

# **Rörplöjningsteknik för VA-ledningar - en marknadsanalys**

Jan Fallsvik  
Thomas Johansson  
Alf Lindmark

Juni 1991

## RÖRPLÖJNINGSTEKNIK FÖR VA-LEDNINGAR EN MARKNADSANALYS

SGI Varia nr: 344

SGI uppdragsnummer: 1-325/90

Uppdragsgivare: PUVA-gruppen

Datum: 1991-06-04

Projektledare: Jan Fallsvik, SGI

Handläggare: Jan Fallsvik, SGI  
Thomas Johansson, VBB VIAK AB  
Alf Lindmark, SGI

Teknisk rådgivning: Viktor Arnell, VBB VIAK AB  
Leif Viberg, SGI

## FÖRORD

En stor del av kostnaderna vid installation av VA-ledningar hänför sig till lägningsarbetet. Den vanligast använda lägningsmetoden i Sverige är schaktning med grävmaskin även om andra metoder förekommer som kedjegrävning och långhålsborrning. Även rörplöjning har prövats men för små ledningsdimensioner.

Rörplöjningsteknik har nu tillämpats för relativt grova naturgasledningar, och Statens geotekniska institut (SGI) har därför påtalat behovet av en utredning beträffande användandet av metoden även för andra ledningsslag - bl.a. VA-ledningar.

Finansierat av PUVA-gruppen, utför SGI och VBB VIAK AB denna marknadsanalys beträffande användande av rörplöjningsteknik för installation av VA-ledningar i Sverige. Marknadsanalysen, som utgör den första etappen av utredningsarbetet, bör följas av utvecklingsarbete samt försöksprogram, varefter rörplöjningsmetoden kan introduceras på marknaden.

Arbetet med rapporten har uppdelats så att SGI huvudsakligen ansvarat för de geotekniska aspekterna och VBB VIAK AB för de VA-tekniska.

Projektledare (och handläggare) har varit Jan Fallsvik, SGI. Övriga handläggare har varit Thomas Johansson, VBB VIAK AB, och Alf Lindmark, SGI.

Till projektet har även knutits två referenspersoner - Viktor Arnell, VBB VIAK AB, och Leif Viberg, SGI - som bidragit med värdefull teknisk rådgivning.

Linköping och Göteborg 1991-06-04

Jan Fallsvik

Thomas Johansson

Alf Lindmark

# RÖRPLÖJNINGSTEKNIK FÖR VA-LEDNINGAR EN MARKNADSANALYS

*Jan Fallsvik, Statens geotekniska institut*

*Thomas Johansson, VBB VIAK AB*

*Alf Lindmark, Statens geotekniska institut*

## 1 BAKGRUND

Plöjteknik används sedan ett tjugotal år tillbaka för läggning av ledningar i Sverige. Främst har plöjteknik används för installation av el- och telekablar inklusive s.k. optokablar. Tekniken har under några år även använts för vissa VA-ledningar - klena tryckledningar för vatten- och avlopp och för dräneringsledningar i myr- och mossmarker - samt för täckdikning.

El- och telekablar förläggs huvudsakligen med vibrerande plog med gummihjulsburet dragfordon, medan täckdikesledningar huvudsakligen förläggs med statisk plog dragen med bandfordon.

Plöjteknik har även använts för ledningar för lågtrycksdistribution av naturgas på initiativ av Statens geotekniska institut (SGI). Dessa projekt har gett mycket goda resultat. Vid läggning av gasledningar har således rörplöjningstekniken blivit ett intressant alternativ till traditionell schaktning.

Plöjningstekniken bör spridas till andra ledningsslag såsom exempelvis fjärrvärme- och VA-ledningar. Tekniken skulle förmodligen också kunna användas vid läggning av grövre ledningar som vatten- och avloppsledningar med dimension upp till  $\phi$  250 - 300 mm om normer och regler för läggning av flexibla rör kan förändras.

## 2 SGI:S PLÖJFÖRSÖK MED GRÖVRE LEDNINGAR

Under det senaste året har SGI utvecklat metoder för förläggning av grövre ledningar i jord med hjälp av plöjningsteknik. Arbetet har utförts i samarbete med olika organisationer i olika projekt. Dessa har varit Vattenfall Östsverige, Malmö Energi AB och Göteborgs Energiverk. Plöjningsmetoden har tillämpats för naturgasledningar för lågtrycksdistribution 1-4 bar. Ledningar med dimensioner  $\phi$  90 mm -  $\phi$  160 mm har installerats på djup 1,1 m. Vid dessa försök har huvudsakligen statisk plog använts.

Olika jordartstyper har prövats i olika delar av Sverige:

Jordart	Plats	Ledningsdimension	Anmärkning
Mycket fast torrskorpelera 200 kPa	Gärstad, Linköping	$\phi$ 90 mm	Demo- projekt
Isälvsmaterial Fast lagrat	Kolbytte Linköping	$\phi$ 90 mm	Demo- projekt
Normalblockig morän	Brunneby Borensberg	$\phi$ 95 mm	Demo- projekt
Mycket fast lermorän 100 - 380 kPa	Glostorp Malmö	$\phi$ 95 mm	Kommersiellt projekt Ledningens längd: 3 km
Lös lera	Tuve Göteborg	$\phi$ 160 mm, med skyddsror $\phi$ 200 mm	Kommersiellt projekt Ledningens längd: 1 km

Inga stora problem uppstått under läggningsarbetet. Erfarenheterna visar att kostnaderna för läggningen kan sänkas till ca  $\frac{1}{3}$  jämfört med traditionell läggning med grävmaskin.



Plöjning av gasledning  $\varnothing$  160, Göteborg, 1991.  
(Bilden är tagen från ett av SGI:s pilotprojekt för plöjning av gasledningar, som pågått under 1990 och 1991).

### **3 TVÅ GENOMFÖRDA PLÖJNINGAR AV NATURGASLEDNINGAR**

Under våren 1991 har två kommersiella projekt genomförts där plöjmetoden har tillämpats för naturgasledningar.

#### **3.1 PLÖJNING AV NATURGASLEDNING I LERMORÄN VID GLOSTORP, MALMÖ**

Plöjningsteknik har av Malmö Energi AB provats i ett fullskaleprojekt - en ca 3 km lång  $\phi$  95 mm naturgasledning för lågtrycksdistribution (1-4 bar) förbi Glostorps kyrkby belägen söder om Malmö stad, Fallsvik m.fl. (1991). Gasledningen, som skall drivas av Malmö Energi, Division Gas, skall förse huvudsakligen växthus men även lantgårdar och bostadsbebyggelse med naturgas.

Malmö Energi har projekterat ledningssträckningen i egen regi. SGI har utfört geoteknisk utredning av den aktuella sträckningen. Dessutom har SGI anlitat SGAB, Göteborg, för georadarmätning längs sträckan. Vid användande av plöjningsteknik krävs en mer omfattande förundersökning än vid konventionell schaktning eftersom skador på befintliga kablar och ledningar ej kan upptäckas under lägningsarbetet. Vid en förundersökning för en ledningsplöjning måste den geotekniska utredningen kunna utgöra underlag för vägval genom terrängen, ange lägen för eventuella hinder (vägar, fastmarkspartier, ledningar etc.), lämplig metod för hinderspassage (exempelvis sprängning, schaktning, jordraketen) samt fastställa erforderlig dragkraft för rörplöjningen.

Jordlagren i Malmötrakten utgörs huvudsakligen av lermorän. En lermorän karakteriseras i första hand av lerfraktionen, men innehåller liksom andra moräner samtliga jordfraktioner, även stenar och block.

Lermoränen i sydvästra Skåne är mycket kalkrik och innehåller stora mängder stenar och block av flinta. Lermoränen har en mycket hög skjuvhållfasthet.

Vid den aktuella sträckan vid Glostorp förekom förutom lermorän bl.a. även en mindre isälvsavlagring. Den sedimentära berggrundens överyta befinner sig på 15 - 20 m djup under markytan.

Matjordstäckets var mycket mäktigt.

Georadar provades för att upptäcka ej dokumenterade kablar och ledningar samt för att kontrollera dess lägen. Större block samt ändringar i jordlagerstrukturen gick även att detektera med georadarutrustningen. Med hjälp av georadarmätningarna detekterades ett flertal ledningar och jordstrukturer.

Eftersom berggrunden eller grövre moränblock låg mycket djupt vid Glostorp fanns inga uppstickande bergströsklar att detektera. Att finna sådana hinder är dock annars en mycket väsentlig uppgift för den geotekniska utredningen, till vilken georadarn kan vara till god hjälp. Ett antal provgropar undersöktes av SGI. Jordlagerförhållandena studerades i provgroparna och störda prover togs upp för laboratorieanalys. I varje provgrop utfördes även mätningar med mindre vingborr för att ge en uppfattning av de rådande skjuvhållfastheterna. Skjuvhållfastheten varierade mellan 100 - 380 kPa.

Utsättning, materialtransport, rörskarvning etc. utfördes av Malmö Energi i egen regi. Rörplöjningen utfördes på entreprenad. För plöjningen användes en holländsk statisk plog (Barth Holland, TL Excalibar) avsedd för täckdikning. Dess vikt var 26 ton och dragkraften var 300 hästkrafter.

Före rörplöjningen framschaktades kända befintliga kablar och ledningar samt de ledningar som detekterats med georadar. Även större block, som befarades kunna hindra rörplöjningen, bortschaktades.

Trots lermoränens mycket höga skjuvhållfasthet var plöjningshastigheten hög; 10 - 20 m/min.

Preliminära kalkyler visar på en besparing på ca 300 - 400 tkr för naturgasledningen vid Glostorp jämfört med alternativet att led-



ningen hade lagts ned med konventionell schaktning med grävmaskin. Det senare hade dock troligen aldrig blivit fallet eftersom den aktuella ledningen inte skulle kunna bära en så stor investeringskostnad.

### 3.2 PLÖJNING AV NATURGASLEDNING I LÖS LERA VID TUVE, GÖTEBORG

Under våren 1991 har plöjningsteknik även provats i ett fullskaleprojekt av Göteborgs Energiverk - en ca 0,8 km lång  $\phi 160$  mm naturgasledning (PEM) för lågtrycksdistribution (1-4 bar) nära Tuve på Hisingen i Göteborgs kommun. På delsträckor användes skyddsror varvid den nedplöjda rördimensionen var  $\phi 200$  mm. Göteborgs Energiverk har projekterat ledningssträckningen i egen regi.

Jordlageren i den aktuella ledningssträckningen utgjordes huvudsakligen av lös lera. På vissa ställen var bärigheten mycket dålig p.g.a. högt organisk innehåll i jorden och högt liggande grundvattenyta.

Korsning av en mindre bäck (1,5 m bred och 0,5 m djup) kunde utföras som kontinuerlig plöjning. S. k. grävmaskinsmattor hade först lagts ut så att plöjmaskinen kunde gå över.

Plöjningshastigheten var mycket hög i den lösa leran; 50 m/min på flera sträckor.

SGI skall tillsammans med Göteborgs Energiverk utföra uppföljning av plöjningsarbetena. Den höga grundvattennivån kombinerat med den mycket lösa leran skulle ha gjort konventionell schaktning till avsett djup omständig och kostsam.

## 4 SAMMANFATTNING AV ERFARENHETER

Goda erfarenheter visar att plöjningsteknik kan användas för:

- Grövre ledningar - troligen upp mot  $\phi$  250 - 300 mm. Vid rörplöjningen matas gasrör och markeringsband ner i plogfåran med hjälp av en s.k. läggbox. Denna kan utformas så att inte minsta tillåtna böjningsradie för aktuell ledning blir under skriden.
- Större djup. Plöjning ner mot 1,5 m djup bör kunna utföras utan svårighet i de flesta fall. Även plöjning ner mot 2 m djup bör kunna utföras i lösare jordlager.
- Fastare jordlager (men då troligen med mera begränsat djup; 1 - 1,5 m)
- Frifallsledningar (läggning med laserstyrning)
- Långa ledningar som annars skulle blivit för dyra.

Fördelarna med plöjtekniken är:

- Snabb läggning. Plöjningshastgheten varierar dock beroende på bl.a. jordmotståndet (skjuvhållfastheten) och dragfordonets styrka och markgrepp.
- Vid plöjning blir markskadorna blir normalt ringa. Efter utförd plöjning framträder endast en mindre upphöjning i markytan som plogen orsakat. Återställning efter plöjningen utförs härvid genom att plöjningsmaskinen kör fram och åter en gång över plogfåran.
- Eliminering av problemen i flytjordsområden, d.v.s. i silt och i siltig morän. (Schakter i flytbenägen jord är mycket svåra att hålla öppna under grundvattennivån.)

Nackdelarna är:

- Ökade krav på projekteringen. Hinder i form av andra ledningar, uppstickande fastmarkspartier etc. måste lägesbestämmas. En geoteknisk utredning måste utföras i ett tidigt skede.
- Alla befintliga ledningar, exempelvis täckdikningsledningar, kan inte lägesbestämmas, vilket kan medföra visst reparationsarbete av dessa.
- Långa avsnitt av sträckningen måste hållas förberedda så att inte plogen onödigtvis fördröjs (läggningshastigheten är hög).
- Ledningssträckningen kan inte dras fram med små krökningsradier (vid 2,5 m lång läggbox,  $R > 20$  m). Vid mindre krökningsradier måste plöjningen avbrytas, och schaktning utföras med grävmaskin vid böjen.

Fördelarna överväger i hög grad nackdelarna vid de flesta markförhållanden. Inom innerstadsområden, där mycket befintliga ledningar förekommer, kan inte plöjtekniken konkurrera. Inom tätortsområden med färre befintliga ledningar är dock plöjtekniken intressant - exempelvis i parkområden, glesare exploaterade områden, fritidshusområden samt "halvlandsbyggd".

## 5 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VA-ANVÄNDNING

För att rörplöjningsteknik skall kunna användas vid läggning av VA-ledningar krävs att en rad frågor om teknik och metod kan lösas på ett positivt sätt. Följande faktorer påverkar möjligheterna att använda rörplöjningsteknik för VA-ledningar:

- Tillgången till maskinell utrustning
- Jordartens sammansättning
- Samordning med andra typer av ledningar
- Antal servisanslutningar
- Dimensionsområde
- Flexibiliteten i längsled hos rörmaterial
- Styvheten i ringled hos rörmaterial
- Omfattande och noggrann projekteringsteknik
- Regler och normer

### 5.1 UTRUSTNING

Maskinell utrustning för plöjning av flexibla rör till ett djup av närmare 2 meter finns idag utomlands. I Sverige finns något mindre kraftfulla maskiner. För att tekniken med rörplöjning skall erhålla någon betydande del av marknaden krävs att maskinerna är lättillgängliga och snabbt kan förflyttas över större delen av landet. Etablering för ett objekt bör kunna ske snabbt och enkelt.

### 5.2 KONTINUITET VID LÄGGNING

För att få kontinuitet vid läggning krävs att en viss längd på en sträcka kan utföras utan avbrott. Anslutningar för serviser, brunnar och andra anordningar på ledningsnätet bör ej förekomma tätare än ca 50 m för att ett ekonomiskt läggningssätt skall uppnås. För VA-ledningar i tätorter är ett c/c avstånd mellan serviser och anordningar på 10 - 20 m inte ovanligt. I dessa fall bör serviserna om

möjligt dras samman till mera glest liggande gemensamma anslutningspunkter.

### 5.3 RÖRMATERIAL OCH DIMENSION

Tekniken förutsätter ett flexibelt kontinuerligt rör av t.ex. polyeten. Röret kan dock även vara uppbyggt enligt dubbelväggsprincipen och förses med värmeisolerande skikt. Detta skulle minska kraven på läggningsdjup men även minska risken för mekaniska skador på det inre "media"-röret.

Rörets konstruktion måste vara anpassad för följande:

- En böjradie som motsvaras av nuvarande standardrör. För ett polyetenrör är minsta tillåtna böjradie 33 x diametern.
- En högre slittållighet på rörets ytskikt än nuvarande PEH-rör, där det inte kan uteslutas att de återfallande massorna mot röret kan bestå av varierande fraktioner med ett innehåll av skarpkantat material.
- En förbättrad styvhet på rörkonstruktionen jämfört med dagens styvhetsklasser. Röret kommer ej att få ett homogent sidostöd från omgivande jordar. En bestämd packningsgrad är ej möjlig att uppnå. Rörkonstruktioner bör möjligen hållfasthetsprovas för de uppkomna påkänningarna i ringled.

### 5.4 PROJEKTERING

Rörplöjning kräver en mer omfattande projektering än den som utförs idag vid konventionell schaktning. Dessutom krävs en mer liberal och iderik syn på ledningsdragningar - exempelvis skilda schakter för olika system eller koncentration av serviser till specifika punkter. Förutom teknisk förändring krävs ändringar i

VA-normen. Dessa ändringar är bl.a. MarkAMA 83, VAV:s anvisningar (t.ex. M15 och P38), SPF verksnorm 100 m.fl.

Tekniken kan också underkastas ett hårdare provningsförfarande med efterkontroll av svackor på ledningen, deformationsmätning och provgropar.

För att tekniken skall komma till sin fulla rätt krävs geotekniska förundersökningar på ett tidigt skede i planprocessen. Det är viktigt att ledningssträckningen inte fastställs före den geotekniska undersökningen, eftersom alternativa sträckningar bör utredas i denna. Även lämplig väg och metod att passera eventuella hinder, exempelvis vattendrag eller uppstickande fastmarkspartier, skall anges. Vid den geotekniska utredningen bör studier av jordartskartor, flygbildstolkning, provgropsgrävning, vingborrning och geofysiska mätmetoder, t.ex. georadar, användas.

## 5.5 JORDART

De flesta jordarter kan bearbetas med en rörplog. Vissa svårigheter uppkommer vid fastare jordar som morän och lermorän, när jordarten inte är homogen eller vid varierande jorddjup. Blockiga jordarter och jordarter med skarpkantade fraktioner ställer stora krav på både utrustning och rörmaterial.

## 6 OMRÅDEN DÄR TEKNIKEN KAN UTNYTTJAS

Eftersom VA-ledningar utan frostskydd skall plöjas ned till frostfritt djup bör inte jordarten vara allt för fast. I alla områden där markskador kan befaras och där kravet är stort på en snabb framdrift ger tekniken fördelar.

Ett kostnadseffektivt utnyttjande av tekniken underlättas om lämpliga u-områden avsätts redan i planprocessen. Detta tillvägagångssätt blir förmodligen mindre troligt på kort sikt.

### 6.1 ÖVERFÖRINGSLEDNINGAR

Största möjligheten för utveckling och expansion av rörplöjningsteknik för VA-ledningar finns idag för överföringsledningar. För långa överföringsledningar i brukad jord och i orörd natur med tillräckligt jorddjup kan tekniken vara av stort intresse.

### 6.2 ALTERNATIV TILL RÖRSPRÄCKNING

Vid långa befintliga ledningssträckor som behöver förnyas eller förbättras kan tekniken vara ett ekonomiskt alternativ till röspräckning. En ny ledning plöjs parallellt med den gamla ledningen.

### 6.3 I TOMT- OCH PARKMARK

Under förutsättning att en tillräckligt stor volym uppnås bör park och tomtmark vara områden där rörplöjningsteknik kan ge fördelar. Linjesträckningen bör härvid planeras så att skadorna på växtlighet som träd- och buskvegetation begränsas .

Marken i sig måste även kunna bära entreprenadmaskiner. Vid plöjning av grövre ledningar används dock bandfordon som ger relativt små markskador.

#### **6.4 I OMRÅDEN MED FLYTJORDAR**

I områden med siltiga jordar med höga grundvattennivåer råder s.k. flytjordsproblem. Vid konventionell schaktning flyter schakten igen under grunvattennivån. Grundvattennivån måste därför temporärt avsänkas, exempelvis med s.k. well-points, eller måste andra dyra metoder tillgripas. Höga schaktkostnader medför att markområden där flytjordsproblem ej kan övervägas för exploatering för bostäder och industrier. Källarlösa byggnader samt användning av plöjteknik för installation av el- och teleledningar samt fjärrvärme och VA-ledningar upp till  $\phi$  250 mm skulle kunna minimera schaktningsbehovet, och exploatering kan övervägas.

#### **6.5 OMRÅDEN MED VARIERANDE JORD- OCH BERGTOPOGRAFI**

I områden där berg och stora block finns i en annars homogen jordart kan det finnas möjlighet att genom rörplöjning undvika dessa hinder mot att man erhåller en längre men billigare ledningssträckning.

#### **6.6 KOMBINATION MED BORRNING OCH TRYCKNING**

Borring och tryckning kan utnyttjas som komplement till rörplöjning i anslutning till korsningar av befintliga ledningar och av järnvägar, gator och andra hårdgjorda ytor inne i tätorter. Förutsättningen är dock att tillräckligt stora utrymmen finns för plöjning i anslutning till gator och vägar samt att goda kunskaper finns om geotekniska förhållanden och andra ledningssystem.



## 7 PLANERAD PLÖJNING AV VA-LEDNING I TORDELSTORP, KUNGSBACKA

För försörjning av ett glesbebyggt område ("halvlandsbyggd") vid Torkelstorp i Kungsbacka kommun med kommunalt vatten, planeras plöjning av en ca 7 km lång VA-ledning (PEM). Ledningens ytterdiameter är  $\phi$  110 mm.

Marken i området består huvudsakligen av lermark. Längs en ca 500 m lång delsträcka består dock jorden av ett siltigt sediment med hög grundvattenyta, d.v.s. mycket svårschaktat vid konventionell schaktning med grävmaskin.

Vid användning av plöjteknik bedöms läggningskostnaden minst halveras trots ökat behov av planering och projektering. Utmed den aktuella ledningen måste härvid geotekniken, korsande befintliga ledningar samt täckdikning beaktas.

## 8 KONKURERANDE OCH/ELLER KOMPLETTERANDE METODER

I vissa fall exempelvis vid stora lägningsdjup, trånga sektioner, förekomst av många befintliga ledningar etc. kan inte plöjning konkurrera ekonomiskt med andra metoder som kedjegrävning, långhålsborrning och konventionell schaktning med grävmaskin.

Vid längre plöjningssträckor är dessa andra metoder ett komplement vid hinderpassager.

### 8.1 KEDJEGRÄVNING

Täckdikningsmaskiner/kedjegrävare har använts för läggning av några 10-tal mil VA-ledningar i Sverige (tryckledningar). Det största lägningsdjupet är ca 2,5 meter i ren sand och den största dimensionen är  $\phi$  160 mm. Den största hastigheten vid läggning i ren sand ligger runt 7-8 m/min.

Vid kedjegrävning utförd med öppen schakt (ej med läggbox) måste schakten stabiliseras vid stora djup och dåliga markförhållanden exempelvis vid flytjordsproblem. Även kedjegrävaren kan förses med en läggbox på samma sätt som en rörplog. Rörplojen är dock snabbare och har erfarenhetsmässigt en bättre framkomlighet än kedjegrävaren speciellt i steniga och blockiga jordar. Rörplöjning ger även mindre omfattande markskador än kedjegrävning.

### 8.2 LÅNGHÅLSBORRNING

Styrd eller riktad långhålsborrning är en teknik som är under stark utveckling. Tekniken har i flera år använts för olje- och gasprojektering. Borrning sker i en förhållandevis liten dimension men hålet kan upprymmas till dimensioner runt  $\phi$  500 mm. Horisontallängden för en borrning kan uppgå till närmare 1000 m. Metoden är förhållandevis dyr.

## 9 MÖJLIGA MARKNADSANDELAR

Under de senaste 5 åren har det i Sverige byggts i genomsnitt ca 750 km vattenledningar och ca 1000 km avloppsledningar. Av dessa byggs omkring en tredjedel av vattenledningarna och en tiondel av avloppsledningarna i polyeten. Detta medför att ca 350 km av den årliga nyläggningen av VA-ledningar utgörs av polyeten. Omkring 30 % av denna nyläggning sker i Norrland och östra Svealand, där det frostfria läggningdjupet kan medföra att plöjningstekniken inte kommer att utnyttjas utan i undantagsfall. Plöjning av grova ledningar på större djup bör dock testas.

Det helt dominerande utförandet utgörs av samförläggning av VA-ledningar i en och samma schakt och förtätning av VA-nätet i urbana områden. Endast en mindre del (kanske 20%) utgörs av omläggning av enskilda ledningssträckor och nyläggning av överföringsledningar. Någon ökning i byggandet av långa överföringsledningar förväntas inte ske samtidigt som utvecklingen går mot mindre och mer decentraliserade VA-enheter.

En grov uppskattning av en möjlig marknadspotential för en fullt utvecklad rörplöjningsteknik för VA-ledningar kan i ett inledningskede vara 40 km/år. Efterhand som plöjtekniken med tillhörande projekteringsmetoder utvecklas kan dock troligen marknadspotentialen utökas. Om tekniken faller väl ut kan troligen 100 km/år uppnås inom några år.

## 10 FÖRSLAG TILL FORTSATT UTREDNINGSGÄLLANDE ARBETE

Denna marknadsanalys samt erfarenheter från plöjning av andra grövre plastledningar visar att plöjteknik kan utnyttjas praktiskt även till VA-ledningar. Ett fortsatt utredningsarbete bör därför vara att:

- Studera gällande normer samt utarbeta förslag till nödvändiga förändringar av dessa för att möjliggöra plöjning av VA-ledningar
- Studera läggningsteknik för VA-ledningar med plog med avseende på:
  - erforderliga läggningsdjup
  - plogbarhet i olika jordar
  - projekteringsteknik och vägval
  - dragkraftsbehov (maskintyp, maskinvikt, markgrepp, tillgänglighet etc.)
  - tillgången på maskinell utrustning i Sverige och utomlands
- Studera utförandeteknik med avseende på
  - rörmaterial (lämpliga plastkvaliteter)  
flexibiliteten i längsled  
styvheten i ringled
  - rördimensioner
  - kopplingar, skarvningsteknik
- Studera möjligheterna att använda nya rörtyper som
  - isolerade rör
  - dubbelväggiga rör

- Studera speciella problem som
  - utförande av och avstånd mellan sevisanslutningar
  - systemteknik, samförläggning med andra rörtyper
  
- Utföra försök/demonstrationsprojekt där parametrarna rördimension, jordförhållanden och läggningsdjup varieras och deras inverkan utvärderas.
  
- Utföra ett kommersiellt projekt som pilotprojekt där plöjning av en lämplig VA-ledning följs upp med avseende ekonomi samt på ovan angivna aspekter.

## LITTERATURREFERENSER

VAV P14, (1969), Läggningsdjup för VA-ledningar i jord med hänsyn till tjäle, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, Svensk Byggtjänst, Stockholm

VAV P41, (1979), Förankring av markförlagda tryckledningar, förankringstyper, dimensionering och utförande, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, Svensk Byggtjänst, Stockholm

MarkAMA 83, (1983), Allmän material- och arbetsbeskrivning för markarbeten, Svensk Byggtjänst, Stockholm

VAV M15, (1984), Markavloppsrör av PVC och PEH för självfallsledningar i jord, Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, Svensk Byggtjänst, Stockholm

VAV P50, (1986), Anvisningar för provning i fält av avloppsledningar för självfall (fältprovningssanvisningar), Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, Svensk Byggtjänst, Stockholm

Fallsvik, J., Haglund, H., Lindmark, A., Jönsson, R., (1991), Läggningsav gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö - Uppföljning och rapportering, ME Malmö Energi AB, Statens geotekniska institut, Svenskt gastekniskt center, Malmö och Linköping, SGI Varia nr 343, SGC 91.01.

SPF, Verksnorm 100, Sveriges Plaströrsförening

Inom projektet har en relativt omfattande litteratursökning genomförts i litteraturdatabaserna SGI-line, VA-nytt samt BODIL. Utifrån denna litteratursökning har inga relevanta artiklar hittats, som är intressanta för ämnesområdet plöjning av VA-ledningar.