STUDIE - VRTY PRO TEPELNÁ ČERPADLA

Akce:	VŠE Praha Žižkov		
Objednatel:	Vysoká škola ekonomická v Praze	Zpracovatel:	Ing. Tomáš Fráňa
	Nám. W. Churchila 4, 130 67 Praha 3		GEROtop spol. s r.o.
Telefon:	-	Telefon:	+420 777 166 635
Email:	-	Email:	t.frana@gerotop.cz

ÚVOD

Na základě objednávky VŠE byla zpracována studie proveditelnosti vrtů pro TČ za účelem vytápění a chlazení areálu systémem TČ země-voda. Úkolem této studie je posouzení možnosti nasazení technologie tepelného čerpadla systému ZEMĚ-VODA, jakožto hlavní zdroj vytápění /chlazení objektů v areálu VŠE. Studie zhodnocuje HG podmínky dané lokality, rámcově navrhuje technické řešení, očekávaný výkon a energetické pokrytí ve vazbě na vymezené území + odborně odhaduje investiční náklady s touto technologií spjaté.

Tuto studii proveditelnosti nelze po stránce hydrogeologie považovat za tzv. „vyjádření osoby s odbornou způsobilostí“, určené pro předložení na vodoprávní úřad. Pro tento účel bude proveden hydrogeologický posudek v další fázi projektové dokumentace.

GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické poměry v zájmovém území

Z regionálně-geologického hlediska náleží zájmové území do barrandienského synklinoria, přičemž předkvartérní podklad je zde budován paleozoickým dobrotivským souvrstvím jílovitých a prachových břidlic, resp. prachovců (dále v textu jen břidlice). Kvartérní pokryv tvoří deluviální uloženiny hlinité až hlinitoúlomkovité, lokálně i navážky.

Povrch předkvartérního (břidlicového) podkladu se nachází v hloubce cca 3 m pod povrchem terénu. Ve svrchní části paleozoického podkladu jsou břidlice zcela zvětralé až silně zvětralé, jílovitostřípkovitě až hlinitoúlomkovitě rozpadavé. V hloubkách okolo 2 m pod povrchem břidlicového podkladu jsou břidlice jen mírně zvětralé, cca středně rozpukané, s generelně s rychle se snižujícím stupněm zvětrání a intenzitou rozpukání s hloubkou. Horninový sled zvětralinových zón břidlic lze níže pak prezentovat do hloubek cca 10 m pod terén jako mírně zvětralé, středně až slabě rozpukané, do hloubek 30 m pak jako navětralé až slabě navětralé, slabě rozpukané. Níže pak až do konečné hloubky vrtů TČ (okolo 200 m) jsou břidlice zdravé, popř. místy slabě navětralé, kompaktní až slabě rozpukané, spíše s ojedinělým výskytem případné poruchové zóny ve skalním podkladu s hlinitoúlomkovitým rozpadem.

Kvartérní pokryv tvoří deluviální hlíny jílovité až písčité, s proměnlivým obsahem úlomků podložních hornin, s jejich vyšším zastoupením zejména u báze. Lokálně při povrchu terénu se nacházejí i navážky. Celková mocnost kvartéru je okolo 3 m.

Hydrogeologické poměry

Podzemní voda v zájmovém území je vázána na rozvolněnou a rozpukanou zónu paleozoického skalního podkladu, vesměs jen se slabou puklinovou porozitou. V rozvolněné a rozpukané zóně břidlic (v mírně zvětralé a navětralé zóně), v rozmezí hloubek cca 7 – 30 m pod terénem, dochází k omezenému oběhu podzemní vody po puklinách, popř. poruchových zónách. Ve své povrchové zóně (cca 3 – 5 m pod terénem) jsou břidlice rozvětralé jílovitostřípkovitě až hlinitoúlomkovitě a jsou pro vodu jen omezeně propustné. Směrem do hloubky se pak u mírně zvětralých a navětralých břidlic stupeň rozvolnění a rozpukání snižuje, rovněž tak i puklinové zvodnění a propustnost horninového masivu. Ve větších hloubkách (od cca 30 m pod trénem) jsou pukliny vesměs už jen velmi málo propustné, případné zvodnění je vázáno jen na omezeně se vyskytující významnější pukliny či poruchové zóny, pokud nejsou vyplněny jílovitými produkty zvětrání.

V kvartérním pokryvu se trvalé zvodnění nevyskytuje, lokálně se však v něm mohou vytvářet drobné, nesouvislé a občasné zvodně v polohách více úlomkovitých, a jen po obdobích významnějších atmosférických srážek.

Geologický profil lokality uvažovaných vrtů TČ

Předpokládaný geologický profil bude přibližně následující (od povrchu terénu):

0,0 – 3,0 m	hlíny jílovité až písčité, místy s úlomky, k bázi úlomky hojnější, lokálně navážky
3,0 – 5,0 m	břidlice zcela zvětralé až silně zvětralé, jílovitostřípkovitě až hlinitoúlomkovitě rozpadavé
5,0 – 10 m	břidlice mírně zvětralé, středně až slabě rozpukané - *s naražením podzemní vody rozvolněné zóny v hloubce okolo 7 m pod terénem*
10 – 30 m	břidlice navětralé až slabě navětralé, slabě rozpukané – *se slabým puklinovým zvodněním*
30 – 200 m	břidlice zdravé, místy slabě navětralé, kompaktní, místy slabě rozpukané, ojediněle možný výskyt i poruchové zóny - *s ojedinělými slabě zvodnělými puklinami či poruchovými zónami*

Celkové přítoky podzemní vody do jednotlivých vrtů TČ během dokončování jejich hloubení se budou pohybovat v rozmezí cca 0,3 – 1,0 l/s.

Ochranná pásma vodních zdrojů a přírodních léčivých zdrojů, poddolování

Zájmové území není lokalizováno v ochranných pásmech vodních zdrojů podzemních či povrchových vod (OPVZ), ani přírodních léčivých zdrojů (OPPLZ) a ani v chráněné oblasti přirozené akumulace podzemních vod (CHOPAV). Rovněž zde v minulosti nebyla prováděna důlní činnost, tj. území není poddolováno z důvodu historické těžby nerostů.

Okolní domovní studny

V okolí vrtného pole TČ nejsou rodinné domy, nepředpokládáme zde tudíž ani existenci domovních studní. Zástavba v širším okolí je zásobována pitnou vodou z městského vodovodu. V rámci hydrogeologického posouzení pro projekt vrtů TČ bude provedena podrobná rekognoskace za účelem ověření výskytu domovních studní či jiných jímacích objektů podzemní vody, jejich výskyt zde je nepravděpodobný. V daných hydrogeologických podmínkách však i případné domovní studny ve vzdálenostech více než 30 m od okraje vrtného pole TČ by nebyly vrty TČ ani krátkodobě negativně ovlivněny.

TECHNICKÝ KONCEPT ŘEŠENÍ PRIMÁRNÍHO ZDROJE – VRTŮ PRO TČ

Stávající zdroj energie má výkon cca 4800 kW. Tepelné čerpadlo země-voda bude pouze doplňkovým zdrojem, který by částečně snižoval spotřebu energie. TČ by tak sloužilo k přípravě TV a případně chlazením objektů. Chlazení objektů by bylo pouze doplňkové pomocí otopných těles, kterých je však v areálu velké množství a vrty by tak mohli být regenerovány.

Regenerace vrtného pole odpadním teplem

Hlubinné vrty pro tepelné čerpadlo mohou fungovat akumulačně. V letních měsících se v režimu chlazení budovy odebrané teplo vrací zpět do vrtů.

Tento proces může probíhat pasivně, nebo aktivně. V pasivním režimu tepelné čerpadlo neběží a chlad z vrtů se odebírá pouhým oběhem média ve vrtech a v systému chlazení. V režimu aktivním se zapojí tepelné čerpadlo, které do vrtů „topí" a vyrobeným chladem se klimatizuje.

Zpětné vracení energie do vrtů je žádoucí. Zvyšuje teplotu samotných vrtů a tím narůstá topný faktor systému a snižuje se spotřeba na vytápění.

U starších objektů v rekonstrukci, které nemají systém chlazení a ani se s ním nepočítá, můžeme využít stávající otopný systém s radiátory. Přes radiátory v letních období cirkuluje topná voda, která v kotelně předá tepelnou energii do vrtů. Tato energie je „zdarma" pouze za cenu energie na oběhové práce, které jsou v porovnání s přínosem zanedbatelná.

Tento režim provozu regenerace vrtů přinese jak zlepšení interiérové tepelné pohody v letních měsících, tak žádoucí regeneraci vrtů.

Geotermální vrty:

Technologie tepelných čerpadel s geotermálními vrty je založena na principu jímání a ukládání energie z hlubinných vertikálních vrtů o vrtaném v průměru řádově 130 - 150 mm. Jednotlivé vrty jsou po vyvrtání vystrojeny geotermální sondou tvořenou potrubním výměníkem, dvouokruhovou sondou 4 x d40 z materiálu PE 100 RC. Po zapuštění sondy je prostor mezi tělem vrtu a výměníkem důkladně vyinjektován pomocí kvalitních termo směsí pro zajištění účinného přenosu tepla na horninové prostředí a z důvodu zamezení propojení jednotlivých podzemních zvodní v rámci vrtu. Vrty se provádí nejčastěji metodu rotačně-příklepového vrtání se vzduchovým výplachem. Jednotlivé vrty jsou poté potrubím svedeny do rozdělovačů/sběračů (vrty pod objektem), kde jsou hydraulicky vyváženy a následně dovedeny a zapojeny do technologie tepelných čerpadel. Vrty mimo půdorys objektu so obvykle slučují ve sběrných jímkách, kde opět dochází ke sloučení a hydraulickému vyvážení a následně od jímky do objektu vede páteřní potrubí. Velká vrtná pole využívaná v kombinovaném režimu jímání a ukládání tepla (vytápění/chlazení) je nutné uvažovat a počítat jako „velký akumulátor" energie, který pracuje s celou hmotou horninového masivu pod vrtným polem a blízkým okolím. **Maximální hloubka zde byla stanovena na 199 m na základě legislativních požadavků, tak aby záměr nepodléhal zjišťovacímu řízení.**

V lokalitě byl zhotoven pilotní vrt hloubky 199 m, na kterém byl proveden TRT test. Vrt i test jsou popsány v samostatné zprávě. Studie však počítá s výsledky tohoto testu.

Umístění vrtů:

Hlavním prostorem pro umístění vrtů je parkoviště umístěné na pozemku p.č. 16/11. Průzkumný vrt byl umístěn mimo parkoviště na parc 16/1. Na obr. níže je možné umístění vrtů:

Plánované geotermální vrty hl. 199 m

Realizovaný pilotní vrt hl. 199 m

Celkem je v této maximalistické variantě umístěno 8 vrtů hloubky 199 m s osovou roztečí cca 14 m včetně již zhotoveného vrtu.

Technické řešení napojení vrtů do objektu

Po provedení jednotlivých vrtů mimo půdorys objektu dojde k jejich horizontálnímu napojení potrubím z materiálu PE 100 RC na sběrnou šachtu, od sběrné šachty vede páteřní potrubí (dvojice trubek) do technické místnosti:

Sběrná jímka napojená na horizontální dopojení a páteřní vedení (ilustrační obrázek):

Průzkumy a měření

Pro umístění a stavební povolení vrtného pole není třeba žádných průzkumných vrtů, pouze hydrogeologický posudek týkající se daného záměru. Na pozemku již byl zhotoven pilotní vrt a bylo provedeno měření TRT. Samotný test a jeho výsledky jsou popsány v samostatné zprávě. Studie však s těmito výsledky dále počítá.

ENERGETICKÉ POKRYTÍ SYSTÉMEM TČ - VRTY

Možná výtěžnost tepelného čerpadle s vrtným polem je dále určena ve dvou variantách. V 1. je počítáno s pasivním chlazením pomocí otopných těles. Ve 2. potom je tato regenerace zcela odstraněna a posuzuje se pouze možná výtěžnost bez regenerace.

1. Varianta

ENERGETICKÉ POKRYTÍ, ZATÍŽENÍ VRTŮ:

	vytápění			pasivní chlazení		
	předpoklad průměrné účinnosti COP*		3,9	předpoklad průměrné účinnosti EER*		pasivní
		objekt	země		objekt	země
měsíc	[%]	[MWh]	[MWh]	[%]	[MWh]	[MWh]
leden	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
únor	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
březen	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
duben	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
květen	8,33	33,33	-24,79	0,10	-0,10	0,10
červen	8,33	33,33	-24,79	0,20	-0,20	0,20
červenec	8,33	33,33	-24,79	0,27	-0,27	0,27
srpen	8,33	33,33	-24,79	0,28	-0,28	0,28
září	8,33	33,33	-24,79	0,15	-0,15	0,15
říjen	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
listopad	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
prosinec	8,33	33,33	-24,79	0,00	0,00	0,00
Celkem [MWh]	100,00	**400,00**	-297,44	1,00	**100,00**	1,00

2. Varianta

ENERGETICKÉ POKRYTÍ, ZATÍŽENÍ VRTŮ:

	příprava TV		
	předpoklad průměrné účinnosti COP*		3,3
		objekt	země
měsíc	[%]	[MWh]	[MWh]
leden	8,33	26,67	-18,59
únor	8,33	26,67	-18,59
březen	8,33	26,67	-18,59
duben	8,33	26,67	-18,59
květen	8,33	26,67	-18,59
červen	8,33	26,67	-18,59
červenec	8,33	26,67	-18,59
srpen	8,33	26,67	-18,59
září	8,33	26,67	-18,59
říjen	8,33	26,67	-18,59
listopad	8,33	26,67	-18,59
prosinec	8,33	26,67	-18,59
Celkem [MWh]	100,00	**320,00**	-223,03

Vrtné pole nám tak v režimu vytápění je schopné poskytnout cca 320 MWh/rok. Pokud budeme schopni regenerovat vrty a skrze otopná tělesa ročně uchladit cca 100 MWh/rok, potom v režimu přípravy TV nám vzroste množství dodané energie na cca 400 MWh/rok.
U obou variant je počítáno s TČ o špičkovém výkonu cca 100 kW.

ODBORNÝ ODHAD INVSTIČNÍCH NÁKLADŮ SYSTÉMU TČ

cenový odhad

Projekční práce DUR/DSP+HG posudek, DPS	160 000,-
Orientační cena za kompletní provedení vrtů včetně organizačních, nákladů, dopravy apod. Úvaha je celkem 7 vrtů o hloubce 199 m (1 vrt je již realizován a do ceny tak není započítáván)	2 786 000,-
Orientační cena materiálu pro napojení vrtů do technické místnosti	400 000,-
Orientační cena za práci na dopojení vrtů – zemní práce, elektro svařování, tlakové zkoušky, plnění, ukládání jímek apod.	265 000,-
Cena za zdroj tepla/chladu celkem	3 611 000,- (bez DPH)

ZÁVĚRY STUDIE A DOPORUČENÍ

- geologické a hydrogeologické poměry pro realizaci hloubkových vrtů TČ zde dovolí vrtání do hloubky cca 199 m (i více), hloubka byla zvolena s ohledem na legislativu tak, aby záměr nespadal do zjišťovacího řízení

GEROtop spol. s r. o.
Kateřinská 589, 463 03 Stráž n.N. - LIBEREC
IČ 27277160, DIČ CZ27277160
Tel. 485 148 723, fax 485 120 574

22.11.2023
Ing. Tomáš Fráňa

Tento dokument je autorským dílem (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. - autorský zákon) společnosti GEROtop s.r.o. Autoři udělují souhlas s užitím tohoto dokumentu výhradně pro účel společnosti, která si jej vyžádala a pro účel investora. Jakékoliv kopírování, zveřejňování a jiné šíření tohoto dokumentu nebo použití jinou osobou je bez předchozího písemného souhlasu autorů zákonem zakázáno. Porušení autorských práv je trestné a bude stíháno dle trestního zákona.