

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE BUDOVÁNÍ KOMUNIKACÍ,  
MICROTUNNELING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

FRANTIŠEK JAVŮREK

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE BUDOVÁNÍ KOMUNIKACÍ, MICROTUNNELING

TRENCHLESS TECHNOLOGIES OF COMMUNICATION BUILDING, MICROTUNNELING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

FRANTIŠEK JAVŮREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK

BRNO 2008

## **Abstrakt**

Cílem předložené práce bylo shrnout přehled současných metod a strojů pro budování komunikací bezvýkopovými technologiemi a současně provést kritický rozbor jednotlivých technologií.

Bezvýkopové metody patří v současné době mezi rychle se rozvíjející odvětví. Hlavní předností bezvýkopových metod je podstatné snížení nepříznivých vlivů, které má běžná výstavba na dopravu po komunikacích a na životní prostředí, zejména pak v hustě zastavěných částech měst a obcí.

V práci bylo nejdříve provedeno popsání základních technologií budování, a následně byly tyto metody znázorněny obrázkem. Dále bylo provedeno rozdělení firem a byly shrnuty parametry jednotlivých strojů do tabulek.

## **Abstract**

The target of submitted work was to sum up a view of current methods and the machines for the building of communications by trenchless technologies and to conduct a critical analysis each technologies paralely.

Trenchless methods belong to the high-developing divisions nowadays. The major advantage these ones is serious decline unfavourable impacts which have common building of transportation along the route and the environment especially through the cities and the villages.

The base of these technologies of building were described and depicted by picture firstly. Then the companies were divided and the parameters of machines had been compiled into the charts.

## **Klíčová slova**

Bezvýkopové technologie, mikrotunelování, řízené horizontální vrtání, směrové vrtání

## **Keywords**

Trenchless technologies, microtunneling, horizontal directional drilling, directional drilling

## **Bibliografická citace**

JAVŮREK, F. *Bezvýkopové technologie budování komunikací, microtunneling*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 33s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka a uvedl jsem všechny zdroje a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkanem FSI VUT v Brně.

Datum .....

Podpis .....

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi za jeho ochotu, cenné připomínky a odborné vedení při zpracování této závěrečné práce. Poděkování patří i mé rodině a všem mým blízkým za jejich trpělivost a zejména pak za jejich morální i materiální podporu v průběhu celého mého studia.

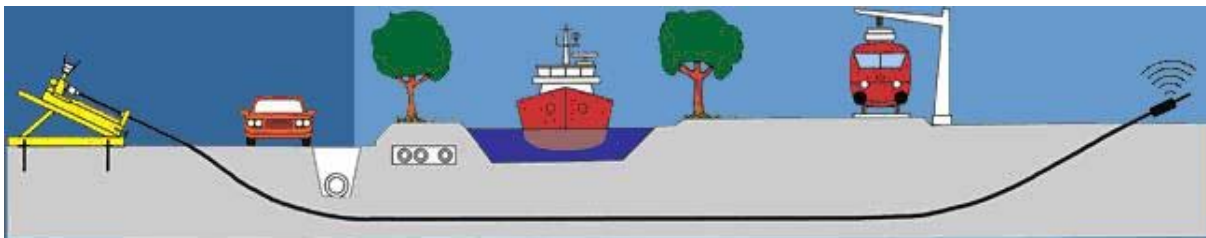
## Obsah:

	strana
<b>Zadání závěrečné práce</b>	<b>2</b>
<b>Licenční smlouva</b>	<b>3</b>
<b>Abstrakt</b>	<b>5</b>
<b>Bibliografická citace</b>	<b>6</b>
<b>Prohlášení</b>	<b>7</b>
<b>Poděkování</b>	<b>8</b>
<b>Obsah</b>	<b>9</b>
<b>1. Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2. Metody budování bezvýkopovými technologiemi</b>	<b>11</b>
2.1 Bezvýkopové budování obecně	11
2.2 Horizontální řízené vrtání (Horizontal Directional Drilling)	11
2.3 Směrové vrtání (Directional drilling)	13
2.4 Rozrušovací metoda (Berstlining)	14
2.5 Mikrotunelování (Microtunneling)	15
<b>3. Firmy vyrábějící stroje pro bezvýkopové budování, rozdělení a porovnání jednotlivých strojů</b>	<b>16</b>
3.1 Tracto-Technik	16
3.2 ADG Global Supply	21
3.3 Vermeer	22
3.4 Bohrtec	23
3.5 Wirth	24
3.6 FlowTex	25
3.7 Vamet	26
3.8 Soltau	28
3.9 Herrenknecht	29
<b>4. Závěr</b>	<b>31</b>
<b>5. Seznam použitých zdrojů</b>	<b>32</b>
<b>6. Seznam použitých zkratk a symbolů</b>	<b>33</b>

## 1. Úvod

Budování pomocí bezvýkopových metod se na světě provádí již několik desítek let. Tyto metody budování se používají zejména v hustě zastavěných městských částech, dále pak pro překonání potoků, železničních kolejí, rychlostních komunikací a dalších podobných překážek.

Cílem této práce je vytvořit přehled současných metod a strojů pro budování komunikací bezvýkopovou technologií a současně provést kritický rozbor jednotlivých technologií tunelování. K vypracování bakalářské práce byla použita výhradně firemní literatura. Práce je rozdělena do dvou základních kapitol: Metody budování bezvýkopovými technologiemi a kapitola Firmy vyrábějící stroje pro bezvýkopové budování, rozdělení a porovnání jednotlivých strojů. V první části práce je popis základních metod budování. Jsou zde popsány následující metody: horizontální řízené vrtání, směrové vrtání, rozrušovací metoda a mikrotunelování. V druhé části práce jsou postupně vypsány firmy a stroje, které vyrábí. Zjištěné parametry jednotlivých strojů jsou zobrazeny v přehledných tabulkách. Bakalářská práce je doplněna seznamem použité literatury.



Obr. 1.1 Příklad použití bezvýkopové metody



## 2. Metody budování bezvýkopovými technologiemi

### 2.1 Bezvýkopové technologie obecně

Bezvýkopové technologie jsou velkým přínosem jak v důsledku snížení dopadu výstavby na občany, provozu na komunikacích tak i ve zmenšení objemu přepravovaných a ukládaných zemin.

Obecně pod pojem bezvýkopové technologie můžeme zařadit všechny metody budování jak už řízenou či neřízenou metodou, dále pak injektáže, pluhování, tunelování či protlaky. Bezvýkopové technologie v sobě také zahrnují disciplíny zabývající se čištěním, inspekcí, opravami a rekonstrukcí bez nutnosti práce v otevřeném výkopu zejména tam kde je spleť sítí podzemních vedení a těžko odklonitelná doprava. [6] Další text této práce bude zaměřen výhradně na budování pomocí bezvýkopových metod.

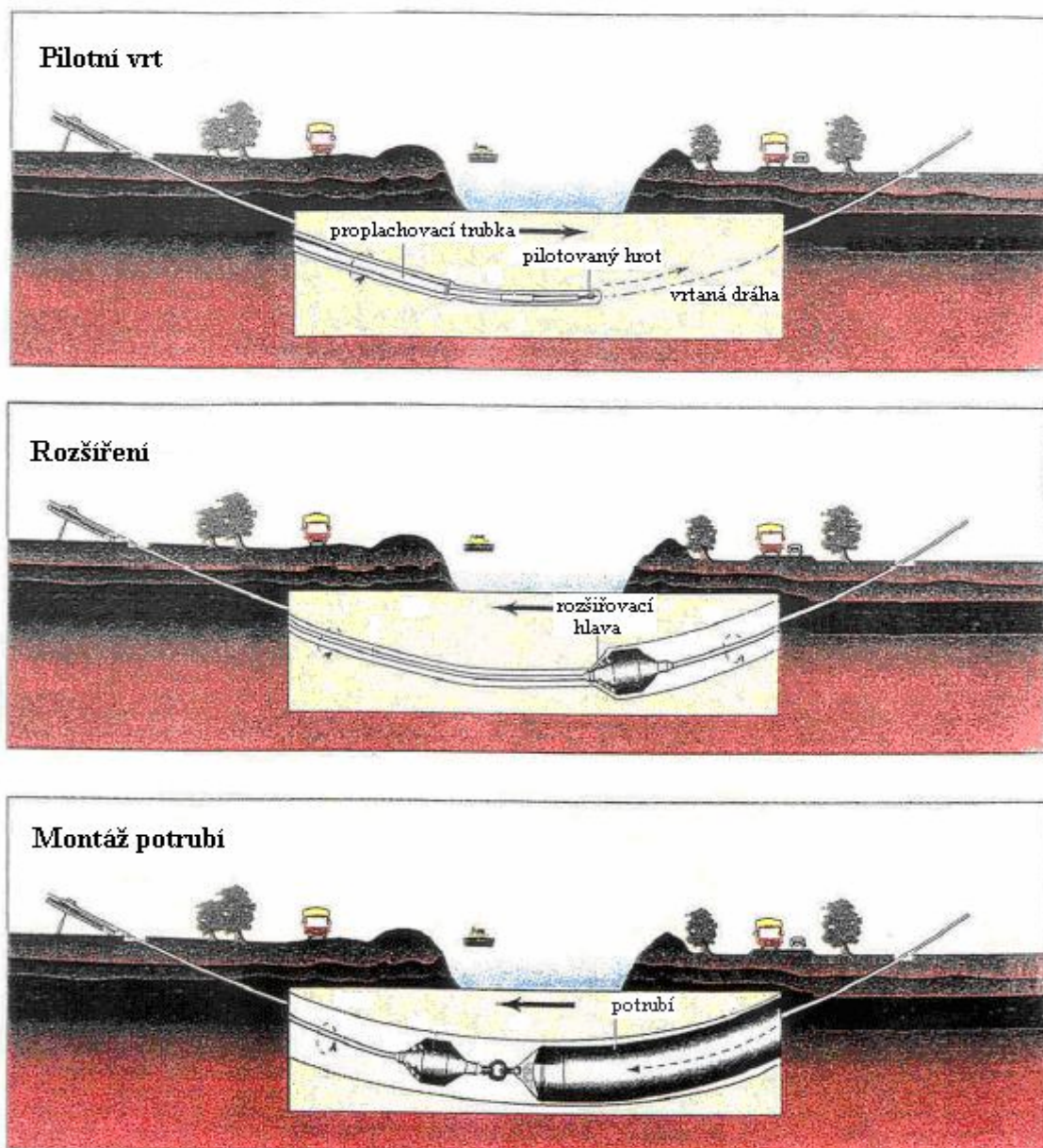
Pro volbu vhodné bezvýkopové technologie a jejího bezpečného provádění mají být uvažovány následující hodnoty charakterizující podloží stavby. Geologický profil, tvar zrna, rozdělení zrn, usazovací vlastnosti zeminy, přítomnost podzemní vody, citlivost na střídání podmínek, součinitel zemního tlaku, součinitel propustnosti, stupeň kontaminace půdy a podzemní vody pevnými látkami, plyny a tekutinami, podmínky pro využívání nebo odstraňování odpadu a další. [1]

### 2.2 Horizontální řízené vrtání (Horizontal Directional Drilling)

První horizontální vrtání bylo provedeno již v roce 1972. Od této doby nastal dynamický rozvoj této metody vrtání. Zůstává uznávána jako jedna z nelepších v oblasti bezvýkopového vedení potrubí. Tato metoda dovoluje překonávat členité prostředí, různé druhy terénových překážek jako je řeka, vodní nádrže, cesty, komunikace, hustě zastavěné městské terény. Technologie je příznivá pro životní prostředí, ani neničí kořenový systém půdy. Díky ní se vyhneme hluku, nečistotě i prachu a také rozkopaných komunikací. Je ekonomická, nepřispívá provoznímu ruchu na ulicích, dálnicích, cestách, vodních stezkách. Nutností je ovšem vykopání startovací, případně cílové jámy. Použitím nejnovějších zařízení pro řízené vrtání jako je použití sondy radiové detekce, se rovněž můžeme vyhnout havárii například v důsledku kolize stavby nezakreslené na dokumentaci projektu. [3]

Vrtání touto metodou začíná již z povrchu půdy v místě, kde má být provedena předpokládaná pokládka. Je prováděno pomocí speciální vedené hlavy. Samotný řízený vrt se provádí po předchozím naplánování trasy. V řízené hlavě je umístěna sonda - snímač, který lokalizuje polohu. Během vrtání se používá směs vody a bentonitu, jejíž úkolem je mimo jiné

transport zeminy z otvoru, stabilizace vybudovaného tunelu a také chlazení pracujících nástrojů. Díky pečlivě naplánované trase zůstanou kořeny stromů, kabely, kanalizace i pilotovaná hlava nepoškozeny. To je vidět na obr. 2.2. Pro získání požadovaného průměru, se namísto pilotované hlavy namontuje speciální rozšířená hlava která se vrací zpět po vytyčené trase a rozšiřuje pilotní vrt. Toto může být prováděno několikrát až do požadovaného průměru. Bezprostředně za rozšiřovací hlavou se montuje prvek, který má být protažen. Tento proces zobrazuje obr. 2.1. Celá operace probíhá bez problémů díky použitému řezivu (bentonitu). Těživo se transportuje do výkopu a po ztuhnutí se tím tunel zpevňuje. Složení řeziva, tj. množství bentonitu a vody závisí zejména na druhu půdy. Materiál trubního vedení se používá nejčastěji plast (PE-HD), ocel, litina nebo i jiné materiály. [3]



Obr. 2.1 Postup při budování pomocí metody horizontálního řízeného vrtání



Obr. 2.2 Metoda horizontálního řízeného vrtání

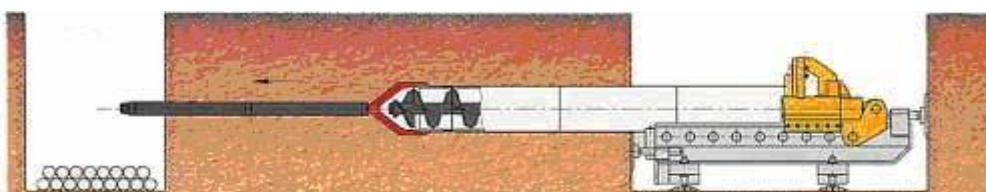
### 2.3 Směrové vrtání (Directional drilling)

Metoda směrového vrtání se provádí pro kanalizační vedení v rozsahu průměrů od 150 do 600 mm a délkách od 50 do 80 m. Vodorovné vrtání může být prováděno z otevřeného výkopu zabezpečeného těsnými přepážkami nebo také vrtání protlakem z kanalizační šachty. První etapou vrtu je protlačení pomocí rotační vrtací hlavice, která je zaměřována a vedena pomocí řídicího systému až do cílové komory, kde nastává její demontáž. Druhá etapa je rozšiřování otvoru až do žádaného průměru na instalaci řadů. Rozšiřování i transport těživa probíhá obvykle pomocí šnekové hlavice, která směřuje po vodící čáře v otvoru vedení. Pro další rozšíření je nutno opět vyměnit hlavici. Poslední etapa je instalace trub tlačných za vrtacím šnekem. Postup je znázorněn na obr. 2.3. Pro realizaci protlaku je potřebný nenáročný terén. Řízené protlaky se realizují v kanálech i v blízkosti pod zastavěnými ulicemi měst. Rozsah vrtaných průměrů je dostatečný pro budování v městských oblastech. [3]

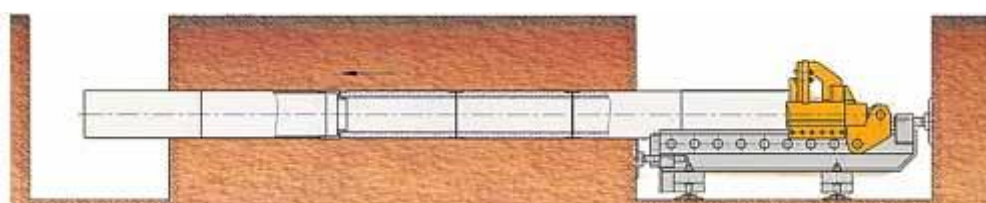
#### Protlačení pomocí rotační vrtací hlavice



#### Rozšiřování otvoru



#### Instalace trub



Obr. 2.3 Postup při budování pomocí směrového vrtání

## 2.4 Rozrušovací metoda (Berstlining)

Při této metodě je zemina roztláčována zatlačováním tuhé vodící (pilotní) tyče a soutyčí. Technika spočívá v zavedení válcovitého zařízení nazývaného "krtek" (zemní raketa) do země. Zařízení je poháněno pneumaticky. Pohybem dopředu se zhušťuje zemina kolem sebe a vzniká otvor, do kterého je navíjena roura z plastu. Vrt vykonaný neřízenou metodou (obr. 2.4) je proveditelný maximálně do průměru 160 mm a délky 16 m. U větších průměrů musí technik vrt řídit (obr. 2.5). Vrty mohou být vykopené až do průměru 2 metrů a délek několika desítek metrů. Po vykonání vrtu se do otvoru po řadě vtláčují oddíly trubek, které se vedou dopředu a nabírají zeminu dovnitř. Po dokončení se půda odstraní z ocelových trub pomocí stlačeného vzduchu nebo v případě velkých průměrů mechanicky. Po vytažení zemní rakety v cílové šachtě se odstraňuje nashromážděné těživo a instaluje se vedení. Tato metoda má však mnoho nevýhod. Jedna z nich je nedostatečně řízený průběh vrtu, zemní raketa během práce narazí na překážky a může sejít ze zaměřené trajektorie. Toto lze vyloučit řízením vrtu u prací spojených s budováním samospádových potrubí. Častá vada je že během vnikání zemní rakety je narušena struktura půdy (chvěním, vibracemi) a zhušťována zemina. To vše narušuje statiku půdy. Takové působení může způsobit zapadnutí nebo sesypání násypu půdy (např. u svahů), což je nepřipustné u budování pod podvodněnými cestami a u železničních tratí. [1] [3]



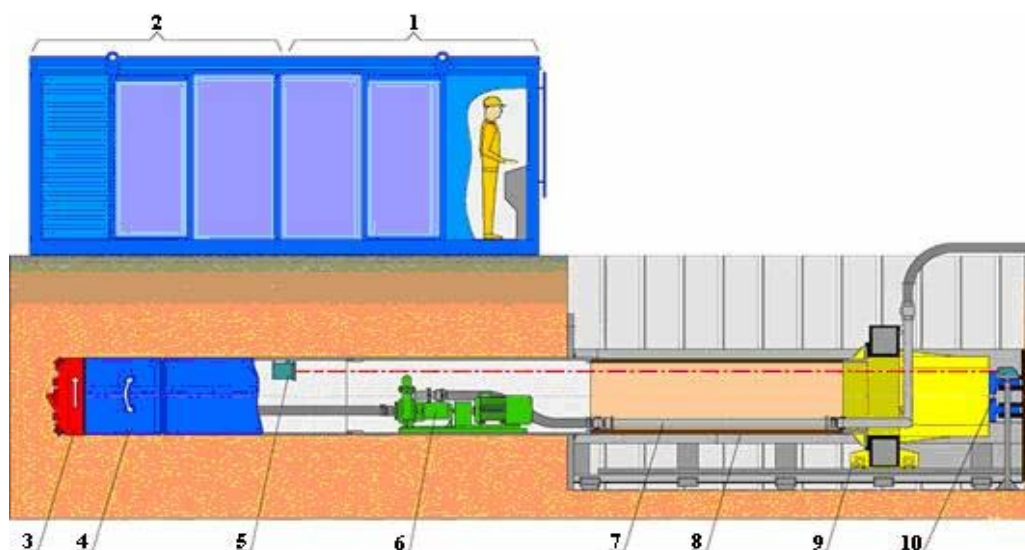
Obr. 2.4 Použití řízené zemní rakety



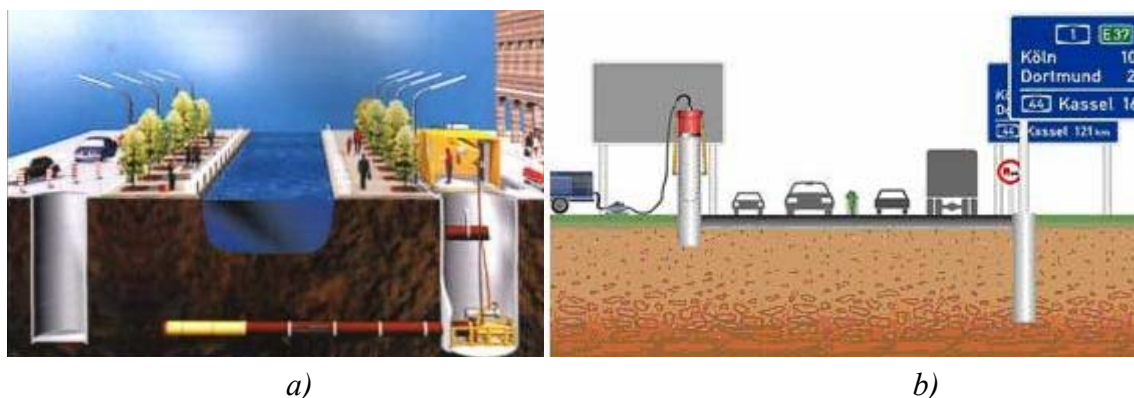
Obr. 2.5 Použití neřízené zemní rakety

## 2.5 Mikrotunelování (Microtunneling)

Mikrotunelování vychází z metody hornického budování tunelů. I přes svůj název slouží pro budování velkých průměrů, i větších než 1200 mm. Název mikrotunelování vznikl pro rozlišení této technologie od technik velkopřůměrových, užívaných pro budování velkých tunelů hornickými metodami. Její specifika dovolují možnost sklonu jaký nedovolují jiné metody. Průběh vrtání řízený pomocí teodolitu (zeměměřičský přístroj) umožnil pečlivé vedení provrtávání. Hlava vrtání je otočná pomocí hydraulických motorů poháněných z povrchu terénu přes elektrické vedení instalované v trubce. Postupně se při vykonávání podvrtu za hlavu přidávají pomocí hydraulických motorů po řadě trubky. Motory přenášejí rovnoměrně tlačnou sílu přes segment nasazený na trubce. Během celého procesu vrtání, je půda transportována na povrch. Pumpována z agregátu do hlavy a vracejíci se s těživem na povrch terénu. Průběh mikrotunelování můžeme vidět na obr. 2.6 a obr. 2.7. [3]



Obr. 2.6 Popis zařízení 1.kontrolní středisko, 2. hydraulický agregát, 3. hlava stroje, 4. řídicí jednotka, 5. optický detektor, 6. dopravní čerpadlo, 7. dopravní trubka, 8. budovací trubka, 9. zvedací rám, 10. laser



Obr. 2.7 Zobrazení možností mikrotunelování: a) horizontální, b) vertikální

### 3. Firmy vyrábějící stroje pro bezvýkopové budování, rozdělení a porovnání jednotlivých typů strojů

#### 3.1 Tracto-Technik

Tato firma vyrábí široký sortiment strojů pro nejrůznější metody bezvýkopového budování.

#### Rozdělení strojů firmy Tracto-Technik

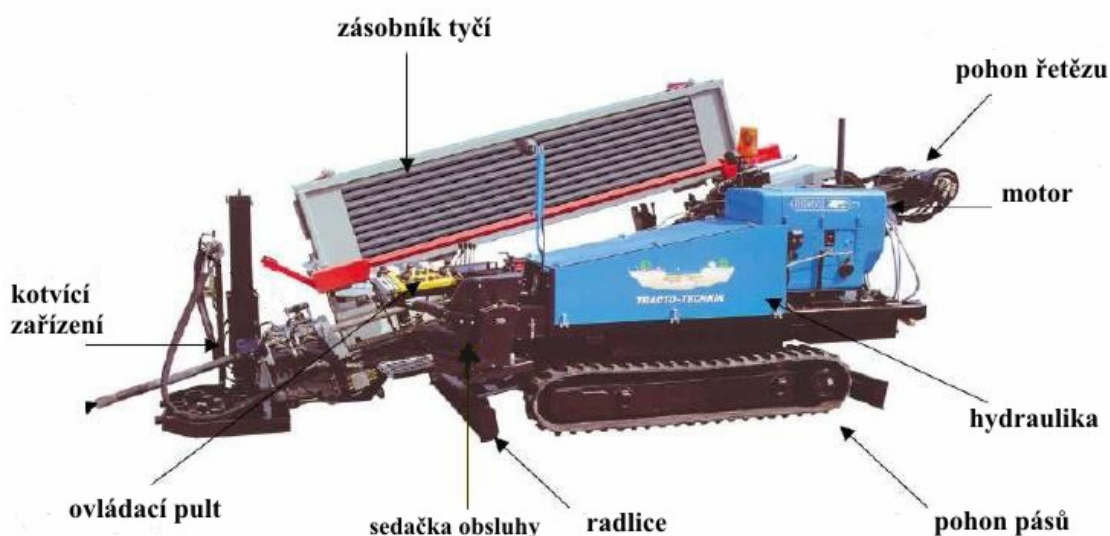
**Grundodrill** – stroje pro horizontální řízené vrtání do průměru 750 mm a délky 400 m.

Tab. 3.1 Technické parametry strojů Grundodrill od firmy Tracto-Technik

Typ		8 S	12 GS	20 S
$F_T, F_{TL}$	[kN]	80	120	200
$M_k$	[Nm]	2500	4000	6300
$D_P$	[mm]	80	80	100
$D_R$	[mm]	385	600	750
$L_{max}$	[m]	200	300	400
<b>P</b>	[kW]	68	78	135

Typ		7 X	10 X	13 X	15 X
$F_T, F_{TL}$	[kN]	65	100	125	145
$M_k$	[Nm]	1950	3000	4000	4000
$D_P$	[mm]	65	80	80	80
$D_R$	[mm]	300	450	600	600
$L_{max}$	[m]	200	250	300	250
<b>P</b>	[kW]	53	55	55	55

Typ		15 N
$F_T, F_{TL}$	[kN]	167
$M_k$	[Nm]	7000
$D_P$	[mm]	115
$D_R$	[mm]	750
$L_{max}$	[m]	400
<b>P</b>	[kW]	106



Obr. 3.1 Popis stroje pro horizontální řízené vrtání od firmy Tracto-Technik



Obr. 3.2 Stroj typu Grundodrill a) 15N b) 10X

**Prime drilling** - stroje pro horizontální řízené vrtání do průměru až 1000 mm a délky až 1400 m. Tyto stroje jsou použitím obdobné jako stroje typu Grundodrill avšak použitelné pro větší délky vrtu.

Tab. 3.2 Technické parametry strojů Prime drilling od firmy Tracto-Technik

Typ		PD 32/18	PD 50/33	PD 75/50	PD 100/50
$F_T, F_{TL}$	[kN]	320	640	940	1150
$M_k$	[kNm]	18	33	50	50
$D_R$	[mm]	600	800	900	1000
$L_{max}$	[m]	600	800	1200	1400
$P$	[kW]	171	228	273	365



Obr. 3.3 Stroj typu Prime Drilling

**Grundopit** – stroje pro použití do menších prostorů. Například pro vedení domovních přípojek.

Tab. 3.3 Technické parametry strojů Grundopit od firmy Tracto-Technik

Verze		Standard	Kompakt	Manhole
$F_T, F_{TL}$	[kN]	40/60	40	40
$M_k$	[Nm]	600	1000	1000
$D_R$	[mm]	150	200	150
$L_{max}$	[m]	50	100	50
$P$	[kW]	13	39	38



a)



b)



c)

Obr. 3.4 Vyobrazení jednotlivých verzí strojů Grundopit od firmy Tracto-Technik: a) verze standard, b) verze kompakt, c) verze manhole

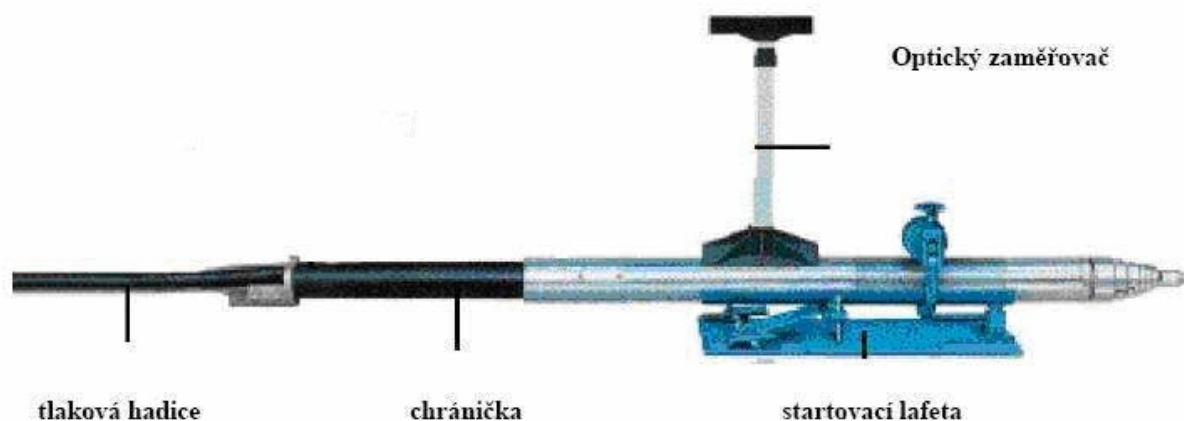


**Grundomat** – jedná se o zemní rakety, které provádí otvory rozrušovací metodou.

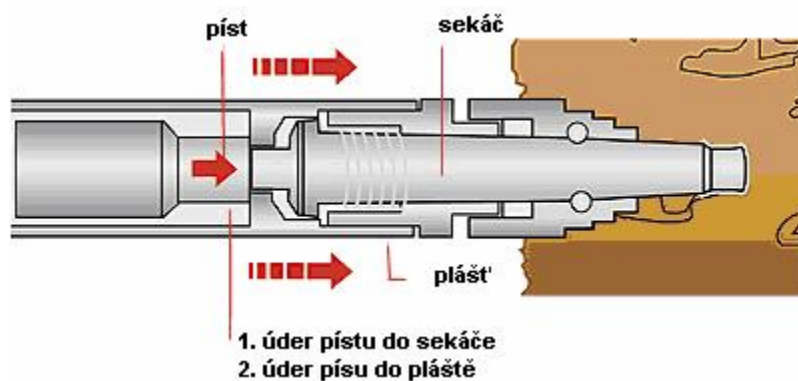
Tab. 3.4 Technické parametry strojů Grundomat od firmy Tracto-Technik

Typ		45 P	55 P	65 P	65 PK	75 P	75PK	85 P	85 PK
$D_R$	[mm]	45	65	65	65	75	75	85	85
$L_{max}$	[mm]	979	1103	1323	1029	1443	1243	1540	1350
$i_u$	[ $min^{-1}$ ]	580	480	460	640	400	460	390	480
$m$	[kg]	9	14,4	25	18	34	28	46	40

Typ		95 P	95 PK	110 P	130 P	145 P	160 P	180P
$D_R$	[mm]	95	95	110	130	145	160	180
$L_{max}$	[mm]	1732	1532	1685	1750	1986	2002	2221
$i_u$	[ $min^{-1}$ ]	320	360	325	340	310	320	280
$m$	[kg]	65	56	96	117	168	198	260



Obr. 3.5 Popis základního soustrojí



Obr. 3.6 Popis a konstrukce pohyblivé hlavy

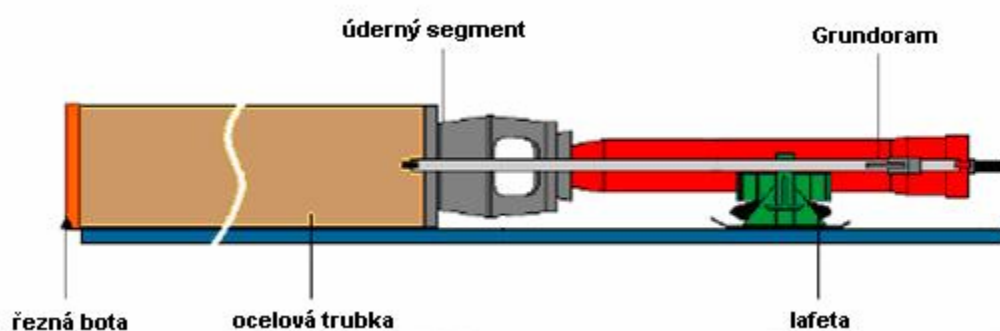
**Grundoram** – metoda zejména pro technologii mikrotunelování.

Tab. 3.5 Technické parametry strojů Grundoram od firmy Tracto-Technik

Typ		David	Atlas	Titan	Olymp	Herkules
$F_{TL}$	[Nm]	230	420	800	890	1440
$D_R$	[mm]	100	150	200	400	500
$l_t$	[mm]	1490	1456	1545	1690	1913
$i_u$	[min <sup>-1</sup> ]	345	320	310	280	340

Typ		Gigant	Koloss	Goliath	Taurus	Apollo
$F_{TL}$	[Nm]	2860	6820	11600	18600	405000
$D_R$	[mm]	800	1100	1600	2000	3000
$l_t$	[mm]	2010	2341	2852	3645	4400
$i_u$	[min <sup>-1</sup> ]	310	220	180	180	180

Typ		Mini-Atlas	Mini-Olymp	Mini-Gigant
$F_{TL}$	[Nm]	180	720	2000
$D_R$	[mm]	100	300	600
$l_t$	[mm]	946	1080	1230
$i_u$	[min <sup>-1</sup> ]	580	500	430



Obr. 3.7 Popis základního soustrojí

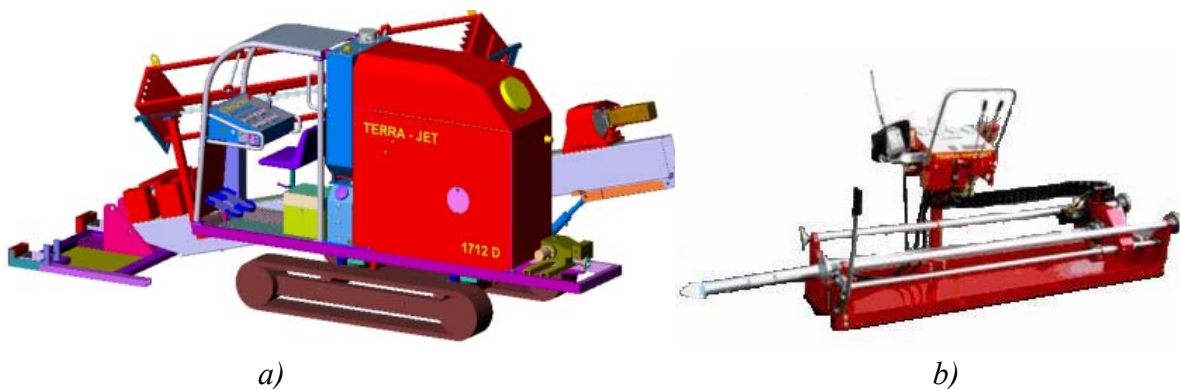
### 3.2 ADG Global Supply

Firma ADG Global Supply vyrábí stroje s názvem Terra Jet, které mají své uplatnění zejména pro technologii horizontálního řízeného vrtání.

Tab. 3.6 Technické parametry strojů Terra Jet od firmy ADG Global Supply

Typ		1712D	2614D	5515D	5515A
$F_T, F_{TL}$	[kN]	120/60	140/7	150/75	150/75
$M_k$	[Nm]	1700	2650	5500	5500
$D_R$	[mm]	260	420	650	650
$L_{max}$	[m]	200	300	400	400
$P$	[kW]	25	48	134	82

Typ		Terra Mini Jet	Terra Mini Jet LV
$F_T, F_{TL}$	[kN]	80/80	80/80
$M_k$	[Nm]	1400	1400
$D_R$	[mm]	260	260
$L_{max}$	[m]	50	120
$P$	[kW]	8,7	8,7



Obr. 3.8 Stroje Terra Jet: a) 1712D b) Mini Jet LV

### 3.3 Vermeer

Firma Vermeer vyrábí výhradně stroje pro použití horizontálního řízeného vrtání.

Tab. 3.7 Technické parametry strojů od firmy Vermeer

Typ		D6x6	D7x11A QS	D7x11 S II	D10x14	D16x20A
$F_{TL}$	[kN]	24,5	35	40	43	27
$F_T$	[kN]	24,5	35	40	43	71
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	18,9	16,1	18,9	18,9	16,4
$M_k$	[Nm]	746	1489	1763	1898	2712
$D_{min}$	[mm]	60	50	50	50	90
$P$	[kW]	18,6	28	35	35	48

Typ		D16x20 S II	D18x22	D20x22	D20x22 S II	D24x40 A
$F_{TL}$	[kN]	71	80	89	89	79
$F_T$	[kN]	71	80	89	89	106
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	16,4	23	21	21	13,7
$M_k$	[Nm]	2712	2983	2983	2983	5415
$D_{min}$	[mm]	90	90	90	90	90
$P$	[kW]	31	63	63	55	93

Typ		D24x40 S II	D36x50 S II	D75x100	D80x100 S II
$F_{TL}$	[kN]	107	145	193	356
$F_T$	[kN]	107	160	343	356
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	28,3	23,6	11,5	18,8
$M_k$	[Nm]	5423	6772	10304	13558
$D_{min}$	[mm]	90	130	130	130
$P$	[kW]	104	110	138	168

Typ		D100x120 S II	D200x300	D300x500
$F_{TL}$	[kN]	445	890	1468
$F_T$	[kN]	445	890	1468
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	12,6	10,5	9,2
$M_k$	[Nm]	16270	40675	67791
$D_{min}$	[mm]	130	170	170
$P$	[kW]	168	300	350



a)



b)

Obr. 3.10 Stroje firmy Vermeer a) D7x11A b) D100x120 S II

### 3.4 Bohrtec

Firma Bohrtec vyrábí stroje pro použití technologie směrového vrtání.

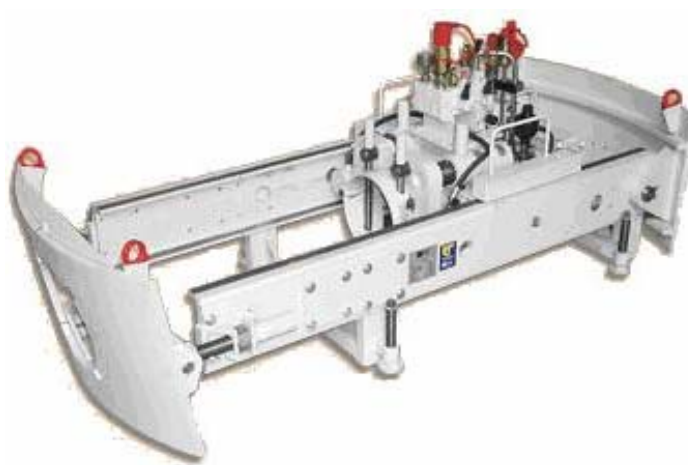
Tab. 3.8 Technické parametry strojů od firmy Bohrtec

Typ		BM 150DT	BM 150D	BM 400T	BM 400
$F_{TL}$	[kN]	156			1000
$M_k$	[kN]	13			40
$v_{max}$	[s <sup>-1</sup> ]	13,6			12,6
$D_R$	[mm]	250	250	620	620
$L_{max}$	[m]	20	30	60	80

Typ		BM 400LS	BM 500	BM 600LS	BM 800L
$F_{TL}$	[kN]	1470	1600	2400	3150
$M_k$	[kN]	66	78	99	164
$v_{max}$	[s <sup>-1</sup> ]	7,5	6,3	7	8,2
$D_R$	[mm]	900	1000	1200	1400
$L_{max}$	[m]	100	80	120	120



a)



b)

Obr.3.11 Stroje Bohrtec a) BM 800L b) BM 150D

### 3.5 Wirth

Firma Wirth vyrábí stroje PowerBore, které jsou využitelné pro horizontální řízené vrtání. Jsou schopny vrtat díry až do průměru 1,5 m a délky 1800 m.

Tab. 3.9 Technické parametry strojů PowerBore od firmy Wirth

Typ		Power Bore 30	Power Bore 50	Power Bore 70	Power Bore 150	Power Bore 250
$F_T, F_{TL}$	[kN]	340	560	700	1540	2550
$M_k$	[kNm]	21	21	30	70	70
$n$	[min <sup>-1</sup> ]	110	110	66	90	90
$P$	[kW]	164	164	225	364	2x270



Obr. 3.12 Stroj PowerBore od firmy Wirth

### 3.6 FlowTex

Firma FlowTex vyrábí stroje použitelné zejména v oblasti horizontálního řízeného vrtání.

Tab. 3.10 Technické parametry strojů od firmy FlowTex

Typ		HAG 1M	HAG 2M	50/80	Compact
$F_T, F_{TL}$	[kN]	15	35	50	120
$D_P$	[mm]	24	24	24/34	34/60/76
$D_R$	[mm]	110	160	250	355
$L_{max}$	[m]	60	70	250	400

Typ		Midi-Rig	Maxi-Rig	Mega-Rig
$F_T, F_{TL}$	[kN]	400	1000	4000
$D_P$	[mm]	76/127	76/127	127/20
$D_R$	[mm]	500	800	1400
$L_{max}$	[m]	800	1000	2000



Obr.3.13 Stroj firmy FlowTex

### 3.7 Vamet

Firma Vamet vyrábí stroje jak pro použití technologie směrového vrtání, tak i stroje pro mikrotunelování.

Tab. 3.10 Technické parametry strojů pro směrové vrtání typ HWP od firmy Vamet

Typ		20	25	27	27S	33	51	60
$F_T, F_{TL}$	[kN]	100	160	160	160	250	600	650
$D_R$	[mm]	200	250	270	300	400	500	600
$L_{max}$	[m]	25	40	40	40	50	50	50
$M_k$	[Nm]	630	1000	1600	1600	2500	6300	6300
<b>P</b>	[kW]	9,5	9,5	9,5	14,5	14,5	34	52

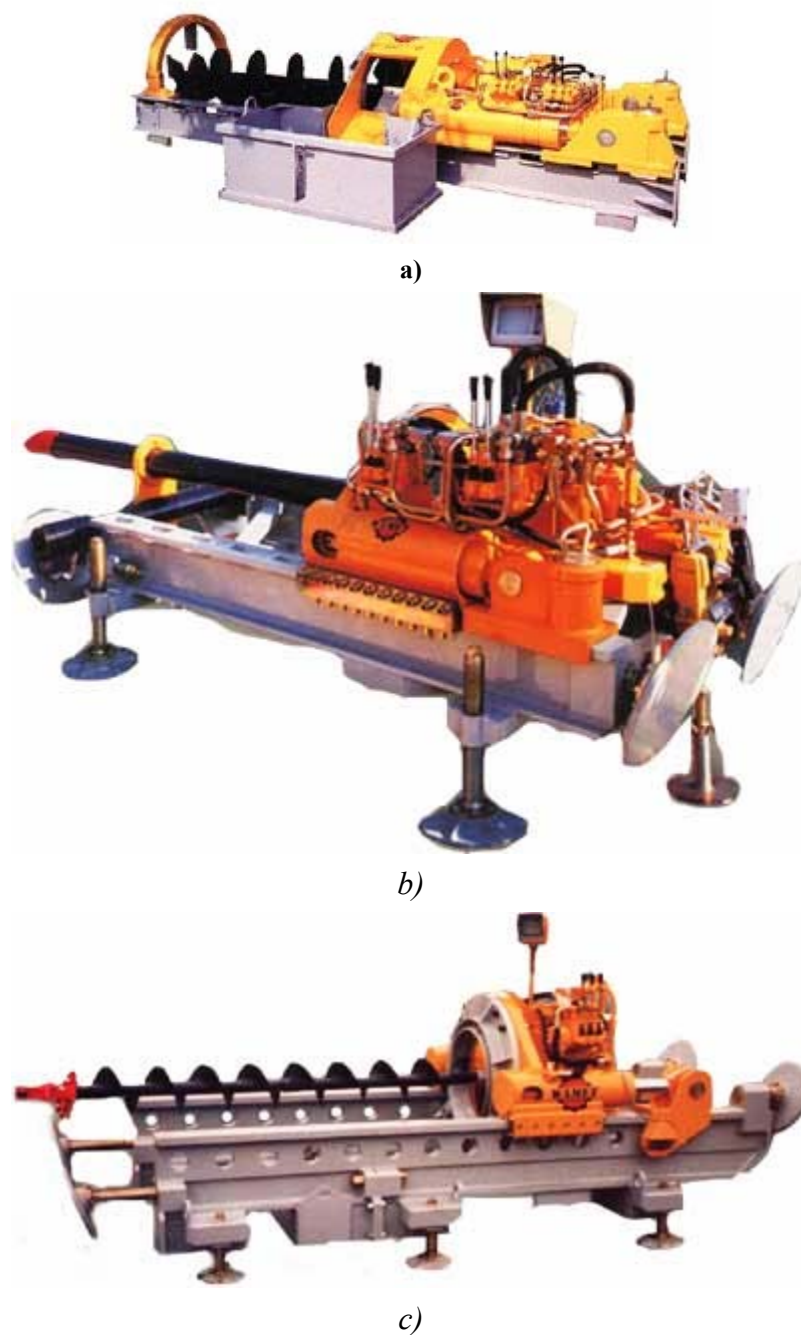
Typ		82	120	140
$F_T, F_{TL}$	[kN]	1500	1900	2500
$D_R$	[mm]	800	1220	1400
$L_{max}$	[m]	50	50	60
$M_k$	[Nm]	10000	19000	30000
<b>P</b>	[kW]	52	82	82

Tab. 3.11 Technické parametry strojů pro směrové vrtání typ WPS od firmy Vamet

Typ		40	50SW	50	60
$F_T, F_{TL}$	[kN]	550/320	1000/480	1000/570	100/570
$D_R$	[mm]	406	560	560	610
$L_{max}$	[m]	40	50	50	50
$M_k$	[Nm]	500	1200	1200	1200
<b>P</b>	[kW]	34	52	52	52

Typ		80	100	120
$F_T, F_{TL}$	[kN]	1280/680	2000/1000	2000/1400
$D_R$	[mm]	760	1100	1200
$L_{max}$	[m]	50	50	50
$M_k$	[Nm]	1500	2400	2400
<b>P</b>	[kW]	82	82	82





Obr. 3.14 Stroje firmy Vamet pro směrové vrtání a) HWP-82 b) WPS-40 c) WPS-80

Tab. 3.12 Technické parametry strojů pro technologii mikrotunelování od firmy Vamet

Typ		UM-100/114	UM-130/170
<b>D<sub>R</sub></b>	[mm]	1120	1730
<b>L<sub>max</sub></b>	[m]	150	200
<b>P</b>	[kW]	110	130



Obr. 3.15 Stroj firmy Vamet pro miktrotunelování UM-130/170

### 3.8 Soltau

Firma soltau vyrábí stroje pro miktrotunelování dodávané i s řídicím střediskem.

Tab. 3.13 Technické parametry strojů od firmy Soltau

Typ		RVS 80	RVS 160	RVS 250	RVS 400
$F_T, F_{TL}$	[kN]	800	1600	2500	4000
$D_R$	[mm]	650	1000	1000	1700
$l_t$	[m]			2	2/3
$L_{max}$	[m]	120	120	150	200
$P$	[kW]	76	160		

Typ		RVS	RVS	RVS
$F_T, F_{TL}$	[kN]	6000	8000	12000
$D_R$	[mm]	1980	2500	3650
$l_t$	[m]	3	3	3
$L_{max}$	[m]	500	800	1000
$P$	[kW]			



Obr. 3.16 Příklad použití zařízení RVS od firmy Soltau

### 3.9 Herrenknecht

Firma Herrenknecht vyrábí vrtací stroje pouze pro použití technologie mikrotunelování.

Tab. 3.14 Technické parametry strojů od firmy Herrenknecht

Typ		AVN250XC		AVN300XC		AVN400XC	
Verze		I	II	I	II	I	II
$D_R$	[mm]	360	400	400	550	550	650
$M_k$	[kNm]	5,9		9,4		13,4	
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	4,6		2,8		2	
$F_{TL}$	[kW]	45		45		45	
$L_{max}$	[m]	80		100		100	

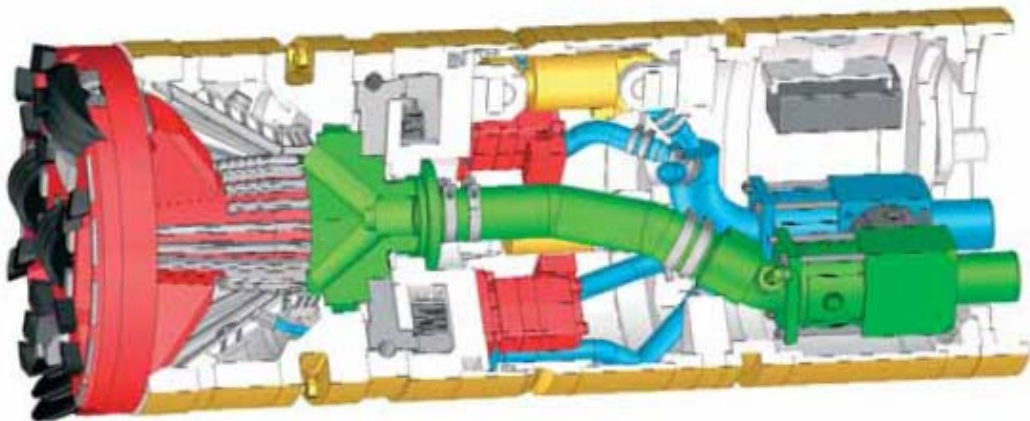
Typ		AVN500XC		AVN600XC		AVN700XC	
Verze		I	II	I	II	I	II
$D_R$	[mm]	650	760	760	860	860	960
$M_k$	[kNm]	22,2		33,5		40,1	
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	1,6		1,3		1,2	
$F_{TL}$	[kW]	45		45		55	
$L_{max}$	[m]	120		140		140	

Tab. 3.14 (pokračování)

Typ		AVN800XC		AVN900XC		AVN1000XC	
Verze		I	II	I	II	I	II
$D_R$	[mm]	960	1090	1090	1280	1280	1490
$M_k$	[kNm]	55		90		150	
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	0,8		0,7		0,6	
$F_{TL}$	[kW]	55		75		75	
$L_{max}$	[m]	150		150		150	

Typ		AVN1200XC		AVN1400XC		AVN1500XC	
Verze		I	II	I	II	I	II
$D_R$	[mm]	1490	1720	1720	1780	1780	1940
$M_k$	[kNm]	195		281		310	
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	0,37		0,34		0,34	
$F_{TL}$	[kW]	75		90		110	
$L_{max}$	[m]	200		250		250	

Typ		AVN1600XC		AVN1800XC		AVN2000XC	
Verze		I	II	I	II	I	II
$D_R$	[mm]	1940	2120	2120	2400	2400	3000
$M_k$	[kNm]	310		445		640	
$n$	[s <sup>-1</sup> ]	0,34		0,35		0,2	
$F_{TL}$	[kW]	110		132		130	
$L_{max}$	[m]	300		300		300	



Obr.3.17 Vrtací hlava stroje od firmy Herrenknecht

## 4. Závěr

V této práci byl vytvořen přehled současných metod a strojů pro budování komunikací bezvýkopovou technologií a současně i kritický rozbor jednotlivých technologií tunelování. Byly popsány a vyobrazeny metody budování, které se v současné době používají. Poté byly sepsány stroje, které jsou běžně k dostání na trhu a vypsány jejich základní parametry.

Metoda řízeného horizontálního vrtání je vhodná spíše do členitého terénu a tam kde je riziko neočekávané překážky. Pomocí sondy, která lokalizuje polohu se lze vyhnout překážkám jako je například potrubí nezakreslené na mapě.

Metoda směrového vrtání je závislá na vykopání startovací a cílové jámy. Během vrtání není snímána dráha a proto je třeba důkladně znát terén a složení půdy v místě vrtu.

Rozrušovací metoda je velmi jednoduchá a rychlá. Žádná zemina není vytěžena a tudíž nevzniká žádný odpad. U neřízené zemní rakety je nevýhoda v tom, že není přehled o pozici zemní rakety a musíme se spoléhat na správně naplánovanou trasu.

Metoda mikrotunelování je metoda plně automatizovaná a řízená z kontrolního střediska. Během vrtání již není možné se vyhnout překážkám a tudíž je nezbytně nutné předem dobře naplánovat trasu.

Uvedené bezvýkopové technologie jsou v praxi používané, avšak každá metoda má své požadavky na terén a skladbu půdy, a je třeba toto brát v úvahu při projektování.

## 5. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 12889: *Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení* ICS 93.030 Únor 2001
- [2] Technické pravidlo G 702 02: *Bezvýkopová rekonstrukce a výstavba plynovodů a přípojek z polyethylenu*. COPZ, 1993. 32 s.
- [3] *Popis bezvýkopových metody budování*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z URL: <http://www.grzeszczyk.pl/technologie.html>
- [4] *Stránky české společnosti pro bezvýkopové technologie*. [cit. 2008-3-12]. Dostupné z URL: <http://www.czstt.cz/links.htm>
- [5] *Stránky společnosti Interglobal*. [cit. 2008-4-05]. Dostupné z URL: [http://www.interglobal.cz/zemni\\_protlaky/index.html](http://www.interglobal.cz/zemni_protlaky/index.html)
- [6] *Popis bezvýkopových oprav*. [cit. 2008-5-01]. URL: <http://www.vodka.cz/?module=50>
- [7] *Parametry strojů firmy Soltau a Wirth*. [cit. 2008-3-25]. Dostupné z URL: [http://www.gamm-bud.pl/katalog/mikrotuneling\\_hdd](http://www.gamm-bud.pl/katalog/mikrotuneling_hdd)
- [8] *Oficiální stránky firmy Vamet*. [cit. 2008-4-27]. Dostupné z URL: <http://www.wamet.com.pl/en/>
- [9] *Oficiální stránky firmy Tracto-Technik*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z URL: <http://www.tracto-technik.de/>
- [10] *Oficiální stránky firmy ADG Global Supply*. [cit. 2008-3-29]. Dostupné z URL: <http://www.adgtech.com/home.html>
- [11] *Oficiální stránky firmy FlowTex*. [cit. 2008-4-02]. Dostupné z URL: <http://www.flowtex.ro/en/index.htm>
- [12] *Oficiální stránky firmy Bohrtec*. [cit. 2008-4-20] Dostupné z URL: <http://www.bohrtec.de/>
- [13] *Oficiální stránky firmy Herrenknecht*. [cit. 2008-4-21]. Dostupné z URL: <http://www.herrenknecht.com/>
- [14] *Oficiální stránky firmy Wirth*. [cit. 2008-4-21]. Dostupné z URL: <http://www.wirth-europe.com/>

- [15] *Oficiální stránky firmy Vermeer.* [cit. 2008-4-22]. Dostupné z URL:  
<http://www.vermeer.com/vcom/Index.jsp>
- [16] *České stránky firmy Vermeer.* [cit. 2008-4-28]. Dostupné z URL: <http://www.vermeer.cz/>
- [17] *Obr. Mikrotunelování.* [cit. 2008-3-25]. Dostupné z URL:  
<http://www.ludwigpfeiffer.com/sites/main.php?where=procedures&content=microtunneling&margin=sprachen>
- [18] *Obr. Řízeného horizontálního vrtání.* [cit. 2008-3-16]. Dostupné z URL:  
<http://www.mwra.state.ma.us/monthly/frsiphons/hddmar03.htm>
- [19] *Obr. Bezvýkopových technologií.* [cit. 2008-3-16]. Dostupné z URL: <http://www.mgs.ru/>
- [20] *Obr. Bezvýkopových technologií.* [cit. 2008-3-22]. Dostupné z URL: [http://www.dta-technik.pl/3\\_tech.htm](http://www.dta-technik.pl/3_tech.htm)
- [21] *Obr. Soltau RVS.* [cit. 2008-3-24]. Dostupné z URL: <http://www.boramtec.de/cgi-bin/menucgi?sp=0&lnr=100042&art=3>
- [22] *Obr. Konstrukce pohyblivé hlavy.* [cit. 2008-4-01]. Dostupné z URL: [http://www.grundo-technik.pl/pokaz.php?id\\_k=1](http://www.grundo-technik.pl/pokaz.php?id_k=1)

## 6. Seznam použitých zkratek a symbolů

$D_P$	Průměr pilotního vrtu	[m]
$D_R$	Max. průměr rozšíření	[m]
$D_{\min}$	Min. vrtaný průměr	[m]
$F_T$	Max. tažná síla	[N]
$F_{TL}$	Max. tlačná síla	[N]
$L_{\max}$	Max. délka vrtu	[m]
$M_k$	Max. kroutící moment	[Nm]
$P$	Výkon motoru	[W]
$i_u$	Počet úderů	[ $\text{min}^{-1}$ ]
$l_t$	Délka ocelové trubky (tyče)	[m]
$m$	Hmotnost	[kg]
$n$	Max. otáčky motoru	[ $\text{s}^{-1}$ ]
$v_{\max}$	Max. vrtací rychlost	[ $\text{s}^{-1}$ ]