



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R28:1991

Flexibel plastkulvert

**GRUDIS-anläggning
Söderbärke**

Sören Persson

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135537

Byggforskningsrådet

R28:1991

FLEXIBEL PLASTKULVERT
GRUDIS-anläggning
Söderbärke

Sören Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
900980-6 från Statens råd för byggnadsforskning
till Studsvik Energy, System och Distribution,
Nyköping.

REFERAT

Den första experimentanläggningen med GRUDIS-teknik byggdes i Hammarstrand. Denna följdes av ytterligare en experimentanläggning i Vede vågs tätort i Lindesbergs kommun. Ytterligare en experimentanläggning har byggts i Söderbärke i Smedjebackens kommun.

Rapporten innehåller en detaljerad redovisning av kulvertnätet i Söderbärke avseende kulvertmaterial, investeringskostnader, erfarenheter av rörläggning och markarbeten samt drifterfarenheter.

Resultaten visar att kostnadsbesparingen för flexibel kulvert i jämförelse med ett konventionellt stålrörssystem uppgår till 35%.

För en fyrarörskulvert i sekundärområden blir kostnadsreduktionen för den syrespärrade flexibla kulverten 34% jämfört med kopparkulvert.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R28:1991

ISBN 91-540-5332-3
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 93531, Stockholm 1991

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND	3
1.1	GRUDIS-projektet	3
1.2	Experimentbyggnadsanläggningar	7
2	BESKRIVNING AV EXPERIMENTANLÄGGNINGEN	
	I SÖDERBÄRKE	10
2.1	Områdesbeskrivning	10
2.2	Syfte	10
2.3	Systembeskrivning	11
2.4	Kulvertnät	17
3	KULVERTMATERIAL	22
3.1	Hålrörselement	22
3.2	Mediarör	24
3.3	Dimensioner	25
3.4	Rördetaljer och mediarörkopplingar	28
3.5	Mantelrörskarvning/isolering vid rördetalj	29
3.6	Väggenomföringar	29
3.7	Materialkostnader	29
4	ERFARENHETER AV RÖRLÄGGNING	32
4.1	Förutsättningar	32
4.2	Montage av flexibel hålrörskulvert	33
4.3	Genomdragning av PEX-mediarör	37
4.4	Nedlyftning av kulvert på led- ningsbädd	40
4.5	Montage av rördetalj/mediarör- koppling	40
4.6	Montage av mantelrörskarv/isoler- ing vid rördetalj	43
4.7	Rörläggningskostnader	44
5	ERFARENHETER AV MARKARBETEN	47
5.1	Förutsättningar	47
5.2	Jordschakt	48

5.3	Dränering och ledningsbädd	49
5.4	Kring- och återfyllning	50
5.5	Markarbetskostnader	50
6	KOSTNADSJÄMFÖRELSE	52
7	SLUTSATSER	59
	REFERENSER	61

1 BAKGRUND

1.1 GRUDIS-projektet

1.1.1 Allmänt

Målsättningen med det brett upplagda FoUD-projektet GRUDIS (GRUppcentral DIStribution) är att utveckla ett nytt kostnadseffektivt och driftsäkert värmedistributionssystem för områden där konventionell distributionsteknik inte är konkurrenskraftig. Det innebär att arbetet koncentrerats på att utveckla distributionssystem för områden med relativt låga värmetätheter, typ:

- mindre tätorter
- befintliga småhusområden
- nybyggnadsområden (en- och tvåplans grupphusbebyggelse, fristående småhus).

Insatserna inom projektet har därför inriktats på utveckling av kulvertteknik för små rördimensioner. Det gäller framför allt rördimensioner \leq DN 100. För konventionell kulvertteknik (stål-rörssystem) uppgår markarbets- och rörlägningskostnaden i detta dimensionsområde till ca 60-75% av den totala kulvertkostnaden. Det innebär att själva förlägningskostnaden utgör merparten av den totala anläggningskostnaden.

En grundläggande hypotes i GRUDIS-projektet var att flexibla kulvertsystem kan reducera dessa förlägningskostnader avsevärt. För att erhålla ett flexibelt och kostnadseffektivt system i hela det aktuella dimensionsområdet har det visat sig att kulvertteknik med mediator av plast har den största utvecklingspotentialen.

Det innebär att forsknings- och utvecklingsresurserna inom projektet har koncentrerats på att ta till vara plastmaterialets fördelar och begränsa dess nackdelar.

Motivet för att inrikta arbetet på kulvertsystem med mediator av plast är framför allt plaströrens flexibilitet i hela det intressanta dimensionsområdet.

Flexibiliteten innebär att den prefabricerade kulverten kan levereras i långa längder på rulle eller trumma, vilket i sin tur medför att mycket få skarvar behöver genomföras i fält, vilket effektiviserar rörlägningsarbetet. Tekniken innebär också att schaktgravarna kan göras smalare eftersom inget skarvningsarbete behöver genomföras i rörgraven.

Böjbarheten medför också att det är möjligt att undvika hinder såsom träd, berg och byggnader utan att använda prefabricerade rördetaljer. En annan viktig egenskap, som bidrar till en smidig hantering och rörläggning, är materialets låga vikt.

Eftersom plasten är korrosionsbeständig uppstår inga skador vid inläckage av vatten mot mediarröret. Denna egenskap innebär också att tappvarmvatten (syresatt vatten) kan distribueras i systemet.

Eftersom plasten är ett viskoelastiskt material kan inre spänningar till följd av temperaturförändringar upptas i själva materialet, vilket är en bidragande orsak till att inga expansionsuppbyggande anordningar krävs i ett plastsystem.

Låg rörfriktion och liten känslighet för erosionsskador, samt liten förmåga att överföra strömningsljud, medför också att man generellt kan dimensionera ett plastsystem för högre flödes hastigheter än konventionella stål- och kopparrörssystem.

Nackdelarna med plastmediarören är att de generellt tål lägre tryck och temperaturer än konkurrerande metallsystem samt att syre normalt diffunderar genom mediarören, vilket medför att distributionsmediet kontinuerligt syresätts.

Den grundläggande FoU-delen av forskningsprojektet genomfördes på Studsvik under perioden 1983-86. FoU-projektet drevs inom tre kunskaps- och problemområden; material-, kulvert- och systemteknik. Nedan följer en kortfattad redovisning av projektresultaten inom dessa tre kunskapsområden.

1.1.2 Materialteknik

På materialområdet har Studsvik utvecklat metoder att utvärdera långtidsegenskaper för mediarör av plast. Vidare har långtidsegenskaperna för syrespärrade mediarör och isolermaterial studerats ingående.

Detta arbete har dels resulterat i förslag till typprovning för mediarör, syrespärrade mediarör och isolermaterial, dels rekommendationer för val av rörmaterial, syrespärrteknik och isolermaterial.

För en utförligare redovisning av projektresultaten, se referens nr 1-5 samt 15-16.

1.1.3 Kulvertteknik

På det kulverttekniska området har arbetet främst koncentrerats på provning av olika kulvertkoncept i laboratorie- och fältmiljö. Det gäller kulvertens principiella uppbyggnad, mediator- och mantelrörskarvar samt problematiken med förläggning av flexibla kulvertar.

Arbetet har dels lett fram till förslag till typprovning av kulvertfunktion (halt kulvertsystem) och komponenter (mediator- och mantelrörskarvar), dels resulterat i rekommendationer till tillverkare vad avser kulvertkonstruktion, typ av skarvteknik för media- och mantelrörskarvar samt projekteringsföreskrifter för förläggning av flexibel kulvert (mark- och rörlägningsarbeten).

För en detaljerad redovisning av projektresultaten, se referens nr 6-11 samt 15-16.

1.1.4 Systemteknik

Målsättningen med det systemtekniska arbetet har dels varit att identifiera systemtekniska problem vid utnyttjande av plaströrskulvert, dels utveckla systemlösningar anpassade till plaströrstekniken.

Arbetet har koncentrerats på att klarlägga de problem, som uppkommit till följd av den syrediffusion som sker genom mediatorväggen. Därefter har systemprincipen utvecklats för att undvika problem med syrediffusion.

Arbetet har dels lett fram till förslag till gränsvärden för maximal tillåten syreinläckning vid syrespärrade mediator, dels till nya

systemlösningar för olika applikationer anpassade för utnyttjande av plaströrskulvert.

För utförligare redovisning, se referens 11-16.

1.1.5 Fortsatt forskning inom GRUDIS-tekniken

Den grundläggande FoU-delen av GRUDIS-projektet genomfördes som tidigare nämnts 1983-86. För tillfället bedrivs fortsatt forskning inom GRUDIS-projektet inom områdena materialteknik (diffusionsproblematiken och långtidsegenskaper hos isolermaterial) och systemteknik (höga flödes hastigheter för att öka effektöverföringen för givna rördimensioner).

Båda dessa fortsättningsprojekt stöds av Byggnadsforskningsrådet.

1.2 Experimentbyggnadsanläggningar

En sista fristående etapp av GRUDIS-projektet avser byggande av experimentanläggningar. Målsättningen med dessa anläggningar är:

- att demonstrera GRUDIS-tekniken i praktiskt utförande i olika systemtekniska applikationer inom olika marknadsområden
- att utvärdera teknisk funktion och ekonomiskt utfall i förhållande till resultaten inom FoU-projektet
- initiera utveckling av material, komponenter och systemlösningar.

Den första anläggningen byggdes i Hammarstrands tätort i Ragunda kommun, Jämtland, under hösten/vintern 1985/86. Hammarstrandsanläggningen följdes av en ny anläggning i Vedevågs tätort, Lindesbergs kommun, Västmanland, under hösten/vintern 1986/87. Den tredje anläggningen byggdes

i Söderbärke tätort, Smedjebackens kommun,
Dalarna, under hösten/vinter 1987/88.

1.2.1 Hammarstrand

Målsättningen med Hammarstrands-anläggningen
var:

- att demonstrera GRUDIS-tekniken med
plaströrkulvert i praktiskt utförande
för första gången
- att följa upp projektresultaten inom
material-, kulvert- och det systemtek-
niska området
- att följa upp ekonomiskt utfall för
distributionssystemet.

Resultaten visar att den övergripande målsätt-
ningen med GRUDIS-projektet "initiera utveckling
av ett driftsäkert och kostnadseffektivt distri-
butionssystem" kunnat uppnås. Totalt uppnåddes
en kostnadsbesparing på 25% i förhållande till
konventionell kulvertteknik.

Efter vissa initiala driftstörningar har också
god driftsäkerhet och teknisk funktion uppnåtts.

För en utförligare redovisning av utvärderings-
resultaten från Hammarstrands-anläggningen, se
referens nr 17-18.

1.2.2 Vede våg

Den huvudsakliga målsättningen med Vede vågs-an-
läggningen var:

- att vidareutveckla den i Hammarstrand
initierade kulvert- och systemtekniken
- uppföljning av material-, kulvert- och
systemteknik
- uppföljning av ekonomi.

Utvärderingen från Vedestågs-anläggningen visar att den från Hammarstrand vidareutvecklade system- och kulverttekniken lett fram till en driftsäker anläggning. Den totala kostnadsminskningen för kulvertsystemet uppgår till ca 40% jämfört med konventionell teknik. Kostnadsreduktionen för markarbeten uppgår till 35-40%, för rörläggning 50-70% och för kulvertmaterial 10-35%. Den totala kostnadsminskningen för hela distributionssystemet (kulvertnät och abonnent-central) uppgår till 25%.

Utvärderingsresultaten presenteras i detalj i referens nr 19-22.

2 BESKRIVNING AV EXPERIMENTANLÄGGNINGEN I SÖDERBÄRKE

2.1 Områdesbeskrivning

GRUDIS-anläggningen i Söderbärke tätort, Smedjebackens kommun, är en vidareutveckling av den systemteknik, som byggdes i Vede våg. Anläggningen i Söderbärke försörjer 4 större flerfamiljshus, 15 enplans flerfamiljshus, 32 pensionärs-lägenheter i markbostäder, ålderdomshem samt servicelokaler. Totalt har 7 större och 16 mindre abonnentcentraler installerats och den totala anslutna effekten uppgår till ca 1 MW.

Beställare och huvudman för anläggningen är Stiftelsen Byggherren i Smedjebacken. Anläggningen har byggts på totalentreprenad av Studsvik Energy.

2.2 Syfte

Målsättningen med GRUDIS-anläggningen i Söderbärke är:

- att vidareutveckla material-, kulvert- och systemtekniken från Vede våg- och Hammarstrands-anläggningarna
- att initiera GRUDIS-tekniken inom nya marknadsområden (markbostäder och renovering av äldre uttjänta kulvertsystem)
- att initiera ny material- och systemteknik
- följa upp teknisk funktion och ekonomiskt utfall.

Följande nya komponent- och systemdelar ingår i den föreslagna experimentanläggningen i Söderbärke:

2.2.1 Nya applikationer inom nya marknads- områden

GRUDIS-syrespärrad kulvert för utbyte/renovering av uttjänta sekundära distributionssystem

- Syrespärrat plastmediarör i flexibel kulvert för värmedistribution
- Flexibel 4-rörskulvert med två syrespärrade rör för värmedistribution och två ospärrade vanliga plastmediarör för distribution av VV och VVC.

GRUDIS-lågtemperaturdistribution för markbostäder som konverteras från direktelvärmes till vattenburen värme

- Lågtemperatursystem (max framledningstemperatur +65°C) med direktkoppling till fastigheternas tappvarmvattensystem (förenklad lösning utan skyddsblandning av tappvarmvattnet)
- Installation av ett kostnadseffektivt vattenburet värmesystem i direktelvärmde fastigheter anpassat till ovanstående GRUDIS-lågtemperatursystem

2.2.2 Vidareutveckling av tidigare demonstrerad GRUDIS-teknik

- Utökat dimensionsområde för den flexibla kulverten
- Ny avgreningsteknik med syfte att minska material- och rörläggningskostnaden med bibehållen driftsäkerhet
- Förenkling av den abonnentcentralteknik som utvecklats och demonstrerats i tidigare anläggningar.

2.3 Systembeskrivning

Anläggningen i Söderbärke omfattar en komplett gruppcentral med distributionsnät inkluderande panncentral, kulvertsnät, abonnentcentraler samt

konvertering av direktelvärmade markbostäder (vattenburet värmesystem inomhus).

2.3.1 Produktionsanläggning

Värmeproduktionen kommer att baseras på en gasolpanna på 1 MW med olja som reservlast. I ett inledningsskede utnyttjas även olja som baslast. Produktionsanläggningen ingår inte i experimentbyggnadsanläggningen.

2.3.2 Distributionssystemet

Distributionssystemet i Söderbärke-anläggningen består av tre avgränsade experimentbyggnadsdelar:

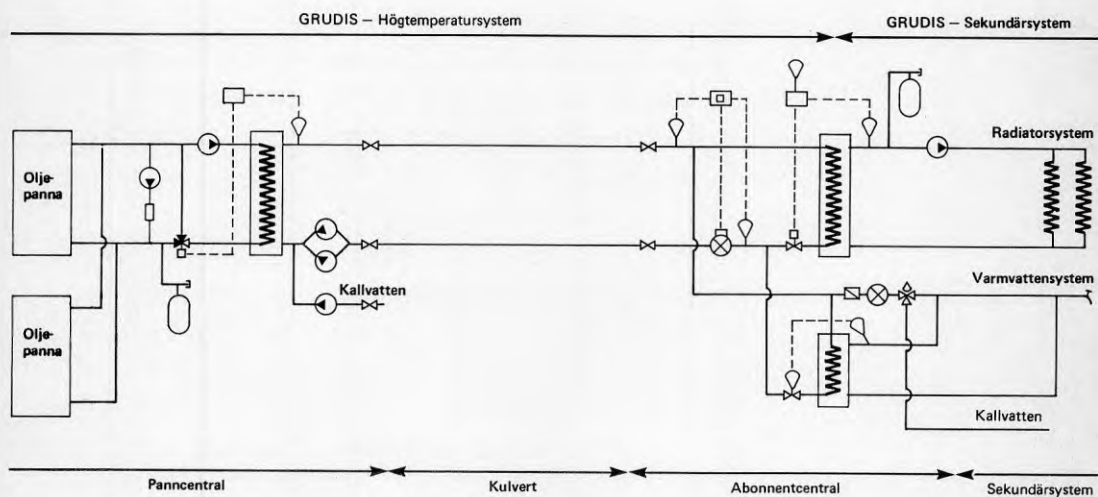
- 1 GRUDIS-högtemperatursystem (90°C), som är en vidareutveckling av de anläggningar som byggts tidigare
- 2 GRUDIS-syrespärrat system ($75-80^{\circ}\text{C}$) för utbyte/renovering av uttjänta sekundärsystem
- 3 GRUDIS-lågtemperatursystem (65°C) i kombination med konvertering av direktelvärmade markbostäder till vattenburna värmesystem.

GRUDIS-högtemperatursystem (90°C , 6 bar)

Systemlösningen är densamma som i Hammarstrand och Vedevåg. Det innebär att tappvarmvatten utnyttjas som distributionsmedium i ett 2-rörs helplastkulvertsystem med värmeväxling mot fastigheternas radiatorsystem och med direktkoppling av kulvertnätet till fastighetens tappvarmvattensystem.

Denna systemdel omfattar byggande av ca 790 m kulvert, installation av 7 abonnentcentraler samt de GRUDIS-delar som ingår i

produktionsanläggningen (distributionspumpar, värmeväxlare, rörsystem).



Figur 1

Principlösning GRUDIS-högtemperatursystem (90°C och 6 bar).

Den här anläggningsdelen utgör en vidareutveckling av de tidigare byggda system genom att:

- dimensionsregistret för den flexibla kulverten utökas med dimensionen 2x25 mm
- ny förenklad avgreningsteknik med utnyttjande av T-kopplingar med tillhörande isolering och mantelrörskarvar istället för prefabricerade T-rör. Motivet är att genom lägre materialkostnader minska kostnaden för avgreningen.
- förenklad abonnentcentralteknik genom nya komponentval och prefabricering.

Denna systemlösning är anpassad för nya distributionssystem i områden med befintlig bebyggelse

(mindre tätorter och småhusbebyggelse) med vattenburet radiatorsystem dimensionerade för 80-60°C.

GRUDIS-syrespärrat system (75-80°C)

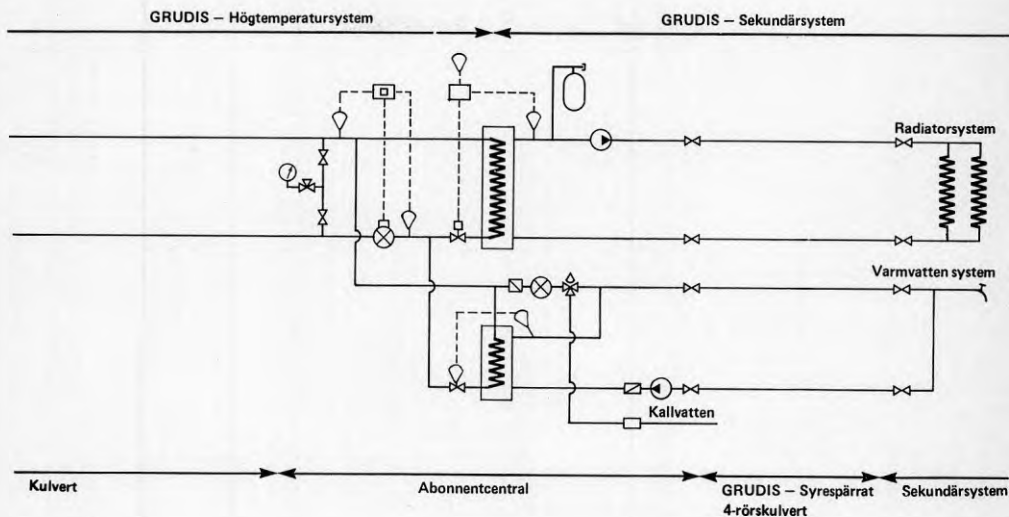
Systemlösningen bygger på utnyttjande av flexibel plaströrskulvert med konventionell 4-rörsteknik där mediasören för värmedistribution är syrespärrade och där mediasören för varmvatten och VVC är ospärrade.

Den här anläggningsdelen ligger som sekundär-system till GRUDIS-högtemperatursystem och omfattar utbyte av ca 290 m uttjänt 4-rörasbestcimentrörskulvert.

Denna anläggningsdel är en ny applikation av GRUDIS-tekniken genom att:

- mediasören är syrespärrade
- att tekniken är anpassad till de förutsättningar med avseende på distributionstemperaturen som finns i dagens befintliga bostadsbestånd (75-80°C)

Denna tillämpning av flexibel plaströrskulvert är anpassad dels för utbyte av uttjänta grupp-centralsystem, dels för installation i framför allt nybyggda områden med konventionella radiatorsystem.



Figur 2

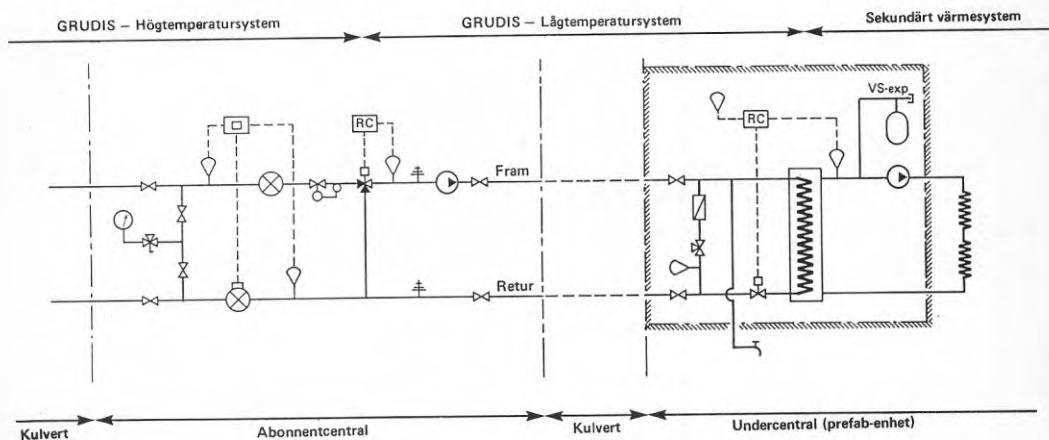
Principlösning GRUDIS-syrespärrat system (75-80°C).

GRUDIS-lågtemperatursystem (65°C) i kombination med konvertering av direktelvärmade markbostäder

Systemlösningen för denna anläggningsdel bygger även i detta fall på utnyttjande av tappvarmvatten som distributionsmedium men temperatur- och trycknivåerna är lägre för att underlätta direktkopplingar till fastigheternas värme- och tappvattensystem och därmed en förenklad abonnentcentralteknik.

Denna systemdel ligger som en separat cirkulationskrets direkt ansluten till det övriga GRUDIS-nätet men med lägre temperatur- och trycknivåer.

Systemdelen omfattar byggande av 570 m flexibel plaströrskulvert och installation av 16 prefabricerade småhuscentraler för försörjning av 33 pensionärslägenheter.



Figur 3

Principlösning GRUDIS-lågtemperatursystem
(65°C).

Inom ramen för denna anläggningsdel har även 21 st markbostäder konverterats från direktelvärmesystem till vattenburna system.

De värmesystem, som installerats, bygger på idag bästa teknik för vattenburna system. Värmesystemet bygger på ettrörs konvektorsystem baserade på korrosionsbeständiga komponenter. Systemet har anslutits till kulvertnätet via en prefabricerad sk GRUDIS-småhusundercentral. Det innebär direktkopplat tappvarmvattensystem samt värmväxlare mellan kulvertnät och radiatorsystem. Radiatorsystemen är emellertid uppbyggda av korrosionsbeständiga material och komponenter (koppars och plast) varför man inom ramen för experimentet kommer att under vissa perioder provköra med helt direktkopplade system både på radiator och tappvarmvattensidan (jämför

tidigare HE-system). För en detaljerad redovisning, se referens nr 23.

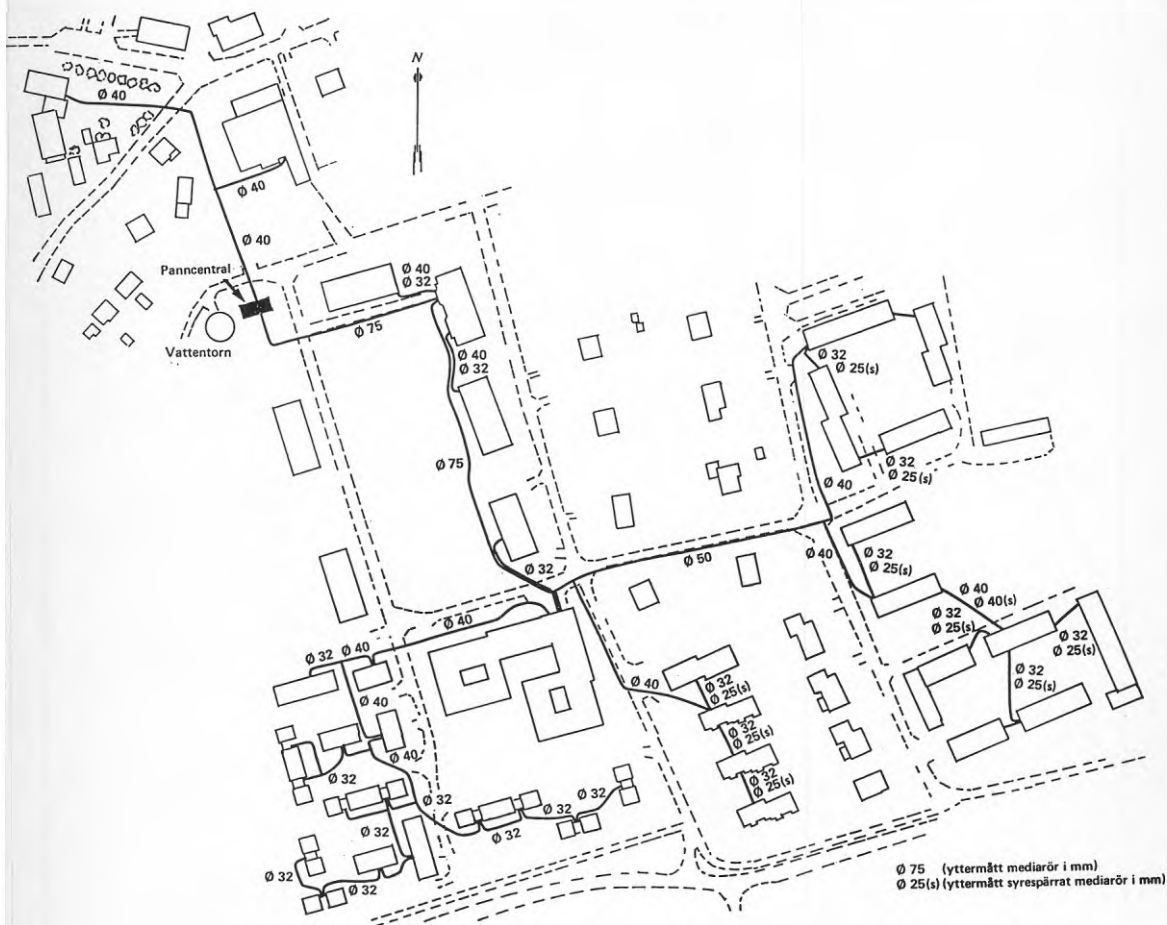
2.4 Kulvertnät

2.4.1 Omfattning

Den sammanlagda längden på kulvertnätet i Söderbärke är 1 650 m. Ambitionen har som i tidigare anläggningar varit att eftersträva ett skräddarsytt och därmed skarvfritt system.

Kulvertsystemet består av en flexibel kulvert i hela dimensionsområdet $\varnothing 75 - \varnothing 25$ mm, vilket är en utökning i förhållande till Hammarstrands- och Vedevågs-anläggningarna. Dimensionerna upp till $\varnothing 50$ mm har levererats som twinkulvert.

Dimensionerna $\varnothing 40$, $\varnothing 32$ och $\varnothing 25$ mm har både levererats med och utan syrespärrat mediarör.



Figur 4

Kulvertnät i Söderbärke, flexibel hålrörskulvert.

2.4.2 Dimensioneringskriterier

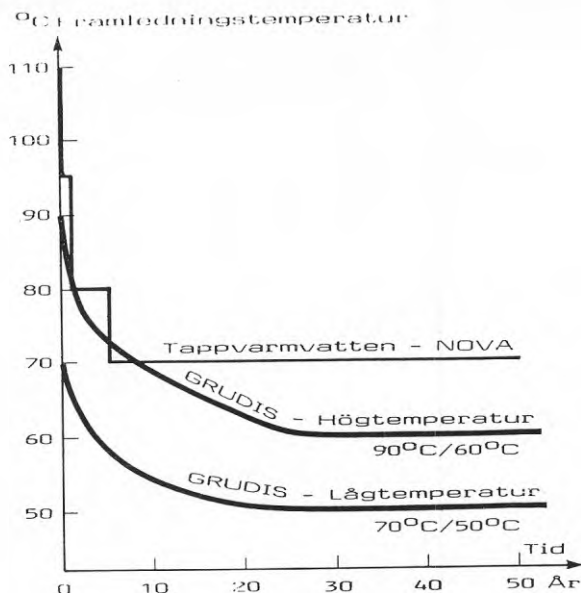
Eftersom den flexibla kulverten har mediarör av plast gäller andra dimensioneringskriterier än för konventionella mediarörsmaterial.

För de aktuella plastmediarörsmaterialen gäller betydligt hårdare begränsningar avseende tryck- och temperaturnivåer än vad som gäller för stål

och koppar. Det hänger samman med plastmaterialens annorlunda hållfastegenskaper.

Till skillnad mot konventionella kulverts-system med stål- och kopparrörskulvert har plaströrskulverten ingen klart definierad dimensioneringspunkt vad avser tryck och temperatur. Istället gäller samband mellan dessa storheter och även mellan varaktigheterna, framför allt temperaturvaraktigheten. Man måste därför vid projektering av GRUDIS-system optimera ingående polymera materials användning på ett annorlunda sätt än vad som är brukligt i konventionella system.

För plastmaterial, som ingår i tappvarmvatten-system, finns en varaktighetskurva framtagen (se Figur 5), som beskriver de krav på maxtemperatur och temperaturvaraktighet som materialet ska klara för att önskad livslängd ska erhållas.



Figur 5

Temperaturbelastningskurvor för tappvarmvattennorm och GRUDIS-system.

Polymera material som klarar denna tappvarmvattennorm är således enligt Figur 5 även lämpliga för GRUDIS-system. Av figuren framgår nämligen att GRUDIS-systemens temperaturbelastningar ligger under tappvarmvattennormens krav.

De belastningskurvor, som finns redovisade i Figur 5, bygger på de rörkvaliteter och belastningsrekommendationer som idag finns för plast-rör för värmedistribution. När det gäller de syrespärrade mediarören finns endast mycket begränsade dokumentation vad avser långtidsegenskaper. Detta medför att rör med detta syrespärrmaterial inte går att applicera på ovanstående resonemang. Utvärderingen kommer däremot att ge mer information om långtidsegenskaperna.

2.4.3 Konstruktionssätt

Eftersom tappvarmvatten distribueras i kulvert-nätet i vissa systemdelar innebär detta att alla material som kommer i kontakt med mediat måste vara korrosionsbeständigt och av tappvarmvatten-kvalitet. Det gäller mediarör, rördetaljer i form av T-rör, böjar och ventiler samt mediarör-kopplingar.

Plast är ett viskoelastiskt material, vilket innebär att det kan uppta inre spänningar. Detta tillsammans med materialets flexibla egenskaper gör att inga expansionsupptagande anordningar behöver installeras. Systemet kan alltså läggas helt rakt utan expansionselement eller förvärmning.

Eftersom plastmediarören i denna anläggning utgörs av tvärbunden polyeten (PEX) kan rören inte svetsas ihop (PEX är inte svetsbar). Därför måste någon typ av mekanisk koppling utnyttjas. I Söderbärke-anläggningen används en kompressionskoppling med instickshylsa och klämrings-svep i rödgods.

Kulvertsystemet i Söderbärke är i likhet med Hammarstrands- och Vedevågs-anläggningen inte utrustat med larmsystem för läckindikering. Läcksökning kan endast ske med termofotografering.

3 KULVERTMATERIAL

Kulverten i Söderbärke-anläggningen är en flexibel hålrörskulvert med mantel, isolering och styrrör. Hålrören levereras i 12 m längder och plastmediarören levereras i skräddarsydda längder. Hålrören är försedda med ändtätningar och styrrören/hålrören skarvas enkelt samman med en speciell typ av snäppringskoppling som sitter på styrrören.

Mantelrörsskarven tätas därefter med krymphylsa. Därefter dras de skarvfria skräddarsydda mediarören in i den färdigskarvade hålrörssektionen, vilket medför att antalet mediarörkopplingar begränsas till ett minimum.

Rördetaljerna (i detta system behövs endast T-rör) är prefabricerade från fabrik, dvs mediarör, isolering och mantelrör i ett. Mediarörkopplingarna är monterade vid leverans.

3.1 Hålrörselement

Hålrören levereras i 12 m längder med mantel, isolering och styrrör i ett.

3.1.1 Mantelrör

Manteln i den flexibla hålrörskulverten utgörs av ett korrugerat PEH-rör. Materialet utgörs således av polyeten med hög densitet (960 kg/m^3). I övrigt, se specifikationen nedan:

Tabell 1

Materialspecifikationer mantelrör.

Egenskap	Värde	Provningsnorm
Densitet	960 kg/m ³	ISO R-1183
Draghållfasthet	25 MPa	ISO R-527
Brottöjning	>500%	UNI-502
Hårdhet	60 Shore D	ISO R-868
λ	0.46 W/mK	

3.1.2 Isolering

Kulvertisoleringen består av mineralull typ Gullfiber med en densitet på 90 kg/m³. λ -värdet för isoleringen med ovan givna densitet uppgår till mellan 0.035-0.040 W/mK. Med angivna isolertjocklekar, se tabell, klaras det i ref 15 uppställda funktionskravet vad avser maximala värmeförluster.

3.1.3 Styrrör

Styrrören tillverkas på samma sätt som Akatherm avloppssystem. Rören tillverkas av PEH typ DGDS 2467 från Neste polyeten. Rören förbinds med snäppmuffar, formsprutade i PEH med lösning i acetal och o-ringstättning med gummikvalitet SBR SIS 367611.

3.1.4 Mantelrörsskarvning/isolering

I samband med att styrrören kopplas ihop läggs en PEX-skumskiva in mellan hålrörselementen för att isolera den spalt (2-5 mm) som bildas mellan hålrören. Därefter monteras en krympmatta för att tätta av isoleringen och för att ytterligare förhindra inläckage av vatten in i kulverten.

3.2 Mediarör

3.2.1 Ospärrade mediarör

De ospärrade mediarören i anläggningen består av tvärbunden polyeten av fabrikat Wirsbo-PEX i dimensionerna $\emptyset 32$ - $\emptyset 75$ mm.

Tabell 2

Materialegenskaper mediarör (Wirsbo-PEX).

Egenskap	Provnings- norm	Temp °C	Värde
Densitet			936 kg/m ³
Råhetstal			0.0005 mm
Längdutvidgnings- koefficient		20	1.4x10 ⁻⁴ 1/°C
		100	2.05x10 ⁻⁴
Draghållfasthet	DIN 53455	20	19...26 N/mm ²
		100	9...13 N/mm ²
Elasticitets- N/mm ²	DIN 53457	20	600...900
modul N/mm ²		80	300...400
Värmelednings- tal			0.38 W/km

Tabell 3

Livslängdsegenskaper mediarör.

Egenskap	Provningsnorm	Belastning	Krav
Livslängd	Tappvattengodkännande, Statens Planverk	2.5 MPa väggspänning /110°C	9 600 h
Livslängd	DIN 16892	2.8 MPa väggspänning /110°C	8 000 h

3.2.2 Syrespärrade mediarör

De syrespärrade mediarören består av tvärbunden polyeten av fabrikat Wirsbo-PEX med syrespärrande skikt av EVAL (etenvinylalkohol) i dimensionerna $\emptyset 25$ - $\emptyset 40$ mm.

3.3 Dimensioner

I Figur 6 nedan visas flexibel hålrörskulvert med mediarör av PEX. I Tabell 4 nedan följer en redovisning av de dimensioner av hålrörskulvert som finns installerade i Söderbärke.



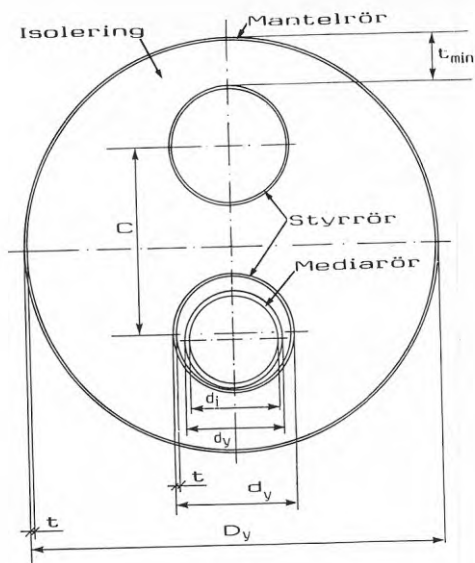
Figur 6

Flexibel hålrörskulvert.

Tabell 4

Dimensioner flexibel hållrörskulvert typ Aqua-PEX (se figur nedan).

Beteckning	Mediarör dy/di (mm)	Styrrör dy/t/C (mm)	Isolering tmin (mm)	Mantelrör dy/t (mm)	Min böjradie (m)	Leveranslängder hållrör/mediarör (m)
1x75/186	75/61.2	90/2.5/	35	186/2.8	2.0	12.0/skräddarsydda
2x50/225	50/40.8	63/2.3/73	27	225/3.0	2.0	12.0/skräddarsydda
2x40/186	40/32.6	50/2.0/63	25	186/2.8	2.0	12.0/skräddarsydda
2x32/168	32/26.0	40/2.0/55		163/	2.0	12.0/skräddarsydda
Syrespärrad kulvert						
2x40/186	40/32.6	50/2.0/63	25	186/2.8	2.0	12.0/skräddarsydda
2x32/163	32/26.0	40/2.0/55	23	163/2.8	2.0	12.0/skräddarsydda
2x25/163	25/20.4	32/2.0/55	23	163/2.8	2.0	12.0/skräddarsydda



Figur 7

Tvårsnitt Aqua-PEX-kulvert.

3.4 Rördetaljer och mediarörkopplingar

Rördetaljerna i anläggningen utgörs av helt prefabricerade komponenter med mantel, isolering, mediarör och mediarörkopplingar i ett. De enda rördetaljer som finns i anläggningen är T-rör.

Manteln består av ett korrugerat rör (se specifikation avsnitt 3.1.1). Isoleringen består av högdensitets PUR-skum 180 kg/m^3 . Mediaröret i avgreningarna består av koppar. Med denna stabila konstruktion utgör avgreningen vid överfyllning en fixpunkt i systemet.

Mediarörkopplingen är av kompressionstyp och i tillverkad i rödgods. Den är lödd mot kopparröret och består av instickshylsa och klämringsvep.

Rördetaljerna i Söderbärke-systemet har levererats i dimensionerna:

Tabell 5

Dimensioner T-rör mediarör (mm).

75/2x50/2x50
 2x50/2x40/2x50
 2x50/2x40/2x40
 2x40/2x40/2x32
 2x40/2x32/2x32
 2x32/2x32/2x32

3.5 Mantelrörskarvning/isolering vid rördetalj

Mantelrörskarvningen vid rördetalj är identisk med den som görs vid Aquawarm-systemet i koppar. Det innebär att en isolering bestående av mineralull appliceras runt mediaröret/mediarörkopplingen varefter en krymphylsa monteras över skarvstället.

3.6 Väggenomföringar

Material för väggenomföring utgörs av tätningring runt kulverten varefter den muras fast.

3.7 Materialkostnader

Materialkostnader för kulvertsystemet redovisas nedan:

Tabell 6

Specifika materialkostnader kulvertssystem
Söderbärke.

Typ	Dimension mediarör/mantelrör (mm) / (mm)	Kostnad (SEK/m)
Ospärrad flexibel hålrörskulvert		
Enkelrörskulvert	1x75/186	210
Dubbelrörskulvert	2x50/225	225
	2x40/186	195
	2x32/163	145
Syrespärrad kulvert	2x40/163	205
	2x32/163	155
	2x25/186	205
Rakskarv inkl isolerskiva	1x75/186	60
	2x50/225	60
	2x40/186	60
	2x32/163	50
T-rör inkl mediarörkopp- ling och skarv- sats	75/2x50/2x50	2 400
	2x50/2x40/2x50	1 800
	2x50/2x40/2x40	1 700
	2x40/2x40/2x32	1 500
	2x40/2x32/2x32	1 400
	2x32/2x32/2x32	1 400
Wipex-koppling	K75/R50	150
	K50/R32	100
	K40/R32	90
	K32/R20	50
Ändtätning	90/186	60
	2x63/225	115
	2x50/186	115
	2x40/163	85
Tätningring för väggenom- föring	225	90
	186	70
	163	50

Tabell 7

Specifik och total kostnad för kulvertsystem i Söderbärke
(inkl skarvmaterial och rördetaljer).

Typ	Dimension mediarör/ mantelrör (mm) / (mm)	Specifik kostnad (SEK/m)	Längd (m)	Total kostnad (SEK)
Ospärrad kulvert				
Enkelrör	2 st 1x/Ø75/186	450	247	111 150
Dubbelrör	1 st 2xØ50/225	285	124	35 340
	1 st 2xØ40/186	225	706	158 850
	1 st 2xØ32/163	175	575	99 925
Syrespärrad kulvert				
Dubbelrör	1 st 2xØ40/186	226	36	8 176
	1 st 2xØ32/163	176	60	10 560
	1 st 2xØ25/163	161	191	30 751
		235	1 935	454 732

4 ERFARENHETER AV RÖRLÄGGNING

4.1 Förutsättningar

Målsättningen med en flexibel kulvert är bl a att rationalisera rörlägningsarbetet genom att:

- allt rörmontage sker på markytan bredvid rörgraven
- antalet mediarörkopplingar reduceras till ett minimum
- hinder i mark som kablar/ledningar, berg och stenblock lätt kan undvikas utan komplicerade arbeten
- kulverten är lätt och hanterbar.

I projekteringen av kulvertanläggningen i plan och profil eftersträvades att uppnå dessa fördelar.

Eftersom mediaröret i kulverten kan skräddarsys och levereras i långa längder har projekteringsarbetet inriktats på att minimera antalet skarvpunkter i mark. Dessa skarvpunkter leder till merkostnader i form av lägre framdrivningshastighet, provtryckning, utökade markarbeten osv. Metoden att reducera antalet skarvpunkter är att utnyttja sk kamförläggning av kulvertnätet. Detta innebär att kulverten "sys från hus till hus" med avgrening inomhus istället för avgrening (T-rör) mark. I princip har denna metod utnyttjats i Söderbärke. Denna metod leder visserligen till ökade materialkostnader för rårör samtidigt som materialkostnaden och följdkostnader för T-rör i mark försvinner. För att få ett optimalt kulvertnät måste en avvägning ske mellan dessa kostnadsposter.

För att utnyttja den flexibla kulverten optimalt utgör den geotekniska undersökningen ett viktigt moment vid projekteringen. Genom en noggrann

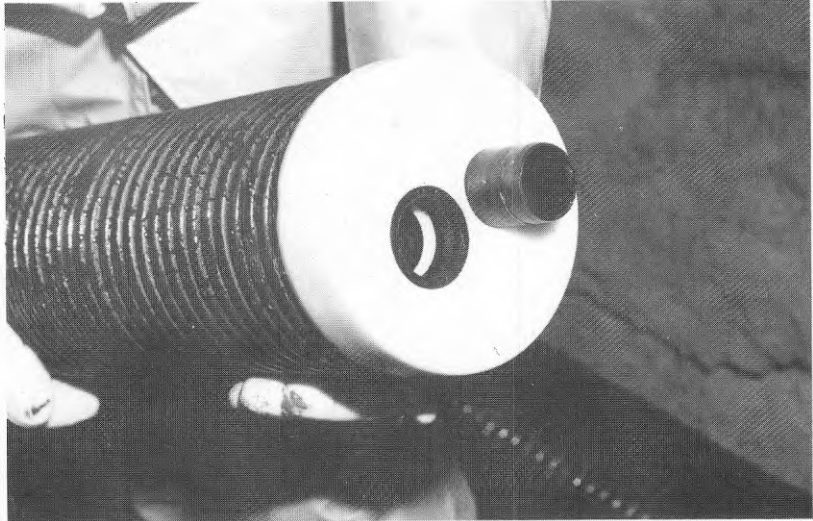
geoteknisk undersökning kan bl a hinder i mark såsom berg, stenblock osv lätt undvikas. Okonventionella sträckningar kan lätt väljas med den flexibla kulvertens konstruktion.

Montage av flexibel hålrörskulvert innebär att hålrörskulverten läggs ut efter kulvertstråket. Därefter kopplas kulvertelementen ihop till önskad längd och skarven isoleras och avtätas.

Därefter dras mediaröret in genom kulverten i avpassade längder varefter hela kulvertpaketet lyfts ner på ledningsbädden. Nästa moment är montering av T-rör, därefter sker provtryckning, sedan följer isolering och mantelrörsskarvning vid T-röret.

4.2 Montage av flexibel hålrörskulvert

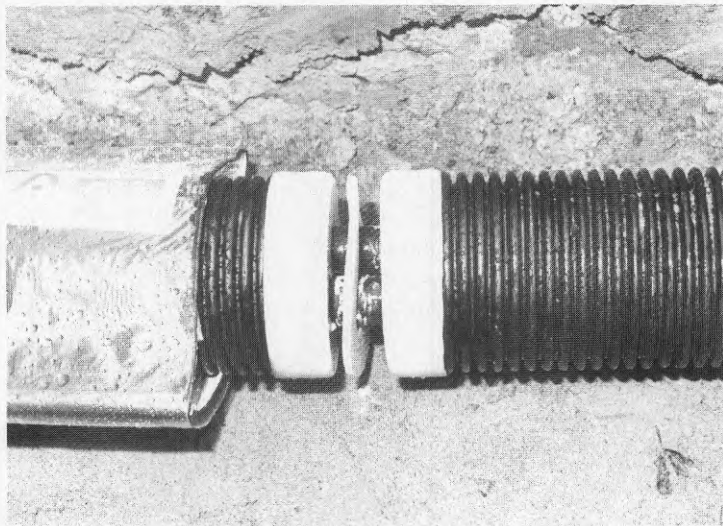
Hålrörselementen placerades ut på ett antal platser efter kulvertstråket från lastbil direkt vid leverans. Från dessa platser bärs kulverten ut och läggs efter rörgraven för skarvning. Kulvertelementen (12 m långa) är inte tyngre än att två man lätt hanterar dessa.



Figur 8

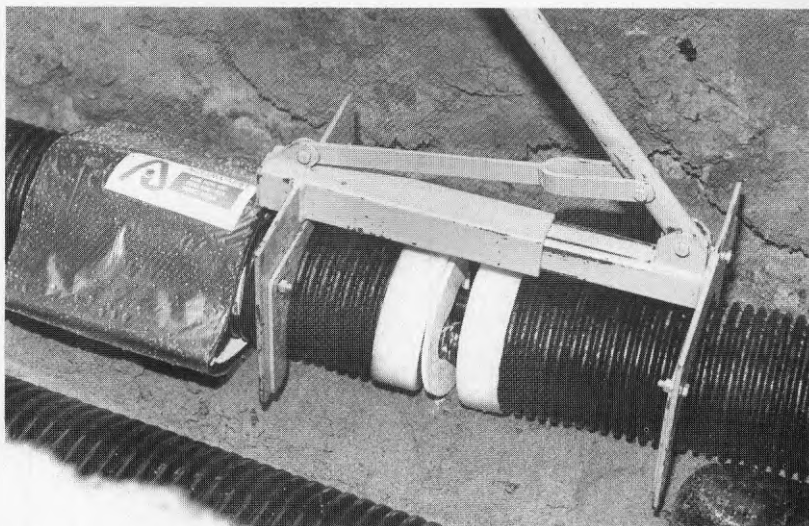
Hålrörskulvert i twinutförande.

Därefter kopplas hålrörselementen ihop genom den speciella snäppringskoppling som sitter monterad på styrröret. För detta ändamål utnyttjas ett speciellt verktyg som kopplar ihop rören. Innan ihopkoppling sker monteras en isolerskiva av PEX-skum på styrröret för att isolera spalten som blir i skarven mellan hålrörselementen. Därefter avtätas skarven med krympmatta.



Figur 9

Isolerskiva i skarv.



Figur 10

Koppling av hålrörselement



Figur 11

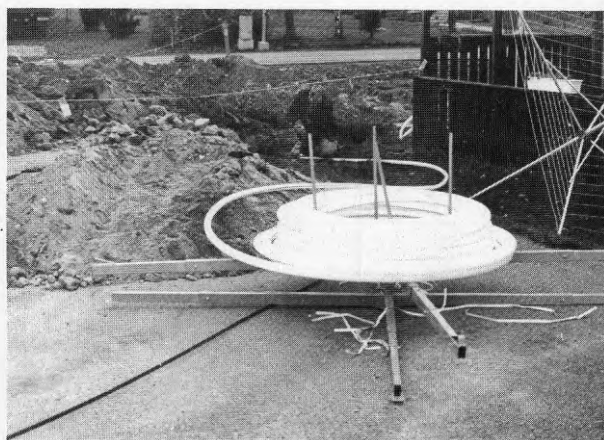
Korsande ledningar ovanför kulvert.

Erfarenheterna från montaget av den flexibla hålrörskulverten är genomgående goda. Kopplingen av styrrören är enkel och tar kort tid, detsamma gäller för montage av krymphylsa. Metoden visade sig också rationell vid korsande ledningar i mark mitt på sträcka. Då skarvades alla hålrören

på markytan på vardera sidan av ledningen. Därefter lyftes kulverten ner på ledningsbädden där den sista skarven monterades. Skarvmontage kunde lätt ske i rörgrav med bottenbredd 400 mm.

4.3 Genomdragning av PEX-mediärör

Mediärören levererades på rulle i skräddarsydda längder till anläggningen. Rullen med mediäröret placerades på en vinda i ena änden av kulverten, därefter monterades en dragkona på mediäröret. Mediäröret spelades sedan igenom hålrörskulverten med hjälp av en vinsch, som står uppställd i andra änden av hålrörskulverten. På detta sätt drogs som mest en mediärörslängd på 160 m igenom hålrörskulverten. Vinschen behövde utnyttjas för dimensionerna $\varnothing 75-50$ mm, vid klenare dimensioner kunde mediäröret skjutas in i hålrörskulverten.



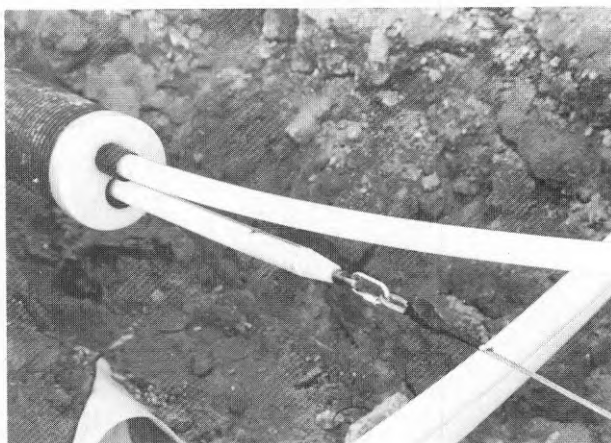
Figur 12

Vinda med PEX-mediärör.



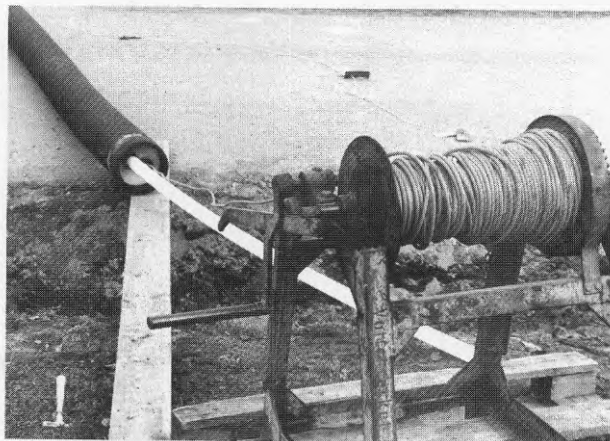
Figur 13

Genomdragning av mediarör.



Figur 14

Pexrör med dragkåna och vajer.



Figur 15

Vinsch för genomdragning av mediarör.

När det finns korsande ledningar mitt på sträckan fick genomdragningen av PEX-röret ske med hålrörskulverten liggande i rörgraven. Detta medförde inga problem.

När man arbetar med skräddarsydda mediarörlängder är det nödvändigt att projekteringen görs omsorgsfullt. Det innebär att projekteringsunderlaget (planritningen) måste vara korrekt i förhållande till de fysiska längderna. Marginella avvikelser mellan ritning och fysiska längder samt förändrad ledningssträckning vid förläggning kan lätt medföra att mediaröret blir för kort. Detta är speciellt viktigt vid grövre dimensioner då ett för kort mediarör kan innebära stora merkostnader. Därför är det dessutom viktigt att mediaröret levereras med viss kapmån, 2-3%. På grund av vissa omprojekteringar av kulvertsträckningen inträffade detta vid

förläggning av den flexibla kulverten i Söderbärke. Det innebar både ökade material-, rörläggnings- och markarbetskostnader.

4.4 Nedlyftning av kulvert på ledningsbädd

När kulverten var komplett med mediarör sänktes den successivt ner på den färdiga ledningsbädden. Detta moment gick snabbt och medförde inga risker för skador på kulverten.



Figur 16

Hålrörskulvert nedsänkt på ledningsbädden.

4.5 Montage av rördetalj/mediarörkoppling

Vid montage av rördetalj/mediarörkoppling lyftes T-röret först ner på ledningsbädden. Det är inte tyngre än att en man kan hantera det.

Därefter kapas mediaröret med ett skärverktyg till önskad längd. Innerkanten av mediaröret fasas sedan av med en kniv.

Vid nästa moment trycks mediaröret på insticks-
hylsan och därefter monteras klämringssvepet,
som håller fast mediaröret. Själva monteringen på
instickshylsan var vid några tillfällen omständ-
igt men underlättades om mediaröränden värmdes
något.



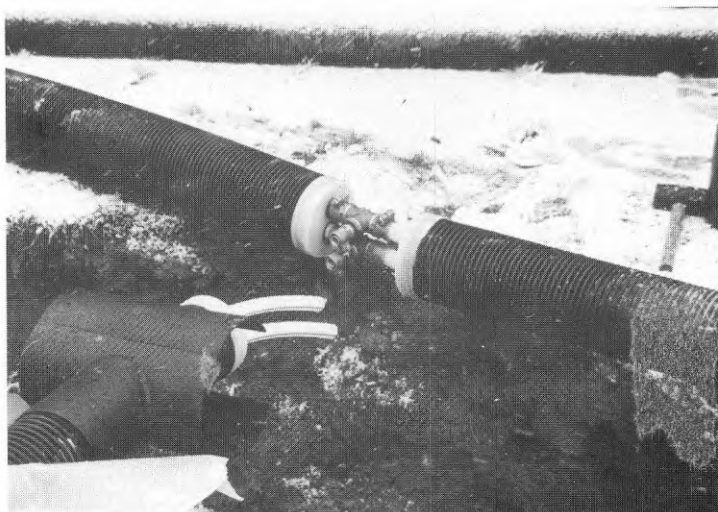
Figur 17

Montage av mediarör i mediarörkoppling.

En alternativ skarvmetod utnyttjades vid en
avgrening i kulvertanläggningen. Istället för
att använda ett prefabricerat T-rör monterades
en T-koppling i rödgods. Materialkostnaden kan
på detta sätt reduceras något. Rörläggningsskos-
tanden och markarbetskostnaden blir dock oföränd-
rade i förhållande till vanligt T-rör.



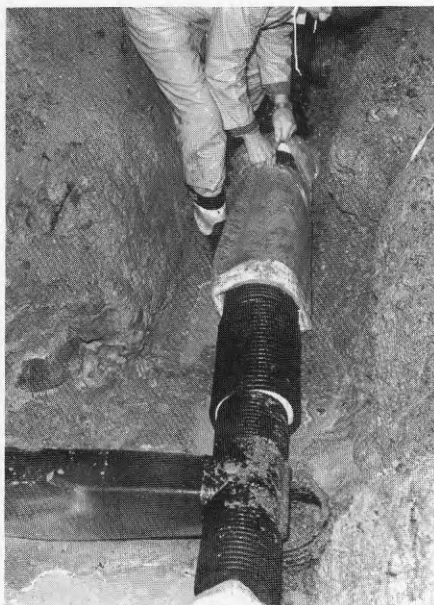
Figur 18
Monterat T-rör.



Figur 19
Montage av T-koppling.

4.6 Montage av mantelrörskarv/isolering vid rördetalj

Detta montage är helt identiskt med det skarv- och isoleringsarbete som görs för en vanlig aquawarm-kulvert vid T-rör. Isoleringen monteras över mediaröret/mediarörkopplingen och skarvhylsan skjuts över skarvstället varefter en krympmatta värms på över skarvhylsan. Detta är således konventionell teknik och medförde inga oväntade problem vid montage.



Figur 20

Montage av mantelrörskarv/isolering vid rördetalj.

Den i avsnitt 4.5 beskrivna T-kopplingen isolerades med rörskål av mineralull. Skarven tätades därefter med ett mantelrörsvap med krymphylsa.

4.7 Rörläggningens kostnader

Kulvertnätet omfattar som tidigare sagts ca 1 650 m uppdelat på 42 sträckor. Kulvertanläggningen är uppdelad i tre systemdelar.

Tabell 8

Om- råde	Systemtyp	Abonnentkategori	Kulverttyp	Total längd (m)
A	GRUDIS- högtemperatur- system (90°C)	Flerbostadshus och offentliga lokaler	Tvårörs icke syrespärrad flexibel kulvert	790
B	GRUDIS- lågtemperatur- system (65°C)	Småhus/markbo- städer	Tvårörs icke syrespärrad flexibel kulvert	570
C	GRUDIS- sekundärsys- tem (75-80°C)	Flerbostadshus/ markbostäder	Fyrarörs syrespärrad flexibel kulvert	290

Rörläggningens arbetet har bedrivits av 1-2 man under perioden 1987-11-01--12-09. Effektiv rörläggningstid (metodtid) uppgick till 153 mantimmar. Den faktiska tiden under vilken arbetet pågick uppgick till totalt 382 mantimmar. Denna totaltid innehåller tid för planering, förberedelser, etablering, byggmöten, daglig planering och avetablering.

Kostnaderna i nedanstående tabell utgår från en mantidskostnad för rörläggare på 215 SEK/h. Förutom detta tillkommer rese- och traktamentskostnader, logikostnader samt kostnader för viss handräckning från markentreprenör. Med dessa förutsättningar blev den totala genomsnittliga mantidskostnader 250 SEK/h.

Tabell 9

Rörläggningstider och rörläggningskostnader för montage av flexibel hålrörskulvert.

Dimension (mm)	Längd (m)	Antal sträckor (st)	Genomsnittl sträcklängd (m)	Total metodtid (h)	Total arbets- platstid- (metodx2.50) (h)	Totalkostnad (SEK) (SEK/m)
2 st 1xØ75	247	2	123.5	24.5	61	15 250 62
1 st 2xØ50	124	2	62.0	10.0	25	6 250 50
1 st 2xØ40	420	7	60.0	30.5	76	19 000 45
<u>Småhusområde</u>						
1 st 2xØ40	190	4	47.5	20.5	51	12 750 67
1 st 2xØ32	380	13	29	34.5	86	21 500 56
<u>Fyrarörssystem</u>						
1 st 2xØ40						
1 st 2xØ32 (syrespärrat)	96	3	32	9	23	5 750 60
1 st 2xØ32						
1 st 2xØ25 (syrespärrat)	191	11	17.5	24	60	15 000 78
	1 648	42	39	153	382	95 500 60

Arbetstids- och kostnadssammanställningen visar generellt korta rörläggningstider och låga rörläggningkostnader. Hela systemet lades på mycket kort tid, 10 manveckor, dvs 5 veckor för två man. Det innebär att kulvertsystemet i sin tekniska utformning nästan är optimalt ur rörläggningssynpunkt. Det är istället svårigheter att koordinera markarbeten med rörläggningen samt se till att materialleveranser avseende leveranstider och omfattning (skraddarsydd system) överensstämmer med framdrivningstakten.

Som framgår av tabellen ovan skiljer sig kostnaden mellan de olika områdestyperna A, B och C. Orsaken till att kostnaden för rörläggning (SEK/m) är högre för småhusområdet B jämfört med område A beror på att den genomsnittliga sträcklängden var kortare i område B samt på svåra väderförhållanden i form av stora nederbörds-mängder vid läggning av område B.

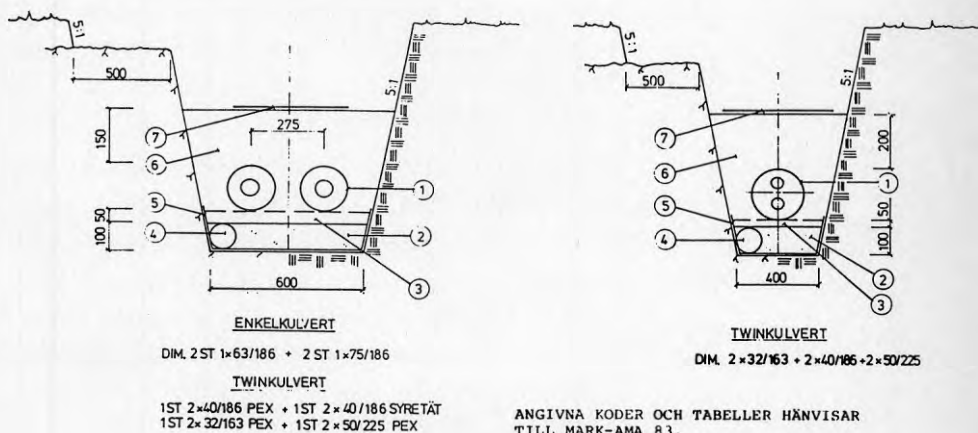
När det gäller område C har ett fyrarörssystem lagts. Det innebär läggning av två kulvertrör i dubbelutförande, ett kulvertrör för värme, fram- och returledning (syrespärrat mediarör) och ett kulvertrör för varmvatten och varmvattencirkulation (ospärrat mediarör). Rörläggningkostnaden för detta område är normalt i förhållande till kostnaden i område A och tidigare erfarenheter. Den ligger mellan 30-39 SEK/m för dimensionerna $\emptyset 25$ - $\emptyset 40$ mm. Totalkostnaden för rörarbetena för hela kulvertanläggningen uppgår till ca 95 000 SEK.

I likhet med erfarenheterna från Vedevågs-anläggningen har den flexibla kulverten visat sig vara effektiv ur rörläggningssynpunkt.

5 ERFARENHETER AV MARKARBETEN

5.1 Förutsättningar

Förutsättningarna för projektering av markarbeten var att inget rörmontage förutom vid avgräningar behövde ske i rörgraven. Man tar därmed till vara plaströrskulvertens möjlighet att minska markarbetenas omfattning genom att projektera för avsevärt smalare än för konventionell fjärrvärme (30-50%), se typsektioner Figur 21.

GRAV I BERGGRAV I JORD

1 FJÄRRVÄRMEKULVERT TYP WIRSBO

2 LEDNINGSBÄDD FÖR VÄRMEKULVERTLEDNING C2.213 AV SAMKROSS 0-18. PACKNING ENLIGT TABELL C/4 KL. 2.

3 AVJÄMNINGSLAGER AV SAND 0-8 MM.

4 DRÄNERINGSLEDNING TYP LUBONYL DSA 117/100.

FÖRLÄGGNINGSSTRÄCKOR ANGES PÅ PLAN OCH PROFILRITNINGAR.

5 MATERIALSKILJANDE LAGER AV GEOTEXTIL FÖR LEDNINGSGRAV I JORD. C3.5511 AV FIBERDUK TYP TERRAM 1000 ELLER LIKVÄRDIG. FÖRLÄGGNINGSSTRÄCKOR OMFATTNING ENLIGT REGLERBARA MÄNGDER.

6 KRINGFYLLNING FÖR VÄRMEKULVERTLEDNING C2.413 AV SAND 0-8.

7 MARKERINGSNET TYP NETLON, BREDD 0,4 M, LJUSBLÅ.

Figur 22

Typsektioner för flexibel hålrörskulvert.

När det gäller övriga kvalitetskrav på markarbetena så som dränering, packning, materialkrav ledningsbädd och kringfyllning, gäller samma krav som för konventionell fjärrvärme (se Figur 21). Inom anläggningen har två typsektioner utnyttjats, en för twinkulvert (bottenbredd 400 mm) och en för enkelkulvert och dubbel twinkulvert) (bottenbredd 600 mm).

För att få en hög framdrivningshastighet för markarbetena föreskrevs i förfrågningsunderlaget att två grävmaskiner skulle utnyttjas. Den maskinella och personella arbetskraften uppgick således till en lätt runtomsvängande hjulgrävare för schaktning och en traktorgrävare för ledningsbädd, kringfyllning och återfyllning.

5.2 Jordschakt

Liksom i Vede vågs-anläggningen schaktades rörgravarna med mindre slänthlutning än vad som förutsatts i projekteringen. Detta medförde generellt inga problem med nerrasade schaktmassor tack vare att kringfyllning skedde samma dag som rörläggning. Schaktgravarna breddades vid rördetaljerna till ca 1 m så att kopplingsarbetena skulle gå rationellt.

Vid ett tillfälle kunde markentreprenören undvika kostsamma sprängnings- och besiktningsarbeten tack vare kulvertens flexibilitet. Med marginella justeringar i plan och profil kunde kostnadsfördringar undvikas.



Figur 22

Ledningsbädd trång schaktgrav.

5.3 Dränering och ledningsbädd

Dräneringsledning lades där det var nödvändigt och ansågs tekniskt möjligt. Ledningsbädden utgjordes av material samkross 0-18 mm med avjämningslager 0-8 mm, därefter packning enligt packningsklass C/4 kl 2 (Mark AMA).

För att undvika försämrad funktion av dräneringsledning genom igensättning med finkornigt material har dräneringsbädden och dräneringsröret avskärmats och skyddats med en fiberduk.

På vissa mindre sträckor (serviser) lades inte dränering. Vid ett tillfälle inom område B (småhusområdet) uppstod problem på grund av att schaktarbetena låg avsevärt före rörläggningen.

Detta i kombination med riklig nederbörd, trånga vertikala schakt samt avsaknaden av dränering ledde till vissa kostnader för både markarbetena och rörläggningen.

5.4 Kring- och återfyllning

Kringfyllning och understoppling skedde omedelbart efter rörläggning, där så var möjligt, för att minska riskerna för problem med nerrasande massor. Schaktgravarna stod i regel bara öppna 1-2 dagar. Kringfyllning genomfördes enligt entreprenadhandlingarna till en nivå 150 mm över kulvertens hjässa med sand 0-8 mm (icke skarpkantigt material).

5.5 Markarbetskostnader

Markarbetena genomfördes i sin helhet under perioden 1987-10-26--12-11, dvs 7 veckor. Det innebär en framdrivningshastighet på 46 m/dag återställd schaktgrav.

En detaljerad uppföljning av markarbetskostnaderna har gjorts för hela anläggningen.



Figur 23

Snabb återfyllning
efter rörläggning.

Tabell 10

Markarbetskostnader för flexibel hålrörskulvert
i Söderbärke.

Typ av arbete	Tvärsektion (twinkulvert) 400 mm (SEK/m)	Tvärsektion (enkelkulvert) 600 mm (SEK/m)
Schaktning	53	63
Ledningsbädd och dränering	45	49
Kringfyllning		
Resterade fyll- ning	36	45
Netlon (maske- ringsband)	20	28
Aterställning	68	83
Övrigt (håltag- ning, brunnar, broar	148	160
Total specifik kostnad SEK/m	375	435

Totalt har 1 648 m kulvertledningar installerats fördelat enligt följande på typsektionerna 600 mm (660 m) och 400 mm (990 m). Totalkostnaden för markarbetena uppgår till 651 000 SEK.

6 KOSTNADSJÄMFÖRELSE

Nedan görs en kostnadsjämförelse för två olika systemtyper i olika områden inom Söderbärkeanläggningen (se avsnitt 4.7):

Område	Systemtyp	Jämförelse sker mellan följande kulvertsystem
A och B	Tvårörs kulvertsystem	Flexibel plastkulvert och stålrörskulvert
C	Fyrarörskulvertsystem	Flexibel syrespärrad kulvert och kopparrörskulvert

Kostnadsjämförelsen baserar sig på efterkalkyler för den syrespärrade och ospärrade flexibla plaströrskulverten och på offerter för materialkostnader för stål- och kopparrörskulverten samt på erfarenhetssiffror och å-priser för rörläggnings- och markarbetskostnader för stål- och kopparrörskulvertar.

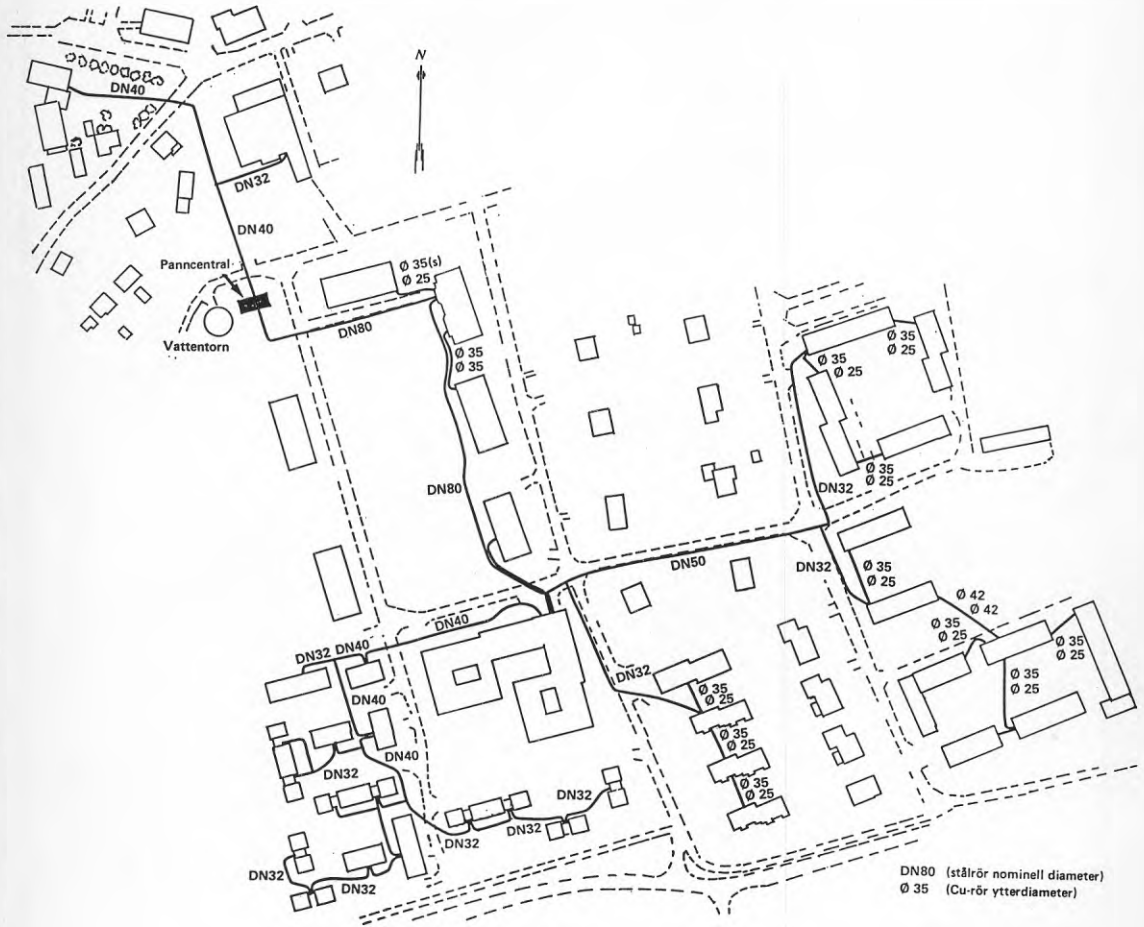
Till grund för kostnadsberäkningen för stål- och kopparrörssystemen ligger en dimensionering enligt Figur 24. Stål- och kopparrörsnäten har dimensionerats efter konventionella kriterier avseende tryckfall och flödes hastigheter.

Dimensioneringskriterier för plaströrskulvertar framgår av avsnitt 2.3.2 och 2.4. Stålrörssystemet har dimensionerats efter samma kulvertar som plaströrskulvertar vad avser temperaturer och tryck.

Totalkostnaden, exklusive projektering och administration för respektive system uppgår till 1.2 MSEK för hela det flexibla plastkulvertsystemet varav 0.25 MSEK för det syrespärrade

fyrarörssystemet och 1.85 MSEK för det konventionella stål- och kopparrörssystemet varav 0.38 MSEK för fyrarörssystemet i koppar.

Det flexibla plastkulverts-systemet reducerar således investeringskostnaden med 35% jämfört med det konventionella stål- och kopparrörssystemet.



Figur 24

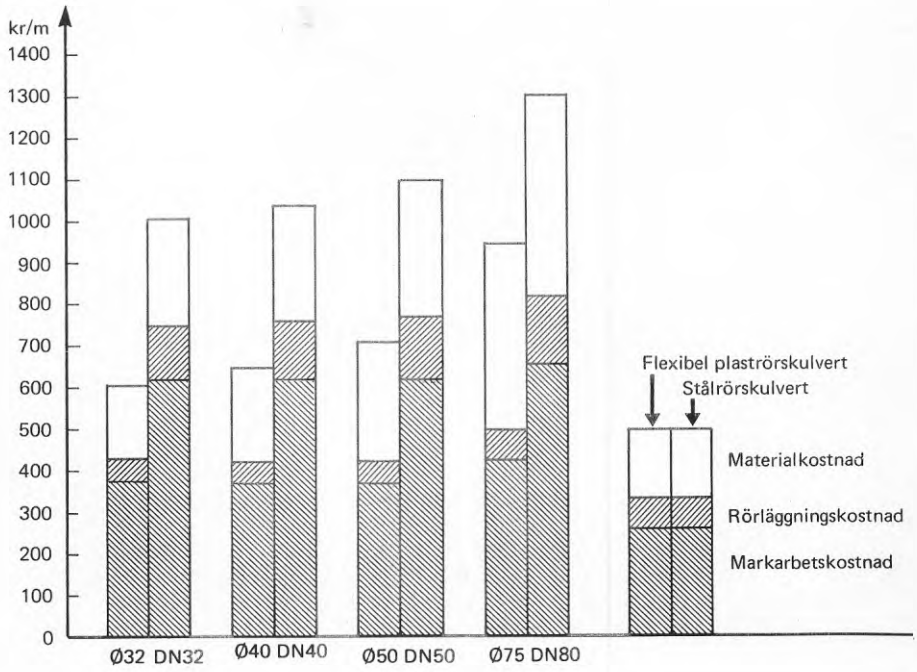
Stål- och kopparkulverts-system Söderbärke,
referensalternativ.

Tabell 11

Ledningsbyggnadskostnader i Söderbärke. Kostnadsjämförelse mellan flexibel hålrörskulvert och stålrörskulvert för område A och B (1987 års priser, SEK/m exkl moms).

Typ av kostnad	Dimension mediarör (mm)			
	Ø32	Ø40	Ø50	Ø75
Flexibel hålrörskulvert	Ø32	Ø40	Ø50	Ø75
Materialkostnad	175	225	285	450
Rörläggningskostnad	(56*)	45(67*)	50	62
Markarbetskostnad	375	375	375	435
Totalkostnad	606	645	710	947
	Diameter nominell			
Stålrörskulvert	DN32	DN40	DN50	DN80
Materialkostnad	256	277	331	482
Rörläggningskostnad	130	139	148	163
Markarbetskostnad	620	620	620	657
	1006	1036	1099	1302

* Rörläggningskostnad avser rörmontage i småhusområde med många korta längder.



Figur 25

Kostnadsjämförelse mellan flexibel plaströrskulvert och stålrörskulvert inom område A och B.

Tabell 12

Ledningsbyggnadskostnader i Söderbärke. Kostnadsjämförelse mellan två fyrarörssystem, flexibel syrespärrad plastkulvert och kopparkulvert för område C (1987 års priser, SEK/m exkl moms).

Typ av arbete	Dimension mediarör m m	
Flexibel syrespärrad hålrörskulvert	Ø40/Ø40 (VV, VVC)	Ø32/Ø32 (VV, VVC)
	Ø32/Ø32 (VS, syre-spärrad)	Ø25/Ø25 (VS syre-spärrad)
Materialkostnad	401	336
Rörläggningskostnad	60	78
Markarbetskostnader	435	435
Totalkostnader	896	849
Kopparrörskulvert	Ø42/Ø22	Ø35/Ø18
	Ø35/Ø35	Ø28/Ø28
Materialkostnad	577	556
Rörläggningskostnader	153	141
Markarbetskostnad	616	616
	1356	1313

Kostnadssammanställningen visar att den flexibla kulverten generellt är mycket konkurrenskraftig i förhållande till både stål- och kopparkulvert.

När det gäller rörmaterial uppgår kostnadsreduktionen i förhållande till stålrörskulvert för klenare dimension till 32% och till 7% för grövre dimensioner.

I förhållande till kopparrörskulverten ligger kostnadsreduktionen på mellan 70-40% i det aktuella dimensionsområdet.

Rörläggningskostnaden har enligt kalkylen reducerats med mellan 45-60% för stål- och kopparrörskulvertar.

Kostnaden för markarbeten kan generellt sänkas med ca 30-40%.

Sammanställningen visar att plastkulvertsystem har en betydande ekonomisk konkurrenskraft både inom områden där jämförelsen sker med stålrörskulvert och inom områden med kopparrörskulvert.

7 SLUTSATSER

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser dras vad avser det flexibla kulvertnätet i Söderbärke.

Den flexibla kulverten uppfyller enligt tillverkarens specifikationer de funktions- och materialkrav som tagits fram inom GRUDIS-projektet (utvärderingen får visa om dessa specifikationer kan innehållas).

Projekteringen måste utgå ifrån plastkulvertens flexibla och skarvfria egenskaper. Det innebär att en geoteknisk undersökning bör genomföras. Vidare att skarvpunkter i mark (T-rör) bör undvikas i största möjliga utsträckning.

En väl genomförd projektering ger också möjlighet att arbeta med skräddarsydda längder, vilket underlättar både rörlägnings- och markarbetena.

Den flexibla kulverten är rationell ur rörlägnings- och markarbetssynpunkt.

En viss ytterligare kostnadsreduktion kan göras genom en bättre samordning mellan rörläggning och markarbeten.

Ytterligare kostnadsbesparingar bör göras framför allt på förbättrade och förenklade systemlösningar för kulvertinkopplingar och undercentraler.

Kostnadsreduktioner för rörmaterial för den flexibla kulverten jämfört med stålrörskulverten uppgår till mellan 7-32% beroende på rördimension och i jämförelse med fyrarörskopparkulvert till mellan 31-40%, också beroende på dimension.

Kostnadsbesparingen för rörlägningsarbeten jämfört med stål- och kopparrörskulvert ligger mellan 45-60%.

Kostnaden för markarbeten kan reduceras med ca 30-40% jämfört med stål- och kopparkulvert.

Den totala kostnadsreduktionen i jämförelse med ett konventionellt stålkulvertsystem uppgår till 35%.

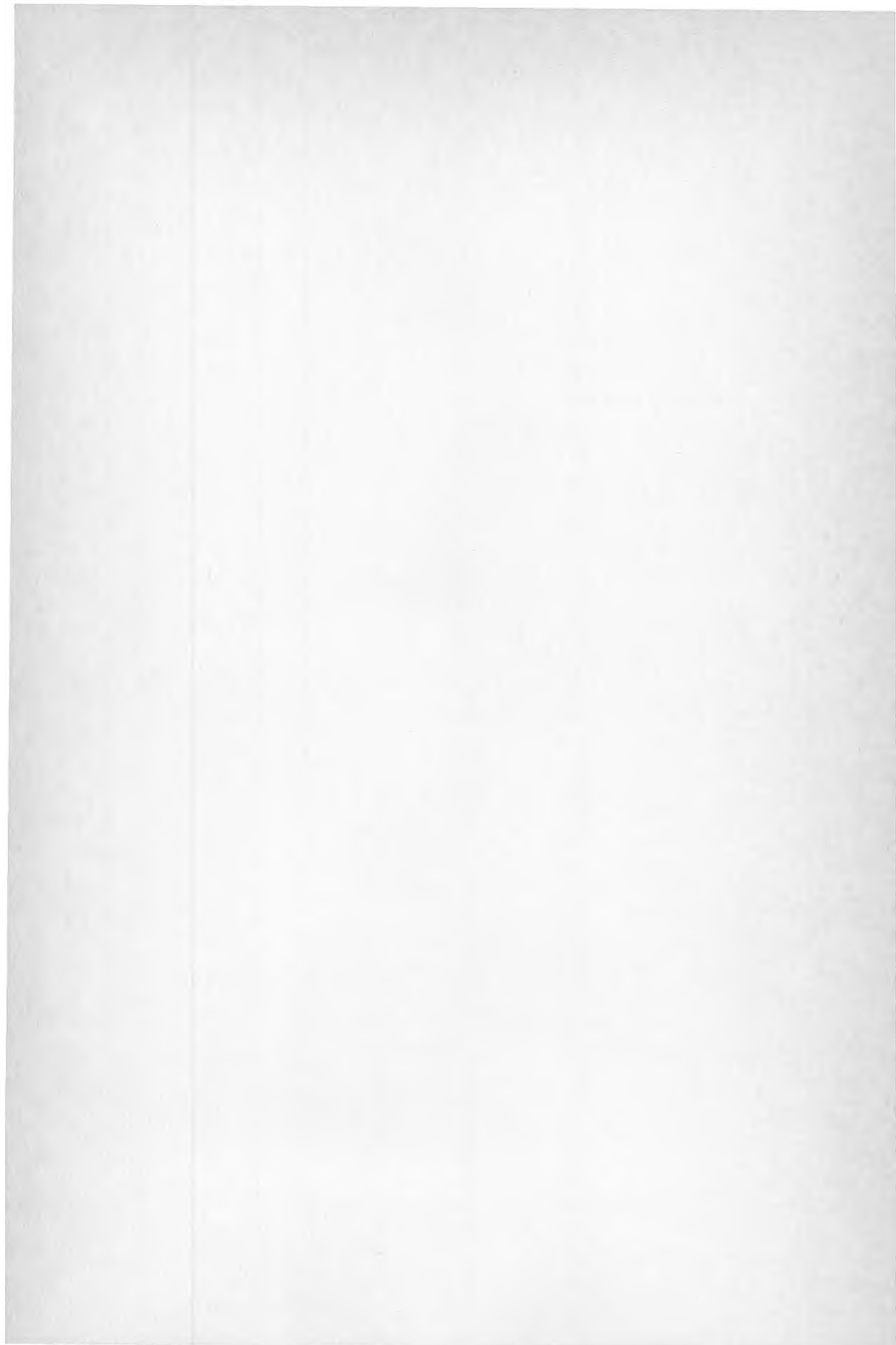
För fyrarörssystemet blir kostnadsreduktionen för den syrespärrade flexibla kulverten ca 34% jämfört med kopparrörskulvert.

REFERENSER

- 1 BERGLUND G, IFWARSON M
Inventering av plastmaterial i värmedistributionssystem.
Byggeforskningsrådet, R154:1984.
- 2 IFWARSON M
Metoder för accelererad provning av värmerör av plast.
Studsvik Energiteknik AB, Sweden 1984.
Delrapport EI-84/123.
- 3 BERGLUND G
Inventering av metoder att sänka syre- och vattenpermeabiliteten hos plaströr.
Byggeforskningsrådet, R155:1984.
- 4 BERGLUND G
Utvärdering av syretätade plaströr samt undersökning av vattenpermeabilitet hos plaströr.
Studsvik Energiteknik AB, 1984. Delrapport EI-84/109.
- 5 IFWARSON M
Långtidsegenskaper hos syretätade plaströr och isolering för GRUDIS-kulvertar.
Byggeforskningsrådet R19:1987.
- 6 LJUNGQVIST J
Flexibla kulvertar - kulvertuppbyggnad.
Studsvik Energiteknik AB, 1984.
EI-84/117.
- 7 INGRE P
Schaktkostnad vid individuell och samförlagd värmekulvert. Ekonomiska utredningar.
Statens råd för byggnadsforskning.
Rapport R156:1984, Stockholm, 1984.
- 8 CRONHOLM L-Å
Jämförelser mellan skarvfri och konventionell kulvertförläggning.
Statens råd för byggnadsforskning.
Rapport R153:1984.
- 9 RUNDSTRÖM T
Förläggning av flexibla värmekulvertar. Några sätt att reducera läggningskostnaden.
BFR 811849-4. Studsvik Energiteknik AB.
Studsvik Report EI-85/2.

- 10 ODDVING B
Mantelrörskarvar och medierörkopplingar.
Studsvik Energiteknik AB, Sweden 1986.
Arbetsrapport ED-86/28.
- 11 LJUNGQVIST J
GRUDIS-kulvert fältprov.
Studsvik Energiteknik AB, Sweden 1986.
Arbetsrapport ED-86/27.
- 12 MOLANDER A
Syrepermeabilitet i kulvertar.
Studsvik Energiteknik AB, Sweden 1985.
Delrapport EI-85/3.
- 13 BLOMQVIST P A
Lågtemperaturbaserad central värmedis-
tribution i befintlig bebyggelse.
Studsvik Energiteknik AB, Sweden 1985.
Studsvik 85-5.
- 14 BLOMQVIST P A
Studier av ett GRUDIS-system.
Studsvik Energiteknik AB. Arbetsrapport
EI-84/111.
- 15 BLOMQVIST P A m fl
GRUDIS-gruppcentraldistribution.
Handbok för system- och komponentutform-
ning. T2:1987. Statens råd för bygg-
forskning, Stockholm 1987.
- 16 PERSSON S
Effektivare värmedistributionssystem
för gruppcentraler. Redovisning etapp 1
och 2.
R24:1985. Statens råd för byggforsk-
ning, Stockholm 1985.
- 17 PERSSON S
GRUDIS - flexibel kulvert. Erfarenheter
från experimentanläggning i Hammarstrand.
Studsvik Energiteknik AB. Arbetsrapport
ED-87/37.
- 18 IFWARSON M
GRUDIS - Hammarstrand-material.
Studsvik Energy. Studsvik report
EX-87/75.
- 19 PERSSON S
GRUDIS - flexibel kulvert. Erfarenheter
från experimentanläggning i Vedeväg.
Studsvik Energiteknik AB. Arbetsrapport
ED-87/78.

- 20 IFWARSON M
GRUDIS - Vede våg-material.
Studsvik Energy. Studsvik report
EX-88/39.
- 21 LJUNGQVIST J
Utvärdering av värmeförluster från
kulvert i Vede våg.
Studsvik Energy. Arbetsrapport ED-87/49.
- 22 WALLETUN H
Utvärdering av GRUDIS-anläggning i
Vede våg.
Studsvik Energy. Arbetsrapport ED-88/19.
- 23 PERSSON S
GRUDIS-anläggning i Söderbärke. Konver-
tering av direktelvärmda markbostäder.
Studsvik Energy. Arbetsrapport ED-88/20.



R28: 1991

ISBN 91-540-5332-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811028

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 52 kr exkl moms