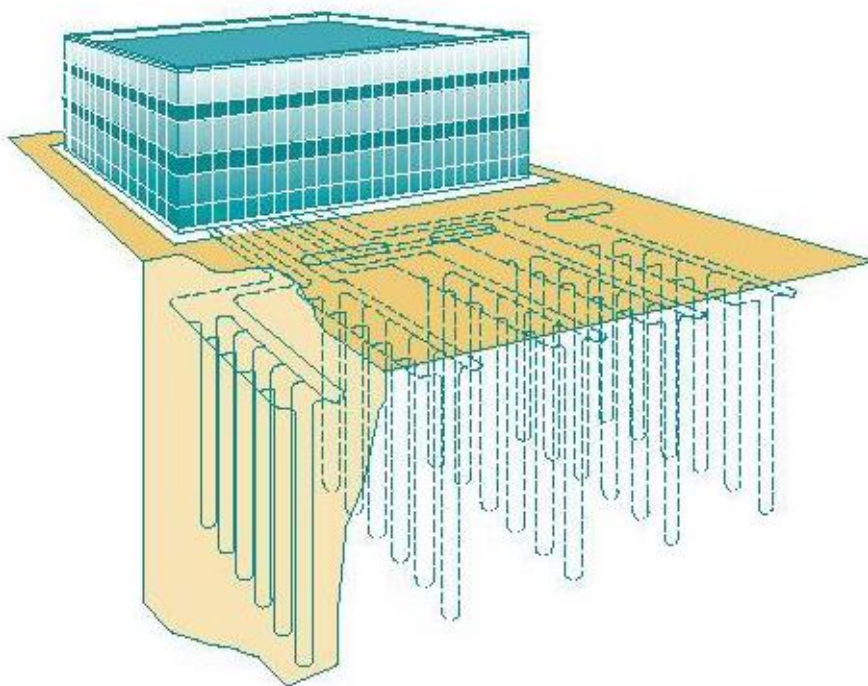


## **DOMOV KLADNO – ŠVERMOV**

**SO 01 – OBJEKT 1 - č.p. 1454**

### **DIMENZOVÁNÍ VRTNÉHO POLE DLE ENERGETICKÝCH POŽADAVKŮ TOPNÉHO SYSTÉMU**



**KVĚTEN 2020**

**IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

Název akce:	<b>SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV DOMOVA KLADNO – ŠVERMOV</b> primární okruh tepelného čerpadla
Stavební objekt:	<b>SO 01 – OBJEKT 1 – č.p. 1454</b>
Název zprávy:	Dimenzování vrtného pole podle energetických požadavků topného systému
Číslo akce (naše zn.):	190142
Objednatel:	<b>Energy Benefit Centre, a.s.</b> Křenova 438/3, 162 00 Praha 6
Investor:	<b>Domov Kladno – Švermov</b> poskytovatel sociálních služeb Vojtěcha Dundra 1032, 273 09 Kladno
Zpracovatel:	<b>Stavební geologie – Geosan, s.r.o.</b> Karlovo náměstí 49, 252 16 Nučice
IČO:	44684631
DIČ:	CZ44684631
Vypracoval:	Michal Višňa
Schválil:	Mgr. Michal Havlík
Datum:	5/2020

## OBSAH:

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>VSTUPNÍ DATA.....</b>	<b>4</b>
2.1	Umístění vrtů, tepelné vlastnosti hornin .....	4
2.2	Energetické nároky topného systému .....	5
<b>3</b>	<b>DIMENZOVÁNÍ VRTNÉHO POLE .....</b>	<b>6</b>
3.1	Použitý software .....	6
3.2	Okrajové podmínky.....	6
3.3	Simulace vrtného pole .....	7
3.4	Výsledná vrtná metráž.....	8
<b>4</b>	<b>SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ, ZÁVĚR.....</b>	<b>10</b>

## 1 ÚVOD

Na základě objednávky jsme provedli návrh a optimalizaci vrtného pole, které bude sloužit jako primární zdroj tepla tepelnému čerpadlu země – voda pro vytápění budovy v areálu pečovatelského zařízení Domov Kladno – Švermov.

Cílem provedených simulací je výpočet potřebné hloubky, počtu a rozmístění zemních vrtů pro primární okruh tepelného čerpadla, podle vstupních energetických potřeb topného systému předaných objednatelem. V průběhu simulací je brán ohled na vzájemné ovlivňování vrtů a tepelné vlastnosti geologického prostředí.

**Předmětem této zprávy je stanovení potřebné hloubky, počtu a rozmístění zemních vrtů pro TČ.**

## 2 VSTUPNÍ DATA

### 2.1 Umístění vrtů, tepelné vlastnosti hornin

Tepelné vlastnosti hornin pro účely návrhu primárních okruhů se u instalací s vyššími výkony tepelných čerpadel ověřují speciální polní zkouškou, tzv. TRT testem (Thermal Response Test), neboli zkouškou tepelné odezvy horninového masivu. Na primárním okruhu však tato zkouška nebyla provedena a pro výpočet energetické bilance tak bylo použito odhadů podle tabulkových hodnot a archívních údajů.

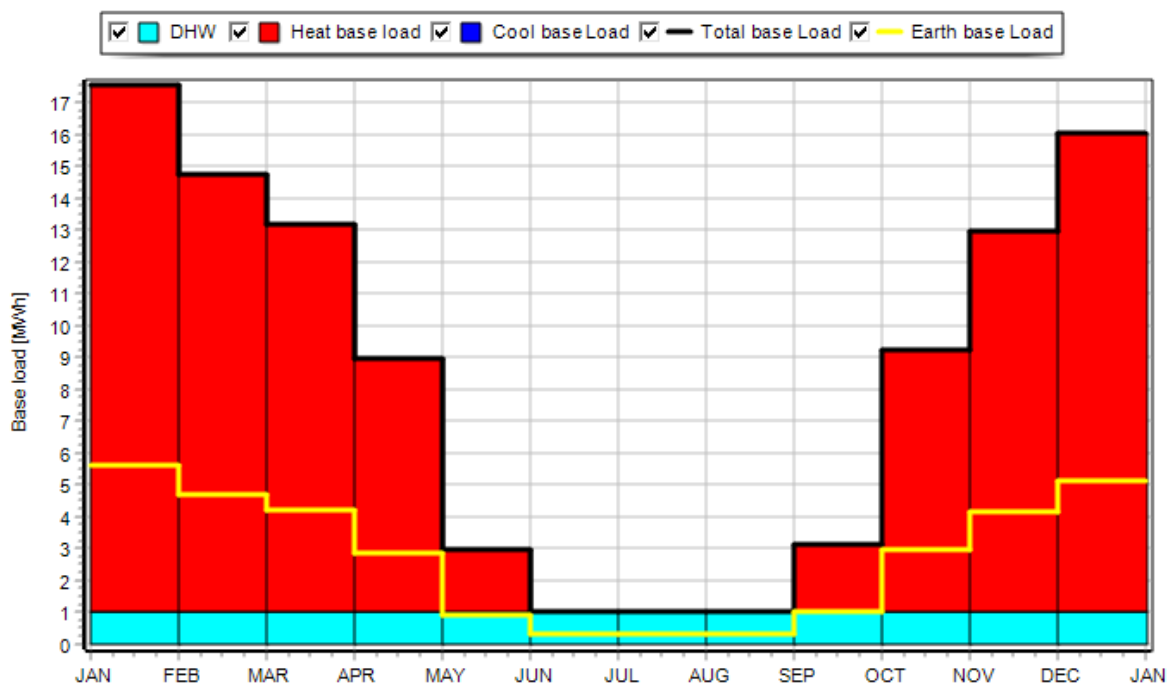
Před realizací vrtného pole je nutné ověřit vrtatelnost hornin do předpokládaných hloubek a provést měření skutečných tepelných parametrů hornin na lokalitě pomocí TRT testu na pilotních vrtech. Podle zjištěných údajů bude provedena aktualizace dimenzování vrtného pole a případně upravena vrtná metráž. Vzhledem ke klimatickým podmínkám na lokalitě a prostorovým možnostem pozemku považujeme tento předrealizační průzkum za nutný pro správný návrh a dlouhodobou funkčnost primárního okruhu TČ.

## 2.2 Energetické nároky topného systému

Akce:	SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV DOMOVA Kladno – ŠVERMOV
Vytápěné objekty:	SO 01 – OBJEKT 1 – č.p. 1454
Průměrný roční topný faktor:	1,47
Výkon tepelného čerpadla:	40,6 kW
Typ tepelného čerpadla:	ROBUR GAHP GS HT
Počet tepelných čerpadel:	1

měsíc	potřeba tepla ÚT [MWh]	potřeba tepla TV TČ [MWh]
1	16,50	1,40
2	13,70	1,40
3	12,10	1,40
4	7,90	1,40
5	1,90	1,40
6	0,00	0,00
7	0,00	0,00
8	0,00	0,00
9	2,10	1,40
10	8,20	1,40
11	11,90	1,40
12	15,00	1,40
celkem	89,20	12,60

Tabulka č. 1: Předpokládané energetické potřeby dle podkladů objednatele



Obr. 1: Graf celkových měsíčních energetických potřeb plánované budovy dle podkladů objednatele

### 3 DIMENZOVÁNÍ VRTNÉHO POLE

#### 3.1 Použitý software

Pro vlastní simulaci jsme zvolili program EED (Earth Energy Designer) ve verzi 4.19. Výstupem programu jsou grafy průměrných teplot oběhové směsi primárního okruhu v závislosti na čase. Výsledná teplota reprezentuje vždy celé vrtné pole a je spočtena jako průměr teplot na vzestupné a sestupné větvi potrubí.

#### 3.2 Okrajové podmínky

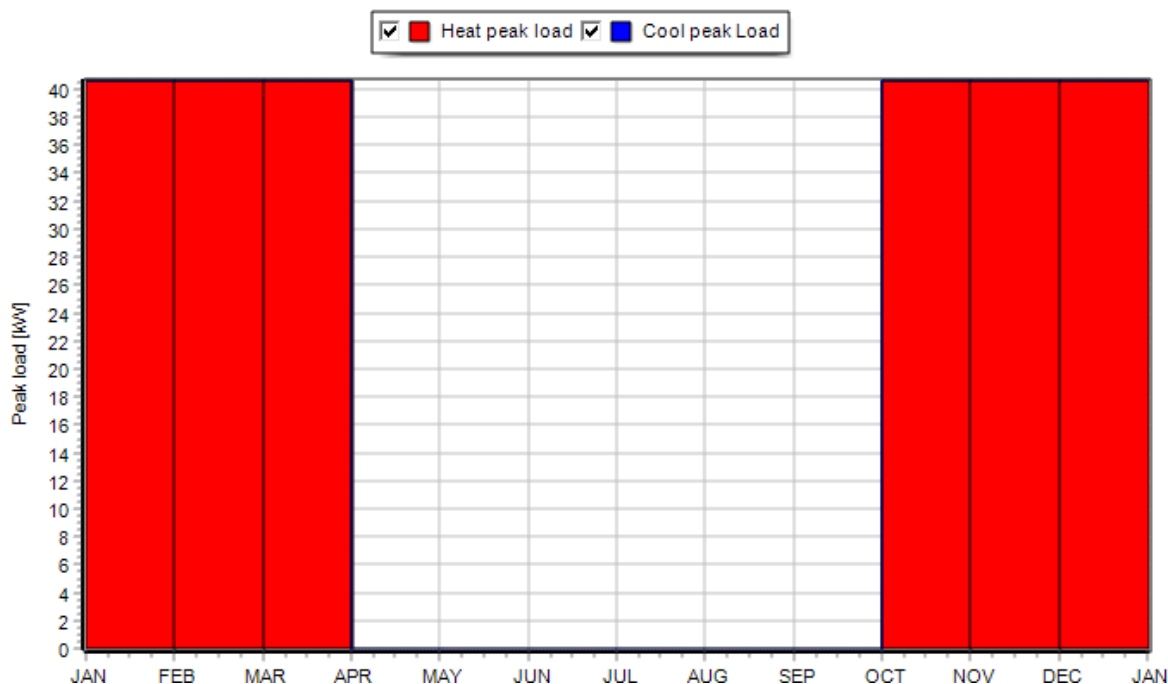
lokalita	Kladno, okr. Kladno	-
tepelná vodivost hornin	2,20	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
měrná tepelná kapacita horniny	2,00	$MJ \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}$
teplota zemského povrchu	7,80	$^{\circ}C$
neovlivněná teplota horninového masivu	13,0	$^{\circ}C$
tepelný odpor vrtu	0,10	$K \cdot m \cdot W^{-1}$
typ oběhové směsi	ethanol + voda 25 %	-
min. pracovní teplota oběhové směsi	-15	$^{\circ}C$
časový interval simulace	25	let
průměr vrtů	140	mm
typ vystrojení vrtů	GVS 4 × 32x 2,9	mm
materiál výstroje	PE 100 RC	-
typ těsnící směsi	bentonit + cement	
tepelná vodivost těsnící směsi	1,1	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
typ tepelného čerpadla	Robur GAHP GS HT	-
pracovní rozsah tepelného čerpadla	-5 až +20	$^{\circ}C$
průměrný roční topný faktor – topení	1,47	-
průměrný roční topný faktor – chlazení	-	-

**Tabulka č. 2:** Uvažované okrajové podmínky a vstupní data simulace

### 3.3 Simulace vrtného pole

Vlastní výpočet je proveden na základě simulace teploty oběhové směsi primárního okruhu tepelného čerpadla při zadaných okrajových podmínkách a energetické zátěži. Výsledkem je teplota spočtená jako průměr teplot na vzestupné a sestupné větvi. Reálná teplota oběhové směsi na vstupu do tepelného čerpadla tudíž bude v režimu topení o cca 1,5 až 2 °C vyšší, než je teplota získaná simulací v programu EED (v režimu chlazení pak bude teplota na vstupu do TČ naopak o 1,5 – 2 °C nižší).

V simulacích jsou kromě základní energetické zátěže (tab. 1), **zahrnuty možné energetické špičky o zátěži 40,6 kW**. Tyto krátkodobé maximální výkony mohou významně ovlivnit potřebnou vrtnou metráž a doporučujeme je stanovit a zohlednit při kontrolních přepočtech hloubky v dalších stupních projektové dokumentace.

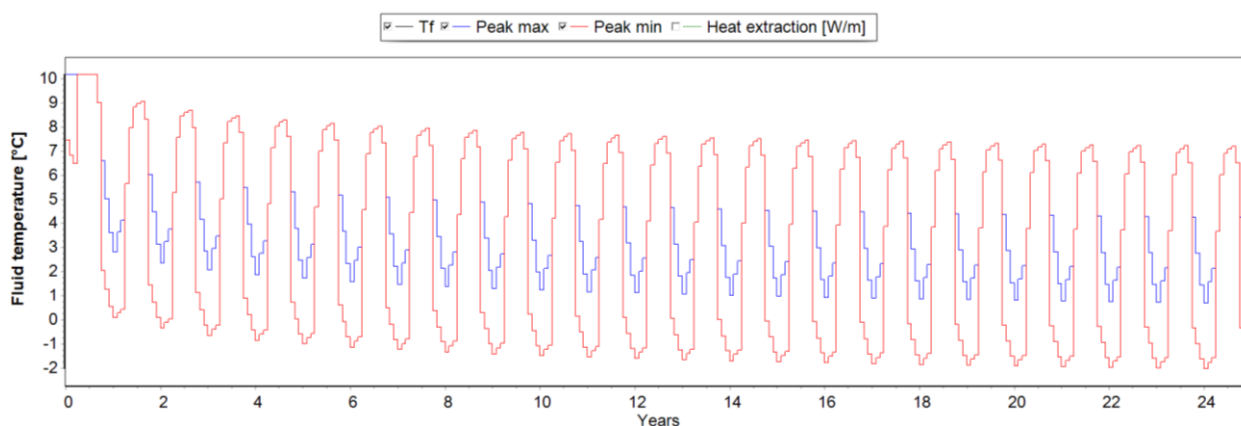


Obr. 2: Graf uvažovaných špičkových výkonů tepelného čerpadla

Pro nejlepší účinnost tepelného čerpadla je doporučeno dimenzovat vrty a vrtné pole tak, aby teplota oběhové směsi z vrtů po celé otopné období neklesala pod 0 °C nebo jen nepatrně pod tuto hodnotu. V našem případě byla po zahrnutí špičkových výkonů do výpočtů uvažována minimální teplota pro -5 °C.

Ve vrtech umístěných v blízkosti stavebních konstrukcí nebo pod vlastními objekty by teplota neměla klesat pod bod mrazu, v opačném případě je nutné přírodní potrubí izolovat, tak aby nebyly ovlivněny základové konstrukce. Výpočet vrtné metráže primárního okruhu je koncipován tak aby bylo dlouhodobě zajištěno, že minimální teplota oběhové směsi z vrtů nebude dlouhodobě klesat pod hodnoty popsané výše.

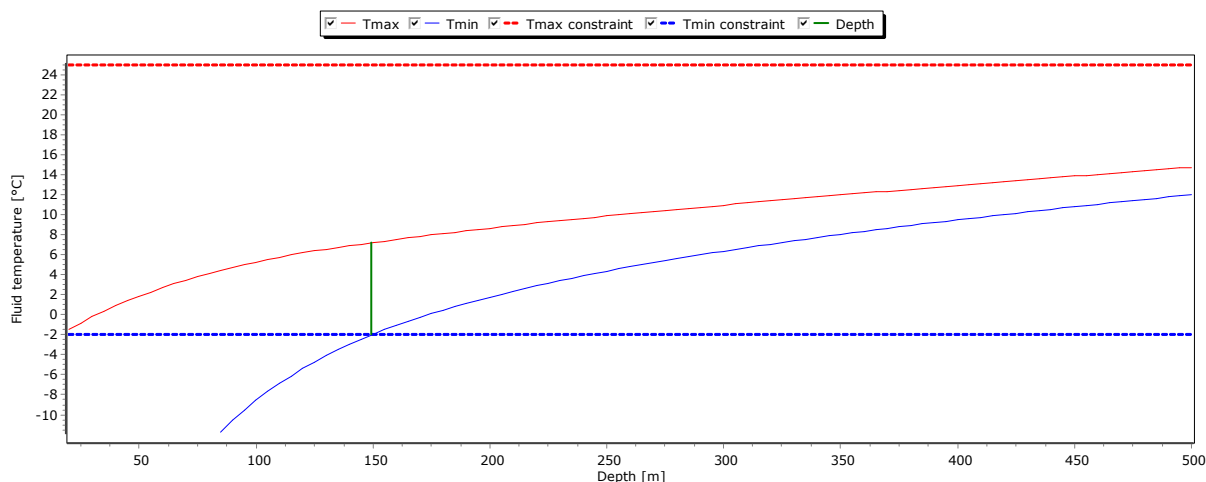
Návrh vrtného pole je koncipován tak aby při špičkových výkonech bylo dlouhodobě zajištěno, že minimální teplota oběhové směsi z vrtů nebude dlouhodobě klesat pod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tuto skutečnost znázorňují výsledné grafy vývoje teplot oběhové směsi v průběhu následujících 25 let předpokládaného provozu (obr. 2).



**Obr. 3:** Výstup z výpočtového programu EED 4.19, graf minimálních a maximálních ročních teplot oběhové směsi primárního okruhu TČ po dobu simulace 25 let.

### 3.4 Výsledná vrtná metráž

Pro pokrytí zadaných energetických potřeb topného systému (tab. 1) s ohledem na předpokládanou geologickou stavbu na lokalitě se jako optimální řešení jeví vrtné pole složené ze 3 zemních vrtů do hloubky 150 m. Celková potřebná metráž a počty vrtů jsou pro shrnutí, níže viz tabulka 4.



**Obr. 4:** Výstup z výpočtového programu EED 4.19, výsledná vrtná metráž 3 x 150 m



**Tabulka č. 3:** Výsledné parametry vrtného pole pro uvažované energetické bilance

potřebná celková vrtná metráž [m]	hloubka jednoho vrtu [m]	rozteč vrtů [m]	počet vrtů [ks]
<b>450</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>3</b>
<b>Uvažovaný průměrný výkon tepelného čerpadla 40,6 kW.</b>			

## 4 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ, ZÁVĚR

Pro pokrytí energetických potřeb topného systému pro vytápění budovy pečovatelského zařízení se jako optimální řešení jeví **primární okruh složený ze 3 zemních vrtů vystrojených geotermální sondou do hloubky 150 m se vzájemnými rozestupy 10 m.**

Navrhované rozmístění zemních vrtů na pozemku v areálu pečovatelského zařízení je vyznačeno na situaci v příloze č. 2. Rozmístění vrtů, jejich počet a maximální hloubka jsou voleny s ohledem na tvar a rozsah příslušného pozemku

Pro dimenzování vrtné metráže bylo použito tabulkových hodnot a archivních údajů. Pro další fázi projektové dokumentace doporučujeme provést hydrogeologický průzkum za účelem realizace pilotních vrtů a provedení zkoušky tepelné odezvy horninového masivu tzv. TRT testem (Thermal Response Test), výsledky pak zpracovat při kontrolních přepočtech hloubky a rozmístění vrtů podle měření na pilotních vrtech.

**V simulaci jsou zahrnuty uvažované špičkové zátěže 40,6 kW.** Doporučujeme je upřesnit při kontrolních přepočtech hloubky a rozmístění vrtů podle měření na pilotním vrtu.

Výsledky provedených simulací a matematických modelů odpovídají aktuálním vstupním údajům předaných objednatelem. Jakákoliv změna ve vstupních datech může mít za následek odchylky od výsledků modelových řešení (např. použití jiných materiálů a parametrů vrtů pro tepelná čerpadla, než bylo uvažováno ve výpočtech, změny energetických potřeb nebo režimu provozu tepelného čerpadla) a měla by být, proto konzultována se zpracovatelem této zprávy.

V Nučicích, květen 2020

Vypracoval: Michal Višňa

Shválil: Mgr. Michal Havlík

ředitel geologie a projekce

jsme členy v profesní organizace

 **ASOCIACE PRO VYUŽITÍ TEPELNÝCH ČERPADEL®**  
CZECH HEAT PUMP ASSOCIATION  
ČLEN EVROPSKÉ ASOCIACE TEPELNÝCH ČERPADEL