

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra využití strojů



Bakalářská práce

Technika a technologie vrtacích prací pro hlubinné vrty

Vedoucí práce: prof. Ing. Věra Voštová, CSc.

Autor práce: Miloš Nauš

© 2013 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra využití strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nauš Miloš

Zemědělská technika

Název práce

Technika a technologie vrtacích prací pro hlubinné vrty

Anglický název

Technique and Technology of Drilling Operation Works for Deep Holes

Cíle práce

Provedte rešerši hloubkových geologických vrtů, termovrtů a tepelných čerpadel se zaměřením na vrtací stroje a jejich výrobce.

Metodika

Zpracujte přehled hlubinných vrtů, termovrtů a tepelných čerpadel a provedte rešerši vrtacích strojů pro tyto práce a jejich největších světových výrobců. Na základě vlastního návrhu multikriteriálního hodnocení navrhnete strojovou sestavu pro vytápění vybraného objektu tepelným čerpadlem.

Osnova práce

1. Přehled hlubinných geologických vrtů a termovrtů
2. Rešerše tepelných čerpadel
3. Rešerše vrtací techniky a jejich výrobců
4. Multikriteriální hodnocení strojových sestav pro vybranou stavbu
5. Zhodnocení a závěr

Rozsah textové části

30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

vrtací práce, hlubinné vrty, geologické vrty, termovrty

Doporučené zdroje informací

Jeřábek, K.-Helebrant, F.-Jurman, J.-Voštová, V.: Stroje pro zemní práce. Silniční stroje. VŠB TU Ostrava, 2001

Voštová, V.: Stroje a technologie v podzemních stavbách I. Vydavatelství ČVUT v Praze, Praha 2000, 193 s., ISBN 80-01-02084-3

Internetové stránky

Vedoucí práce

Voštová Věra, prof. Ing., CSc.

Termín zadání

listopad 2011

Termín odevzdání

duben 2013

prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 6.2.2012

Čestné prohlášení

Tímto čestně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Technika a technologie vrtacích prací pro hlubinné vrty“ zpracovával samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Dále prohlašuji, že elektronická forma je shodná s formou tištěnou a nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé bakalářské práce nebo jejích částí se souhlasem katedry.

V Praze dne

.....

.....

Miloš Nauš

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Věře Voštové, CSc. za odborné vedení a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat mému strýci Václavu Šperlovi za odborné rady a panu Navrátilovi za poskytnutí informací. Také děkuji mé rodině a přítelkyni za vytvořené zázemí, trpělivost a toleranci, kterou vůči mně po dobu mého studia a zpracování bakalářské práce měli.

Technika a technologie vrtacích prací pro hlubinné vrty

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je popis a uplatnění vrtací techniky v odvětvích geologie a geotermální energie, jenž souvisí s tepelným čerpadlem. V první části je tato práce zaměřena na vrty a jejich provedení.

Druhá část je zaměřena na rešerši vrtací techniky a tepelných čerpadel, kde jednotlivé podkapitoly osvětlují výrobce vrtací techniky a systémy tepelných čerpadel.

V závěru této práce je navržen tepelného čerpadla pro vybranou stavbu.

Klíčová slova: Vrtací práce, hlubinné vrty, geologické vrty a termovrty

Technique and Technology of Drilling Operation Works for Deep Holes

Summary:

The aim of this thesis is description and application drilling technique in the fields of geology and geothermal energy, which is connected to a heat pump. The first part of this work is focused on drilling and implementation of drilling.

Second part is focused on research of drilling and heat pumps. Individual chapters includes manufacturers of drilling machinery and research of a heat pump systems.

The conclusion of this work is to propose the heat pump for the selected building.

Keywords: Drilling, deep drilling, geology drilling and geothermal drilling

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE A METODIKA.....	10
	2.1 CÍL PRÁCE.....	10
	2.2 METODIKA.....	10
3	PŘEHLED HLUBINNÝCH GEOLOGICKÝCH VRTŮ A TERMOVRTŮ	11
	3.1 VRTÁNÍ A TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI HORNIN.....	11
	3.1.1 Tvrdost hornin.....	11
	3.1.2 Abrazivost materiálu.....	12
	3.1.3 Vrtatelnost.....	13
	3.2 GEOLOGICKÉ VRTY.....	13
	3.2.1 Technologie provádění geologických vrtů.....	13
	3.3 GEOTERMÁLNÍ VRTY.....	13
	3.3.1 Zdroje geotermální energie.....	14
	3.4 DĚLENÍ VRTÁNÍ DLE JEHO ZPŮSOBU PROVEDENÍ.....	14
	3.4.1 Vrtání s předvrtem.....	14
	3.4.2 Vrtání na plný průřez.....	14
	3.4.3 Jádrové vrtání.....	15
4	ŘEŠERŠE TEPELNÝCH ČERPADEL	16
	4.1 TEPELNÉ ČERPADLO A JEHO PRINCIP.....	16
	4.1.1 Rozdělení tepelných čerpadel dle jejich vlastností.....	16
	4.2 ČÁSTI TEPELNÉHO ČERPADLA.....	19
5	ŘEŠERŠE VRTACÍ TECHNIKY A JEJICH VÝROBCŮ.....	21
	5.1 VRTNÁ SOUSTAVA A HLAVNÍ ČÁSTI VRTNÉ SOUPRAVY.....	21
	5.1.1 Pohonné zařízení.....	21
	5.1.2 Těžní zařízení.....	22
	5.1.3 Vrtací zařízení vrtných souprav.....	24
	5.1.3.2 Rotační vrtací zařízení.....	27
	5.1.4 Dělení vrtných souprav.....	28

5.2 VÝROBCI VRTACÍ TECHNIKY	29
5.2.1 Atlas Copco-Diamec.....	29
5.2.2 Acker drill company	31
5.2.3 IDE (Integrated drilling equipment)	33
5.2.4 Huisman Equipment BV	34
5.2.5 Tatra	37
5.2.6 TESCO.....	38
6 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ STROJOVÝCH SESTAV PRO VYBRANOU STAVBU	39
6.1 NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA PRO VYBRANOU STAVBU.....	39
6.1.1 Základní parametry pro návrh	39
6.1.2 Výběr strojové sestavy	39
6.1.3 Odběr tepla pro tepelné čerpadlo.....	40
6.1.4 Administrativa potřebná k provedení vrtu.....	41
6.1.5 Realizace vrtu	41
7 ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR	42
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	43
INTERNETOVÉ ZDROJE	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	46
SEZNAM TABULEK.....	46
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ.....	47
10 SEZNAM PŘÍLOH	48
NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA	48

1 ÚVOD

Vrtání je technologie sloužící k rozrušení daného materiálu a umožňuje následnou práci se vzniklým vrtem, či využití přístupu k danému médiu. Hloubkové vrtání se dá považovat za jakousi dimenzi vrtání, tak jak ho známe, avšak pro tyto vrty musel člověk vymyslet monstrózní a obdivuhodné stroje. Vrtání je využito ve velkém množství různorodých odvětví, počínaje stavebnictvím přes geologii až po těžbu. Právě díky velkému rozmachu těžebního průmyslu se začaly vyvíjet lepší a dokonalejší metody techniky k provádění vrtů. A jelikož ropa a jiné sloučeniny nejsou jediné bohatství, které nám může Země nabídnout, začaly se vrty využívat i k získání jiné energie. Tato energie ve formě tepla je využívána člověkem primárně pro jeho větší pohodlí. Díky minimálním provozním nákladům se těší geotermální energie stále větší oblibě. V dnešní době, kdy se hledají nové obnovitelné zdroje je dle mého názoru budoucnost vytápění právě v této energii. Jedna z nejlepších metod využití geotermální energie a její předání k užitkům člověka je tepelné čerpadlo.

2 CÍL PRÁCE A METODIKA

2.1 Cíl práce

Cílem práce je popis provedení a seznámení s účely hlubinných vrtů v daných oborech. Mezi další cíle patří popis funkce tepelného čerpadla, vysvětlení funkcí jednotlivých typů tohoto zařízení a jejich uvedení v rešerši. Závěrečná část práce se věnuje návrhu tepelného čerpadla.

2.2 Metodika

Ke splnění cíle bylo potřeba následujících kroků. Prvním krokem bylo nastudování potřebných informací z odborné literatury zaměřené na vrtací techniku a tepelná čerpadla. Mimo zdrojů literárních jsem čerpal i z odborných internetových stránek a z katalogů výrobců.

Krokem dalším bylo sehnání dostatečného množství informací a podkladů pro návrh tepelného čerpadla. Tyto informace jsem získal od pana Navrátila, který má zkušenosti s návrhem tepelného čerpadla.

3 PŘEHLED HLUBINNÝCH GEOLOGICKÝCH VRTŮ A TERMOVRTŮ

3.1 Vrtání a technologické vlastnosti hornin

Vrtáním rozumíme progresivní způsob ražení. Vrtací souprava mechanicky rozpojí horninu a tu na povrch dopraví buď samotný vrtací stroj anebo ji předá a je vyzvednuta jiným sekundujícím těžebním tělesem. Vlastnosti, které ovlivňují proces vrtání, se projevují při rozpojování, uvolňování a opracování hornin. [2]

3.1.1 Tvrdost hornin

Tvrdost horniny nám určuje její odpor vůči vnikání těles. Z důvodů nehomogenity hornin je nevhodné zjišťování tvrdosti hornin metodami používanými v metalurgii. Proto se používají metody vlačné pevnosti. Vlačná pevnost závisí na odporu horniny vůči zkušebnímu ocelovému kalenému roubíku. Pro hodnocení tvrdosti se často používá Mohsova stupnice tvrdosti. První stupnice tvrdosti byla sestavena roku 1822. Sestavil ji německý geolog a mineralog Friedrich Mohs. Princip zkoušky spočívá ve schopnosti materiálu vytvořit vryp do materiálu předcházejícího a takto dostaneme stupnici, přičemž nejtvrďší materiál má číslo 10 viz. tab. 1. [2]

Tab. 1 Mohsova stupnice tvrdosti

číslo tvrdosti	minerál	chemický vzorec
1	mastek	$Mg_3(Si_2O_5)_2(OH)_2$
2	sůl kamenná	NaCl
3	vápenec	$CaCO_3$
4	kazivec	CaF_2
5	apatit	$Ca(PO_4)_3 (F, Cl)$
6	živec	$KAlSi_3O_8$
7	křemen	SiO_2
8	topas	$Al_2SiO_4 (F, OH)$
9	korund	Al_2O_3
10	diamant	C

Zdroj: <http://www.prvky.com/mohsova-stupnice.html>

3.1.2 Abrazivost materiálu

Abrazivost zapříčiňuje povrchové opotřebování pracovního nástroje v procesu vzájemného tření při rozpojování horniny. Tímto vlivem se mění rozměry nástroje, jeho tvar a účinnost. Po dosažení určité hodnoty se nástroj musí opravit nebo vyměnit. Opotřebenění nástroje závisí nejen na hornině, ale také na klidném chodu stroje, stabilitě, na materiálu nástroje, tvaru a teplotě dosažené na nástroji. Zjištění abrazivosti probíhá v podobě působení etaloního nástroje na vzorek určitým přitlakem na určité dráze a času. [2]

3.1.3 Vrtatelnost

Vlastnost horniny, která vyjadřuje schopnost horniny vykazovat odpor vůči vrtání. K jejímu vyčíslení slouží ukazatel míry vrtatelnosti. Tento ukazatel vyjadřuje množství práce v joulech, která je potřeba k odvrtání. [2]

3.2 Geologické vrty

Geologie je věda, zabývající se složením a stavbou zemské kůry. Zkoumá procesy, které na zemi působili od jejího vývoje. Zabývá se fyzikálními silami, živočišnými pozůstatky a chemickým složením. Geologie je velice rozsáhlý obor, který se dělí na více disciplín. Geologie všeobecná, geologie historická, geologie regionální, geologie aplikovaná a geologii inženýrskou. Toto odvětví geologie je prakticky nepostradatelné pro stavební inženýry. Ti geologii často využívají při posuzování, projektování a provádění staveb. Projektanti přicházejí do styku s horninami jako se základovou půdou již při výběru místa a hodnocení staveniště. Často právě geologické podmínky určují vhodnost a z toho i vyplývající způsob založení stavby. Mimo jiné se hodnotí únosnost, stabilita, rozpojitelnost, pevnost, těžitelnost půdy, ale i chemická povaha podzemní vody. [20]

3.2.1 Technologie provádění geologických vrtů

U většiny geologických vrtů se vrtá jádrově. Toto jádrové vrtání se zde provádí „na sucho“, kde nedochází k výplachu vrtu, ale k vyvrtání horniny na povrch v pevném stavu. Dále se vrtá s průplachem, kde se výplachovou směsí hornina rozruší a pokračuje na povrch. Po vyvrtání se do vrtu spouští sondy obsahující snímače. Tyto snímače sledují chování vrstev horniny. O způsobu vrtání rozhoduje předběžný průzkum, který je znám z dostupných map či dalších materiálů o daném území. [20]

3.3 Geotermální vrty

Geotermální energie je obnovitelný zdroj, který má původ v hlubinách Země. Jako nejznámější příklady lze uvést geotermální prameny. Geotermální vrty slouží k získání přístupu k této energii a umožňují tak její využití. [16]

3.3.1 Zdroje geotermální energie

Zdroje geotermální energie se dělí do čtyř hlavních skupin. Tyto skupiny zahrnují dělení dle typu zdroje a dále dle právní kvalifikace postupu vedoucího k využití této energie.

První skupina se váže na podzemní vodu. V tomto případě je nutné znát osvědčení zdroje. Jedná-li se o přírodní léčivý zdroj, podléhá lázeňskému zákonu. Další skupinu tvoří opět podzemní vody, avšak tentokrát se nejedná o přírodní léčivý zdroj. Další dvě skupiny nejsou vázány na podzemní vody, jedná se tedy o tzv. „suché“ teplo horninového masívu. Tyto dvě skupiny se liší pouze budoucím využitím a to zda se geotermická energie využívá pro průmyslové účely či nikoliv. [16]

3.4 Dělení vrtání dle jeho způsobu provedení

3.4.1 Vrtání s předvrtem

Požadovaného vrtu a jeho průměru se dosahuje provedením vodícího vrtu a posléze jeho rozšířením. Rozšiřování je docíleno rozšiřovacími tělesy, které následují předvrty. Rozšiřující tělesa následují další tělesa se zvětšeným průměrem a to ve dvou fázích. Při tomto vrtání musí být přístupná pata i hlava díla. Toto vrtání je prováděno rozšiřovacími kombajnny. Tyto kombajnny jsou modifikované tunelovací zařízení uzpůsobené k práci ve vertikální rovině. Použití těchto strojů se pohybuje v rozmezí průměru jam od 4,5m do 8,5m. [3]

3.4.2 Vrtání na plný průřez

Na rozdíl od předvrtného způsobu je vrtání na plný průřez prováděno jedním plným průřezem. Hornina se dostává těžením na povrch při úpadním vrtáním. Při dovrchním vrtání se nechává volně padat průřezem díla. Při tomto typu vrtání musí být přístupná alespoň pata nebo hlava vrtu. [3]

3.4.3 Jádrové vrtání

Jádrové vrtání je vrtání rotační. Dalo by se říci, že soustava pro jádrové vrtání, vrtá pouze po obvodu vrtu nikoliv v jeho středu. Tento typ vrtání se uplatňuje nejvíce ke geologickým účelům respektive k získání vzorků z požadovaného objektu. Jádrové vrtání se používá i na jiné subjekty než na zeminu a horninu. Uplatňuje se také pro vrtání do betonu pro jeho kontrolu. Nejdůležitějším a nejvíce charakterizujícím vrtným nástrojem je vrtná korunka. Ta bývá nejčastěji osazena diamantovými hroty, pro jejich velikou tvrdost. [18]

Obr. 1 Vyvrtané jádro s vrtnou korunkou



Zdroj: <http://www.bld.cz/zbozi/3991/Diamantova-korunka-se-zapustenym-segmentem-SHARK.htm>

4 REŠERŠE TEPELNÝCH ČERPADEL

4.1 Tepelné čerpadlo a jeho princip

Hlavní myšlenkou tepelného čerpadla je dostávání tepla z okolního prostředí do námi určeného prostoru (médiu). Zjednodušeně by se dalo říci, že pracuje principálně jako „obrácená lednička“. Zatímco lednička odebírá teplo z jejího obsahu a předává teplo zadní stranou do svého okolí, tepelné čerpadlo odebírá teplo z okolí a dodává jej do prostoru místnosti.

4.1.1 Rozdělení tepelných čerpadel dle jejich vlastností

Dle způsobu jak se získává a dále využívá, tepelná energie se tepelná čerpadla dělí: země-voda, vzduch-voda, voda-voda, vzduch-vzduch. Každý systém má své dominantní působení a své výhody a nevýhody.

4.1.1.1 Systém Země – Voda

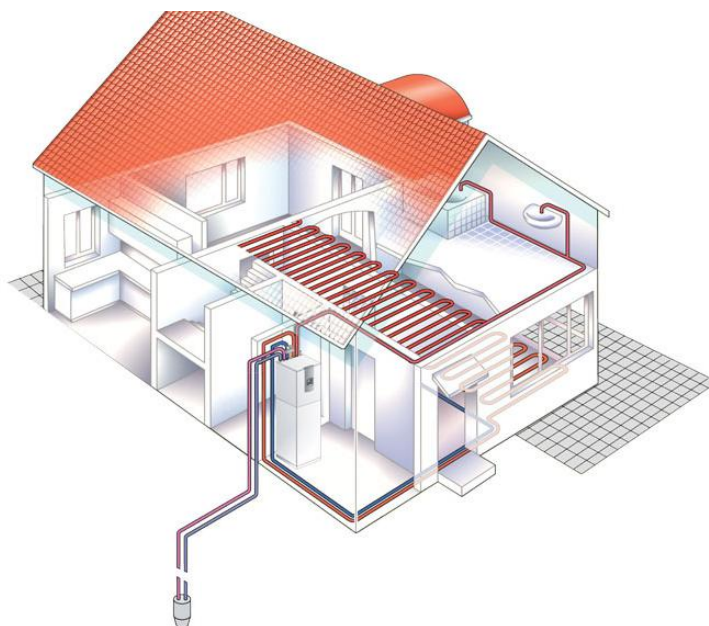
Jedná se o uzavřený systém, který získává teplo z půdy popřípadě z podloží blízko stavby.

V prvním případě jsou sondy uloženy v hloubce několika metrů a vedeny pod povrchem do požadované délky. Tento systém je méně nákladný oproti hloubkovým vertikálním vrtům avšak má mnoho nevýhod. Hlavní nevýhodou je již zmíněná nutnost zapuštění trubek v požadované délce. To nám způsobí rozrušení velké části pozemku. Další nevýhoda spočívá ve využívání tohoto typu v zimě. Jelikož zem je promrzlá a to může mít za následek snížení účinnosti čerpadla, proto je hlavní uplatnění tohoto typu čerpadla v zemích, kde nedochází k enormním teplotním rozdílům. V poslední době tuto metodu uplatňují majitelé vinařství. Ti zapustí potrubí k blízkosti kořenům vinné révy kde má půda vyšší teplotu.

Oproti tomu systém využívající vertikální hloubkový vrt všechny tyto nevýhody eliminuje. Vrty pro tepelná čerpadla jsou zemní vrty, do kterých je nainstalován kolektor. Jedná se obvykle o jednoduché nebo dvojité plastové potrubí tvaru U trubice. Toto potrubí je naplněno teplonosným médiem (většinou nemrznoucí směs s vodou). Tato kapalina

přijímá teplo z horninového podloží a přivádí ho na povrch do tepelného čerpadla. Vrtý se provádějí do hloubek v rozmezí 50-150m. Počet vrtů závisí na dané spotřebě tepla. U menších rodinných domů postačí jeden až dva vrtý. U vytápění větších prostorů se potřebný počet vrtů zvyšuje. Podmínkou dobrého prostupu tepla mezi horninou a potrubím je vhodná volba materiálu vyplňující mezikruží písek či vyvrtaná Zemina. Zároveň tento materiál stabilizuje stěny vrtu a utěsni zaplášťový prostor. [22]

Obr. 2 Systém Země - Voda



Zdroj: <http://www.ezv.cz/stranka-druhy-teplnych-čerpadel-38>

4.1.1.2 Systém Vzduch - Vzduch

U tohoto typu je jako primární vstupní energie využíváno vzduchu. Výstupem ze systému je opět vzduch, avšak „obohacený“ teplem od tepelného čerpadla. Konstrukce výparníků je přizpůsobena prostředí, ze kterého se teplo získává. Většinou je vzduch přiveden k výparníku ventilátorem. V některých případech je výparník umístěn přímo v prostředí, ze kterého teplo odebíráme. Další výparník je umístěn v prostoru, který chceme vytápět. Tento výměník je ohříván odebíráním tepla z kondenzátoru. Následuje předání tohoto tepla do prostoru pomocí vzduchotechniky. Ideálním zdrojem tepla pro tuto konstrukci je vzduch odváděný z provozních hal, slepičáren apod. Nevýhoda tohoto systému je práce zařízení při nízkých teplotách (-10°C). Při takto nízkých teplotách klesá

topný faktor natolik, že se provoz stává málo efektivním. Tudíž je srovnatelný s klasickým topným zdrojem a eliminuje se tak jeho největší výhoda a to je málo nákladný provoz. [22]

Obr. 3 Systém Vzduch - Vzduch



Zdroj: <http://www.ezv.cz/stranka-druhy-tepelnych-cerpadel-38>

4.1.1.3 Systém Vzduch- Voda

Začátek tohoto systému je stejný jako u typu vzduch-vzduch. Primární okruh tedy tvoří výparník. Konstrukce kondenzátoru je však upravena, aby snášela větší tlaky, a z kompresoru se využívá teplo na ohřev vody. Ohřátou vodu lze dle typu sestavy využívat i pro topení nebo také přivádět a ohřívat užitkovou vodu. [22]

Obr. 4 Systém Vzduch - Voda



Zdroj: <http://www.ezv.cz/stranka-druhy-tepelnych-cerpadel-38>

4.1.1.4 Systém Voda- Voda

Jedná se o otevřený systém, kde je voda čerpána na vstupu soustavy do tepelného čerpadla a je jí odebráno teplo. Po jejím ochlazení je zpět hnána do stejného zdroje vody. Dále už systém pracuje na stejném principu jako typ země-vzduch. Pro tento systém je také potřeba vrt avšak vrt pro soustavu voda-voda musí být zpevněn a vybaven pažnicemi. Dále je potřeba mít vždy dostatek vody což značně limituje možná místa použití. Tento fakt je zároveň největší nevýhodou typu voda-voda. Jako zdroj vody je možné využít rybník, jezero nebo studnu s dostatkem vody. Minimální možná hladina se uvádí cca 30m s vydatností podzemní vody 11 s^{-1} . Avšak nejideálnější zdroj vody pro tepelné čerpadlo typu voda-voda je řeka. [22]

Obr. 5 Systém Voda - Voda



Zdroj: www.mvb.cz/produkty/domacnosti/tepelna-cerpadla/voda-voda/

4.2 Části tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo se skládá z těchto základních částí: kompresoru s pohonnou jednotkou, expanzního ventilu, výměníků tepla a náplní chladiva.

Kompresor

Je speciálně upravená část agregátu, která má za úkol stlačování par chladicího média. Slouží v tepelném čerpadle ke stlačování par chladiva, které vznikají ve výparníku. Důležitým parametrem u kompresorů je sací výkon, který udává množství přečerpaného plynu za čas. Výstupní tlak, který vychází z čerpadla, se pohybuje kolem 2,5Mpa. a hodnota teploty výstupního média se pohybuje kolem 55-60°C. Čerpadlo může pracovat na více principech např. pístové, rotační spirálové a jiné. [4]

Expanzní ventil

Hlavní úlohou expanzního ventilu je řízení správného množství kapalného chladiva do výparníku. Jeho regulace je prováděna mechanicky anebo lze přidat automatiku, která podle potřeby bude ventil regulovat sama. [4]

Výměníky tepla

Agregát tepelného čerpadla má výměníky dva a to kondenzátor a výparník. Kondenzátor slouží k výměně získaného tepla mezi chladicím médiem a médiem v topném systému. Jsou navrženy tak, aby snášely veliké rozdíly tlaků. Kondenzátor je umístěn za kompresorem. Dříve se používaly výměníky trubkové, které byly potaženy lamelami pro větší teplosměnnou plochu. Dnes se používají převážně výměníky deskové. Úloha výparníku spočívá v odebrání tepla svému okolí a předání tepla chladicímu médiu. Výparník se nachází před kompresorem. [1]

Chladivo

Z širokého hlediska může být nazývána chladivem každá látka, jenž má schopnost odebírat teplotu svému okolí. Chladivo je nositel energie v tepelném čerpadle, zvolená látka musí mít řadu specifických chemických, fyzikálních a termodynamických vlastností. Zároveň musí být vybraná látka bezpečná a ekologická. [1]

5 REŠERŠE VRTACÍ TECHNIKY A JEJICH VÝROBCŮ

5.1 Vrtná soustava a hlavní části vrtné soupravy

Vrtná souprava nám umožňuje rozpojovat horninu na čele vrtu, vykonávat manipulaci s vrtným nářadím, získávat vzorek horniny, čistí dno vrtu a vynáší rozrušenou horninu na povrch. Dále má zabezpečit stěny vrtu a další operace související s vrtací prací. Vrtná souprava se skládá z částí, které dohromady tyto operace umožňují. V zásadě se vrtná souprava dělí na šest základních částí: pohonné zařízení, těžební zařízení, vrtací zařízení, proplachové zařízení, měřící a regulační zařízení. [18]

5.1.1 Pohonné zařízení

Vytváří energii, díky které mohou vrtací práce probíhat. Podle spotřeby energie se rozlišují spotřebiče hlavní a vedlejší. Hlavní spotřebiče provádějí práci spojenou se samotnou vrtací prací. Jedná se o vrtací, těžební a proplachovací zařízení. Vedlejší spotřebiče provádějí práci nepřímo spojenou s vrtací prací a jsou to například míchačka na výplach, agregáty zajišťující napájení osvětlení, čerpadlo pro zdroje vody apod. Základní člen pohonného zařízení tvoří motory. V praxi jsou používány motory elektrické, vzduchové a samozřejmě spalovací. Přičemž nejvíce jsou využívány motory spalovací pro jejich dobrou mobilitu a možnosti práce bez přívodu elektrické energie avšak při srovnání vlastností potřebných pro vrtání je jasně lepší volbou elektromotor.

Výhody elektromotoru

- přetížitelnost je u elektromotorů větší,
- regulace je snadnější,
- moment je konstantní, není potřeba spojky,
- spouštění motoru se provádí jednoduchým zapojením do sítě.

Z toho vyplývá, že elektromotor má pro potřebu vrtání daleko lepší vlastnosti. Díky těmto vlastnostem se v mnoha vyspělých zemích přechází na elektrizaci vrtných soustav.

Mimo pohonného motoru se do pohonného zařízení zařazují převody (hydraulický měnič, rychlostní skříň, reduktor, spojky apod.) a regulátory (startér spouštěč apod.). [18]

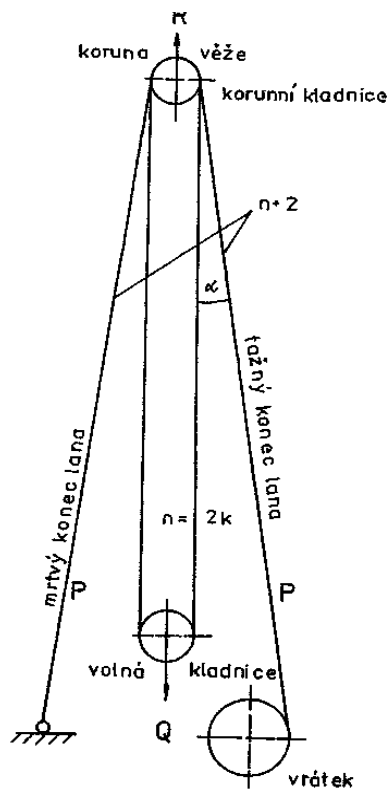
5.1.2 Těžní zařízení

Úkol těžního zařízení je zajištění polohy a potřebných podmínek pro vrtací zařízení. Skládá se z vrtného vrátku, vrtné věže a kladkostroje.

Kladkostroj

K vertikálnímu ovládní vrtacího tělesa nám slouží kladkostroj. Skládá se z těžního lana, korunové a volné kladnice a vrtného háku. Z bubnu vrátku je vedeno lano na korunovou kladnici. Od korunové kladnice je lano vedeno na kladnici volnou a zase zpět dokud není lano navinuto na všech volných kladnicích. Spolehlivě upevněný konec tažného lana v bubnu vrátku musí mít při nejspodnější poloze volné kladnice ještě minimálně 10-15 závitů lana. Tzv. mrtvý konec lana je pevně ukotven v základech věže. Ukotvením lana se sice zvýší zatížení, ale vrostle nám stabilita. [18]

Obr. 6 Kladkostroj



Zdroj:
<http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>

Vrtná věž

Nesení velké hmotnosti vyžaduje zvýšené nároky na konstrukci. Dříve se vrtné věže sestavovali na místě a používala se celá řada konstrukcí. Zejména věže třínohé a čtyřnohé ve výškách 8-20m. Měli však mnoho nevýhod jako je obtížná a nebezpečná montáž, doprava nebo únava materiálu po mnoha montážích. Dnes je velmi silná tendence tyto konstrukce nahradit vrtným stožárem a to sklápějícím nebo výsuvným. [18]

Požadavky kladené na vrtnou věž:

- stabilita věže proti překocení a pevnost proti zkroucení,
- dobrá viditelnost do nitra věže ze stanoviště vrtáře,
- dostatečný pracovní prostor kolem ústí vrtu,
- možnost použití různých vrátků s různým pohonem v téže věži vyvážené vrtné soupravy,
- vyhovující nosnost a dostatečná bezpečnost při přetížení,
- volný průchod volné kladnice kladkostroje ve věži – od nejnižšího k nejvyššímu bodu věže.

Vrtné stožáry mají oproti věžím mnoho výhod, jelikož se převáží v celku a na určeném místě se vztyčí, vysunou nebo sklopí. Proto mezi největší výhody patří snadná montáž a doprava avšak oproti věžím, které měli relativně dobrou stabilitu, stožáry nemají žádnou. Proto musejí být dokonale ukotveny a to v místě, kde to dovoluje stanovený statický výpočet.

Volba vrtných věží se řídí těmito podmínkami:

- projektovanou hmotností nejtěžší pažnicové nebo vrtné kolony při realizaci daného vrtu,
- výkonem těžního zařízení vrtné soupravy,
- předpokládanou dobou realizace projektovaného vrtu,
- transportu věže,
- použitým typem vrtného nástroje,
- způsobem vrtání,
- způsobu manipulace s vrtnou kolonou a stupněm automatizace,

Je stanovena hranice pro maximální výšku věže či stožáru. Pro věže je maximální výška 51m. Pro stožáry je maximální výška 45m. U těžkých vrtných souprav, které jsou určeny pro hloubkové vrtání do velkých hloubek (5000-6000m) jsou používány vrtné stožáry vysoké 41-44m. Jejich konstrukce se nezvyšuje vertikálně nýbrž horizontálně a to z důvodu zesílení konstrukce. [18]

5.1.3 Vrtací zařízení vrtných souprav

V dnešní době se z pohledu způsobu rozpojování hornin využívají pouze dva druhy. Nárazové vrtací zařízení, kde je obsaženo vahadlo primární nebo sekundární funkce a rotační vrtací zařízení, kde rotační pohyb je primární. [18]

5.1.3.1 Nárazové vrtací zařízení

Princip spočívá v působení rotace spolu s dynamickými rázy. Dynamické rázy jsou produkovány kladivy. Tyto kladiva mohou být ponorná nebo povrchová. Povrchová kladiva jsou napojena na pneumatický pohon. Jejich největší využití se týká krátkých povrchových vrtů nebo razících a trhacích prací.

Ponorná kladiva

Používají se pro hloubkové vrty. Jako výplach je určena směs vody a vzduchu. K vytvoření dynamického rázu je potřeba energie stlačeného vzduchu. Nejdůležitější vlastností ponorného kladiva je úderná síla. Ta je přenášena působením tlaku vzduchu nebo vody na píst a posléze na vrtné dláto. Je důležité, aby nedocházelo k velkým ztrátám energie ve vrtné koloně.

Ponorné pneumatické kladivo

K získání potřebné energie slouží kompresor určený pro dodávku vzduchu. Musí odpovídat výkonem o 20% vyšším než je příkon kladiva. Další funkce stlačeného vzduchu spočívá v odstranění rozražené horniny. Díky tomu vzniká úspora energie, jelikož oddělená hornina se nedrobí na menší kousky a nevytváří takový tlak na nástroj. Optimální svislost vrtu a snížení abrazivnosti horniny je dosaženo krátkými a rychlými údery. Snížení abrazivnosti snižuje také opotřebení vrtného dláta. I přesto jsou vrtná dláta nejvíce opotřebovaná součástí, proto se osazují velice odolnými wolfram-karbidovými hroty. Při

částečném opotřebení se dají opravit v terénu speciálními bruskami. Vrtná dláta jsou navržena tak, aby se dala použít i na jiné typy ponorných kladiv.

Obr. 7 Vrtné dláto



Zdroj:<http://geologie.vsb.cz/TECHHLD0B/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>

Při práci kladiva je píst jediným pohybujícím se dílem celého zařízení. Ponorné kladivo je konstruováno tak, že při nadzvednutí se píst nepohybuje. Díky tomu mohou dlátem odcházet množství stlačeného vzduchu a spolu s ním i voda a drť ze dna vrtu. Účinnost kladiva je závislá na kvalitativním provedení přívodu vzduchu. Jelikož při nedotěsnění by docházelo k poklesu plynulosti tlaku. Tato technologie je pravděpodobně nejefektivnějším způsobem pro rozpojování pevných a velmi tvrdých hornin. [18]

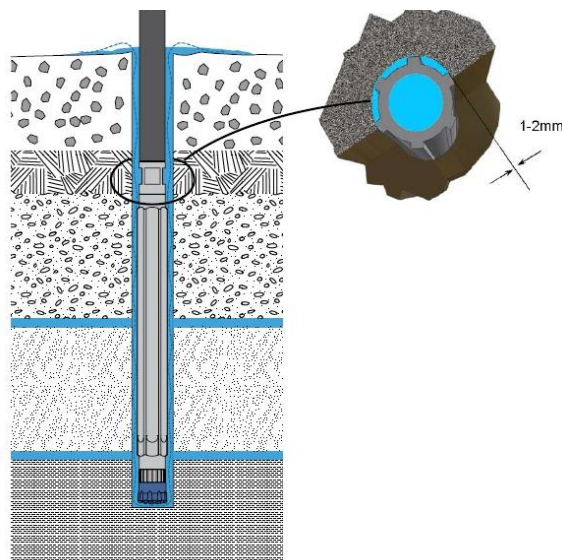
Hlavní výhody:

- rychlejší postup vrtání,
- menší hlučnost,
- vysoká univerzálnost,
- možnost práce s pažícím systémem.

Ponorné hydraulické vrtací kladivo

Zdroj energie zde představuje vysoký tlak vody. Tlak vody dosahuje 18MPa a je použit pro pohon nárazového zařízení, když voda opouští kladivo má již nízký tlak a malou výstupní rychlost. Tudiž slouží voda i jako proplach vrtu. Stejně jako u pneumatického ponorného kladiva i zde je možnost použití vrtných trubek. Další výhodou přítomnosti vody spočívá ve zlepšení stability stěn vrtu viz. obr. 8. a to díky vytvoření hydrostatického sloupce. Díky vodě ve vrtu lze také zabránit riziku problematického vrtání při provrtání formací bohatých na vodu. Tyto problémy odpadají například při vrtání geotermálních vrtů. Naopak dosah může být prodloužen bez potřeby zvláštních prostředků. Tento typ ponorného kladiva se osvědčil pro svou spolehlivost v těžkých vrtných podmínkách. Avšak jeho nevýhodou je potřeba velkého množství vody. [18]

Obr. 8 Stabilizace vrtného kladiva



Zdroj:

<http://geologie.vsb.cz/TECHHLD0B/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>

Hlavní výhody hydraulických ponorných kladiv

- nízká spotřeba energie,
- čistější pracovní prostředí,
- minimální úklon vrtu, minimální dopad na okolní horninovou formaci.
- vysoký výstupní výkon,

5.1.3.2 Rotační vrtací zařízení

Vrtnou kolonu uvádí do otáčivého pohybu rotační zařízení. Vytváří energii nejen k překonání řezných odporů, ale také k překonání odporů tření o stěny vrtu. V současné době jsou vyvinuty tři typy skupin: rotační stoly, rotační hlavy a ponorné vrtné motory.

Rotační stoly

Jejich typickým znakem je, že vrtná kolona s ním není pevně spojena. Svislý pohyb vrtné kolony je ovládán vrtným vrátkem a je zcela volný. Předání rotačního pohybu má na starosti působení čtyřhranných vložek rotačního stolu. Tyto vložky jsou napojeny do čtyřhranné unašečky. Rotační stoly lze používat pouze pro vrtání svislých vrtů směrem dolů. [18]

Obr. 9 Rotační stůl



Zdroj:

<http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>

5.1.4 Dělení vrtných souprav

Vrtné soustavy lze dělit z několika hledisek. A to dle způsobu přepravy, způsobu podávání vrtného nástroje do záběru, způsobu přenosu krouticího momentu, dosahu vrtání a jeho způsobu, dle technologie a podle způsobu vrtání.

- 1) Podle způsobu přepravy se soupravy dělí na stabilní převozní a pojízdné.

Stabilní soupravy jsou hůře přemístitelné, jelikož k jejich převozu je potřeba kompletní demontáž a posléze po přemístění všech částí jejich montáž avšak díky jejich větší hmotnosti a možnosti většího výkonu dosahují daleko hlubších vrtů než je tomu u převozních a pojízdných soustav.

Převozní soupravy jsou už strojní celek, který může být přepraven daleko lépe než stabilní soupravy. Tento celek obsahuje vrtný agregát, vrtnou věž, výplachové čerpadlo a další příslušenství potřebné k vrtání. Tyto komponenty jsou umístěny na pojízdných podvozcích a to buď na jednu, nebo i na více podvozcích. Jejich přeprava je zajištěna tahačem.

Pojízdné soupravy jsou jako převozní soupravy umístěny na pojízdných podvozcích avšak na rozdíl od převozních jsou umístěny přímo na plošině automobilu. Jelikož se oproti předchozím dvěma soupravám jedná o velikostně menší, dosahují také menších hloubek.

- 2) Podle způsobu podávání vrtného nářadí a jeho ovládání můžeme soupravy rozdělit dle pohonu podávacího zařízení a to na soupravy s ručním, pákovým, diferenciálním nebo hydraulickým resp. vzduchovým podáváním.
- 3) Dále se vrtné soupravy dělí dle přenosu krouticího momentu na vrtnou kolonu a to na přenos vřetenem a přenos pomocí rotačního stolu. U přenosu pomocí vřeten je úvodní trubka upínána v upínacích hlavách, které jsou součástí vřetene. Tato souprava je velice univerzální. Jelikož s ní lze vrtat jak svislé horizontální, tak i šikmé vrty. Primárně je používána při jádrovém vrtání a při vrtání v podzemí. U souprav s rotačním stolem se jedná o přenos krouticího momentu.

- 4) Podle způsobu a technologie vrtání se rozdělují vrtné soupravy na rotační vrtné soupravy plnoprofilové, kde vzniká vrt rotačním pohybem. Vrtání nárazové, kde na vrtný nástroj působí rázy od vrtné soupravy. Vrtání s proplachem a bez proplachu. Při vrtání bez proplachu se jedná o vrtání šnekové či drapákové. Proplach je nezbytný u větších hloubek pro zlepšení vlastností nástroje a lepšímu odvodu zeminy. [18]

5.2 Výrobci vrtací techniky

5.2.1 Atlas Copco-Diamec

Společnost Atlas Copco je švédská společnost produkující vrtací techniku značky Diamec.

Specializace této značky spočívá v jádrovém vrtání a v mobilních soustavách. U všech modelů je možnost si vybrat k pohonu elektromotor nebo dieselový motor. Díky jejich velice dobrému poměru velikosti soupravy a jejich schopnosti provádět hluboké vrty jsou velice oblíbeny. [6]

Diamec 232

Diamec 232 je nejmenší model který je firmou Atlas Copco nabízen. Jeho podrobnější údaje jsou popsány v tab. 2. Tento model je uzpůsoben pro mobilní zacházení, přičemž je zde absence podvozku a musí tak být přenášen ručně popřípadě přemístěn jiným transportním zařízením.

Obr. 10 Vrtná souprava Dinamec 232



Zdroj: <http://www.atlascopco.cz>

Diamec U4

Diamec U4 je nejnovější souprava, která je testovaná ve stejných podmínkách jako větší Diamec U6. Je velice kompaktní a je možno ji použít jak k vrtání na povrchu tak i pro vrtací účely v podzemních tunelech.

Diamec U6

Jedná se o jeden ze dvou modelů, který se dokáže při svých relativně malých rozměrech dostat 1000m pod povrch. Jako největší přednost výrobce uvádí možnost vrtání pod úhlem 0°-180°.

Obr. 11 Vrtná souprava Diamec U6



Zdroj: <http://www.atlascopco.cz>

Diamec U8

U8 Je největší model značky diamec, který se dokáže dostat do hloubky až 2000m. V případě modelu s APC systémem (automatic control systém) je možné celý průběh vrtání automatizovat. Výrobce garantuje perfektní chod i při vysoké frekvenci užívání nebo dlouhém chodu soustavy.

Tab. 2 Přehled vrtacích souprav Diamec

Diamec	Diamec 232	Diamec U4	DiamecU6	Diamec U8
Hmotnost (kg)	Výrobce neudává			
Výška stožáru (m)	0.85	1.8	1.8	1.8
Otáčky (ot/min)	2200	1800	1400	1200
Pohon *	EL/D	EL/D	EL/D	EL/D
Hloubka vrtu (m)	120	500	1000	2000

Zdroj: <http://www.atlascopco.cz>

*EL-elektrický pohon; D-diesellový pohon

5.2.2 Acker drill company

Společnost Acker je americká firma založena roku 1917. Firma se zpočátku soustředila se na uhelný průmysl, ale po druhé světové válce W. L. Acker začal dávat své úsilí do výroby jednotek pro geologický průzkum. Dnes patří mezi špičku ve vrtném průmyslu a vyváží svou techniku do více než 106 zemí po celém světě. [5]

ACE

ACE je lehká vrtací technika, která dokáže vrtat 270m hluboko. Vrtací sestava je poháněna diesellovým motorem o výkonu 25 hp a je vybavena čtyřstupňovou převodovkou. Transport je díky transportního rámu snadný. Avšak je potřeba disponovat transportním zařízením. [5]

Obr. 12 Vrtací souprava ACE



Zdroj: <http://www.ackerdrill.com>

Soil-Scout

Tato sestava je vybavena mobilním podvozkem. Tento podvozek zajišťuje pohyb soupravy po místě stavby nikoliv však možnost dopravy na místo stavby. Pohyb zajišťuje pásový podvozek s gumovými pásy a je poháněn nezávislým hydromotorem. Výhodou této soupravy je kromě dobré mobility i možnost soupravu ovládat dálkovým rádiovým ovládním. Pohon vrtné soupravy zajišťuje diesellový motor o výkonu 62 hp. Maximální možný dosah vrtu je 270m. [5]

MP-8

Sestava MP-8 je osazena na nákladním automobilu nebo na pásovém podvozku. V prvním případě lze soupravu přepravovat velice rychle. Oproti tomu má MP-8 nevýhodu v dostupnosti terénu, vrtat lze pouze tam, kam se dostane tahač. Pásový podvozek tyto nevýhody eliminuje, avšak mobilita bude omezená. Maximální hloubka vrtu je 1054m. [5]

Obr. 13 Vrtací souprava MP-8



Zdroj: <http://www.ackerdrill.com>

Tab. 3 Přehled vrtacích strojů spol. Acker drill company

Acker drill company	ACE	AD-II	Bushmaster	Mark III Hill Billy	MP-8	R.A.D.	Soil-max	Soil-Scout
Hmotnost (kg)	1136	4535	862	4535	8160	4990	5440	2040
Výška stožáru (m)	1,6	6	2,8	1,8	-	2,5	6	3
Otáčky (ot/min)	1302	2800	1600	1200	1000	750	800	1200
Pohon *	D	D	D	D	D	D/EL	D	D
Hloubka vrtu (m)	250	580	275	580	1054	270	700	270

Zdroj: <http://www.ackerdrill.com>

* D – dieselový pohon, EL – elektrický pohon

5.2.3 IDE (*Integrated drilling equipment*)

IDE je americká firma sídlící v Texasu. Řadí se mezi nejúspěšnější společnosti vyrábějící těžkou vrtací techniku. Mimo výrobu vrtací techniky firma nabízí i vrtací služby. [12]

Sparta

Vrtací souprava sparta se vyrábí ve třech provedení rozlišující se dle výkonu. Nejslabší nabízený výkon soupravy je 1000 hp. Při tomto výkonu je souprava schopna vrtání do hloubky 3660m. Celou sestavu je možno přepravit jedinou soupravou. Verze 1500hp se přepravuje ve dvou nakládkách. Soustava SDS (Sparta drilling systém) je pro jednodušší montáž a demontáž vybavena teleskopickou vrtnou věží, která je celá umístěna na nápravě přepravného vozu. Celá soustava se může pohybovat po opěrných deskách. Vše je kontrolováno a řízeno z kontrolního stanoviště umístěného ve spodní části soupravy. [12]

Obr. 14 Vrtná souprava Sparta



Zdroj: <http://www.ide-rig.com>

SEDS (Selfe elevating drilling system)

SEDS je montovaná souprava, jejíž největší výhodou je samo-stavitelná konstrukce. Po převozu základních částí na místo vrtu se spodek konstrukce i stožár složí sám. Je zde z velké části absence montážních prací. Tato abilita se těší velké oblibě u vrtných společností, jelikož klesají náklady na sestavení soupravy. Celá souprava se dokáže pohybovat po kolejnicích, což usnadňuje manipulaci. [12]

Desert One

Desert One je souprava osazená většinou na přívěsném zařízení. Nedosahuje rozměrů jako předchozí dvě soupravy, avšak je velice skladná. Při přepravě se celá souprava kompletně složí na jednu nápravu a to včetně integrovaných pěších roštů. [12]

5.2.4 Huisman Equipment BV

Nizozemská společnost Huisman byla založena roku 1929 jako firma pro výrobu ocelových konstrukcí. Roku 1997 expandovala s projektovou a výrobní kapacitou do

České republiky. Výroba probíhá taktéž v Nizozemí a nově i v Číně. Prodej taktéž probíhá v Brazílii, Singapuru a USA. Společnost se zabývá výrobou zařízení pro těžké zdvihy, vrtných souprav, zařízení pro pokládání potrubí, designy lodí aj. [11]

LOC 400

Souprava LOC 400 je kontejnerová vrtná souprava. Vychází z modelu LOC 250, která je použitelná pro vrtací práce jen na pevnině. Ze zkušeností z této soupravy byla zkonstruována LOC 400. Tuto vrtnou soupravu je možné použít pro pozemní i námořní operace. Celou soupravu je možné rozložit na 22 jednotek o rozměrech splňující normu ISO rozměrů kontejnerů. Největší výhodou je prostorová nenáročnost. LOC 400 je vybaven technologií CWD (casing while drilling) neboli pažení v průběhu vrtání. Tato plošina je plně automatizována. Množství obsluhy je tedy výrazně redukován. [11]

Obr. 15 Vrtná souprava LOC 400

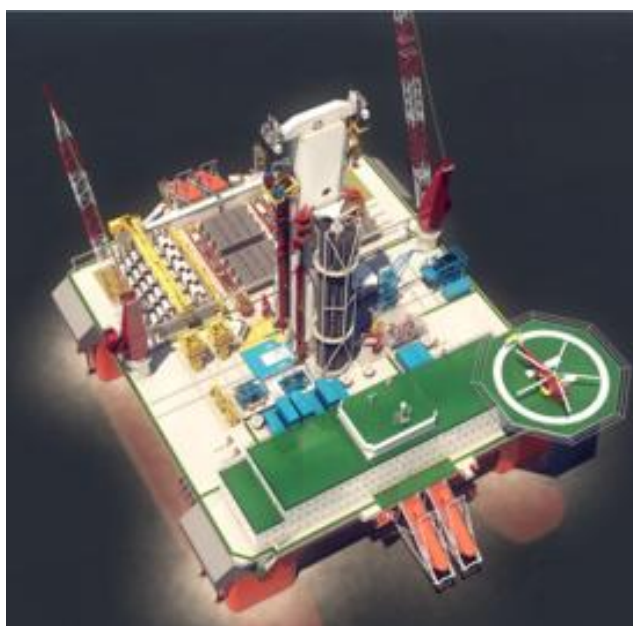


Zdroj: <http://www.huismanequipment.com>

Orion 3000

Těžební souprava Orion je určena pro vrty na moři. Přičemž maximální hloubka moře je stanovena na 3000m. Charakteristickým znakem je plochá hlavní paluba v rovině s vrtnou plošinou. Souprava se udržuje na dané pozici ukotvením a pomocí lodního šroubu. Paluba o rozloze 5100 m² poskytuje dostatek manipulačního prostoru. Paluba je vybavena mostovým jeřábem. [11]

Obr. 16 Vrtná souprava Orion 300



Zdroj: <http://www.huismanequipment.com>

Huisdrill 12000

Tato těžební souprava je součástí speciálně upravené vrtné lodi s vlastním pohonem. Rozložení vrtné lodi je založeno na vrtné věži. Tato věž je stožárového typu a je umístěna uprostřed paluby. Paluba nabízí slušných 4200m². Na zadní části lodi je umístěn heliport pro výměnu posádky a zásobování. [11]

Obr. 17 Lod' Huisdrill 12000



Zdroj: <http://www.huismanequipment.com>

Tab. 4 Přehled vrtacích stojů spol. Huisman Equipment BV

Huisman	Huisdrill 12000	Orion 3000	LOC 400
Výška stožáru (m)	50.6	47	38.1
Maximální hloubka vodní hladiny (m)	3650	3000	-
Pohon *	D(8x4.6MW=36.8MW)	D(8x4.8MW=38.4MW)	E (2MW)
Hloubka vrtu (m)	12000	12200	6000

Zdroj: <http://www.huismanequipment.com>

* D – dieselový pohon, EL – elektrický pohon

5.2.5 Tatra

Obchodní společnost Tatra, a.s. se řadí mezi nejstarší automobilky světa. Od svého vzniku společnost sídlí ve městě Kopřivnice ve východní části České republiky. Společnost Tatra se primárně soustředí na své proslulé nákladní vozy. Avšak produkuje také velkou škálu vozů s nástavbou různého typu. Právě mezi tyto nástavby patří hojně využívané vrtací soupravy. Nejedná se sice o výrobce vrtacích souprav formátu předešlých společností, avšak v České republice patří mezi nejoblíbenější a nejvyužívanější.

Tatra T815-22PR84/441

Tato Tatra je nejnovější zástupce vrtací techniky ve společnosti (obr. 18). Těší se velké oblíbenosti u spotřebitelů zejména díky dobré pověsti společnosti. Maximální dosažitelná hloubka, do které se může souprava dovtat je stanovena na 1 500 m. [17]

Obr. 18 Vrtná souprava Tatra T815-22PR84/441



Zdroj:<http://www.tatra.cz/nakladni-automobily/odvetvovy-katalog/ropa-a-plyn/dalsi-vozy/8x8-vrtaci-souprava/>

5.2.6 TESCO

Společnost Tesco corporation je americká firma, která má pobočky po celém světě. Zhruba pře dvaceti lety se firma začala soustředit na systém Top drive. Tento systém je hydraulický nebo elektrický motor upevněn vertikálně na stožáru. Používání tohoto systému eliminuje potřebu použití rotačního stolu. [18]

Obr. 19 Top Drive



Zdroj:<http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>

6 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ STROJOVÝCH SESTAV PRO VYBRANOU STAVBU

6.1 Návrh tepelného čerpadla pro vybranou stavbu

Stavba se nachází nedaleko od Prahy v obci Babice. Jedná se o novostavbu s podlahovým vytápěním v kombinaci s deskovými otopnými tělesy. Jako zdroj pro vytápění bude sloužit tepelné čerpadlo v kombinaci s dotopovým elektrokotlem. Tepelné čerpadlo také bude sloužit pro ohřev teplé užitkové vody. Dále se majitel v druhé fázi stavby chystá tepelné čerpadlo využít pro vytápění bazénové vody.

6.1.1 Základní parametry pro návrh

Tepelné ztráty objektu jsou stanoveny na 13 kW. Celková spotřeba tepla pro vytápění, ohřev teplé užitkové vody a ohřev bazénové vody je stanovena na 39 810 kWh/rok. Z toho 36 426 kWh dodá tepelné čerpadlo a zbytek tedy 3384 kWh dodá dotopový elektrokotel.

6.1.2 Výběr strojové sestavy

Určení optimálního zdroje tepla se odvíjí z tab. č. 5. Jsou zde uvedeny výrobci tepelných čerpadel a typy čerpadel vhodné pro tuto stavbu. Všechny typy obsahují dotopový elektrokotel o výkonu 6 kW. Z hlediska délky záruky vycházejí nejlépe výrobci IVT a Vaillant. Z pohledu úspornosti provozu zařízení vychází nejlépe výrobce Hennlich, jelikož jeho příkon je pouhých 1,3 kW. Co se ceny týče, nejlépe vychází tepelné čerpadlo Vitocal 343 compact od firmy Viesman. Výběr vhodného tepelného čerpadla tedy ovlivňují různé faktory a individuální požadavky. Zdrojem tepla bude pro dům tepelné čerpadlo IVT Green line Compact 7 o výkonu 7,6 kW a to z důvodu přiměřené ceny, nižšího příkonu a dlouhé záruky 10-ti let. Sestava bude doplněna o elektrokotel o výkonu 6 kW. Výkon celkového zařízení tedy bude 13,6 kW. Zabezpečení celé topné soustavy bude pomocí tlakové expanzní nádoby o maximálním přetlaku 300 kPa a pojistného přetlakového ventilu o otevíracím přetlaku 150 kPa.

Tab. 5 Přehled čerpadel

Výrobce	Typ	Výkon (kW)	Příkon (kW)	Teplota topné vody (°C)	Záruka na kompresor (roky)	Cena (Kč)
IVT	Greenline C8	7,6	1,6	65	10	182 000
Viesman	Vitocal 343 compact	7,9	1,66	60	5	167 931
HENNLICH	Ai1+ 5006.5	8	1,3	60	5	232 250
AGEO	B0/W35	13	2,5	65	-	176 700
Vaillant	VWS 82/3	7,8	1,6	62	10	185 000

Zdroj: [19], [22], [10], [8], [21]

6.1.3 Odběr tepla pro tepelné čerpadlo

Teplo se bude odebírat ze země pomocí hlubinného vrtu. Hloubka vrtu závisí na požadovaném výkonu čerpadla a na místních geologických podmínkách. Je tedy nezbytné vědět složení podloží viz. Tab. 6. Informace potřebné k určení hloubky vrtu se získají geologickým průzkumem. Jelikož se jedná o podloží složené převážně z pískovce, hloubka vrtu bude 124m. Vrt bude instalován na pozemku rodinného domu a to 10m od budovy. Zemní sonda bude vyrobena z polyethylenové trubky o rozměrech 40 x 3,7mm.

Tab. 6 Přehled hornin a jejich vlastností

Hornina	Tep. vodivost (W/m K)	Získ. výkon (W/m)	Vrt na kW top. výkonu (m) (top. faktor 3)
Suché nezpevněné horniny	1,5	20	33
Pevné horniny nebo vodou nasycené	1,5 - 3,0	50	13
Pevné horniny s vysokou tep. vodivostí	3	70	9,5
Štěrky a písky, suché	0,4	20	33
Štěrky a písky, zvodněné	1,8 - 2,4	55 - 65	12.12
Hlíny a jíly, vlhké	1,7	30 - 40	17 - 22
Vápenec, masivní	2,8	45 - 60	11.15
Pískovec	2,3	55 - 65	10.12
Žuly	3,4	55 - 70	9,5 - 12
Čediče	1,7	35 - 55	12.19
Ruly	2,9	60 - 70	9,5 - 11

Zdroj: <http://www.solarenavi.cz/tepelna-cerpadla/typy-tepelnych-cerpadel/zeme-voda-hlubinne-vrty/>

6.1.4 Administrativa potřebná k provedení vrtu

Jelikož sonda pro tepelnou výměnu bude naplněna směsí vody a lihu je nezbytné získat posudek odbouratelnosti lihu. V případě havárie a posléze úniku látky maximálně 26 l se předpokládá využití lihu přítomnými bakteriemi do několika desítek hodin. Nehrozí tedy kontaminace. Kvalita lihu by měla být co největší a to aby nebyla znečištěn vyššími alkoholy. Dále musí být od firmy provádějící vrt předloženo oprávnění k výkonu práci a osvědčení všech pracovníků podílejících se na vrtném díle. Tyto oprávnění a osvědčení vydává Český báňský úřad.

6.1.5 Realizace vrtu

Realizaci vrtu provede vrtací souprava vybraná firmou zajišťující vrtací práce. V tomto případě jsem vybral vrtací soupravu Tatra T815-22PR84/441. Tuto soupravu jsem vybral z důvodu její dobré mobility, vysokého výkonu a spolehlivosti.

7 ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Záměrem mé práce bylo srozumitelně avšak na úrovni odborné literatury osvětlit a shrnout veškeré důležité informace týkající se hlubinných vrtů, vrtací techniky a tepelných čerpadel. Toto téma je velice bohaté na objemné informace, vzniká tedy možnost rozvedení myšlenky k tématům, které se zadání netýkají. Proto jsem se vždy striktně držel stanovené osnovy a k řešené věci se snažil uvést fakta vedoucí k zadanému cíli.

Je tomu několik let co si lidé v podvědomí začaly klást otázku ohledně možnosti vyčerpání přírodních zdrojů. Tato otázka je samozřejmě mírně nadsazená a pro někoho možná i nedůležitá. Avšak všem lidem musí být jasné, že jednou si některá generace tuto otázku položí ve vší vážnosti. Právě proto je důležité naučit se využívat alternativní zdroje. Jedna z možných odpovědí na výše položenou otázku může být tepelné čerpadlo. V mé práci uvádím tepelné čerpadlo a jeho využití. Jsou zde uvedeny jednotlivé části čerpadla i různé systémy jeho provedení. Tyto informace a poznatky jsem využil při návrhu tepelného čerpadla pro danou stavbu.

To že je dnes vrtání a technologie s ním spojená na tak vysoké úrovni dokazuje a značí jeho důležitost v moderním světě civilizovaných lidí. Vrty potřebné k uvedeným pracím jsou v dnešní době nepostradatelné a troufám si říci, že v budoucnu tomu nebude jinak.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NAVRÁTIL, J. *Tepelné čerpadlo*. Olomouc: Vydal vlastním nákladem, 1997. ISBN 80-902244-1-5.
- [2] VOŠTOVÁ, V. *Stroje a technologie v podzemních stavbách I*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02084-3.
- [3] VOŠTOVÁ, V. *Stroje a technologie v podzemních stavbách II*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02279-X.
- [4] ŽERAVÍK, A. *Stavíme tepelné čerpadlo*. Přerov: Vydal vlastním nákladem, 2003. ISBN 80-239-0275-X

Internetové zdroje

- [5] Acker Drill Company. *AceVersatile, Shallow Exploration Drill Unit* [on-line]. USA: Acker Drill Company, leden 2013. Dostupný z: <http://www.ackerdrill.com>
- [6] Atlas Copco. *Podzemní vrtací jádrová souprava* [on-line]. Praha: Atlas Copco Czech Republic, leden 2013. Dostupný z: <http://www.atlascopco.cz>
- [7] BL Diamond. *Diamantová korunka se zapuštěným segmentem SHARK* [on-line]. Osek u Duchcova: Diamantové nástroje a stavební technika, leden 2013. Dostupný z: <http://www.bld.cz/zbozi/3991/Diamantova-korunka-se-zapustenym-segmentem-SHARK.htm>
- [8] CIATIK TRADE. *Ageo Caleo* [on-line]. Praha: Tepelná čerpadla voda/voda, leden 2013. Dostupný z: <http://www.tepelna-cerpadla-ciat.cz/tepelna-cerpadla-voda-voda/ageo-caleo>

- [9] Ekologické zdroje vytápění. *Druhy tepelných čerpadel* [on-line]. Litoměřice: Ekologické zdroje vytápění, leden 2013. Dostupný z: <http://www.ezv.cz/stranka-druhy-tepelnych-cerpadel-38>
- [10] G-TERM. *Tepelná čerpadla DS 5023* [on-line]. Litoměřice: Odštěpný závod G-TERM (Hennlich), leden 2013. Dostupný z: <http://g-term.hennlich.cz/produkty/tepelna-cerpadla-g-term-tepelna-cerpadla-zemevoda-1008/tepelna-cerpadla-ds-5023.html>
- [11] Huisman. *Vrtné soupravy* [on-line]. Ostrava: Huisman, leden 2013. Dostupný z: <http://www.huismanequipment.com>
- [12] Integrated Drilling Equipment. *Product&Services* [on-line]. USA: Integrated Drilling Equipment, leden 2013. Dostupný z: <http://www.ide-rig.com>
- [13] MVB OPAVA CZ. *Tepelná čerpadla voda-voda* [on-line]. Opava: Vybavení pro domácnosti, průmysl a laboratoře, leden 2013. Dostupný z: <http://www.mvb.cz/produkty/domacnosti/tepelna-cerpadla/voda-voda/>
- [14] Periodická tabulka prvků. *Mohsova stupnice tvrdosti* [on-line]. Praha: Periodická tabulka chemických prvků, leden 2013. Dostupný z: <http://www.prvky.com/mohsova-stupnice.html>
- [15] Solareni. *Specifika hlubinných vrtů* [on-line]. Třeboň: Tepelná čerpadla, typ země/voda – hlubinné vrty, leden 2013. Dostupný z: <http://www.solareni.cz/tepelna-cerpadla/typy-tepelnych-cerpadel/zeme-voda-hlubinne-vrty/>
- [16] ŠPONAR, P. *Geotermální vrty* [on-line]. Praha: Státní báňská správa České republiky, leden 2013. Dostupný z: www.cbubs.cz/docs/jine05.doc

- [17] Tatra. *8x8 vrtací souprava* [on-line]. Kopřivnice: Tatra, leden 2013. Dostupný z: <http://www.tatra.cz/nakladni-automobily/odvetvovy-katalog/ropa-a-plyn/dalsi-vozy/8x8-vrtaci-souprava/>
- [18] Technika a technologie hlubinného vrtání. *Technika pro provádění vrtných prací* [on-line]. Ostrava: Institut geologického inženýrství, leden 2013. Dostupný z: <http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/technikaPraci.html>
- [19] Tepelná čerpadla IVT. *IVT premiumline EQ země/ voda* [on-line]. Praha: Švédská tepelná čerpadla, leden 2013. Dostupný z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/ivt-premiumline-eq-zeme-voda>
- [20] Ústav geotechniky FAST VUT v Brně. *Geologie* [on-line]. Brno: Ústav geotechniky FAST VUT v Brně, leden 2013. Dostupný z: <http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/geologie.pdf>
- [21] Vaillant. *Tepelné čerpadlo geoTHERM plus VWS 82/3* [on-line]. Chrástky: Tepelná čerpadla Země/Voda s integrovaným zásobníkem TV, leden 2013. Dostupný z: <http://www.vaillant.cz/tepelne-cerpadlo-geotherm-plus-vws-82-3-162p.html>
- [22] Viessmann. *Vytápění teplem ze vzduchu země* [on-line]. Rudná: Produktové prospekty – Vytápění teplem ze vzduchu země, leden 2013. Dostupný z: http://www.viessmann.cz/etc/medialib/internet-cz/pdf/produktove_prospekty.Par.15404.File.File.tmp/Vytapeni_teplem_zeme-voda_04-2012_WEB.pdf

Seznam obrázků

Obr. 1 Vyvrtané jádro s vrtnou korunkou.....	15
Obr. 2 Systém Země - Voda	17
Obr. 3 Systém Vzduch - Vzduch	18
Obr. 4 Systém Vzduch - Voda.....	18
Obr. 5 Systém Voda - Voda.....	19
Obr. 6 Kladkostroj	22
Obr. 7 Vrtné dláto	25
Obr. 8 Stabilizace vrtného kladiva.....	26
Obr. 9 Rotační stůl.....	27
Obr. 10 Vrtná souprava Dinamec 232	29
Obr. 11 Vrtná souprava Diamec U6	30
Obr. 12 Vrtací souprava ACE.....	31
Obr. 13 Vrtací souprava MP-8.....	32
Obr. 14 Vrtná souprava Sparta	34
Obr. 15 Vrtná souprava LOC 400.....	35
Obr. 16 Vrtná souprava Orion 300	36
Obr. 17 Lod' Huisdrill 12000	37
Obr. 18 Vrtná souprava Tatra T815-22PR84/441	38
Obr. 19 Top Drive.....	38

Seznam tabulek

Tab. 1 Mohsova stupnice tvrdosti.....	12
Tab. 2 Přehled vrtacích souprav Diamec	31
Tab. 3 Přehled vrtacích strojů spol. Acker drill company	33
Tab. 4 Přehled vrtacích stojů spol. Huisman Equipment BV	37
Tab. 5 Přehled čerpadel	40
Tab. 6 Přehled hornin a jejich vlastností.....	41

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

APC	Automatic control systém (automatizované ovládání systému)
CWD	Casing while drilling (pažení při vrtání)
SEDS	Selfe elevating drilling systém (samo stavící vrtný systém)
MW	megawatt
m	metr
kg	kilogram
kWh	kilowatt hodina
kPa	kilopascal
l/s	litr/sekunda
°C	Celsia
ot/min	otáčky/minuta
hp	horsepower
W/m K	Watt/metr*kelvin

10 SEZNAM PŘÍLOH

Návrh tepelného čerpadla

Příloha 1 Půdorys stavby

Příloha 2 Schematický řez vrtu