

RATIONELLT BYGGANDE AV FJÄRRVÄRMELEDNINGAR

Tommy Gudmundson, ÅF-Energi och Miljö

RATIONELLT BYGGGANDE AV FJÄRRVÄRMELEDNINGAR

Med hänsyn tagen till arbetets karaktär
av linjebyggnad

Tommy Gudmundson, ÅF-Energi och Miljö

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

FÖRORD

Denna rapport beskriver resultatet av ett projekt, som är ett led i strävan att minska kostnader för byggande av fjärrvärmeledningar.

”Rationellt byggande av FV-ledningar” med undermeningen ”med hänsyn tagen till arbetets karaktär av linjebyggnad” härrör från en projektidé från Sture Andersson. Kopplingen linjebyggnad/fjärrvärme är ett faktum och det har känts rätt att utveckla den i ett läge, då branschen söker nya grepp för att öka fjärrvärmens konkurrenskraft.

Projektets finansiär har varit Svensk Fjärrvärme och Lars Ehrlén, vid Växjö Energi AB, har varit FoU-rådets representant i projektet. Ombud för Lunds Tekniska Högskola (LTH) har varit Svend Frederiksen, vid institutionen för Värme och Kraft.

Referensgruppen har bestått av:

- ❑ Göran Johansson, Powerpipe Systems
- ❑ Ralf Johansson, Fortum Värme
- ❑ Krister Joneken, Falkenberg Energi AB
- ❑ Jan Molin, VBB Viak,
- ❑ Peter Randlöv, Ramböll

Ursprungligt arbete har beställts från LTH, Institutionen för Värme & kraftteknik med Sture Andersson som ansvarig projektledare. När Sture Andersson gick i pension lät LTH anlita Tommy Gudmundsson vid ÅF-Energi & Miljö för utförandet av uppdraget.

En del av arbetet har utförts av Serguei Volkov vid ÅF-Energi & Miljö, för LTHs räkning. Sture Andersson, f.d. adjungerad professor i fjärrvärmedistribution vid LTH, har bidragit med viktiga avsnitt i rapporten. Projektledare och huvudförfattare har varit Tommy Gudmundson vid ÅF-Energi & Miljö.

Dessutom har 25 st intervjupersoner, av vilka 10 st är namngivna på sid 15, bidragit till innehållet i rapporten.

Malmö september 2003

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. SAMMANFATTNING	7
2. SUMMARY.....	9
3. INLEDNING	12
3.1. Bakgrund	12
3.2. Syfte	12
3.3. Definitioner m.m.	13
3.4. Tillvägagångssätt	13
4. KORT HISTORIK.....	15
5. TEKNISKA OCH MILJÖMÄSSIGA HÄNSYNSTAGANDEN AVSEENDE FJÄRRVÄRMELEDNINGAR.....	16
5.1 Allmänt	16
5.2 Påverkningar från en fjärrvärmeledning på dess omgivning	16
5.3 Påverkningar på en fjärrvärmeledning från dess omgivning	17
6. ERFARENHETER FRÅN LINJEARBETEN	18
6.1. Frågor och svar.....	18
6.1.1. Första rundans frågor.....	18
6.1.2. Sammanställning av första rundans svar.....	18
6.1.3. Andra rundans frågor	19
6.1.4. Sammanställning av andra rundans frågor och svar	19
6.2. Värderingar, baserade på 6.1 ovan och referensgruppsmötena.....	20
6.2.1. Allmänna erfarenheter.....	20
6.2.2. Kontinuitet.....	20
6.2.3. Komponentval.....	21
6.3. Erfarenheter ifrån Danmark.....	21
7. TEKNISKA HÄNSYNSTAGANDEN AVSEENDE DEN SKADERISK PÅ OLIKA LINJER SOM SAMFÖRLÄGGNING KAN INNEBÄRA	22
7.1. Orsak och verkan.....	22
7.1.1. Vatten	22
7.1.2. El	22
7.1.3. Avlopp	23
7.1.4. Gas.....	23
7.1.5. Fjärrvärme	23
7.2 Sannolikhet.....	24
8. RATIONELLT BYGGANDE AV FJÄRRVÄRMELINJER I FRAMTIDEN.....	25
8.1. Allmänt	25
8.2. Är fjärrvärmens styvmoderligt behandlad?	25
8.3. "Sam..."	26
8.3.1. Samspel.....	27
8.3.2. Samsyn.....	28
8.3.3. Samordning	28
8.4. Organisation	29
8.4.1. Allmänt	29
8.4.2. Övergripande "samorganisation"	30
8.4.3. Samordningsansvar	30
8.4.4. Samhällsprojekt kontra industriprojekt	31

8.5. Teknik m.m.....	32
8.5.1. Mark och förläggning.....	32
8.5.2. Utförande.....	33
8.5.3. Komponenter och material	33
8.5.4. Övrigt.....	33
8.6. Kunskap och motivation.....	34
8.7. Processer, dokumentation, kommunikation och vision	34
8.7.1. Processer.....	34
8.7.2. Kommunikation / dokumentation	35
8.7.3. Vision.....	35
9. SLUTSATSER.....	36

Bilaga nr <i>Appendix</i>	Innehåll <i>Contents</i>	Antal sidor <i>Number of pages</i>
1	Definitioner <i>Definitions</i>	2
2	Rationellt byggande / Teknisk klass <i>To build rationally / First class technique</i>	1
3	Sammanställning av första rundans svar <i>Assembly of answers from first interviews</i>	2
4a,b	Andra rundans frågor <i>Questiones to second interviews</i>	2
5a,b	Sammanställning av andra rundans frågor och svar <i>Assembly of questiones and answers from second interviews</i>	2
6	Några erfarenheter ifrån Danmark <i>Some experiences from Denmark</i>	3
7	Trippelkulvert ifrån Energiverken i Halmstad <i>Treble duct from energy authority in Halmstad</i>	1

1. SAMMANFATTNING

Under senare år har frågor angående kostnader för anläggning av fjärrvärmeledningar fått stor uppmärksamhet. Svensk Fjärrvärme har initierat arbeten för att öka insikten om dessa kostnader och möjligheterna till ett mer effektivt byggande. Aktuellt FoU-projekt "Rationellt byggande av fjärrvärmeledningar" (med hänsyn tagen till arbetets karaktär av linjebyggnad) är en av de färskaste studierna inom området.

Ett nyckeluttryck i rapporten är *rationellt*. Uttrycket diskuteras ingående utifrån olika aspekter. Vi har valt att sätta *rationellt* lika med kostnadseffektivt, i mening att de särkostnader som anläggningen drar under sin livstid ska adderas med de årliga kapitalkostnader som följer av investeringen. Svaret på om en anläggning byggts mer rationellt än en annan får man alltså först efter det att anläggningarna i fråga tagits ur drift för gott. I ett lågt ränteläge är det kostnadseffektivt att satsa på en högklassig investering, medan det i ett högt ränteläge bör snålas med varje investeringskrona.

Det ges en kort historik om linjebyggnad från romarrikets tid till nutid. Ambitionen med denna återblick är att bringa klarhet i när och varför förvaltarna för de olika linjerna – vägar, tunnlar, vatten-, avloppsledningar, el, etc. – gick skilda vägar i stället för att samverka. Svaret blir att linjerna var för sig har haft olika mål och säkerhetsaspekter samt att utvecklingen baserats på idéer som skapats inom varje område.

En fjärrvärmeledning påverkar och blir påverkad av sin omgivning. Här följer ett axplock betingelser:

- ❑ Intelligande installationer som innehåller polymerer påverkas negativt av värmeförlusterna från fjärrvärmeledningen; sprödheten kan öka och livslängden kortas.
- ❑ Inducerande strömmar ökar risken för spänningsskorrosion i fjärrvärmeledningarna.
- ❑ Poppel- och pileträd kan vålla problem med sina långa rötter som kan tränga in i skarvar, på i huvudsak gamla fjärrvärmekulvertar, och förorsaka otätheter.

Intervjuerna av olika svenska linjeaktörer med gedigen, praktisk erfarenhet och studierna av liknande danska projekt gav bl.a. följande:

- ❑ Det finns ingen given, permanent samordnare för planering/ledning av alla linjebyggen.
- ❑ Å andra sidan vill alla ha samordning i planeringsskedet.
- ❑ Förutom i rena exploateringsområden är det sannolikt ombyggnad av en gata, med stor linjerepresentation under, som kan sätta i gång ett riktigt samordningsarbete med underhåll som förtecken.
- ❑ FLIS är ett danskt projekt om ledningsregister vilket är tänkt att bli en landstäckande service på Internet (www.flis.dk). Abonnenterna ska kunna välja en yta på en karta och få upplysning om vilka ledningsägare som har rör eller kablar under ytan.
- ❑ Medan ledningsförvaltare ser gatan som ett husrum för infrastruktur, prioriterar gatuförvaltare på ett annat sätt: Gatans estetiska betydelse är mycket stor och gatan ska i första hand vara säker för den oskyddade trafikanten.

Ledningsförvaltare anser att samförläggning minskar investeringen men ökar underhållskostnaderna. Den av el- och gasnätförvaltare högst prioriterade underhållsåtgärden är information/ledningsvisning medan kontinuerlig nätövervakning prioriteras högst av fjärrvärme- och VA-nätförvaltare.

Förfarandet med samförläggning ökar sannolikt ej risken för uppkomst av den typ av skador som skulle utlösa de värsta konsekvenserna. Om en skada uppkommer är den synlig varpå den logiska och yrkesmässiga hanteringen sörjer för att åtgärder vidtas fortast möjligt.

Det ligger en nyckel till framgång i den lilla stavelsen ”sam” – att anknyta någonting tillsammans, på likadant sätt. Man behöver då känna till andra parter aktiviteter och hitta underlag för sam.... För detta behövs i sin tur en samsyn mellan linjeägarna, en förståelse för varandras verksamheter.

Man kan kanske ändra normer och avtal så att linjeförvaltare tvingas till sam... med de andra linjerna. Men för att lyckas med en total, positiv samsyn är det i stället branschövergripande seminarier, konferenser o. d. som behövs, där samhälls- och miljönyttan ställs mot revirtänkandet, där retoriken är vinnare/vinnare-baserad och där organisations- och kommunikationsfrågorna lyfts upp. Rapporten innehåller konkreta exempel på samspel och samordning samt redovisar organisationstyper och samordningsansvar.

Här citeras ett urval av referensgruppens förslag till kontroversiella och andra teknikmoment som påverkar rationaliteten i fjärrvärmebyggandet:

- ❑ Arbeta för att fjärrvärme alltid ska beredas utrymme i allmän mark, då byggnad av sådan planeras, även om fjärrvärme inte planerats vid detta tillfälle.
- ❑ Höj marken i stället för sänk ledningen.
- ❑ Minska täckningshöjden till nedmot 2 dm. Det är möjligt att förstärka vägunderbyggnaden men framförallt att producera hårdare fjärrvärmerör.
- ❑ Anslut servis med understick och med fall in mot fjärrvärmerum för att undvika kollision med kablar.
- ❑ En och samma yrkesman utför mark-, rörläggnings- isoleringsarbete. Auktorisationen anpassas därefter.
- ❑ Bygg i treskift – bullerföreskrifter ses över.
- ❑ Till tillverkare av fjärrvärmerör: Gör isolering och skyddshölje i samma material.
- ❑ Var med och se till att det blir flyt genom motivation och ständig utveckling. Få bort inkompetent personal i tid.

Slutord; Följande områden, där linjearbetskaraktären ej är den gemensamma nämnaren, har en potential som rätt utvecklad leder till ett mera rationellt byggande av fjärrvärmeledningar:

- ❑ Organisation
- ❑ ”Ingenjöreregler” för linjebyggande vilka alla är överens om
- ❑ Ledningsläge, förläggningsteknik, kontinuitet, komponent- och materialval
- ❑ Kunskap, motivation och arbetsmiljö överhuvudtaget
- ❑ Processtänkande
- ❑ Dokumentation och kommunikation.

2. SUMMARY

During recent years questions regarding cost-efficient design and construction of district heating (DH) pipelines have been focused upon in Sweden. The National Swedish District Heating Association – Svensk Fjärrvärme – has initiated work for increasing of knowledge about the costs and cost structures for these activities. The actual R&D project ”Rational construction of DH pipelines” (with due consideration taken to linear character of the work) is one of more recent studies in this field.

In the report various aspects of the expression *rational* are defined and discussed in detail. We have chosen to define *rational* as equal to cost-efficient. In such a way that cost efficiency should be judged looking at the sum of all the prime costs, which the installation will be subjected to during its lifetime added to the sum of the annual capital costs resulting from the initial investments. Therefore the final answer whether one installation is more rationally constructed than another cannot be given until it is for good taken out of operation. Low interest rates will favour higher investment costs as being part of an overall cost-efficiency while at high interest rates any invested penny should be taken into mature consideration.

A short description of the history of line construction work – such as roads, tunnels, water- and sewage pipes, high voltage electricity transmission lines – from ancient Rome to modern time is given. The major reason for this is to demonstrate how the driving forces made people in charge of different types of line works to work on their own instead of trying to co-operate.

A district heating line will influence and will be influenced by its surroundings. There are numerous examples on this, so let us give a few:

- ❑ When near by installations contain polymers the heat losses from a DH line will influence in a negative way – increasing of brittleness of the polymers and decreasing of lifetime.
- ❑ Inductive currents resulting from other installations will increase the risk for stress corrosion of the DH piping.
- ❑ Also, poplars and willow trees can cause a problem because of long roots penetrating joints in old DH ducts making them untight.

Interviews with different Swedish actors with solid practical experience as well as studies of reports from similar Danish projects gave among other things as follows:

- ❑ When a number of construction works of line work character are going on in the same area at the same time, there is no self-evident permanent co-ordinator for planning and management of all the ongoing work lines’ construction.
- ❑ On the other hand and in spite of this – all parts involved strongly express that they want to have co-ordination in planning phase.
- ❑ With the exception of new developing areas, it is likely so, that the renewal of a road for its own reasons as traffic route, and if the road has a large number of different installed lines underneath – water, sewage, gas, district heating, etc. – this can initiate a real (or true) co-ordination work. With maintenance and upgrading of the existing systems as a leading star.

- ❑ FLIS is a Danish project which aims at establishing a so-called **line register**, which is planned to act as a countrywide service on Internet (www.flis.dk). Subscribers are supposed to get information on line owners and type of installations in any chosen area on a map.
- ❑ While line administrators look at a street as an accommodation for infrastructure, the street administration sets its priority otherwise: The aesthetic values of the street is of great importance and the street right should be a safe place for unprotected pedestrians

Administrators of installed technical line systems are of the opinion that that simultaneous (or highly co-ordinated) installation of lines decreases investment costs but increases maintenance costs. Administrators of electrical grids and gas networks mean to make sure that all necessary information about the position and type of their installations is available and received have the highest priority. On the other hand, having an as continuous as possible supervision has the highest priority for DH and water and sewage network administrators. This difference with respect to priorities is of course a challenge when it comes to co-ordination of efforts.

There are no indications that co-ordination in installation of lines should increase the risks for initiation of such damages that triggers failures with the most severe consequences. Any damage that occurs will be visible and professional handling of matter will make sure that proper step and measures are taken in due time.

The key to success lies in the small syllable “co-“ – to do things together, timewise, mannerwise or in the same place. One then needs to know about the activities of the other involved parties to see all possibilities and problems, to find the full basis for a “co-“. To be able to reach this goal a shared vision is needed among the line owners, together with an understanding of the other parties’ activities.

It may be one possibility to change national and company standards as well as standard contracts in order to force the line administrators into the “co-” process. But in the long run, this is a dubious way to handle the matter if we want things to run automatically in the right direction. Instead, conferences, seminars and the likes overarching all the involved branches are needed to reach a total and positive co-vision where community and environmental benefits can withstand and overthrow local interests. The vocal communication will be based on a win/win concept and organizational questions and questions regarding improvement of communication is focused upon.

This report among other things gives concrete examples of teamwork co-operation and also deals with in detail the different types of organizations that may be involved in the process, coordination responsibility, etc

A number of decisive, controversial and for other reasons important moments which affect the rationality of DH line construction are presented and discussed in the report. Among those are:

- ❑ To possibility to influence on the establishment of general plans for common ground to make sure that there will be room for a district heating network when DH is introduced in the future – even if DH is not a hot issue for the moment.

- ❑ It should be remembered that there are two possibilities to adjust the relation between a network and the ground level. Raising the ground level instead of to lower the piping.
- ❑ A substantial reduction of the recommended soil cover over a piping is possible locally if means are taken to protect the piping and prevent settlements. It is possible to reinforce the base course of the road but also to manufacture stronger pipes.
- ❑ To connect a service pipe to the main pipe in the under-up way and with slope towards the DH main pipe to avoid collision with cables.
- ❑ One and the same skilled worker may perform the digging and backfilling as well as the pipe installation and the insulation work. Of course this requires a modified view on authorization than what normally is the situation to-day
- ❑ Construction work may go on in three shifts, which may require that noise level instructions are revised and temporary permissions are negotiated
- ❑ For DH-pipe producers: Thermal insulation and protection casing may be made out of the same material.
- ❑ Make sure that the motivation prevails and that as a continuous and steady improvement of methods always is there. Incompetent staff is harmful. See to it that they are given other obligations.

Additionally, the following areas where line character of work is not the common denominator, have a potential which with right development will lead to a more rational construction of DH lines:

- ❑ Organization
- ❑ "Engineer's rules" for line construction which are agreed upon with all the parties involved
- ❑ Position of a line, technology of installation, continuity, choice of components and materials
- ❑ Knowledge, motivation and work environment as a whole
- ❑ Thinking in processes – not in singular efforts of work!
- ❑ Documentation and communication.

3. INLEDNING

3.1. Bakgrund

Under de senaste åren har frågor om kostnadseffektivt byggande av fjärrvärmeledningar fått stor uppmärksamhet både i Sverige och utomlands. Svensk Fjärrvärme har initierat arbeten för att öka vetskapen om kostnader för byggande av fjärrvärmeledningar – t.ex. med Kulvertkostnads katalogen 1997:10 och aktiviteter som konvertering av direkteluppvärmda byggnader till fjärrvärme. I Tyskland har AGFW satsat 32 MDM under åren 1989-1999 i projektet Neuartige Wärmeverteilung.

Vårt projekt är inriktat på att hitta alternativa möjligheter för beskrivning och analys av byggkostnader för fjärrvärme. För att få svar på om det finns sådana möjligheter, ska erfarenheter och metoder från andra linjesektorer undersökas. Byggande av fjärrvärmeledningar har likheter med andra så kallade linjearbeten. Man kan kanske använda likheterna mellan dem för att hitta mer effektiva metoder för att bygga fjärrvärmeledningar men också använda dem för att hitta fel och brister.

Utom tekniska likheter finns det likheter i planering och samordning av olika aktiviteter under olika faser i byggandet av olika linjer. Man behöver också diskutera inverkan av organisationsstrukturer i planerings- och byggnadsprocesserna.

Det finns exempel på möjligheter att få ner kostnader genom att ändra accepterade regler för installationer, med hänsyn till läget i marken och till relationer med andra infrastrukturinstallationer.

3.2. Syfte

Syftet med detta FoU-projekt var att undersöka om fjärrvärmebranschen kan ha något att lära från andra samhällsområden och från andra branscher, där man bedriver byggverksamhet med förutsättningar liknande de som råder vid byggande av fjärrvärmeledningar. Två grundläggande förutsättningar är:

- ❑ att arbetet kräver en samplanering och samarbete med andra parter, andra förvaltare och ägare av infrastruktur
- ❑ att själva byggnadsarbetet bedrivs på byggplatser med stor fysisk utsträckning, byggplatser som förändras i läge och funktion allteftersom arbetet fortskrider.

När arbetet påbörjades fanns det en idé om att tyngdpunkten skulle befinna sig inom området:

Styra och genomföra arbetet för att undvika tekniska fel.

Det har under projektets gång visat sig att kärnan i den aktuella problematiken befunnit sig på annan plats. Man är inom fjärrvärmebranschen bra på att utnyttja den

logistik som behövs för att minimera antalet s.k. tekniska fel. De samtal som förts har i stället kommit att i stor utsträckning handla om:

Intensifierat samarbete, resursutnyttjande, förbättrade kommunikationer och att föra ut kunskap och kunnande till byggplatsen.

Det finns visioner om hur det kan bli bättre med dagens tekniska förutsättningar. Det finns också visioner om vad den presentations- och kommunikationsteknik som väntar runt hörnet – nästa generations mobila Internet t.ex. – kommer att innebära.

I ett helhetsperspektiv kan det bli aktuellt med s.k. tekniska byten när det gäller underhålls- och driftinsatser vilket leder till att nu etablerade regler för ledningars inbördes placeringar måste ifrågasättas. Rapporten ger exempel på detta.

Det finns vissa rambetingelser inför byggandet av en fjärrvärmeledning och man måste välja väg i förhållande till dessa. Valet ska vara det rätta för ledningens hela förväntade drifttid.

Syftet med denna rapport är inte att detaljerat beskriva eller ens ge förslag till hur dessa betingelser/begränsningar ska hanteras i det enskilda fallet. Däremot ska det pekas på att sådana begränsningar existerar och ges en förutsättningslös värdering av vad dessa medför.

3.3. Definitioner m.m.

Rationellt byggande av fjärrvärmeledningar (med hänsyn tagen till arbetets karaktär av linjebyggnad).

Innehållet i rapporten anspelar på ordet *rationellt*. Därför anser vi det vara värdefullt att utveckla definitionen av just detta ord. Vår definition och innebörd av detta och övriga ord i rubriken återfinns på **bilaga 1** (från vilken hänvisning görs till **bilaga 2**).

3.4. Tillvägagångssätt

Kontakter inom Sverige har tagits på byggherresidan såväl som på entreprenadsidan vad gäller byggandet av de flesta linjearbeten; el, gas, vatten och avlopp, väg och järnvägsbyggande. Kontakter har tagits även med kommunala gatukontor och tekniska nämnder såväl som med representanter för relevant pågående forskning inom området byggnadsorganisation och byggnadsekonomi vid högskolorna i Gävle och Lund.

Input av erfarenheter från Danmark och Tyskland har erhållits genom deltagande i referensgrupper och hjälp att finna forskningsrapporter och annat utredningsmaterial.

Det har tidigare sagts att syftet med detta projekt var att försöka använda erfarenhet från andra typer av linjearbeten i byggande av fjärrvärmeledningar. Tillvägagångssättet har varit följande:

- ❑ Intervjuer med representanter från olika linjesektorer och som representerar både byggnads- och planeringssidorna av arbetet.
- ❑ Dokumentation av referensgruppens uttalanden och idéer.
- ❑ Litteratursökning.

4. KORT HISTORIK

Det första linjearbetet, som var utfört av en människa, var ett vägbygge. Senare började man bygga vatten- och avloppskanaler. Några av de akvedukter som byggts i antikens Grekland och Rom används fortfarande. Senare på medeltiden flyttade man vatten- och avloppslinjer under mark. På sjuttonhundratalet byggdes de första järnvägarna. På 1800-talet började man bygga gasledningar, elektriska ledningar och telegrafledningar. Den första fjärrvärmeledningen byggdes i slutet av 1800-talet i Lockport, USA. På nittonhundratalet byggdes fler och fler typer av ledningar både under marken och i luften.

Om man tittar på utvecklingen av olika linjer, kan man se att samma tekniska metoder och instrument har används för att bygga olika linjer (från spade till modern borrhingsutrustning). Men möjligheten att minska kostnader genom samverkan har inte använts på bästa sätt. Förvaltare för de olika linjerna gick i stället skilda vägar. Varför?

Det finns olika skäl för detta, men det ser ut som om två är grundläggande:

1. Olika mål och säkerhetsaspekter för varje linje.
Man tog fram det unika i varje linje, bl.a. av medicinska skäl (en spillvattenledning ska vara på större djup än och inte i närheten av en dricksvattenledning t.ex.) i st. f. att sätta ett gemensamt transportmål – det som behövs ska transporteras från punkt A till punkt B med lägsta möjliga kostnader.
2. Utvecklingen inom varje linje är baserad på idéer, som skapas inom varje område, även där de tekniska metoderna är gemensamma med andra områden.
Man tänker inte i första hand på samarbete och inte på att vända sig till andra aktörer inom linjebranschen. Det finns bra exempel på samförläggning där man mer eller mindre tvingas till det – i tunnlar t.ex. Det finns också ett bra exempel på samsyn, när man på 1980-talet samlade alla linjeägare kring ett projekt benämnt ”supertuben” vilken skulle innehålla samtliga linjer och användas för anslutning av exploateringsområden. Men trots att gatan, ur linjetransportsynpunkt kan betraktas som en tunnel eller en supertub, utvecklar linjeförvaltarna fortfarande tekniken var för sig, utifrån sina egna intressen.

Idag finns det många typer av linjer. Renovering och byggande av linjer i tätta områden utförs idag av separata linjeägare som betalar alla kostnader enskilt. Samarbete mellan olika linjeägare är lågprioriterat. Det samarbete som finns är i form av information om planerade arbeten. Kostnadseffektivt byggande är viktigt för alla linjer och det har gjorts många åtgärder för att minska kostnader för byggande, drift och underhåll inom varje linjesektor. Men möjligheten att minska kostnader genom samverkan och samarbete har på många håll inte tagits till vara på bästa sätt. Kanske grunden för detta är faktum är historiskt – att man utvecklade olika linjer var för sig.

5. TEKNISKA OCH MILJÖMÄSSIGA HÄNSYNSTAGANDEN AVSEENDE FJÄRRVÄRMELEDNINGAR

5.1 Allmänt

Rationellt byggande innebär bl.a. ett optimalt utnyttjande av möjligheterna till samarbete. Detta samarbete innebär många saker. Det innebär att ta tillvara möjligheterna att integrera olika steg i det egna byggprojektet med varandra och det innebär planeringmässig och fysisk närhet när det gäller fjärrvärmeledningar och andra installationer och anläggningar. På samma sätt kan en påverkan ske i andra riktningen. Utan att göra anspråk på att vara heltäckande ska några exempel på kända förhållanden ges här. Det viktigaste torde vara att genomföra planerings- och projekteringsprocesserna på ett sådant sätt att all kunskap kan utnyttjas och att alla berörda blir informerade.

5.2 Påverkningar från en fjärrvärmeledning på dess omgivning

Huvudkravet på en fjärrvärmeledning är att den under en lång tid ska överföra värme från en plats till en annan, utan vattenförluster och med acceptabla värmeförluster. Detta säger att vi måste räkna med att det kan bli påverkan, någon gång under ledningens livstid, av hetvatten från fjärrvärmeledningen på omgivningen. Detta antingen som resultat av ett haveri eller som följd av någon driftåtgärd. Det säger också att det alltid, i det praktiska fallet, blir en påverkan av förhöjd temperatur. Hur stor denna påverkan är och dess karaktär beror på olika saker där kulverttyp, medietemperatur och isolerstandard är de viktigaste parametrarna.

När intilliggande installationer innehåller polymerer påverkar värmeförlusterna från fjärrvärmeledningen dessa negativt; sprödheten kan öka och livslängden kortas. Undersökningar kring detta som ledde till rekommendationer om minskat avstånd m.m. utfördes i Danmark i samband med deras naturgasutbyggnad. Genom den ökade temperaturen i omgivningen kan även andra negativa påverkningar äga rum, t ex:

- ☐ minskad förmåga till överföring av ström i elkablar
- ☐ påverkan på träd och annan växlighet genom ökad avdunstning
- ☐ påverkan på vatten- och avloppsledningar genom ökad bakteriell tillväxt i omgivande jord.
- ☐ att temperaturen på kallvattenledningar höjs.

Avloppsledningar i äldre stadsbebyggelse är oftast inte helt täta. Detta innebär att deras innehåll kan tränga ut och påverka omgivande mark. En ökad bakteriell tillväxt som följd av temperaturhöjning kan då utgöra en hälsofara, bl.a. med tanke på förekommande bruksvattenledningar. När BEWAG i Berlin för några år sedan byggde en större fjärrvärmestunnel ställdes krav på maximal temperaturhöjning i jorden i tunnelns närhet.

Det är ett principiellt fel att förknippa värmeförluster med något positivt. Värmeavgivningen från en fjärrvärmeledning gör emellertid att den sparar snöröjningskostnader och minskar risken för halkolyckor. På samma grund kan samförläggning av fjärrvärmeledningar och vattenledningar ha positiva effekter. Genom värmeläcketaget från fjärrvärmeledningarna kan vattenledningarna läggas grundare utan risk för tjälning. Detta kan dock utnyttjas endast där risk för tjälflyttning ej föreligger. T.ex. i bergschakt eller i sand och grus eftersom det kan finnas risk för tjälning under vattenledningen.

5.3 Påverkningar på en fjärrvärmeledning från dess omgivning

I detta sammanhang ska enbart sådan påverkan behandlas som kan anses vara kopplad till andra anläggningarnas närhet. Det typiska för byggnadsverk av linjekarakter är härvid att det är ofta ogörligt att finna karakteristiska förhållanden för hela sträckan. Några exempel ska ges:

- ❑ Fasta fjärrvärmerör är mycket sättningståligen jämfört med tidigare kulverttyper. I de fall där undergrunden består av lera eller organisk jord (dy, gytta) kan en dränering kring fjärrvärmeledningen leda till sättningar i omgivningen. Sättningarnas storlek beror på grundvattensänkningens storlek och på lerlagrets deformationsegenskaper. Risken för skador på omgivningen är således störst inom områden med högt grundvattenstånd och lös lera eller organisk jord. Insprängda sandlinser i lerjordarna påskyndar förloppet.
- ❑ Den i pkt 5.2 nämnda påverkan av förhöjd temperatur på andra ledningar har självfallet aktualitet även då det gäller ett fjärrvärmerörs PE-hölje. Som riktvärden brukar anges att temperaturer över 55-60 °C ska undvikas för att livslängden inte ska minskas.
- ❑ Polymerer är känsliga för både termisk och kemisk belastning, var för sig och i kombination. Detta innebär att både PE-hölje på ett modernt fjärrvärmerör och fogband i en ledning med betonglåda kan påverkas av kontaminerad jord i ett industriområde. Rationellt byggande kan innebära helt enkelt att undvika en viss ledningsdragning.
- ❑ Det är känt att inducerade strömmar påverkar risken för spänningskorrosion i samband med lågcykelutmattnings. Detta har under de senaste åren framstått som möjligt orsak till skadefall som tidigare varit svåra att förklara.
- ❑ Det finns några trädsorter som har långa rötter, t.ex. poppel och pil (>20 meter långa). Dessa kan bli till problem för gamla fjärrvärmekulvertar och andra ledningstyper då rötter kan tränga in genom skarvarna. I rationellt byggande av markförlagd infrastruktur överhuvudtaget kan således val av träd ingå.
- ❑ Höjdförskjutningar som uppstår p.g.a. frost eller ändringar av gatuprofil kan vålla problem för framförallt sättningssensibla kulvertar.

Av dessa exempel framgår att byggandet av en fjärrvärmeledning – med den tolkning som här har valts, nämligen att sättet att bygga ska vara bra val för hela dess förväntade drifttid – måste ske i förhållande till vissa rambetingelser.

6. ERFARENHETER FRÅN LINJEARBETEN

6.1. Frågor och svar

6.1.1. Första rundans frågor

Frågeställningarna nedan konstruerades utifrån den ursprungliga inriktningen på projektet, d.v.s. med en tyngdpunkt inom området ”att styra och genomföra arbetet för att undvika tekniska fel”.

1. Att bygga FV-, VA-, gas- och elledningar är s.k. linjearbeten, liksom att bygga vägar och järnvägar. Hur beaktar man detta i planering, projektering och byggande inom Ditt linjeområde?
2. Finns det forskningsprojekt eller utvalda entreprenörer för studier och utvärderingar av denna egenskap inom Ditt linjeområde?
3. Hur ser Du på samordningen med andra linjearbeten?
 - 3.1. Vad gäller planering?
 - 3.2. Vad gäller projektering?
 - 3.3. Vad gäller genomförande?
4. Vilka tekniska fel är kopplade till ledningars karaktär av linjearbete?
5. Vilka förbättringsåtgärder tycker Du skulle vara möjliga?
6. Var ligger framtidsutvecklingen inom Ditt linjeområde?
7. Vilka möjligheter ser Du att effektivisera samarbetet med de företag som bygger ”linjer”?

6.1.2. Sammanställning av första rundans svar

Svaren har sammanställts och redovisas på ***bilaga 3***.

Hypotesen att till fjärrvärmebyggande, p.g.a. dess tekniska likheter med andra linjearbeten, överföra kunskap från dessa arbeten och därigenom uppnå ett mera rationellt fjärrvärmebyggande, har hitintills i rapportarbetet ej kunnat beläggas. Linjearbete såsom en teknisk karaktär gemensam för alla linjesektorer verkade något främmande för de flesta intervjuoffren och svaren i första frågerundan blev därefter.

Entreprenörer som bedriver alternativ ledningsdragning såsom plöjning och borrhning har i huvudsak erhållit sina erfarenheter ifrån andra linjesektorer än fjärrvärmesektorn. Om man specifikt menar alternativa förläggningsmetoder har således kunskap indirekt överförts från andra linjesektorer. Men flyttning av kunskap i övrigt, från andra linjesektorer till fjärrvärmesektorn, har så här långt inte visat sig tillföra rationalitet i fjärrvärmebyggandet. Det är istället på det viset att fjärrvärmebranschen, i jämförelse med andra linjebyggande branscher, är bra på att dokumentera tekniska fel och (kanske just därför) undvika dem. Detta kan bero på att fjärrvärmens ledningssystem som konstruktion betraktat är mer komplicerat än övriga ledningssystem.

6.1.3. Andra rundans frågor

Efter projektets nya inriktning på samsyn, intensifierat samarbete och förbättrade kommunikationer upprättades nya frågelistor. Dessa visas på **bilagorna 4a och 4b**. Den ena frågelistan är gjord för gatuförvaltare, den andra för förvaltare av ledningsnät.

6.1.4. Sammanställning av andra rundans frågor och svar

Totalt skickades 31st frågeformulär ut till kommunala förvaltningar, kommunägda och privatägda nätbolag i Götaland och Svealand. Invånarantalet i aktuella kommuner är som lägst 11.000 och som högst 450.000. 14 svar har lämnats; 3 st av gatuförvaltare, 3 st av förvaltare av elnät, 4 st av förvaltare av fjärrvärmenät, 2 st av förvaltare av gasnät och 2 st av förvaltare av VA-nät.

Frågor och svar redovisas på **bilagorna 5a och 5b**. Några slutsatser dras nedan men ska värderas mot bakgrund av underlagets relativt ringa omfattning:

Gemensamma frågor

- ❑ 65% är negativa eller tveksamma till att ta på sig rollen som permanent samordnare av samtliga linjebyggen. Det huvudsakliga skälet är uppgiftens höga komplexitet och kompetenskrav. Det påpekades också att det i vissa områden är omöjligt med samordning p.g.a. sekretessbelagd försvarsinformation. I sammanhanget kan nämnas att läget på energibolags optokablar kan hållas hemligt av konkurrensskäl.
- ❑ Angående samordningsfrågans lösning:
 - 45% av de som ej ville (eller var tveksamma till att) ta på sig rollen som samordnare ansåg att gatuförvaltaren skulle hålla samordningsmöten i planeringsskedet, men att respektive aktör svarar för sitt arbete i fält.
 - 30% efterlyste bättre samarbetsklimat och verklighetsanpassade rutiner om vilka samtliga aktörer ska vara överens.
 - En förvaltare som vill ha rollen som samordnare menade att bästa lösningen på samordningsfrågan var att "återreglera" el, FV och gas och sätta alla försörjningssystem i kommunens ägo.
- ❑ 55% anser att gata, gång- eller cykelbana är bästa platsen för markförlagda ledningar medan 35% föredrar parkmark eller icke asfalterade ytor.
- ❑ 70% tycker att nuvarande avtal och regler för gatuarbeten är okey.

Övervägande svar från gatuförvaltare

- ❑ Gatorna ska i första hand vara säkra för den oskyddade trafikanten.
- ❑ Mot bakgrund av detta ska avstängningar, halkbekämpning, avjämning av beläggning där folk går, utbildning av egen personal och hastighetssänkande åtgärder prioriteras.
- ❑ Gatans estetiska betydelse är mycket stor.

Övervägande svar från ledningsförvaltare

- ❑ Samförläggning minskar investeringen.
- ❑ Samförläggning ökar underhållskostnaderna.
- ❑ Yttre åverkan är vanligaste orsaken till skada på markförlagd ledning.
- ❑ I analogi med ovanstående är information och ledningsvisning för entreprenörer den högst prioriterade underhållsåtgärden.
- ❑ Bägge VA- och tre av FV-förvaltarna (och Svensk Fjärrvärmes kulvertskadestatistik) påstår att dåligt utförande är den vanligaste primärorsaken till skador. Dessa prioriterar kontinuerlig nätövervakning högst.

6.2. Värderingar, baserade på 6.1 ovan och referensgruppsmötena

6.2.1. Allmänna erfarenheter

- ❑ Att hålla tidsplanerna har kommit att överskugga betydelsen av andra parametrar i värdering om en entreprenad har gått bra eller inte.
- ❑ Arbetet – såväl planering som utförande – kommer i framtiden att drivas än mer med datoriserad kommunikation vilket ställer krav på de samverkande parternas organisationsstrukturer och kulturer på ett annat sätt än tidigare.
- ❑ Vad gäller möjligheterna att åstadkomma bra lösningar tyder mycket på att det finns en storstadslösning och en lösning för de mindre städerna. Men samtidigt kan man säga att en storstad innehåller ett antal småstäder. Kan det vara på det viset att lösningarna till stor del beror på skillnader i historia och kultur?
- ❑ Vid jämförelse med bygga av icke linjekaraktär, t.ex. husbygge, kan det konstateras att detta är mer omgärdat av precisa bestämmelser vilket kan vara på gott och ont.
- ❑ Fjärrvärmeledningsbygga har positiva inslag som kan lyftas fram för att ge en bättre image.
- ❑ Fjärrvärmebranschen är i jämförelse med andra linjebygga branscher bra när det gäller att undvika tekniska fel.
- ❑ Alla linjeoperatörer pekar på information och samordning som viktiga frågor.
- ❑ Ökad kostnadseffektivitet skulle kunna nås genom att ej tänka snävt revir, när det gäller underhåll och förnyelse av de system som ska samsas i gatumark.

6.2.2. Kontinuitet

En avgörande fråga när det gäller rationellt bygga av fjärrvärmeledningar är hur länge rörgraven måste stå öppen. Förutom att byggherrens image står på spel är tunga kostnader samt risk för kvalitetsförsämring förknippade med denna fråga:

- ❑ Trafikavstängningar, provisoriska vägar, körbroar och gångbroar, säkerhetsanordningar, länsumpning och annat underhåll av rörgravar, etc.
- ❑ För byggherren utgör alltid öppet schakt en risk. Om olyckan är framme kan han drabbas av skadestånd eller, i värsta fall (om skada åsamkats p.g.a. oakt-samhet eller uppsåt), straff i enlighet med brottsbalken.
- ❑ Skarvningsarbete utförs i översvämmande rörgravar.

Öppettiderna kan reduceras med ett etappinriktat arbetsförfarande. Detta kräver en nogsam detaljplanering och samordning med övriga linjeaktörer – före byggstart.

Efter samråd med underentreprenörer, byggherre och övriga berörda utför huvudentreprenören en, efter omständigheterna anpassad, etappindelning där varje etapp är specificerad i sträcka och tid (t.ex. 50 m fördelningsledning med tre servis-påstick på en dag). En etapp i taget färdigställs med uppgrävning, grusfyllning av bädd, förläggning av fjärrvärmerör med komplett montage, provning, kontroll, etc. samt kringfyllning och återfyllning, innan arbetslaget tar sig an nästa etapp.

Öppettiderna kan också reduceras genom att fjärrvärmerören monteras före uppgrävning, vid sidan av den blivande rörgraven. Kännedomen om korsande ledningar och andra hinder i mark måste emellertid vara hög. Det behövs inte många överraskningar för att metoden ska få motsatt effekt.

Kontinuitet är ett nyckelord i sammanhanget. Kontinuiteten i etappförfarandet enligt ovan ligger i resultatet – etappmålen uppnås enligt uppgjorda planer. För att uppnå dessa mål krävs kontinuitet i utförandet – arbetet ska bedrivas i oavbruten följd. D.v.s. ställtider ska vara korta och väntetider obefintliga. Kontinuitet i utförandet har hitintills åstadkommit med arbeten där enklast möjliga utrustning används så att störningar kan avhjälpas med närvarande arbetslag. En okomplicerad nätkonstruktion med hög standardiseringsgrad bidrar också till kontinuiteten.

Det mest rationella byggandet uppnås naturligtvis under de förutsättningar där hela ledningsschakten tillåts stå öppen under hela entreprenadtiden. Dessa förutsättningar är emellertid relativt ovanliga i stadskärnor.

6.2.3. Komponentval

Nedan ges ett par exempel på komponentvalets betydelse för tidsfaktorn och, den därav beroende, totala arbetskostnaden:

- ❑ Det tar längre tid att svetsa än att löda när det gäller mindre rördimensioner. Tiden för rengöring av fogytorna är densamma, tillpassning av stålrören kan ta lägre tid än tillpassning (t.ex. genom koning) av kopparrören och gassvetsning tar betydligt längre tid än kapillärlödning.
- ❑ Man vinner oftast på att välja ett dubbelrör i st. f. två enkelrör, i fasta system av fjärrvärmerör vid dimensioner kring DN100 och därunder. Visserligen blir svetsarbetet mera komplicerat men gräv- och fyllningstider är kortare då graven kan göras grundare och smalare (sidavstick), halva antalet skarvar ger en avsevärt kortare total skumnings- och förslutningstid samt, om fram- och returledningarna är fast förbundna med fixeringsplåtar, kan man spara in på arbeten med expansionsanordningar. Dessutom har dubbelröret den stora fördelen framför enkelrören att värmeförlusterna ($W/parameter$) nästan halveras.

6.3. Erfarenheter ifrån Danmark

Erfarenheter ifrån Danmark redovisas på **bilaga 6**.

7. TEKNISKA HÄNSYNSTAGANDEN AVSEENDE DEN SKADERISK PÅ OLIKA LINJER SOM SAMFÖRLÄGGNING KAN INNEBÄRA

7.1. Orsak och verkan

Är det möjligt att gradera linjerna utifrån värsta konsekvens efter skada? Och i så fall, är det relevant för projektet med en dylik gradering? På den senare frågan måste svaret bli ja – i vart fall angående kunskapen om sambandet orsak och verkan vid skador på olika linjer. Med kunskapen, om vilken typ av skada som kan ge de värsta konsekvenserna, kan man också dra slutsatser om samförläggningen i sig kan öka sannolikheten för att sådana skador ska inträffa.

På basis av intervjuerna i kap 6 och referensgruppsmötena görs i det följande ett försök till rangordning efter värsta konsekvens, efter skada på linje i mark. Värderingen är att värsta konsekvensen är lika med störst antal skadade personer och/eller störst antal personer drabbade av ohälsa. (Sannolikt gör fientlig makt samma värdering då det gäller att välja angreppspunkt för maximal nedbrytning av folkets stridsvilja.)

7.1.1. Vatten

Värsta konsekvens

Att förorenat vatten dricks och används till personlig hygien. Tusentals personer kan drabbas och det finns risk för epidemi.

Typ av skada som får denna konsekvens

Otätthet i kombination med inläckage av hälsovådligt ämne i vattenledning, reservoar eller till källa.

Näst värsta konsekvens

Att vattenleveransen uteblir. Man kan ersätta dricksvattnet med köpt mineralvatten e.d. men den personliga hygien drabbas liksom viktiga funktioner som brandbekämpning och toalettspolning.

Typ av skada som får denna konsekvens

Rörbrott.

7.1.2. El

Värsta konsekvens

Elleveransen uteblir till ett stort område i avsaknad av reservkraft. Ventilation och hissar, datorer, larm- och övervakningsutrustning slås ut. Berörs sjukhus eller vårdhem kan livsuppehållande apparatur slås ut. Efter några dygns avbrott under sommaren tar förvarade livsmedel skada och under vintern har efter ett dygn inomhustemperaturen fallit till hälsovådlig nivå.

Typ av skada som får denna konsekvens
Kabelbrott.

Näst värsta konsekvens

Direktkontakt med något spänningsförande. Personskadorna bli mycket allvarliga och yttrar sig ofta som hjärtkammarflimmer, inre skador eller mer eller mindre allvarliga brännskador. Även dödsfall förekommer.

Typ av skada som får denna konsekvens

Avskalad ledare eller annat isolationsfel som inte utlöser säkringarna.

7.1.3. Avlopp

Värsta konsekvens

Översvämning av spillvatten i byggnad där ett stort antal personer vistas; bostadshus och hotell, skola, vård- och omsorgsinrättning, etc. Stor risk för bakteriespridning.

Typ av skada som får denna konsekvens

Försvagad ledningskapacitet p.g.a. invändig propp, sättning eller underdimensionering.

7.1.4. Gas

Värsta konsekvens

För gasolledning gäller förgiftning, brand eller explosion, för naturgasledning brand eller explosion.

Typ av skada som får denna konsekvens

Rörläckage.

7.1.5. Fjärrvärme

Värsta konsekvens

Att personer skållas. Största risken att flera personer drabbas föreligger då ett hetvattenfyllt hål uppkommer mitt i trafikerad gata.

Typ av skada som får denna konsekvens

Rörbrott.

7.2 Sannolikhet

Om yttre åverkan hade varit den vanligaste primärorsaken till skador på samtliga linjer drar man per automatik följande slutsats:

Med olika linjer i närheten av varandra i ett gemensamt gaturum ökar sannolikheten för att skador ska tillfogas andra linjer, vid underhåll av en.

Nu är emellertid dåligt utförande mycket mera vanlig såsom primärorsak till skador på vatten-, avlopps- och fjärrvärmeledningar än vad yttre åverkan är. Detta kan i och för sig bero på att samförläggningarna varit få. De känsligaste linjerna med avseende på yttre åverkan är el, tele o.d. samt gas.

Förfarandet med samförläggning ökar sannolikt ej risken för uppkomst av den typ av skador som utlöser de värsta konsekvenserna. Om en skada uppkommer vid samförläggning blir den synlig direkt varpå den logiska och yrkesmässiga hanteringen sörjer för att åtgärder vidtas fortast möjligt.

Oftast är den skada som får den värsta konsekvensen till en början dold. Om man gräver för egen linje och skadar en annan linje och (t.ex. p.g.a. skadans till synes ringa omfattning) inte anmäler densamma, kan följderna efter kanske ett år bli katastrofala.

8. RATIONELLT BYGGANDE AV FJÄRRVÄRMELINJER I FRAMTIDEN

8.1. Allmänt

Fjärrvärme kommer att spela en större roll på den framtida värmemarknaden, om man inte hittar nya billiga energikällor eller nytt sätt att minska värmebehovet utan negativ påverkan på inneklimatet. Vi kommer kanske att tvingas använda fjärrvärme, även om kostnaderna blir höga, men ett bättre sätt är att göra fjärrvärmerna billigare för kunder. Förutom de vanliga sätten att minska kostnader måste man hitta de "ovanliga". En del kostnader man kan spara om man tar hänsyn till följande faktorer:

- ☐ "Sam..." (se pkt 8.3 nedan)
- ☐ Organisation och kommunikation
- ☐ Typ av projekt

8.2. Är fjärrvärmerna styvmoderligt behandlad?

Resonemanget som följer är subjektivt, provocerande och till viss del raljant men bygger på erfarenhet, fakta och intervjuer:

Det är sannolikt på det viset att, som bärare av värmeenergi, fjärrvärmerna kommer att spela en allt större roll i framtiden. P.g.a. att den inte är låst till ett specifikt bränsle underlättar fjärrvärmerna samhällets ambition om omställning till ett ekologiskt uthålligt samhälle, med inhemska och förnybara bränslen. Dessutom kan man med fjärrvärmerna transportera spillvärme dit behoven finns och i viss utsträckning överbrygga variationer över tiden genom olika metoder för lagring av värme.

Man kan göra fjärrvärme tvingande för kunderna genom skatter, lagar, m.m. men detta ger per automatik en fientlig opinion mot fjärrvärmerna. Fjärrvärmerna måste bli attraktiv och prisvärd på egna meriter. Det fundamentala första steget måste vara att arbeta bort både den styvmoderliga behandlingen i form av kraftvärmebeskattning och andra linjeägares försvarsinställning gentemot markförläggning av fjärrvärmeledningar. Linjeägare måste vänja sig vid och helst acceptera fjärrvärme.

Det är inte ovanligt att gatuhållare i städer får stora summor pengar för att göra gatorna ännu vackrare. Det räcker alltså inte med vackra parker och grönområden.

Indirekt får denna gatupolitik en stor negativ inverkan på omställningen av energisystemet:

- ❑ Fjärrvärmens konkurrenskraft försämras p.g.a. höjning av redan höga markåterställningskostnader och p.g.a. andra pålagor som intrångsersättningar.
- ❑ De kommunala skattepengarna som avsätts till att göra gatorna ännu vackrare kunde i stället användas till energiomställningen.

Det behövs en mera liberal och funktionell inställning till gatan. Den ska i första hand vara säker att färdas på och därför naturligtvis jämn och halkfri. Gatan är också ett förträffligt ställe för förläggning av linjer med behov av ”tak” för skydd mot stötar och vatten. Man skulle kunna se gatan som ett rum för infrastrukturen.

8.3. “Sam...”

Om ovanstående resonemang förs i kontakterna med övriga linjeägare är risken för konflikt uppenbar. Nyckeln till framgång i förändringsarbetet ligger i stället i den lilla stavelsen ”sam”:

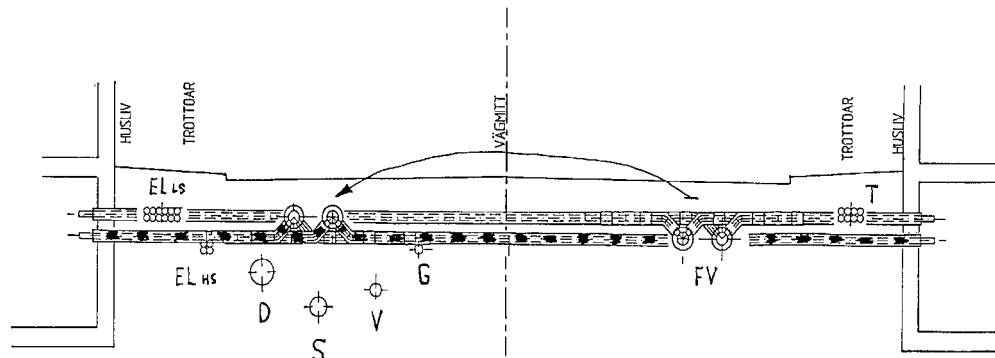
- ❑ Samsyn
- ❑ Samhörighet
- ❑ Samgående
- ❑ Samordning
- ❑ Samarbete, samverkan
- ❑ Samråd
- ❑ Samspel
- ❑ Samband

Hur kan olika ”sam...” utvecklas i framtiden? Svaret på frågan ligger kanske i innebörden av ”sam...” – att anknyta någonting tillsammans, på likadant sätt. Man behöver då känna till andra parter aktiviteter och hitta underlag för ”sam...”.

Nedan följer några exempel på ”sam...”.

8.3.1. Samspel

Normalt är olika ledningar placerade på olika nivåer jämfört med marknivån. En vanlig linjebild i Stockholm:



- (S) Spillvattenavlopp, från markyta till överkant ledning ca 2 m ("H")
- (V) Vatten, H ca 1,5 m
- (D) Dagvattenavlopp, H ca 1,25 m
- (ELhs) Elkablar högspänning, H ca 0,75 m
- (G) Gas, H ca 0,75 m
- (FV) Fjärrvärme, H ca 0,5 m
- (ELls) Elkablar lågspänning, H ca 0,4 m
- (T) Tele och IT, H ca 0,4 m

Figur. En vanlig gatusektion i städer. Flyttning av fjärrvärmeledning i höjd- och sidled.

Figure. A frequent street section in cities. Moving of district heating pipe vertically and horizontally.

Ett förslag till samspel kan vara att placera FV-ledningar ovanför VA-ledningar när nya FV-ledningar ska byggas i större städer. På så vis kan man få ut nyttigheter av fjärrvärmens värmeförluster:

- ❑ Gatan blir halkfri
- ❑ Det kan bli färre läckage från VA-ledningar p.g.a. att omgivningstemperaturen blir jämnare över året.
- ❑ Genom värmeläckaget från fjärrvärmeledningarna kan vattenledningarna läggas grundare utan risk för tjälning.

Metoden ger också direkta fördelar till fjärrvärmens. Ingen ytterligare schaktbreddning behöver göras med anledning av tillkommande FV-ledningar vilket bör rejält reducera kostnaden för markarbeten. Speciellt fördelaktigt måste detta vara där det är fråga om arbete i berggrund.

För att åstadkomma ett sådant samspel krävs emellertid att rådande normer och avtal mellan olika linjeägare och deras underhållsstrategier ändras.

8.3.2. Samsyn

Det är omöjligt att utföra byggande enligt exemplet ovan efter nuvarande normer. Det betyder att det finns en del kostnader som kan sparas om man kan ändra normer. Det finns emellertid ett problem till som kan göra det svårt med ”sam...”-projekt och det är en del linjeförvaltares negativa syn på samarbete.

Man kan kanske ändra normer och avtal så att linjeförvaltare tvingas till ”sam...” med de andra linjerna. Men att tvinga fram en positiv samsyn hos samtliga linjeförvaltare är dömt att misslyckas. För att lyckas med en total samsyn behövs sannolikt branschövergripande seminarier, konferenser e. d. där samhälls- och miljönyttan ställs mot revirtänkandet, där retoriken är vinnare/vinnare-baserad och där organisations- och kommunikationsfrågorna lyfts upp.

8.3.3. Samordning

Ett bra exempel på samordning är omläggningen av Södergatan (mellan Gustav Adolfs Torg och Stortorget) i Malmö, från bil- och spårvägsruta till gångata, 1978:

Gatukontoret tar initiativ till samordning efter devisen ”hjälp till självhjälp”. Gåtgatan ska beläggas med en synnerligen exklusiv sten som kräver en kvantitativt och kvalitativt hög arbetsinsats. I befintlig gata ligger alla linjer (utom IT) vilka dessutom till största delen är minst 20 år gamla.

Ett skräckscenario är att någondera linjen havererar strax efter det att den nya beläggningen färdigställts. Om då beläggningsarbetet ej föregåtts av en samordning värt namnet kommer allmänhetens och politikernas kritik inte att bli nådig. Den kommer att riktas mot gatukontoret av det skälet att projektet varit deras; de har haft det s.k. byggherreansvaret.

Gatukontoret kallar således till samordningsmöte med representanter från museet och samtliga linjeförvaltare. Dessa ges möjligheten att syna, reparera, förnya och bygga om sina respektive linjer. Betingelserna är att gatukontoret står för schaktning av gatusfären samt för den översta återfyllningen och hela markåterställningen – betingelser som gällt även om ledningar inte skulle friläggas.

De linjeförvaltare som tar möjligheten till en relativt billig statusbedömning och ett relativt billigt underhåll, även om det tidigareläggs ett par tre år, blir vinnare. Liksom gatukontoret som genom detta samordningsdrag helt för över ”haveriansvaret” på linjeförvaltarna, utan kostnad.

Gamla representanter för de olika linjebranscherna i Malmö minns än idag samordningen i samband med ”Södergåtgatan-projektet” som väl fungerande. Målet var tydligt och deadline satt till ett datum alla kunde acceptera nämligen första julskytningssöndagen. Framförhållningen var tillräcklig för att samtliga skulle få rimlig tid på sig att analysera underhållsbehov m.m. Det fanns en allmän förståelse för tidsplanejusteringar, bara de rapporterades omedelbart och deadline innehölls. Tack vare samordningen blev projektet en vinnare/vinnare-aktivitet.

Anledningen till att man minns så väl ett mer än 20 år gammalt projekt kan tyvärr bero på att väl fungerande samordning i linjearbetessammanhang är unik. Gatu-kontoret tog initiativ till samordningen p.g.a. att man hade mer att förlora på att inte göra det och utnämnde sig själv som ”ordningsman”. Men detta var helt naturligt och accepterades till fullo. Det borde finnas en uppsjö av liknande förutsättningar till samordning.

8.4. Organisation

8.4.1. Allmänt

Det är fundamentalt att organisera – ”utan organisation ingen civilisation”. Men i begreppet organisation ligger ett visst mått av tydlighet och välkändhet. Under nittio-talet har man organiserat om som aldrig förr och i många fall har förändringen i sig varit ändamålet och inte lett till någon utveckling av verksamheten. Det finns sannolikt en övre gräns för frekvens på omorganisering i ett företag över vilken tillståndet i verksamheten blir anarkistiskt.

I andra fall har skälet varit flexibilitet. Det handlar då väsentligen om att möta förändrade omvärldskrav som kan vara kvantitativa eller kvalitativa. Verksamheter som inte klarar nödvändiga omställningar överlever inte på marknader med konkurrens.

En managementprincip på modet under senare hälften av 1990-talet var ”mager produktion”. Det var vanligt med begrepp som slimmade, bantade, magra eller till och med anorektiska organisationer. De fasta strukturerna vilka tidigare svarat för verksamhetens kontinuitet demonterades. Mer om området mager produktion lär framkomma ur den forskning som Rådet För Arbetslivsforskning har initierat.

Ett av stegen till att nå en optimalt effektiv verksamhet är att fatta bästa beslut utan tidsutdräkt. Detta kan inte en strikt pyramidal organisation uppfylla. Beslutsvägar-na är långa och svårigheter kan stoppas undan. Felaktiga beslut kan fattas av taktiska skäl. Å andra sidan medför den riktigt platta organisationen en risk för att de kunskaper som finns inte kommer det enskilda projektet till godo. I samarbetsprojekt måste detta hanteras och svårigheterna överbryggas och neutraliseras. Medlen kan vara att:

- ❑ I förväg kartlägga hur de inblandade organisationerna är uppbyggda och arbetar. Det kan förekomma formella och informella (dolda) hierarkier och beslutsfattare. Kartläggningen måste ske med förtroende och öppenhet.
- ❑ Tillskapa samarbetsregler vid större projekt – om olikheterna är för stora.
- ❑ Vid behov av kontinuerligt samarbete, som t.ex. löpande underhåll av infrastrukturen, vidta andra åtgärder än samordning projektvis.

Det bästa vore om alla inblandade samarbetspartners hade samma struktur och samma balans mellan ansvar och befogenhet hos sina medarbetare.

8.4.2. Övergripande "samorganisation"

En övergripande samorganisation kan baseras på två olika grunder:

1. Tvinga inte
2. Tvinga

"*Linjeråd*" kan bli en del av en organisationsform som inte tvingar till "sam...". Det ska ske på frivilligbasis med hjälp av regler som rekommenderar samarbete i gatuprojekt. *Linjerådet* ska bestå av representanter för alla linjesektorer och ordförandeposten kan lämpligen tilldelas gatuhållaren. Ansvar för "sam..." inom respektive linjeföretag kan läggas på en avdelning som arbetar med utvecklings- och planeringsfrågor.

En tvingande organisation är en myndighet som lämnar tillåtelse till grävningsarbete och kan tvinga till samarbete. Samarbete under dessa former med ytterligare en aktör, en byråkrat, är förmodligen varken eftersträvänsvärt eller idag politiskt gångbart.

I en eventuell, övergripande samorganisation bör *linjeråd* i kombination med omarbetade normer och bestämmelser förordas.

Man uppnår en fokusering på "sam"-aktiviteterna om man budgeterar för dem. I detta ligger också en möjlighet att tillfredsställa linjeägarnas rättviserbehov. Ambitionen bör vara att även finna en modell för beräkning av "sam"-vinster

8.4.3. Samordningsansvar

Samordningen av arbetena är en sak, samordningen av arbetarskyddet en annan.

Samordningsansvaret enligt Arbetsmiljölagen omfattar de gemensamma arbetsmiljörisker som uppkommer p.g.a. att flera verksamheter bedrivs på en arbetsplats. D.v.s. de nya risker som skapas i och med att olika arbetsgivares verksamheter går in i varandra. Det är bara samordningen mellan olika arbetsgivare som avses. Varje arbetsgivare har fortfarande kvar sitt ansvar att vidta alla åtgärder som behövs för att undvika farligheter i arbetsmiljön. Man kan säga att samordningsansvaret är något utöver vad som följer av varje enskild arbetsgivares ansvar.

Arbetsmiljölagen kan tolkas på så sätt att gatuförvaltaren har ansvaret för samordning av arbetarskyddet vid samförläggning av linjer i gator, gång- och cykelbanor:

7 § Den som låter utföra byggnads- eller anläggningsarbete är ansvarig för samordning av åtgärder till skydd mot ohälsa och olycksfall på gemensamt arbetsställe för verksamheten. Om fast driftsställe är gemensamt arbetsställe för flera verksamheter, har den som råder över arbetsstället motsvarande ansvar. (Ur AL 3 kap.)

Den som råder över arbetsstället (läs gatan) har enligt AL möjlighet att delegera arbetsuppgifter som medför arbetsmiljöansvar till t.ex. huvudentreprenören (HE).

För entreprenörer är arbetsstället det område som under entreprenadtiden står till entreprenörens disposition för entreprenadens utförande.

Då uppkommer frågan:

Vilken av de samförläggande el-, FV- och VA-entreprenörerna ska vara HE gentemot gatuförvaltaren?

Även om samordningsansvaret i första hand åläggs den som låter utföra anläggningsarbetet – d.v.s. byggherren – blir delegeringsfrågan delikat med tre byggherrar. För att samordningsansvaret i ALs mening ska vara överförd från byggherren till HE måste det ha avtalats därom i affärsöverenskommelsen.

Oavsett om tolkningen ovan är rätt eller fel leder resonemanget osökt in på en möjlighet till rationalitetsförbättring:

- De tre byggherrarna samordnar sina anläggningsunderlag och går ut med en gemensam förfrågan på t.ex. generalentreprenad. I generalentreprenörens åtagande kan ingå såväl markarbeten som ledningsförläggning och skarvning.

8.4.4. Samhällsprojekt kontra industriprojekt

Samhällsprojekt

En av frågorna på intervjurundorna var hur samordningen/rationaliteten skulle förbättras. Bl.a. lämnades svaren; ”kommunalisera alla linjer” och ”bästa rationaliteten uppnås, där kommunen förvaltar samtliga linjer”.

Ett sådant svar bygger på praktisk erfarenhet. Men det kan också ses som ett uttryck för en vanlig individuell grundsyn i Sverige, nämligen att det allmänna – kommun eller stat – ska säkra vissa grundläggande behov.

Det är idag politiskt opportunt att släppa marknadskrafterna fria. Tron på ”marknaden” har drivits långt och marknaden accepteras ofta som enda nödvändiga aktör och drivkraft – i förening – och personer som hissar varningsflagg stämpas som reaktionärer. Man kan emellertid inte både äta kakan och ha den kvar. Resultaten av elmarknadens avreglering, bl.a. i form av bristande leveranssäkerhet, lyfter fram de svårigheter som uppstår i full tydlighet.

Oavsett politisk åskådning är följande påstående svårt att argumentera mot:

Linjer, som de definierats i denna rapport, ingår i den samhällliga infrastrukturen.

Argumentet ”samhället = marknaden” får väl anses vara extremt, eftersom yttersta konsekvensen av det är att politikerna blir överflödiga.

Infrastrukturen tillgodoser grundläggande behov i ett samhälle. Utvecklingen av ett samhälle är helt beroende av hur dess basstruktur fungerar och av möjligheterna att bygga ut densamma. Följdenligt bör samhället ställa krav på långsiktighet när det gäller infrastrukturella projekt.

Samhälls- kontra industriprojekt

Tekniskt sett bör det inte vara någon större skillnad mellan ett industriprojekt och ett samhällsprojekt. Det kan ligga en skillnad i kvalitetskrav men klassen på material och utförande beror på vad som anses vara rätt kvalitet för aktuell anläggning och kan skilja även under respektive projektrubrik.

Men det rimmar illa att applicera samma ekonomiska förutsättningar – investeringens ekonomiska livslängd och lönsamhet, m.m. – på beslut om genomförande av samhällsprojekt som gäller för industriprojekt. Här kan man i stället tala om samhällsprojekt i motsats till industriprojekt. Även för organisation av samhällsprojekt bör andra förtecken gälla – planering och uthållighet.

8.5. Teknik m.m.

Nedan följer ett antal, från referensgruppsmötena citerade, förslag som kan förbättra rationaliteten i fjärrvärmebyggandet. En del är kontroversiella då de går stick i stäv med Svensk Fjärrvärmes Tekniska Bestämmelser. Vid tillämpning av dessa måste å andra sidan det sunda förnuftet råda.

8.5.1. Mark och förläggning

- ❑ Ett av de bästa konkurrensmedlen är att välja rätt läge för FV-ledningen.
- ❑ Förläggning i privat mark i st. f. allmän mark kan innebära en halvering av markåterställningskostnaden. Det krävs ett bra avtal och i underhållsskedet även en bra relation med markägaren.
- ❑ Det ger som regel lägre totala kostnader att förlägga i parkmark än i gatumark.
- ❑ Arbeta för att FV alltid ska beredas utrymme i allmän mark då byggnad av sådan planeras, även om FV inte planerats vid detta tillfälle.
- ❑ Hög marken i st. f. sänk ledningen. Tillämpbart t.ex. vid ledningsdragning över trädrötter.
- ❑ Det finns ett antal väl utprovade alternativ till det traditionella schaktningsarbetet såsom kedjegrävning, plöjning, relining, slagning och borrhning. (I Svensk Fjärrvärmes rapport 1998:8 "Idébok – alternativ ledningsdragning" redovisas dessa metoder i detalj.)
- ❑ Minska täckningshöjden till nedmot 2 dm. Det är möjligt att förstärka vägunderbyggnaden men framförallt att producera hårdare FV-rör.
- ❑ Följ markprofilen – inga raka fall med konstruerade hög- och lågpunkter.
- ❑ Anslut servis med understick och med fall in mot FV-rum för att undvika kollision med kablar (se figur under pkt 8.3.1). Viktigt med fungerande filterarrangemang före växlarna.
- ❑ Kallförläggning. Dock tas speciella hänsyn då T-stycken är inblandade. Bågrör medför inga problem medan girar >3° ej får förekomma.

8.5.2. Utförande

- ❑ Samma entreprenör för byggande av olika linjer – inhämtad kunskap från en linje överförs på andra linjer. Ett exempel är relining.
- ❑ En och samma yrkesman utför mark-, rörlägnings- isoleringsarbete. Auktorisationen anpassas därefter.
- ❑ Satsa på stora volymer och på att stänga av trafiken under hela den tid arbetet planeras pågå.
- ❑ Slå ihop ett stort antal serviser till en entreprenad.
- ❑ Största möjliga prefabriceringsgrad i fabrik.
- ❑ Ledningen byggs på regler ovanför rörgraven eller vid sidan av blivande grav och firas ned.
- ❑ Bygg i treskift – bullerföreskrifter ses över.
- ❑ Ingen vattenprovtryckning, endast täthetsprovning med 0,2 bar luft.

8.5.3. Komponenter och material

- ❑ De klassiska: Återfyll med befintliga massor och slopa dränering.
- ❑ Undvik enkelrör, använd dubbelrör eller "trippelrör" (**bilaga 7**). Dubbelrör är självbärande på en längre sträcka än enkelrör och är dem överlägsna i det mesta.
- ❑ Till tillverkare av FV-rör: Gör isolering och skyddshölje i samma material.

8.5.4. Övrigt

- ❑ Anpassa entreprenadformen ¹ efter anläggningsprojektets karaktär.
- ❑ Se till att kontaktnätet mellan entreprenörerna är bra.
- ❑ Se till att all personal har rätt balans mellan ansvar och befogenheter.
- ❑ Var med och se till att det blir flyt genom motivation och ständig utveckling.
- ❑ Få bort inkompetent personal i tid.
- ❑ Ställ krav på en god arbetsmiljö ².

1) Se vidare i Svensk Fjärrvärmes FoU 2003:90 "Total- eller utförandeentreprenad?".

2) Se vidare i Svensk Fjärrvärmes "Fjärrvärmens arbetsmiljö" 1995.

8.6. Kunskap och motivation

För att uppnå rationalitet i byggandet krävs kunskap. Fortbildning är ett måste men det finns även ett stort behov av utbildning och kompetensutveckling p.g.a. generationsväxlingen.

Det räcker emellertid inte att folket har kunskap. Man måste också se till att de har motivation. Med personal – speciellt den i frontlinjen – som struntar i vad dom gör, spelar det ingen roll vad företaget hittar på.

Enligt JS ³ råder det i entreprenadbranschens toppar en övertro på att det tekniska kunnande som finns i deras företag också tas till vara i sanningens ögonblick – på arbetsplatsen. Han hade ett sådant projekt där han utmanat ett antal teknik- och miljöansvariga vid de större svenska entreprenadföretagen att följa med honom ut och kolla status på byggarbetsplatserna. Resultatet var så nedslående och obekvämt att man försökte blåsa av projektet.

8.7. Processer, dokumentation, kommunikation och vision

8.7.1. Processer

Enligt RO ⁴ är det nödvändigt att beskriva det man sysslar med som processer. Endast då har man möjligheten att på ett objektivt sätt utvärdera olika alternativ och dokumentera utvärderingarna. Karakteristika kan vara:

- ☐ Färdigt i tid
- ☐ Låg investering
- ☐ Låga förutsebara underhållskostnader
- ☐ Hög tillförlitlighet

3) Jan Söderberg är professor i byggnadsekonomi vid LTH. Han har en gedigen erfarenhet vad gäller byggprocessens olika delar och deltar i olika nationella och internationella samarbetsprojekt med inriktning att effektivisera byggprocessen.

4) Rune Overup har under många år arbetat vid Sydkraft med process- och kvalitetsfrågor. Han har på plats studerat de system för kvalitetsstyrning och dokumentation som används i USA, bland andra av amerikanska försvaret. Rune var fram mot slutet av 80-talet Sydkrafts representant i Värmeforsks Hetvattengrupp och är därför väl insatt även i fjärrvärmetekniken.

Det behövs strategier för utveckling av analysverktyg o.d. och av personal.

En bärande tanke är att hantering, av vad som ska ske totalt, som en process ska underlätta inte bara utförandet utan också utvärderingen av det utförda. Man kan kontinuerligt följa processens ”verkningsgrad” vilken ger mer substans än att visa att det som sker är bra eller bäst.

Processtanken – d.v.s. analogin till mekaniska processer – ger också den insikten att det är nödvändigt att finna och beskriva tydliga roller vilket i sin tur leder till förutsättningar för ett kreativt samarbete. Det har kraftig bäring på rationellt byggande att aktörerna förstår och accepterar sina roller i sammanhang där ny teknik för kommunikation och dokumentation gör att de kan uppfatta sina roller som mindre självständiga än tidigare.

RO pekar också på det viktiga i att upprätta s.k. Business Rules (BR). Dessa ska inte förväxlas med upphandlings- eller andra administrativa regler. BR är regler för god ingenjörskonst, vilka alla aktörer är överens om. Tekniska bestämmelser om leverans av fjärrvärme är ett exempel på vad som skulle kunna bli BR.

8.7.2. Kommunikation / dokumentation

Kommunikation är kanske det viktigaste medlet i ett ”sam...”-projekt. Man behöver i stort sett ha on-line-information om status på aktuella linjer. En digital karta – en för alla – ger möjligheter att på ett enkelt och effektivt sätt sprida och få information.

Varje linje ska ha sitt eget lager på kartan, utan möjlighet att ändra i de andras områden. Kartan kan förbättras så att den blir enklare att arbeta i och därmed öka tillgängligheten på erforderlig information. Kartan kan läggas på en internet-server som i princip blir platsen för *linjerådets* möten. Personen som är ansvarig för servern kan också bli sekreterare vid *linjerådet* (se under pkt 7.4.).

Det kanske viktigaste kommunikationsmomentet för rationellt byggande är det mellan projektledningen och arbetsplatsen. Det handlar om riktighet, tydlighet och förståelighet av bästa tekniska kunskap samt om omedelbarhet i informationen ut såväl som in.

8.7.3. Vision

JS har stora förväntningar om att modern kommunikations- och presentationsteknik ska kunna revolutionera byggprocessen. Dels snabba upp den, dels minska mängden tekniska fel och, kanske framförallt, få ut kunskap om i varje läge bästa lösning till arbetsplatsen. JS är övertygad om att CAD o.d. inom en snar framtid kommer att ersättas med helt överlägsna system.

9. SLUTSATSER

Det har visat sig vara svårt att dra entydiga slutsatser i detta projekt. En framkomlig väg har i stället varit att föra resonemang baserat på kunskapen i referensgruppen och hos övriga linjeaktörer med lång praktisk erfarenhet.

Renovering och byggande av linjer i täta områden utförs idag av varje linjeägare för sig. Samarbetet mellan olika linjeägare ligger på en låg nivå. Det som finns är i form av information om planerade arbeten. Kostnadseffektivt byggande är viktigt för alla linjer och det har gjorts många åtgärder för att minska kostnader för byggande, drift och underhåll inom varje linjesektor. Men möjligheten att minska kostnader genom samverkan och samarbete har inte tagits till vara på bästa sätt.

Detta projekt beviljades en gång i tiden på principiella grunder. Det skulle bl.a. undersökas och redovisas om det fanns något att lära från annan linjebyggnad. Vi har under rapportarbetet inte kunnat finna att överföring av kunskap från andra linjesektorer till fjärrvärmesektorn skulle tillföra ökad rationalitet i fjärrvärmebyggnaden, undantaget metoder för alternativ till schaktning. Däremot talar mycket för att det krävs en radikal förbättring av samgåendet med annat linjebyggande för att ett rationellt fjärrvärmebyggnad ska kunna uppnås. Nyckeln till framgång i förändringsarbetet ligger i den lilla stavelsen ”sam”. Hur kan olika ”sam...” utvecklas i framtiden? Svaret på frågan ligger kanske i innebörden av ”sam...” – att anknyta någonting tillsammans, på likadant sätt. Man behöver då känna till andra parter aktiviteter och hitta underlag för ”sam...”. För detta behövs i sin tur en samsyn mellan linjeägarna, en förståelse för varandras arbete.

I små kommuner där tekniska kontoret äger och förvaltar alla linjer fungerar självklart samordningen bäst. Det tycks också vara så att man bygger mest rationellt där. Det är inte självklart i större kommuner att det är önskvärt med en permanent samordnare. Om ett linjeprojekt ska samordnas ligger det närmast till hands att gatuhållaren blir ”ordningsman”. De största förutsättningarna för en linjesamordning värt namnet blir det när en större, strategisk gata ska byggas om.

En del gatuförvaltare ser gatan som något unikt och inte som en likvärdig del i samhällets infrastruktur. Det finns t.o.m. inställningar som – ”de andra linjerna bara förstör”. Här gäller det i första hand att arbeta för en känsla av samhörighet kring en väl fungerande infrastruktur.

Det finns andra förbättringar, som inte direkt har med linjearbeteskaraktären att göra, som kan bidra till ett rationellt FV-byggnad. Följande områden har en potential, som rätt utvecklad leder till ett mera rationellt byggande av FV-ledningar:

- ❑ Organisation, dokumentation och kommunikation
- ❑ ”Ingenjöreregler” för linjebyggnad vilka alla är överens om
- ❑ Ledningsläge, förläggningsteknik, kontinuitet, komponent- och materialval
- ❑ Kunskap, motivation och arbetsmiljö överhuvudtaget
- ❑ Processtänkande

DEFINITIONER

Rationellt byggande av fjärrvärmeledningar (med hänsyn tagen till arbetets karaktär av linjebyggning).

Innehållet i rapporten anspelar på ordet *rationellt* varför vi anser det vara värdefullt att utveckla definitionen av just detta ord. Vår definition och innebörd av detta och övriga ord i rubriken är som följer.

Adjektivet *rationellt* är synonymt med effektivt, ändamålsenligt, förnuftigt, väl planlagt, förståndsmässigt, logiskt grundad, m.fl. Projektets andemening är att totalkostnaden (life cycle costs) ska sänkas från dagens nivå varför vi sätter rationellt = kostnadseffektivt. Detta borde betyda att de särkostnader som anläggningen drar under sin livstid ska adderas med de årliga kapitalkostnader som följer av investeringen. Svaret på om en anläggning byggts mer rationellt än en annan får man alltså först efter det att anläggningarna tagits ur drift för gott.

Vi menar att uttrycket *rationellt byggande* även innehåller andra värderingar – uppfattningar om vad som är rationellt i ett byggande. Viktiga parametrar är:

- ☐ optimal samordning
- ☐ teknisk kvalitet (att träffa så rätt som möjligt vad gäller uppsatta mål)
- ☐ resurshushållning
- ☐ miljöpåverkan
- ☐ tidsåtgång
- ☐ image

Det innebär att man strax efter det att entreprenaden färdigställs kan göra en grov utvärdering huruvida byggandet har varit rationellt eller ej. Det är då inte ensidigt det ekonomiska resultatet kontra träffsäkerheten i teknisk kvalitet som ska studeras. Resursåtgången och påverkan på omgivningen bör också ingå i utvärderingen.

På **bilaga 2** redovisas andra infallsvinklar på rationellt byggande. Det framgår bl.a. att uttrycket *rationellt byggande* ska innehålla ytterligare en parameter:

- ☐ omdömesgill tidspress

Beslutet om hur och med vad anläggningen ska byggas måste tas i nybyggnadsskedet. Detta kan tas efter en kostnadskalkyl med bestämda ekonomiska parametrar och erfarenhetsvärden på underhållskostnader för olika ledningssystem. 20-30 år är vanliga ekonomiska livslängder i den offentliga världen för denna typ av anläggningar och kalkylräntan ”binds” ofta i paritet med diskontot. I ett lågt ränteläge är det alltså kostnadseffektivt att satsa på en högklassig investering – vid mycket låg ränta kan man t.o.m. satsa på underhållsfritt – medan det i ett högt ränteläge bör snålas med varje investeringskrona eftersom kapitalkostnaderna belastar totalkostnaden under 20-30 år.

Svaren på frågorna på bilaga 2 är alltså inte givna! – kalkylmässigt. Men nu är ju den ekonomiska kalkylvärlden inte lika med verkligheten. Scenariot understryker också vikten av att göra utvärderingen mer än tvådimensionell.

Som *byggande* har vi valt att betrakta hela processen med planering, projektering, upphandling, utförande och kontroll.

Påståendena på bilaga 2 leder fram till de parametrar som är nödvändiga för att kunna uppnå ett rationellt byggande:

- ❑ kunskap
- ❑ motivation
- ❑ god arbetsmiljö

Fjärrvärmeledningar står för alla dimensioner av fasta och flexibla fjärrvärmerör, hålrörs- och andra typer av markförlagda kulvertsystem mellan produktionsanläggning och fjärrvärmecentral.

Med *linjebyggnad* eller *linjearbete* avses i denna rapport anläggning av:

- ❑ Vägar, gator, järnvägar, tunnlar, kanaler
- ❑ Vattenledningar
- ❑ Avloppsledningar
- ❑ Fjärrvärmeledningar
- ❑ Gasledningar
- ❑ Elledningar
- ❑ Telefonledningar och IT-linjer

Vi har valt att kalla dessa markanläggningar för *linjer* rätt och slätt.

RATIONELLT BYGGANDE / TEKNISK KLASS

1. Påstående

- + Om drift- och underhållskostnaderna på slutprodukten är lägre än vad som är normalt är dess tekniska klass hög
- Om drift- och underhållskostnaderna på slutprodukten är onormalt höga är dess tekniska klass låg

2. Påstående

Förutsatt att material på fjärrvärmerör, skarvar, kringfyllning och dylikt är desamma beror slutprodukten tekniska klass på:

- A. Kunskapen hos dem som har utfört arbetet (i mening hantverk och projektering men också planering)
- B. Deras motivation och dagsform
- C. Arbetsplatsens beskaffenhet (i mening arbetsmiljö och tekniska markförhållanden)

3. Påstående

Det finns alltså inget som talar för sambandet:

Ju mera rationellt (enligt definitionen hitintills) fjärrvärmeledningar byggs desto högre blir deras tekniska klass.

4. Påstående

Det är först när arbetet sätts under tidspress som ovannämnda samband kan äga sin riktighet. Ett byggande har alltså varit rationellt endast om det varit utsatt för en *omdömesgill tidspress*.

5. Scenario

- 5.1 Entreprenaden tar mycket längre tid än planerat, t.ex. p.g.a. otjänlig väderlek, i syfte att nå hög klass
- 5.2 Samma entreprenad håller tidsplanen med samma yttre förutsättningar. Slutprodukten uppvisar låg klass

6. Fråga

Vilket byggande är mest rationellt: 5.1 eller 5.2?

7. Fråga

Vilket är viktigast: Att torrlägga och säkra miljön i en vattenfylld schaktgrop eller att hålla tidsplanen?

SAMMANSTÄLLNING AV FÖRSTA RUNDANS SVAR

Fråga 1	• GK: Gatorna klassas med avseende på trafikintensitet och typ. Dessa klassningar styr om man tillåter avstängning i hela gatubredden eller om man ska ha ett körfält öppet. De styr också när och hur länge ett arbete får bedrivas. GK sköter numera ensam dessa frågor, har endast informationsplikt gentemot Polisen och avgör själva om samråd ska ske. Information till massmedia sker löpande en gång/vecka. Återställningskostnaden för linjearbete beror på hur pass ostört GK kan bedriva beläggningsarbetet. Denna bedömning gör GK utan samråd med övriga aktörer. GK har t.o.m. prissatt störningar i kollektivtrafiken. Man har inte gjort någon samhällsekonomisk e. d. kalkyl.
Fråga 2	• VA rekommenderar kontakt med SBUF(svenska byggbranschens utvecklingsfond).
Fråga 3	• Samtliga är positiva till samordning mellan alla linjer. • VA anser att samordning av idag består av ineffektiv pappersexercis. • KF: Varje linjeägare vill ha bästa platsen för sin ledning. Det är bättre att en entreprenör gräver för samtliga linjer. • Entr: Planering måste göras för hela projektet och alla dess delar. Han påpekade också på svårigheten att lägga FV- ovanför VA-ledningar. • FV: Det är billigare för oss att lägga FV i gångbana i st. f. gata. • GK: I Malmö fungerar samordningsrutinerna väl, undantaget "bredbandstättarna". Ledningsdokumentationen är bra, undantaget det gamla stadsgasnätet.
Fråga 4	• Gas: Brott på VA-ledningar påverkar gamla gasrör negativt. • Geofysiska felbedömningar enligt VA som också informerade om att t.ex. pileträdsrötter, vilka växer i sidled, kan bli 30 m långa och leta sig in i linjerna. • KF: Vi har sällan tekniska fel vid linjearbeten, undantaget el o tele – de linjer vi inte äger och inte lyckas samordna (Telia är svårast).
Fråga 5	• Gas, GK, VA, KF o FV trycker på "on-line-arbete" i meningen ständig direktkontakt med alla som är inblandade i och påverkade av byggnadsprocessen samt att ta beslut på plats. • JS o RO anser dessutom att folket i fronten förutom kunskap måste ha motivation: "Har vi personal som struntar i det spelar det ingen roll vad vi hittar på". • FV: En annan syn på återställning av gatan – denna kostnad kan uppgå till 25% av totala byggkostnaden för FV-ledningar. • FV o Entr: Ju större volymer FV-linjer ju bättre resultat. • Gas ser stora möjligheter i reliningstekniken; gasmedierör av plast dras inuti gamla stål- och gjutjärnsrör för gas och inuti utrangerade VA-rör. • VA: En möjlighet till förbättring i kommunikations- o samordningshänseende utgör den digitala 3D-karta med geologisk profil och samtliga linjer som Malmö Stad håller på att ta fram. Cirka 30% är inlagt.
Fråga 6	• Både Gas o Entr svarar "i rörmaterialet", medan VA menar att utvecklingen kan gå mot "Supertuben", d.v.s. alla linjer i samma rör. • KF är inne på samma spår och vill att gällande normer i möjligaste mån ska ändras så att olika linjer kan ligga tillsammans.
Fråga 7	• Entr: Där alla linjer har samma ägare går samarbetet och samordningen lättare. FV-samordningen försvårades i Malmö när Sydkraft blev FV-ägare. • JS: En integrerad byggprocess som innehåller planering, projektering, upphandling och genomförande är inte linjär varför det är viktigt att avgörande beslut kan tas under varje fas. Detta kräver i sig att alla, under processen och senare under drift engagerade intressenter, involveras. • Samtliga var överens om att informationsspridning var viktig.

INTERVJUPERSONER

LINJE eller YRKE	FÖRETAG	NAMN
Gator (GK)	Gatukontoret i Malmö	Ingrid Persson, Ulf Kroon
Gas	Sydgas AB	Olle Johansson
Fjärrvärme 1 (FV)	Energiverken i Halmstad AB	Krister Joneken
Fjärrvärme 2 (FV)	Sydkraft Värme Syd AB	Ingeman Andersson
Vatten o avlopp (VA)	VA-Verket i Malmö	Peter Stahre
Kommunal förvaltare (KF)	Kommunal Teknik i Trelleborg	Bengt Lander
Entreprenör (Entr)	PEAB region bygg syd, anläggning	Lennart Bramsved
Prof i byggnadsekonomi (JS)	Lunds Tekniska Högskola	Jan Söderberg
Process- o kvalitetsstyrn(RO)	Sydkraft AB	Rune Overup

ÖVRIGT SOM FRAMKOM

- Att man använder liknande tekniska metoder för att utföra liknande anläggningsarbete, t.ex markarbete.
- Att följande faktorer spelar stor roll för rationellt byggande:
 - ”Sam...”. Redovisning följer i kap 8 i rapporten
 - företagsorganisation
 - kommunikation
 - typ av projekt och byggnadsplats.
- Och en del visioner m.m. framförallt från **JS** o **RO**. Redovisning följer i kap 8 i rapporten.

FRÅGEFORMULÄR FÖR GATUFÖRVALTARE

Rationellt byggande av markförlagda ledningar

Specialister i branschen svarar på samordnings- och andra frågor

1. I föreskrifter för avstängning vid gatu- arbeten brukar gator o.d. vara indelade i olika klasser. För vem ska respektive gatutyp i första hand vara säker? Bilisten, cyklisten, fotgängaren eller övr?	
2. Vilken underhållsåtgärd prioriterar Du för att kunna uppfylla säkerhetskraven?	
3. Hur mycket betyder det enligt Din me- ning att gatan är estetiskt tilltalande? Inte mycket, ganska mycket eller mycket?	
4. Hur ser Du på gatans funktion som husrum för infrastrukturen av lednings- system? (VA, el, gas, fjärrvärme, tele etc) Fördelar och nackdelar.	
5. Vilken är enligt Din mening den bäs- ta platsen för nämnda ledningssystem?	
6. Skulle Du, i egenskap av gatuförvalta- re, kunna tänka Dig ta rollen som sam- ordnare över alla typer av ledningssystem vid ledningsarbeten i allmän mark?	
7. Om ja – vilka hjälpmedel anser Du Dig behöva för att kunna uppfylla Din roll?	
8. Vilken organisation och vilka resurser behöver Du i Din roll som "linjesamord- nare"?	
9. Ser Du någon annan lösning på sam- ordningsfrågan vid linjearbeten? I så fall vilken?	
10. Om Du betraktar frågan utifrån ett samhälleligt perspektiv, där taxor för VA o energi, där miljöpåverkan och där risker för person- o egendomsskador etc vävs in, kan Du Då se någon anledning till att ändra på befintliga regelverk gällande gator, trafik o.d.?	
11. Finns det något ämne i uppbyggnads- materialet för en gata, som kan ha nega- tiv påverkan på miljön?	

Intervjupersonernas svar kommer att presenteras i en sammanfattning utan personlig anknytning.

FRÅGEFORMULÄR FÖR FÖRVALTARE AV EL-, VA-, GAS-, FJÄRRVÄRME- o ANDRA LEDNINGSNÄT

Rationellt byggande av markförlagda ledningar

Specialister i branscherna svarar på samförläggings- och andra frågor

1. Vilken är den värsta konsekvensen av en skada på markförlagdledning?	
2. Vad är det för typ av skada, som får denna konsekvens?	
3. Vilken är den mest sannolika, primära orsaken till en sådan skada?	
4. Vilken drift- eller underhållsåtgärd prioriterar Du för att undvika en sådan skada?	
5. Vilken är den näst värsta konsekvensen av en skada på markförlagdledning?	
6. Vad är det för typ av skada, som får denna konsekvens?	
7. Vilken är den mest sannolika, primära orsaken till en sådan skada?	
8. Vilken drift- eller underhållsåtgärd prioriterar Du för att undvika en sådan skada?	
9. Vilken är den bästa platsen i en stad för markförlagdledning, m.h.t. till kapital- och särkostnader under ledningens livstid?	
10. Vilka fördelar respektive nackdelar ser Du i samförläggning med andra typer av ledningar?	
11. Skulle Du, i egenskap av förvaltare avnät, kunna tänka Dig att ta rollen som samordnare över alla typer av ledningssystem vid ledningsarbeten i mark?	
12. Om ja – vilka hjälpmedel och resurser anser Du Dig behöva för att kunna uppfylla din roll som "linjesamordnare"?	
13. Om nej – varför? och ser Du någon annan lösning på samordningsfrågan?	
14. Är Du tillfreds över de regler, avtal, anvisningar etc, som gäller för markarbeten?	
15. Om nej – vilka regler o.d. anser Du att man borde omarbete?	
16. Vilken negativ påverkan på omgivande ledningar och miljö kanledning ha vid normal drift?	

*) Vid VA anges konsekvenserna för både vatten, spillvattenavlopp och dagvattenavlopp.

Intervjupersonernas svar kommer att presenteras i en sammanfattning utan personlig anknytning.

SAMMANSTÄLLNING AV ANDRA RUNDANS SVAR

Gemensamma frågor	Ant	Svar från gatuförvaltare	Ant	Svar från ledningsförvaltare
Bästa platsen för markledningar?	1	VA, gas, FV i gata och EI, tele, FV i gångbana	3	I parkmark (2FV, VA)
	1	I gångbana, helst i kulvert	3	I gata eller gångbana (el, FV, gas)
	1	Vad finns det för andra alternativ än gatan?	2	I icke asfalterade ytor (FV, gas)
			1	I gång- eller cykelbana (el)
			1	I gata eller allmän mark utan elkablar (VA)
			1	Bäst att trycka kablarna djupt ned (el)
Inneha rollen som samordnare?	2	Ja – gatuförvaltaren är spindeln	3	Ja (el, FV, VA)
	1	Nej	4	Nej (gas, 3FV)
			1	Ja i privatmark, nej i allmän mark (el)
			3	Tveksam (el, gas, VA)
Om nej – varför?	1	Kompetenskraven o kvalkrav på kartmat, sekretess	2	Kompetenskraven, ohanterligt stort omr (FV)
			1	Vi är för små (FV)
			1	Få gasledningar i stadskärna (gas)
Vilka hjälpmedel/resurser behövs?	1	Personella, som samtliga involverade betalar	2	Bra kartmat o kontaktpersoner (el, VA)
	1	Projektorer o mättekniker	1	Gemensamt kart- o dokumentssystem (FV)
			1	Personella o närhet till allas org (VA)
			1	Infoplikt o täckning av adm kostn (el)
Annan lösning på samordningsfrågan?	1	GK kallar kontinuerligt lednägare till byggsamordn	2	Kommunen samordnar (el, gas)
	1	Helkommunala ledningssystem	1	Kommun alt vägverk (el)
	1	IT för utinfo o den betalar rejält som missar samordn	2	Bättre samarbetsklimat (FV)
			1	Tydligare rutiner – alla överens om (VA)
			1	EI eller FV bättre (gas)
Är reglerna för gatuarbeten OK?	1	Ja – om ej FoU kan visa på behov av ändring	7	Ja (el, 2gas, 3FV, 2VA)
	1	Ja – affärvande företag ska betala för gaturum	1	Pos, men tillståndprocess trög (el)
	1	Förstår ej frågan	1	Neg; Avtal sätter villkor utöver lednrättsl grund (el)
			1	Många rutiner är ej verklighetsanknutna (VA)
			1	Neg; Ers för intrång o framtida UH är oriml (FV)
Neg påverk på omgiv ledn o miljö?	1	Asfalt, vägmarkering, brytning bergkross/naturgrus	3	Neg: Värmeavgivn på vegetation o el (FV)
	1	Möjligen asfalt, f.ö. används rena naturprodukter	2	Pos: För VA o halkfria gator/gångb. (FV)
	1	Ingen	7	Ingen (el, 2gas, FV, 2VA)
			2	Magnetiska fält (el)

SAMMANSTÄLLNING AV ANDRA RUNDANS SVAR

	Ant	Svar
Frågor till gatuförvaltare		
För vem ska resp gatutyp vara säker?	2	För oskyddad trafikant (är "dimensionerande")
	1	70km/h o mer för bilist.<70km/h för oskyddad trafikant
Prioriterad UH-åtgärd för säkerheten?	1	Säkra avstängn, halkbekämpn, jämn belägg (mot snubbelrisk)
	1	Följa regelverk för avstängningar, utbilda personal
	1	Hastighetssänkande åtgärder
Gatans estetiska betydelse?	2	Mycket stor – självklart!
	1	Ganska stor, men i första hand funktionell
Gatans funktion som husrum för ledn?	1	Den bästa lösningen i ett tätt stadsrum
	1	Asfalteras om pga att ledningsägare gräver sönder gator
	1	Pos: Samlat. Neg: Svårarbetat vid rep, trångt
Frågor till ledningsförvaltare		
Värsta kons av en skada på elledning?	2	Ett stort område slås ut
elledning?	1	Personskador
gasledning?	2	Brand och explosion med personskador
FV-ledning?	2	Prior omr tex sjukhus slås ut lång tid vid dim utetemp
FV-ledning?	2	Skållad person – värst hetvattenfylt hål i trafikled
kallvattenledning?	1	Förorening av livsmedlet vatten
Kallvattenledning?	1	Utebliven vattenleverans
spillvattenledning?	2	Översvämning hos kund
Typ av skada som får denna kons?	6	Ledningsbrott (2vatten,4FV)
	1	Strömavbrott (FV)
	2	Stopp i avlopp (spill)
	3	Isolationsfel, avskalade ledare – hela säkringar (el)
	2	Läckage (gas)
Sannolik primärorsak till sådan skada?	6	Yttre åverkan (3el,2gas,FV)
	2	Utförande, belastning, marksättning (VA)
	3	Dåligt utförande som leder till yttre korrosion (FV)
Prioriterat UH för att undvika skadan?	4	Ledningsvisning, information (3el,FV)
	2	Ökad information till framförallt gräventr (2gas)
	1	Förtida UH (VA)
	1	Bevakning (VA)
	2	Kontin larmövervakn av nätet, länsumpn (FV)
	1	Öka kunskap om nätet, kontinuerlig övervakn (FV)
För- o nackdelar med samförläggning?	5	Lägre invest, högre UH-kostn (el,2FV,2VA)
	1	Pos:Invest, trafik. Neg: Väntetid, framkomlighet (gas)
	2	Pos:Kostnfördeln.Neg:Skaderisk då övr gräver (FV,gas)
	1	Pos vid visning. Neg:Yttre åverkan berör samtl (el)
	1	Lägre invest, ej störning vid nyanlägg. Stor åverkanrisk sen (el)
	1	Lättare problemlösn, schakten öppna längre (FV)

NÅGRA ERFARENHETER IFRÅN DANMARK

1. KOORDINERING AF ANLÆGGNINGSARBEJDER I VEJAREALER”

Rubricerad rapport publicerades av en dansk arbetsgrupp 1985. Grunden för rapporten var storskaliga, pågående och planerade, utföranden av fjärrvärme och naturgas nät i Köpenhamn under två sista decennierna av nittonhundratalet. Målet med projektet var att beskriva dåvarande praktik från bygg-, drift- och underhållsarbete inom trafikzoner.

Man beskrev situationen för all linjär infrastruktur samt definitioner och idé för koordinering. Ett antal utförda projekt med koordinering var presenterade liksom planerade aktiviteter.

Man har funnit att största fördel av koordinationen får man när gaturenovering kan göras tillsammans med arbeten som ska utföras för olika ledningar. Det finns också en del drifts- och ekonomiska fördelar om man koordinerar arbetet:

- ❑ Rörsystem kan placeras på bästa sätt.
- ❑ Om man behöver lång tid för schaktarbete eller man kan förutse att linjer ska grävas upp ofta så kan man placera rör i de delar av gator som ger lätt tillgänglighet till parkmark, gångbanor o.d.
- ❑ Mängden schaktarbeten som ska leda till minskning av driftsproblem för de andra linjerna kan minskas.
- ❑ Koordinering ska leda till rationellt utnyttjande av arbetsresurser och bättre ekonomi.

I slutsatsen skriver man att arbete inom trafikzoner ska utföras på ett sådant sätt att koordinering och Kooperation (samordning och samarbete) blir att föredra från alla inblandade parter.

Det fanns planer på att under 1983-1999 investera i infrastruktur i byar och städer för 33-55 miljarder DKK. Av dessa skulle ungefär 10-20 miljarder DKK användas för grävning och återställning av gator och vägar. Det var också planerat större investeringarna för renovering av trafikzoner.

Man har föreslagit följande åtgärder för förbättring av koordineringen vad gäller arbete i trafikzoner:

1.1. Administrativa åtgärder

- ❑ Förbättrad organisation för koordinering.
- ❑ Etablering av en speciell, kommunal avdelning som blir ansvarig för koordineringen och som ska ta initiativ till att arbetet mellan gatuägare och ledningsägare koordineras.
- ❑ Formell information ska utbytas mellan gatuägare och ledningsägare och gatukontorets representerat ska vara initiativtagare och samordnare.
- ❑ Man ska göra speciella spår för ledningar i gatumark.
- ❑ Allmänt ledningsregister.
- ❑ Bättre information om existerande ledningar i mark.
- ❑ Bättre information om framtidsplaner för olika linjer.
- ❑ Etablering av grundläggande regler för ledningsägares rättigheter och skyldigheter.

1.2. Tekniska åtgärder

- Allmänna praktiska regler för installationsarbeten på olika ledningssystem med hänsyn tagen till de andra ledningarna i gaturummet.
- Allmänna praktiska riktlinjer för placering av rör i gatumark.
- Allmänna tekniska lösningar för utökning av antalet linjer i gatumark.

Koordinering kan utföras med följande åtgärder:

- Sammanställning av planer för olika infrastrukturer i syfte att öka tids- och fysisk koordinering.
- Politiskt beslut som baseras på ekonomisk konsekvensanalys.
- Teknisk assistans vid utförande av koordinerad aktivitet.
- Att utarbeta planer för koordinering av aktiviteter och tidsplaner.
- Att utarbeta ett koordinerat offertdokument.
- Koordinering av procedurer för att skaffa grävtillstånd och ledningsplatser.
- Etablering av grundregel för kostnadsfördelning.
- Etablering av grunder för samarbetsavtal.

2. UPPFÖLJNING AV KOORDINERINGSRAPPORTEN FRÅN 1985

Vi har undersökt vad som har hänt i Danmark sedan 1985.

Vi har varit i kontakt med olika företrädare för "linjemyndigheter" i Danmark – utan resultat – och med konsultföretaget Rambøll där Peter Randløv var en av rapportmedarbetarna. Enligt Peter har ansvaret för koordination i gatumark flyttat från ett ministerium till ett annat och det tycks idag vara något oklart om vem som är ansvarig för koordinationen.

Vi har också varit i kontakt med Karl Erik Hansen, Rambøll och fick ett svar från hans medarbetare Svend-Erik Hougs:

- Enligt hans uppfattning finns det i stigande grad koordinering av ledningsrenoveringar i Köpenhamnsområdet.
- Han har egen erfarenhet av fyra koordineringar i samband med fjärrvärmeledningsarbeten:
 - Ingångsarbetet var renovering av både fjärrvärme- och avloppsledningar
 - Ingångsarbetet var renovering av fjärrvärmeledningar vilket öppnade upp för renovering av vatten- och avloppsledningar
 - Ingångsarbetet var nyläggning av fjärrvärmeledningar och renovering av vattenledningar
 - Ett omfattande koordineringsarbete med om-, nyläggning och renovering; fjärrvärme-, vatten-, avlopps- och elledningar, separering av spill- och dagvatten samt förläggning av tomrör för tele och el.
- Det finns inte krav i Danmark på att grävarbete ska koordineras.
- I Frederikssund har det bedrivits ett omfattande linjekoordineringsarbete i samband med omprofilering av en huvudgata och i Tåstrup planeras ett liknande arbete i samband med renovering av huvudgatan.

Vår undersökning har visat att koordinering av arbete mellan olika linjer utförs i princip på likadant sätt som för 15 år sedan. Största chansen till ett omfattande koordineringsarbete uppstår när en stor gata ska ändras eller renoveras.

3. FAELLES LEDNINGSEJER INFORMATION SERVICE ("FLIS")

FLIS är ett danskt projekt om ledningsregister som är tänkt att bli en landstäckande service på Internet (www.flis.dk). Abonnenterna skulle kunna välja en yta på en karta och få upplysning om vilka ledningsägare som har rör eller kablar under ytan. Det är inte meningen att man ska kunna se ledningar i FLIS men man ska få namn och andra data om aktuella ledningsägare för vidare kontakt och anskaffning av detaljerade ledningsupplysningar.

Det finns en karta över Danmark inlagd i FLIS-databasen och ledningsägars intresseområden och upplysningar om sig själva (namn, adress, telefonnummer, email etc.). När någon söker upplysningar på FLIS-hemsidan måste man först uppge aktuell plats för grävning. Svaret kommer på skärmen i form av ledningsägars relevanta upplysningar.

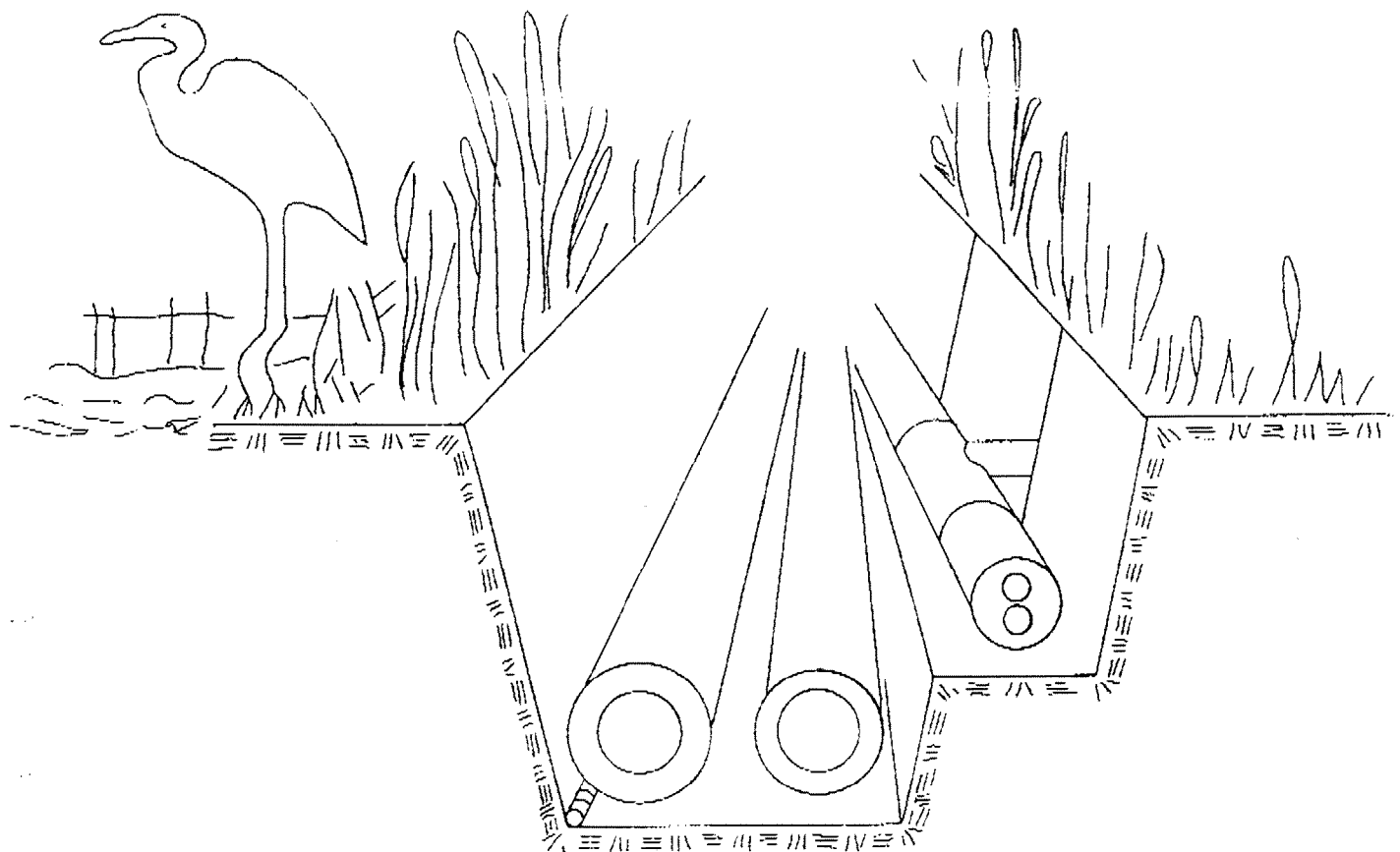
Det är gratis för ledningsägare att ha data i FLIS. Fram till maj-juni 2001 är det gratis att söka i FLIS. På längre sikt är det meningen att hela projektet ska betalas av brukarna med 15-20 DKK per fråga. Man ska också ta ut ett årligt abonnemangspris. Dessa pengar ska användas till drift av FLIS-hemsidan efter en "gör det själv"-princip.

Följande abonnemangspriser ska införas för att kunna söka i FLIS:

- ❑ Ledningsägare med upp till 500 förbrukare och vars nät inte överskrider en kommungräns betalar 300 DKK per år.
- ❑ Ledningsägare med mer än 500 förbrukare och med nätet inom kommunen betalar 1.100 DKK per år.
- ❑ Ledningsägare som har nät i mer än en kommun betalar 1.100 DKK per kommun och per år.
- ❑ Andra användare som entreprenörer och konsulter ska betala 300 DKK/år om man har upp till 20 frågor på ett år,
- ❑ 1.500 DKK/år om man har 20-100 frågor på ett år,
- ❑ samt 3.500 DKK/år om man har över 100 frågor på ett år.

FLIS-projektet ska etablera och testa den modell som ska användas i en landstäckande lösning. Idag täcker FLIS kommunerna Århus, Hørning, Skanderborg, Galten, Hammel, Ry, Gjern och Silkeborg. Det finns cirka 200 ledningsägare i dessa 8 kommuner. Planerna är att den 2 april 2001 FLIS-projektet ska täcka alla 26 kommunerna i Århus län och i september 2001 ska FLIS' styrgrupp göra en utvärdering om det finns intresse och ekonomi för att etablera ett landstäckande FLIS. Ett landstäckande FLIS kan nås inom 2-4 år, beroende på vilka resurser som kan sättas in. Investeringen för hela FLIS-projektet är beräknad till 1,8 miljoner DKK och driftskostnaden till 1,2 miljoner DKK per år.

Bakom FLIS-projektet står Danska Entreprenører, Kommunernas Landsforening och Faellesudvalget vedr. Ledningsejersamarbedje (FULS). FULS' medlemmar är Danmarks Private Vandvaerker, Danske Vandvaerkeres Forening, Danske Fjernvarmevaerkeres Forening, Danske Energiselskabers Forening, Forenede Danske Antenneanlaeg, Tele Danmark A/S och neturgasselskaberne.



Trippelkulvert

Inga, eller små störningar i driften på den grova kulverten vid:

- Inkoppling av nya kunder**
- Vid framtida läckage eller åverkan på den mindre kulverten som till stor del utgöres av servisledningar till olika fastigheter**

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Svensk Fjärrvärmes Förlagsservice.

Telefon: 026 – 24 90 24, Telefax: 026 – 24 90 10, www.fjarrvarme.org

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING – RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare – Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walletun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesystem – en litteraturstudie	Peeter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertrör ”Hisings-Backa”	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla – två sätt att öka marknaden för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98

Nr	Titel	Författare	Publicerad
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hetvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler – metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PEX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpén	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsflödesmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99

Nr	Titel	Författare	Publicerad
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blästring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylanät – Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport ”Neuartige Wärmeverteilung”	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pal Kalbantner Lars-Åke Cronholm	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av trerörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02
61	Korrosionsskydd av en trycklös varmvattenackumulator med kvävgasteknik – fjärrvärmeverket i Falkenberg	Leif Nilsson	jan-02
62	Tappvarmvattenreglering i P-märkta fjärrvärmecentraler för villor – Utvärdering och förslag till förbättring	Tommy Persson	jan-02

Nr	Titel	Författare	Publicerad
63	Experimentell undersökning av böjar vid kallförläggning av fjärrvärmerör	Sture Andersson Nils Olsson	jan-02
64	Förändring av fjärrvärmenäts flödesbehov	Håkan Walletun Daniel Lundh	jan-02
65	Framtemperatur vid värmegles fjärrvärme	Tord Sivertsson Sven Werner	mars-02
66	Fjärravläsning med signaler genom rörnät – förstudie	Lars Ljung Rolf Sjöblom	mars-02
67	Fukttransport i skarvskum	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	april-02
68	Round Robin test II av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ture Nordenswan	april-02
69	EkoDim – beräkningsprogram	Ulf Jarfelt	juni-02
70	Felidentifiering i FC med ”flygfoton” – Förstudie	Patrik Selinder Håkan Walletun	juni-02
71	Digitala läckdetekteringssystem	Jan Andersson	aug-02
72	Utvändigt skydd hos fjärrvärmerörsskarvar	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	sept-02
73	Fuktdiffusion i plaströrsystem	Heimo Zinko Gunnar Bergström Stefan Nilsson Ulf Jarfelt	sept-02
74	Nuläge värmegles fjärrvärme	Lennart Larsson Sofie Andersson Sven Werner	sept-02
75	Tappvarmvattensystem – egenskaper, dimensionering och komfort	Janusz Wollerstrand	sept-02
76	Teknisk och ekonomisk jämförelse mellan 1- och 2-stegskopplade fjärrvärmecentraler	Håkan Walletun	okt-02
77	Isocyanatexponering vid svetsning av fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Lisa Lindqvist Stefan Nilsson	okt-02
78	Förbättringspotential i sekundärnät	Lennart Eriksson Stefan Petersson Håkan Walletun	okt-02
79	Jämförelse mellan dubbel- och enkelrör	Ulf Jarfelt	dec-02
80	Utvändig korrosion på fjärrvärmerör	Göran Sund	dec-02
81	Varmvattenkomfort sommartid i småhus	Tommy Persson	dec-02
82	Miljöbelastning från produktion av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Camilla Holmgren	dec-02
83	Samverkande produktions- och distributionsmodeller	John Johnsson Ola Rossing	feb-03
84	Användning av aska vid förläggning av fjärrvärmeledningar - förstudie	Rolf Sjöblom	feb-03
85	Marginaler i fjärrvärmesystem	Patrik Selinder Heimo Zinko	mars-03
86	Flödesutjämnande körstrategi	Gunnar Larsson	april-03
87	”Black-Box”-undersökning av fjärrvärmecentraler	Håkan Walletun Bernt Svensson	juni-03

Nr	Titel	Författare	Publicerad
88	Långtidsegenskaper hos lågflödesinjusterade radiatorsystem	Stefan Petersson Sven Werner	aug-03
89	Rationellt byggande av fjärrvärmeledningar	Tommy Gudmundson	sep-03

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99
6	Optimering av fjärrvärmevattens framledningstemperatur i mindre fjärrvärmesystem	Ilkka Keppo Pekka Ahtila	jan-03

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme
hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes Gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:

Telefon 026 - 24 90 24, Telefax 026 - 24 90 10