

# IDÉBOK

Alternativ ledningsdragning

Juni 1998



# IDÉBOK

Alternativ ledningsdrøgning

ISSN 1401-9264

1998 Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD .....	5
SAMMANFATTNING .....	6
I MARK .....	9
1. ÖPPNA SCHAKT .....	9
1.1 Rörgrav .....	9
1.2 Kedjegrävning .....	9
1.3 Plöjning .....	9
2. SLUTNA SCHAKT .....	10
2.1 Relining .....	H
2.2 Slagning .....	H
2.2.1 Komprimering av marken .....	11
2.2.2 Rörramning .....	13
2.3 Borring .....	14
2.3.1 Hammarborring .....	14
2.3.2 Styrd borring .....	14
2.3.3 Raiseborring .....	15
2.3.4 Skruvborring .....	16
2.4 Tryckning .....	17
2.4.1 Mikrotunnling .....	17
2.4.2 Rörtryckning med manuell borttagning av massor .....	18
I LUFT .....	18
1. INOMHUSLEDNINGAR .....	18
2. UTOMHUSLEDNINGAR .....	19
3. PÅ MARK .....	19
4.1 GÅNGTUNNEL .....	19
I VATTEN .....	20
ERFARENHETER FRÅN FJÄRRVÄRMEPROJEKT .....	21
1. ALLMÄNT .....	21
2. ÖPPNA SCHAKT .....	21
2.1 Rörplöjning i Motala .....	21
3. SLUTNA SCHAKT .....	21
3.1 Styrd borring i Borlänge .....	21

3.2 Styrdd borning i Västerås .....	21
3.3 Styrdd borning i Linköping .....	22
3.4 Styrdd borning i Kungsbacka .....	22
3.5 Tunnel i Göteborg .....	22
3.6 Tunnelbygge i Helsingfors .....	22
4.1 VATTEN .....	23
4.1 Vattenförläggning i Aalborg .....	23
4.2 Vattenförläggning i Stocksund.....	23
4.3 Karlstad .....	23
4.4 Luleå.....	24
4.5 Härnösand.....	24
4.6 S:t Michel, Finland .....	24
4.7 Ikalis, Finland.....	25
4.8 Övriga.....	25
TABELLER.....	26
METODER FÖR VILLASERVISER.....	27
1. JORDRAKET.....	27
2. STYRD BORNING .....	27
3. KEDJEGRÄVARE .....	27
4. HANDGRÄVNING .....	28
REFERENSER .....	29

## Appendix

Appendix 1 Ordförklaringar

Appendix 2 Diagram för markkostnad per meter för fjärrvärmerör i serie II.

Appendix 3 Diagram för markkostnad per meter för fjärrvärmerör av dubbelrörstyp.

# FÖRORD

Ett billigare ledningsbyggande ökar möjligheterna för fjärrvärmens utbredning.

Föreningens *Kulvertkostnadskatalog* visar att mark- och byggkostnaderna ofta utgör den största utgiftsposten. Totalkostnaden kan sänkas om man finner billigare anläggningsmetoder i kombination med lämpliga rörtyper.

En samlad skrift om metoder som kan komma ifråga har hittills saknats. Svenska Fjärrvärmeföreningens Distributionsgrupp har därför uppdragit åt ÅF-Energikonsult Syd AB att sammanställa alternativa metoder för ledningsdragning. Underlaget består av material hos föreningen, medlemskontakter, litteraturstudier och intervjuer.

Rapporten behandlar ledningsdragning i *MARK*, *LUFT* och *VATTEN* och är tänkt att fungera som inspirationskälla till nya lösningar. Därav förnamnet *IDEBOK*.

## SAMMANFATTNING

Det är många faktorer som styr när det gäller att använda rätt metod för dragning av fjärrvärmerör. För fördelningsledningar kan konventionellt schakt, styrd borrhning och plöjning vara aktuella. Plöjning går endast att genomföra i grön- eller parkytor. För servisledningar kan man använda konventionellt schakt, kedjegrävare, styrd borrhning och jordrakat.

Med ökande dimension på fjärrvärmerören blir prisskillnaden mellan konventionella öppna schakt och de schaktfria metoderna större, till det konventionella schaktets fördel. Med ökande djup på schaktet blir de schaktfria metoderna mer fördelaktiga i pris.

Det finns naturligtvis platser, där ett öppet schakt inte accepteras, exempelvis vid järnvägs korsningar, och då får man välja den metod som klarar rördimensionen och är ekonomiskt mest fördelaktig.

I stadsmiljö och vid kortare ledningslängder, upp till 100 meter, utan avstick, är de schaktfria metoderna intressanta. I ytterområden, där kostnaden för en konventionell schakt är betydligt mindre, är det bara plöjning som kan konkurrera med konventionell schakt.

Vid korsning av vattendrag är konventionella lägningsmetoder ej användbara. Här kan alternativet vara en luftledning som pendlas under exempelvis en bro eller fjärrvärmerör förlagda direkt i vattnet. Rapporten beskriver ett antal sådana lösningar tillämpade i Norden.

Följande två sidor sammanfattar i tabellform de olika metodernas möjligheter för ledningsdragning i mark.



Kapitel	Metod	Jordarter	Att beakta	Krav på geoteknisk undersökning	Tryckstation	Längd/ytterdiameter	Rörmaterial i skyddsror	Styrning/precision	Användning
I MARK	schakt.	De flesta.					Alla rörtyper.		Alla tillämpningar.
I MARK	Plöjning.	De flesta utom berg.	Större stenar kan medföra pro-	Jordart, större sten, korsande ledningar.	Startgrop med mothåll.	0-225 mm.	PEX och kopparrör.	Läggingsdjupet följer markprofilen.	Gas, vatten, dränering, FV.
I MARK	Jordrakat.	Friktionsmaterial och styv lera.	Större sten utgör hinder. Ej lämplig under grundvattennivå.	Begränsade krav. God lokalkännedom är ofta tillräcklig.	Små gropar, inget mothåll.	32- 110 mm.		Ingen styrning. Avvikelsestörrelsen beror på jordmaterial, rörmaterial, diameter och längd.	Skyddsror för gas, el, tele, vatten mm.
I MARK	Ramning.	Friktionskohesionsmaterial.	Stenar större än rördiametern utgör hinder.	Jordart, skjuvhåll-fasthet, grundvat-	L=10 eller 16 Ej mothåll, Avgrusad botten.	0- 80 m 200- 1200		Ingen styrning. Avvikelsestörrelsen beror på jordmaterial, rörmaterial, diameter och längd.	Skyddsror för gas, el, tele, fjärrvärme, vatten, självfallsled-
I MARK	Hammarborrning.	jordarter inklusive block och		Jordart, skjuvhåll-fasthet, grundvat-	Ej mothåll Avgrusad botten.	0-80 m 100-500 mm.		Ingen styrning. Avvikelsestörrelsen beror på jordmaterial, rörmaterial, diameter och längd.	Skyddsror.
I MARK	Hammarborrning i	Fast berg.	Icke homogent berg kan utgöra hinder.	Jord/berg-sondering Ev.geologisk undersökning.	Ej mothåll.	0 - 200 m 100-500 mm.	Färdigborrat hål kan infodras med plast eller	Begränsad styrning. Avvikelsestörrelsen beror på styrsätt.	Gas, el, tele, vatten och självfall.
I MARK	borrning.	Friktions- och kohe-	Större sten kan utgöra hinder.	Jordart, skjuvhåll-fasthet, grundvat-	Inga gropar	0- 650 m 50-1000 mm.		Varierande styrsystem. Precision beror på jord-material och djup.	Skyddsror eller medierör för gas, tryckavlopp, fjärrvärme, mm.
I MARK	borrning.	Fast berg.	Icke homogent berg kan utgöra hinder.	Jord/berg-sondering Ev.geologisk undersökning.	L = 6.0m. B = 6.0 m. Mothåll krävs.	0-450m. 200 - 4500	Färdigborrat hål kan infodras med plast eller	Begränsad styrning. Avvikelsestörrelsen beror på styrsätt.	Vatten, spillvatten, ventilationsorter, gångtunnlar.

Kapitel	Metod	Jordarter	Att beakta	Krav på geoteknisk undersökning	station	Längd/ytterdiameter	Rörmaterial i skyddsror	Styrning/precision	Användning
I MARK	borrning Trycning	Friktionsmaterial styv lera.	Stenar större än 1/3 rördiameter utgör hinder. Ej lämplig under grundvattennivå.	Jordart, skjuvhåll-fasthet, grundvatten.	Mothåll. Stabil bot-	200- 1000		Ingen styrning. Avvikelse- sernas storlek beror på jordmaterial, rörmaterial, diameter och längd.	Skyddsror.
I MARK	Mikro-tunn- ning, slurrytyp.	De flesta även block i begränsad omfattning.	Tål grundvattentryck upp till 50 mvp.	Jordart, grundvatten.	Sänkbrunn eller grop.	0-200m. 300- 1500	Betong.	Kontinuerlig fjärrstyrning. Toleranser +/- 25 mm.	Självfallsledning. Skyddsror.
I MARK	Mikro-tunn- ning, skruvtyp.	De flesta.	Sten större än 1/3 rördiameter och berg går ej. Tål grundvattentryck upp till 4 mvp.	Jordart, grundvatten.	Sänkbrunn eller grop.	0- 100 m. 250 - 600 mm.	Betong.	Kontinuerlig fjärrstyrning. Toleranser +/- 25 mm.	Självfallsledning. Skyddsror.
I MARK	Rörtryck-	De flesta, utom berg.	Tål inte grundvattentryck.	Jordart, skjuvhållfasthet grundvattennivå.	Sänkbrunn eller grop.	0 - 200 m. 1000-2500	Betong.	Varierande styrsystem. Precision beror på styrsystemet.	Självfallsledning. Skyddsror.
I MARK	Rörtryck- ning i lös	Lera med max. 30		Skjuvhållfasthet.	Sänkbrunn eller grop.	0- 150 m. 400 - 2500	Betong.	Kontinuerlig fjärrstyrning. Toleranser +/- 25 mm.	Självfallsledning. Skyddsror.

# I MARK

Fjärrvärmerör som läggs direkt i mark är sedan 1970-talet den helt dominerande ledningstypen. Denna har kommit att nästan helt ersätta de olika typer av betong- och asbestcementkul-vert som tidigare byggdes.

Förutom dessa fasta fjärrvärmerör har även flexibla rör funnits länge på marknaden, särskilt i de klenare dimensionerna. De flexibla fjärrvärmerören kan ge en billigare totallösning genom enklare byggande.

## 1. ÖPPNA SCHAKT

### 1.1 Rörgrav

Den absolut vanligaste läggningssmetoden är att placera fjärrvärmerören i en rörgrav. Då byggmetoden är välkänd och beskrivs i Fjärrvärmeföreningens *Läggningssanvisningar*, berörs den ej vidare här.

### 1.2 Kedjegrävning

Kedjegrävning har använts vid läggning av el- och teleledningar. Man kan gräva ett 450 mm brett och 500 mm djupt schakt och 40 meter långt på ungefär en timme med en kedjegrävare. Schaktmassorna förs upp och läggs vid sidan om schaktet. Då grävmaskinen "slår sönder" schaktmassorna kan man tänka sig att återfylla direkt med befintliga massor om de inte innehåller för mycket sten. Schaktet måste emellertid återfallas för hand.

Fördelar: Snabb och billig metod. Går utmärkt att använda i trädgårdar. Alla typer av fjärrvärmerör kan anläggas.

Nackdelar: Små maskiner som lämpar sig i trädgårdar kan ej gräva djupare än 500 mm.

### 1.3 Plöjning

Plöjning har använts sedan ett tjugotal år tillbaka för läggning av ledningar i Sverige. Främst har plöjteknik använts för installation av el- och telekablar inklusive optokablar samt för täckdikning. El och telekablar förläggs huvudsakligen med vibrerande plog med gummihjuls-buret dragfordon, medan täckdikningsledningar huvudsakligen läggs med statisk plog dragen av bandfordon.

Fjärrvärmerören måste först skarvas, provtryckas och läggas ut på marken längs den tänkta sträckningen. En maskin drar sedan en plog med en s.k. "läggningssbox" som för ner ledningen till önskat djup. Plogen öppnar marken, och röret förs ner av boxen och "schaktet" sluter till efteråt. Det är möjligt att med vissa plogar även få ner önskad ledningskringfyllnad. Vid större dimensioner förplöjer man ofta utan boxen, för att sedan få en snabb förläggning av ledningen. Förplöjningen medför också att markhinder som sten skjuts åt sidan och läggningen av ledningen går lättare.

Fjärrvärmerör med manteldimension upp till 225 mm kan förläggas med plöjning, med ett maxialt förläggningsdjup av 1,4 m. I Värmeforskrappport nr 445, *Direktläggning av fjärrvärmerör* görs en bedömning, att det skulle vara möjligt att plöja ner rör med manteldimensioner mellan 300 och 400 mm med de tyngre och större maskiner som finns utomlands.

Det är möjligt att förlägga upp till 1.000 meter på en enda dag, om alla förberedelser med markundersökning och sammanfogning redan är gjorda. Vid plöjning bockas fjärrvärmerören till en radie av 20 meter med den utrustning som används idag. För att kunna plöja ned stål-medierör måste läggboxen anpassas till stålrörets krav.

Vid start måste en startgrop grävas för att få ner boxen. Mothåll av ledningen är nödvändigt. För fjärrvärmeapplikation med enkelrör får man köra två gånger för att få ner båda ledningarna. Naturligtvis går det att konstruera en läggbox så att båda rören kan plöjas ner samtidigt.

En noggrann geoteknisk undersökning längs sträckan måste göras. Eventuellt korsande dräneringar måste återställas.

Fördelar: Plöjningen är snabb och enkel.

Nackdelar: För närvarande finns utrustning för plöjning av rör med maximalt 250 mms ytterdiameter.

Fjärrvärmeledningar plöjdes 1991 i Motala. Medieröret var av koppar med rördimensionen 88.9 mm med 160 mm mantelrör. Ledningen lades kall, vilket vid den tidpunkten var en nyhet. Se vidare kapitel "Erfarenheter från fjärrvärmeprojekt".

## 2. SLUTNA SCHAKT

Med allt fler ledningar i gator och för att minska störningar på omgivningen, exempelvis omläggning av trafik, väljer man allt oftare att lägga fjärrvärmerör i slutna schakt. Dyr återställning av storgatsten och stenpartier kan göra dessa ekonomiskt mer fördelaktiga än att gräva upp gatemarken. Fornlämningar eller krav på arkeologisk undersökning medför fördyrande gravkostnader och det kan vara billigare att ta sig fram under de eventuella fornlämningarna. De schaktfria metoderna används för att anlägga, renovera och byta ut rör.

Vid läggning av fjärrvärmerör används i huvudsak två metoder. Den vanligaste är att man först drar eller trycker in det rör som skall tjäna som skyddsrör, därefter dras själva fjärrvärmeröret in. Den andra metoden är att man, exempelvis vid borring, istället för att dra in skyddsröret efter rymmaren drar in fjärrvärmeröret direkt. Vid detta anläggningssätt kan man i efterhand injicera en bentonitslurry för att få den markfriktion mot fjärrvärmeröret som behövs. Man måste dock vara uppmärksam på att det ändå kan vara nödvändigt att ta upp expansionen vid borringens början och slut, med exempelvis skänklar.

Innan man bestämmer vilken metod man skall använda, är det några saker som måste göras:

- Att undersöka platsen för schaktet, för att bestämma mark och grundvattenförhållanden.
- Att ta fram uppgifter om andra korsande ledningar.
- Att ta fram uppgifter om ledningslängd och dimension.
- Att undersöka hur stora start- och slutgropar det är möjligt att gräva.

Det är av största vikt att göra grundliga förundersökningar. Det kan tyckas dyrt att göra en geoteknisk undersökning. Men om fel metod väljs blir det ofta ännu dyrare, eftersom man kan bli tvungen att byta metod, p.g.a. hinder som man inte upptäckt i förundersökningen.

Metoden att lägga fjärrvärmerör i slutna schakt kan delas in i fyra huvudmetoder, som i sin tur är uppdelade i olika undermetoder. De fyra huvudmetoderna är:

1. Relining
2. Slagning
3. Borrning
4. Tryckning

I följande kapitel kommer de olika metoderna att beskrivas närmare. En del metoder är kombinationer av ovannämnda huvudmetoder och andra indelningar kan naturligtvis göras. Relining är en metod för reparation och utbyte av rörledningar, men den nämns ändå här.

## 2.1 Relining

Vid omläggning och reparation används ofta olika typer av relining. Relining används för vatten och avloppsledningar, där man använder det befintliga röret som stöd för den nya in-fodringen.

Det finns också metoder då man först spräcker eller borrar bort det befintliga röret innan det nya dras på plats. Metoderna används vid cementrör eller gjutjärnrör. Denna rapport kommer inte att ta upp dessa metoder närmare, då de inte direkt är användbara för fjärrvärme och inriktningen av rapporten är på nyförläggning av fjärrvärmerör.

Det finns lyckade försök gjorda att relina fjärrvärmerör med glasfiberarmerad epoxi, som tål fjärrvärmesystemens dimensioneringsdata 120 °C och 16 bar, se vidare i Fjärrvärmeföreningens FoU-rapport 1996:4 *Epoxirelining av fjärrvärmerör*.

## 2.2 Slagning

Denna metod tar upp hålet genom att utnyttja markens elasticitet och komprimerar den om-kringliggande marken. Det finns två sätt att utföra detta på, nämligen ramning och direkt komprimering av marken.

### 2.2.1 Komprimering av marken

Vid direkt komprimering tas inte några massor bort från hålet. Man klarar av att ta upp mindre hål med en dimension upp till 300 mm, större hål än 100 mm rekommenderas dock inte med denna metod.

Vid kompression påverkas marken i ett område som är 10 gånger större än rörets diameter. Denna kompression av marken påverkar även andra ledningar inom kompressionszonen. Sådana ledningar kan då bli deformerade eller värmeskadade. I och med denna påverkan på marken kan röret ändra riktning fastän det inte direkt kolliderar med ett hinder.

Det finns tre olika metoder som kan klassificeras som kompressionsmetoder. Vibrationsmetod, typ jordrakat, pressning av stålstång och rotationsmetod:

- *Jordraket*

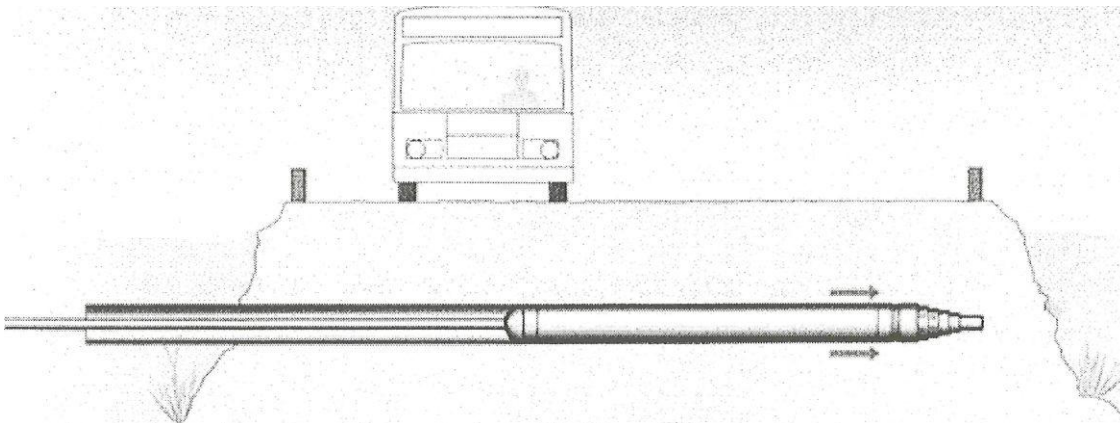
Metoden används för kortare rörsträckor upp till 30 meter med dimensioner från 32 till 110 mm. Det behövs två mindre gropar, en startgrop som raketerna utgår ifrån och en mottagsgrop. Hydraulik eller tryckluft kan användas för att driva raketerna.

Det är vanligast med tryckluftdriven jordraketen. Denna har ett fjädrande huvud, för att ge god riktningstabilitet och hög slagkraft. Slaghuvudet slår mot massorna med en frekvens av 400 till 600 slag i minuten. Metoden fungerar bäst i blockfria material men inte i lösa leror eller under grundvattennivån. I lösa material blir friktionen mellan raket och mark för liten för att raketerna skall kunna dra sig framåt.

Om raketerna kolliderar med något hinder eller kommer nära ändras den lätt riktning och operationen får göras om.

Fördelar: En enkel och relativt snabb metod. Det går snabbt att installera utrustningen och köra igång. Passar bra för villaserviser. Alla typer av fjärrvärmerör kan användas, men dubbelrör är att rekommendera.

Nackdelar: Raketerna ändras lätt riktning vid hinder.



Figur 1.1 Jordraketen genom väg. Källa Styrudd.

- *Hydraulpressning av stålrör*

En massiv stång trycks genom marken och trycker jordmassorna åt sidan. Flera stänger används för att få den önskade längden av hålet. Om större diameter än stångens önskas kan en rymmare användas när man drar tillbaka stången. En metod som knappt används idag.

Nackdelar: Risk för höjning av markytan och påverkan av andra rör och ledningar i närheten.

- *Rotationsmetod*

Rotationsmetoden kombinerar fördelarna med roterande borrar och kompressionsmetoden. För att få ett bra resultat bör borrar ske med vätska för att få ut massorna och för att minska

friktionen. Vid större hål än 150 mm kan man använda en rymmare och få upptill 300 mm hål om markförhållanden tillåter.

Nackdelar: Risk för höjning av markytan och påverkan av andra rör och ledningar i närheten.

### 2.2.2 Rörramning

Denna metod går ut på att man slår ett rör genom marken. Röret används som skydds rör efteråt och måste rensas från jordmassor efter tryckningen. Metoden tillåter inte någon styrning av rörets riktning och skall inte användas då man behöver hög noggrannhet på riktningen.

- *Ramning*

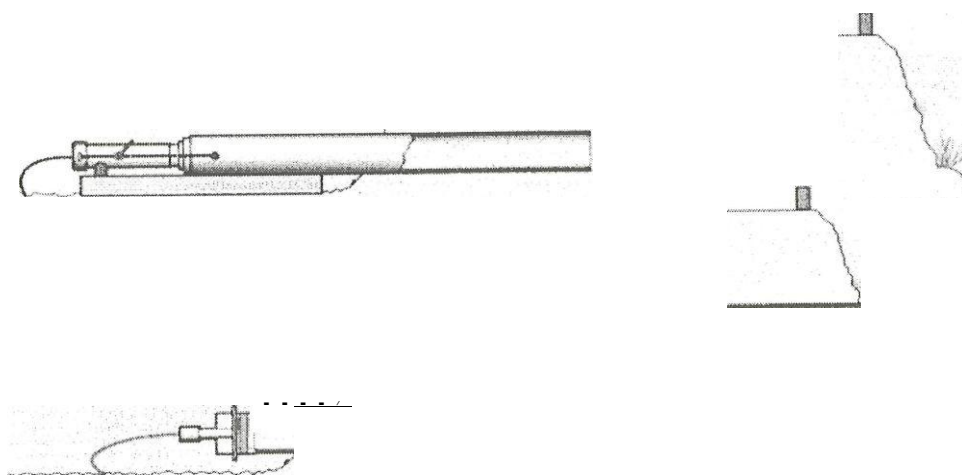
Ett stålrör slås in med en tryckluftsdreven hammare. Längden på röret kan vara upptill 50 meter i dimensioner från 200 till 1200 mm. Något mothåll är ej nödvändigt, men en startgrop som är lika lång som röret plus tre meter för hammaren erfordras.

Det finns möjlighet att svetsa på nya rör efterhand att röret trycks in i marken, för att få en kortare startgrop.

Ramning kan utföras i de flesta jordarter och under grundvattennivån. Efter rörslagningen rensas röret från massorna med luft eller högtrycksspolning. Man kan injicera vatten längs röret för att reducera friktionen vid ramning i lera. Det finns en risk för underminering vid hinder, men stenar upptill rörets diameter klarar metoden av.

Fördelar: En enkel och billig metod för tryckning under vägar. Alla sorters fjärrvärmerör kan läggas i skydds rören.

Nackdelar: Röret kan ändra riktning vid hinder.



Figur 1.2 Rörramning. Den nedre bilden visar hur massorna spolas ut ur röret. Källa Styrud.

- *Hejarslagning och dynamiskopa*

Enkla metoder för rördrivning som fungerar acceptabelt i lera och i sand. Röret slås igenom marken med en hejare (betong- eller järnklump). Metoderna är känsliga för hinder då röret lätt ändrar riktning. De används sällan idag.

## 2.3 Borrning

Vid borrningen används en borrhkrona eller ett skär som sitter på en roterande axel. Borren trycks fram i marken och massorna förs ut bakåt antingen med vätska eller med navare typ jordborr.

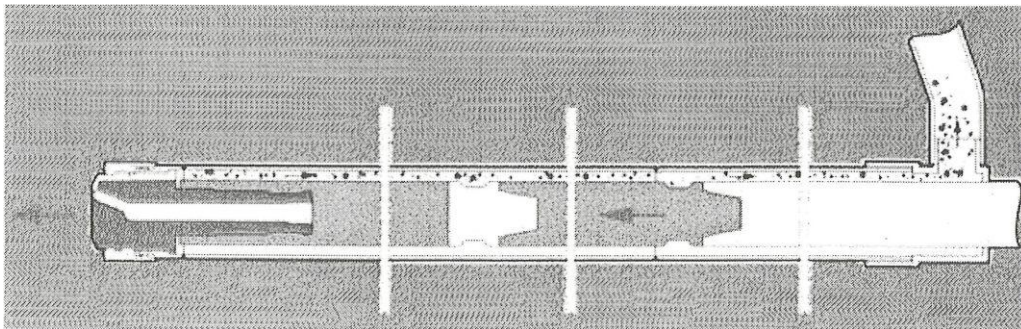
### 2.3.1 Hammarborrning

Metoden används med fördel då risken för hinder i borrhlinjen är stor eller då sten, block eller berg skall igenomborras. Skyddsror kan dras med direkt efter borren och används vid all förläggning utom i rent berg. Hög noggrannhet på förläggningen, exempelvis 1% självfall går att uppnå. Längder upptill 80 meter kan borras med dimensioner mellan 100 och 500 mm.

Det behövs en startgrop med dimensionerna 3 x 7 meter och möjlighet att kunna parkera en lastbil vid sidan om gropen.

Fördelar: Hög noggrannhet, kan arbeta i de flesta markförhållanden, även block och berg. Alla sorters fjärrvärmerör kan dras i skyddsroret efter borrning.

Nackdelar: Metoden är relativt dyr.



Figur 1.3 Hammarborrning. Källa Styrud.

### 2.3.2 Styrdd borrning

Vid styrdd borrning behövs det inga start eller mottagningsgropar, utan borrning sker direkt ner i marken. Operatören styr borrens läge från markytan med hjälp av elektronik och jetspolning. Borrningen kan ske med både mekanisk borr och med en vätska under högt tryck, s.k. jetspolning. Vid borrning rakt fram roteras borrhkronan som vid vanlig borrning. För att ändra riktning, stoppas rotationen och borren trycks framåt. Kronans utseende gör att borren viker av från den tidigare riktningen.

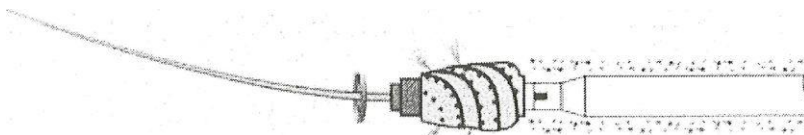
Först borras ett pilothål, som sedan rymms upp i olika steg med en s.k. rymmare till önskad diameter. Längder upptill 600 meter i dimensioner från 50 till 1000 mm kan borras. Det går



att använda en slurryblandning för att stabilisera väggarna i borrhålet om man borrar i lös mark. Slurryn fungerar även som friktionsnedsättande, då man skall dra genom medieröret efter genomförd borrning.

**Fördelar:** Borren kan styras runt hinder, inga start och mottagningsgropar behövs. Vid raka hål kan alla typer av fjärrvärmerör dras in i hålet. Om man däremot har styrt borren runt, över eller under hinder, kan endast flexibla typer dras igenom. Metoden är ett alternativ för villaserviser, med lite längre sträckning i besvärliga tomter, med träd, stenpartier eller stengångar.

**Nackdelar:** Relativt hög etableringskostnad. För att hålla kostnaden nere är dubbelrör att föredra för de klenare dimensionerna.

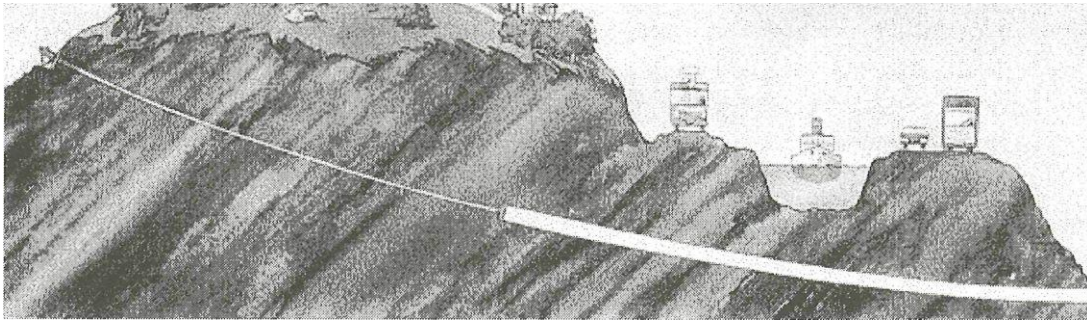


Figur 1.4 Styrad borrning eller s.k. bananbörning. Bilden visar hur en rymmare dras igenom pilothålet för att få den önskade diametern. I detta moment dras även medie- eller skyddsörret med. Källa Styrod.

### 2.3.3 Raisebörning

Raisebörning används för att göra grova ledningstunnlar i massivt berg. Längder upp till 1500 meter i dimensioner 250 till 5000 mm kan borraras upp. Ett pilothål borraras först och sedan dras borrkronor av olika dimensioner igenom det borrhålet, till önskad diameter uppnått. Fasta fjärrvärmerör kan dras genom det borrhålet om det är rakt, annars används flexibla rör. Vid större diameter på tunneln kan fjärrvärmeledningen installeras på samma sätt som i en gångtunnel, dvs rören svetsas ihop i tunneln, placeras på röstöd och isoleras därefter med mineralull.

**Fördelar:** Går relativt fort och man slipper sprängning. **Nackdelar:** En dyr metod.



Figur 1.5 Raiseborrning i massivt berg. Källa Styrod

#### 2.3.4 Skruvborrning

Metoder som går ut på att borra horisontellt med en navare typ isborr för pimpling. Massorna förs ut av den roterande navaren.

- *Skruvborrning med skyddsror*

Rören trycks in med hydraulik och marken skärs med en roterande borr, således en kombination av tryckning och borring. Skruven och röret måste anpassas exakt till varandra. Massorna förs ut med den skruv som sitter på jordborrens axel.

För att minska friktionen mellan rör och mark, kan man pumpa in en slurry bestående av vatten och bentonit. Hela utrustningen är monterad på en släde med spår som rören vilar på under tiden de trycks in.

Det är risk för ras vid skruvning under grundvattennivån, då man borrar i genomsläppliga material. Stenar upp till 1/3 av rörets diameter utgör inget hinder.

Fördelar: Alla typer av rör kan dras igenom skyddsroret efter borring.

Nackdelar: Ingen styrning av riktningen erhålles. Större sten medför att man får dra ut skruven för att avlägsna stenen. Man bör vara försiktig vid hinder, då risk för underminering finns.

- *Skruvning utan skyddsror*

Metoden är hjälpligt användbar i hårda torkade lermassor eller möjligen styv lera, men farlig att använda i sand och grus, då risken är stor för underminering.

Fördelar: Alla typer av fjärrvärmerör kan dras igenom efter borring.

Nackdelar: Ingen styrning av riktningen. Mycket stor risk för ras och underminering. Större sten medför att man får dra ut skruven för att avlägsna stenen. Det finns risk för underminering vid hinder.

## 2.4 Tryckning

Tryckning är en metod, där man trycker in rören genom marken samtidigt som man tar bort jordmassorna. Jordmassorna kan tas bort med olika metoder, en är att använda en navare typ jordborr för att dels borra igenom marken dels ta bort schaktmassorna ur röret. En annan är att använda en slurryblandning för att transportera bort massorna. Vid större dimensioner kan man använda mindre maskiner för att gräva bort massorna.

### 2.4.1 Mikrotunnling

En metod med rördragning och borring i samma moment. Borren kan styras och övervakas från marknivå. Riktningen styrs med hjälp av laserutrustning. Detta gör att man kan utföra en mycket exakt borring. Namnet mikrotunnling kommer ifrån att man gör små tunnlar som ej går att gräva ut för hand.

Det behövs en startgrop och en mottagargrop. Diametern på startgropen bestäms av hur långa tryckrör man använder. Dessa tryckrör är centrifugaljutna, armerade betongrör med invändig gummitätning. Det finns maskiner för ledningsdimensioner mellan 675 och 1.350 mm. Det är möjligt att borra i berg om man kan göra det i början av borringen. Man kan nämligen inte byta borrkrona när borringen väl är påbörjad. Svensk berggrund typ granit kan vara svår på längre sträckor.

Det finns två huvudtyper av mikrotunnling, beroende på hur man matar ut schaktmassorna, utmatning med skruv och utmatning med slurry.

- *Skruvutmatning av schaktmassor*

Rören trycks in med hjälp hydraulik och själva borren arbetar inne i tryckrören. Borrslag och massor matas ut med hjälp av en utmatningsskruv, som ligger i ett speciellt rör. Riktningen på borrkronan styrs med hjälp av hydrauliska cylindrar. Maximal borrlängd är 100 meter med diametrar från 100 till 1.200 mm. Både start och mottagarplatta behövs. Sten medför problem med utrensningen via skruven, som får dras ut för att rensas. Borringen drivs med luft eller hydraulik.

Fördel: Alla typer av fjärrvärmerör kan dras in i skyddsröret.

Nackdelar: Mycket dyr metod, sällan under 10.000 kronor metern.

- *Utmatning av schaktmassor med slurry*

Rören trycks in på samma sätt som vid skruvutmatning. Jorden skärs bort med ett skärhuvud/borrkrona. Framtill på maskinen finns en kammare med en slurry av vatten och bentonit. De utgrävna massorna förs bort med denna slurry till en separationsanläggning på markytan. Jordmassorna separeras bort och bentonitlurryn pumpas ner igen. Vätsketrycket i fronten balanserar även eventuellt grundvatten tryck.

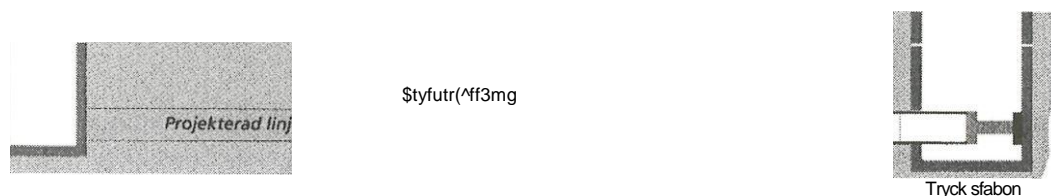
Fördel: Alla typer av fjärrvärmerör kan dras in i

skyddsröret. Nackdelar: Dyrare än metoden med utmatning med skruv.

## 2.4.2 Rörtryckning med manuell borttagning av massor

Betongrör i dimensioner från 400 upptill 2.500 mm trycks in med hjälp av hydraulik. Man kan inte trycka längre än 150 meter. Jordmassorna tas ut kontinuerligt. Handgrävning och även mindre maskiner kan användas vid större dimensioner. Fungerar bra i ler- och grusmaterial. Stenar som är mindre än rördiametern tas lätt ut genom röret. Metoden går att styra relativt bra med laserriktning och "styrskenor" monterade i fronten av tryckröret. Skenorna manövreras med hydraulik.

Fördelar: Alla typer av fjärrvärmerör kan dras in i skyddsröret.



Figur 1.6 Tryckning, Källa Styrud AB.

## I LUFT

Ibland kan man dra fjärrvärmeledningar ovan mark. En metod är att lägga fjärrvärmerören på betongfundament ovan mark.

En annan metod är att hänga ledningarna under broar eller under en balk av något slag. Montering i broar kräver förutom olika tillstånd ofta noggranna hållfasthetsberäkningar samtidigt som rörstorleken kan bli begränsad.

I stadsmiljö ligger ofta fastigheterna vägg i vägg och då kan man utnyttja källare- och kryptf-rymme för att dra fram rören.

Så kallade luftledning kan användas då man vill korsa vattendrag, kanaler och även vägar, då man av någon anledningen varken kan gräva eller trycka under hindret.

## 1. INOMHUSLEDNINGAR

Att dra ledningar inomhus är kanske det första alternativet när det gäller att bygga ett distributionssystem. Av utrymmesbrist t ex i källarutrymmen brukar metoden dock normalt inte kunna tillämpas för större dimensioner än DN 150.

Ledningarna byggs som konventionella som VVS-ledningar med upphängnings- och expansionsanordningar. Metoden ger en billig och säker byggnation. Normalt används stålrör som isoleras med mineralull.

En svårighet kan vara att få fastighetsägarnas tillstånd eller ordna servitut för ledningen. Vid väggenomförningar måste man ta hänsyn till eventuella brandväggar. I vissa utrymmen kan inspektion av ledningarna vara svår att utföra.

## 2. UTOMHUSLEDNINGAR

Under broar och även emellan hus kan man placera ledningen under existerande balkar eller bygga en balk eller dylikt för ledningen. Man använder stålrör isolerade med mineralull eller PUR-skålar med skyddsplåtar i galvaniserat stål eller aluminium. Man kan även använda fab-rikstillverkade fjärrvärmerör.

Fördelar: Billigt anläggningssätt.

Nackdelar: Då fjärrvärmerören oftast går upp till balk eller bro, måste man installera ventiler för luftning och tappning, vilket gör att underhåll skostnaderna blir högre än för markförlagda fjärrvärmerör.

## 3. PÅ MARK

En metod som använts mycket i Östeuropa och forna Sovjetunionen. Det är lätt att upptäcka läckor på en sådan ledning, men den är oskyddad mot åverkan, regn och sol. Värmeförlusterna kan vara högre än vid markförläggning beroende på isoleringsmetod. Man använder stålrör isolerade med mineralull eller PUR-skålar med skyddsplåtar i galvaniserat stål eller alumini-

Man kan även använda prefabricerade standardfjärrvärmerör ovan mark och då blir värmeförlusterna inte något särskilt problem. P.g.a. geologiska förhållanden tillämpas anläggningssättet bl. a. på Island. Transitleddningar ovan mark förekommer såväl i Sverige som i andra länder. Med höga vattenhastigheter följer relativt låga värmeförluster.

Fördelar: Billigt anläggningssätt.

Nackdelar: Hänsyn måste tas till expansionsupptagningen. Oftast installeras lyror, vilka blir dyra och ökar utrymmet som ledningen kräver. Underhållskostnaderna blir högre än vid markförlagda rör.

## 4. I GÅNGTUNNEL

Särskilda tunnlar för fjärrvärmeledningar har byggts i de större städerna som Stockholm, Göteborg, Malmö, Södertälje, Umeå m. fl. I Halmstad har man tryckt en tunnel under järnvägen.

En nybyggd tunnel i Helsingfors beskrivs i kapitel *Erfarenheter från fjärrvärmeprojekt*.

## I VATTEN

Möjlighet finns också att tillämpa direkt vatten- eller sjöförläggning. Metoden kan användas vid korsning av vattendrag.

Av de nyare projekten kan nämnas korsningen av Stocksundet mellan Solna och Danderyd, Göta Kanal i Motala, Varnumsviken i Kristinehamn samt de danska projekten i Vadehavet och Limfjorden.

Av DN 200-ledningen mellan Esbjerg till Fanö ligger 3,7 km fjärrvärmerör i Vadehavet. Ledningen lades med en "läggningspråm" som svetsade och skarvade samman 24-meterslängder. Fjärrvärmerören armerades med betongfiber och grävdes ner 1 meter i botten av det grunda

Metoderna som använts för ledningar som korsar vattendrag, redovisas i kapitlet *Erfarenheter från fjärrvärmeprojekt*.

# ERFARENHETER FRÅN FJÄRRVÄRMEPROJEKT

## 1. ALLMÄNT

Fjärrvärmerör utan konventionell schakt har anlagts på många orter, där grävning inte varit tekniskt eller ekonomiskt möjlig eller accepterats av något annat skäl. Den vanligaste metoden är tryckning, antingen med ramning eller tryckning med uttagning av massorna, allteftersom tryckningen fortskrider.

I de projekt som beskrivs här, har det använts olika tekniker, dels som test av tekniken och dels för att det har varit mest ekonomiskt fördelaktigt.

## 2. ÖPPNA SCHAKT

### 2.1 Rörplöjning i Motala

Hösten 1991 plöjde man i Motala ner en fjärrvärmeledning med samma teknik som används för att plöja ner gasledningar. En 800 meter lång fjärrvärmeledning med en ytterdimension av 160 mm skulle byggas varav det var möjligt att plöja två delsträckor, 150 respektive 200 meter. Man plöjde ner rören tillsammans med dräneringsband, märkband och signalkabel. För att inte skada redan plöjd ledning lades fram- och returledningen med cirka 1,5 meters mellan-

Marken var mycket fast, lagrad siltig sand, vilket gav stort motstånd för maskinen som var i minsta laget. Man uppskattade kostnaden för plöjningen till 200 kronor metern.

## 3. SLUTNA SCHAKT

### 3.1 Styrd borrhning i Borlänge

Borlänge har lagt fjärrvärmerör på tre sträckor med styrd borrhning. Den första sträckan var 95 meter med fjärrvärmerör DN 80 av dubbelrörstyp, med ytterdiameter av 250 mm. Ett hål av storleken 350 mm borrades och röret drogs sedan igenom hålet tillsammans med 3 st kabelrör. Kostnaden blev 700 till 800 kronor metern. Entreprenaden utfördes av NCC-ägda Renopipe.

De andra två sträckorna var i ett parkområde, där man inte vågade gräva förbi en allé, p.g.a. stort vite vid skadade träd. Man borrade istället två sträckor, en 90 meter lång och en 110 meter. Entreprenaden utfördes av Styrod AB.

### 3.2 Styrd borrhning i Västerås

Västerås Energi & Vatten AB har använt styrd borrhning för att ansluta en ny fjärrkylekund. För att få gräva över torget krävdes en arkeologisk undersökning för ett par 100.000 kronor och eventuellt också utgrävningar. Även om schaktet drogs runt om torget skulle arkeologerna vara med. Alternativet var att borra under kulturlagen.

Hålen togs upp med styrd borrhning på 2.5 meters djup. I detta fall grävdes först en startgrop för borrhningen. 170 meter borrhades på 3.5 timmar och röret en 180 mm PEH-ledningen drogs tillbaka med rymmaren. Därefter gjordes proceduren om för att få in returledningen. Ledningarna kopplades in i den underjordiska varutunnel som den befintliga kylledningen gick i. Borrhning kostade ungefär lika mycket som den arkeologiska undersökningen skulle ha

### 3.3 Styrd borrhning i Linköping

I Linköping har två projekt med styrd borrhning nyligen avslutats. Det första var en fördelningsledning 100 meter 2x40/160 och en servis 25 meter 2x25/140. Ett problem som uppstod var att parallellt med borrhningen gick en 10 kV elkabel, som ibland gav felsignaler till givaren på styrenheten. Beräknad kostnadsreduktion är ca. 300 kronor metern jämfört med schakt i parkmark.

Det andra projektet var en 125 meter 2 x 40/160 fördelningsledning med 6 stycken serviser. Servisavsättningarna grävdes först och därefter borrhades hålet. P.g.a. praktiska begränsningar i form av korsande gator, drogs fördelningsledningen in i två delar. I detta projekt borrhades det på 1 meters djup för att komma under el och teleledningar, vilket medförde att servisschakten blev dyrare än normalt. Vid servisavsättningarna kapades fördelningsledningen för infällning av T-stycken till serviserna. I en av groparna låg ledningen i spänn, vilket orsakade extra ar-

### 3.4 Styrd borrhning i Kungsbacka

I detta exempel drogs fjärrvärmerören in utan skyddsrör. När rymmaren drogs igenom med fjärrvärmerören på släp pumpades en bentonitslurry in som blandades med massorna och minskade friktionen vid indragningen. Massorna och slurryn fyllde upp mellanrummet mellan borrhålsvägg och rör. Ledningen blev därmed friktionsförlagd.

### 3.5 Tunnel i Göteborg

Som ett led i utbyggnaden av distributionsnätet i Göteborg kopplades Sävenäs och Rosenlundsnätet ihop med hjälp av en tunnel 1982. Betongrör med en diameter av 2,000 mm trycktes på en sträcka av 300 meter, under en motorväg och stambanan. I betongrören installerades sedan en DN 500 fjärrvärmeledning.

### 3.6 Tunnelbygge i Helsingfors

Vid årsskiftet 97/98 öppnades bergtunneln från gaskombiverket i Nordsjö (Vuosaari) till Böle (Pasila) en sträcka på 19,3 km. Från Böle går tunneln vidare till Sörnäs (Sörnäinen) och det centrala Helsingfors. Fjärrvärmeledningen har dimension DN 1 000 och är av typen standard-fjärrvärmerör som lades på betongstöd.

Totalkostnaden 675 MSEK bedöms ej överstiga andra alternativ för ledningsdragning. Tunneln som är körbar har ett tvärsnitt av 30 m<sup>2</sup> och har många fördelar ur driftsynpunkt. Möjligheter finns att installera ledningar för exempelvis el och kommunikation. I dag har redan en vattenledning installerats. Tunneln ligger i snitt 50 meter under havsytan.

Tunneln är den tredje för fjärrvärme i Helsingfors. Den första byggdes i början av 1980-talet mellan Salmisaari och Brunkärr och den andra i slutet av 1980-talet mellan Hanaholmen och Kronohagen.



## 4. I VATTEN

### 4.1 Vattenförläggning i Aalborg

Vid korsningen av den 800 meter breda Limfjorden i Aalborg tillämpades vattenförläggning. Ledningen togs i drift i början av 1998. Följande alternativa metoder utvärderades:

- Konventionella fjärrvärmerör med extra väggjocklek på medieröret för att konstruktionen skulle lägga sig på botten.
- Medierör med extra godstjocklek och mantel i stål. Konstruktionen i övrigt samma som för standardfjärrvärmerör.
- Betongomgjutna fjärrvärmerör.
- Standardfjärrvärmerör i stålrör.
- En tunnel med 2,5 meters diameter hade enligt beräkningar blivit 50% dyrare än den valda metoden med standardfjärrvärmerör i stålrör. Lösningen hade möjliggjort inspektion samt säkrat ledningarna mot ankringsrisk och grundstötning. Detta alternativ skulle dock samtidigt medfört underhållskostnader.
- Styrd borring under fjorden. Fördelen hade inneburit att vattenmiljön förblivit opåverkad.

Man valde att använda standardrör DN 750/900 i stålrör DN 1000. Anläggningsmetoden in-  
nebar att standardmetoder, rör och skarvar kunde användas. Lösningen gör vidare att  
fjärrvärmerören är utbytbara. Totalkostnaden blev 43 MSEK.

### 4.2 Vattenförläggning i Stocksund

Pågående 150-meterskorsning ( februari 1998) av Stocksundet med maxdjupet 8 meter görs  
med fjärrvärmerör av typen stål-i-stål. Medieröret är DN 500 isolerat med PUR-skum inuti ett  
stålrör DN 800 med godstjocklek 12,5 mm.

Ledningen svetsas samman på annan plats och transporteras därefter med hjälp av bogserbåt  
till förläggningsplatsen. Sträckan muddras ner 1x2,5 m samt anpassas vid strandkanten. Där-  
efter sänks ledningen ner genom egenvikt och vattenfyllning. Tillsammans med ledningen  
läggs 2 st PEH-rör DN 60 för signalkabel mm. Överfyllning till tidigare bottenprofil sker som  
en skyddsåtgärd för båttrafik, samt för att ledningen skall ligga fast i sitt läge. Ledningen har  
ej fått extra sänke för att bli kvar på botten.

Vid strandkanten skyddas mantelröret med epoxibeläggning samt med inklädnad med trärib-  
bor, så att epoxytan ej skadas vid nedläggningen. Medieröret är fixerat i mantelröret på mitten  
av sträckan, expansionen tas i slag på stranden med hjälp av skänklar på 6 respektive 12 m.  
Skänklarna ligger i hålrör. Totalkostnad blev 4,5 MSEK.

Vid korsning av Stocksundet fanns även alternativet att hänga ledningen i tunnelbanebron. På  
grund av oacceptabla krav från SL Bansystem avfördes detta.

### 4.3 Karlstad

År 1991 anlades en 166 meter lång fjärrvärmeledning DN 450/560 i Kaplansälven. Medierö-  
rets godstjocklek ökades till 10 mm för att rören skulle sjunka och lägga sig i en muddrad  
ränna på älvens botten. Fjärrvärmerören ligger på ett maximalt djup av 8 meter och har funge-  
rat helt problemfritt.

Fjärrvärmerören svetsades ihop i land på en rälsbana. Mantelrörsskarvningen gjordes med svetsbandmuff och med krympsvep som extra säkerhet. Fjärrvärmerören försågs med dubbla larmtrådar och montage utfördes med utökad kontroll. Totalkostnaden (1991) var 2,2 MSEK fördelat enligt nedan i MSEK;

rörmaterial	0.678
	0,293
schakt och rörläggning	
larm och skarvmontage	
röntgen och kontroll	
konsulttjänster	

I konsultkostnaderna ingick juridiska förhandlingar med vattendomstol.

#### 4.4 Luleå

År 1985 anlades en fjärrvärmeledning med dimension DN 200 i Lule Älv. Huvuddelen av rören ligger i den 800 meter långa Bergnäs klaffbro som luftledning.

Vid själva broklaffen ligger 48 meter fjärrvärmeledning i älven förankra på 10 meters djup. Standardfjärrvärmerör monterades på isen i rejäl vinterkyla, varefter isen sågades upp och rören sänktes ner i älven där de förankrades med tyngder. Vid vattenlinjen försågs rören med ett extra skyddsror av PEH med 50 mm:s mineralullsisolering.

Mantelrörsskarvningen gjordes med svetsbandmuff kompletterat med ett extra krympförband. De vattenförlagda fjärrvärmerören har fungerat helt utan problem. I den del som monterats i bron har någon kompensator läckt.

#### 4.5 Härnösand

Redan år 1980 lades en DN 400/630-fjärrvärmeledning i Norra Sundet, från fastlandet till Härnön. Fjärrvärmerören lades i en DN 1.600 ståltub ovanpå varandra på ena sidan med en gallerdurk på den andra. På så vis blev fjärrvärmerören inspekterbara. Längden är 75 meter och fjärrvärmerören ligger 8 meter under normalvattennivå. Ståltuben har godstjockleken 16 mm och ovansidan är skyddad med betong.

Distributionsledningen har fungerat klanderfritt, förutom med ett undantag för två år sedan då ett inläckage genom stigschaktet uppstod vid vattenlinjen. Felet kan klassas som en miss vid byggnationen.

Den tiden fanns ännu inte färdiga kommersiella lösningar för svetsning av mantelrörsskarvar, en lösning man i dag sannolikt hade valt.

#### 4.6 S:t Michel, Finland

Under hösten 1997 korsades Saimen med fjärrvärmerör av typen stål-i-stål 300/500. Projektet omfattade totalt 1.000 meter, varav 350 meter sjö förläggning.

Vid montaget av de 16 meter långa fjärrvärmerören fixerades medieröret vid manteln vid en förvärmningstemperatur av 70 ° C före skumning. Rören ligger friktionsfixerade i rak längd i Saimens lera på maximalt 7 meters vattendjup.

Mantelrörsytan epoximålades och försågs med en 3 mm:s ytbeläggning. Fjärrvärmerören har standardlarmtrådar. Diskussioner pågår om katodisk korrosionsskydd som extra försiktighetsåtgärd. Totalkostnaden var 6,7 MSEK, varav sjödelen kostade 3 MSEK.

#### 4.7 Ikalis, Finland

Hösten 1997 korsades den 900 meter breda och 7 meter djupa sjön Kyrösjärvi med en fjärrvärmeledning av twintyp i dimension DN 125. Detta för att förse den anrika badanläggningen, Nordens största i sitt slag, med värme.

Fjärrvärmerören i 16 meters längder monterades på stranden. Mantelrörsskarvarna svetsades och utrustades med extra krympband. Manteln har något ökad tjocklek jämfört med standard och rören är försedda med larmtrådar.

Rören skjöts över till andra stranden längs vattenytan och försågs med betongsänken på 250 kg var fjärde meter. Vid påfyllning av fjärrvärmevatten sjönk fjärrvärmerören ner och lade sig i bottenfåran. Ledningslängden var 1.700 meter och medelpris per meter blev 1.500 SEK.

#### 4.8 Övriga

- Nyslott, Finland

I Kyrönsalmi botten ligger 2 x 66 meter DN 300 fjärrvärmerör med stålmantel DN 500 kvalitet AI SI 304. Fjärrvärmerören är skyddade med betong i djupfarleden samt i övriga delar förankrad med betongvikter.

- Uleåborg

I Uleåborg korsades 100 meter av Toppilasundet år 1994 med fjärrvärmerör typ stål-i-stål DN 600/800, förebilden till konstruktionen i Stocksund.

År 196 lades en 800 meter långt fjärrvärmerör DN 200 i Åresjön. Fjärrvärmerören monterades på isen.

- Södertörn

Efter alternativet montering i vägverkets broar på E4:an mellan Huddinge och Södertörns kommun eller i särskild ledningsbro, har beslut fattats om läggning av DN 700/900 fjärrvärmerör i Fittjaviken. Den vattenförlagda delen är 20 meter och kostnaden har beräknats till 1,5 MSEK, varav 0,6 utgör materialkostnad. Godkänd vattendom finns. Byggstart hösten 1998.



# METODER FÖR VILLASERVISER

Då det för villaserviser handlar om kortare sträckor och mindre dimensioner är metoder med stora maskiner och dyr etableringskostnad ej ekonomiska. Konventionell schakt blir billigare i villaområden än i innerstad, beroende på att massorna kan läggas vid sidan om och stamp sällan behöver användas, där fjärrvärmerören läggs grunt. Följande alternativa metoder bör övervägas:

1. Jordraketen.
2. Styrdd borrning.
3. Kedjegrävare.
4. Handgrävning.

## 1. JORDRAKET

Då gasserviser skall dras in till villor är jordraketen en ofta använd metod. Då den kan användas för ytterdimensioner från 32 till 110 mm, är den lämplig för serviser till villor. Lögstörns twin-rör med 22 mm kopparrör har en ytterdiameter av 110 mm. PEH med medierör av stål, DN 20 serie II har mantelrörsdiameter på 110 mm. Använder man serie I, kan DN 40 som har en ytterdiameter på 110 mm användas.

Det behövs två mindre gropar, en startgrop från vilken raketerna utgår och en mottagsgrop.

## 2. STYRD BORRNING

Metoden är knappast ekonomisk för kortare serviser, men för längre villaserviser på 40 meter och däröver kan styrdd borrning vara ett alternativ. Speciellt om det finns mycket hinder av typ stensättningar, stenpartier, växter och fontäner.

För att slippa borra två hål kan man med fördel använda dubbelrör eller dra två fjärrvärmerör samtidigt i samma hål.

## 3. KEDJEGRÄVARE

Kedjegrävare används vid anläggning av el- och teleledningar. Då maskinen slår sönder schaktmassorna kan man tänka sig att återfylla direkt med befintliga massor om de inte innehåller för mycket sten.

Små maskiner finns som med lätthet kan användas exempelvis i villaträdgårdar. Schaktmassorna förs upp och läggs vid sidan om schaktet. Schaktet måste återfyllas för hand. Kedjegrävaren klarar av ungefär 40 meter/timme. Vid längre schakt är det en snabbare och billigare metod än att gräva för hand. Grävning för en 10 meters servis kostar runt 2 000 kronor, inklusive återställning.

Plattor och stenläggning måste först tas bort och att först skära bort gräset är att föredra då återställningen blir klar direkt efter det att schaktet fyllts igen och villaägaren kan använda sin trädgård obehindrat.

## 4. HANDGRAVNING

Handgrävning av schaktet är ibland den enda möjligheten att komma fram i villaträdgårdar. I trädgårdar räcker normalt 400 mm täckning och då tar handgrävning ej så lång tid. För gräsytor kan man räkna med en schaktkostnad på strax över 200 kronor metern inklusive återställning, om en specialarbetare anlitas.

## REFERENSER

1. Borrning eller grävning? Ekonomiska konsekvenser och praktiska erfarenheter av ledningsdragnig. Sven Styrod. ByggSverige 2/92
2. <http://www.styrod.se>, Styrod ABs hemsidor på Internet.
3. Center-Bit drilling system. Informationsblad från Kent Rishaug Kedagruppen HB. 6 augusti 1997
4. Rördrivning i praktiken. Sven Styrod.
5. Trenchless Technologies: Alternative to Traditional Construction. Artikel i District Energy av Rajesh Tanwani
6. <http://www.istt.com>, Hemsidor för International Society of Trenchless Technology
7. Kulvertkostnads katalogen 1997, Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB
8. Direkrläggning av fjärrvärmerör, 1992, Värmeforskrapport nr. 445. Jan Fallsvik, Alf Lindmark, Eva Petersson
9. Ekonomisk och teknisk rapport om konsekvenser vid avgrävning av väg, 1994. Frank Johansson, Högskolan i Borås, Institutionen för teknik.

Vidare har följande personer har intervjuats:

Peter Lundvall, PEAB Helsingborg  
Lennart Bramsved, PEAB Malmö  
Leif Eriksson, AB Borlänge Energi  
Sven Styrod, Styrod AB  
Rolf Alm, sekreterare SSTT( Scandinavian Society of Trenchless Technology)  
Jan Lindeberg, Helsingborg Energi AB  
Per Ingloff, Lunds Energi AB  
Lennart Soneryd, Tekniska Verken i Linköping AB  
Bror Dicksson, Västerås Energi & Vatten AB  
Lars Filipsson, Norrenergi AB  
Alf Schouenke, Härnösand Energi& Miljö AB  
Arne Frödin, Karlstads Energi AB  
Teuvo Alarotu, Leppäkosken Sähkö Oy (Ikalis)  
Reijo Sarkki, Suur-Savon Sähkö Oy (S:t Michel)

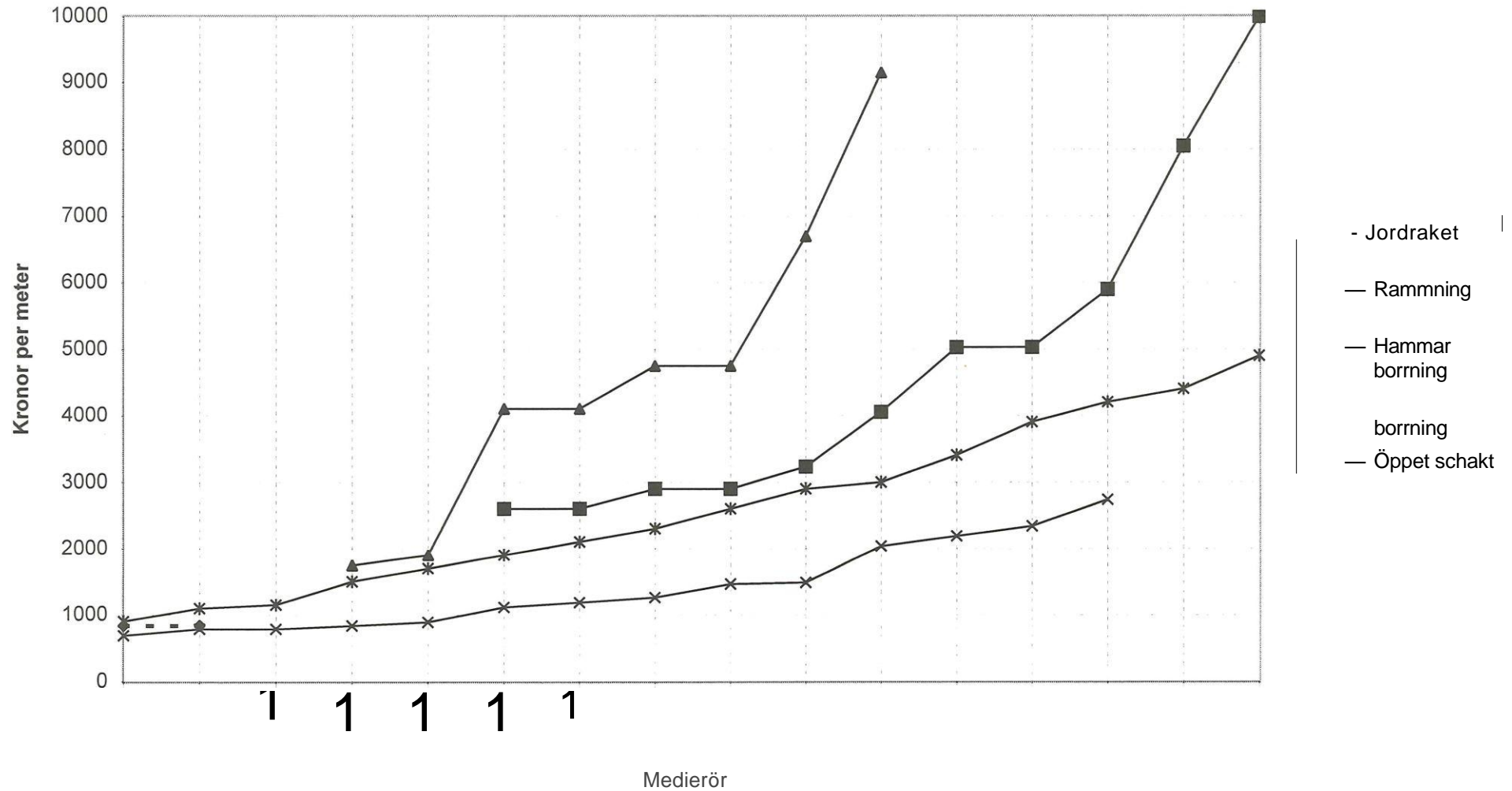
---

## APPENDIX 1 Ordförklaringar

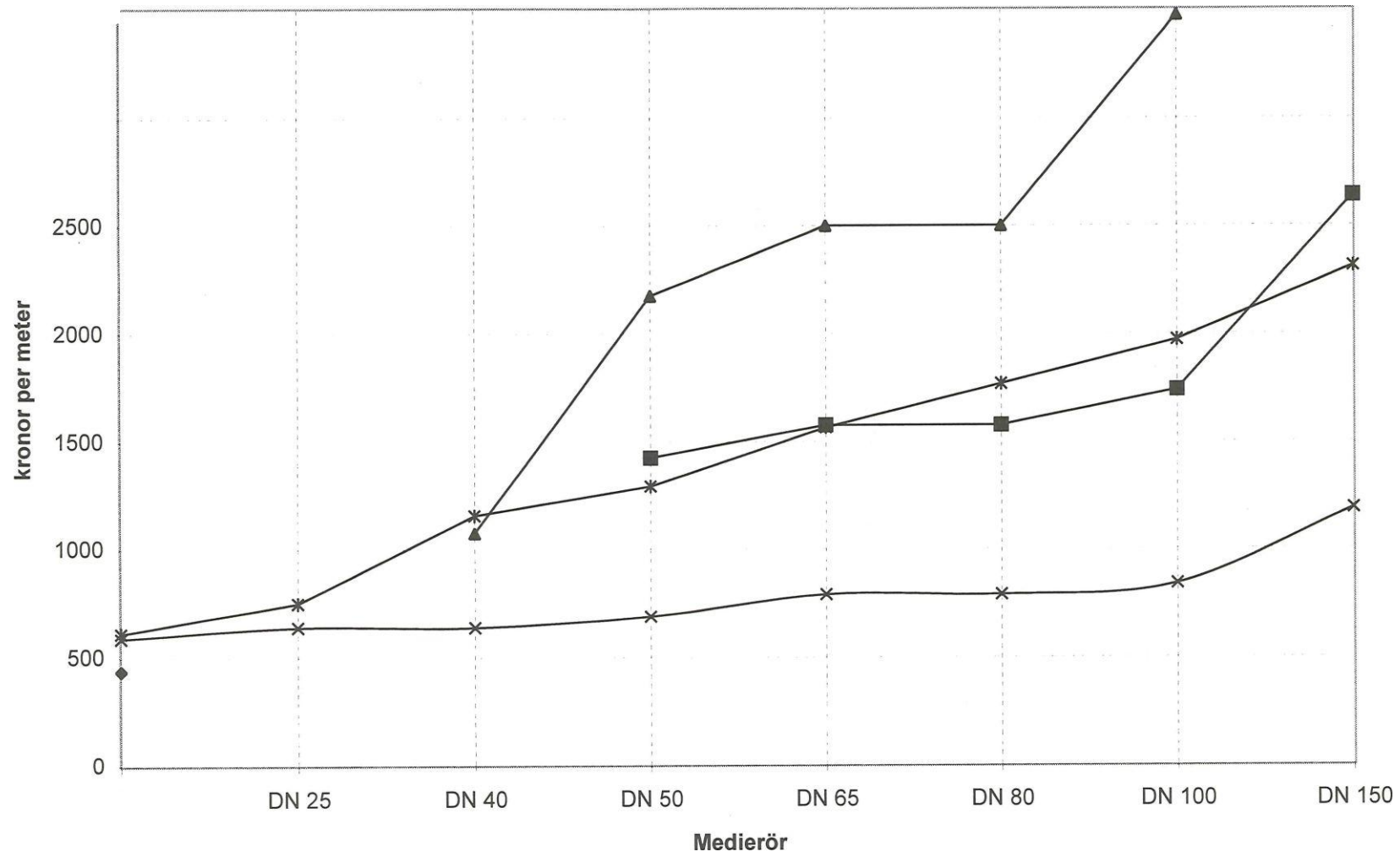
Bentonitslurry	En sorts fin lera som blandas upp med vatten för att användas som friktionsnedsättande medel vid borrning, tryckning och dragning av rör genom redan färdiga hål.
GAP	Glasfiber Armerad Plast
Handgrävning	Manuell grävning med spade
Handschakt	Då man ej kan använda grävmaskin, dock kan bil med skopa användas
Geologisk undersökning	Undersökning av berggrund, vilken typ av berg eller block som kan finnas.
Geoteknisk undersökning	Undersökning av jordens beskaffenhet, typ jordtyp, skjuvhållfasthet, grundvattennivå, fukthalt.
PE	PolyEten material som används i naturgas- och vattenledningar
PEH	PolyEten Hög densitet. Material i mantelrör på fjärrvärmerör
PUR	Polyeurutanskum, isolering i preisolerade fjärrvärmerör.
Rymmare	Rymmaren är att likna vid en stor fräs som utvidgar hålet, vid styrd borrning, ofta i samband med att skydds- eller medierör dras in. Jordmassorna tas ej ut.



### Markkostnad per meter för fjärrvärmerör (parvisa) i serie II



### Markkostnad per meter för fjärrvärmerör av dubbelrörstyp



•Jordrak

et •Rammning

■Hammar  
borring

borring  
•Öppet schakt

ÅF-Energikonsult Syd AB

## Upphandlingsserien

### FJÄRRVÄRMECENTRALEN

Råd och anvisningar för anslutning till fjärrvärme-system, april 1996

Kommentarer till råd och anvisningar till fjärrvärme-system, FVF oktober 1996:13

Kopplingsprinciper till råd och anvisningar till fjärrvärmesystem, FVF november 1997:13

### FUKTÖVERVAKNING

Tekniska rekommendationer för fuktövervakning i fjärrvärmekulvert, FVF D:207

### VÄRMEVÄXLARE

Handbok för värmeväxlare i fjärrvärmesystem, aug 1994

### VÄRMEMÄTARE

Tekniska bestämmelser för värmemätare i fjärrvärme-system, aug 1994

### STÅLRÖR

Tekniska bestämmelser för stålrör i fjärrvärmesystem, aug 1994 (FVF D:212)\*

### RÖRBÖJAR

Tekniska bestämmelser för rörböjar i fjärrvärmesystem, aug 1994 (FVF D:205)\*

### KOMPENSATORER

Tekniska bestämmelser för kompensatorer ingående i fjärrvärmesystem, aug 1994 (FVF D:204)\*

### VENTILER

Tekniska bestämmelser för avstängningsventiler i fjärrvärmesystem, aug 1994 (FVF D:209)\*

### KULVERTAR

Läggningsanvisningar för fjärrvärmekulvertar, aug 1994 (FVF D:211)\*

### KOPPARRÖR

Tekniska bestämmelser för kopparrörledningar i fjärrvärmesystem, aug 1994 (FVF D:213)\*

### PEX-RÖR

Tekniska rekommendationer för PEX-rör med kopplingar i fjärrvärmesystem, FVF 1996:10 (FVF 0:214)\*

### GARANTI

Garantibestämmelser för fjärrvärmekulvertar med direktapplicerad polyuretanskumisolering och med mantelrör av polyeten, FVF D:206

### FJÄRRVÄRMERÖR

Tekniska bestämmelser för fjärrvärmerör och komponenter i fasta system, FVF D:203

## Övriga rapporter

### MATNING

Administration av värmemätare, nr 110, juni 1992

Dimensionering och val av värmemätare, nr 102, juni 1992

Hanteringsanvisningar för värmemätare, nr 101, juni 1992

Inköp av värmemätare, nr 108, juni 1992

Installation och drifttagning av värmemätare, nr 112, juni 1992

Magnetisk-induktiv flödesmätare, nr 104, sep 1993

Ultraljuds flödesmätare, nov 1994

Underhåll och kontroll av värmemätare, nr 111, juni 1992

Individuell mätning av värmeförbrukning i lägenheter, En studie av tekniska och ekonomiska möjligheter, FVF februari 1996:2

### FJÄRRVÄRMECENTRALER

Din fjärrvärmecentral, januari 1997

### DRIFTÖVERVAKNING

Fjärrvärmecentraler och kulvertnät, april 1992

Provprogram för villa värmecentraler i fjärrvärme-system, nr 107, aug 1990

Provprogram för värmeväxlare och vattenvärmare, FVF maj 1996:6

Underhållssystem för fjärrvärmecentraler, Kravspecifikation att använda vid upphandling, FVF mars 1998:5

### DISTRIBUTION

FV - CAD. Datoriserad dokumentation, projektering och beräkning av fjärrvärmeledningar, dec 1993

### FJÄRRVÄRMELEDNINGAR

A. Projektering och utförande av kammare, mars 1985

B. Drift och underhåll, mars 1985

C. Skyddsföreskrifter, mars 1985

### KARTOR

Kartor och symboler för fjärrvärmeledningar, juni 1993 (FVF D:208)\*

### KULVERTKOSTNADSKATALOG1997

FVF 1997:10

### KULVERTAR

Anvisningar för leverans och mottagningskontroll gällande fjärrvärmekulvertar med mediarör av stål, direktapplicerad polyuretanskumisolering och mantelrör av PE, mars 1984 (FVF D:202)\*

# TEKNISKA RAPPORTER

KULVERTSKADESTATISTIK, 1995 och 1996  
Sammanfattning av kulvertlängder och kulvertskador  
vid svenska energiföretag, december FVF 1997:18

PEX-RÖR  
Provningsbestämmelser för PEX-rör med kopplingar i  
fjärrvärmesystem, FVF 1996:11 (FVF D:215)\*

VENTILER  
Provprogram för avstängningsventiler i fjärrvärme-  
system, mars 1993 (FVF D:210)\*

VENTILFELSSTATISTIK 1997, FVF 1997:14

FÖRNYELSE  
Bedömningsgrunder vid förnyelse av  
fjärrvärme-ledningar, FVF oktober 1996:15

ANBORRNING  
Anvisning för utförande av anborring på trycksatt  
ledning, november 1997:15

Fjärrvärme till småhus,  
Värmeförluster och distributionskostnader,  
november FVF 1997:11

Idébok  
Alternativ ledningsdragning,  
juni FVF 1998:8

## PRODUKTION

Fjärrvärmevatten. Riktlinjer, vattenbehandling och  
förbrukning, dec 1989

Gasol - LPG i värmeverk. Anläggning och säkerhet, jan  
1990

Kemi för fjärrvärmesystem. Grundläggande teori,  
vattenbehandling, provtagning, analyser, riktvärden,  
driftkemikalier samt skyddsfrågor. Råd och anvisningar,  
aug 1985

STORA VÄRMEPUMPAR  
Underlag för skyddsinstruktion, nr 301, feb 1986

Tillståndsfrågor vid införande av gasol LPG i värme-  
verk, jan 1988

Torv- och träbränslen. Avtalsförslag, april 1992

Torv- och träbränslen. Råd och anvisningar, mars 1991

Vattenbehandling miljö. Handbok för små och medel-  
stora värmeverk, juni 1991

Mindre biobränsleeldade anläggningar, Upphandlings-  
underlag, FVF december 1996:16

## MILJÖ

Avveckling av CFC inom fjärrvärmeföretagen, aug

Metodik för miljökonsekvensbeskrivning.  
MKB anpassad för energisystemstudie och tillstånds-  
ansökan för energianläggning, aug 1993  
Bilaga. Biobränslepanna.  
Underlag för miljökonsekvensbeskrivning.  
Bilaga. Oljepanna.  
Underlag för miljökonsekvensbeskrivning.  
Bilaga. Miljökonsekvenser av kväveoxid-, ammoniak-  
och lustgasutsläpp, jan 1995.

Minskning av NO<sub>x</sub>- och svavelutsläpp från energi-  
anläggningar, sept 1993

EMAS, Tillämpning av miljöledningssystemet EMAS  
inom fjärrvärmeföretagen, maj 1995

## ÖVRIGT

Arbetsmiljö fjärrvärme.  
Del 1 Lagar och avtal.  
Del 2 Distributionsanläggningar, nov 1991  
Del 3 Produktionsanläggning, nov 1992

Fj ärrkyla. Fjärrkylan i Sverige, feb 1992  
Leveranssäkerhet, maj 1992 Nyckeltal för  
fjärrvärme, aug 1993

Småskalig oljeeldning för villor och fastigheter,  
FVF 1996:8

Vision Värmekomfort,  
FVF oktober 1996:14

Konvertering till fjärrvärme, Direktverkande elvärme,  
FVF december 1996:17

Fj ärrkommunikation för energiföretag,  
FVF april 1997:6

Illustrerad Energi, Redovisning av pilotprojekt i  
Botkyrka, FVF 1997:7

Köldmedier i fjärrvärmeföretag, En lägesrapport,  
december FVF 1997:9

Tjänster - som stöd för produkten fjärrvärme,  
februari FVF 1998:2

Fjärrvärme till småhus  
Primär eller sekundäranslutning?  
maj FVF 1998:9











SVENSKA FJARRVARMEFÖRENINGENS SERVICE AB  
101 53 STOCKHOLM  
Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr  
Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:  
Telefon 08 - 677 26 00, Telefax 08 - 677 26 05