

---

---

Rapport SGC 021

**NY LÄGGNINGSTEKNIK  
FÖR PE-LEDNINGAR**

**Förstudie**

Ove Ribberström

Ove Ribberström Projektering AB

Juni 1992



---

---

Rapport SGC 021  
ISSN 1102-7371  
ISRN SGC-R--21--SE

Rapport SGC 021

**NY LÄGGNINGSTEKNIK  
FÖR PE-LEDNINGAR**

**Förstudie**

Ove Ribberström

Ove Ribberström Projektering AB

Juni 1992

## **Ny läggningsteknik för PE-ledningar Förstudie**

### **Projekt SGC 90.25**

Lerum i juni 1992  
Ove Ribberström



## SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns i slutet på denna rapport.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall Naturgas AB, Sydgas AB, Vattenfall AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB och M.E.Malmö Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Thunell

# Innehållsförteckning

1	Sammanfattning/Summary .....	3
1.1	Sammanfattning .....	3
1.2	Summary .....	4
2	Inledning .....	5
2.1	Bakgrund och målsättning .....	5
2.2	Projektets genomförande och presentation .....	5
3	Slutledning och rekommendationer .....	6
4	Metoder .....	7
4.1	Metodval .....	7
4.2	Översikt och tabeller .....	7
5	Rörtryckning .....	12
5.1	Rörtryckning med öppen front .....	12
5.1.1	Bakgrund .....	12
5.1.2	Tillvägagångssätt .....	12
5.1.3	Geoteknik .....	12
5.1.4	Rör .....	12
5.2	Rörtryckning i lös lera .....	13
5.2.1	Bakgrund .....	13
5.2.2	Tillvägagångssätt .....	13
5.2.3	Geoteknik .....	13
5.2.4	Rör .....	13
5.3	Mikrotunnlar .....	14
5.3.1	Bakgrund .....	14
5.3.2	Tillvägagångssätt vid "skruvtyp" .....	14
5.3.3	Tillvägagångssätt vid "slamtyp" .....	15
5.3.4	Geoteknik .....	16
5.3.5	Rör .....	16
6	Borrning .....	17
6.1	Skruvborrning .....	17
6.1.1	Bakgrund .....	17
6.1.2	Tillvägagångssätt .....	17
6.1.3	Geoteknik .....	18
6.1.4	Rör .....	18
6.2	Hammarborrning .....	19
6.2.1	Bakgrund .....	19
6.2.2	Tillvägagångssätt .....	19
6.2.3	Geoteknik .....	19
6.2.4	Rör .....	19
6.3	Styrd borrning .....	20
6.3.1	Bakgrund .....	20
6.3.2	Tillvägagångssätt .....	20
6.3.3	Geoteknik .....	21
6.3.4	Rör .....	21
6.3.5	Styrd borrning - "större" .....	21
6.3.6	Styrd borrning - "mindre" .....	21

<b>7 Slagning</b> .....	<b>22</b>
<b>7.1 Jordraket</b> .....	<b>22</b>
7.1.1 Bakgrund .....	22
7.1.2 Tillvägagångssätt .....	22
7.1.3 Geoteknik .....	23
7.1.4 Rör.....	23
<b>7.2 Ramning</b> .....	<b>24</b>
7.2.1 Bakgrund .....	24
7.2.2 Tillvägagångssätt .....	24
7.2.3 Geoteknik .....	24
7.2.4 Rör.....	24
<b>8 Infodring</b> .....	<b>25</b>
<b>8.1 Indragning av PE-rör</b> .....	<b>25</b>
8.1.1 Sliplining .....	25
8.1.2 Swagelining .....	25
8.1.3 Spräckning .....	25
<b>9 Grävning</b> .....	<b>26</b>
9.1 Rörplöjning .....	26
9.2 Kedjegrävning .....	26

# 1 Sammanfattning/Summary

## 1.1 Sammanfattning

Denna rapport behandlar de icke-konventionella metoder för rörläggning utan öppen schaktgrav som kan komma till användning vid utförande av skyddsror för gasledningar av polyeten.

Metoderna som beskrivs är uppdelade i följande grupper:

- Kapitel 5: Metoder baserade på rörtryckning
- Kapitel 6: Metoder baserade på borming
- Kapitel 7: Metoder baserade på slagning

I tillägg redovisas kortfattat några metoder för infodring av befintliga ledningar. Två metoder baserade på grävning och läggning av gasledningar med små dimensioner omnämns också.

Rapporten innehåller även rekommendationen att låta denna förstudie följas av en studie med koncentration på följande områden:

1. Insamling från användare av deras erfarenheter av de olika metoderna.
2. Fördjupat studium av "Mikrotunnlar av slamtyp" och "Styrd borming".
3. En jämförande studie av infodringsmetoder.

## 1.2 Summary

### **Preliminary Study into New Methods for Laying P.E. pipes Project SGC 90.25**

This report summarises those trenchless pipelaying methods that are suitable for the installation of gas mains, using polyethylene pipes.

The methods are classified and described according to the following categories:

- |            |                               |
|------------|-------------------------------|
| Section 5: | Methods based on pipejacking  |
| Section 6: | Methods based on drilling     |
| Section 7: | Methods based on pipe ramming |

Additionally, PE sliplining is described as a method for conversion of pipelines constructed by one of the above methods, or existing pipes into gas mains. Two trenching methods for small diameter pipes are also briefly outlined.

A recommendation is made for further study, concentrating on the following areas:

1. Data collection and experience analysis from existing users, both domestic and foreign.
2. Detailed assessment of the two most promising methods, microtunnelling and directional drilling, with special reference to use as gas mains.
3. A comparative study of current sliplining techniques.



## 2 Inledning

### 2.1 Bakgrund och målsättning

Vid projektering och utförande av gasdistributionsnätet är det behövt att känna till de speciella metoder för rörläggning som finns tillgängliga där förutsättningarna är sådana att konventionell läggning inte är möjlig, eller där konventionell läggning är för kostsam eller ger ett tekniskt sämre resultat. Detta behov ligger bakom tillblivelsen av denna förstudie.

Målsättningen med förstudien har varit att göra en inventering av icke-konventionella lägningsmetoder och att med denna inventering som grund föreslå ett handlingsprogram för vidare arbete inom programområdet.

### 2.2 Projektets genomförande och presentation

Vid inventeringen har medtagits metoder med vilka man kan installera gasrör eller skyddsror för gasrör.

Många av de metoder som förekommer är varianter av en och samma grundmetod. Somliga metoder är kombinationer av flera. Andra utvecklas och ändrar karaktär. En del av projektarbetet har därför bestått i att skapa en översikt över de olika metoderna. En uppdelning har gjorts genom att sammanföra grupper av metoder med väsentligen samma karaktär. Uppdelningen framgår av översikten i stycke 4.2.

Metoderna som presenteras i översikten beskrivs därefter dels i ett tabellverk, dels i löpande text. För metoderna 8 och 9 har dock endast en kortare beskrivning lämnats. En strävan har varit att erhålla överskådlighet och att kunna jämföra olika metoder inbördes. Därför har den löpande texten begränsats till ungefär en textsida för varje metod. Det bör påpekas att texten och tabelluppgifterna kompletterar varandra.

Rör med större diameter än 1,0 meter har här inte bedömts intressanta. För redovisade metoder har därför en största diameter av 1,0 meter angetts, även om man med metoden kan utföra större. Metoder som används först vid dessa större dimensioner har inte alls redovisats. Till den kategorin hör t ex elementbyggda tunnlar.

Längst till höger i varje tabell har en kostnadsfaktor angetts. Den är avsedd att användas enbart som ett mycket grovt hjälpmedel vid kostnadsjämförelser.

### 3 Slutledning och rekommendationer

Alla här presenterade metoder används för utförande av skyddsror för PE-ledningar under mark.

I Sverige finns ett antal referensobjekt visande samtliga metoder utom "Mikrotunnlar av slamtyp". Utomlands finns referensobjekt i betydligt större omfattning. På olika håll i världen finns således erfarenheter från användandet av dessa metoder vid utbyggnad av gasledningsnät.

Två metoder är speciellt viktiga att uppmärksamma, nämligen "Mikrotunnlar av slamtyp" och "Styrd borming". Den förra är intressant därför att den erbjuder möjlighet till installation av rörledningar under geotekniskt besvärliga förhållanden, t ex i friktionsjord under grundvattenytan. Långa ledningar kan utföras med mycket god lägesprecision. Metoden genomgår för närvarande en stark utveckling mot kraftigare och mindre utrymmeskrävande maskiner. Tekniken förväntas inom kort bli introducerad i Sverige.

"Styrd borming" bör uppmärksammas som en för utbyggnad av gasledningar gynnsam metod. I synnerhet är den mindre typen av utrustning intressant. Erfarenheterna från arbeten med denna teknik i Sverige begränsar sig till ett antal objekt utförda under de senaste 3-4 åren. Även denna metod är inne i ett utvecklingskede.

För de byggherrar som disponerar ett gammalt outnyttjat rörledningsnät är självfallet även de infodringsmetoder som utvecklats under senare år intressanta.

Med hänvisning till ovanstående föreslås att denna förstudie följs av en studie inom samma programområde med följande handlingsprogram.

1. Insamling från användare i Sverige och utomlands av deras erfarenheter av de olika metoderna.
2. Ett djupare studium av "Mikrotunnlar av slamtyp" och "Styrd borming" med målsättning dels att lära känna metodernas kapacitet idag, dels att till dem som vidareutvecklar metoderna framföra de behov man som byggare av gasnät har.
3. En jämförande studie av de infodringsmetoder som finns.

# 4 Metoder

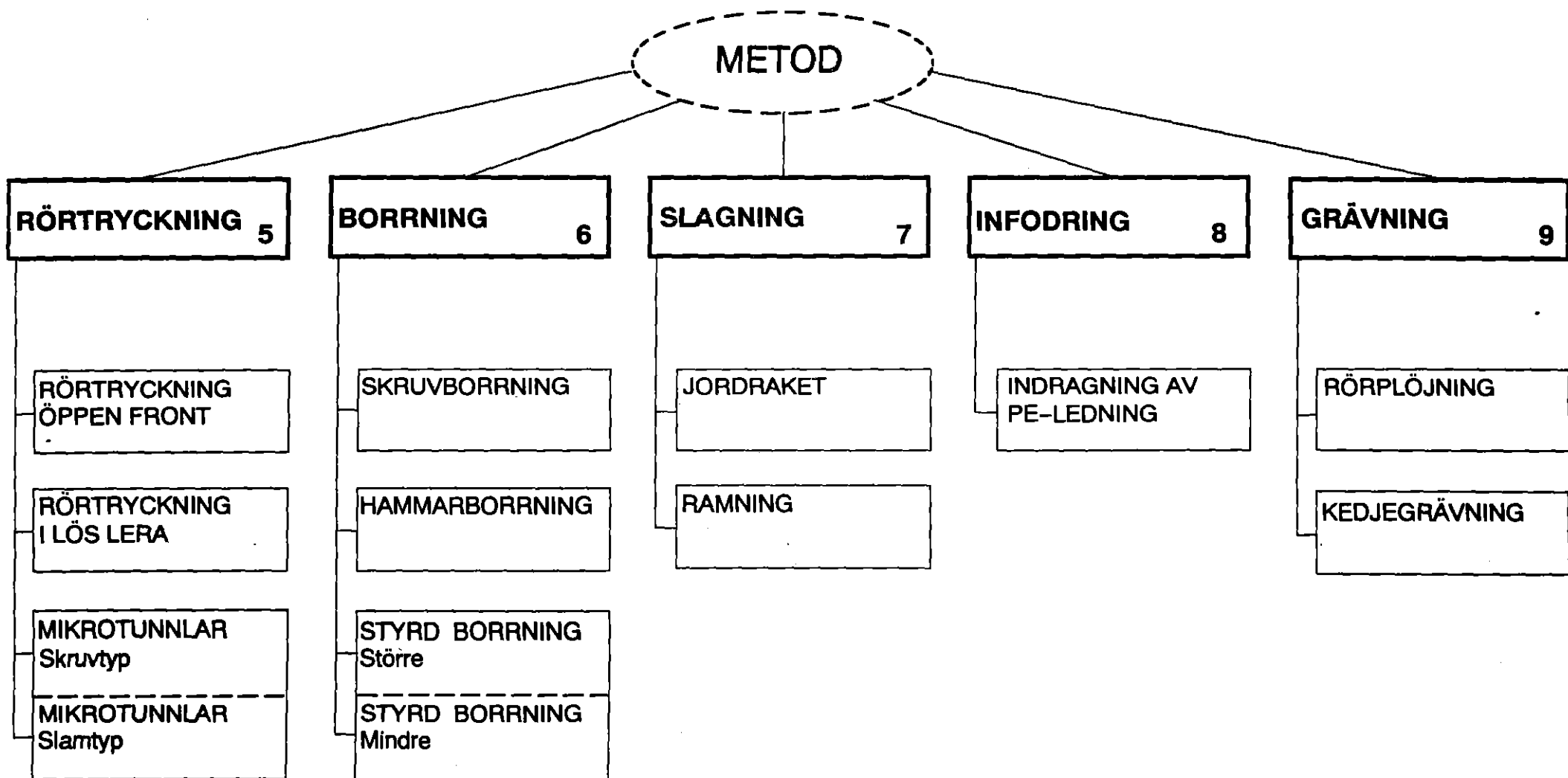
## 4.1 Metodval

Val av metod bestäms av det ledningsbehov man har och av de yttre förutsättningarna.

Det är därvid viktigt att känna de olika metodernas möjligheter och begränsningar. Lika viktigt är det att göra klart för sig de geotekniska förutsättningarna. Grundundersökningen planeras och utförs med hänsyn till vilken eller vilka metoder som är möjliga i det aktuella fallet. För de enklaste metoderna, t ex jordrakat, räcker det med en enklare undersökning. För de avancerade metoderna krävs mer.

## 4.2 Översikt och tabeller

Se följande fyra sidor.



RÖRTRYCKNING 5	Diameter	Längd	Jordarter	Grundvatten- tryck	Styrning	Tryckstation	Rörmaterial	Användning	Kostn.- faktor
RÖRTRYCKNING ÖPPEN FRONT 5.1	900-1000 mm	100-200 m Mellantryck- station kan monteras	De flesta utom berg	Tål inte grund- vattentryck  (utom i lera)	Styrning av enkel natur.  Toleranser +- 50 mm	Brunn med diameter 3,0-4,0 m	Betong	Skyddsror	1,0  (Φ 1000)
RÖRTRYCKNING I LÖS LERA 5.2	400-1000 mm	100-150 m Mellantryck- station kan monteras	Lera med $T_{max}$ ca 30 kPa	Grundvatten- tryck i homogen lera medför inte problem.	Fjärrstyrning.  Toleranser +- 20 mm	Brunn med diameter 2,0-4,0 m	Betong	Skyddsror	0,4  (Φ 800)
MIKROTUNNEL Skruvtyp 5.3	250-450 mm	80-100 m	De flesta utom berg  Klarar sten < d/3	Tål begränsat grundvatten- tryck: < 4 mvp	Fjärrstyrning.  Toleranser +- 10 mm	Brunn med diameter 2,5-3,0 m	Betong Lergods Stål	Skyddsror	0,5  (Φ 350)
MIKROTUNNEL Slamtyp 5.3	250-1000 mm	80-300 m Mellantryck- station kan monteras	Alla.  Dock inte långa sträckor i berg	Tål upp till 50 mvp	Fjärrstyrning.  Toleranser +- 10 mm	Brunn med diameter 3,0 m  (för äldre ma- skiner 5,0 m)	Betong Lergods Stål	Skyddsror	0,8  (Φ 700)

BORRNING 6	Diameter	Längd	Jordarter	Grundvatten- tryck	Styrning	Tryckstation	Rörmaterial	Användning	Kostn.- faktor
SKRUV- BORRNING 6.1	250-1000 mm	50-80 m	Lösa friktions- jordar och fast lera.  Klarar sten < d/3	Tål inte grund- vattentryck (utom i lera)	Ingen styrning.  Riktas i start- gropen.	Grop ca 8m x 3m	Stål	Skyddsror	0,5 (Φ 450)
HAMMAR- BORRNING 6.2	140-500 mm (med foderrör)	40-80 m	Alla jordarter inklusive block och berg  (inte lämplig i lös lera).	Tål begränsat grundvatten- tryck.	Ingen styrning.  Riktas i start- gropen.	Grop ca 7m x 3m	Stål	Skyddsror	0,3 (Φ 300)
STYRD BORRNING Större 6.3	200-1000 mm	300-1500 m	Alla lösa jord- arter.  Med tilläggs- utrustning även i fastare.	Tål upp till 50.mvp.	Styrning med hjälp av gyro.	Grop behövs inte. Start från mark- ytan.	Stål Plast (PE)	Skyddsror  Gasror	3,0 (Φ 800)
STYRD BORRNING Mindre 6.3	50-350 mm	20-300 m	Alla lösa jord- arter	Tål upp till 10.mvp.	Styrning med hjälp av radio- signaler, eller magnetfält.  Toleranser beror av djupet.	Grop behövs inte. Start från mark- ytan.	Stål Plast (PE)	Skyddsror  Gasror	0,3 (Φ 200)

SLAGNING 7	Diameter	Längd	Jordarter	Grundvatten- tryck	Styrning	Tryckstation	Rörmaterial	Användning	Kostn.- faktor
JORDRAKET 7.1	32-145 mm	20-30 m	Lösa friktions- jordar och fast lera.	Tål inte grund- vattentryck.	Ingen styrning	Liten grop	Plast (PE)  Stål	Skyddsrör  Gasrör	0,1  (Φ 100)
RAMNING 7.2	100-1000 mm	20-80 m	Alla utom block- rik morän och berg.	Tål upp till 10 mvp	Ingen styrning  Riktas i start- gropen	Grop ca 9m x 3m	Stål	Skyddsrör	0,5  (Φ 600)

# 5 Rörtryckning

## 5.1 Rörtryckning med öppen front

### 5.1.1 Bakgrund

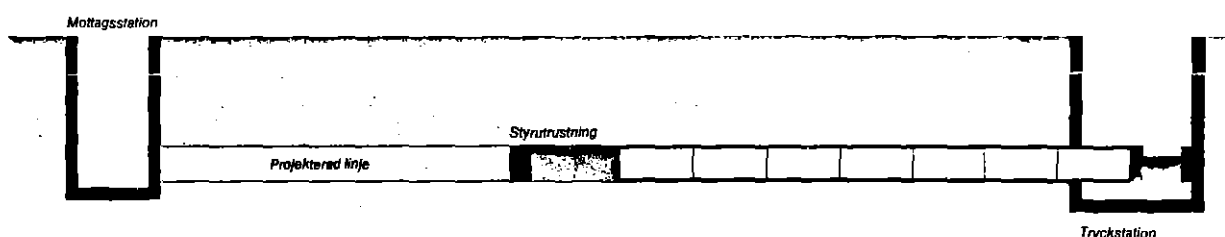
Metoden kan sägas representera det ursprungliga sättet att utföra rörtryckning. Den förutsätter att jorden är så fast att rörfronten kan stå öppen och att rördiametern är stor nog att tillåta personal att arbeta vid rörfronten.

Vid sidan av denna metod, som fortfarande används i stor utsträckning, har mer sofistikerade metoder utvecklats för att möta speciella behov.

### 5.1.2 Tillvägagångssätt

En rörsträng trycks från en tryckstation till en mottagsstation. Vid rörfronten finns ett styrrör. Som styrhjälpmedel används teodolit eller laser. Personal i styrröret bearbetar och lösgör, oftast med speciella schaktmaskiner, jordmassorna i styrrörsfronten under samtidig framtryckning av rörsträngen. Jordmassorna transporteras bakåt genom ledningen och lyfts i tryckstationen upp till markytan.

Framtryckningen av rören görs med hydrauliska domkrafter, vanligen två. Tryckkraften fördelas med tryckfördelningsring över rörets hela ändyta. Reaktionskrafterna, som ökar med trycklängden, tas upp av tryckstationens bakvägg som i normalfallet överför den till bakomliggande jord.



För att minska mantelfriktionen utmed rörens utsida kan smörjmedel, vanligen bentonit och vatten, injiceras genom styrrörsväggarna och om nödvändigt också genom rörväggarna. För detta ändamål har rören vid tillverkningen försetts med smörjnipllar.

För att inte belasta rör och tryckstationsvägg med för stora krafter, kan också en mellantryckstation monteras mellan två rör på lämpligt ställe i rörsträngen. Den kan expanderas i rörets längdriktning och trycker därvid framföriggande del av rörsträngen några decimeter framåt. Därefter trycker huvudtryckstationens domkrafter ihop mellantryckstationen igen och det hela upprepas. På en och samma trycksträcka kan mycket väl fler än en mellantryckstation monteras. Man skall dock vara medveten om att mellantryckstationerna medför en nedsättning av framdrivningshastigheten.

### 5.1.3 Geoteknik

Metoden kan användas i de flesta jordar som är fasta nog att tillåta en öppen styrrörsfront.

Tilläggsutrustning kan också monteras in för att klara t ex sten och block.

Den öppna fronten medför att metoden inte tål grundvattentryck, såvida inte jorden är homogen lera, som endast mycket långsamt släpper igenom vatten.

### 5.1.4 Rör

De rör som används är till allra största delen betongrör, men även rör av stål används.



## 5.2 Rörtryckning i lös lera

### 5.2.1 Bakgrund

Stora delar av Göteborg vilar på mycket lös lera. Ledningsbyggande i öppet schakt kräver normalt, redan på några få meters djup, att rörgraven avstyvas med stålspont. Sponten måste dessutom som regel slås betydligt djupare än ledningsnivån, för att förhindra bottenuppträckning. Förfaringssättet är dyrt och leder nästan regelmässigt till sättningsskador, vilka börjar uppträda redan då man drar sponten.

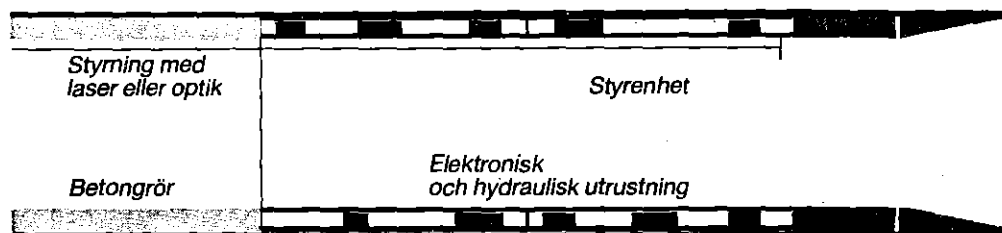
Det är därför naturligt att det var i Göteborg som en rörtryckningsteknik, anpassad till lös lera, kom att utvecklas. Denna utveckling startade på sextiotalet.

I lös lera, där spont skulle behöva användas vid ett utförande med öppet schakt, är rörtryckning tekniskt och ekonomiskt överlägsen. Metoden tillämpas därför även i jungfrulig terräng där hinder i form av vägar, järnvägar m m saknas.

### 5.2.2 Tillvägagångssätt

Tryckningen görs från en tryckstation till en mottagsstation. Bäst är om dessa stationer kan utföras som sänkbrunnar av betong. God samverkan erhålls då mellan ledning och brunn. Speciella åtgärder måste vidtas för att inte lera okontrollerat skall kunna tränga in i brunnarna i samband med håltagning för ledningen.

Längst fram på rörsträngen finns ett styrrör. En av dess uppgifter är att styra ledningen i rätt riktning. Därvid skall kontinuerlig lägesbestämning och fjärrstyrning av rörfronten kunna upprätthållas under hela framtryckningen. Som rikthjälpmiddel används optiska instrument eller laser.



Avvikelsema från projekterad linje är små, och håller sig normalt inom någon centimeter.

En annan av styrrörets uppgifter är att släppa in rätt mängd lera, varvid gäller att en cylinder lera skall ersättas med en lika stor cylinder rör, utan att omgivande jord störs.

För att ge möjlighet till minskad mantelfriktion, är utrustningen normalt försedd med anordning för vattenspolning av rörens utsida. Totala tryckkraften kan också reduceras genom montering av en mellantrycksstation mellan två rör. Mellantrycksstationen svarar då för framtryckning av framförliggande rörsträng.

### 5.2.3 Geoteknik

Metoden används i mycket lösa, lösa och halvfasta leror. Värdefulla uppgifter om lerans kvalitet är dess skjuvhållfasthet och sensitivitet.

### 5.2.4 Rör

Det vanligaste rörmaterialet är betong, men även rör av glasfiberarmerad plast och stål används. Mycket viktigt är att rören är anpassade för tryckning och att rörfogarna utförs täta.

Rören kan användas som skyddsror för gasledningar.

## 5.3 Mikrotunnlar

### 5.3.1 Bakgrund

Framför allt i världens stora tätbefolkade städer har framvuxit ett behov av att kunna bygga ledningar, kulvertar och tunnlar utan öppet schakt och att kunna göra detta oavsett jordmaterial och oavsett om den blivande ledningen ligger över eller under grundvattenytan.

Idag är det tyska, engelska och japanska maskintillverkare som svarar för merparten av de utrustningar som tillverkas. Utvecklingen går fort och syftar bl.a. till starkare och mindre utrymmeskrävande maskiner.

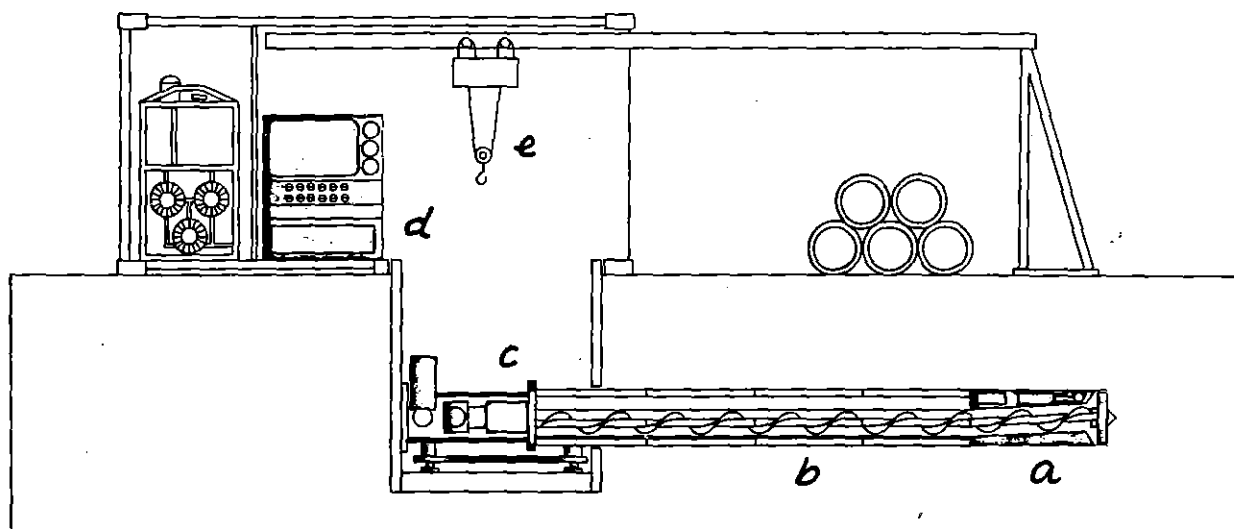
Med mikrotunnlar avses här ledningar vars invändiga diameter ligger mellan en kvarts och en meter och som byggs med de metoder som redovisas nedan.

Redovisningen särskiljer två typer, som i vissa avseenden väsentligt skiljer sig från varandra, nämligen "skruvtyp" och "slamtyp".

### 5.3.2 Tillvägagångsätt vid "skruvtyp"

Utrustningen består av

- mikrotunnelmaskin, som är placerad längst fram på rörsträngen
- matarskruv, för transport av jorden bakåt genom ledningen
- tryckanordning, för framtryckning av rören
- styrutrustning
- lyftutrustning.



Mikrotunnelmaskinen är en utvändigt cirkulär cylindrisk kropp, med en diameter obetydligt större än det rör som skall installeras. För bearbetning av jorden finns i maskinens främre ända ett skärhuvud som roteras och trycks framåt. Rotationskraften förmedlas av matarskruv från en motor i tryckstationen och framtryckningskraften kommer från rörsträngen.

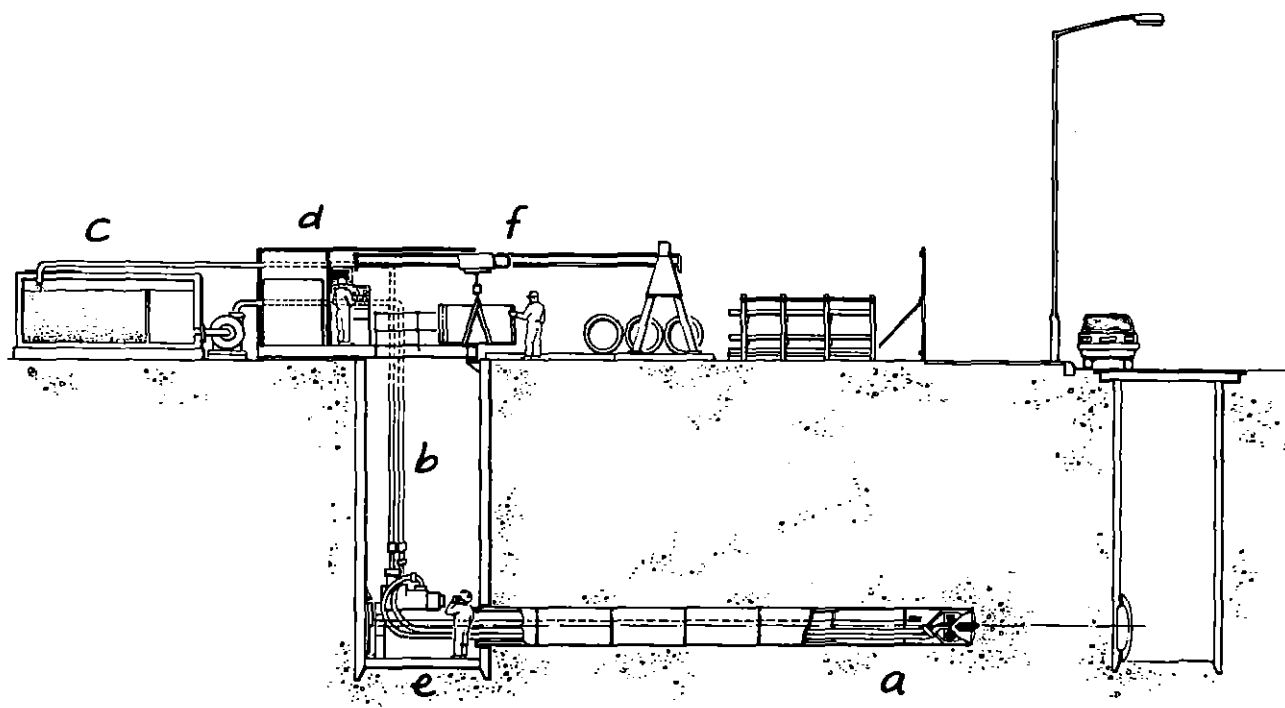
Matarskruv för jordmassorna, i mer eller mindre fast form, till tryckstationen där de lyfts upp.

Som styrhjälpmedel används laser. Till styrutrustningen hör också en kontrollpanel på markytan. Föraren får där information bl.a. om tunneldmaskinens läge och riktning. Ofta är kontrollpanelen inbyggd i en container. Metoden ger möjlighet att mycket väl följa det projekterade ledningsläget.

### 5.3.3 Tillvägagångssätt vid "slamtyp"

Utrustningen består här av

- |    |                                                                      |    |                  |
|----|----------------------------------------------------------------------|----|------------------|
| a. | mikrotunneldmaskin                                                   | d. | styrutrustning   |
| b. | pumpanläggning för transport av "slurry" till separationsanläggning. | e. | tryckutrustning. |
| c. | separationsanläggning                                                | f. | lyftanordning    |



Mikrotunneldmaskinen är framtill försedd med en kammare fylld med slam, bestående av vatten och bentonit. Detta slam ges ett tryck motsvarande det utvändiga grundvattentrycket. Trycket upprätthålls under framtryckningen.

Skärhuvudet längst fram sönderdelar jorden som förs in i kammaren, blandas med slammet till en "slurry" och pumpas till en anordning på markytan som separerar jorden från slammet. Därefter återpumpas slammet till tunneldmaskinen. Den enklaste formen av separationsanläggning är en sedimenteringstank.

Tryckanordning och styrutrustning är i huvudsak samma som vid skruvtyp och ger god möjlighet att väl följa det projekterade ledningsläget.

### 5.3.4 Geoteknik

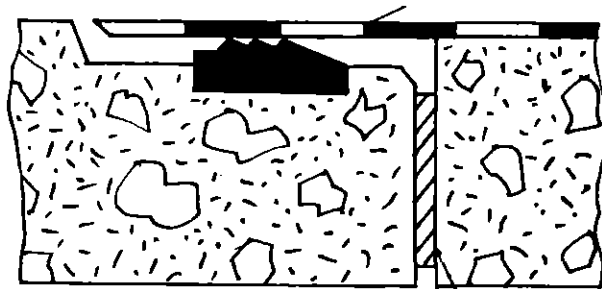
Mikrotunnelmetoden är tillämpbar i de flesta jordarter. Den är rätt metod för tryckning av långa ledningar i jord som måste bearbetas i rörfronten, dvs i all jord utom lös lera.

Den utrustning som tillhör metoden är relativt dyr och varje etablering är kostnadskrävande. På korta sträckor kan därför metoden inte konkurrera med t.ex. borrhings- och slagningsmetoderna och i lös lera är metoden "rörtryckning i lös lera" betydligt billigare.

Slamtypen klarar betydligt större rördimensioner och längder än vad skruvtypen gör, och under det att skruvtypen tål enbart ett begränsat grundvattenstryck, är slamtypen tvärtom konstruerad för att kunna arbeta djupt under grundvattenytan.

Olika utformning av, och tillsatser till, skärhuvudet gör det möjligt att klara fast lagrad jord och, vid slamtypen, till och med sten och block.

### 5.3.5 Rör



De rör som används vid tryckning med mikrotunnelmaskin är specialtillverkade för ändamålet. För att kunna överföra de stora tryckkrafterna är de utformade så att merparten av ändytan utnyttjas för kraftöverföringen.

Det vanligaste rörmaterialet är betong, men även lergods och stål förekommer. Rören skall ha täta fogar.

## 6 Borrning

### 6.1 Skruvborrning

#### 6.1.1 Bakgrund

Skruvborrning är den äldsta av metoderna då det gäller att bygga ledningar utan öppet schakt. Metoden utvecklades under femtiotalet i USA och vid de första försöken användes utrustning som härstammade från pålborrning. Det horisontella läget innebar att man tvingades utnyttja ett skyddsror av stål, vilket medförde att längden som kunde borras var beroende av den längd som foderröret kunde tryckas.

Eftersom också grundvattnet kunde orsaka problem, begränsades användandet av denna metod huvudsakligen till korta korsningar under väg- och järnvägsbankar.

Under sextiotalet, då större dimensioner prövades, försökte man också, utan större framgång, förbättra utrustningen med ett primitivt styrsystem bestående av ett enkelt styrrör som påverkades med invändiga längsgående stänger.

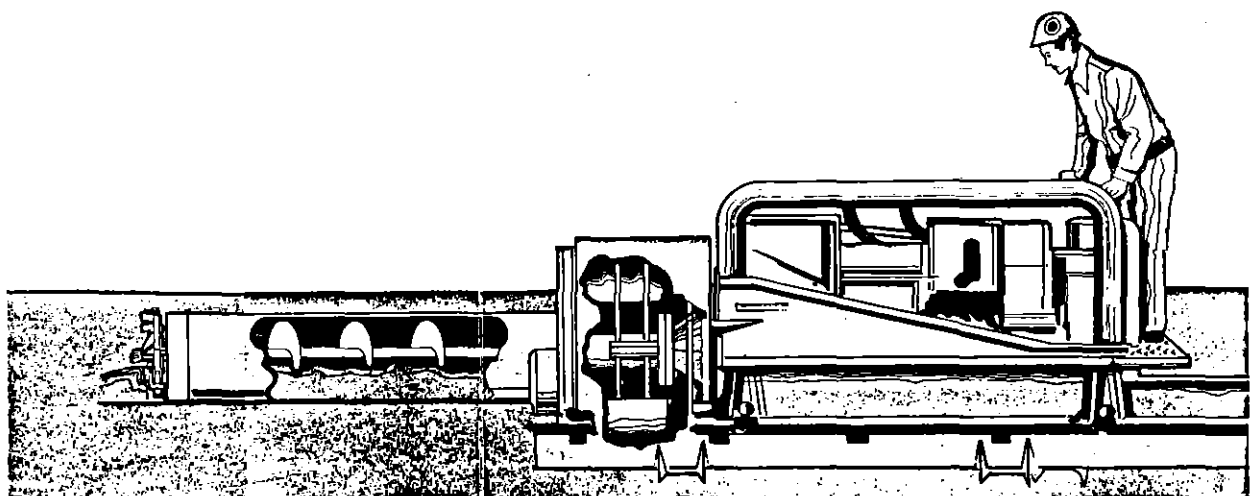
#### 6.1.2 Tillvägagångssätt

Metoden går ut på att ett stålrör trycks in i jorden samtidigt som jorden vid rörfronten loss görs av en borrkrona fästad längst fram på en transportskruv. Skruven transporterar därvid jorden bakåt genom röret. Rotation av både borrkrona och skruv, åstadkommes med en hydraulmotor som driver skruvstångens bakre ända.

Skruvborrmaskinen, som normalt är dieseldriven, monteras i en grop. För att kunna ta upp vrid- och tryckkrafter förankras maskinen i gropens botten och bakvägg.

Röret ges rätt ingångsriktning genom att maskinens tryckram placeras i rätt riktning. Möjlighet att styra rörfronten finns inte, varför man måste acceptera viss avvikelse från projekterad linje.

Allteftersom skyddsroret trycks in, svetsas nya längder av stålrör på tills ledningen är färdig.



### **6.1.3 Geoteknik**

Metoden fungerar bäst i löst lagrad friktionsjord utan grundvatten och i fast lera. Mindre stenar kan passera borrhöret och transporteras bakåt, men större stenar och block begränsar framkomligheten. Skall större hinder röjas, t.ex. sten sprängas, måste skruven som fyller hela röret först demonteras och efter hinderröjningen åter monteras.

### **6.1.4 Rör**

De rör som installeras med skruvboring är av stål. Stålröret kan fungera som skyddsror för gasrör.

## 6.2 Hammarborrning

### 6.2.1 Bakgrund

Hammarborrning är ursprungligen en metod för borrning av hål i berg och används fortfarande som sådan.

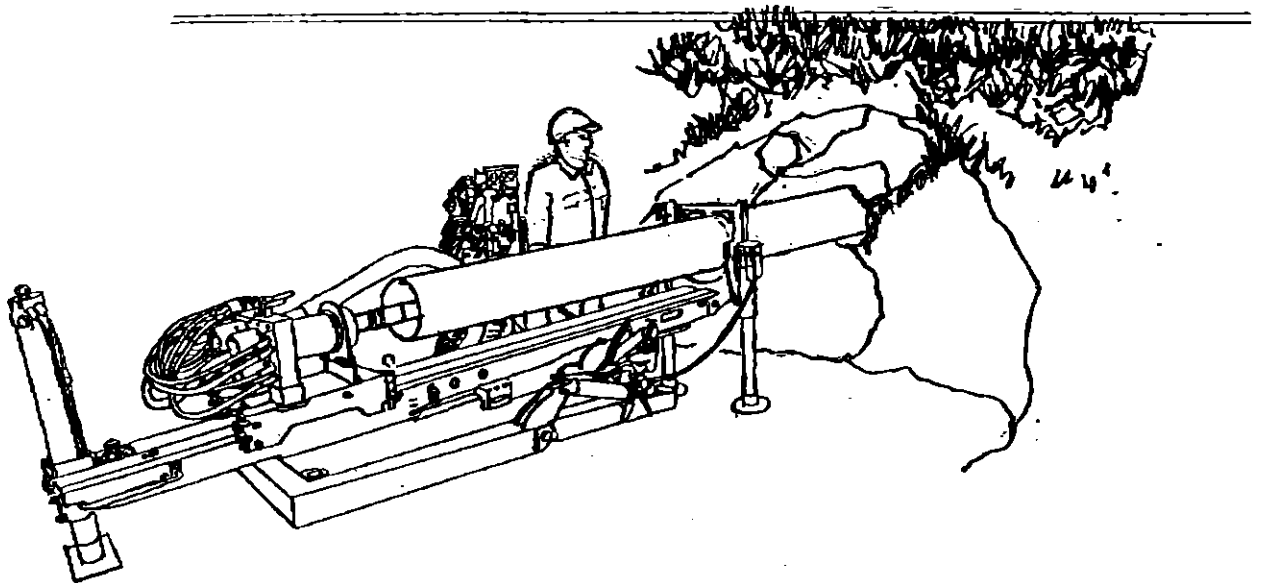
Utrustning och arbetsteknik har anpassats för att ge möjlighet att installera rör även i steniga och blockiga jordar – rör som kan användas t.ex. som skyddsror för gasledninga.

### 6.2.2 Tillvägagångssätt

Den utrustning som används är en maskin för topp- eller sänkhammarborrning. Maskinen placeras i en startgrop.

I berg görs normalt ingen infodring av borrhålet. I jord görs infodring med stålrör som drages in med hjälp av borrarutrustningen. Rören installeras i dellängder om vanligtvis cirka tre meter. Dellängderna svetsas ihop.

Borrstängan och foderröret ges i startgropen en korrekt riktning. Olika anordningar finns för att under borrningen minimera avvikelser från den teoretiska linjen, t.ex. styrningar på borrstängerna. Vid homogena mark- eller bergförhållanden är avvikelserna normalt mindre än 1,5% av hållängden. Vid inhomogen jord och vid t.ex. sprickor i berg, ökar risken för större avvikelser. Vid borrning av grövre hål i berg borras ofta först ett pilohål, som sedan ryms upp i ett eller flera steg.



### 6.2.3 Geoteknik

Metoden är användbar i alla jordmaterial utom lös lera och är en lämplig metod i blockrik morän. Grundvattenstrycket får dock inte vara för stort.

### 6.2.4 Rör

Vid hammarborrning installeras stålrör. Rörets dimension begränsas av borrkronans storlek. Idag finns i Sverige utrustning som kan installera rör med en diameter upp till 500 mm.

## 6.3 Styrd borrhning

### 6.3.1 Bakgrund

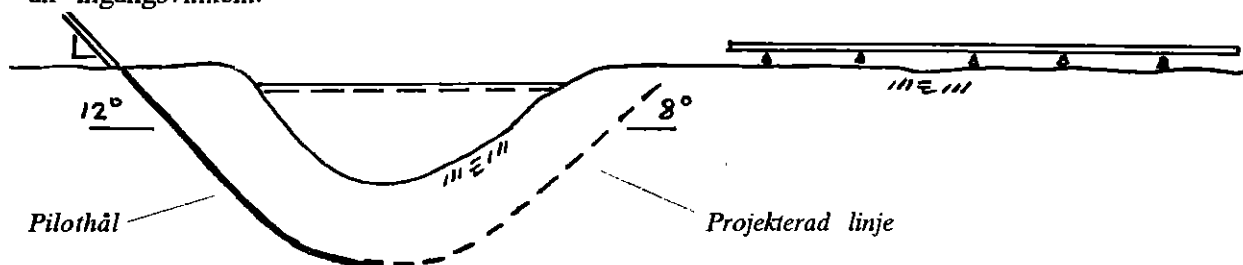
Denna metod har, med början under sjuttioalet, utvecklats ur behovet att med ledningar korsa älvar.

Jämförd med konventionella metoder erbjuder styrd borrhning många fördelar – inga muddrings- eller andra undervattensarbeten, inga besvärliga schakter vid älvstränderna, inget beroende av båttrafiken, för att nu nämna några.

På senare år har alltfler utrustningar framtagits för mindre objekt. Det kan t.ex. gälla ledningskorsning med väg eller järnväg. I vissa avseenden skiljer sig de riktigt stora utrustningarna från de alltmer förekommande mindre. Det finns därför visst fog för att göra en uppdelning i "större" och "mindre" utrustningar. Först följer dock en redogörelse för tillvägagångssätt m m.

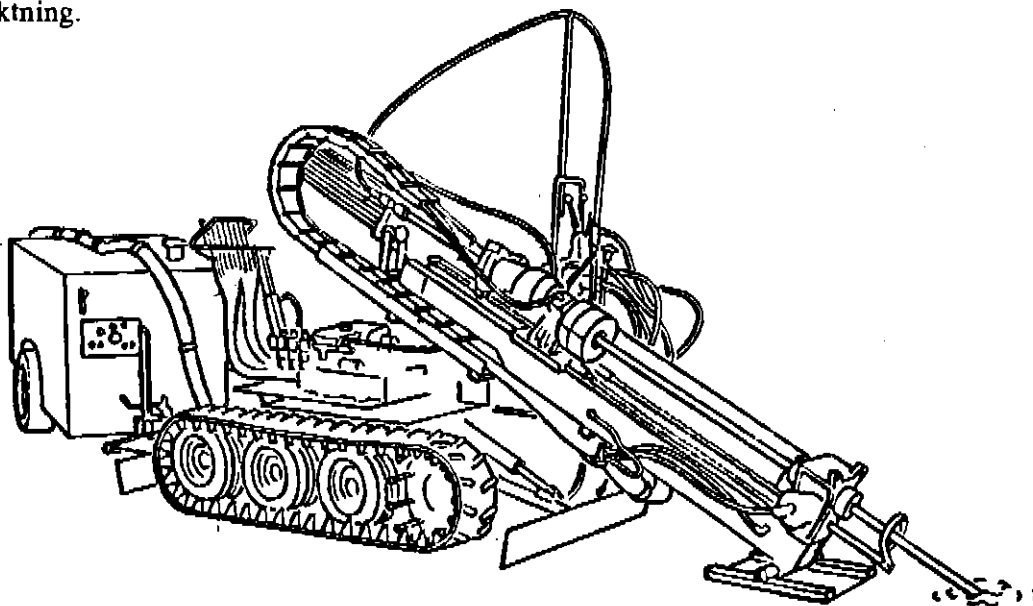
### 6.3.2 Tillvägagångssätt

Ett hinder skall korsas. Ett svagt krökt pilothål, några tum i diameter, borrar från ena sidan av hindret till den andra. Ingångsvinkeln är vanligtvis 10–15 grader mot horisontalplanet. Hålet borrar längs en på förhand projekterad linje och har på mottagssidan en utgångsvinkel som normalt är mindre än ingångsvinkeln.



Pilothålet borrar av en specialbyggd borrhigg som trycker borrhstången genom jorden. Bentonitslam, som pumpas genom borrhstången, spolrar bormassorna bakåt utmed stången till en uppsamlingsgrop vid ingångshålet.

Borrhuvudet är excentriskt utformat. Genom att vrida det till önskat läge, kan rätt borrhållning erhållas. Det måste därför vara försett med en utrustning som informerar om dess läge (x, y, z) och riktning.



Det rör – kalla det mediaröret – som skall installeras och som normalt har större diameter än pilothålet, är på mottagssidan förberett och utlagt i hela sin längd. Borrhuvudet demonteras och mellan den nu fria borrhstångsändan och mediarörets ända inkopplas en "rymmare". Under samtidig upprymning av hålet drar därefter borrhiggen hem borrhstången och efterföljande mediarör.



Bentonitslammet runt röret fungerar som smörjmedel. Detta sista arbetsmoment, indragningen av mediäröret i jorden, görs utan avbrott och är, även för stora längder, en fråga om timmar.

Har mediäröret stor dimension, kan upprymningen behöva göras i flera steg med allt större rymmare.

### 6.3.3 Geoteknik

De jordar, i vilka metoden kan användas, är i första hand kohesionsjordar och löst lagrade friktionsjordar. Med tilläggsutrustning kan även fastare lagrad jord.

### 6.3.4 Rör

De rör som kommer till användning är helt naturligt sådana som kan ta upp dragkrafter: PE- och stålrör.

Med denna metod kan man installera skyddsror för gasrör.

Man kan också, vid gynnsamma geotekniska förutsättningar t ex i lös lera, installera gasröret utan skyddsror. Utanpå rörets ordinarie ytbehandling för korrosionsskydd lindas då en protektobinda som ett skydd mot mekanisk åverkan.

### 6.3.5 Styrd borrhning - "större"

Till denna kategori räknas de mycket stora maskiner som blir ekonomiska att använda först vid större dimensioner och framför allt vid stora längder, 500-1500 meter. Sådana maskiner är inte hemmahörande i Skandinavien idag.

Bentonitslammet som pumpas genom pilotstången driver en motor, som är placerad intill borrhuvudet och som kan bringa det att rotera. Pilotstången roterar således inte.

För bestämning av borrhuvudets position används ofta gyro.

### 6.3.6 Styrd borrhning - "mindre"

Denna relativt enkla och lättflyttade utrustning, kommer med säkerhet att få ökad betydelse i samband med utbyggnad av gasrörnsätet. Även små servisledningarna är i många fall lönsamma att utföra med denna metod.

I många fall har metoden ersatt konventionell schaktning och läggning av rör med mindre dimensioner längs en gata, utan att några egentliga hinder har funnits. Vinsten ligger i att man gör minimal åverkan på gatubeläggningen och dessutom stör trafiken väldigt lite.

Vid dessa mindre maskiner åstadkommes borrhuvudets rotation genom att hela pilotstången roteras.

Positionsbestämningen vid borrhningen av pilothålet går så till att radiosignaler från en sändare i borrhuvudet uppfångas av en mottagare på markytan. De x-y-z-värden som därvid uppmäts har en felmarginal som ökar med djupet, men noggrannheten är i de flesta fall tillräcklig. Arbete pågår med utveckling av allt säkrare mätutrustning.

# 7 Slagning

## 7.1 Jordraket

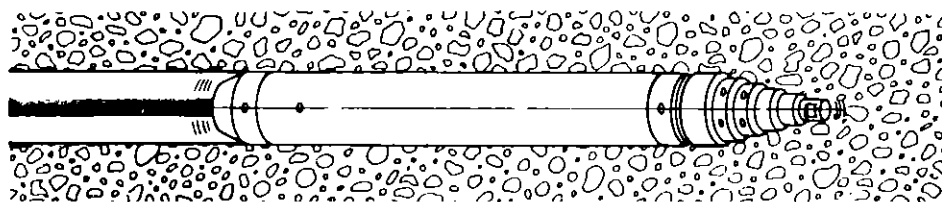
### 7.1.1 Bakgrund

Vid anläggandet av skyddsror med små dimensioner, för t ex kablar i korsning med vägar, kan man ofta, utan att göra avkall på funktionskravet, acceptera avvikelser från teoretisk linje.

Behovet att, på ett enkelt och billigt sätt på korta sträckor, utföra sådana rör ligger bakom utvecklingen av denna metod.

### 7.1.2 Tillvägagångssätt

Den väsentligaste delen av utrustningen är slagmaskinen, en till det yttre cirkulär cylindrisk kropp med stor längd i förhållande till diametern. Framtill är maskinen försedd med ett mejselhuvud. Inne i maskinen finns en i maskinens längdriktning rörlig kolv, som drivs hydrauliskt eller med tryckluft. Med hjälp av kolven slås maskinen fram genom jorden.

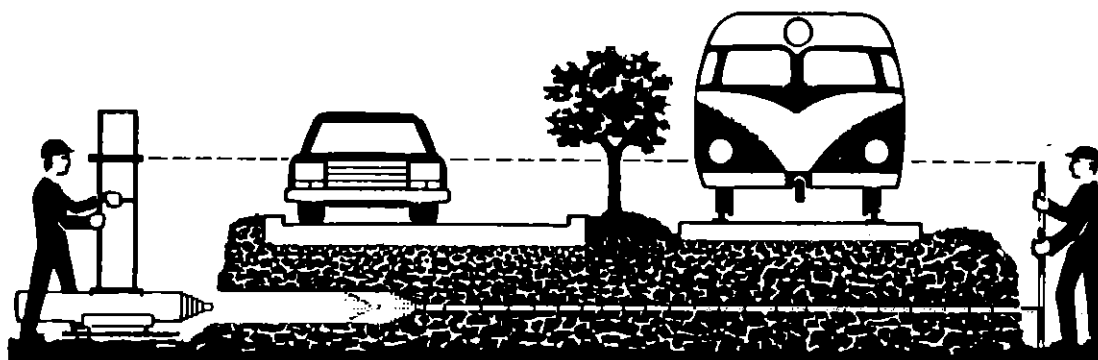


För att ta upp rekylkrafterna behövs en viss mantelfriktion utmed maskinens utsida. Detta behov innebär att slagning i lös lera inte kan utföras.

Det rör som skall installeras följer bakom maskinen.

Startgropen kan göras liten.

Styrningsmöjlighet saknas. Man litar till en noggrann inriktning vid starten och till att maskinen är långsmal. Avvikelser måste accepteras.



### **7.1.3 Geoteknik**

Metoden är användbar i löst lagrade friktionsjordar och i fast lera.

Mindre stenar kan spräckas med mejselhuvudet, men större stenar förhindrar fortsatt framdrivning.

### **7.1.4 Rör**

De rör som installeras med denna metod är företrädesvis plaströr (PE), men även stålrör förekommer.

## 7.2 Ramning

### 7.2.1 Bakgrund

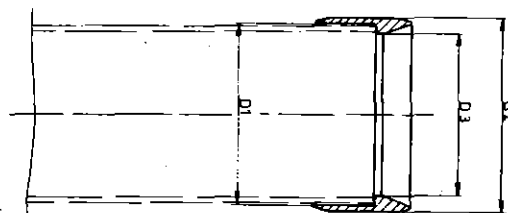
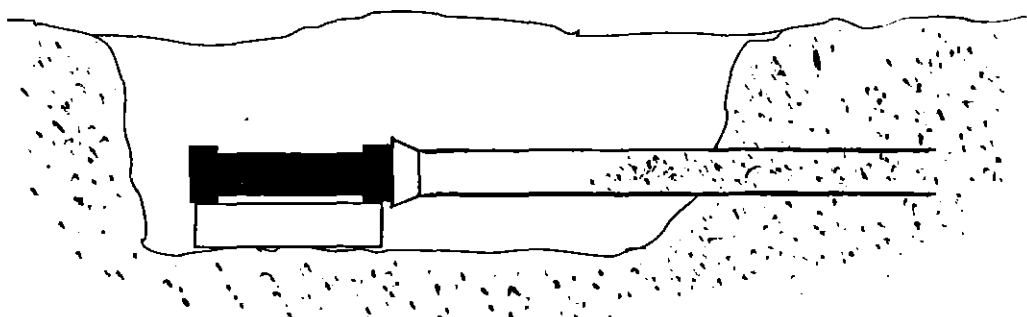
Tekniken, som till sin art är densamma som vid slagning av stålspont, har utvecklats i Tyskland. Benämningen ramning är också följdriktigt hämtad från tyskan.

Tekniken har under senare år utvecklats mot större och kraftigare utrustningar.

### 7.2.2 Tillvägagångssätt

Kännetecknande för metoden är att det rör som skall installeras tvingas genom jorden med slag.

Det är därvid viktigt att notera att röret är öppet framtill och att röret fylls med jord, varefter det tränger in. För att minska mantelfriktionen på rörets utsida kan rörfronten förses med en ring, något grövre än röret.



Utrustningen som används är en tryckluftsdreven slagmaskin, som fästes baktill på det rör som skall slås in. Mellan slagmaskinen och röret har därvid ett koniskt rammhuvud för överföring av slagkraften monterats. Då röret nått mottagsgropen töms röret på inträngd jord med hjälp av vattenspolning eller tryckluft.

Rören slås in i dellängder, helst inte kortare än sex meter, som svetsas ihop. Första dellängden ges en god inriktning. Någon styrning av rörfronten förekommer inte. Normalt är avvikelser mindre än 1,5% av rörlängden.

### 7.2.3 Geoteknik

Metoden klarar de flesta jordmaterial. Grundvattentryck utgör inget hinder, ej heller enstaka stenar mindre än rördiametern.

Större stenar, block och berg förhindrar fortsatt framdrift.

### 7.2.4 Rör

Endast stålrör används vid ramning.

Metoden används ofta för installation av skyddsror för gasledning på kortare sträckor, t.ex. vid väg- och järnvägs korsningar.

## 8 Infodring

Ett antal metoder finns för infodring (relining) av befintliga ledningar, gamla eller nybyggda. Här redovisas endast några varianter av "Indragning av plastledning" som kan vara av intresse när det gäller gasledningar.

### 8.1 Indragning av plastledning

#### 8.1.1 Sliplining

En plastledning, vanligtvis HDPE, med en ytterdiameter obetydligt mindre än innerdiametern hos det rör som skall infodras, hopsvetsas på markytan till önskad längd. Plastledningen drages sedan in med hjälp av en vinsch. En smal grop behövs vid indragspunkten. Gropens längd bestäms av rörets tillåtna böjradie.

#### 8.1.2 Swagelining

En metod har också utvecklats, där plastledningen krymper med hjälp av en specialmaskin omedelbart före indragningen. Under en tid av några timmar efter indragningen, återtar plaströret sin ursprungliga storlek och fäster därmed på skyddsrorets insida.

#### 8.1.3 Spräckning

Gamla ledningar av gjutjärn, betong och lergods spräcks med en expanderande maskin och ersätts med rör med ungefär samma dimension som de ursprungliga.

## 9 Grävning

### 9.1 Rörplöjning

Rörplöjning används huvudsakligen då långa sträckor av ledningar, med små dimensioner, skall läggas i öppen terräng. Metoden är användbar i terräng där andra ledningar och kablar inte utgör hinder. Den utnyttjas därför mer sällan inne i samhällen.

Tillvägagångssättet är i korthet följande. Röret, i de flesta fall PE-rör, levereras på en rulle som monteras på plöjningstraktorn. Plogen skär en fåra i marken, cirka en meter djup. Röret matas ner genom en läggningslåda som följer plogen,. Det lämnar bakre delen av läggningslådan och hamnar på så sätt i fårans botten.

Metoden tillämpas i framför allt löst lagrade jordar. Berg och block utgör hinder för framdriften.

### 9.2 Kedjegrävning

Genom att bruka en mycket smal kedjegrävare, kan man åstadkomma en ledningsgrav som inte är mycket bredare än själva ledningen. Plaströr, levererade på rulle, läggs i rännan som sedan återfylls.

Liksom vid plöjning är metoden mindre lämplig där andra ledningar och kablar kan utgöra hinder. Den används därför endast i begränsad skala i bebyggda områden.

Problem uppstår lätt där det förekommer stenar och block och metoden fungerar inte i berg.

92-07-14

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
003	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige	Apr 91	Svenskt Gastekniskt Center AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning		R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB920212	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden	Jul 91	Swedish Gas Technology Center	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Driftekniska Instit. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas	Mar 92	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50

92-07-14

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen ÅF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
019	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö. Uppföljningsprojekt	Maj 92	Fallsvik J, Haglund H m fl SGI och Malmö Energi AB	100
020	Emissionsdestruktion. Analys och förslag till handlingsprogram	Jun 92	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
021	Ny läggningsteknik för PE-ledningar. Förstudie	Jun 92	Ove Ribberström Ove Ribberström Projektering AB	150





**Svenskt Gastekniskt Center AB**

---

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82