

Jan Fallsvik
Jörgen Hammarstedt
Alf Lindmark

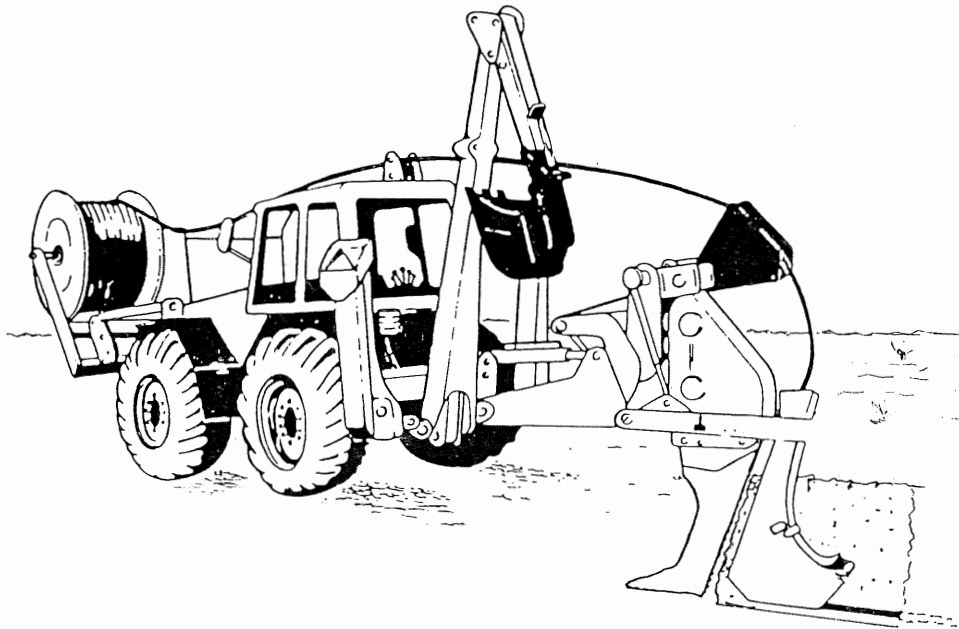
RÖRPLÖJNINGSTEKNIK FÖR GASLEDNINGAR

Förstudie

RÖRPLÖJNINGSTEKNIK FÖR GASLEDNINGAR

FÖRSTUDIE

Jan Fallsvik
Jörgen Hammarstedt
Alf Lindmark



INNEHÅLL

- 0 SAMMANFATTNING

- 1 PROJEKTBEKRIVNING
 - 1.1 Bakgrund
 - 1.2 Mål för projektet
 - 1.3 Projektorganisation
 - 1.4 Genomförande

- 2 HITTILLS GENOMFÖRDA AKTIVITETER
 - 2.1 Litteraturstudie
 - 2.2 Myndighetskontakter
 - 2.3 Plogutrustning
 - 2.4 Gasrör
 - 2.5 Geotekniska förutsättningar
 - 2.6 Andra gasintressenter
 - 2.7 Marknadspotential
 - 2.8 Slutsatser

- 3 PROJEKTETS VIDAREUTVECKLING

0 SAMMANFATTNING

Vattenfall östsverige och Statens Geotekniska Institut driver ett projekt vars syfte är att undersöka om kabelplöjningsteknik kan anpassas till gasledningar för lågtrycksnät. Skälet till att plöja ner gasledningar är att kostnaderna för ledningarna kan minskas kraftigt. För ett systemtryck lägre än 4 bar används huvudsakligen polyetenrör som distributionsledningar. Dessa ledningar förläggs idag i schaktade ledningsgravar. Med ett plöjningsförfarande kan kostnaden minska samtidigt som markskador och skördeersättningsanspråk reduceras. Användningen av rörplöjningsteknik avser ytor/markområden som är lämpade för denna typ av läggningsteknik t ex obebyggda öppna markområden, grönytor inom tätbebyggelse etc. Tekniken har i många år använts utomlands, bl a i Kanada.

För att tekniken skall kunna tillämpas i Sverige måste de svenska normerna som reglerar läggning av gasledningar revideras. Ett av projektets mål är att presentera ett underlag för en förändring av de svenska normerna så att plöjningstekniken inte kommer i konflikt med regelverket.

Ett andra mål är en projekteringsmetod som, utifrån de geologiska och geotekniska förutsättningarna, i förväg kan anvisa den lämpligaste ledningssträckningen och den lämpligaste läggningssättet. Dvs den kombination av sträckning och läggningssätt som ger den lägsta totalkostnaden med bibehållen säkerhetsnivå.

Projektet inleds med en så fullständig faktainsamling som möjligt. Kunskaperna förvärvas genom litteraturstudier samt kontakter med olika intressenter t ex tillverkare av rör och maskinutrustning, entreprenörer och gasdistributörer. I ett tidigt skede i projektet kontaktas tillsynsmyndigheten Sprängämnesinspektion.

De erfarenheter som erhållits hittills kan sammanfattas i följande punkter:

- Tekniskt sett tycks det inte föreligga några problem att rörplöja gasledningar.

- Ändring av normerna som reglerar läggning av gasledningar bedöms av Sprängämnesinspektionen inte som omöjligt.
- Kostnaden för rörplöjning bör bli väsentligt lägre än för konventionell schaktningsteknik, i bästa fall bedöms plöjtekniken kosta 30-50% av vad rörläggning med schaktning kostar. I jämförelsen är kostnaden för rör och skarvar inräknat. Kostnaden för att schakta ner rör och återfylla är ca 200-350 kr/m, motsvarande plöjkostnad är ca 50 kr/m. För att nå denna reducering av läggningens kostnaden måste en del teknikanpassningar och förändringar av projekteringsarbetet göras.
- Även om den faktiska kostnaden för att plöja ner gasledningar ser ut att vara lägre än konventionell teknik kan man inte på detta stadium uttala sig om hur stor marknadspotentialen är.
- Valet av metod för läggning av gasledningar styrs av många faktorer. Det är därför angeläget att hitta de kriterier som avgör när ledningen skall läggas genom rörplöjning, kedjegrävning eller schaktning. Exempelvis kan det i vissa fall bli billigare att gå en relativt lång omväg med rörplöjningsteknik än att tvingas forcera ett bergparti med sprängning.

Rörplöjningstekniken kommer att utgöra ett mycket intressant alternativ inte bara för naturgasdistribution. Utan även för distribution av gas från avfallsupplag, gasoldistribution och vid exploatering av "in-hemsk" naturgas t ex från Östgötaslätten.

Projektet beräknas vara avslutat hösten 1990.

1 PROJEKTBEKRIVNING

1.1 Bakgrund

I samband med den planerade utbyggnaden av det svenska högtrycksnätet för naturgas följer stora investeringar i lågtrycksdistributionssystem, dvs regionala och lokala gasledningsnät för leverans av gas till de slutliga förbrukarna. Det kommer därför troligtvis att läggas åtskilliga kilometer plaströr för lågtrycksdistribution i landet under de närmaste åren. Det framstår därför som väsentligt att studera möjligheterna att bygga dessa lågtrycksnät till så låg kostnad som möjligt.

Förutom naturgasdistribution finns det andra tänkbara tillämpningar av rörplöjningsteknik.

Vid distribution av små mängder gas ökar de enskilda projektens känslighet för investeringar i ledningsnät. Utnyttjande av gas från gasförande borrhål på Östgötaslätten eller deponigas ur soptippar är exempel på objekt som är i starkt behov av billiga lägningsmetoder för ledningar. Även för gasdistribution kan tekniken vara intressant.

I Sverige läggs idag lågtrycksledningar med konventionell schaktningsmetodik. Detta förfarande är tidskrävande och innebär bl a kostnader för sandbädd i botten på schaktet, återfyllning av schaktmassor samt intrångsersättning m m.

För läggning av olika typer av kablar har i Sverige sedan länge plöjningstekniken varit ett sätt att undvika schaktningskostnaderna. Kabelplöjning används främst för läggning av elkabel och fiberoptiska telekablar. Plöjningstekniken kan användas på grönytor i och kring städer/samhällen, på åker- och skogsmark. Belagda ytor eller mark som innehåller många andra ledningar som inte kan platsbestämmas lämpar sig mindre bra för plöjteknik.

Med en anpassning av kabelplöjningstekniken för gasledningar för lågtrycksdistribution, med utnyttjande av erfarenheter från Kanada och Storbritannien där tekniken används, bör kostnaderna för uppbyggande av ett omfattande svenskt gasdistributionssystem kunna minskas avsevärt.

1.2 Mål för projektet

Projektets huvudmål är att så långt det är möjligt presentera ett färdigt koncept för plöjning av gasledningar för lågtrycksdistribution. Delmål under projektets gång kan exemplifieras av följande punkter;

- Kan rörplöjning accepteras med tanke på Svenska krav på säkerhet vid gashantering? Gasmanualen som bl a reglerar rörlägningsarbeten måste i så fall revideras.
- Projekteringsförfarandet kommer att kräva större insatser än idag. Ledningssträckningen och jordartsförhållanden blir faktorer som styr metodval och därigenom ledningens totalkostnad. Det kan t ex visa sig mycket lönsamt att ta en omväg runt en moränkulle för att vinna kontinuitet i arbetet.
- Andra metoders ekonomisk/tekniska konkurrensfördelar bör studeras för att bilda underlag för metodval.
- Tekniska specifikationer på plogar och behov av dragfordon, kopplat till jordartförhållanden, erfordras.

Syftet med projektet är att utveckla ett "paket" som gasdistributörer skall kunna använda för att på ett ekonomiskt optimalt sätt förse sina kunder med gas. Avsikten är alltså att utarbeta en metod för projektering av gasledningsläggning som utgår från de geotekniska förutsättningarna. Med geotekniska undersökningsmetoder t ex flygbildstolkning, kan en ledningskorridor fastställas. Inom denna korridor definieras olika avsnitt som lämpar sig för olika läggningstekniker; sprängning i bergiga partier, schaktning i "svåra" jordarter, kedjegrävning respektive rörplöjning. När hela sträckans förutsättningar kartlagts kan metodval göras som optimerar kostnaderna.

1.3 Projektorganisation

Projektet drivs av en arbetsgrupp med följande utseende:

Jörgen Hammarstedt Vattenfall Östsverige
Box 940
591 29 Motala
Tel: 0141-27000

Jan Fallsvik Statens Geotekniska Institut
581 01 Linköping
Tel: 013-115100

Alf Lindmark Statens Geotekniska Institut
581 01 Linköping
Tel:013-115100

Ansvarig myndighet för de normer som reglerar läggandet av gasledningar är Sprängämnesinspektionen. Projektet finansieras av Vattenfall och Statens Geotekniska Institut.

1.4 Genomförande

En viktig del i projektet utgörs av kunskapsinhämtning nationellt och internationellt. Detta kommer att utföras genom en litteratursökning samt genom att kontakta företag och organisationer med erfarenheter från rörplöjning. Detta ger oss värdefulla kunskaper för det fortsatta arbetet.

Litteratursökningen görs både i SGI's databas samt utländska databaser. Kontakter kommer att tas med tillverkare av kabelplogar, kabelplöjningsentreprenörer, rörtillverkare, projektörer, myndigheter och branschorgan. När tillgängliga fakta sammanställts utarbetas ett förslag till ny normtext som tillåter rörplöjning i Sverige. Underlagsbehovet för och utarbetandet av en ny normtext görs tillsammans med Sprängämnesinspektionen.

Om målet nås, dvs rörplöjning visar sig tekniskt möjlig och ekonomisk intressant, bör projekteringsmetodiken ses över. Större krav kommer

att ställas på projekteringsfasen. En skiss på hur sådan projektering kan utföras framför allt med hänsyn till de geotekniska förutsättningarna tas fram. Projektet slutrapporteras hösten 1990.

2 HITTILLS GENOMFÖRDA AKTIVITETER

2.1 Litteraturstudie

Litteratursökningarna har utförts och en genomgång av materialet pågår. Intressanta titlar väljs ut och beställs för att ingå i pågående litteraturstudie som presenteras i slutrapporten. Litteratursökningarna har gjorts i SGI's databas samt Compendex, Ntis, Pascal, Ismec som är internationella databaser.

2.2 Myndighetskontakter

Eftersom normändringar måste göras innan rörplöjningstekniken kan användas, fann vi det angeläget att Sprängämnesinspektionen (SÄI) informerades på ett tidigt stadium. SÄI har ansvaret för de normer som reglerar byggande av gasledningar.

Vid ett informationsmöte med SÄI blev vi informerade om det regelverk som styr distributionen av gas i Sverige. Vidare fick vi en redogörelse av SÄI's uppbyggnad och organisation.

Från SÄI's sida påpekades att man inte skall se normen som ett statistiskt instrument för ledningsbyggande. Kan vi visa att en "ny" läggningsteknik uppfyller de krav på säkerhet som ställs på gasinstallationer i Sverige, så kommer SÄI att medverka till att normerna för naturgas ändras så att tekniken kan tillämpas. Detta kan ske genom hänvisning till utländska överförbara erfarenheter eller genom väldokumenterade praktiska prov.

2.3 Plogutrustning

I Sverige finns omfattande erfarenheter från kabelplöjning. Dessa erfarenheter är intressanta då en del av den kunskap som förvärvats under åren även är tillämpbar när det gäller att plöja ner rör. Plöjningsteknik för kabelläggning tillämpas både av elkraftsdistributörer

och av Televerket. Ett tiotal företag tillverkar och säljer utrustning för kabelplöjning. Man skiljer på statiska och dynamiska (vibrerande) plogar. Statiska plogar är enklare i sin konstruktion och därmed inte lika dyra som dynamiska plogar. Framkomligheten med dynamiska plogar tycks vara bättre, vilket är värt att notera då dragkraftsbehovet ökar kraftigt med ökat plöj djup. Gasledningarna kommer att läggas på nivån 0.8-1.0 m under markytan, medan kablar läggs på djupet 0.45-0.80 m.

Vissa tillverkare av vibrerande plogar hävdar vidare att vibrationerna åstadkommer en finmaterialansamling runt kabeln/röret. Detta skulle kunna vara en fördel då finmaterialet kan skydda ledningen från i jorden förekommande skarpkantat grövre material. Plöjningstekniken klarar idag att lägga ner kabel eller rör (dräneringsrör) med upp till 125 mm diameter på ca 0.80 m djup. Det är viktigt att betona att detta gäller för en jordartstyp med dess specifika plöjmotstånd.

Televerket har en omfattande erfarenhet av plöjning av fiberoptisk kabel. Tekniskt sett måste de plogtyper som används till kabelplöjning modifieras för att kunna användas för läggning av gasrör. En viktig förändring krävs på grund av gasrörens styvhet, som medför att en enligt naturgasmanualen minsta krökningsradie måste hållas. Plogtillverkare vi talat med anser att gasledningarna med ca 100 mm diameter går att plöja till erforderligt djup.

2.4 Gasrör

Vid våra kontakter med tillverkare av gasrör har vi informerat om pågående projekt samt diskuterat två, ur rörsynpunkt, viktiga frågor nämligen;

- Gasrörens funktion vid plöjning med avseende på nötning. Behov av täckskikt eller större materialtjocklek?
- Gasrör för leverans på rulle för kostnadsminimering.

Enligt naturgasmanualen skall gasrör läggas och kringfyllas med sten- och blockfritt material för att undvika nötningsskador. Genom att förse gasrören med ett extra skyddsskikt av ett mjukare och smidigare material utvärdigt anser sig en rörtillverkare ha löst frågan. Till-

verkaren uppger att omfattande provningsverksamhet har visat att rör med skyddsskikt är mycket motståndskraftiga mot mekanisk påverkan i t ex plöjningstillämpningar.

Andra rörtillverkare anser att i de flesta tillämpningar erfordras varken skyddsskikt eller sandbädd. Man hänvisar då till utländska erfarenheter. Projektgruppen har i dagsläget för litet underlag för att ta ställning i frågan om behovet av skyddsskikt. De huvudsakliga problemställningar som bör behandlas för gasledningarna är frågor kring yt-skyddet av ledningen vid plöjning samt problem vid hantering av längre rörlängder.

2.5 Geotekniska förutsättningar

Inledningsvis är det viktigt att poängtera att de markavsnitt som man avser att plöja ner sin gasledning i, kan vara mycket olika lämpade för plöjning. Erfarenheter från kabelplöjning är till viss del överförbara. Kabelplöjning utförs i dag i en rad olika markslag, generellt är intrycket att kabelplöjning fungerar bra. Mer omfattande plöjning föregås som regel av enklare besiktningar av sträckan. Vid besiktningen görs en bedömning av markens plöjbarhet och modifieringar av sträckningen kan då göras. Vid dessa besiktningar undviker man de hinder som försvårar kabelplöjningen.

Sådana hinder som block, berg i dagen, dräneringsledningar etc undviks. Relativt lite hänsyn behöver dock tas till jordlagrens plöjmotstånd. Kabelplöjning ner till ca 0.5 m kräver ungefärligen en dragkraft på 80 kN i de flesta jordarter. Detta förklarar varför man inte behöver veta mer om jordlagrens tekniska egenskaper som t ex kan överföras till ett plöjmotstånd. Laggning av gasrör kommer att göras på större djup. I vissa jordarter kommer detta att leda till en kraftig ökning av erforderlig dragkraft. Som exempel kan nämnas en beräkning av erforderlig dragkraft som vi utfört för en lera med skjuvhållfastheten (τ_{fu}) 150 kPa. Erforderlig dragkraft ökade från ca 40 kN till ca 140 kN när djupet ökade från 0.45 m till 0.9 m se fig 1. Exemplet vill visa att man redan nu bör ta i beaktande att ett lerparti som gick alldeles utmärkt att kabelplöja med hjultraktor, kräver vid rörplöjning den dragkraft som larvgående schakmaskin ger. En vidare konsekvens av detta är att större arbete kanske skall läggas ner vid projekteringen.

2.6 Andra gasintressenter

Mycket av arbetet i projektets inledningsskede innebär erfarenhetsin-
hämtning från skilda håll. Flera kontakter med framför allt Kanada har
gett god vägledning. I november besökte Paul Ross Sverige. Paul, som
är VD för Consumer's Gas Company Ltd, Congas, gav oss värdefull in-
formation om utbyggnaden av gasnätet i Kanada och då speciellt använd-
ningen av plöjningsteknik.

1965 gjordes de första rörplöjningsförsöken och i dagsläget plöjer Ka-
nadensiska gasdistributörer ner mer än 5000 km polyetenledning årlig-
gen. Han berättade om sina erfarenheter och de problem som har upp-
stått under årens lopp, vilka enligt Ross inte har varit vare sig om-
fattande eller besvärande. I Kanada saknas nationella normer för lägg-
ning av gasrör. Varje entreprenör eller distributör har det fulla an-
svaret för att installationerna är säkra. Entreprenören måste alltså
hela tiden kalkylera med mycket stora skadestånd om hans verksamhet
förorsakar skada, vilket enligt dem nordamerikanska filosofin leder
utvecklingen mot säkra lösningar. Ross rekommenderade varmt ett stu-
diebesök i Kanada där vi skulle få möjlighet att studera tekniken i
praktiken, en teknik som alltså är väletablerad. I Kanada används vib-
rerande plogar för ledningar upp till 75 mm diameter, förläggningsdjup
90 cm. Ross' egen bedömning är att upp till 100 mm diameter borde man
kunna plöja ner utan större bekymmer.

Mötet med representanter för Malmö Energi AB, division gas samt kon-
sultföretaget OC-Konsult i Danmark syftade till att förbättra våra
kunskaper om hur det praktiska projekteringsarbetet bedrivs av gas-
distributör respektive konsult.

I Malmö fick vi ta del av gasdivisionens erfarenheter av projektering
och byggande av gasledningar. Försök med kedjegrävare gav visserligen
stor framdrift, ca 1000 m/dag men kapaciteten ansågs ändå svårut-
nyttjad på grund av korsande vägar, ledningar etc. Plöjteknikens an-
vändbarhet kunde bli därför ifrågasättas. OC-konsult har projekterat
ca 300 mil gasledningar i Danmark. Möjligheter till plöjning av gas-
ledningar har diskuterats, bl a har man funderat på plöjningsmöjlig-
heter för gasledningar i gatumark.

2.7 Marknadspotential

En basförutsättning för att rörplöjningsteknik för gasledningar skall utvecklas och komma till användning, är att det finns en tillräckligt stor marknadspotential.

Vid våra kontakter med distributörer entreprenörer har det framförts både för och nackdelar med plöjningstekniken. Låt oss därför lista båda argumenten.

Nackdelar (som talar mot en allmän användning)

- Gasledningar (distribution) kommer att läggas på mark som inte lämpar sig för plöjning.
- Projekteringen "hänger inte med" med konsekvensen att plöjningsmaskinen får mycket stilleståndstid, t ex vid vägpassager.
- Plöjningstekniken kommer inte att kunna uppfylla normerna för läggning av gasrör.

Fördelar

- Kostnaden för ledningsläggningen kommer att minska, eventuellt halveras.
- Markskadorna minskar, en följd av detta är bl a minskade skördeersättningskrav.
- Större valfrihet i sträckning kan erhållas med ett billigt förfarande.
- Fler konsumenter kan nås för användning av naturgas och även gasol.
- Utnyttjande av gas från avfallsupplag blir ekonomiskt lönsamt i större omfattning.
- Utnyttjande av "inhemsk" naturgas kan bli ekonomiskt intressant.

Projekgruppen vill idag inte göra en utvärdering av plöjningsteknikens marknadspotential. Man kan dock konstatera att med tänkt utbyggnad av naturgasnätet i Sverige så bör det finnas många plöjbara sträckor. Vid utnyttjande av naturgas från Östgötaslätten "inhemsk" naturgas är man mycket känslig för stora investeringar. Kostnaden för gasledningarna får i denna typ av projekt en avgörande betydelse för naturgasdistribution.

2.8 Slutsatser

- En del tekniska kompletteringar av plöjustrutningen erfordras innan tekniken är färdig för användning.
- De delar av normerna som reglerar läggning av rör kan ändras när goda argument för ändring kan presenteras.
- Plöjtekniken tycks kunna förbilliga läggandet av gasrör i dimensioner mindre än 100 mm.
- Kraven på projekteringsarbetet kommer att öka om man jämför med vad som erfordras för konventionell schaktteknik.

3 BEDÖMNINGAR AV PROJEKTETS VIDAREUTVECKLING

Med hänsyn till den användbarhet som vi gissar finns för rörplöjningsteknik anser vi viktig att metodikens möjligheter utreds så snabbt som möjligt. Om finansieringen ordnas för projektets fortsättning avser vi att:

- Ta fram underlag (bevis) för en ändring av normerna så att rörplöjning möjliggörs. Detta görs i första hand genom kontakter med nordamerikanska entreprenörer och distributörer.
- Utföra praktiska plöjförsök i olika jordartstyper som dokumenteras med avseende på geotekniska egenskaper.
- Slutrapportera projektet hösten 1990.