
Rapport SGC 019

**LÄGGNING AV GASLEDNING MED
PLÖJTEKNIK VID GLOSTORP, MALMÖ
– UPPFÖLJNINGSPROJEKT**

Jan Fallsvik
Alf Lindmark
Håkan Haglund
Roger Jönsson

Statens Geotekniska Institut
och
ME Malmö Energi AB

Maj 1992



Rapport SGC 019
ISSN 1102-7371
ISRN SGC-R--19--SE

Rapport SGC 019

**LÄGGNING AV GASLEDNING MED
PLÖJTEKNIK VID GLOSTORP, MALMÖ
– UPPFÖLJNINGSPROJEKT**

**Jan Fallsvik
Alf Lindmark
Håkan Haglund
Roger Jönsson**

**Statens Geotekniska Institut
och
ME Malmö Energi AB**

Maj 1992

LÄGGNING AV GASLEDNING MED PLÖJTEKNIK VID GLOSTORP, MALMÖ

- UPPFÖLJNING OCH RAPPORTERING

Jan Fallsvik
Håkan Haglund
Alf Lindmark
Roger Jönsson

9 maj 1992
(upplaga 3)



SGC:s FÖRORD

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

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

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

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

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Thunell

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sida
	FÖRORD	
1	BAKGRUND	1
1.1	Konventionell schaktning	1
1.2	Plöjningsteknik	2
2	PROJEKTBEKRIVNING	4
3	GEOLOGISK ÖVERSIKT	6
4	GEOTEKNISK UNDERSÖKNING	7
4.1	Georadarmätning	7
4.2	Provgropsgrävningar, provtagning och hållfasthetsmätning	8
5	ARKEOLOGISK UNDERSÖKNING	11
6	GENOMFÖRANDE AV RÖRPLÖJNING	11
6.1	Upphandling	11
6.1.1	Rörmaterial	11
6.1.2	Entreprenad	12
6.2	Genomförande	12
7	UTVÄRDERING	14
7.1	Allmänna förhållanden	14
7.2	Val av skyddsskikt	14
7.3	Kapacitet	15
7.4	Återställningsytor	16
8	KOSTNADER	17
9	SLUTSATS	20
	BILDBILAGA	Sid 1-5
	Geoteknisk undersökning, markförhållanden, Plan	Ritning nr 1
	Georadarmätning, Plan	Ritning nr 2

FÖRORD

Denna rapport behandlar distribution av naturgas i ledningar av PEM-material med driftryck ≤ 4 bar övertryck, dvs lågtrycksdistribution. En stor del av kostnaderna vid installation av naturgasledningar för lågtrycksdistribution hänför sig till lägningsarbetet. Den vanligast använda lägningsmetoden i Sverige är schaktning med grävmaskin, även om andra metoder förekommer som kedjegrävning och långhålsborrning. Rörplöjning kan där metoden är lämplig avsevärt förbilliga lägningsarbetet. Statens geotekniska institut (SGI) har under 1990 utfört försök med rörplöjning av naturgasledningar vid tre försöksområden.

Finansierat av Svenskt Gastekniskt Center AB och ME Malmö Energi AB, har SGI och Malmö Energi utfört denna rapportering och uppföljning av en rörplöjning vid Glostorp söder om Malmö. Denna ledning utgör den första kommersiella naturgasledningen i Sverige som installerats med plöjteknik.

Linköping och Malmö 1991-06-04

Jan Fallsvik

Håkan Haglund

Alf Lindmark

Roger Jönsson

LÄGGNING AV GASLEDNING MED PLÖJTEKNIK VID GLOSTORP, MALMÖ

- UPPFÖLJNING OCH RAPPORTERING

Jan Fallsvik, Statens geotekniska institut

Håkan Haglund, ME Malmö Energi AB

Alf Lindmark, Statens geotekniska institut

Roger Jönsson, ME Malmö Energi AB

1 BAKGRUND

1.1 KONVENTIONELL SCHAKTNING

Vid förläggning av naturgasledningar i åkermark har tidigare i övervägande fall schaktning utförts konventionellt med grävmaskin, men även kedjegrävare har provats. I båda fallen öppnas en ledningsschakt som efter rörnedläggningen återfylls.

För att vid schaktning förhindra sammanblandning av olika jordmassor - alv respektive matjord - avtas först matjorden på berörd yta längs ledningssträckningen, d.v.s. den yta där schaktning och alvuppläggning skall ske.

Som skydd mot mekaniska skador på gasledningen utläggs en kringfyllning omkring gasledningen med stenfri sand med maximal kornstorlek 8 mm. På vissa sträckor har prov utförts med skyddsror kring gasledningen som s.k. tekniskt byte för sandkringfyllningen.

Normalt levereras gasrören av PEM-material i längder om 10 m. Dessa hopfogas på plats enligt stumsvetsmetoden och därefter monteras eventuellt skyddsror.

Efter rörnedläggning och sandkringfyllnad (eller skyddsrorsmontering) återförs alvmaterialet med grävmaskin i rörgraven. Överskottsmassor transporteras bort och matjorden återföres. Efter detta djupbearbetas (alvluckras) och kultiveras utnyttjad yta. Erforderlig stenplockning utförs som sista moment på kultiverad yta.

Konventionell schaktning innehåller många arbetsmoment vilket ger låg framfart och därmed höga läggningsekostnader. Skördeskadeersättningen blir även hög då skadad arbetsbredd blir ca 8 m och ersättningskrav upp till 6 år kan drabba projektet beroende på komprimering av marken orsakat av transporter längs ledningssträckan.

1.2 PLÖJNINGSTEKNIK

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 samt för täckdikning. El- och telekablar förläggs huvudsakligen med vibrerande plog med gummihjulsburet dragfordon, medan täckdikningsledningarna huvudsakligen förläggs med statisk plog dragen med bandfordon.

Främst i Kanada men även i USA och Storbritannien har plöjteknik med framgång använts för naturgasledningar. I Kanada har plöjningsteknik använts för tusentals mil naturgasledningar för lågtrycksdistribution i ett 30-tal år.

Plöjningstekniken testades i Sverige för ledningar för lågtrycksdistribution av naturgas på initiativ av Statens geotekniska institut (SGI). Detta projekt, som gav goda resultat, utfördes sommaren 1990 på tre olika platser i Östergötland representerande olika jordförhållanden.

Rörplöjningsenheten består av en banddriven dragmaskin (larvmaskin) utrustad med en tillkopplad plog och en s.k. läggbox.

Vid startpunkten för varje delsträcka som skall plöjas grävs en startgrop, i vilken plogen och läggboxen sänks ned till avsett djup. Startgropen grävs med traktorgrävare eller grävmaskin.

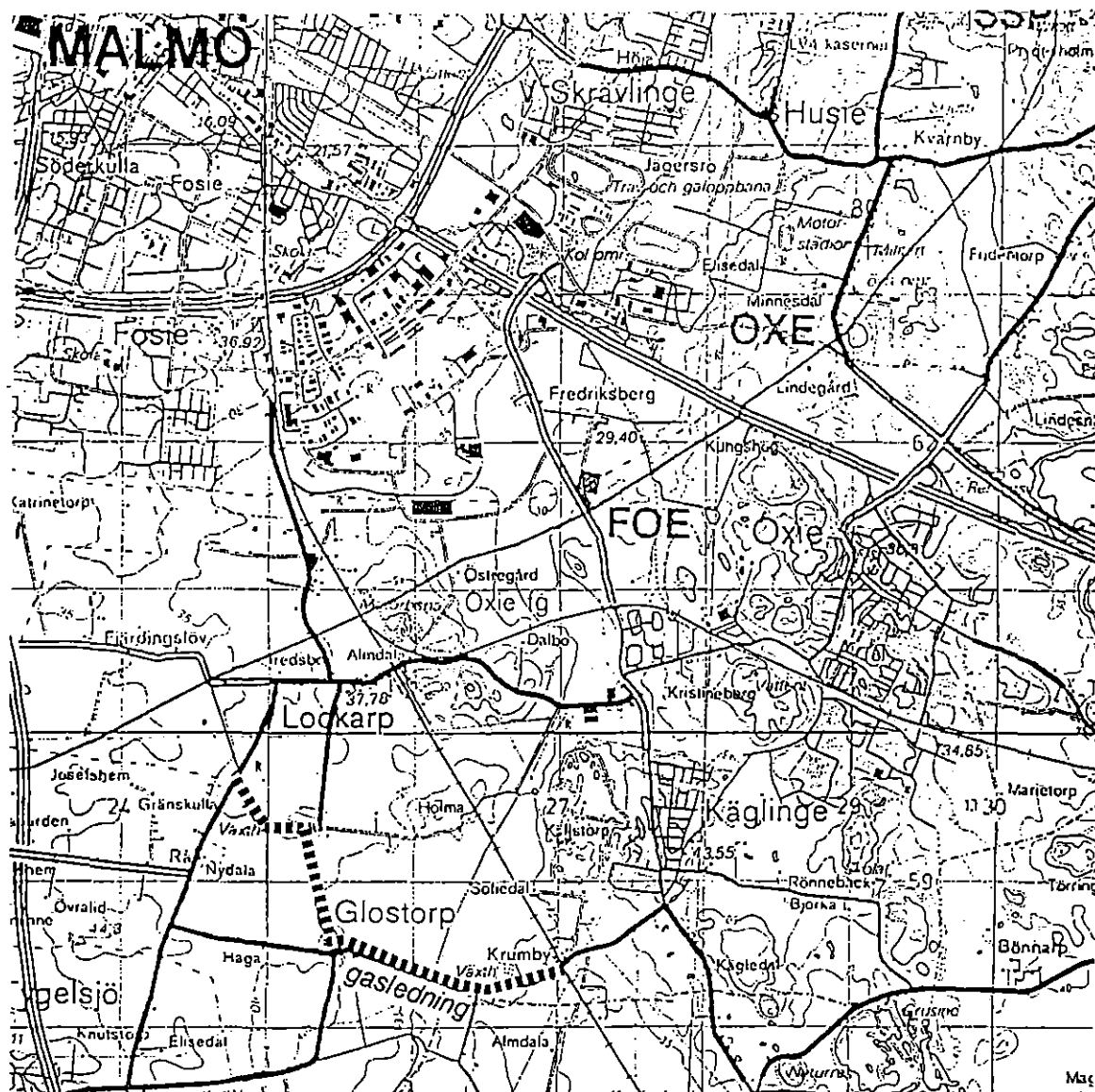
Gasledningen utläggs ihopsvetsad på marken längs ledningssträckan före rörplöjningens påbörjande. Gasledningen lyfts upp över dragmaskinen och plogen och leds via speciellt utformade "valsar" ned i läggboxen. Även gasmarkeringsbandet leds ned i läggboxen på samma sätt.

När dragmaskinen med tillkopplad plog och läggbox körs framåt längs ledningssträckan bryts jorden upp av plogbillen och lyfts tillräckligt mycket för att ge plats åt gasledningen. Gasledningen matas med hjälp av läggboxen ned till avsett läge och markeringsbandet matas ut 30 cm över gasledningen.

Efter plöjd delsträcka kör dragmaskinen med upplyft plog och läggbox fram och tillbaka en gång med larvbandet över den upphöjning, som plogen orsakat, varmed upphöjningen tillplattas och återställningen är färdig.

2 PROJEKTBESKRIVNING

Plöjningsteknik har nu av Malmö Energi provats i ett fullskaleprojekt - en ca 3 km lång 90 mm (PEM) naturgasledning för lågtrycksdistribution (1-4 bar) förbi Glostorps kyrkby belägen söder om Malmö stad. Malmö Energi, Division Gas, skall distribuera naturgas till huvudsakligen växthus, men även lantgårdar och bostadsbebyggelse längs ledningssträckan erbjuds anslutning.



Den aktuella gasledningens läge söder om Malmö stad.

Malmö Energi har i egen regi projekterat ledningssträckningen. SGI har medverkat i projektet under förundersökningen, utförandefasen samt utvärderingen.

SGI har utfört geoteknisk utredning av den aktuella sträckningen omfattande okulärbesiktning, flygbildstolkning, studier av jordartskartor, provgrovsgrävning, analys av upptagna störda jordprover samt mätning med s.k. fickvingborr. Dessutom har SGI anlitat SGAB, Göteborg, för georadarmätning längs sträckan.

Vid användande av plöjningsteknik krävs en mer omfattande förundersökning då skador på kablar och ledningar ej kan upptäckas under lägningsfasen i samma utsträckning, som vid konventionell schaktning.

Detta projekt är av forskningskaraktär varför förhållandevis stor tonvikt har lagts på den geotekniska utredningen. Vid en normal förundersökning för en gasledningsplöjning 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, jordrakat) samt fastställa erforderlig dragkraft för rörplöjningen.

3 GEOLOGISK ÖVERSIKT

Jordlagren i malmötrakten utgörs huvudsakligen av lermorän, d.v.s morän som innehåller mer än 20 % lerfraktion. Lerfraktionen dominerar jordens egenskaper när dess andel överstiger detta procenttal, och en lermorän har därför huvudkaraktären av en "lera". Bildnings-sättet är dock detsamma som för alla moräner; den har avlagrats direkt av en glaciär. En lermorän innehåller därför liksom andra moräner samtliga jordfraktioner - även stenar och block.

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

Vid den aktuella sträckan vid Glostorp förekommer enligt jordartskartan (SGU nr Ae23 och Ae38) förutom lermorän även lerig morän (dvs. en morän med en lerhalt mindre än 20 %) samt en isälvsavlagring ca 400 m öster om kyrkbyn. Den sedimentära berggrundens överyta befinner sig på 15 - 20 m djup under markytan.

SGI:s provtagning visar att det även finns ett område med sand och silt i anslutning till kyrkbyn, samt att isälvsavlagringen domineras av silt och sand. Vidare finns inom ledningssträckningen områden med siltmorän på ömse sidor om isälvsavlagringen, se plan ritning nr 1.

Matjordstäckets är mycket mäktigt.

4 GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

4.1 GEORADARMÄTNING

Georadar prövades för att upptäcka ej dokumenterade kablar och ledningar samt för att kontrollera dess lägen. Större block samt variationer i jordlagerstrukturen går även att detektera med georadarutrustning. Eftersom berggrunden eller grövre moränblock ligger mycket djupt vid Glostorp fanns inga uppstickande bergströsklar att detektera. Att finna sådana hinder är dock en mycket väsentlig uppgift för den geotekniska utredningen inför en rörplöjning, till vilken georadarn kan vara till stor hjälp.

Georadarmätningen i Glostorp utfördes av geolog Sven Erik Sundevall, SGAB. Mätningen utfördes med en fyrhjulsdreven Range Rover som framfördes längs ledningssträckningen. Radarenheten med skrivare var placerad i bilen och antennen monterad på en släde bakom fordonet. Vid mätning framfördes bilen med en ungefärlig hastighet av 1,5 km/tim.

Georadarmätningarna utfördes i två omgångar, varvid antenner för två olika våglängdsområden användes. Det maximala penetrationsdjupet var 1,5 m.

Med hjälp av georadarmätningarna detekterades ett flertal ledningar och jordstrukturer. Deras lägen samt tolkad och verklig karaktär framgår av plan, ritning nr 2. Det framgår att detektionen varit tillfredsställande. Ett grovt 300 mm dräneringsrör tolkades som "eventuellt uppstickande morän"; detta på grund av att dräneringsledningen skar gasledningen med en mycket liten vinkel.

De jordarter som förekommer längs ledningssträckningen i Glostorp är huvudsakligen block- och stenfattig moränlera samt isälvsmaterial. Isälvs materialet består huvudsakligen av något grusig sand och saknar strukturer. I dessa jordarter finns inget som kan ge upphov till radarreflexer bortsett från enstaka block och gränsen mellan över- och underliggande jordlager. Punktreflexer såsom rör med en

diameter på ca 200 mm och grövre framträder tydligt på radargrammen. Längs ledningssträckningen befintliga teleledningarna är av små dimensioner och har inte kunnat detekteras med georadarn.

4.2 PROVGROPSGRÄVNINGAR, PROVTAGNING OCH HÅLLFASTHETSMÄTNING

Totalt 22 provgropar grävdes genom försorg av Malmö Energi. Dessa undersöktes av SGI:s personal. Provgroparnas lägen framgår av plan, ritning nr 1. Jordlagerförhållandena studerades i provgroparna och störda prover togs upp för laboratorieanalys. Samtliga mät- och laboratorieresultat redovisas i tabell 1.

I varje provgrop utfördes mätning med Geonors s.k. fickvingborr vid olika djup under markytan. Mätmetoden gav en grov skattning av de rådande skjuvhållfastheterna. Vid mätningarna användes en vinge med diametern 16 mm och höjden 32 mm.

I flertalet mätningar (90 %) påvisades mycket fast lagrad jord d.v.s. en skjuvhållfasthet större än 100 kPa. Vid mätningarna varierade skjuvhållfastheten mellan 100 och 380 kPa i lermoränen (medelvärde ca 200 kPa). I övriga jordar varierade skjuvhållfastheten mellan 60 och 240 kPa (medelvärde ca 150 kPa).

Matjordstäckets mäktighet varierade längs ledningssträckningen mellan 0,3 och 1 m.

Upptagna jordprover har undersökts på SGI:s laboratorium med avseende på jordartsbenämning.

TABELL 1

Povgrop Nr	Jordarts-benämning	Skjuvhållfasthet Nivå	Värde	Matjords-täcke	Stenighet dim.
1 Vångavägen	Lermorän sa, si	0,8 m 1,1 m	140 kPa 100 kPa	0,3 m	-
2 Vångavägen	Morän sa, si lerkörtlar	1,0 m	220 kPa	0,5 m	Enstaka 150 mm
3 Vångavägen	Lermorän si	0,6 m 1,1 m	300 kPa 380 kPa	0,4 m	Enstaka 100 mm
4 Åker vid fastgh. 31:1	Lermorän si	0,7 m 1,1 m	160 kPa 220 kPa	0,4 m	Enstaka 75 mm
5 Glostorps kyrkväg	Lermorän si	0,6 m 1,1 m	160 kPa 240 kPa	0,4 m	Enstaka 100 mm
6 Glostorps kyrkväg	Lera sa, si	0,6 m 1,1 m	80 kPa 140 kPa	1,0 m	-
7 Glostorps kyrkväg	Lermorän sa, si	1,1 m	200 kPa		Enstaka
8 Glostorps kyrkby	Lermorän si	1,1 m	140 kPa	1,0 m	Flera 200 mm
9 Glostorps kyrkby	Lermorän sa, si	1,0 m	160 kPa	0,5 m	Enstaka 400 mm
10 Glostorps kyrkby	Lermorän sa, si	1,0 m	240 kPa	0,5 m	-
11 Glostorps kyrkby	Silt saf	1,0 m 1,2 m	180 kPa 60 kPa	0,3 m	Enstaka
12 Glostorps kyrkby	Silt (l), saf	1,1 m	200 kPa		-

TABELL 1, forts.

Povgrupp Nr	Jordarts- benämning	Skjuvhållfasthet Nivå	Värde	Matjords- täcke	Stenighet dim.
13 Glostorps kyrkby	Sand si	0,6 m 1,1 m	80 kPa 60 kPa	0,7 m sandig	-
14 Krombyvägen	Lera si	0,7 m 1,0 m	140 kPa 100 kPa	0,7 m	-
15 Krombyvägen	Siltmorän l lerkörtlar	0,6 m 1,1 m	220 kPa 240 kPa	0,4 m	-
16 Krombyvägen	Sand gr	0,7 m 1,1 m	140 kPa 80 kPa	0,8 m	-
17 Krombyvägen	Silt sa	0,7 m 1,1 m	140 kPa 140 kPa	0,4 m	-
18 Krombyvägen	Siltmorän gr, l	0,7 m 1,1 m	180 kPa 200 kPa	0,4 m	Flera 300 mm
19 Krombyvägen	Lera	0,7 m 1,1 m	160 kPa 160 kPa	0,3 m	-
20 Krombyvägen	Siltmorän l	0,7 m 1,1 m	140 kPa 220 kPa	0,5 m	Flera 100 mm
21 Krombyvägen	Siltmorän l Lerkörtlar	0,7 m 1,1 m	180 kPa 160 kPa	0,4 m	-
22 Krombyvägen	Sand (gr)	0,8 m 1,1 m	180 kPa 140 kPa	0,4 m	Flera 250 mm

Förklaringar

gr = grusig	(gr) = något grusig
sa = sandig	saf = finsandig
si = siltig	
l = lerig	(l) = något lerig

5 ARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

Personal från Malmö Museum har undersökt provgroparna närmast Glostorps kyrkby, och några skadade kritpipor från 1700-talet påträffades. Fynd av större arkeologiskt intresse hittades dock ej, varför inga hinder för rörplöjningen fanns ur arkeologisk synvinkel.

6 GENOMFÖRANDE AV RÖRPLÖJNING

6.1 UPPHANDLING

6.1.1 Rörmaterial

De nedplöjda gasrören var av PEM-material, ϕ 90 mm, med ett 2,5 mm tjockt skyddsskikt (s.k. coating) bestående av transparent polyeten med inblandning av gummi, vilket ger en viss elasticitet. Skyddsskiktet är mekaniskt påfört - "extruderat" - på gasröret, d.v.s. gasrör och skyddsskikt är ej sammanvulcaniserade, utan kan enkelt separeras. Gasrörets identitet kan enkelt avläsas, eftersom skyddsskiktet är transparent. Gasrören levererades i rullar med längden 100 m. Skyddsskiktet utgör s.k. tekniskt byte mot föreskriven kringfyllning av sand.

Tillverkare av gasrören var TARCO i Danmark och leverantör var ELEF i Landskrona.

Vid hopfogning av rören användes elektrosvetsmuffar. Där ledningssträckningen hade så skarpa vinkelavvikelser att rörplogens minsta svängningsradie underskreds, användes prefabricerade rörböjar, vilka även dessa sammanfogades med gasröret genom elektrosvetsmuffar.

Elektrosvetsmuffar och rörböjar var av fabrikat Von Roll.

6.1.2 Entreprenad

Rörplöjning jämte återställning upphandlades på entreprenad. Antagen entreprenör blev NCC BYGG AB, som även utförde erforderlig differenstryckprovning. Övriga arbeten som utsättning, utläggning av rör, hopfogning av rör, framgrävning av befintliga kablar och ledningar, hopfogning av avskurna dräneringsledningar efter plöjning samt inmätning av gasledningen bedrevs av Malmö Energi i egen regi.

6.2 GENOMFÖRANDE

Projekterad ledningsdragning diskuterades med berörda fastighetsägare varefter ledningsrätt söktes hos fastighetsbildningsmyndigheten i Malmö. Ansökan sändes även till Länsantikvarien i Malmöhus län. Efter att dessa myndigheter godkänt ledningsdragningen upphandlades rörmaterial och rörplöjningsentreprenaden.

Den blivande gasledningssträckningen utstakades, varefter provgropsgrävning och georadarmätning utfördes. Därefter framschaktades dokumenterade befintliga kablar och ledningar samt föremål, som detekterats via georadarmätningen. Dessa föremål utgjordes av större stenar samt ej dokumenterade dräneringsledningar.

Gasrören uttransporterades, utrullades längs ledningssträckningen och hopfogades. Genomtryckningar utfördes under asfalterade vägar med s.k. jordraket varefter skyddsror monterades.

För plöjningen användes en holländsk statisk plog (Barth Holland, TL Excalibar) avsedd för täckdikning. Dess vikt var 26 ton och dess dragkraft 300 hästkrafter.

Vid rörplöjningen matas gasrör och markeringsband ner i plogfåran med hjälp av en s.k. läggbox.

Vid startpunkten för varje delsträcka som skulle rörplöjas grävdes en "startgrop" i vilken rörplogets läggbox kunde sänkas till avsett läggningsdjup för gasledningen. Ledningsövertäckningen måste vara minst 1,0 m, varför läggningsdjupet blev 1,1 m. Startgroparna grävdes med traktorgrävare.

Läggboxens dimensioner avgör möjlig svängningsradie för rörplo- gen. Den aktuella ledningssträckningen innehöll ett flertal skarpa brytpunkter (90°-böjar), vid vilka plöjningen fick avbrytas. Vid varje 90°-bøj samt vid vägkorsningar måste startgropar grävas.

Genast efter rörplöjningen hopfogades gasröret vid brytpunkterna och vid vägkorsningarna varefter startgroparna återfylldes. Även korsande dräneringsledningar återställdes omgående. Efter avslutad rörplöjning var i stort sett hela ledningssträckan återställd. Åtta stycken korsande dräneringar behövde åtgärdas. Även åtta stycken startgropar fick grävas beroende på korsande kablar och vattenled- ningar.

Markskadorna blir normalt ringa. Efter utförd plöjning framträder endast en mindre upphöjning i markytan, som ploget orsakat. Åter- ställning efter plöjningen utförs härvid genom att plöjningsmaski- nen kör fram och åter en gång över plogfåran.

Då momenten rörplöjning, sammanfogning av delsträckor, återställ- ning av dräneringsledningar samt återfyllning av startgropar och återställning var klara utfördes differenstryckprovning. Efter denna kunde gasledningen driftsättas.

Projektet avslutades med slutbesiktning då även uppmätning av ska- dor på åkermarken utfördes.

7 UTVÄRDERING

7.1 ALLMÄNNA FÖRHÅLLANDEN

Rörplöjningsarbetena utfördes under arbetsveckan 8 - 12 april, 1991. Förutsättningarna var mycket gynnsamma då ingen nederbörd kommit under tiden närmast före plöjningen; marken var torr och därmed blev markskadorna ringa.

Eftersom arbetena utfördes tidigt på året var vårsådden ännu ej utförd. Endast gröda sådd under hösten 1990 skadades. Av den totala ledningssträckan (3080 m) var den odlade andelen 87 % (2680 m) och höstsåddens andel endast 28 % (860 m).

7.2 VAL AV SKYDDSSKIKT

Vid projekteringen undersöktes olika materialalternativ för rörens skyddsskikt. NGDN 90 föreskriver skydd kring gasröret för att förhindra mekanisk åverkan. För tidigare gasledningar i Malmö har sandkringfyllning eller skyddsror använts.

Vid användande av sandkringfyllning transporteras sanden längs ledningssträckan, vilket medför ökade markskador. Återfyllnings- och återställningsarbetena försenas ofta.

Vid användande av skyddsror uppstår merarbete vid införandet av gasröret i skyddsroret. En stor fördel vid användande av skyddsror kontra sandkringfyllning är dock mindre markskador och möjlighet till omgående återfyllning.

Ett relativt nytt alternativ är gasrör försedda med skyddsskikt av transparent polyeten - s.k. coatade gasrör. Denna typ av rör tillverkas enligt uppgift endast av TARCO i Danmark. Tillverkningen sker idag i dimensioner upp till ϕ 90 mm. Efter samtal med ELEF och TARCO beslöts att dessa rör skulle testas i projektet. Rören levererades i rullar med längden 100 m, vilket ger färre skarvar jämfört med alternativet raka rör med längden 10 m.

Användande av coatade rör medför färre arbetsmoment jämfört med alternativen sandkringfyllning eller skyddsror, vilket ger ökad kapacitet och lägre kostnader.

Det bästa alternativet är att plöja ner gasledningen utan sandkringfyllning eller mekaniskt skydd i jordar som så tillåter.

7.3 KAPACITET

Rörplöjningen utfördes längs 3080 m av ledningssträckningen, och medelkapaciteten var 150 m/tim eller 1200 m/arbetsdag. Rörplogets hastighet under plöjning varierade beroende på förhållandena mellan 10 och 20 m/min, vilket skulle motsvara en kapacitet av storleksordningen 600 - 1200 m/tim. Detta visar att andra arbetsmoment än faktisk plogning är dimensionerande för kapaciteten i praktiken. Rörploget fick göra längre avbrott vid brytpunkter och vägkorsningar samt för laddning av nya markeringsbandsrullar etc.

Vid tidigare arbeten, då ledningen förlagts med grävmaskin (se avsnitt 1.1), har medelkapaciteter på 200 - 300 m färdig ledning per arbetsdag varit att betrakta som mycket bra.

Även vid noggrann planering kan inte rörplogets effektivitet utnyttjas optimalt, utan rörploget hindras under projektets gång av andra arbetsmoment. Plöjningen måste avbrytas vid varje skarp böj, korsning av väg eller annat hinder, vilket medför stillestånd för rörploget. En ny startgrop måste dessutom grävas vid varje sådan punkt.

Vid det aktuella projektet i Glostorp kunde inte ledningssträckningens geometri helt anpassas till rörplöjning med hänsyn till markanvändningen på de passerade fastigheterna. Ett antal 90°-böjar kunde inte undvikas.

7.4 ÅTERSTÄLLNINGSYTOR

Gasledningens läge var huvudsakligen 3 m från släntfot, släntkrön eller väg. Medelbredden för den skadade grödan blev ca 4,5 m. Vid tidigare gasledningsprojekt där schaktning utförts med grävmaskin (se avsnitt 1.1) erhöles, med samma gynnsamma väderförhållanden som vid rörplöjningen i Glostorp, en medelbredd på ca 8 m .

8 KOSTNADER

Vid jämförelse av kostnaden för rörplöjning med kostnaden för schaktning med grävmaskin skall kostnaderna för alla i arbetet ingående moment medräknas.

Vid rörplöjning ingår momenten utökad förundersökning, framgrävning av befintliga kablar och ledningar, grävning av startgropar, rörplöjning samt återfyllning av startgropar. Vid konventionell grävning ingår momenten "normal" förundersökning, matjordsavtagning, schaktning, återfyllnad, borttransport av överskottsmassor, matjordspåläggning, avluckring och stenplockning.

I tabell 2 redovisas de verkliga kostnaderna för plöjningsprojektet samt kalkylerade kostnader för samma ledningssträckning i schaktning utförande. Som framgår av tabellen utgör kostnaden för moment 3, (dvs själva utförandearbetet) vid plöjning endast en fjärdedel av motsvarande kostnad vid schaktning. Det skall här poängteras att angivna kostnader gäller Glostorpsprojektet och att andra terrängförhållanden kan ge andra kostnadsrelationer mellan de båda lägningsmetoderna.

Vad beträffar markskador visades i avsnitt 7.4, att skillnaden mellan de olika metoderna är ca 3,5 m ökad arbetsbredd vid konventionell grävning jämfört med rörplöjning.

Efter ledningsdragning över jordbruksmark brukar en ersättning utbetalas till jordbrukarna för nedsatt skörd följande år (år 2 - 6) inom skadad arbetsbredd. Ersättningen bestäms årligen efter besiktning, varvid grödan inom arbetsområdet jämförs med grödan utanför arbetsområdet. För Glostorpsledningen beslutades att sådan ersättning ej skulle utbetalas, eftersom rörplöjningen endast medförde ringa åverkan.

Rörplöjningen vid Glostorp är ett utvecklingsprojekt som medfört merkostnader, vilka inte kommer att belasta kommande plöjprojekt. Merkostnader orsakade av förundersökningar såsom utökad okulärbesiktning, flygbildstolkning, provgropar, jordartsanalys, studier av

jordartskartor mätningar med fickvingborr, georadarmätning är ej medtagna i kostnadsredovisningen.

TABELL 2 Sammanställning av kostnader för rörplöjning (verklig kostnad) och schaktning med grävmaskin (kalkylerad kostnad).

Moment	Plöjning kr/m	Schaktning kr/m
1 Projektering, förundersökning	15	8
2 Material (gasrör, rördelar, elektrosvetsmuffar, markeringsband), utläggning av rör, montering av rör	86	91
3 Byggnadsarbete omfattande vägkorsningar, rörplöjning, återställning av dräneringsledningarna och kablar samt övrig återställning	52	209
4 Ledningsrätt, intrångsersättning samt skördeskador	14	54
5 Utsättning, inmätning, kontroll, dokumentation samt driftsättning	12	26
Kostnad per meter ledning	179	388

Kostnaderna kommer att variera från projekt till projekt. Faktorer som påverkar kostnadsbilden är ledningssträckans längd, antal passerade fastigheter (intrångsersättning), hinder typ korsande dräneringar och kablar, korsande vägar, olika typer av markanvändning (åker-mark, betesmark, trädgårdsodling, parkmark, hagmark, skogs-mark etc.), olika typer av grödor (spannmål, potatis, betor, raps, vall etc.). Fördelningen mellan fastmark (berg och fast morän) och områden med lösare jordarter påverkar också kostnaderna.

Kostnaderna för återställning av dräneringsledningarna kan påverka projektet avsevärt, särskilt på täckdikade ledningsavsnitt - detta på grund av ofta dålig dokumentation vad avser antal ledningar och dess lägen. På korta ledningsavsnitt med ett flertal korsande dräneringsledningarna kan föreskrivas, att en ny avskärande dräneringsledning (stamledning) skall anläggas parallellt med gasledningen.

Materialleverantörer och entreprenörer har varit mycket intresserade av att delta i projektet vilket naturligtvis positivt påverkat kostnadsbilden.

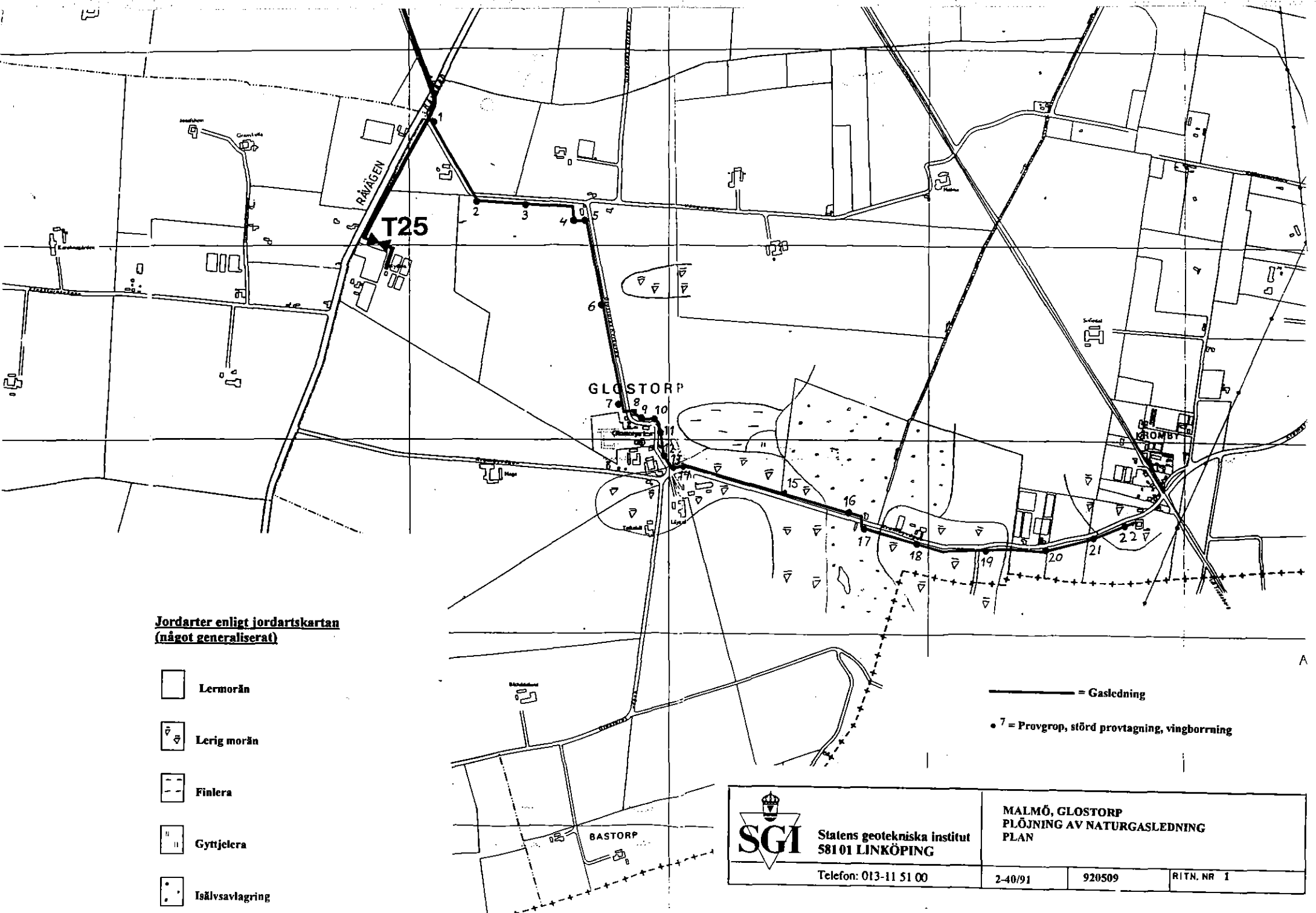
Eftersom jordlagerförhållandena i Malmötrakten är homogena - företrädesvis moränlera till relativt stort djup - krävs här i allmänhet en relativt liten insats av geotekniska undersökningar inför en ledningsdragningsplanering. I de flesta andra regioner i Sverige har de geotekniska förhållandena en avgörande betydelse för rörplöjningens genomförande. I sådana regioner bör de geotekniska undersökningarna utföras i två steg - en översiktlig geoteknisk bedömning i tidiga skeden (planeringssskedet) följt av en detaljerad geoteknisk undersökning i projekteringssskedet.

9 SLUTSATS

Eftersom rörplöjningsmetoden medför låga kostnader jämfört med konventionella schaktningsmetoder bör en utökad marknad bli tillgänglig för gasdistributörerna. Nya kunder kan nu tillkomma, som det förut inte varit ekonomiskt försvarbart att ansluta på grund av för långa avstånd. Det finns trädgårdsmästerier, industrier, mindre samhällen med mera som på grund av rörplöjningsmetoden bör ha goda möjligheter att få naturgasanslutningar.

Plöjningsförsök med ledningsdimension ϕ 160 mm (med skyddsrör ϕ 200 mm) har genomförts efter Glostorpsförsöket med samma goda resultat. Detta visar att även fördelningsledningar bör kunna bli aktuella för rörplöjning.

Om möjligheter finns bör rörplöjning väljas på de sträckor denna metod är billigast.



**Jordarter enligt jordartskartan
(något generaliserat)**

- Lermorän
- Lerig morän
- Finlera
- Gyttjelerä
- Isällsavlgring

———— = Gasledning

• 7 = Provgrop, störd provtagning, vingborrning

<p>SGI Statens geotekniska institut 581 01 LINKÖPING</p>	<p>MALMÖ, GLOSTORP PLÖJNING AV NATURGASLEDNING PLAN</p>		
	<p>Telefon: 013-11 51 00</p>	<p>2-40/91</p>	<p>920509</p>

Större sten eller dräneringsrör på d=0,4m
Större sten

T25

Ledning på d=0,65m
Ledning på d=0,65m

Uppstickande morän på d=0,8m
Dräneringsrör ≈ parallellt
med blivande ledningssträckning

Möjlig husgrund från medeltiden
Större ansamling av block

Sandjord
Finsandig silt

Morän på d = 0,6 - 1,2 m
Skiktgräns mellan silt och lermorän

Två korsande schakter med rör d=0,9m
Två korsande schakter med rör d=0,9m

GLOSTORP

Siltigt sediment under matjorden
Sandig silt

Blockfattig lermorän
Delvis blockfattig siltmorän

Rör på d=0,7m
Rör på d=0,7m

BASTORP

ECKENFÖRKLARING:

olkad markreflex (föremål eller jordkarakter) /
Verkliga förhållanden



Statens geotekniska Institut
581 01 LINKÖPING

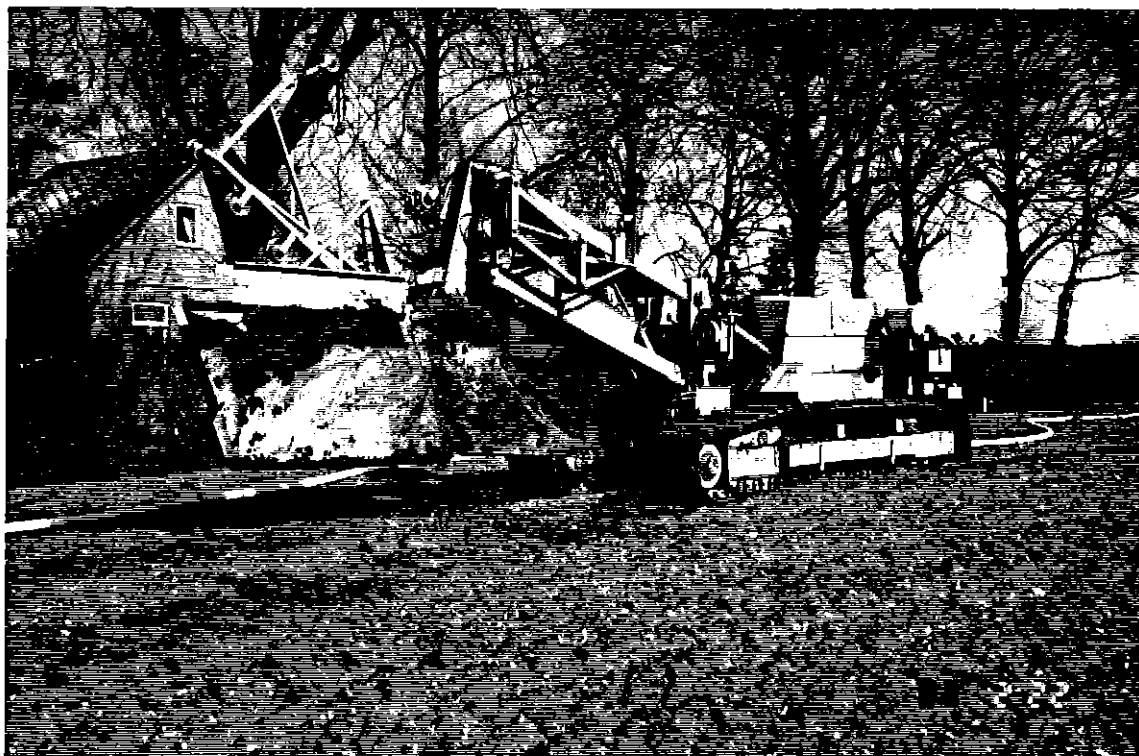
Telefon: 013-11 51 00

MALMÖ, GLOSTORP
PLÖJNING AV NATURGASLEDNING
PLAN - GEORADARMÄTNING

2-40/91

920509

RITN. NR 2



Statisk rörplog av fabrikat Barth Holland, TL Excalibar.

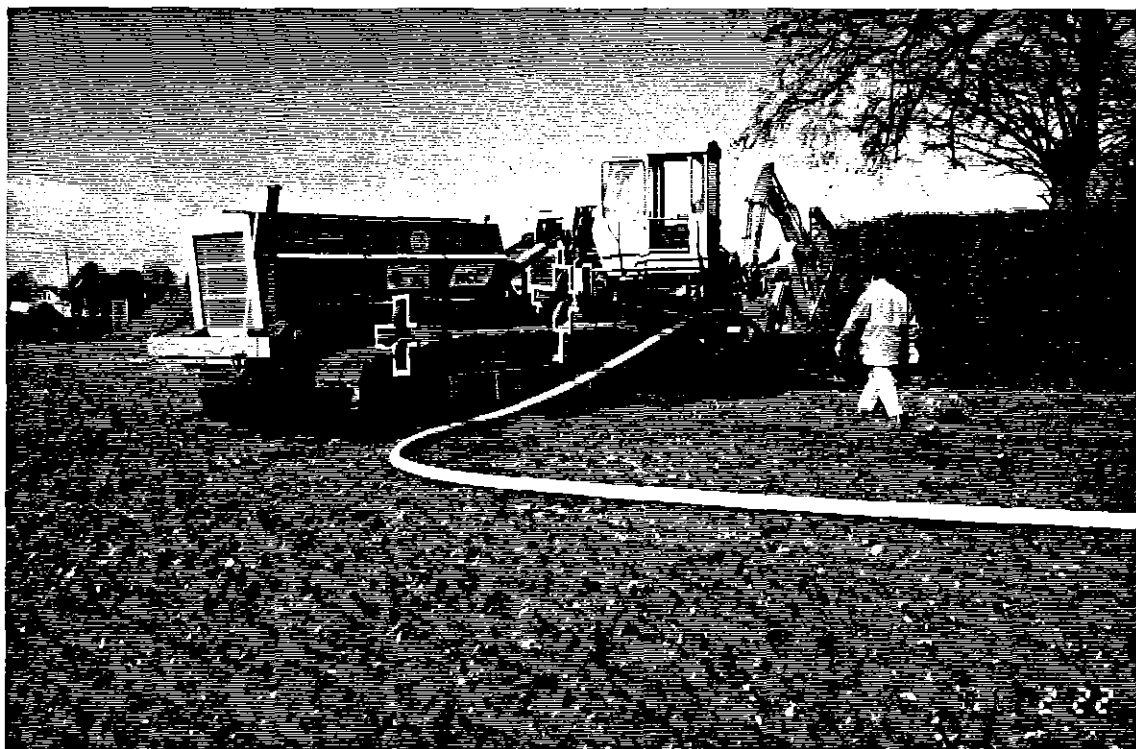
Vikt: 26 ton Dragkraft: 300 hästkrafter

Plogens dimensioner: Höjd 1,4 m
Billens längd 0,8 m
Billens bredd 0,2 m

Läggboxens dimensioner: Längd 2,7 m
Bredd 0,2 m
Höjd 1,5 m



Gasledningen lades ut och skarvades på marken längs den blivande ledningssträckningen. Gasrör TARCO PEM Φ 90 mm med extruderat skyddsskikt ("coating") av transparent polyeten, vilket ger en total diameter Φ 95 mm.



Vid 90°- böjar och andra hinder såsom korsande vägar etc. avbröts plöjningen. Efter varje sådant hinder grävdes en startgrop med traktorgrävare.



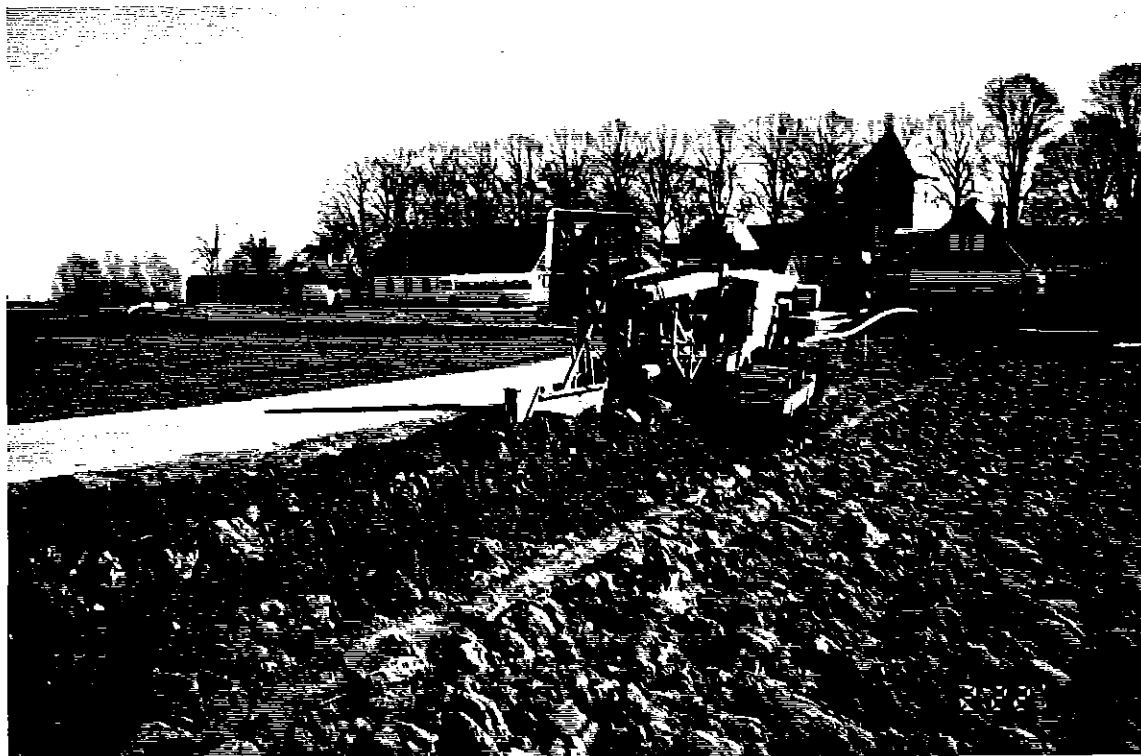
Gasledningen skarvades med elektrosvetsmuffar av fabrikat Von Roll.



Plögen och läggboxen
sänks ned i startgropen
varefter plöjningen
påbörjas.



Gasröret leds över dragfordonet
och ned i läggboxen via
gummidäcksförsedda styrhjul.



Gasrörsplojningen gick med en hastighet av 10 - 20 m/minut i den mycket fasta lermoränen.



Markskadorna blev små. Medelbredden för skadad göda blev 4,5 m.



Vid korsande asfaltbelagda vägar utfördes förborring med jordraketen. Ett skydds rör installerades genom vilket gasröret sedan kunde träs igenom.

92-05-15

RAPPORTFÖRTECKNING

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

92-05-15

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen AF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100



Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ
Telefon: 040-700 40
Telefax: 040-30 50 82