

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

TECHNIKA A TECHNOLOGIE VRTACÍCH PRACÍ

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Heřmánek, Ph.D.

Autor: Mihula Lukáš

Praha 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zemědělských strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Mihula Lukáš

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Technika a technologie vrtacích prací

Anglický název

Technique and Technology of Drilling Operation Works

Cíle práce

Zpracujte přehled vrtacích prací se zaměřením na zakládání staveb a proveďte rešerši vrtacích strojů a zařízení.

Metodika

Zpracujte přehled vrtacích prací při zakládání staveb a na základě provedené rešerše výrobců a prodejců vrtací techniky. Navrhněte podle vlastního hodnocení strojovou sestavu pro vybranou technologii.

Osnova práce

1. Úvod
2. Technologie vrtacích prací
3. Vrtací stroje a zařízení v ČR a zahraničí
4. Multikriteriální hodnocení strojů a zařízení pro vybranou technologii
5. Závěr
6. Seznam použité literatury

Rozsah textové části

30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

vrtací práce, vrtací stroje, vrtací zařízení, vrtací technologie

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

Heřmánek Petr, doc. Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 4.4.2014

doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4.4.2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Technika a technologie vrtacích prací vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petru Heřmánkovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přítelkyni za podporu při studiu.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je popis techniky a technologie vrtacích prací v oboru stavitelství se zaměřením na zakládání staveb. V první kapitole je tato práce zaměřena na přehled vrtacích technologií a jejich uplatnění při zakládání staveb. Následující kapitola je zaměřena na přehled strojů a zařízení využívaných při vrtání a přehled výrobců, kteří se zabývají výrobou těchto zařízení. V poslední kapitole je volba vhodného stroje pro zvolenou stavbu pomocí multikriteriálního hodnocení.

Klíčová slova: vrtací práce, vrtací stroje, vrtací zařízení, vrtací technologie

Technique and technology of drilling operation works

Summary

The aim of this bachelor's thesis is the description of the technique and technology of drilling in the field of civil engineering with a focus on building foundations. In the first chapter this work focuses on an overview of drilling technologies and their application in foundation engineering. The following chapter gives an overview of machines and equipment used in the drilling and of manufacturers of these devices. In the final chapter suitable machinery for a chosen construction project is selected with the help of multi-criteria evaluation.

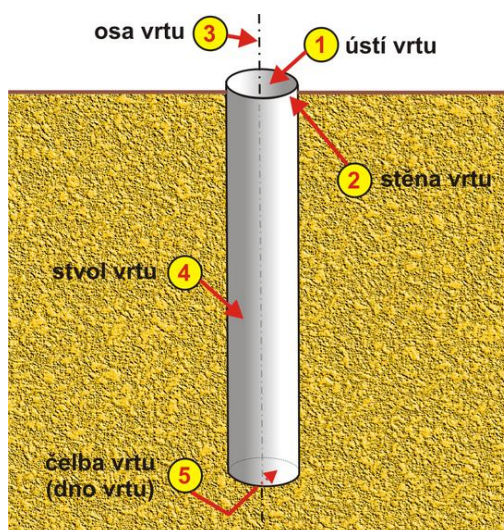
Key words: drilling works, drilling machines, drilling equipment, drilling technology

Obsah

Slovník termínů	1
1 ÚVOD	2
2 CÍL PRÁCE A METODIKA	3
3 TECHNOLOGIE VRTACÍCH PRACÍ	4
3.1 Účel vrtání a jeho historický vývoj.....	4
3.2 Technologické vlastnosti hornin.....	4
3.3 Přehled vrtacích prací	6
3.4 Vrtné práce pro zakládání staveb na pilotách	10
3.5 Vrtné práce pro mikropiloty	15
4 VRTACÍ STROJE A ZAŘÍZENÍ V ČR A ZAHRANIČÍ	18
4.1 Konstrukce vrtných souprav	18
4.2 Rozdělení vrtných souprav	22
4.3 Vrtné nástroje	23
4.4 Výrobci vrtací techniky	27
5 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ STROJŮ PRO ZVOLENOU STAVBU. 31	
5.1 Volba stroje pro zvolenou stavbu	31
6 ZÁVĚR	33
7 Seznam použité literatury.....	34
Seznam obrázků.....	36
Seznam tabulek.....	36

Slovník termínů

- Abrazivnost – vlastnost hornin, která způsobuje rychlé opotřebování nástroje otěrem v průběhu vrtání
- Armokoš – svařená část výztuže, která se skládá z tvarovaných tyčí
- Dláto – vrtný nástroj sloužící k hloubení vrtů
- Hlubinný vrt – dlouhé důlní dílo, u něhož poměr (délka/průměr) má maximální velikost
- Injektáž – zpevňování narušeného zdiva tlakovým vstřikem tekutého betonu
- Jádro – vzorek horniny, který vznikne při rozrušování horniny při jádrovém vrtání
- Pažnice – trubka opatřená na obou koncích spojovací částí závitem apod.
- Pilota – hlubinný základ ve tvaru sloupu, který přenáší zatížení stavby do základové půdy
- Počva – spodní část důlního díla
- Technika – mechanizace, která se používá při vrtacích pracích.
- Technologie – souhrn výrobních prostředků, postupů a dokumentů.
- Unašečka – čtyřhranná nebo šestihranná tyč, která přenáší rotační pohyb z rotačního stolu na vrtné nářadí
- Vrt – otvor, který vzniká vrtáním v půdě (hornině)
- Vrtná kolona – sestava navzájem spojených vrtných trubek, slouží k přenosu síly k rozrušování hornin od vrtné soupravy na čelbu vrtu



Obr. 1: Základní části vrtu [1]

1 ÚVOD

Hlubinné vrtání je obor, který zasahuje do mnoha jiných oborů buď přímo, nebo nepřímo a tím se stává nezbytnou součástí pro okruh technické činnosti. Hlavní funkce hlubinného vrtání spočívá v hornické činnosti při průzkumu a těžbě nerostných surovin, v energetice pro provádění vrtů pro tepelná čerpadla a v dnešní době také ve stavebnictví, kde je jeho uplatnění zejména při zakládání staveb (vrty pro piloty a mikropiloty). Při zakládání staveb se jedná o zhotovení vrtů pro osazení stavebních prvků, které vedou ke zvýšení únosnosti základů, zemních svahů a staticky narušených objektů.

Způsoby hlubinného zakládání procházejí v posledních desetiletích velkým vývojem, který je podmíněn vlastním stavebním výzkumem a také požadavkem na zastavování pozemků se složitými geotechnickými poměry, kde vlastní bezpečné, ekonomické a rychlé založení stavby představuje největší problém celého procesu. Příkladem mohou být zástavby v městských oblastech, které se často nachází ve stísněných prostorech a je potřeba dbát na okolní stavby.

Zakládání staveb na pilotách představuje stále základní a nejrozšířenější metodu hlubinného zakládání průmyslových, obytných a inženýrských staveb. U nás jsou nejrozšířenější piloty vrtané, což je dáno jejich univerzálností z geologické rozmanitosti stavenišť, typické pro naše podmínky. Zakládání staveb na pilotách vrtaných splňuje požadavek na rychlost provádění, kdy je odstraněna velká většina obtížných prací, při nichž bylo možné použít jen malou mechanizaci, a nahrazuje se prací vysoce výkonných strojů, pro jejichž obsluhu stačí malý počet kvalifikovaných pracovníků.

2 CÍL PRÁCE A METODIKA

Cílem této bakalářské práce je popis provedení a seznámení s účely hlubinných vrtů se zaměřením na zakládání staveb. Mezi další cíle patří vytvoření přehledu vrtací techniky a jejich výrobce pro vytvoření multikriteriálního hodnocení stroje pro danou stavbu.

Pro splnění všech cílů bylo potřeba nastudování odborné literatury zabývající se touto problematikou. Mimo jiné bylo použito odborných internetových stránek a katalogů výrobců vrtací techniky.

3 TECHNOLOGIE VRTACÍCH PRACÍ

3.1 Účel vrtání a jeho historický vývoj

Účelem vrtání je proniknout do hlubin země pro získání vědomostí o složení zemské kůry (*vrty průzkumné*) nebo získání surovin z hlubin země (*vrty provozní*). Vrty jsou také nezbytnou součástí stavebních prací, ať již jde o vrtané piloty, injektování zemin a hornin, kotvení staveb apod. Vrty rovněž využíváme při podzemním skladování plynu a řešení havárií, ohrožujících čistotu podzemních vod.

První zmínky o vrtání jsou z doby 2000 let před n. l., kdy Číňané vrtali dláty zavěšenými na bambusových tyčích nebo na laně. Roku 1126 ve Francii v provincii Artois byly vrtány studny a v roce 1490 Jovan Fontas nakreslil návrh vrtáku pro nárazové vrtání na laně. V Rusku byla v roce 1734 nedaleko Baku vyvrtána studna na ropu hluboká 105 m. Ze severní Ameriky z roku 1806, známe vrty na slanou vodu, z nichž některé narazili na ropu.

První moderní vrtba nárazovým vrtáním byla provedena v roce 1859 v Pensylvánii. V roce 1862 vyzkoušel ženevský mechanik Leschot vrtnou soupravu s první diamantovou korunkou. Výsledkem jeho prací byla nejen podstatně větší rychlost vrtání, ale též jádro, o něž byl velký zájem ze strany geologů.

Z Českých zemí pochází první zpráva z roku 1864, kdy se u Českého Brodu vrtalo diamantovými vrtáky do hloubky 684 m. Rozvoj vrtné techniky v naší republice nastal po druhé světové válce. Vedl k objevům plynových i ropných ložisek na jižní Moravě. [2]

3.2 Technologické vlastnosti hornin

Jako technologické vlastnosti hornin jsou označovány takové horninové vlastnosti, se kterými se setkáváme při různých technologických procesech. Vlastnosti, které ovlivňují proces vrtání, se projevují při rozpojování a opracování hornin.

3.2.1 Tvrdost

Tvrdost je mechanická vlastnost horniny, vyjádřená odporem proti deformaci povrchu, vyvolaná působením cizího tělesa. Pro posouzení tvrdosti horniny se používají metody vtláčné pevnosti. Princip zkoušky spočívá ve schopnosti materiálu vytvořit vryp do materiálu druhého a následné odečtení hodnot. Následné hodnocení se provádí podle Mohsovy stupnice tvrdosti viz. tab. 1. [2], [3]

Tab. 1: Mohsova stupnice tvrdosti [4]

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 ₃ O ₈
7	křemen	SiO ₂
8	topas	Al ₂ SiO ₄ (F, OH)
9	korund	Al ₂ O ₃
10	diamant	C

3.2.2 Abrazivnost

Abrazivnost je průvodní jev rozpojování hornin, projevující se opotřebením rozpojovacího nástroje. Představuje účinek povrchových nerovností horniny při relativním pohybu oproti druhému tělesu nebo účinek tvrdých částí na rozpojovací nástroj. Abrazivnost se vyjadřuje opotřebením pracovních nástrojů na rozpojený objem horniny. Po dosažení určité hodnoty opotřebením je nástroje třeba opravit, případně vyměnit. [2], [3]

3.2.3 Vrtatelnost

Vrtatelnost hornin je hodnotou, kterou vyjadřujeme obtížnost vrtání dané horniny. Tuto hodnotu vyjadřujeme prostřednictvím rychlosti vrtání, které je závislá na vlastnostech horniny a zvoleném vrtacím stroji. Faktory ovlivňující vrtatelnost jsou uvedeny v tab.2. [2], [3]

Tab. 2: Faktory ovlivňující vrtatelnost [5]

Faktory ovlivňující vrtatelnost			
Geologické (hornina)	Technické (rozpojovací nástroj)	Technologické (režim rozpojování)	Technologické (režim rozpojování)
Pevnostní vlastnosti	Typ nástroje	Otáčky	Napěťový stav masivu
Soudržnost	Geometrie	Přítlak	Teplota
Smočitelnost	Materiál		Chemismus
Petrografické vlastnosti	Způsob zpracování materiálu		
Neměnné	Volitelné	Regulovatelné	Převážně neovlivnitelné

3.3 Přehled vrtacích prací

Způsoby hlubinného vrtání se rozdělují podle způsobu přenášení mechanické energie na vrtný nástroj a jeho působení na čelbu vrtu při mechanickém rozpojování hornin. Vrt se hloubí ve svislém směru postupným rozrušováním horniny a odstraňováním odvrтанé horniny na povrch.

Vrtnou technologii lze rozdělit z hlediska geologických podmínek:

- Nesoudržné horniny
 - tekoucí – vrtná technologie roztlačování
 - měkké, sypké - nabírání
 - částečně soudržné – řezání
- soudržné horniny
 - měkké – řezání
 - středně tvrdé – drcení
 - pevné – dlátování, drcení

V nesoudržných horninách se pro zajištění stability stěn vrtu používají ocelové pažnice nebo jílová suspenze. Pro uvedené způsoby rozpojování hornin slouží různé způsoby technologií vrtání.

3.3.1 Rotační vrtání

Rotační vrtání se vyznačuje přímým otáčením na horninu za řízeného přítlaku. Otáčení přenáší z rotačního stolu soupravy trubky, kterými se zároveň přivádí do vrtu výplachová kapalina. Tato kapalina ochlazuje vrtný nástroj a zároveň vynáší horninové úlomky k ústí vrtu, čímž se stává tato metoda velmi efektivní.

Vrtání rotačním způsobem se provádí různými způsoby. Z technologického hlediska lze rotační vrtání dělit na:

- Rotační vrtání bez výplachu
 - Vrtání šapou nebo spirálovým vrtákem
 - Vrtání šnekovou kolonou
 - Vrtání trubkovým šnekem
- Rotační vrtání s přímým výplachem
 - Jádrové vrtání
 - Vrtání rotary
- Rotační vrtání s nepřímým výplachem
 - Airliftové vrtání
 - Sací vrtání

Jako nejběžnější metody rotačního vrtání jsou způsoby vrtání bez výplachu. Vrtání s přímým výplachem je využíváno jen zřídka, při zhotovování vrtů ve skalních horninách. [2]
[1]

3.3.2 Náběrové vrtání

Náběrové vrtání je charakterizováno tím, že používá nástrojů, které nejen zeminu rozrušují, ale také ji z vrtu vynáší. Používá se při vrtání v měkkých horninách a organických zeminách, jako jsou jíly, hlíny, písky, štěrky apod. Náběrovým způsobem velkými průměry až do 2 000 mm se vrtá v horninách většinou na skalní podklad piloty.

Při hloubení vrtů se podle vlastností provrtávaných hornin a zemin používá:

vrtnání točivým způsobem za použití lžicových, spirálových nebo talířových vrtáků ve vazných zeminách a horninách,

vrtnání opakovaným zarážením vrtného nástroje do počvy a jeho pozdvihováním za použití těžních lžic a píستových pískových čerpadel v písčítých a zvodnělých vrstvách.

Jedním z druhů náběrového vrtnání je drapákové hloubení. Jeho využití je vhodné tam, kde náběrové vrtnání bez výplachu nedosahuje požadovaných výsledků. Používá se za použití průběžného dopažování v nesoudržných zeminách. [2]

3.3.3 Šnekové vrtnání

Podstatou šnekového vrtnání je plynulé odstraňování navrtané i rozvrtané zeminy od počvy vrtu a její vynášení k povrchu. Jako vrtný nástroj je používán šnekový vrták nastavovaný v sekcích po celé délce vrtu. Šnekový vrták tak zastupuje roli nástroje i celou vrtnou kolonu a tvoří dopravník, po jehož šroubových plochách je k povrchu vynášen rozrušený materiál. Tento spoj umožňuje i protisměrnou rotaci, která je nezbytná při těžení příliš upevněného nebo zaklíněného nářadí z vrtu.

Šnekovým způsobem se vrtá v pokryvných oblastech a měkkých horninách rozpojitelným řezným způsobem. Jde o vrtnání rychlé, a proto jsou soupravy mobilní, aby se ihned po odvrtání byly schopny přemístit. Při šnekovém vrtnání v hlínách a hlinitém písku bylo dosaženo odvrtu až 60 m za hodinu a ve štěrkových a písčítých polohách až 17,5 m za hodinu. [2]

3.3.4 Nárazové vrtnání

Jeho princip spočívá v tom, že se hornina rozpojuje opakovanými nárazy ostří vrtného nástroje, kterým horninu odštěpuje a drtí.

Nárazové vrtnání se uplatňuje v horninách všech stupňů vrtatelnosti a soudružnosti, nejvíce ale v horninách tvrdších, středně tvrdých a tvrdých.

Jsou dva základní druhy nárazového vrtnání:

- Na laně – lanové vrtnání
- Na tyčích nebo trubkách – u nás se již neprovádí

V České Republice se nárazové vrtání používá jen velmi málo a je nahrazováno modernějšími a progresivnějšími technologiemi. Ve světě se nárazové vrtání používá například v pouštních oblastech. [2]

3.3.5 Vibrační vrtání

Vibrační vrtání se používá pro jádrové vrtání a hloubení vrtů v sypkých materiálech, píscích, hlínách a v podobných zeminách. Tento způsob vrtání využívá skutečnosti, že sypké látky nabývají stejných vlastností, při kmitočtu 1000-2000 kmitů za minutu, jako kapalina. Vrtný nástroj se pak do nich ponořuje. Vibrační vrtání se nejvíce používá v inženýrské geologii, při zakládání staveb a při hloubení vrtů pro piloty.

Vibrační souprava se skládá z vlastního vibrátoru (vibrační skříň), pojízdného podvozku s těžním vrátkem a věží. Soupravy používají jako vrtné kolony trubky stejného průměru jako je vrtný nástroj až do výšky věže. To umožňuje dosáhnout hloubky, která je rovna výšce věže bez rozpojování kolony, což usnadňuje práci souvisící s těžním. [2]

3.3.6 Rotačně příklepné vrtání

Tato technologie využívá na rozpojení horniny současné působení rotačního vrtání a dynamických rázů vyvozených vrtacími kladivy. Rotace slouží zejména k tomu, aby úder pokrýval co nejlépe celou plochu počvy vrtu, a současně se odřezávají jednotlivé vrypy vzniklé úderem nástroje.

Tento princip se využívá pro vrtání krátkých vrtů pro trhací práce v dolech a lomech. Rotačně příklepné soupravy lze také použít pro vrtání injektážních a kotevních vrtů pro zpevnění skalních masivů a kotvení podzemních stěn. [2]

Všechny tyto hlubinné vrtné technologie lze využít v mnoha různých oborech. Hlubinný vrt je možné provádět pro účel:

- **Průzkumný** - získání geologických a geotechnických informací,
- **Provozní** - vytvoření otvoru pro hornické, geologické, stavební a další technické účely.

Na základě tohoto rozdělení se vrty dělí na:

- **Vrty geologicko-průzkumné** - cílem je získání geologických a geotechnických informací
- **Vrty provozně-technické** - cílem je vytvoření otvorů, které po odvrtání slouží k dalším účelům. Jsou to vrty:
 - v hornictví
 - ve vodohospodářství
 - v energetice
 - ve stavebnictví: pro zakládání staveb (pilotové a mikropilotové vrtání), injektáže, kotvy apod.

3.4 Vrtné práce pro zakládání staveb na pilotách

Piloty jsou nejrozšířenější stavební základové prvky. Mají zpravidla tvar sloupů, přičemž příčný průřez může být kruhový nebo jakkoliv hranatý a členitý. Úkolem pilot je přenášet zatížení od stavby do hlubších vrstev základové půdy a také podstatně zmenšit velikost sedání stavby. Zakládání na pilotách je v současné době nejpoužívanější metoda, která se neustále vyvíjí. Pilotové zakládání v ČR téměř úplně vytlačilo způsoby vrtů, jako jsou studny nebo kesony a to nejen díky snazšímu způsobu provádění, ale i díky výhodnosti použití v našich geotechnických podmínkách. Nosná podlaží se nachází běžně v hloubce kolem 10-20 m, kde se na staveništích nachází skalní podloží, do něhož je vhodné použít piloty vrtané. Nadložní vrstvy jsou geologicky velmi pestré, a proto je metoda vrtání nejuniverzálnější metodou pro různá staveniště. V současné době jsou u nás nejrozšířenější piloty vrtané, se stále rostoucím podílem pilot prováděných speciálními technologiemi CFA (piloty prováděné průběžným šnekem). [6]

Dle evropské klasifikace lze piloty rozdělit takto:

- Ražené (Displacement)
- Vrtané (Replacement)
 - Prefabrikované
 - Injektované
 - Neinjektované
 - Na místě betonované
 - Průběžným šnekem
 - Rotačně vrtané

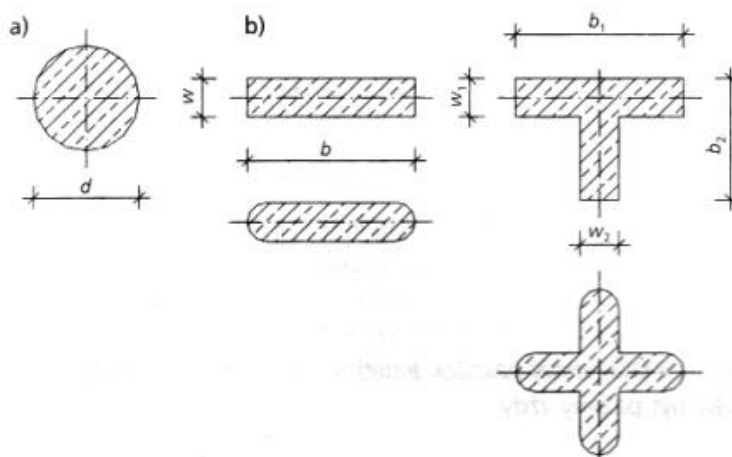
- Nepažené
- Pažené pažnicemi
- Pažené suspenzí
- Drapákově hloubené

Univerzální pilota, která by se dala použít při každém řešení problému, neexistuje. Proto je nezbytné dále dělit piloty podle různých kritérií:

- Podle příčného rozměru
 - Maloprofilové (od 0,3 m do 0,6 m)
 - Velkoprofilové (od 0,6 do cca 3,0 m)
- Podle sklonu
 - Svislé
 - Šikmé
- Podle způsobu namáhání
 - Tlačené
 - Tažené
 - Namáhané ohybem
- Podle materiálu
 - Betonované
 - Ocelové
 - Dřevěné

3.4.1 Vrtané piloty

Za vrtané piloty se považují prvky, které přenáší zatížení nebo omezují deformace pomocí nosného dřívku. Vrtané piloty se provádí s průměrem 0,3 – 3,0 m kruhovým průřezem a to jako šikmé nebo svislé prvky nebo jako podzemní stěny s omezením rozměru lamely $w_i \geq 0,4$ m. Piloty mohou být navrhovány jako osamělé, skupinové nebo jako pilotové stěny. Od průměru 0,6 m jsou vrtané piloty označovány jako velkoprofilové, které svou vysokou únosností běžně nahrazují skupinu pilot. Technologie provádění těchto pilot zahrnuje vrtání, přípravné práce, betonáž a práce dokončovací. [6]



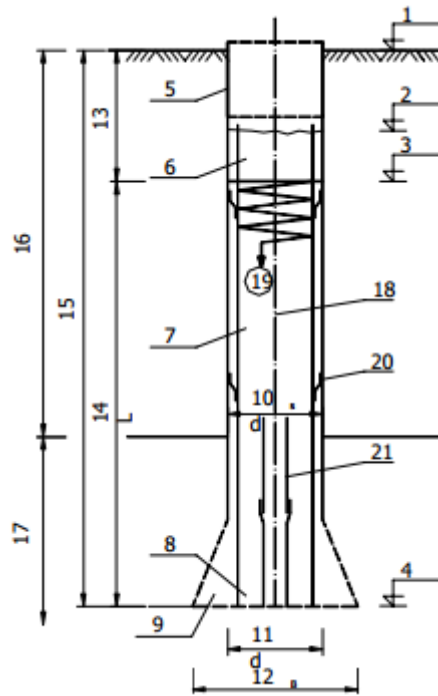
Obr. 2: Příčné průřezy vrtaných pilot [7]
a) Kruhová pilota; b) lamely podzemních stěn;
d – průměr piloty; b – délka lamely; w – tloušťka lamely

3.4.1.1 Technologický postup provádění vrtaných pilot

Vrty se provádějí technologií rotačně náběrového vrtání, drapákového hloubení a pomocí průběžného rotačního vrtání s nekonečným šnekem. Volba vhodné technologie závisí na konkrétních geologických podmínkách v místě provádění stavby. Avšak pro dosažení požadovaného vrtného postupu může dojít v průběhu vrtání ke změně technologie vrtání. Hloubka vrtu se pohybuje v rozmezí 5 - 40 m s průměrem 0,3 – 3,0 m. Volba obou veličin je závislá na přenosu zatížení do únosného podlaží a je dána statickým výpočtem. Vrty pro piloty se provádějí jako nepažené, pažené pomocí ocelových pažnic a pažené pomocí pažící suspenze.

Nepažené vrty

Pokud je jisté, že v celém procesu instalace vrtané piloty zůstanou stěny i dno vrtu stabilní, lze použít vrty nepažené. V průběhu vrtání je však třeba neustále kontrolovat, zda nedochází k opadávání zeminy ze stěn vrtu. Pokud taková situace nastane, je nutné vrt zapažit. Vrty s $d > 1,0$ m by měli být vždy zapaženy úvodní pažnicí délky nejméně 2 m, přesahující pracovní plošinu o 0,2 až 0,3 m (obr. 3). Tato úvodní pažnice zajistí dokonalé vedení vrtného nástroje při jeho opakovaném těžení a zavrtávání a zamezí nebezpečí tvorby kaveren u hlavy piloty. [2], [8], [7]



Obr. 3: Vrtané piloty - označení a názvosloví [7]

1 – pracovní plošina; 2 – úroveň betonáže; 3 – projektovaná hlava piloty; 4 – počva vrtu; 5 – úvodní pažnice; 6 – hlava piloty; 7 – dřík piloty; 8 – pata piloty; 9 – rozšíření paty piloty; 10 – průměr dříku piloty; 11 – průměr piloty; 12 – průměr paty piloty; 13 - hluché vrtání; 14 – délka piloty; 15 – hloubka vrtu; 16 – neúnosná zemina; 17 – únosná zemina; 18 – osa piloty; 19 – vyztužený armokoš; 20 – distanční prvek; 21 – betonážní routa

Pažení ocelovými pažnicemi

Základní a nejvíce používanou metodou zajištění stability vrtů s průměrem $d < 1,50$ m je pažení ocelovými pažnicemi. Lze použít jednak varné ocelové roury s tloušťkou stěny 8 – 12 mm nebo speciální spojitelné ocelové pažnice s tloušťkou stěny 40 mm. Pažnice se ve vrtech instalují rotačním způsobem za pomoci vrtné soupravy, vibrováním a pomocí dopažovacích zařízení. Pažení probíhá za současného hloubení vrtu nebo toto hloubení předchází, zejména ve zcela nesoudržných podmínkách. Použitelná délka pažnic je dána jak umístěním rotačního stolu vrtné soupravy, tak i délkou předvrtu, do něhož se pažnice vkládá. V případě hlubšího pažení se používají spojitelné pažnice, jejichž jednotlivé díly mají délku obvykle 1,50 m a jsou spojovány speciálními kuželovými tvary délky shodné s tloušťkou pažnice. Pata pažnice spojitelné bývá opatřena pažnicovou korunkou většího průměru pro snazší zavrtávání i odpažení. [2], [8], [7]

Jílová pažící suspenze

Zajišťuje stabilitu stěn i dna vrtu kombinovaným účinkem hydrostatického tlaku a elektrochemických jevů, v jejichž důsledku se na stěně vrtu vytvoří ochranný jílový filtrační koláč. Jílová suspenze je tzv. plastická kapalina, jež má odlišné vlastnosti od klasických kapalin jako je voda. Odlišné vlastnosti se projevují hlavně tím, že je možné vyvodit určitou sílu k překonání vnitřního odporu ve struktuře této kapaliny, aby se stala tekutou. Jílová suspenze se vyrábí z jílu, vody a dalších přísad v rozplavovači o obsahu 4 až 7 m³.

Vyrobená suspenze se k vrtům přivádí potrubím, případně cisternovými vozy. V průběhu vrtání se musí hladina suspenze udržovat na takové úrovni, aby její přetlak byl dostatečný pro udržení stability vrtu a zabránění opadávání zeminy do vrtu. Aby k takové situaci nedocházelo, je třeba nástroj vytahovat plynule a pomalu a opatřit jej vysunutými přebíracími noži za účelem zvětšení šířky mezikruží. [2], [8], [7]

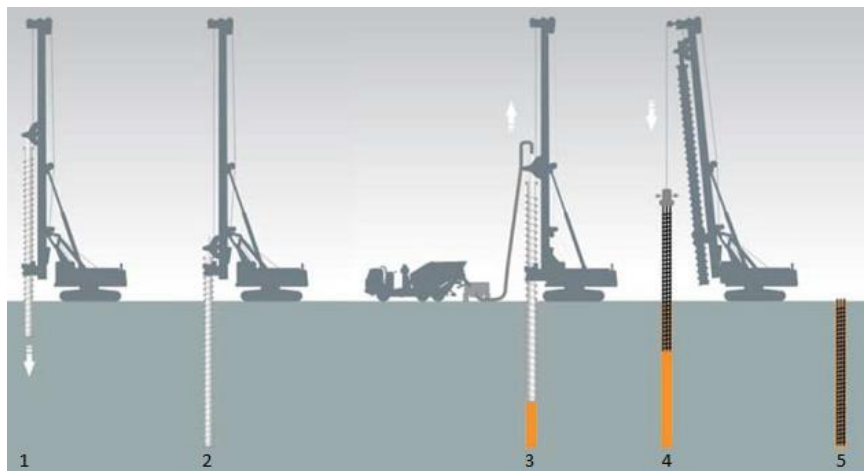
Po ukončení technologie vrtání se dále provádí přípravné práce, betonáž a práce dokončovací, kterými se tato práce nezabývá.

3.4.2 Piloty prováděné průběžným šnekem (CFA)

Vrtané piloty CFA (Continuous Flight Auger) patří k nejprogresivnějším metodám hlubinného zakládání u nás i ve světě. Průběžný šnek nahrazuje ve vhodných zeminách pažení a zvyšuje tak produktivitu práce při provádění vrtaných, na místě betonovaných pilot. Stabilitu stěn vrtu zajišťuje zemina, která v průběhu vrtání zůstává v závitech tohoto šneku. Délka šneku odpovídá nejméně délce příslušné piloty. Případné nastavování šneku v průběhu provádění není přípustné. Metoda je vhodná jak pro zeminy nesoudržné, suché či zvodnělé, tak pro zeminy soudržné bez obsahu nevrtnatelných částic. Ve většině případů jsou piloty prováděny jako svislé, s co nejmenšími otáčkami vrtného nástroje, aby se co nejvíce snížily negativní účinky vrtání na okolní zeminu. Stoupání závitů průběžného šneku musí být stejné po celé jeho délce. [7], [9]

V první fázi zhotovení piloty průběžným šnekem se postupně navrtá nástroj do požadované hloubky s minimálním nakupením zeminy kolem ohlubně vrtu. Aby se zabránilo vnikání zeminy či vody do středové roury šneku, musí se náležitě uzavřít. Po dokončení vrtání na požadovanou hloubku se za současného vytahování průběžného šneku začíná betonovat. Beton je veden středovou rourou přímo z betonážního čerpadla, jehož hadice je k ní již během vrtání napojena. Během betonáže se průběžný šnek nesmí otáčet v opačném směru než při

vrtání. Ihned po ukončení betonáže a vytažení vrtného nástroje se nakupená zemina odstraní vhodnou technikou a po úpravě hlavy piloty je spuštěn armokoš.



Obr. 4: Technologický postup provádění piloty průběžným šnekem (CFA) [9]

1 - zahájení vrtání; 2 – dokončení vrtání v požadované hloubce; 3 – betonáž piloty za současného vytahování průběžného šneku; 4 – vkládání armokoše od čerstvě vybetonované piloty; 5 – dokončení piloty

3.5 Vrtné práce pro mikropiloty

Mikropiloty jsou štíhlé základové stavební prvky, vyznačující se úspornými nároky na prostor při provádění. Přenáší osová zatížení (tlaková i tahová) od stavebního objektu do hlubších vrstev základové půdy. Využívají se zejména na podchycování či zesilování základů stávajících staveb v mimořádně stísněných podmínkách, ale také pro založení objektů nových, kde nelze využít pilot vrtaných. Mikropiloty lze také využít u podzemních staveb a špatně vrtatelných hornin v základové půdě nebo jako stabilizační opatření. [7], [9]

Dle průměrů se piloty dělí na:

- Mikropiloty ražené s vnějším průměrem do 150 mm
- Mikropiloty vrtané s vnějším průměrem do 300 mm

Délky mikropilot a ani jejich sklony nejsou omezeny. Kromě tlakových a tahových sil je možné využití i při zatížení příčnými silami, které však mají malou tuhost a tudíž se navrhuje jako skupiny ve formě mikropilotových roštů. Aby byla využita jejich únosnost, jsou mikropiloty upnuty do základové půdy injektáží.

Z hlediska vyztužení dělíme mikropiloty na:

- Mikropiloty s trubní výztuží
- Mikropiloty armokošové

Dle způsobů uvedení mikropilot do funkce se dělí na:

- Nepředtěžované - deformaci probíhají po spojení s nadzákladovou konstrukcí
- Předtížené – mikropilota se před spojením se základem předtíží silou odpovídající následnému zatížení
- Předpjaté – předtížená mikropilota je spojena s konstrukcí v zatíženém stavu

Předtížené a předpjaté mikropiloty se využívají pro podchycování nebo jako podpory při stěhování stávajících objektů.

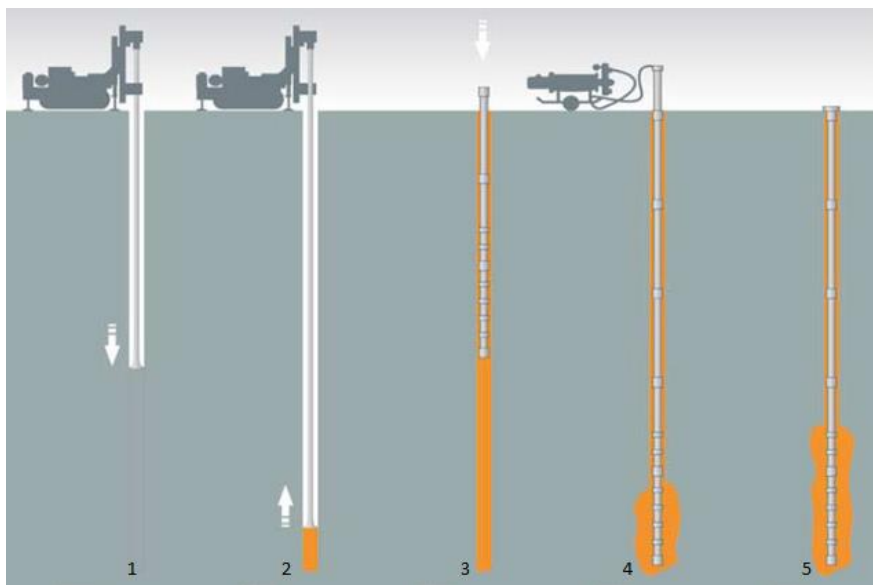
Mikropilota sestává z více částí – hlava, dřík, kořen a pata. V horní části se nachází hlava, která přichází do styku s nadzákladovou konstrukcí a zachycuje jeho zatížení. Dřík mikropiloty je část neinjektovaná, kterou se přenáší osově zatížení z hlavy do kořene. Prostřednictvím kořenu mikropiloty, který je injektáží upnut do okolní horniny, se do základové půdy přenáší osově zatížení. [9]

3.5.1 Technologický postup provádění mikropilot

Technologický postup výroby mikropilot je rozdělen do několika operací. V první fázi se zhotovuje maloprofilový vrt, který lze provádět různými způsoby vrtání. Volba technologie se volí především s ohledem na geotechnické podmínky na staveništi. Technologický postup maloprofilového vrtání je shodný pro výrobu mikropilot, kotev a injektáž. Vrty se provádí jako bezjádrové z důvodu větší rychlosti vrtání.

Dělení maloprofilových bezjádrových vrtů

- rotační vrtání
 - vrtání rotary - pro zeminy a měkké horniny
 - spirálové vrtání – pro soudržné zeminy tuhé až pevné konzistence
- vrtání nárazové (příklepné)
- vrtání kombinované
 - rotačně příklepné – pro tvrdé horniny, štěrky, balvanité zeminy
 - rotačně vibrační



Obr. 5: Technologický postup provádění mikropilot [9]

1 – zhotovení vrtu rotační technologií; 2 – vytahování vrtného nářadí; 3 – osazování výstužné silnostěnné ocelové trubky; 4 – injektáž kořenové části mikropiloty; 5 – hotová mikropilota

4 VRTACÍ STROJE A ZAŘÍZENÍ V ČR A ZAHRANIČÍ

Technika pro provádění vrtných prací je charakterizována vrtnými soupravami. Tyto soupravy umožňují rozpojovat horninu, získávat vzorek horniny (jádrové vrtání), manipulovat s vrtným nářadím, zajistit výplach vrtu a vynášet rozrušenou zeminu na povrch. Vrtné soupravy mohou být jednoúčelové - určené pouze pro jednu vrtnou technologii, nebo soupravy víceúčelové - umožňující použití více vrtných technologií.

4.1 Konstrukce vrtných souprav

4.1.1 Pohonné zařízení

Pohonným zařízením rozumíme všechna zařízení od pohonného motoru přes spojky, převodovky, rozvodovky atd. Toto zařízení slouží k pohonu ostatních zařízení vrtné soupravy. Základní člen pohonného zařízení tvoří motory. V praxi jsou používány motory elektrické, pneumatické a spalovací. U vrtných souprav pro vrtání pilot jsou využívány především spalovací pohonné motory - z důvodu nedostatku a nedostupnosti elektrické energie. Avšak při srovnání potřebných vlastností při vrtání vychází elektromotory lépe, proto jsou již v mnoha vyspělých státech používány. [3]

Výhody elektrických motorů:

- velká přetížitelnost
- snadnější regulace
- Krouticí moment je konstantní, není potřeba třecí spojky
- spuštění motoru pouhým zapojením do proudu

4.1.2 Těžní zařízení

Těžní zařízení slouží k zajištění polohy a potřebných podmínek pro vrtací zařízení. Mezi tato zařízení zahrnujeme vrátek nebo soustavu vrátků, kladkostrojový systém a vrtnou věž. Maximální tah, který může vrátek vyvinout, je důležitým znakem vrtné soupravy. Nosnost drátku je výchozí hodnotou pro konstrukci všech ostatních částí vrtné soupravy.

Kladkostrojový systém

vrtných souprav se rozlišují nosností a počtem kladek. Každý kladkostroj se skládá z těžního lana, korunkové (pevné) a volné kladnice. Používaná lana jsou ocelová, měkká, protisměrně pletená, šestipramenná ze 114 nebo 222 drátků mající průměr 12 až 36 mm.

Vrtná věž

Z důvodů nesení velké hmotnosti jsou zvýšeny nároky na konstrukci. Používány byly věže o výškách 9 – 21 m. Dříve se vrtné věže konstruovali na místě a používala se celá řada konstrukcí. Vzhledem k mnoha nevýhodám jsou v dnešní době tyto konstrukce nahrazovány vrtným stožárem, sklápějícím nebo výsuvným.

K hlavním výhodám vrtných stožárů patří zejména snadná doprava a montáž, jelikož se převáží v celku a na místě se vztyčí, vysunou nebo sklopí. Bezpečnost práce je u stožárů nesrovnatelně větší, avšak oproti věžím nemají vlastní stabilitu. Proto musejí být dokonale ukotveny v místech stanovených statickými výpočty. [2], [1]

4.1.3 Vrtná zařízení

Vrtací zařízení zajišťuje rotaci vrtné kolony. Podle zvoleného technologického postupu se vrtná zařízení dělí na:

- Rotační vrtací zařízení – rotační stůl, rotační hlava
- Nárazové vrtací zařízení – vahadla, vrtací kladiva

4.1.3.1 Rotační vrtací zařízení

Rotační zařízení uvádí vrtnou kolonu do otáčivého pohybu a vyvozuje potřebnou energii k překonání řezných odporů horniny. Mezi rotační zařízení patří rotační stoly, rotační hlavy a ponorné vrtné motory.

Rotační stoly

Charakteristické pro rotační stoly je, že nejsou pevně spojeny s vrtnou kolonou. Svislý pohyb je zcela volný a je ovládán vrtným vrátkem. Rotační pohyb je předáván vrtné koloně prostřednictvím působení čtyřhranných vložek rotačního stolu na čtyřhrannou unašečku. Rotační stoly lze použít pouze pro vrtání svislých vrtů směrem dolů. [2], [8]



Obr. 6: Rotační stůl s unašečkou [1]

Rotační hlavy

Tyto zařízení jsou s vrtnou kolonou spojeny pevně a vykonávají pohyb jak rotační, tak posuvný. Rotační hlavy mají hydraulický pohon, který umožňuje plynulou regulaci otáček vrtné kolony i potřebného krouticího momentu. Většina rotačních hlav je konstruována pro vrtání pilot jako průchozí, kde vrtná kolona prochází vřeteníkem a je k němu připoutána upínací hlavou. [2], [10]

4.1.3.2 Nárazová vrtací zařízení

Mezi nárazové vrtací zařízení zařazujeme stroje pro rotačně-příklepné vrtání. Princip těchto zařízení spočívá v současném působení rotace a dynamických rázů, vyvozovaných ponornými kladivy. Vrtná kladiva lze členit z různých hledisek:

- Podle pohonu
 - Pneumatická
 - Hydraulická
 - Kombinována – pro příklep pneumatický a pro rotaci hydraulický pohon
- Podle pozice vrtacího kladiva
 - Povrchová - při vrtání zůstávají vně vrtu, do vrtu vstupuje pouze vrtný nástroj
 - Ponorná – při vrtání se posouvají do vrtu za nástrojem.

Povrchová vrtací kladiva mají pneumatický pohon a využívají se pro vrtání krátkých vrtů pro trhací práce a při razících pracích. Pro hlubinné vrtly jsou používána vrtací kladiva ponorná.

Pneumatické ponorné kladivo

K vyvození rázu využívají energii stlačeného vzduchu od kompresoru, která je přenášena na píst a na vrtný nástroj bez toho, aby docházelo ke ztrátám energie ve vrtné koloně. Stlačený vzduch je také využíván na odstraňování odvrtných úlomků ze dna vrtu, čímž se zabezpečuje úder dláta na čisté dno vrtu. Mohou pracovat ve vrtu samostatně nebo v kombinaci s pažícím zařízením, který umožňuje současně s vrtáním zatahovat do vrtu pažnice. [1], [3]



Obr. 7: Ponorné vrtací kladivo [1]

Hydraulické ponorné kladivo

Princip činnosti je založen na střídavém působení tlakového média na dvojčinný píst, který předává svou kinetickou energii na vrtné nářadí. Rotaci vrtné tyče zajišťuje hydromotor přes ozubený převod. Všechna hydraulická vrtací kladiva jsou vybavena pneumo-hydraulickými akumulátory plněnými dusíkem. Akumulátory slouží ke zvýšení energie úderu pístu doplňováním hydraulického média o vysokém tlaku a také k zachycení hydraulických rázů vznikajících dobíháním pístu do úvrati. Systém vrtání s hydraulickým kladivem se využívá v rozmanitých podmínkách pro různé aplikace. Ve stavebnictví je to vrtání pilotážních vrtů pro zakládání staveb v zastavěných městských oblastech. [1], [3]

4.1.4 Proplachovací zařízení

Proplachovací zařízení je celý komplex zařízení pro úpravu vyplachovaného média a jeho očišťování a celý oběhový systém.

Výplachové médium se volí podle vlastností vrtných hornin a účelu, který má vyplachování splnit. Při vrtání mělkých vrtů ve stabilních horninách se používá čistá voda.

U hlubokých vrtů v komplikovanějších geologických podmínkách se používá jílový výplach. Tyto roztoky jsou koloidní suspenze, které při klidném stavu houstnou a při uvedení do pohybu se opět vracejí do tekutého stavu. Pro přípravu jílového výplachu se používá tzv. bentonit. Tam kde je potřeba dosáhnout maximální rychlosti vrtání nebo nám geologické podmínky nedovolují použít kapalný výplach, používáme jako výplachové médium vzduch. [8]

4.2 Rozdělení vrtných souprav

Přes řadu různých konstrukčních řešení vyplívající z různých vrtacích technologií, je třeba rozeznávat soupravy:

- rotační jádrové
 - s pohyblivou vrtnou hlavou
 - s pevným rotačním stolem
- rotační plnoprofilové
 - s přímým proplachem (rotarové vrtné soupravy s rotačním stolem)
 - s nepřímým proplachem (pro sací a airliftové vrtání)
- rotační bez proplachu
 - pro náběrné vrtání
 - pro šnekové vrtání
- pro nárazové vrtání
- pro rotačně-příklepné vrtání
- pro speciální technologie
 - vibrační
 - drapákové

4.3 Vrtné nástroje

Vrtné nástroje jsou veškeré druhy použitých nástrojů používaných v procesu rozrušování horniny mechanickým způsobem při hloubení vrtu. Jejich typy a druhy se rozdělují zpravidla podle použití pro určitou technologii vrtání. Správná volba typu vrtného nástroje pro dané podmínky je zásadním předpokladem pro volbu všech ostatních technických prostředků potřebných pro realizaci požadovaného cíle.

4.3.1 Klasifikace vrtných nástrojů

Pro rotační vrtání s výplachem se běžně používají nástroje z oblasti jádrového (korunky) a plnoprofilového rotačního vrtání (dláta), případně z vrtání sacího a airliftového. Při vrtání pilot se využívá technologie náběrového vrtání bez výplachu, kde se používají nástroje pro rotační a drapákové vrtání. [2]

4.3.1.1 Vrtné nástroje pro rotační vrtání bez výplachu

Pro tyto nástroje je typické, že horninu nejprve rozpojují a poté ji z vrtu vynášejí na povrch. Krouticí moment na soutyčí při vrtání rotačním způsobem se přenáší pomocí rotačního stolu nebo vrtného vřetene přitlačeného hydraulickým nebo mechanickým způsobem.

Lžicový vrták – šapa

Vrtný nástroj řezného typu, kde na spodním konci lžicového vrtáku jsou připevněné břity, které rozpojují horninu a nahrnují jí do vnitřku pláště, kde je shromažďována. Pro sypké a tekuté zeminy jsou šapy vyráběny s možností uzavírání otvoru vstupu odvrtné zeminy. Vyprazdňování obvykle probíhá dnem nástroje, které je odklopné a otevírá se nárazovým systémem, nebo otevřenou západkou.



Obr. 8: Lžicový vrták (šapa) [11]

Spirálový vrták

Nástroj opatřený jedním nebo dvěma břity, shromažďující odvratanou zeminu v několika závitech stoupající šroubovice. Různé břity spirálových vrtáků mohou mít stejné rozměry s průměrem nástroje. Stoupání vrtáku je ovlivněno vlastnostmi vrtané zeminy. Pro nesoudržné zeminy se volí menší stoupání než u zemin soudržných. Některé typy spirálových vrtáků při vrtání do pevných hornin jsou opatřeny ponornými kladivy, která rozrušují v předstihu odvrátanou zeminu.



Obr. 9: Spirálový vrták [11]

Talířový vrták je obdobný spirálovému vrtáku, avšak doprava odvratané zeminy je zajištěna po šroubovici, která má menší sklon než u spirálového vrtáku. [2], [8]

4.3.1.2 Vrtné nástroje pro drapákové vrtání

Při hloubení vrtů pomocí drapáků je nástroj spuštěn na laně otevřenými čelistmi na počvu vrtu, kde nárazem rozpojí horninu. Při zpětném tahu lana se hornina uzavírá v čelistích a je vytěžena na povrch.

Nejpoužívanější drapák pro vrtání pilot je jednolanový. Je zapouštěn na jednom laně, přičemž zavírání čelistí zajišťuje pružina instalovaná v tělese drapáku. U dvoulanového drapáku je otevírání čelistí zajišťováno druhým lanem, u hydraulického hydraulickými válci. Dvoulanové a hydraulické drapáky umožňují několikanásobné rozevření čelistí na počvě vrtu. Jednolanový drapák má však nejmenší nároky na konstrukci vrtného stroje. Pracovní část drapáku je výměnná, a dovoluje tak použití různých čelistí v odlišných geologických podmínkách. [5]

4.3.1.3 Vrtné nástroje pro rotační vrtání s vyplachem

Při rotačním vrtání s výplachem se používají vrtná nástroje dláta. Využití těchto nástrojů lze uplatit například při maloprofilovém vrtání pro mikropiloty. Na základě rozdílného způsobu práce a rozdílných pracovních podmínek lze dláta rozdělit:

Listová dláta

Listová dláta patří do skupiny dlát, která horninu jen řežou. Listové dláto namáhá největší krouticí moment, ale současně je to také dláto s největší energetickou kapacitou, které největší díl převáděné energie využívá k rozrušování horniny.

Listová dláta jsou vhodná pro použití v měkkých horninách, použití ve středně tvrdých a tvrdých horninách není uspokojivé, jelikož se s nimi nedocílí požadovaný vrtný postup. V těchto horninách dosahují lepších výsledků *dláta valivá*. [2]

Valivá dláta

Tento druh vrtného nástroje je univerzální a nejrozšířenější typ pro hlubinné vrtání. Nejběžněji používaná valivá dláta jsou tříválečková, která jsou vhodná prakticky pro všechny typy hornin.

Valivé dláto rozrušuje horninu svým otáčením na počvě vrtu za neustálého osového tlaku, vyvozeného hmotností zátěží umístěných ve spodní části vrtné kolony ihned nad dlátem. Vlivem otáčivého pohybu dláta se válečky odvalují po počvě vrtu a rozrušují měkké horniny vnikáním zubů do horniny. Proto se valivá dláta liší hlavně tvarem a počtem válečků. Mění se počet a konstrukce zubů, úhel sklonu mezi osou válečku a osou vrtu, tvar válečků a posun os válečku vzhledem ke středu vrtu. Čím je hornina měkkší, tím jsou zuby dláta vyšší. Pro konstrukci dlát pro různé typy hornin platí: $M > MS > S > ST > T$, kde označení znamená:

M – valivá dláta pro měkké horniny,

MS – valivá dláta pro středně měkké horniny,

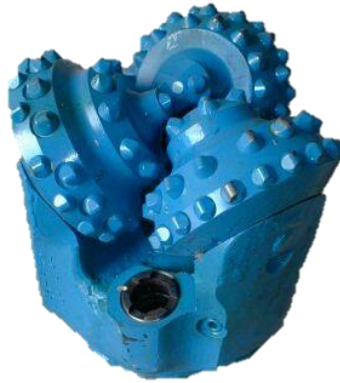
S – valivá dláta pro měkké až středně tvrdé horniny,

MT – valivá dláta pro středně tvrdé horniny,

T – valivá dláta pro tvrdé horniny.

Všechny tyto dláta však kvůli své konstrukci trpí nedokonalým využitím energie toku výplachové kapaliny pro očišťování počvy vrtu. Proto byla zkonstruována *valivá dláta*

trysková, která mají výplachové otvory umístěny mezi válečky a do těchto otvorů se umisťují trysky, které určují směr a rychlost vytékajícího paprsku výplachu. Trysková valivá dláta dosahují vysoké vrtné rychlosti a mají i vysokou životnost ve srovnání s normálními dláty. [2]



Obr. 10: Valivé dláto [12]

Diamantová dláta

Diamantová dláta se používají pro vrtání plnoprofilové. Vyrábějí se především se vsazovanými diamanty a používají se především u rotorového vrtání. Jelikož jsou diamantová dláta velmi drahá, používají se jen tam, kde je důležité dosáhnout vysokého odvrtní s velkou životností nástroje. Při použití diamantových dlát se musí dbát na technologii vrtání, aby nedocházelo k předčasnému zničení diamantu. [2]

4.4 Výrobci vrtací techniky

4.4.1 *JaNo s.r.o.*

JaNo s.r.o. je tuzemská společnost se sídlem v Brně produkující techniku pro hlubinné vrtání. Vrtné soupravy této společnosti se nevyužívají jen u nás či v okolních státech, ale také ve Švýcarsku, Rusku či Řecku. Specializace této firmy spočívá v provádění injektážních, pilotážních, mikropilotážních a dalších vrtů prováděných ve stavebnictví, inženýrské geologii a hydrogeologii.

Souprava HVS 5xx

Slouží k provádění mikropilotážních a injektážních vrtů. Tento model umožňuje vrtání šikmých i vodorovných vrtů. Vhodné použití do nesoudržných a těžce přístupných terénů. [13]



Obr. 11: Souprava HVS 5xx [13]

4.4.2 *Atlas Copco*

Společnost Atlas Copco byla založena v roce 1873 ve Švédsku. Soustředí se na výrobu a servis vrtných souprav a jejich veškerého vybavení a to ve více než 180 zemích včetně ČR.

Souprava Mustang 4 – N2D

Souprava Mustang 4- N2D je navržena pro základové práce v omezených prostorách s nízkou přístupností. Vrtací jednotka je dostatečně úzká a pohonnou jednotku taženou pásovým vozidlem lze ponechat až 20 m od vrtací jednotky. [14]



Obr. 12: Vrtací souprava Mustang 4- N2D [14]

4.4.3 Bauer Maschinen

Tato Německá společnost se zaměřuje na zařízení pro zakládání staveb.

Souprava Bauer BG 18H

Tato rotační univerzální souprava je vhodná pro vrtání hlubokých vrtů ve stabilizovaných podmínkách nebo vrtání pilot s průběžným šnekem (CFA). [15]



Obr. 13: Vrtací souprava Bauer BG 18H [15]

Souprava Bauer BG 46

Rotační vrtná souprava určena pro nejnáročnější požadavky při vrtání hlubinných základů. Je navržena pro vrtání velkoprofilových pilot, vrtání systémem CFA, pilotové stěny, vrtání hlubokých otvorů do 100 m.



Obr. 14: Vrtací souprava Bauer BG 46 [15]

4.4.4 Soilmec

Soilmec je mezinárodní společnost se sídlem v Itálii pro navrhování, výrobu a distribuci zařízení pro pozemní stavební průmysl. Zařízení od této firmy se používá na staveništích po celém světě při výstavbě mostů, dálnic, tunelů apod. [16]

Souprava SF-50

Základní model firmy Soilmec, vhodný pro vrtání pilot systémem CFA. Hlavní výhodou tohoto modelu je vysoká produktivita s nižšími náklady. Všechny modely řady SF jsou vybaveny dotykovou obrazovkou pro sledování a kontrolu prováděných operací.



Obr. 15: Vrtací souprava SF-50 [16]

Souprava SF-120

Vrtná souprava pro velkoprofilové vrtání pilot systémem CFA. Nová souprava SF-120 rozšiřuje stávající limity produktů nižší kategorie.



Obr. 16: Vrtací souprava SF-120 [16]

Tab. 3: Přehled technických specifikací vrtacích souprav

Porovnávané vlastnosti	Soupravy pro vrtání mikropilot		Soupravy pro vrtání pilot			
	HVS 5xx	Mustang 4- N2D	BG 18H	BG 46	SF-50	SF-120
Hmotnost soupravy (kg)	8 500	4 500	47 500	180 000	39 000	100 000
Výkon motoru (kW)	132	72	186	570	164	350
Výška soupravy (m)	výrobce neudává	výrobce neudává	19,1	33	28,1	33,4
Max. průměr vrtu (m)	0,1	0,15	1,5	3,1	0,9	1,2
Max. hloubka vrtu (m)	12	150	32	81,2	25	31

5 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ STROJŮ PRO ZVOLENOU STAVBU

Je hodnocení, díky kterému jsme schopni z více informací vybrat ten produkt, který je pro danou činnost nejvhodnější.

Multikriteriální hodnocení lze provádět různými metodami. Pro své multikriteriální hodnocení jsem si zvolil metodu cílového programování, jelikož mám předem stanovené parametry, kterých se má docílit.

Metoda cílového programování

Tato metoda je založena na předpokladu existence jasné představy o cílech - jinak řečeno, že rozhodovatel je schopen určit hodnoty preferenčních funkcí pro „ideální“ - cílovou variantu. Výsledky jsou silně ovlivněny volbou cílových hodnot kritérií.

5.1 Volba stroje pro zvolenou stavbu

Metodika multikriteriálního hodnocení

- Výběr stavby
- Zjištění půdního profilu
- Stanovení parametrů
- Výběr vhodného stroje

K výběru vhodného stroje jsem si zvolil stavbu v ul. Sokolovská 11, v Praze, Hotel YAZZ. Stavba se nachází v hustě osídlené části města. Stavební činnosti zde probíhali 11 měsíců, přesněji od 01.2012 do 11.2012.

Půdní profil je zde silně ovlivněn lidskou činností, z toho důvodu výstavba probíhala šetrně k okolním stavbám a životnímu prostředí. Nachází se zde jílové a písčité zeminy, štěrky a navážky. Musel se brát zřetel také na podzemní vodu, která byla z velké části ovlivňována průtokem Vltavy. Z tohoto důvodu se stavba zakládala na pilotách za použití technologie rotačně náběrového vrtání.

Hlavními parametry pro výběr vhodného stroje jsou hloubka a průměr vrtu. Dalšími nepřiliš rozhodujícími parametry jsou výkon a rozměrové parametry stroje. Při zakládání stavby byla použita maximální hloubka vrtu pro piloty 18 m a průměr 1200 mm. [17]

Tab. 4: Hodnocení strojů pro pilotové zakládání staveb

	BG 18H	BG 46	SF-50	SF-120
Hloubka vrtu	+	+	+	+
Průměr vrtu	+	+	-	+
Výkon stroje	+	+	+	+
Rozměr a hmotnost stroje	+	-	+	-

Pozn.: požadavek splněn (+); požadavek nesplněn (-)

Z tab. 4 vyplývá, že stroj **BG 18H** (obr. 12) je nejvhodnější pro výstavbu pilotových základů hotelu YAZZ v dané lokalitě, a to proto, že splňuje vybrané požadavky. Hloubka a průměr vrtu odpovídají parametrům, při kterých byla stavba realizována. Výkon, rozměr a hmotnost jsou více než vyhovující.

Stroj BG 46

Tento stroj nesplňoval rozměrové parametry. Jeho hmotnost byla 180 000 kg. Hmotnost toho stroje vzhledem k tomu, ve které lokalitě by se stroj používal, je nevhodná. Při výstavbě budovy se musel brát zřetel na okolní stavby a životní prostředí. S příliš těžkým strojem vzniká zábor půdy a je možné narušení základů okolních staveb.

Stroj SF-50

Tento stroj nesplňoval průměr vrtu. Maximální průměr vrtu pro piloty byl 1,2 m. Stroj umožňuje maximální průměr vrtu 0,9 m. Tento stroj je z tohoto důvodu nevhodný.

Stroj SF-120

Tento stroj, stejně jako stroj BG 46 nesplňoval rozměrové parametry. Jeho hmotnost byla 100 000 kg. Ze stejného důvodu, nevyhovující.

6 ZÁVĚR

Záměrem mé bakalářské práce bylo shrnout veškeré informace týkající se techniky a technologie vrtacích prací se zaměřením na zakládání staveb. Toto téma je velice obsáhlé a bylo tedy v mé snaze problematiku srozumitelně zpracovat a zjednodušit.

V odborné části jsem se snažil čtenáře seznámit se základními pojmy vrtného odvětví, popisem činnosti a technikou, která se při těchto prací využívá. Prodej techniky vrtacích prací, ve srovnání s jinými výrobky, v dnešní době, není příliš velký. Firem je mnoho, avšak po mém průzkumu spousta z nich výrobky pouze prodává a často neuvádí dostačující informace o výrobku.

V neposlední řadě jsem provedl multikriteriální hodnocení vybraných strojů pro vrtané piloty. Stroje jsem hodnotil znaménky + / -, kde čím více +, tím lépe stroj odpovídal zvoleným kritériím. Výkon všech strojů byl dostačující, avšak z ekonomického hlediska je výhodnější použít stroj méně výkonný, který zvládne stejnou práci s menšími náklady. Vítězný stroj s názvem BG 18H splňoval veškerá stanovená kritéria. Tento stroj bych zvolil pro výstavbu základů vybrané lokality (hotel YAZZ).

7 Seznam použité literatury

- [1] Klempa, Martin, a další, a další. Institut geologického inženýrství. [Online] 2011. [Citace: 20. Leden 2014.] <http://geologie.vsb.cz/>.
- [2] Koula, Ivan. *Hlubinné vrtání I*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1988.
- [3] Voštová, Věra. *Stroje a technologie v podzemních stavbách I*. Praha : ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02084-3.
- [4] Anon. Periodická tabulka- Mohsova stupnice tvrdosti. *Prvky*. [Online] [Citace: 15. Únor 2014.] <http://www.prvky.com/mohsova-stupnice.html>.
- [5] Masopust, Jan a Mühl, Pavel. *Velkopřůměrové vrtané piloty*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00241-9.
- [6] Turček, Peter. *Zakládání staveb*. Bratislava : Jaga, 2005. ISBN 80-807-6023-3.
- [7] Masopust, Jan a Glisníková, Věra. *Zakládání Staveb*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-538-9.
- [8] Masopust, Jan. *Vrtané Piloty*. místo neznámé : Čeněk a Ježek s.r.o., 1994.
- [9] Zakládání staveb, a.s. *Zakládání staveb*. [Online] zakládání staveb, 2008. [Citace: 10. 2 2014.] <http://www.zakladani.cz/cz/piloty>.
- [10] Jeřábek, Karel, a další, a další. *Stroje pro zemní práce - silniční stroje*. Ostrava : Katedra hornických strojů, VŠB - TU Ostrava, 1996.
- [11] Stavební stroje plus s.r.o. Stavební stroje. *Výroba a opravy příslušenství*. [Online] [Citace: 10. Únor 2014.] <http://www.s-stavebnistroje.cz/vyroba/index.htm>.
- [12] TECO Trade. *Teco Trade*. [Online] Teco Trade s.r.o., 2001. [Citace: 10. Březen 2014.] <http://www.tecotrade.cz/>.
- [13] JaNo s.r.o. JaNo s.r.o. [Online] 2011. [Citace: 3. Březen 2014.] <http://www.jano.cz/>.
- [14] Atlas Copco. Atlas Copco Czech Republic. [Online] [Citace: 5. Březen 2014.] <http://www.atlascopco.ru/czcs/>.

[15] Bauer Group. Bauer Group. [Online] Bauer Machines. [Citace: 5. Březen 2014.] <http://www.bauer.de/en/>.

[16] Soilmec S.p.A. Soilmec. *Soilmec*. [Online] Drilling and Foundation Equipment. [Citace: 3. Březen 2014.] http://www.soilmec.com/en/viewdoc.asp?co_id=9.

[17] EnviCon G spol. s.r.o. Hotel Yazz. *Oznámení záměru stavby*. [Online] 20. Prosinec 2006. [Citace: 23. Únor 2014.] http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1BIQTMwMI9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/PHA302_oznameni.pdf.

[18] Strniště, Karol a Šmolík, Stanislav. *Hlbinné vrtanie*. Bratislava : Vydavateľstvo Alfa, 1992. ISBN 80-05-01031-1.

Seznam obrázků

Obr. 1: Základní části vrtu.....	1
Obr. 2: Příčné průřezy vrtaných pilot.....	12
Obr. 3: Vrtané piloty - označení a názvosloví.....	13
Obr. 4: Technologický postup provádění piloty průběžným šnekem (CFA).....	15
Obr. 5: Technologický postup provádění mikropilot.....	17
Obr. 6: Rotační stůl s unašečkou.....	20
Obr. 7: Ponorné vrtací kladivo.....	21
Obr. 8: Lžicový vrták (šapa).....	23
Obr. 9: Spirálový vrták.....	24
Obr. 10: Valivé dláto.....	26
Obr. 11: Souprava HVS 5xx.....	27
Obr. 12: Vrtací souprava Mustang 4- N2D.....	28
Obr. 13: Vrtací souprava Bauer BG 18H.....	28
Obr. 14: Vrtací souprava Bauher BG 46.....	29
Obr. 15: Vrtací souprava SF-50.....	29
Obr. 16: Vrtací souprava SF-120.....	30

Seznam tabulek

Tab. 1: Mohsova stupnice tvrdosti.....	5
Tab. 2: Faktory ovlivňující vrtatelnost.....	6
Tab. 3: Přehled technických specifikací vrtacích souprav.....	30
Tab. 4: Hodnocení strojů pro pilotové zakládání staveb.....	32