se na staropaleozoických (převážně ordovických) prachovcích, jílovcích, břidlicích, drobách, pískovcích, křemencích, vzácně vápencích Barrandienu se zbytky cenomanských slepenců, pískovců a jílovců a pleistocenními říčními

štěrky a písky. Jedná se o rozčleněný erozně denudační povrch s charakteristickými strukturními hřbety a suky, zpravidla směru ZJZ-VSV, se staropleistocenními říčními terasami Vltavy. Zájmové území se nachází v mírném svahu k Z, ke Karlovu náměstí, svažítost terénu je možno nejlépe sledovat přímo v ulici U Nemocnice, vlastní parcely s obytnými domy byly zpravidla upravovány do terasových úrovní, což je i případ posuzované parcely. Terén je tu mírně svažitý, upravený do teras, s nadmořskou výškou okolo 212-218 m n.m.

Klimaticky náleží území do klimatického okrsku teplého, mírně suchého, okrsek T2. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 8-9,0 °C, průměrný roční úhrn srážek činí 500–600 mm.

Lokalita je odvodňována kmenovou stokou A, resp. řekou Vltavou. Zájmové území hydrologicky spadá do dílčího povodí Vltavy od Berounky po ústí a Labe od Vltavy po Ohři s č. dílčího hydrologického pořadí 1-12-02-0013-0-00; Správce povodí: Povodí Vltavy, státní podnik – závod Dolní Vltava.

2.2.2. Geologické a hydrogeologické poměry lokality

Z regionálně – geologického hlediska je zájmové území součástí paleozoika Barrandienu.

Po stránce geologické je zájmové území budováno horninami mladšího paleozoika ordovického stáří. **Jedná se o hustě slídnaté jemné břidlice se slabou prachovitou příměsí dobrotivského souvrství.** Tyto jemné břidlice jsou zpravidla svrchu zcela zvětralé, hlinitě rozpadavé, v mocnosti několika málo decimetrů. Ve zvětralém stavu jsou břidlice šedohnědé, v čerstvém stavu temně šedé. Vyznačují se střípkovitým rozpadem, velkou hustotou diskontinuit. V zájmovém území se jejich povrch, podle listu D – mapa mocností pokryvných útvarů, vyskytuje v hloubkovém intervalu od 4,0 do 10 m pod terénem, s většinovým průměrem okolo 4,0 – 6,0 m p.t., přičemž mocnost kvartérních sedimentů se zvyšuje od JV k SZ. Směr vrstev je udáván severovýchod – jihozápad, směr sklonu souvrství je k jihovýchodu, sklon 35 až 40°. **Nadložní řevnické křemence libeňského souvrství vystupují v pruhu JZ -SV dle podrobné inženýrskogeologické mapy Prahy v JV cípu zájmové parcely – staveniště. Jedná se o deskovité až lavicovité křemence,** místy s břidlicovými vložkami. Směr sklonu souvrství je k jihovýchodu, sklon 60 až 70°.

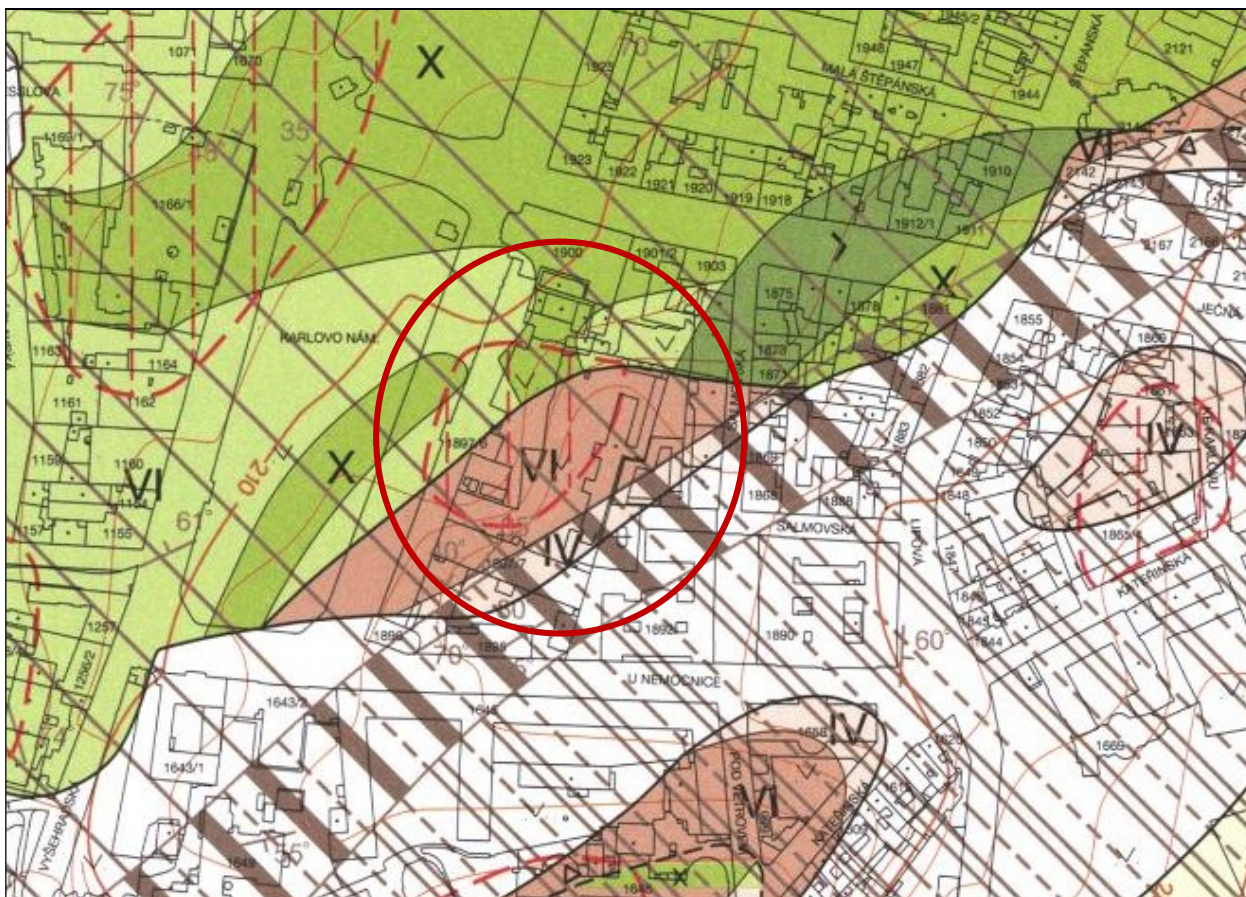
S ohledem na projektovanou hloubku vrtů (400 m) nelze s ohledem na pánevní vývoj Pražské pánve a tektonickému postižení vyloučit v bazální části vrtu zastížení **šareckého souvrství, které je charakteristické rozšířením tmavě šedých jílových a jemně slídnatých prachovitých břidlic.**

Kvartérní sedimenty na zájmovém pozemku a v jeho blízkém okolí jsou dle podrobné inženýrskogeologické mapy tvořeny zejména pleistocenními fluvialními sedimenty, v malé míře i sedimenty hlinitokamenitými deluviálně fluvialního původu. Fluvialní sedimenty jsou terasové uloženiny Vltavy a náleží starému rissu. Při povrchu jsou hlinitopísčité, převážně jsou však tvořeny písčitým štěrkem, místy mírně hlinitým, s valouny dobře opracovanými. Na staveništi dosahují mocnosti zpravidla 4,0-6,0 metrů od povrchu terénu. Nelze však vyloučit lokální vyšší mocnosti, ukazující na lokální přehloubení koryta v erozní fázi vývoje říčního toku.

Ve smyslu geologické zájmové stavby je vysoce pravděpodobné, že zájmový areál byl vystavěn v místě vysokého nárazového břehu pleistocenního toku Vltavy, kde kvartérní sedimenty budou tvořeny zejména jílovitokamenitou sutí s neopracovanými úlomky křemenných pískovců a křemenců.

S ohledem na historickou výstavbu jsou nejsvrchnější vrstvy tvořeny pravděpodobně antropogenní navázkou různorodého složení, přičemž převažující je materiál z výkopů a terénních úprav.

V rámci archivní prozkoumanosti se přímo na zájmovém prostoru a v jeho blízkém okolí nenachází žádný bližší průzkum ověřující hlubší stavbu zájmového území. Archivním podkladem nám tedy byly pouze údaje z podrobné inženýrskogeologické mapy, listu Praha 7-2 (M. Kleček, PÚDIS, Praha 1970), a výsledky z nejbližších inženýrsko geologických průzkumů.



Obr. č. 1: Geologická mapa zájmové lokality 1:5 000, list 7-2 Praha (Legenda je součástí přílohy č. 3)

Lokalita náleží hydrogeologickému rajónu základní vrstvy č. 6250 – Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy s jedním útvarem podzemních vod č. č. 62500 — Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy s jedním útvarem podzemních vod.

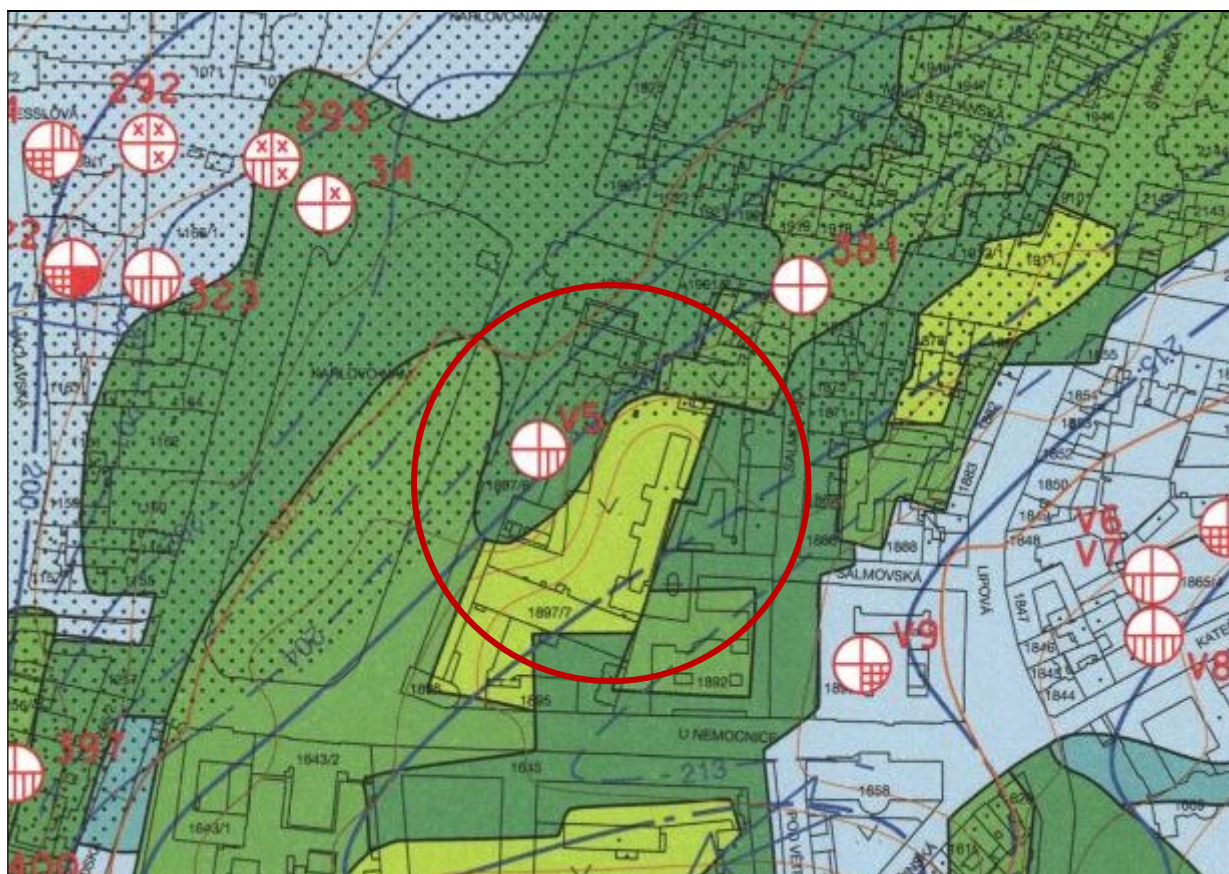
Na lokalitě lze vymezit dva kolektory podzemní vody. V prostředí kvartérních sedimentů se vytváří mělký kolektor podzemní vody. Propustnost kolektoru je čistě průlinová. Hladina podzemní vody je volná a kolísá v závislosti na klimatických podmínkách. Kolektor není vyvinut v celé ploše širšího okolí lokality, ale pouze v místech s příznivými morfologickými podmínkami a vyšší propustností kvartérního pokryvu. Bází kolektoru tvoří relativně nepropustný skalní podklad. Zvodeň je dotována přirozenou infiltrací a nekontrolovanými úniky vody z podzemních inženýrských sítí.

Spojité kvartérní kolektor je na zájmové lokalitě vyvinut při bázi pleistocenní terasy. Hladina podzemní vody v mělkém kolektoru je celkově převážně volná nebo jen mírně napjatá s negativní úrovní hladiny podzemní vody, průběh hladiny je obvykle konformní s morfologickým reliéfem. **Úroveň hladiny podzemní vody souvislé zvodně v tomto prostředí lze v oblasti předmětného pozemku očekávat v hloubce cca 10,0 – 5,0 m p.t., tzn. v hloubkové úrovni 213 až 205 m n. m.**

Směr proudění a úroveň hladiny podzemní vody jsou lokálně ovlivněny reliéfem terénu. Lokální směr proudění podzemních vod průlinového kolektoru je k severozápadu, s mírným hydraulickým spádem, tedy směrem k toku Vltavy, která představuje místní erozivní bázi.

Hlubší kolektor, **bazální**, je vázaný na pukliny skalního masivu. Propustnost kolektoru je dána především tektonickou expozicí území, morfologií a rozevřením a výplní puklin a obvykle klesá s hloubkou. Hladina podzemní vody je mírně napjatá. Transmisivita puklinového kolektoru paleozoických břidlic v zastavěných částech Prahy se pohybuje dle hydrogeologické mapy v řádu $1,5 \cdot 10^{-6}$ až $3,9 \cdot 10^{-5}$ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pro komplex spodnopalaeozoických hornin je charakteristický nedostatek podzemních vod,

podmíněný nepříznivým litologickým typem hornin. Vzhledem ke svému charakteru umožňují tyto horniny živější oběh a akumulaci podzemních vod pouze v pásmu podpovrchového rozpojení puklin. Výška hladiny je přímo závislá na srážkách, které jsou hlavní dotací kolektoru. K výraznějšímu zvodnění dochází v intenzivněji rozpukaných pásmech, doprovázející tektonické poruchy. Tato výrazněji propustná pásma často probíhají na vzdálenosti více kilometrů a tvoří preferenční cesty podzemního odtoku. Ty pak mají nejenže své vlastní vyšší zvodnění, vyplývající z větší propustnosti horninového prostředí, ale mají také významnou funkci drenážní, projevující se odebráním podzemní vody z omezeně propustného okolního horninového prostředí. **Tento efekt by mohl být uplatňován na zájmové lokalitě v prostředí řevnických křemenců.**



Obr. č. 2: Hydrogeologická mapa zájmové lokality 1:5 000, list 7-2 Praha (Legenda je součástí přílohy č. 3)

K doplňování zásob podzemních vod dochází prakticky v celé ploše území, zejména však v jeho výše položených částech. Zde infiltrovaná srážková voda prostupuje horninovým prostředím gravitací, zprvu vertikálně a posléze, po dosažení hladiny podzemní vody odtéká quasi horizontálně, k místům přírodního odvodňování. Sklon hladiny je určen směrem podzemního odtoku k místní erozivní bázi, kde jsou podzemní vody z části odvodňovány. Zbývající část podzemního proudu pak směřuje k hlavní erozivní bázi, resp. postupně k erozivním bázím vyššího řádu. V daném případě je místní erozivní báze tvořena řekou Vltavou Vltava.

2.2.3. Režim ochrany lokality

Zájmový prostor nespadá dle základní vodohospodářské mapy pod chráněnou oblast přirozené akumulace vod CHOPAV. Dle databází <http://heis.vuv.cz/> a <http://geoportal.gov.cz/> nezasahují do zájmového území ochranná pásma vodních zdrojů. Zájmové území se nenachází v záplavovém území. Jiných zájmů, chráněných podle zvláštních předpisů k ochraně životního prostředí, se zájmová lokalita nedotýká.

Na základě informací archivních mapových podkladů (Geofond Praha) lze konstatovat, že se v blízkosti nenachází žádné poddolované území, chráněné ložiskové území, ani dobývací prostory.

Dle získaných podkladů (Geofond Praha – registr sesuvů) nebyla na zájmové lokalitě zjištěna žádná aktivní ani potenciaální sesuvná území.

Lokalita není součástí Územního systému ekologické stability – nadregionálního biokoridoru ani není součástí území spadající pod správu AOPK.

2.3. Dosavadní průzkumné práce v blízkém okolí lokality

V blízkém okolí nejsou evidovány geologické práce v archivu ČGS – Geofond postihující hlubší stavbu oblasti.

2.4. Terénní rekognoskace a okolní vodní zdroje

Na lokalitě byla provedena terénní rekognoskace hydrogeologem, především za účelem vyhledání okolních vodních zdrojů a jiných potenciaálních střetů zájmů. V blízkém okolí lokality (do 100 m) nebyly zjištěny jiné vodní zdroje pro individuální zásobování. Dle Centrálního registru vodoprávní evidence (CRVE) se v blízkém do 100 m nenachází žádný objekt (studna, průzkumný vrt, nebo vrt pro tepelné čerpadlo), který by mohl být vrtnými pracemi ovlivněn.

Vzhledem k očekávanému směru proudění podzemní vody od posuzované parcely a vzdáleností není pro monitoring vybrán žádný objekt, protože takový, který by mohl být projektovanými pracemi ovlivněn, se dle veřejně přístupných databází v blízkosti lokality nenachází. Dle archivních záznamů byla dokumentována stará kopaná studna na p.č. 1901/1 v k.ú. Nové Město, avšak v rámci rekognoskace nebyl objekt bytového domu s č.p. 505 přístupný. Jedná se starou kopanou studnu o hloubce 10 m. Situace objektu byla zakreslena do katastrální mapy (příloha č. 2).

Dle Příručky pro projektování, povolování a realizaci vrtů pro tepelná čerpadla systémů „země × země“ a „voda × voda“ České asociace hydrogeologů (11/2023) činí možnost ovlivnění okolí každého vrtu v podobě snížení energetického potenciálu horninového prostředí do 5 % celkové hloubky vrtu. V daném případě se jedná o vzdálenost 20 m (tj. 5 % ze 400 m). V této vzdálenosti se dle CRVE nenachází žádný objekt, který využívá energetický potenciál horninového prostředí. Ovlivnění tedy není reálné.

Veřejný vodovodní řad i splašková kanalizace jsou v lokalitě zavedeny. Studny jsou buď nevyužívány, či jsou zdrojem vody pro zálivku zahrady.

3. PROJEKT VRTNÝCH PRACÍ

Stavebníkovým záměrem bude řešit částečné vytápění plánovaného záměru čerpadlem typu země x voda s kolektorem v hlubinných vrtech na pozemku par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město. Projekt navrhuje celkem 28 vrtů o hloubce á 400 m, přičemž 20 ks by mělo být pod základovou deskou objektu, 4 vrty v nezastavěné ploše zájmové parcely a 4 ks (ozn. N1-ext.) jako vrty náhradní.

Po zhodnocení místních geologických, a z nich vyplývajících hydrogeologických poměrů, s geologicko technickým návrhem vrtu, pokládáme za potenciálně možné provedení vrtu pro tepelné čerpadlo typu země x voda, a to při dodržení technického návrhu a správného provedení opírající se o:

- DI 4640 - Thermische Nutzung des Untergrundes – Německá směrnice pro geotermální systémy pro TČ
- Metodika pro projektování, povolování a provádění zemních tepelných sond pro tepelná čerpadla systému země x voda (AVTČ)
- Vyhláška ČBÚ č. 239/1998 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při těžbě a úpravě ropy a zemního plynu při vrtných a geofyzikálních pracích a o změně některých předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem
- MMR ČR – Umístění, povolení a užívání tepelných čerpadel – Metodický pokyn pro stavební úřady (červenec 2023)
- MŽP - Příručka pro projektování, povolování a realizaci vrtů pro tepelná čerpadla systémů „země x voda“ a „voda x voda“ 11/2023

Protože se možnost provedení vrtů jeví v předmětném prostoru jako reálná, obsahují následující kapitoly projekt průzkumných a vrtných (hloubicích) prací.

3.1. Vrtné práce

Ve smyslu vystupujícího pruhu řevnických křemenců (deskovité až lavicovité křemence, místy s břidlicovými vložkami) v JV cípu zájmové parcely v pruhu JZ -SV ve kterých je plánováno realizovat vrtů V-1 až V-3(4) doporučuji být připraven na možné propažování tektonicky porušených poloh (nesoudržných kamenné bloky, jež se při vrtání štěrkovitě a kamenitě rozpadají) a ztěžují, či zcela znemožňují provádění vrtných prací nárazově rotační technologií, a zejména pak navazující vystrojovací práce.

Je rovněž nutné zmínit že dobrotivské břidlice obsahují rovněž polohy křemenců které v jinak plasticky deformovaných břidlicích mohou být nadrceny do nesoudržných kamenných bloků, jež se při vrtání štěrkovitě a kamenitě rozpadají a ztěžují, či zcela znemožňují provádění vrtných prací (nárazově rotační technologií), a zejména pak navazující výstrojní práce.

S ohledem na výše uvedené doporučuji zkušební vrt nejen V-14, ale i jeden vrt v prostředí řevnických křemenců.

Na pozemku p.č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město. bude vyhloubeno 24 až 28 vrtů s následujícími technickými parametry:

Metoda vrtání	Bezjádrová rotačně-příklepová s pneumatickým výplachem/kapalinového výplachu a PDC korunky
Předvrt:	s pažením 219 mm do hloubky cca 12,0 - 20,0 m s ohledem na nesoudržné kvartérní sedimenty a stupni zvětrání břidlic/křemenců. Nelze však vyloučit ani poruchy a nutnost pažení ve větších hloubkách.
Vrtný průměr	min. 191 mm
Hloubka	400 m
Výstroj	Sonda 4x43 mm na konci se smyčkou (2 páry) s odpovídající tlakovou odolností – konkrétní typ určí projektant otopného systému
Pažení	Nesoudržné sedimenty budou dočasně odpaženy pracovním ocelovým pažením. Pažení bude po dokončení vrtných prací odtěženo.

Těsnění Spodní tlaková injektáž **těsnící termo směsí** bude provedeno v celé aktivní délce vrtu, tedy v hloubkové úrovni cca 1,3 m p.t. až 400,0 m p.t. V případě zastižení zvodní s napjatou hladinou a značnou vydatností doporučuji tamponáž provádět pod ochrannou technického pažení, aby vlivem přítoků podzemní vody nedocházelo k rozplavování injektážní směsi

Předpokládaný litologický profil vrtů V-1 až V-3(4):

0,0-12,0 m	navážka, hlinitokamenitý, písčitý sediment (kvartér)
12,0-400,0 m	deskovité až lavicovité křemence, místy s břidlicovými vložkami, mírně zvětralá, hlouběji navětralá až zdravá (řevnické křemence - střední ordovik)

Předpokládaný litologický profil vrtů V-3(4) až V-24:

0,0-12,0 m	navážka, hlinitokamenitý, písčitý sediment (kvartér)
12,0-370,0 m	dobrotivské břidlice, ve spodních polohách s křemenci, silně zvětralá, hlouběji mírně navětralá/navětralá až zdravá (dobrotivské souvrství - střední ordovik)
370,0-400,0 m	břidlice, prachovce s diabasovými tufy (šárecké souvrství - spodní ordovik)

Přítoky podzemní vody: přítoky v ordoviku do 0,2-0,3 l/s, v hloubkových úrovních od 20-50 m p.t. a dále dle tektonického porušení

Orientační poloha vrtů je uvedena v příloze č.2. Souřadnice vrtů (JTSK) jsou uvedeny ve stavebním projektu vrtů.

Hydrogeolog si vyhrazuje specifikovat hloubku vrtů a jejich průměr na základě dokumentace vrtných prací při odborném hydrogeologickém dozoru. Vrtnými pracemi nedojde k propojení dvou hydrogeologicky stratifikovaných zvodní.

První a následně každý cca 6 vrt TČ nutno provádět za trvalého a osobního dozoru hydrogeologa s geologickou a hydrogeologickou dokumentací horninového prostředí během hloubení, včetně i kontroly injektování termosměsí s případným monitoringem okolních studní (v případě jejich dodatečného zjištění - v této lokalitě však nepravděpodobné), dále dozorujícím hydrogeologem upřesnit podmínky pro hloubení, pracovní propažování a vystrojování (injektáž) i dalších vrtů TČ (i s ohledem na aktuálně zastižený geologický profil, přítoky podzemních vod a případné okolní studny).

Ihned po vyhloubení vrtu a následném osazení výměníku TČ nutná injektáž vrtu od jeho báze až k povrchu terénu projektovanou vodonepropustnou termosměsí.

Předkládané vyjádření je platné pro jakékoliv umístění vrtu v ploše zájmových parcel.

3.2. Specifikace strojů a zařízení pro vrtné práce

Vrtná souprava: Souprava umožňující rotačně příklepové vrtání se vzduchovým výplachem (parametry vrtání jsou uvedeny v kap. 3.1.), s dvojitou hlavou umožňují zatahování pracovního pažení

Přeprava materiálu: Nákladní automobil

3.3. Identifikace provozovatele vrtných prací

Není aktuálně známa.

Vrtná firma musí disponovat oprávněním k činnosti prováděné hornickým způsobem.

3.4. Geologická služba

Projektované práce budou řízeny a vyhodnoceny geologickou službou, resp. osobou s osvědčením odborné způsobilosti dle §3 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích.

3.4.1. Doplnkový hydrogeologický průzkum

Při budování vrtů bude prováděn doplnkový hydrogeologický průzkum ve smyslu § 3 odst. 3 písm. c) vyhlášky č. 369/2004 Sb. a dokumentován v souladu s vyhláškou č. 368/2004 Sb.

Dokumentace bude mj. zahrnovat podrobný popis zastižených hornin, popis přítoků podzemní vody. Součástí doplnkového průzkumu bude i verifikace projektového návrhu záměru, případně jeho modifikace, pokud si to průběžné výsledky prací vyžádají.

Na min. 2 vrtech bude dále provedena gama-gama karotáž. Měření proběhne speciální sondou o průměru 15 mm zkonstruovanou speciálně pro měření v malých průměrech. Cílem měření je revize kvality a celistvosti zaplášťové cementace. Součástí bude také termometrické měření, které na základě analýzy teplotního pole umožní interpretovat přítomnost proudící vody vně potrubí.

Dokumentaci provedených průzkumných prací organizace ve smyslu § 12 odst. 4 zákona č. 62/1988 Sb. odevzdá České geologické službě.

3.5. Příprava pracoviště, řešení dopravy a přívodu energií a likvidačních rekultivačních prací

Vrtné práce nevyžadují zbudování speciálního pracoviště. Pozemek je přístupný pro vrtnou techniku a není třeba budování přístupových cest. Ke kácení dřevin nedojde. V průběhu vrtných prací dochází k znečišťování okolí vrtné soupravy vrtným prachem a kalem. Pracoviště bude zajištěno tak, aby nedošlo vlivem znečišťování okolí k újmě na zdraví a majetku osob. Před zahájením vrtných prací budou zjištěny výskyty inženýrských sítí a v případě možných střetů zájmů bude průběh sítí vytýčen odbornou organizací.

Po skončení prací bude prostor v okolí vrtu upraven do původní podoby. Vrty budou vrtány bezjádrovou technologií. Vrtnými pracemi nevzniknou na lokalitě odpady ve smyslu zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů, se kterými by bylo nutné nakládat podle výše uvedeného zákona. Vrtná drť a prach budou použity k terénním úpravám v okolí vrtu, popř. odvezen na příslušnou skládku.

3.6. Bezpečnost a ochrana zdraví

V rámci plnění předmětu smluvních vztahů budou dodržovány bezpečnostní předpisy a předpisy o ochraně zdraví v pracovním prostředí. Vyškolenými pracovníky budou v těchto případech používány ochranné pomůcky (rukavice, speciální ochranné oděvy a pomůcky, respirátory, helmy atd.).

3.7. Zabezpečení chráněných zájmů a omezení škod

Technické práce budou probíhat tak, aby nedošlo ke střetům zájmů a poškození majetku třetích osob při dodržování platných zákonů a předpisů.

4. HYDROGEOLOGICKÉ POSOUZENÍ PROJEKTOVANÝCH PRACÍ

4.1. Potenciálně ohrožené objekty a jiné střety zájmů

Na lokalitě byla provedena terénní rekognoskace především za účelem vyhledání okolních individuálních vodních zdrojů a jiných potenciálních střetů zájmů. V nejbližším okolí vrtů nebyly nalezeny jiné HG objekty, avšak s ohledem na navržené technické provedení vrtu, geologické stavbě a hydrogeologii zájmové lokality, a skutečnosti, že z vrtů pro tepelné čerpadlo se neodebírá podzemní voda, lze při správném provedení vyloučit dlouhodobý vliv na okolní vodní zdroje.

Možnost ovlivnění okolí každého vrtu v podobě snížení energetického potenciálu horninového prostředí činní do 5 % celkové hloubky vrtu. V daném případě se jedná o vzdálenost 20 m (tj. 5 % ze 400 m). V této vzdálenosti se dle CRVE nenachází žádný objekt, který využívá energetický potenciál horninového prostředí. Jiné potenciální střety zájmů nebyly na lokalitě zjištěny.

Nutná aktualizace výskytu ev. nových studní před zahájením vrtání.

4.2. Hodnocení možných rizik projektovaných prací a provozu vrtu pro tepelné čerpadlo

Provádění vrtných prací a provoz tepelného čerpadla typu země-voda s kolektorem v hlubinném vrtu může obecně přinášet následující rizika a efekty:

1. Kolísání hladiny podzemní vody jako projev vrtných prací
2. Propojení kolektorů podzemní vody
3. Výron hladiny podzemní vody na povrch lokality (popř. těsně pod povrch do kvartérních sedimentů) v případě hydrogeologického systému s výrazně napjatou hladinou podzemní vody
4. Ovlivnění fyzikálních (změna teploty horninového prostředí a podzemní vody) a chemických poměrů kolektorů

V následujících podkapitolách se věnujeme hydrogeologickému zhodnocení jednotlivých rizik na lokalitě a případným opatřením pro jejich předcházení.

4.2.1. Kolísání hladiny podzemní vody v důsledku vrtných prací

Pro provoz tepelného čerpadla je projektováno 24-28 vrtů o hloubce až 400 m. Vrtné práce budou z hydrogeologického hlediska probíhat v prostředí skalního masivu. Projektovanou vrtnou technologií bude bezjádrové rotačně-příklepové vrtání s pneumatickým výplachem. Pneumatickým výplachem je v průběhu vrtání z vrtu vyvrhována vrtná drť a případně i podzemní voda, přitékající do vrtu. To má stejný efekt jako čerpání vody z vrtu z hloubky, která odpovídá aktuální hloubce vrtného kladiwa ve vrtu. V důsledku toho tedy může docházet k dočasnému kolísání (obvykle především poklesu) hladiny podzemní vody v kolektoru, a tedy i ve vodních zdrojích v okolí místa vrtu.

Kolísání hladiny podzemní vody je v každém případě pouze dočasným efektem vrtných prací, který trvá v jejich průběhu, a po jejich ukončení dojde k opětovnému ustálení hydraulických poměrů a opětovnému návratu hladiny podzemní vody na původní úroveň. Vrtý jsou navrhovány jako zcela nepropustné pro vodu, což je zaručeno těsněním na bázi termo směsí v celé hloubce vrtu (viz kap. 3.1.). Po ukončení vrtných prací a vystrojení a zatěsnění vrtu již nemůže působit na hydraulické poměry kolektoru a okolní vodní zdroje. Je nutné ihned po vyhloubení vrtu a následném osazení výměníku TČ nutná injektáž vrtu od jeho báze až k povrchu terénu projektovanou vodonepropustnou

termosměsí, tzn. že nesmí dojít k situaci, kdy bude vyhloubeno několik vrtů, jež budou odpaženy, a které pak budou v rámci další kampaně injektovány.

4.2.2. Propojení kolektorů podzemní vody vrtnými pracemi

S ohledem na jednoduchou geologickou a hydrogeologickou stavbu oblasti bez vývinu dvou a více hydrostratigrafických zvodní, při přihlédnutí k těsnění vrtu v celém profilu, nedojde k propojení kolektorů podzemní vody s odlišnými chemickými a fyzikálními vlastnostmi.

4.2.3. Výron podzemní vody na povrch lokality

K výronu podzemní vody na povrch lokality může dojít v případě, že by měl kolektor podzemní vody výrazně napjatou hladinu podzemní vody s výtlačnou úrovní zhruba nad povrch terénu. Případnému přetoku účinně zabrání těsnění vrtu. Na lokalitě je toto riziko vzhledem k geologické stavbě zájmového území nízké, avšak nikoliv vyloučené.

4.2.4. Ovlivnění fyzikálních a chemických poměrů kolektorů

Provoz tepelného čerpadla způsobí snížení přirozené teploty horninového prostředí a podzemních vod v okolí vrtu s teplotními kolektory o několik °C. Tato změna má ale pouze lokální význam a týká se jen nejbližšího okolí vrtu do vzdálenosti desítek centimetrů až nižších jednotek metrů. V této vzdálenosti se na lokalitě nenachází žádné další vrty pro tepelné čerpadlo, jejichž funkce by tímto jevem mohla být negativně ovlivněna.

Možnost ovlivnění okolí každého vrtu v podobě snížení energetického potenciálu horninového prostředí činní v ČR do 5 % celkové hloubky vrtu. V daném případě se jedná o vzdálenost 20 m (tj. 5 % ze 400 m). V této vzdálenosti se dle CRVE nenachází žádný objekt, který využívá energetický potenciál horninového prostředí. Jiné potenciální střety zájmů nebyly na lokalitě zjištěny.

Změnám chemismu podzemní vody, které mohou být způsobeny propojením hydrogeologických kolektorů (viz výše) nebo kontaminací (splachem) z povrchu, je zabráněno těsněním vrtu v celé jeho délce.

Možnost kontaminace podzemních vod únikem pracovního média z plastového kolektoru ve vrtech je při provedení vrtu v souladu s technickými předpisy zcela nepravděpodobná a ihned by se projevila na topném systému a byla signalizována na tepelném čerpadle. Nehrozí tedy déletrvající dotace horninového prostředí pracovním médiem. Médium je směsí vody a teplotně nemrznoucí kapaliny na bázi monopropylenglykolu/monoethylglykolu který je bez zápachu, a i v případě zcela hypotetického úniku média by vzhledem k jeho objemu došlo ke kontaminaci horninového prostředí pouze v bezprostřední blízkosti vrtu. Tato kontaminace by měla jen minimální hygienický dopad s ohledem na případná rizika pro lidské zdraví a byla by v poměrně krátké době odbourána jednak transportem a ředěním kontaminantu a jednak přirozeným rozkladem média, jehož produkty jsou především voda a oxid uhličitý.

5. NÁVRH LIKVIDACE VRTU

V případě, že hydrogeologický vrt nesplní požadavky investora bude po ukončení průzkumných prací, odborně zlikvidován, aby jeho prostřednictvím nemohlo dojít k ohrožení kvality podzemní vody.

Vrty budou odstraněny odbornou firmou a dle platné legislativy, tj. v souladu s metodicky platnou směrnici ČGÚ č. 8/1985 Sb. a Vyhl. č. 52/2011, kterou se mění Vyhl. č. 239/1998 Sb. V souladu s §71b, odstavec (4), Vyhl. č. 52/2011 bude vrt v případě, že nedojde k využití vy smyslu §5 odst.2, písmene e)

vyhlášky č. 369/2004 Sb., likvidován cementovou tamponází v celém svém profilu. Po ukončení prací bude vyhotovena zpráva.

6. ZABEZPEČENÍ PRACÍ, REGISTRACE A OHLÁŠENÍ

Projekt je nutné (spolu s dalšími náležitostmi dle Přílohy č. 7 k vyhlášce č. 429/2024 Sb. v platném znění) předložit místně příslušnému vodoprávnímu úřadu k udělení souhlasu podle § 17 zák. č. 254/2001 Sb., v platném znění.

Podle § 7 zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích (v platném znění) řešitelskou organizací musí být provedena evidence prací u České geologické služby (Geofond).

Ve smyslu § 6, odst. 3 téhož zákona musí být projekt průzkumu (při hloubce vrtu nad 30 m) zaslán příslušnému krajskému úřadu k vyjádření z hlediska zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.

Podle § 9a, odst. 3 téhož zákona, tj. nejméně 15 dní předem, ohlášen účel, rozsah a očekávanou dobu prováděných prací dotčené obci.

Ve smyslu ustanovení § 14 odst. 1 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, v platném znění (dále jen „zákon o geologických pracích“) musí být před zásahem do pozemku uzavřena dohoda s majitelem o poskytnutí pozemku k provádění geologických prací.

Ohlášení provedení vrtu u příslušného Obvodního báňského úřadu bude provedeno vrtnou firmou v souladu s vyhláškou ČBÚ č. 104/1988 Sb.

Výše uvedené práce může (ve smyslu zákona č. 62/1988 Sb. v platném znění) projektovat, řídit a vyhodnocovat pouze osoba k tomu oprávněná (rozhodnutím MŽP ČR). Totéž platí i pro zpracování případného projektu vrtu nad 30 m, které jako práce prováděné hornickým způsobem může projektovat pouze osoba k tomu oprávněná podle zák. č. 61/1988 Sb. (horní zákon) v platném znění (viz Vyhláška č. 298/2005 Sb., o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem a o změně některých právních předpisů, v platném znění).

Samotné vrtné práce musí být sledovány a řízeny, dokumentovány a v případě potřeby na místě modifikovány pracovníkem geologické služby.

7. ZÁVĚR

Celkově lze konstatovat, že hloubení ani budoucí provoz těchto vrtů pro tepelné čerpadlo typu země-voda nepředstavuje při dodržení technologie a konstrukce vrtu podle kap. 3.1. riziko pro hydrogeologické poměry lokality. Při hloubení vrtu může docházet k dočasnému kolísání hladiny podzemní vody v kolektoru a blízkých vodních zdrojích v důsledku pneumatického výplachu vrtu. **Jedná se pouze o přechodný efekt vrtných prací a po jejich ukončení dojde k návratu hydrogeologických poměrů do původního stavu.** Samotný vrt jsou navrhovány jako zcela nepropustný pro vodu, což je zaručeno těsněním termo směsí v celé hloubce vrtu, a nemůže proto negativně působit na hydrogeologické poměry lokality.

V průběhu vrtných prací doporučujeme provést následující opatření:

1. Pro vrtné práce bude zajištěn geologický dozor.
2. Při vlastní realizaci vrtů bude zamezeno propojení vyskytujících se kolektorů podzemní vody, a to formou technického pažení a při konečném vystrojení vrtů pro tepelné čerpadlo provedením injektáže v celém profilu vrtu.
3. Vrty musí být zatěsněny jílocementovým těsněním v celé jejich délce. Uložení výstroje musí být provedeno tak, aby nedošlo k opření výstroje o stěnu vrtu.

-
4. Vrtná osádka musí být poučena a technicky připravena na možnost zastižení artéských vod s přetokem přes zhlaví vrtů.
 5. Při vlastní realizaci a následně při provozu vrtů pro tepelné čerpadlo je nutno zcela vyloučit činnosti, které by směřovaly k potenciálnímu ohrožení kvality podzemních vod, a to především z hlediska manipulace s technologiemi pro geotermální energie.
 6. Dodavatel technologie pro tepelná čerpadla musí garantovat zdravotní nezávadnost médií, které budou zprostředkovávat přenos tepelné energie v systému země × voda a dokladovat těsnost zabudovaných kolektorů systému z hlediska úniku těchto médií do podzemních vod.
 7. V průběhu vrtných prací a následně při provozu tepelného čerpadla nebude docházet k odběru ani cirkulaci podzemních vod.
 8. V rámci realizace bude prováděn doplňkový hydrogeologický průzkum viz kap. 3.4.1.

Při dodržení výše uvedených opatření nedojde k negativnímu ovlivnění hydrogeologických poměrů a zároveň stávajících zdrojů podzemní vody, jakožto i jejich jakosti, v posuzovaném území.

Při zpracování hydrogeologického vyjádření se vycházelo z výsledků dosavadních průzkumných prací v zájmovém území, ze zkušeností z analogických lokalit, z platných legislativních předpisů, a rovněž byly zohledněny geomorfologické a hydrogeologické podmínky v zájmové oblasti v návaznosti na specifčnost dané lokality.

Průběh projektovaných průzkumných prací může být na základě výsledků vrtných prací aktuálně modifikován oprávněnou osobou (např. prohloubení předvrtu na základ zastižených hydrogeologických poměrů,). V průběhu celého průzkumu budou respektovány veškeré podmínky, vyplývající z platných právních předpisů, zejména zákonů č. 61/1998 Sb., 62/1988 Sb. a 254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Provedené hydrogeologické posouzení je vyjádřením osoby s odbornou způsobilostí ve smyslu § 9 zákona č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů.

8. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

Šeda S. et al. (2006): Pravidla pro projekci a provádění vrtů pro tepelná čerpadla systému země – voda – Metodický pokyn ČAH č. 2/2006

Šeda S. et al. (2023): Příručka pro projektování, povolování a realizaci vrtů pro tepelná čerpadla systémů „země × voda“ a „voda × voda“ (ČAH, 2023).

Základní vodohospodářská mapa v měřítku 1:50 000, list 12-24 Praha

Mapa hydrogeologických poměrů v měřítku 1:50 000, list 12-24 Praha

Zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů

Zákon. č. 283/2021 Sb., Stavební zákon

Nařízení č. 12/2024 Sb. hl. m. Prahy – Pražské stavební předpisy

Vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny

Zákon č.100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)

Vyhláška č. 298/2005 Sb. o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem

www.heis.vuv.cz, www.geofond.cz, www.geoportal.gov.cz; www.geology.cz

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Orientační situace zájmového území



Vysvětlivky:	
	zájmové území
	historické průzkumné HG vrtů

Zpracoval:	Mgr. Martin Šrámek	Odp. projektant:	Mgr. Martin Šrámek
Objednatel:	EMBRA Drilling a.s.		
Zakázka:	Geotermální vrtů pro tepelné čerpadlo typu země x voda, na par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město Hydrogeologický posouzení lokality Odborné posouzení záměru na odtokové poměry		
Příloha:	Orientační situace zájmového území		

 Na Zedníkové 167/2 Praha 8 - 182 00	
Zakázka:	58_2026
Měřítko:	1:10 000
Příloha:	1

**Koordinační situace zájmové lokality s okolními vodními
zdroji**



Vysvětlivky:

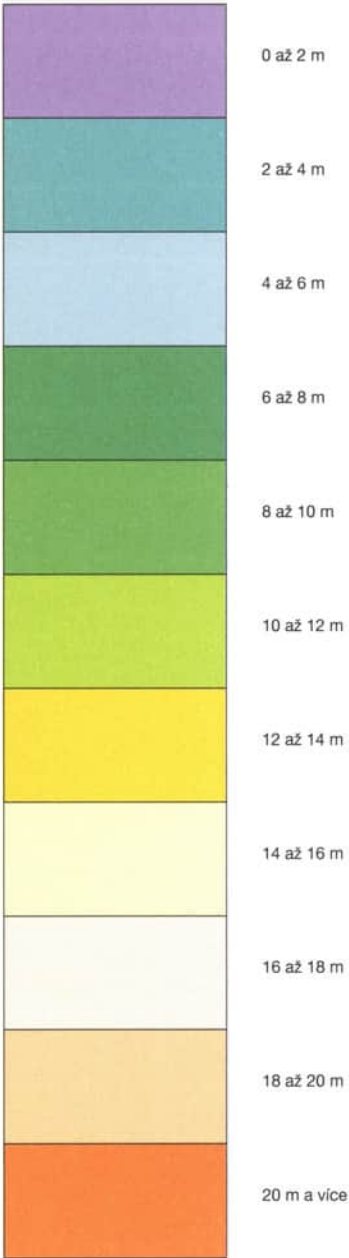
-  stávající hydro. objekty
-  směr proudění podz. vody.
-  předpokládané rozhraní řevnických křemenců/
dobrotivských břidelic

Zpracoval:	Mgr. Martin Šrámek	Odp. projektant:	Mgr. Martin Šrámek	KHS - Šrámek Kompletní hydrogeologický servis Na Zedníkové 167/2 Praha 8 - 182 00	
Objednatel:	EMBRA Drilling a.s.				
Zakázka:	Geotermální vrtý pro tepelné čerpadlo typu země x voda, na par. č. 1899 a 1898/7 v k.ú. Nové Město Hydrogeologický posouzení lokality Odborné posouzení záměru na odtokové poměry				
Příloha:	Mapa s umístěním vrtu na podkladu ortofotomapy s vyznačením okolních vodních zdrojů				
				Zakázka:	58_2026
				Měřítko:	1:750
				Příloha:	2

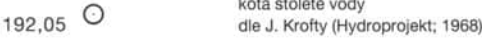
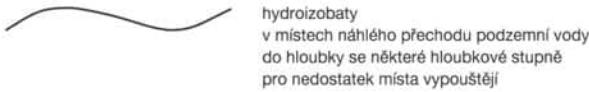
Legenda ke geologické a hydrogeologické mapě oblasti

VYSVĚTLIVKY

Hloubka hladiny prvního horizontu podzemní vody pod povrchem území

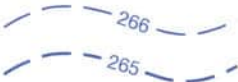


Horninové prostředí výskytu podzemní vody (podle propustnosti geologického prostředí)



hydroizohypsy

po 1 metru
ověřené
po 5 metrech



po 1 metru
neověřené
po 5 metrech



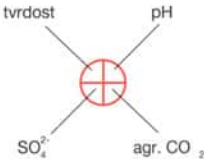
směr proudění podzemní vody



kóta koruny jezu

Stupeň agresivity podzemní vody (podle ČSN 73 1215)

Stupeň agresivity kapal. prostředí	Základní ukazatele agresivity prostředí			
	Tvrdost vody (mmol.l ⁻¹)	Hodnota pH	Agresivní oxid uhličitý CO ₂ (mg.l ⁻¹)	Sírany SO ₄ ⁻ (mg.l ⁻¹)
neagresivní				
	> 0,53	> 6,5	< 4	< 250
"la" slabě agresivní				
	0,0 až 0,53	5,0 až 6,5	4 až 15	250 až 500
"ma" středně agresivní				
		4,0 až 5,0	15 až 30	500 až 1 000
"ha" silně agresivní				
		< 4,0	> 30	> 1 000

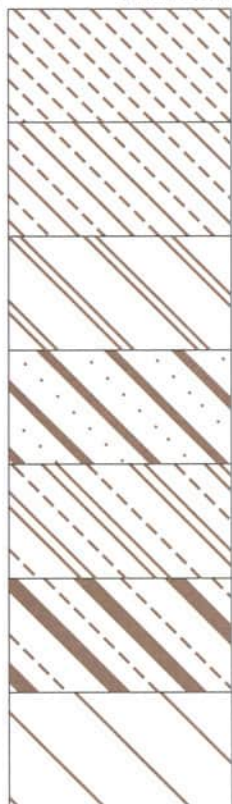


chemický rozbor příslušné agresivní složky nebyl proveden

VYSVĚTLIVKY

Horniny podkladu

svrchní ordovik



souvrství bohdalecké
jemně slídnaté jílovité břidlice

souvrství zahofanské
prachovité břidlice až prachovce, s malým
podílem vloček křemence a vápence

souvrství vinické
jílovité břidlice slídnaté, s prachovitou
příměsí, silně slídnaté

souvrství letenské
drobové břidlice s vločkami křemenců,
křemenných pískovců a drob

souvrství libeňské - libeňské vrstvy
jílovité břidlice, silně slídnaté

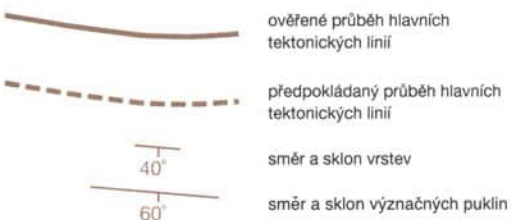
souvrství libeňské - řevnické vrstvy
deskovité až lavicovité křemence,
místy s břidlicovými vločkami

souvrství dobrotivské - dobrotivské vrstvy
jemné břidlice se slabou prachovitou
příměsí, hustě slídnaté

Hranice hornin podkladu



Strukturní značky



Navážky



Inženýrskogeologicky významné objekty



Zeminy pokryvných útvarů

2 4 6 10 a více

IV	VI	X	>
IV	VI	X	>
IV	VI	X	>
IV	VI	X	>

hlinitopísčité a hlinité holocénní náplavy
Vltavy a jejích přítoků, s bahnými a
štěrkovitými polohami

písčité štěrky a písky teras Vltavy
pleistocénní i holocénní

hlíny a písčité hlíny, místy s úlomky břidlic
(zvětraliny ordovických břidlic)

křemencové sutě a hlíny s větším podílem
úlomků křemenců a břidlic
(zvětraliny ordovických křemenců)

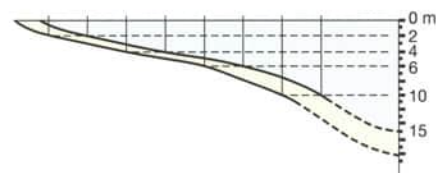
Znázornění mocností pokryvných útvarů

0 2 4 6 10 a více m

IV	IV	VI	X	>
IV	IV	VI	X	>
IV	IV	VI	X	>

v 1. vrstvě

ve 2. vrstvě



Hloubka báze hornin ve druhé vrstvě je udána v součtu s první vrstvou,
t.j. od povrchu území.
Tam, kde mocnost pokryvných útvarů nepravidelně kolísá nebo nebyla
přesně zjištěna sondami, se hloubkové stupně spojují.

Hranice zemin pokryvných útvarů



Čáry stejných hloubekází vrstev pokryvných útvarů



hradby ze 17. století