

NORDVÄRME



**VEDLIKEHOLD OG FORNYELSE
AV FJERNVARMENETT**

DEL 2 (Risikovurderinger)

Mars 1995

**VEDLIKEHOLD OG FORNYELSE
AV FJERNVARMENETT**

**DEL 2 (Risikovurderinger)
Mars 1995**

Innholdsfortegnelse

1	Forord	s. 2
2	Sammendrag	s. 3
3	Innledning	s. 4
4	Risikohåndteringsfilosofien tilpasset drift og vedlikehold av fjernvarmenett.	
	Forlengelse av driftstiden	s. 6
4.1	Leveransekvalitet	s. 7
4.2	Konsekvensanalyse	s. 8
4.3	Sannsynlighet	s. 9
4.4	Risikonivå	s. 9
4.5	Direkte tiltak	s. 10
4.6	Indirekte tiltak	s. 11
4.7	Eksempel på reduisering av risikonivå i et tenkt fjernvarmenett	s. 11
4.8	Økonomisk potensiale for å senke distribusjonskostnadene	s. 13
5	Plutselige skader	s. 16
5.1	Definisjon av plutselige skader	s. 17
5.2	Uforutsette skader som bør repareres umiddelbart	s. 17
5.3	Permanent reparasjon	s. 18
5.4	Provisorisk reparasjon	s. 19
5.5	Uforutsette skader-arbeidsordning	s. 22
5.6	Arbeidsmiljø	s. 23
6	Levetidsforlengelse	s. 24
6.1	Definisjoner	s. 24
6.2	Bygg- og konstruksjonstekniske metoder	s. 25
6.3	Administrative/driftsmessige metoder	s. 27
6.4	Økonomi	s. 27
7	Referanser	s. 30

NORDVÄRME

© Energiforsyningens Fellesorganisasjon
Etter lov om opphavsrett til åndsverk av 12. mai 1961 er det forbudt å mangfoldiggjøre innholdet i denne publikasjonen, helt eller delvis, uten tillatelse av Energiforsyningens Fellesorganisasjon. Forbudet gjelder enhver form for mangfoldiggjøring ved trykking, kopiering, stensilering, båndspill o.l.

**Energiforsyningens
Fellesorganisasjon
EnFO**

1 Forord

NORDVÄRMES presidium har tilsatt en arbeidsgruppe som skal samle, belyse og rapportere erfaringer fra de nordiske land om **vedlikehold og fornyelse av fjernvarmenett**.

Arbeidet er en fortsettelse av det arbeidet som ble utført av en tidligere arbeidsgruppe og presentert på "4:e Nordiske Fjernvarmesymposiet" i Visby den 3-5 september 1992. Den rapporten behandlet ulike måter å tilstandsvurdere, undersøke og registrere fjernvarmenett.

Arbeidsgruppens oppgave er å:

- beskrive prinsipper og metoder for provisoriske reparasjoner som følge av plutselige skader eller havari
- inventere og beskrive metoder for å renovere fjernvarmenett med den hensikt å forlenge ledningsnettets levetid
- analysere prinsippene og metodene med henblikk på fordeler og ulemper
- beskrive i hvilken sammenheng de forskjellige metodene helst bør anvendes

Gruppen som hadde sitt første møte i Oslo den 21. april 1993 har bestått av:

Kristjan Haraldsson	Orkubu Vestfjarda (ISL)
John E. Jessen	Assens Fjernvarme A.m.b.a. (DK)
Ralf Johanson	Stockholm Energi AB (S)
Trygve Strandell	Vanda Elverk Ab (FIN)
Svein Johansen	Oslo Energi AS (N) (formann)

Totalt har arbeidsgruppen holdt seks møter.

Rapporten henvender seg først og fremst til drifts- og vedlikeholdspersonell, men vil også belyse en del problemstillinger som forhåpentligvis vil være nyttige for beslutningstagere i forbindelse med valg av tidspunktet for fornyelse av fjernvarmenett.

Et sammendrag av rapporten presenteres på "5:e Nordiske Fjernvarmesymposiet" i Trondheim den 12.-14. juni 1994.

2 Sammendrag

Vedlikehold, reparasjon og renovering av fjernvarmenett er et svært ressurskrevende område. Ved å minimere skader, driftsstopp, vann- og energitap vil store besparelser kunne gjøres. En del skader kan unngås, eller utbedres på et tidlig stadium, ved å utføre et systematisk og profesjonelt vedlikehold samt utføre forebyggende vedlikehold i den utstrekning det er mulig.

I de nordiske land finnes det stor erfaring fra dette området, men trolig er det fremdeles et potensiale for å spare penger ved å samle, utveksle og benytte denne erfaringen.

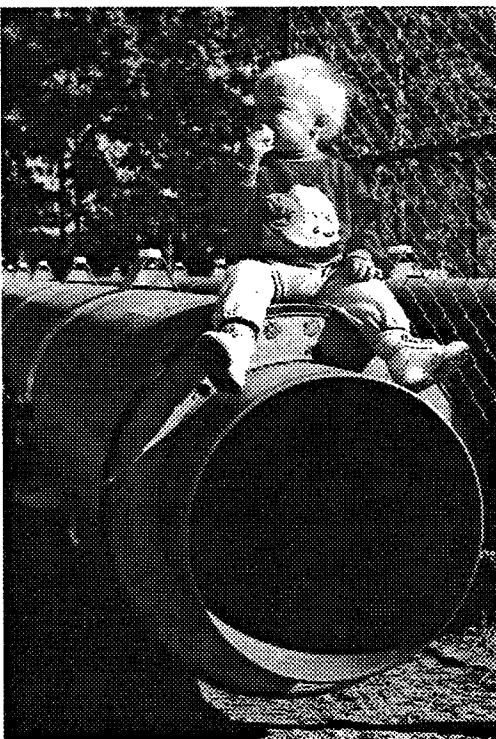
Det er innlysende at enkle tiltak som kan bidra til å forlenge fjernvarmenettets levetid vil være økonomisk fordelaktig. En kan tenke seg tekniske inngrep eller administrative tiltak som muliggjør lengre driftstid på nettet uten at leveransesikkerheten minskes til et uakseptabelt nivå.

Det er stor usikkerhet om hvordan skadeutviklingen for fjernvarmeledninger vil bli i fremtiden. Hva man sikkert kan si er at skadene kommer til å øke, men vi vet ikke når og ikke hvor mye. Ut fra disse omstendighetene har vi i rapporten presentert en forenklet risikohåndteringsmetode for å prioritere de "viktigste" drifts- og vedlikeholdstiltakene på fjernvarmenettet. Skader og dets konsekvenser (avbrudd for kunden) analyseres. Bruk av metoden kan bidra til å forskyve fornyelse fremover i tiden og dermed også forbedre totaløkonomien for fjernvarmedistribusjonen. Metoden krever god tilgang på dokumentasjon, statistikk, oversikt over tidligere hendelser osv.

I et fjernvarmenett oppstår alltid både forutsette og uforutsette skader. Av disse er det de uforutsette som forårsaker mest ulemper både for kundene og for varmeverket. Reparasjonene kan utføres enten permanent eller midlertidig avhengig av skadens omfang og art. I rapporten er det beskrevet noen metoder for midlertidige reparasjoner og problematikken omkring disse.

Eksempel på teknisk tiltak kan f.eks være systematisk utskifting av svake komponenter i fjernvarmenettet som det med stor sannsynlighet vil oppstå feil på og ved senere anledning medføre større skader på mediarøret. Da de aller fleste skader og lekkasjer skjer i forbindelse med inntrengning av overflatevann gjennom muffene vil det være nærliggende å vurdere om utskifting av dårlige muffe før skade på mediarøret oppstår kan være aktuelt. Dersom en ikke har mulighet til helt presist å stedfeste de muffene som er dårlige vil trolig en slik utskifting ikke være økonomisk rentabel.

Men dersom det kan utvikles en metode som muliggjør reparasjon av muffen uten oppgraving, vil det være svært interessant. I denne rapporten behandles de forutsetningene som må innfris før en slik metode eventuelt kan finne sin anvendelse.



Forutsetningene er at:

- muffene kan finnes helt presist
- muffene kan kategoriseres
- det utvikles en metode for innføring av et måleinstrument gjennom et tynt føringsrør
- det utvikles et stoff eller en gassart som kan anvende den inntrengte fuktighet i muffen til dannelse av et nytt isolerende og tettende stoff

Lav leveransesikkerhet kan være medvirkende årsak til at det tas beslutning om å skifte ut et rørstrekk. Dersom det ved hjelp av administrative tiltak kan gjøres inngrep for å øke leveransesikkerheten kan en utskifting utsettes. Det kan f.eks være installasjon av et ekstra sett ventiler for hurtig avsperring av den delstrekning av nettet som er dårlig. Det forutsettes at det anvendes en systematisk metode for risikoa-nalyse med gradering av konsekvensene for utfall av forskjellige sek-sjoner av fjernvarmenettet.

3 Innledning

I de nordiske land utgjør den samlede lengde av fjernvarmenettene ca 36 000 km. og nyanskaffelsesprisen er i størrelsesorden 100 milli-arder NOK.

Årlig leveres det via disse nett ca 95 TWh (340 000 TJ) til en samlet salgsverdi på ca 31 milliarder NOK.

Drifts- og vedlikeholdskostnadene utgjør tilsammen ca 1,8 milliarder NOK, hvorav reparasjonskostnadene utgjør ca 20 %, dvs ca 350 mill. NOK.

Fornyelseskostnadene kommer i tillegg med ca 400 mill. NOK og for-deles i grove trekk på de enkelte land som følger:

- Danmark ca 230 mill kr
- Finland ca 50 mill kr
- Sverige ca 85 mill kr
- Island ca 20 mill kr
- Norge ca 2 mill kr

Det bør understrekes at spredningen i vedlikeholdskostnadene kan være betydelige mellom ulike fjernvarmeforetak, avhengig av alder og kulverttype. Eldre nett med stor andel "hålrør" og betongkanaler har oftest betydelig større kostnader for reparasjon og fornyelse enn nyere nett med bare moderne kulverttyper.

Kvaliteten på det nordiske fjernvarmenettet, samt hvor godt vi vedlikeholder nettet har stor betydning nå og i fremtiden på fjernvarmens konkuransekraft.

La oss leke med tanken at dette nordiske nettet i dag er bokført til 50 milliarder NOK og at 20 år gjenstår til nettet er avskrevet. Med en rente på 7 % får man en kapitalkostnad på 5 milliarder NOK hvert år.

Kort sagt vil hvert år som vi kan kjøre dette nettet etter avskrivningstidens slutt forbedre konkurransekraften med 5 milliarder kr årlig.

Det økonomiske incitament er derfor meget stort for å drive og vedlikeholde fjernvarmenettet på et profesjonelt vis for å sørge for en lang teknisk livslengde på hele nettet, samtidig som leveranse kvaliteten hos kundene opprettholdes.

Språkproblemer er ikke ukjent i samarbeide mellom de Nordiske land. I denne rapport del 1, referanse 1, er en rekke faguttrykk nærmere definert. Det er også vesentlig at alle lesere får samme oppfatning av begrepene som behandles i rapporten. Derfor har vi valgt å lage nedenforstående begrepsforklaring.

Vedlikehold av fjernvarmenett kan oppdeles i fire kategorier.

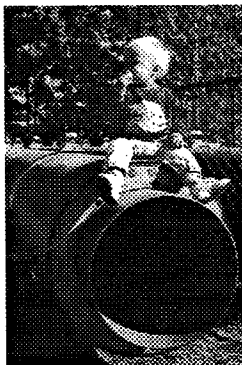
- 1) Reparasjon av plutselige skader
- 2) Reparasjon av forutseelige skader
- 3) Renovering/utskifting
- 4) Levetidsforlengelse

- 1) **Plutselige skader** defineres som skader som oppstår uventet og normalt krever omgående handling. (reparasjon)
- 2) **Forutseelige skader** defineres som små skader som er oppdaget for eksempel ved hjelp av termofotografering, og hvor vedlikeholdsorganisasjonen får en viss tid til å planlegge reparasjonen.
- 3) **Renovering/utskifting** er en vedlikeholdsform, hvor fjernvarmeverket på lengre sikt, beslutter å skifte ut et ledningsstrek. Ofte etter en overordnet plan.
- 4) **Levetidsforlengelse** defineres som tiltak som gjøres på fjernvarmenettet og som har som følge at nettet kan anvendes lengre enn om tiltaket ikke hadde vært gjort.

Vedlikeholdsorganisasjonen skal være oppbygd slik at den kan ta hånd om alle fire vedlikeholdsfunksjonene. Men hvert enkelt fjernvarmeverk må avgjøre om man vil legge hovedvekten på den kortsiktige eller langsiktige vedlikeholdsfilosofi, avhengig av fjernvarmenettets beskaffenhet.

Ved **plutselige skader** skal organisasjonen kunne gripe inn umiddelbart for å reparere skaden. Det gjøres med en provisorisk reparasjon som kan gjøres permanent så snart forholdene tillater det.

Ved **forutseelige skader** er reparasjonen av en mer permanent



I de nordiske land utgjør den samlede lengde av fjernvarmenettene ca 36 000 km og nyanskaffelsesprisen er i størrelsesorden 100 milliarder Nkr.

karakter som eventuelt etableres med henblikk på å skulle holde til rørene senere skiftes ut, eller kanskje direkte glir over i utskifting. Dette forhold omtales ikke nærmere i denne rapport.

Vedlikeholdsorganisasjonen har lang reaksjonstid når det er tale om **renovering/utskifting**. Her planlegges på lengre sikt hvilke strekninger som skal skiftes ut etter forutsetninger som er vedtatt på det enkelte fjernvarmeverk.

Dette forhold er nærmere omtalt i denne rapportens del 1.

Levetidsforlengelse er et relativt nytt begrep hvor det arbeides på meget lang sikt. Hvis man kan utpeke en bestemt komponent eller et bestemt forhold som forkorter en bestemt rørstreknings levetid, kan organisasjonen arbeide for å fjerne eller forbedre forholdet og på denne måten forlenge den samlede ledningsnetts levetid.

4 Risikohåndteringsfilosofien tilpasset drift og vedlikehold. Forlenging av driftstiden.

Grunnen til å gjøre vedlikehold på fjernvarmenett bruker man si er at varmeverket ønsker å levere en bra og sikker kvalitetsvare både på kort og lang sikt. Kunden skal i alle situasjoner være trygg og sikker på sin varmeleverandør.

Distribusjonskostnadene for fjernvarme er ca 7 øre/kWh. Kapitalkostnadene utgjør ca 5 øre/kWh og de variable vedlikeholdskostnadene ca 2 øre/kWh.

Dette innebærer at jo lengre man kan kjøre sitt nett etter avskrivningstidens slutt (forlenge driftstiden) jo større økonomisk nytte får man av sitt gamle nett.

Tilpasset det Nordiske fjernvarmenettet anslås den årlige vinsten til ca 5 milliarder NOK.

Det finnes altså en stor økonomisk nytte i å prioritere drifts og vedlikeholdsoppgavene.

Det er et kjent faktum at det er vanskelig å vite hvor gammel en fjernvarmeledning kan bli. Det finnes eksempler på ledninger som ikke har holdt lengre enn i 2 år, og andre som har vært helt skadefrie etter 40 år. Oppgravde PEH- kulverter som har vært i drift i 20 år viser ingen tendens til svekkede egenskaper.

Skadestatistikken viser at selv om skadefrekvensen skulle fordobles

eller til og med tidobles for de fleste kulverttyper sammenholdt med forbedringskostnadene som finnes i skadestatistikken, motiverer ikke dette til fornyelse av ledningene av økonomiske årsaker. Videre er det umulig å si om skadefrekvensen kommer til å øke markant i fremtiden.

Stor usikkerhet råder derfor om skadefrekvensens økning i fremtiden for de fleste kulverttyper. **Hva vi vet er at den kommer til å øke, men ikke når, og ikke hvor mye.** Derfor kan man trygt si at ingen kan forutsi hvor gammel en fjernvarmeledning kan bli.

Når stor usikkerhet rår om fremtidige hendelser (skader) og dens konsekvenser for kundene sier man at **risikohåndteringsmetoder er anvendelige.**

I det følgende skal vi forenklet beskrive

Risikohåndtering som en metode for å prioritere drifts- og vedlikeholdsinnsettene til de nettdelene som en eventuell skade gir størst påvirkning (avbrudd) for kundene. Metoden bidrar til kunnskapsoppbygning om skaderisikoen og eventuelle konsekvenser for kundene.

Disse kunnskapene om risikoen og dens konsekvenser gjør det mulig for driftsorganisasjonen å kjøre nettet lengre og dermed i de fleste tilfeller senke distribusjonskostnadene. I realiteten forskyver man fornyelsen fremover i tiden, på en slik måte at risikoen for avbrudd i leveransen til kunden ikke øker, eller at risikonivået holdes på et akseptabelt nivå med hensyn til kundens forventede leveransetrygghet.

Med risikohåndteringsfilosofien i bakhodet kan man uttrykke det slik:

Hovedoppgaven for drifts- og vedlikeholdsorganisasjonen er å minske risikoen for avbrudd i varmeliveransen til kundene. Det innebærer å redusere eller eliminere risikoen for skader.

Om skader likevel oppstår, håndtere skadene slik at avbruddstiden for kundene blir så korte som mulig.

For å klare dette kreves det kunnskap og forståelse om sitt netts risiko og dermed kundekonsekvenser ved skade i nettets ulike deler.

4.1 Leveranse kvalitet

Den image som fjernvarmen har hos kundene om at den er trygg og sikker må opprettholdes i dag og i fremtiden. Varmen skal finnes der når de har bruk for den.

Dette er en meget viktig forutsetning som må opprettholdes selv i de tilfeller hvor vi velger å kjøre nettet med en vesentlig økning av skadefrekvensen.

Selv om skader oppstår bør disse håndteres slik at kundene berøres minimalt.

Plutselige skader (ikke planlagte avbrudd) repareres raskt og som regel provisorisk.

Planlagte avbrudd repareres permanent og vel forberedt.

Reparasjonstider minskes og flyttes til tider hvor kunden ikke merker avbruddet (natt/sommer).

Tappevannsliveransen opprettholdes "alltid" mellom kl 06.00 og 22.00.

Oppfølging av skader og deres konsekvenser (avbruddstider) er den viktigste informasjon for å ha oversikt over situasjonen.

- avbruddstider
- skadefrekvens, antall skader og utbedringskostnader

Statistiske data bør noteres for nettet i sin helhet og for nettets viktigere seksjoner. Skader noteres også for ulike kulverttyper.

4.2 Konsekvensanalyse

Driftspersonalet bør ha et klart bilde av nettets følsomhet for avbrudd i nettets ulike seksjoner. Da kan seksjonene rangeres m.h.t konsekvensene, dvs hvilke kunder som ikke får varme (antall kunder, effektbortfall, avbruddstid)

Eksempel på rangering av nettseksjoner med hensyn til konsekvens(kundepåvirkning), som en tenkt skade i seksjonen forårsaker.

<u>Konsekvenspoeng</u>	<u>K</u>	
Katastrofe	4	<i>mer enn 50 % av kundene uten varme</i>
Stor	3	<i>20 - 50 % av kundene uten varme</i>
Kjennbar	2	<i>5 - 20 % av kundene uten varme</i>
Liten	1	<i>mindre enn 5 % av kundene uten varme</i>

I praksis bør konsekvensen bestemmes for både sommerdrift og vinterdrift, beroende av at konsekvensene er så ulike store i de to tilfellene. Ved konsekvensanalysen bør man også ta hensyn til den avbruddstid

som forårsakes av en skade. Normalt klarer man å reparere i løpet av 12 timer. Er avbruddstiden lengre enn 12 timer bør dette tas hensyn til i konsekvensanalysen, enten ved at seksjonen får ett høyere poeng, eller på annen måte særbehandles.

På samme måte må spesielt følsomme varmekunder særbehandles.

4.3 Sannsynlighet

I samband med at man identifiserer skaderisikoen i en nettseksjon vurderer man deretter sannsynligheten for at en skade kan oppstå.

For å minske risikoen for subjektive bedømmelser er det bra å jobbe med en tregradert poengskala på sannsynlighet, høy, lav og medium. Det er ikke vanskelig å skille mellom høy og lav. Havner man ikke der blir det medium.

<u>Sannsynlighetspoeng</u>	<u>(S)</u>
Høy	2
Medium	1
Lav	0

4.4 Risikonivå

For å bestemme risikonivå (R) adderer man poengene fra sannsynligheten (S) og konsekvensen (K)

$$R = K + S$$

Med hensyn til valgte poengskala for K respektive S får vi maksimalt seks risikonivåer.

$$\text{Risikonivå 1, } K + S = 1$$

$$\text{Risikonivå 6, } K + S = 6$$

Av pedagogiske og praktiske årsaker er det knapt mulig å jobbe med mer enn seks risikonivåer. Med seks risikonivåer kan man eksempelvis på et nettkart markere nivåene med seks ulike farger. Dette hjelper til å spre anvendelsen av risikofilosofien i driftsorganisasjonen.

Driftsorganisasjonen får nå et hjelpemiddel for å sammenligne og prioritere hvilken påvirkning deres vedlikeholdsinnsats får for senkningen av risikonivået i ulike nettseksjoner.

Med kostnadskalkyler for det tenkte tiltaket får driftsorganisasjonen svar på i hvilken rekkefølge tiltakene skal prioriteres tidsmessig og økonomisk.

4.5 Direkte tiltak

Nedenfor vises eksempler på direkte tiltak som reduserer risikonivået.

- Masking av nett
- Tettere seksjonering
- Kjeler for spisslast utplassert i nettet
- Sammenkopling med andre nett
- Forberede tilknytning av mobile kjeler
- Fornyelse av nettdeler med høy risikonivå (kalkyle kreves).
- Tekniske metoder for å forlenge livslengden på nettdeler (Relining, bytting av komponenter m.m)
- Reparasjon av plutselige skader

4.6 Indirekte tiltak

Nedenfor vises eksempler på indirekte tiltak som reduserer risikonivået.

- Informasjon og beslutningsstøtte for drift og vedlikehold.

Geografisk informasjons- og beslutningsstøtte med databaser for drift, vedlikehold, kunder, flow m.m. Kort sagt. Orden på betydningsfull informasjon.

- Kontinuerlig tilstandsbedømmning av nett for å identifisere potensiell skaderisiko. Prioritering og vurdering av risikoen som skal lede til en handlingsplan.
Omfang av tilsyn prioriteres med hensyn til risikonivå i nettets ulike deler.
- Driftsovervåkning av nettet med mulighet til å fjernstyre viktige seksjoneringsventiler.
- Organisasjon og hjelpemiddel for å håndtere plutselige skader med minimale avbruddstider.
- Fortløpende kundedialog, informasjon og serviceinnstilling for å holde vedlike og utvikle fjernvarmen som den trygge og sikre varmen.

Risikohåndteringsfilosofien krever kunnskap om nettets risiko. Denne kunnskap leder til at vedlikeholdsinnsetningen kommer til i øket grad å prioriteres rett. Risikonivået kommer til å synke. Driftspersonalets

kompetanse og trygghet i arbeidet øker.

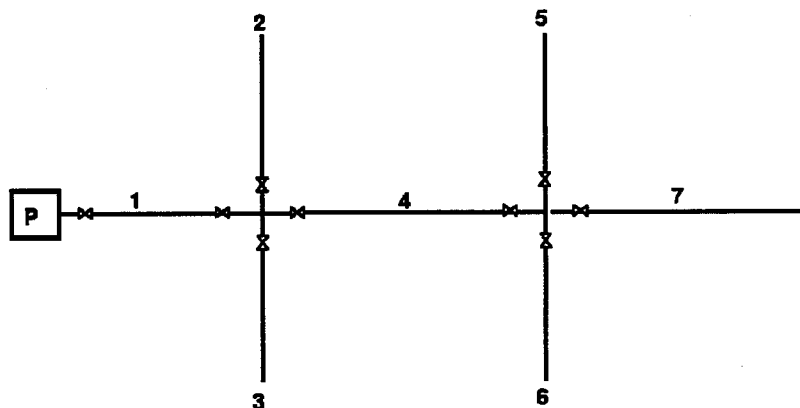
Med en lavere risikonivå i nettet i kombinasjon med øket kunnskap leder det til at driftspersonalet trygt og sikkert kan kjøre et gammelt nett lengre.

Nettkapitalen kan anvendes lengre, noe som gir lavere distribusjonskostnader og en glad netteier.

4.7 Eksempel på redusering av risikonivå i et tenkt fjernvarmenett

Nedenfor skal vi vise et eksempel på risikoredusering i etapper av ett gammelt nett. For å forenkle forutsettes sannsynligheten for skade å være like i alle nettdeler, dvs vi ser bare på konsekvensens minskning. Nettet er et "juletrenett" med sju seksjoner. Lasten i hver seksjon er 10 MW og det er 10 kunder. Hver seksjon kan seksjoneres hver for seg. En skade simuleres i hver seksjon og tilhørende konsekvens (kunder uten varme) noteres.

Eksempel 1

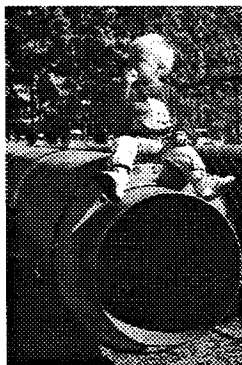


Figur 4.7.1

Skade i seksjon

Konsekvens

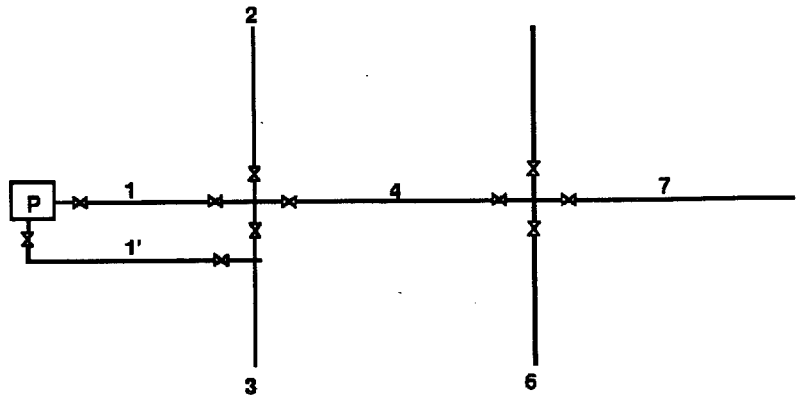
1	70 kunder uten varme
2	10 kunder uten varme
3	10 kunder uten varme
4	40 kunder uten varme
5	10 kunder uten varme
6	10 kunder uten varme
7	10 kunder uten varme



For hvert år vi kan kjøre dette nettet etter avskrivningstidens slutt vil vi forbedre konkurransekraften med 5 milliarder kroner årlig.

Eksempel 2

Seksjon 1 kompletteres med en ny ledning (1')



Figur 4.7.2

Skade i seksjon

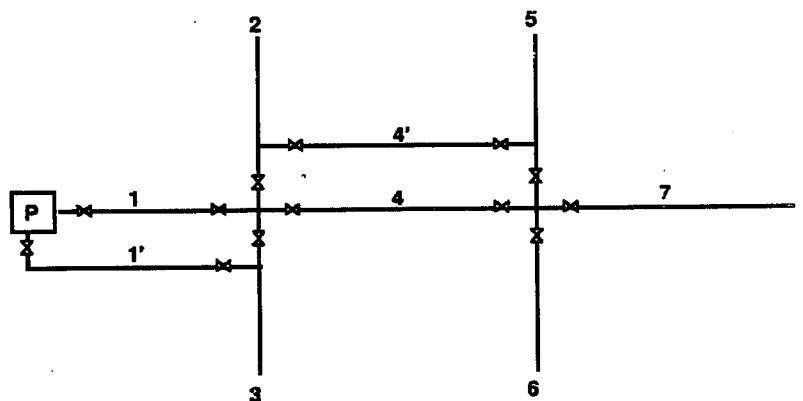
Konsekvens

1	10 kunder uten varme
2	10 kunder uten varme
3	10 kunder uten varme
4	40 kunder uten varme
5	10 kunder uten varme
6	10 kunder uten varme
7	10 kunder uten varme

Konsekvensnivået/risikonivået i seksjon 1 har sunket med en faktor 7.
Alle andre nettseksjoner har samme risikonivå.

Eksempel 3

Seksjon 4 kompletteres med en ny ledning (4')



Figur 4.7.3

Skade i seksjon	Konsekvens
1	10 kunder uten varme
2	10 kunder uten varme
3	10 kunder uten varme
4	10 kunder uten varme
5	10 kunder uten varme
6	10 kunder uten varme
7	10 kunder uten varme

Resultatet av de to tiltakene har redusert risikonivået/konsekvensnivået vesentlig.

I stedet for å bygge ledningene 1' og 4' oppnås samme risikoredusering om spisslasteffekten plasseres i skjæringspunktet mellom seksjon 4 og 7.

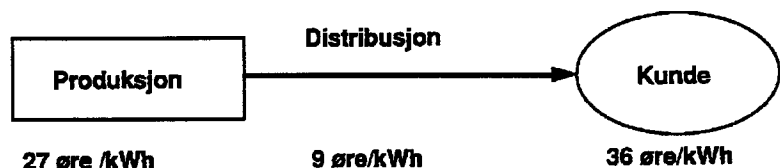
Kundene i dette nettet kommer i prinsipp alltid til å få sin varme. Driftspersonalet kan trygt og sikkert kjøre sitt gamle nett i ytterligere mange år.

De må likevel konsekvent holde orden på skadefrekvens og vedlikeholdskostnader for å kontinuerlig overvåke når fornyelse er økonomisk forsvarlig av de ulike nettdeler.

På samme måte kreves det at driftsorganisasjonen holder rede på faktiske avbruddstider for kundene og reduserer disse til det nivå som gjør at kundene oppfatter fjernvarmen som trygg og sikker varmforsyning selv om skadefrekvensen skulle øke betraktelig.

4.8 Økonomisk potensiale for å senke distribusjonskostnadene

1. La oss se på et fjernvarmeforetak med følgende kostnadsstruktur.

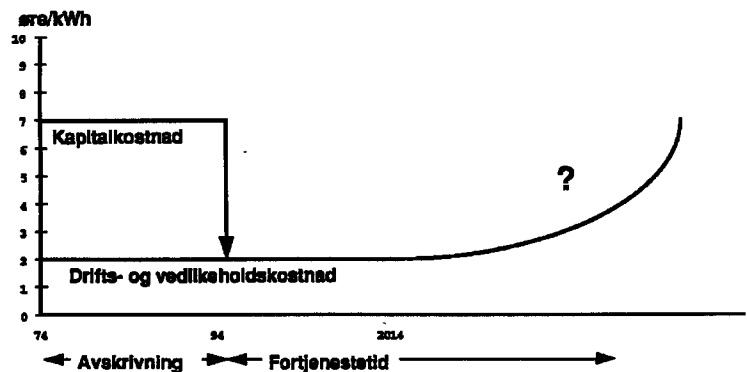


Figur 4.7.4

Distribusjonskostnad:	vedlikehold	ca 2 øre/KWh
	kapital	ca 5 øre/KWh
	tap	ca 2 øre/KWh

La oss anta at det nevnte nett bygdes i sin helhet for 20 år siden og at nedskrivningstiden var beregnet til 20 år.

DISTRIBUSJONSKOSTNADER OVER TIDEN



Figur 4.7.5

Nårtid begynner drifts- og vedlikeholdskurven å gå opp ?

Kan vi påvirke tidspunktet fremover i tiden ?

3. For å forsøke å si noe om nårtid vedlikeholdskostnadene kan tenkes å øke markant, skal vi belyse skadefrekvensens utvikling over tiden i et virkelig nett. Vi skal spesielt se på :

- innendørsledning	nr 0	14 % av nettet
- plastrørskulvert	nr 2	35 % av nettet
- betongkulvert (cellebøt)	nr 7	24 % av nettet

Basisfakta om nettet

Salg av fjernvarme

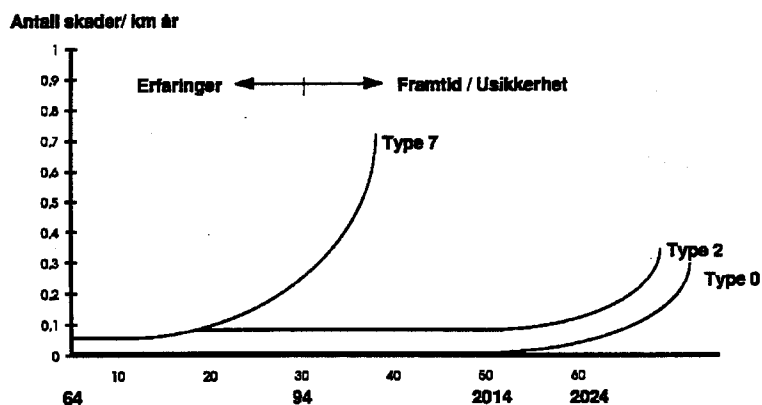
Solgt fjernvarme i 1991	960 GWh
Solgt fjernvarme (normalår)	1000 GWh
Antall kunder 1991	476 stk
Tilslutningsgrad	80 %

Nettdata

Nettlengde	73140 m
Nettvolum	12890 m ³
Linjetetthet (normalår)	13490 MWh/km
Antall kummer (nedstigbare)	270 stk
Øvrige kummer	109 stk
Varmetap (normalår)	6 %

Kulverttype		Lengde	%	Alder
Innendørsledning	nr 0	10094 m	14	17,4
Halvrund kulvert	nr 1	1971 m	3	30,8
Plastrørskulvert	nr 2	24807 m	34	8,0
Betongrørskulvert	nr 3	874 m	1	30,9
Stålrørskulvert	nr 4	40 m	0	30,0
Hålrørskulvert	nr 5	391 m	0	13,0
Symaskinskulvert	nr 6	148 m	0	32,0
Betongkulvert	nr 7	17352 m	24	25,7
Hålrørskulvert	nr 8	9980 m	14	22,8
Luftledning	nr 10	147 m	0	12,6
Betongkulvert	nr 12	32 m	0	13,0
Tunellforlagt kulvert	nr 14	7303 m	10	21,7
Total lengde/ middelalder		73139 m		17,9 år

4. Nedenfor vises skadeutviklingen for ledningstypene 0, 2 og 7.



Figur 4.7.6

Man kan konstatere at ledningstype 7 (betongkulvert med cellebetong isolering) har vedlikeholdskostnadene begynt å stige markant allerede for 10 år siden. Denne kulverttype er de siste fem år utsatt for partiell fornyelse i nettdeler med høy risikonivå. Fornyelsen kan blant annet motiveres med høye vedlikeholdskostnader pr skade. Øvrige kulverttyper viser ingen tendens til økning av vedlikeholdskostnadene.

Følgende statistikk finnes for ledningstypene:

Ledningstype	%	Skader/km.år	Kostn.pr skade	Kostn.pr m
0- innendørs	14	0,01	10.000,-	0,1 NOK
2- plastkulvert	35	0,12	50.000,-	6,0 NOK
7- betongkulvert	24	0,40	400.000,-	160,0 NOK

For de enkelte ledningstyper kan det ut fra statistikken konkluderes med:

0- INNENDØRSLEDNINGER

Skadestatistikken viser praktisk talt ingen skader. Fremtiden er naturligvis usikker. En god gjetning er at skadefrekvensen ikke øker de nærmeste 10 årene.

Nåværende kostnad for reparasjon er 0,1 NOK/m. Med kjennskap om at en ny innendørsledning koster ca 2000,- kr/m innebærer det at skadefrekvensen må øke med en faktor på ca 2000 for å komme opp til en reparasjonskostnad på 200 kr/m for å motivere til en fornyelse av økonomiske årsaker.

For å fornye en innendørsledning kreves det at nåværende skadefrekvens øker med en faktor på ca 2000 for å motivere en fornyelse. Det forutsettes naturligvis at kunden fremdeles opplever at varmeleveransen er trygg, sikker og pålitelig.

2- PREISOLERT PLASTKULVERT

På samme måte som ovenfor og med en fornyelseskostnad på ca 3.500,- NOK pr m kan skadefrekvensen øke med en faktor på ca 60. Noen markant økning av skadefrekvensen forventes ikke de nærmeste 5 - 10 år.

7- BETONGKULVERT MED CELLEBETONGISOLERING

Med en fornyelseskostnad på ca 6.000 NOK pr m kan skadefrekvensen øke med en faktor på ca 3 før en fornyelse er økonomisk forsvarbart. Tar man i dette tilfellet også hensyn til den store forskjellen i varmetap sammenlignet med en ny kulvert hamner man på en faktor 2.

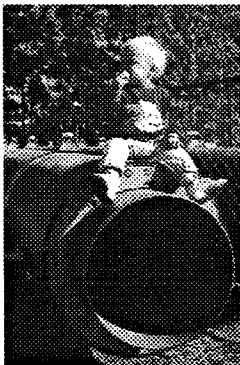
For denne kulverttype er det altså ikke lang levetid igjen.

5 Plutselige skader

På fjernvarmekanaler oppstår skader på grunn av ulike årsaker, for eksempel gjennomtæring, setting av grunnen, ytre påvirkning (grave-skader) osv. Uforutsette skader kan også oppstå som en følge av driftsforstyrrelser, som forårsaker raske trykkendringer med det til følge at eventuelle svake punkter i nettet havarerer. Enderlig kan det oppstå skader som følge av innvendige tæring forårsaket av dårlig behandlet spevann eller inntrengende råvann. (referanse 2. Nordvarme-rapport 1990) Av disse skader kan da endel være slike som kan forut-sees mens andre ikke kan forutsees hverken i tid eller plass. I denne rapport behandles de skader som bør kategoriseres som uforutsette. Alle uforutsette skader som oppstår i fjernvarmenettet må utbedres relativt fort etter et den er oppdaget, men tiltakene behøver ikke være like omfattende da virkningene av skadene kan være helt ulike. Her kommer først og fremst skader som bør utbedres umiddelbart til å bli behandlet.

5.1 Definisjon av plutselige skader

For at en skade skal kunne ansees som en uforutsett eller plutselig skade skal den oppstå på plass eller tid som ikke kan forutsies. Den skal også gi opphav til et reparasjonsbehov av fjernvarmekulverten eller dens omgivelse. En uforutsett plutselig skade medfører som regel lekkasje. Beskjed om en plutselig skade kommer ofte til varme-verket gjennom at en person ringer om at det er observert varmt vann ved fjernvarmenettet eller i dens omgivelse, eller ved værketts eget driftsovervåkningssystem (referanse 1). En annen allmen indikasjon er at trykket i nettet faller og ved større verk at spevannsforbruket øker markant.



Varmeverket ønsker å levere en bra og sikker kvalitetsvare både på kort og lang sikt. Kunden skal i alle situasjoner være trygg og sikker på sin varmeleverandør.

5.2 Uforutsette skader som bør repareres umiddelbart

For at en skade skal behøves repareres umiddelbart bør den fylle argumenter som f.eks:

- den avbryter hele varmedistribusjonen
- den avbryter varmedistribusjonen til enkelte abonnenter i en kald periode.
(spesielt viktige abonnenter)
- den forårsaker fare for omgivelsene (mennesker, trafikk osv.)
- den forårsaker andre skader eller skaden kan øke i omfang

- den kan utgjøre en risiko for fortsatt varmedistribusjon

Om skaden skal repareres umiddelbart eller om det kan vente til senere er nesten alltid et vurderingsspørsmål der lokalkjennskap og erfaring får avgjøre. Ved bedømmningen av tiltakene må det også tas hensyn til hvilken tid på døgnet og hvilken ukedag skaden skjer. Helg- og nattarbeide medfører større kostnader, men kanskje mindre ulempe for kunden.

Om beslutningen tas om å reparere skaden umiddelbart bør det overveies om skaden skal repareres permanent eller midlertidig. Denne vurdering skal ta hensyn til at kundene skal ha minst mulig ulemper, men samtidig vurdere reparasjonsressurser dersom skaden skjer utenom den normale arbeidstiden.

Skade nr	1	2	3	4	osv.
Avbryter produksjonen	J				
Avbryter distribusjonen til viktige kunder			J		
Avbryter distr. til kunder i kalde perioder					
Fare for omgivelsene		J			
Risiko for avbrudd i produksjonen					

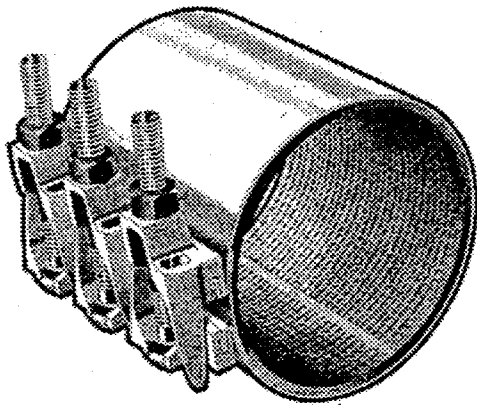
For å understøtte bedømmningen kan man lage en tabell hvor det settes opp ulike kriterier som besvares med ja eller nei.

Om det i tabellen inngår et eneste ja bør arbeidet påbegynnes.

5.3 Permanent reparasjon

Om en uforutsett skade repareres permanent skjer det ved å bytte ut den skadede delen med en tilsvarende eller ved å bygge en erstatningsledning. Arbeidet utføres i begge tilfeller som om det er nyanlegg. En del av arbeidet kan utføres ved en senere anledning, f.eks dagtid eller først til sommeren.

Når det gjelder utskifting av gamle "asbest-kulverter" må de enkelte lands forskrifter følges. Forskriftene er noe forskjellige for de enkelte nordiske land, og mer eller mindre tilpasset arbeider med fjernvarmesystemer.

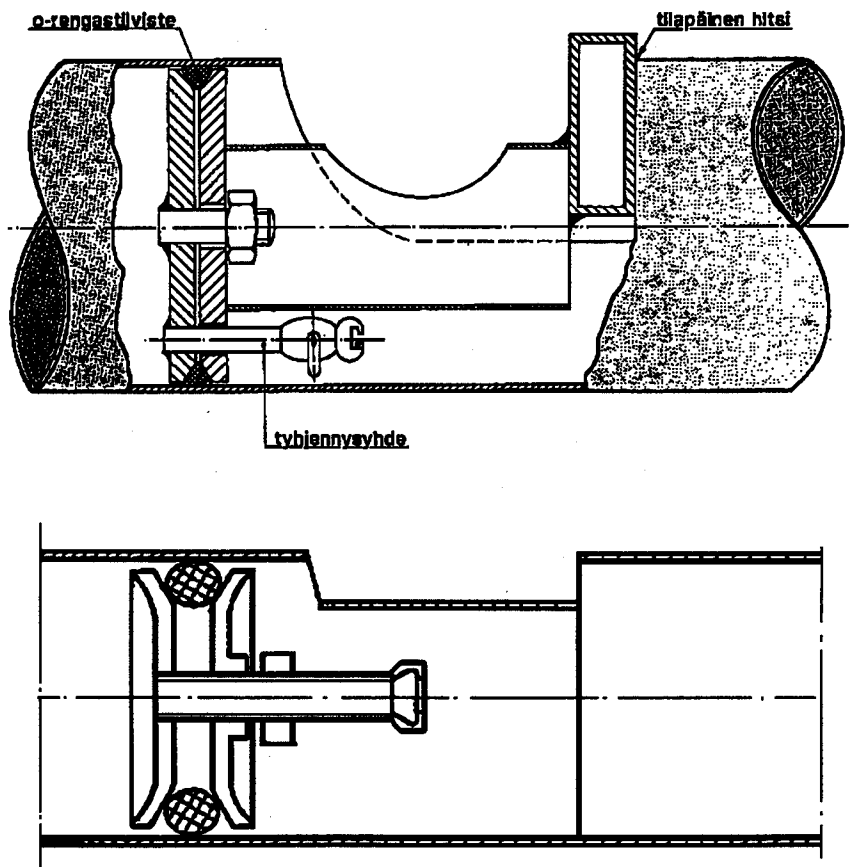
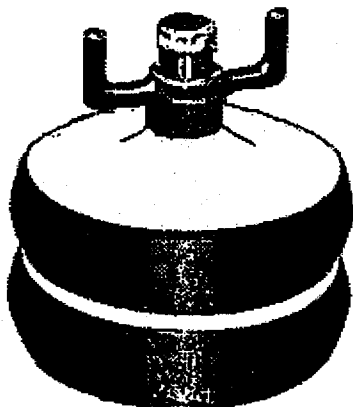
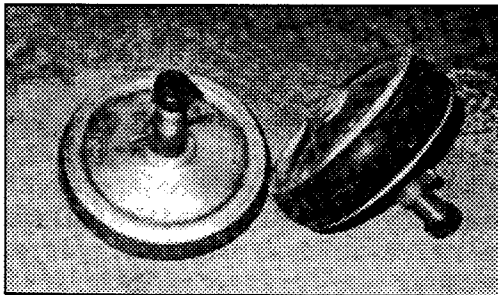


Figur 5.4.1

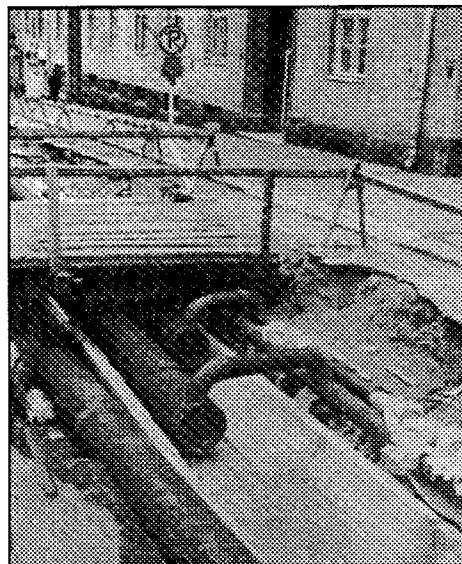
5.4 Provisorisk reparasjon

Om reparasjonen utføres midlertidig kan arbeidet utføres med anvendelse av "lettere teknikk" som f.eks:

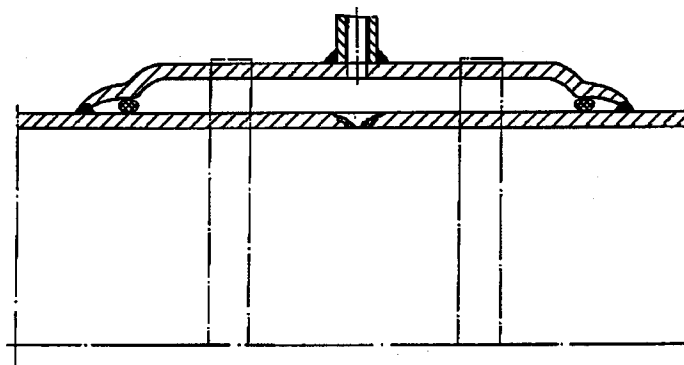
- klammer figur 5.4.1
- blindflanger figur 5.4.2
- forbigang figur 5.4.3
- avledningsmuffer figur 5.4.4
- anvendelse av mindre rørdimensjon figur 5.4.5
- lapping eller påsveisning figur 5.4.6
- deksel over kompensator (belg) figur 5.4.7
- mekanisk sammenpressing figur 5.4.8
- oppstart av "bedre plassert" produksjonsanlegg



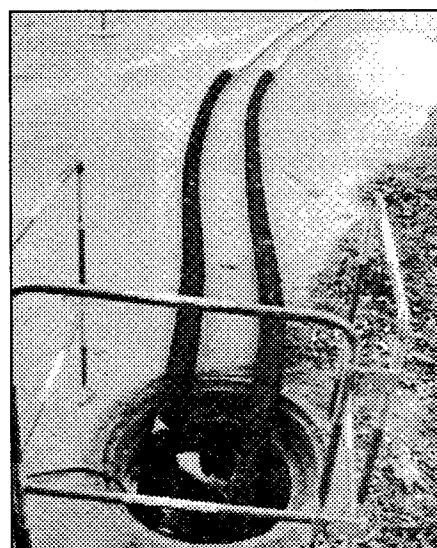
Figur 5.4.2



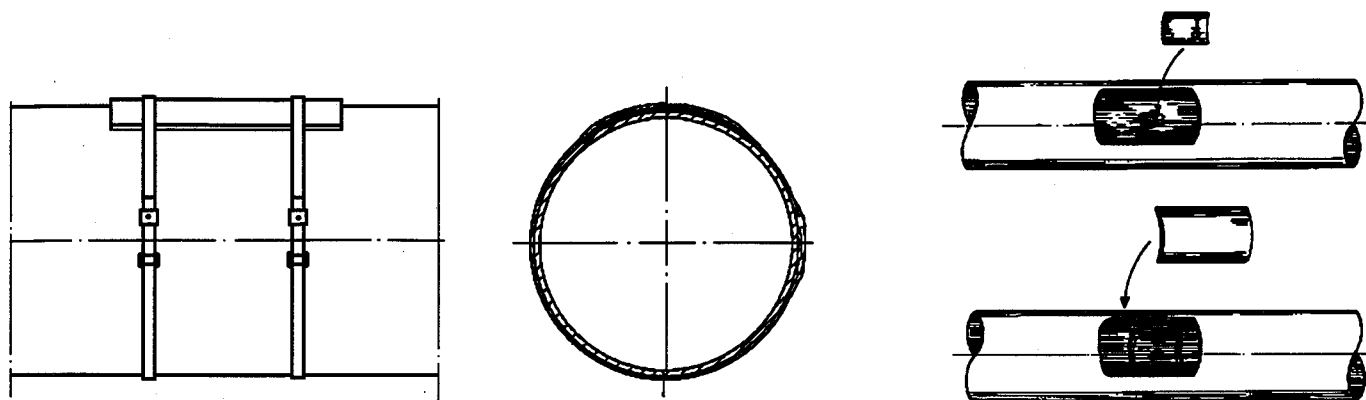
Figur 5.4.3



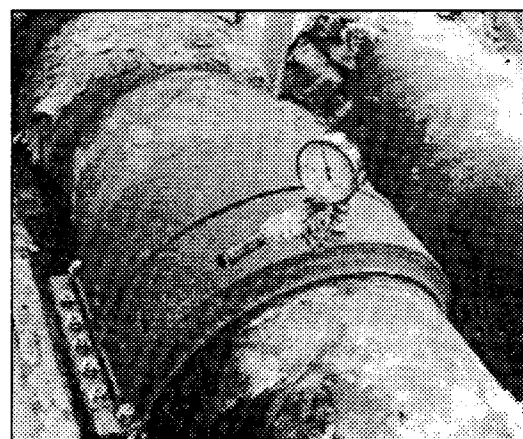
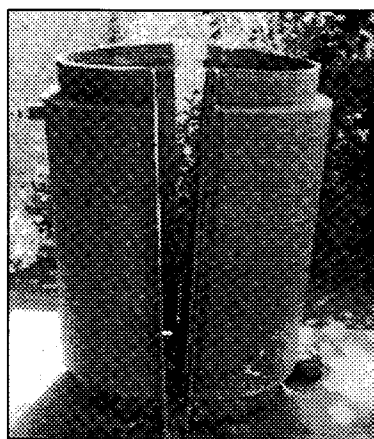
Figur 5.4.4



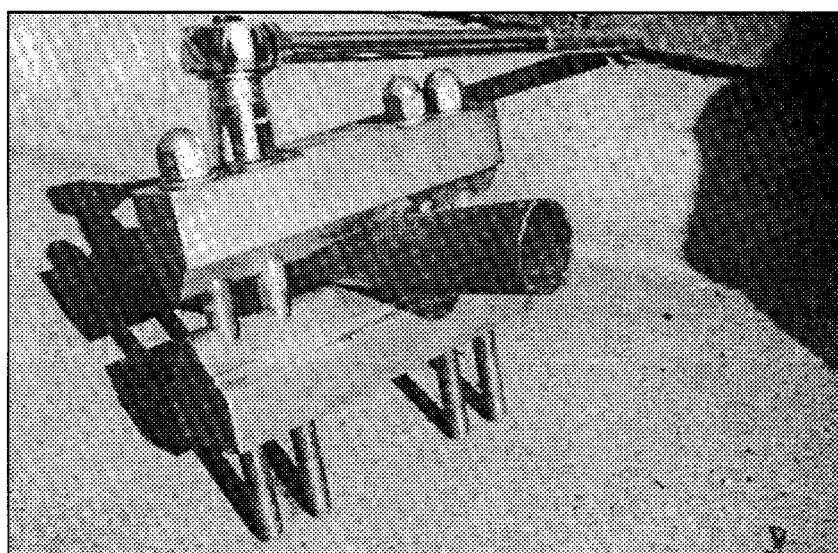
Figur 5.4.5



Figur 5.4.6



Figur 5.4.7



Figur 5.4.8

Hvilken reparasjonsmetode som passer best i de enkelte tilfeller er spørsmål som de tilgjengelige reparatørene må besvare. Noen som helst anbefaling kan ikke gis på grunn av at fjernvarmekulvertene er utført på mange forskjellige måter .

5.5 Uforutsette skader - arbeidsordning

Når uforutsette skader oppstår i fjernvarmenettet, og alarm om den blir mottatt i varmeverket, forårsaker det alltid en viss uro hos personalet. De starter med å stille seg en hel del spørsmål som krever svar for at de skal kunne avgjøre hvilke tiltak som må iverksettes. Den viktigste av dem er:

- hvor er lekkasjen

Når svaret på dette spørsmålet er klart starter arbeidsplanleggingen ved å søke svar på andre spørsmål:

- hva innebærer lekkasjen ?
- hvilke kunder berøres?
- hvordan kan vi begrense virkningen av skaden ?
- hvor er stengeventilene ?
- hvem sørger for at noe blir gjort ?
- hvordan kan man utbedre skaden ?
- hvilke ressurser har vi ?
- har vi nødvendige deler og utstyr ?
- kan vi utsette reparasjonen til normal arbeidstid ?

Om det er nødvendig å starte arbeidet omgående bør det finnes en organisasjon og beredskap som kan foreta reparasjoner av forskjellige slag og omfang også utenom ordinær arbeidstid.

Denne organisasjonen bør ha tilgang til nødvendige nettkart, konstruksjonstegninger, materialister, reservedelslister, ressurser, kundeoversikt, telefonnr. osv. Alt dette bør naturligvis være tilgjengelig også utenom ordinær arbeidstid og på et slikt sted at reparasjonspersonalet har nytte av det (Kan alle starte en avstengt datamaskin?).

Et stort problem i forbindelse med gravearbeider i gater utenom ordinær arbeidstid er andre kommunale etaters installasjoner (TV- kabler, telefonkabler, avløpsrør, osv., osv.)

Her bør man sørge for at det finnes tilgjengelig nøyaktige kart over alt som finnes nedgravd i nærheten av fjernvarmerørene.

Ved store lekkasjer bør man allerede på et tidlig tidspunkt i reparasjonsarbeidet forvise seg om hvor påfyllingsvannet kan tas fra. I store nett der det finnes accumulator (varmelager) tas vannet som regel derifra, men ellers behøves det kjennskap til vannverkets muligheter til å skaffe vann til påfyllingen.

Ved plutselige skader bør det finnes klare samarbeidsregler med ulike organisasjoner, som vannverket, trafikketaten, politiet osv. Eventuelt behøves det å informere publikum om skadens virkninger. Det er derfor viktig at vedlikeholdspersonalet kjenner til informasjonskanalene og hvem som får gi informasjon. Ved store havarier bør det være klart for alle hvem som leder operasjonen og hvordan man får tak i ansvarshavende person mens reparasjonen pågår.

Organisasjonen bør være så effektiv og vel forberedt at den kan klare å foreta reparasjonen innenfor en tidsramme som er akseptabel for kunden. I rapportens del 1, referanse 1, finnes i bilagene eksempel på akseptable avbruddstider.

5.6 Arbeidsmiljø

Ved plutselige skader er det viktig at organisasjonen skal kunne håndtere de arbeidsmessige forhold som dette arbeidet vil medføre. En skal være forberedt på at lekkasjen kan ha underminert området omkring bruddstedet. Det skal derfor avsperras et passende område for gående og kjørende trafikk. Området kan eventuelt innskrenkes når bruddet er avdekket og skadene klarlagt. Til avsperring skal brukes godkjente og lethåndterlige materialer. Det skal tas spesiell hensyn til avmerking og belysning av arbeidsområdet når reparasjonen foregår om natten.

Under arbeidets utførelse er det nødvendig med en konstant overvåking av arbeidsgangen. Det er viktig at det ikke handles uoverveiet, og at gravearbeidene utføres med forsiktighet når det oppholder seg mannskap i nærheten av bruddstedet. Det skal foretas kontinuerlige vurderinger over i hvilke omfang det skal etableres avstivninger, spunsvegger og passasjemuligheter. Eventuell vann skal pumpes bort for å hindre sammenstyrtning av det utgravede hullet. For hvordan alt dette skal gjøres bør det finnes skriftlige instruksjoner og sikkerhetsforskrifter som personalet kjenner til og som er lett tilgjengelig. Ved plutselige akutte skader som krever umiddelbar handling er det viktig at personalet kjenner sikkerhetsrutinene.

Enderlig skal mannskapet ha viten omkring arbeide med fjernvarmevann. Vannet er ofte så varmt at ukontrollerte utstrømninger kan forårsake skoldinger, eller dampskyer som nedsetter siktbarheten til et nivå hvor all arbeide umuliggjøres. Er det snakk om damputblåsing i lukkede rom kan det være nødvendig å anvende ånderettsvern med fremmed luftforsyning. Fjernvarmevannet kan være tilsatt kjemikalier som er skadelig for huden. I slike tilfeller skal det derfor anvendes gummihansker og beskyttelsesbriller. Spesielt på anlegg hvor det benyttes Hydraxin er det viktig ikke å få hudkontakt med vannet (referanse 2).



Den image som fjernvarme har hos kundene i dag at den er trygg og sikker må opprettholdes i fremtiden. Varmen skal finnes når de har bruk for den.

6 Levetidsforlengelse

6.1 Definisjoner

Fjernvarmenettets levetid kan, som anført i Nordvarmerapport 1., referanse 1, være meget lang dersom alle komponenter er av høy kvalitet og montasjearbeidet er utført omhyggelig. Virkeligheten viser imidlertid at der faktisk oppstår feil på fjernvarmenettene. Disse feil kan senere direkte eller indirekte forårsake tæring på mediarrøret med uventede skader til følge.

For å forebygge skader og dermed forlenge levetiden, må nettet vedlikeholdes. Løpende oppdaterte feilstatistikker kan være et godt verktøy for å lokalisere de svake punktene i nettet som kan forventes å forårsake reparasjoner.

Levetidsforlengelse kan defineres som "alle tiltak som gjøres på distribusjonsnettet, og har som følge at nettet kan anvendes lengre enn hvis tiltaket ikke var blitt gjort".

I prinsippet er reparasjon av plutselige og forutsigbare skader også levetidsforlengelse, men da disse forhold allerede er behandlet under pkt. 5, vil dette avsnitt kun behandle tiltak som ikke er nødvendiggjort av brudd eller skader i normal forstand.

Det vil derfor være tale om inngrep i nettet allerede før skaden skjer, eller før en eventuell skade eller feilmontering gir anledning til vann- tap.

Det er prinsipielt to hovedgrupper av levetidsforlengende foranstaltninger:

Bygg- og konstruksjonsteknisk levetidsforlengelse, hvor det er tale om et fysisk/teknisk inngrep, som f.eks å skifte en bestemt type muffe som har vist svakhetstegn, til en bedre type og dermed forlenge levetiden til det samlede system.

Administrativ/driftsmessig levetidsforlengelse, hvor det er tale om administrative beslutninger, som muliggjør lengre driftstid på nettet med små eller ingen tekniske inngrep. En administrativ levetidsforlengelse kunne f.eks være beslutningen om å bygge inn et ekstra sett ventiler som muliggjør avsperring av en delstrekning på nettet, hvor man har mistanke om mulige svakheter. Når det nå er mulig å foreta en hurtig avsperring av delstrekningen, kan verket oppnå en lengre driftstid før strekningen utskiftes uten risiko for avbrudd av varmesyningen til en stor del av forbrukerne.

6.2 Bygg- og konstruksjonstekniske metoder

De tekniske metoder for levetidsforlengelse må alle basere seg på statistisk materiale eller erfaringer. Et hvert levetidsforlengende tiltak går ut på å eliminere risikoen for at vann trenger inn til mediarøret og gir anledning til tæring. Innvendige tæring elimineres ved hjelp av vannbehandling.

Utvendige tæring skjer på steder der mediarørets beskyttelse er svak. Derfor er de fleste verk allerede i dag oppmerksomme på ventilkummene, spesielt hvis ventilene ikke er av typen direkt- innskummet. Jevnlig tilsyn av kummene, hvor avløp renses, deksler tettes, isoleringen ettersees og ventilene beveges, kan forlenge levetiden på dette meget dyre men svake punkt i ledningsnett.

Muffene i et direkteskummet system er nettets svakeste komponent. Mere enn 40 % av alle skader oppstår på grunn av utette eller for dårlig monterte muffe.

Der finnes ca 10 mill. muffe i Norden, og reparasjon av en enkelt muffe beløper seg til mellom 10.000,- NOK og 20.000,- NOK eller mer.

Spesielt de muffe som ble montert frem til starten av 80 årene, var av en kvalitet som på lang sikt muliggjør inntrengning av overflate- eller grunnvann. Muffene var enkelttettende med gummiring eller i beste fall et tjærebånd. Med alderen mørner disse materialene eller tørker ut, hvilke er ensbetydende med at vann i små mengder kan trenge gjennom tetningen og inn til mediarøret, og sette tæringen i gang.

Det kan bemerkes at den håndverksmessige utførelse heller ikke alltid levde opp til de krav som stilles i dag. Med den manglende erfaring man naturligvis hadde på det tidspunktet har det ofte skjedd at rengjøringen av rørene på flatene hvor samlingene skulle utføres, ikke var omhyggelig nok, eller at gummiringene har vridt seg under montasjen. Selv de minste sandkorn eller sprekker har kunne medføre vanninntrengning i muffen.

Noen typer muffe ble samlet med kiler eller bolter. Det har senere vist seg at begge muffetyper med alderen blir utette.

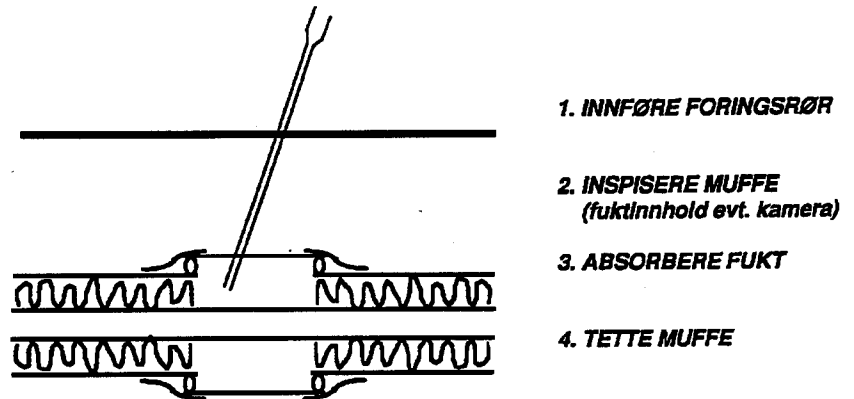
Det vil derfor umiddelbart være en stor fordel om det var mulig å skifte ut muffene, og på den måten forlenge levetiden på det samlede system. En slik utskifting er normalt ikke økonomisk rentabel i forhold til en fornyelse av den gjeldende rørstrekning, med mindre det kan utvikles metoder som muliggjør reparasjon uten oppgraving.

Denne metode vil kreve at:

- 1) Muffene kan lokaliseres helt presist
- 2) Muffene kan kategoriseres
- 3) Der utvikles en metode for innføring av måleinstrumenter

gjennom et tynt foringsrør.

- 4) Der utvikles et stoff eller en gassart som kan anvende den inntrengte fuktighet i muffen til dannelse av et nytt isolerende og tettende stoff.



Figur 6.2.1 viser en skisse av den tenkte metode.

Innbygging av alarmtråder i nåtidens fjernvarmerør vil gjøre den skisserede metode ennå mer anvendelig i fremtiden. En finsk undersøkelse har vist at mindre enn 10 % av alle feil finnes ved hjelp av termofotografering.

Via den statistiske viten vil det være mulig å avsløre andre svake komponenter i ledningsnettets. Har man registrert hvem som har utført muffearbeidet vil en dårlig håndverker kunne avsløres ved gjentagne feil. Det vil således være mulig å komme på forkant av utviklingen ved konsekvent å utskifte eller reparere alle muffert utført av den "dårlige" håndverker, før mediarøret tar skade.

På samme måte kan et dårlig egnet produkt eller et produkt med fabrikkasjonsfeil avsløres relativt tidlig. Varmeverket vil heretter ha mulighet for konsekvent å utskifte eller reparere det pågjeldende produkt før skaden brer seg til mediarøret. Herved unngås total utskifting av det samlede system og avbrytelse av forsyningen samt ulemper i forbindelse med oppgravingen.

Relining er en metode for innvendig bekledding av mediarør for å tette lekkasjer og eventuelt forsterke et korrodert rør. Metoden har i mange år vært anvendt for å vedlikeholde og reparere VA-system. Begrensningen for å anvende denne teknikken til reparasjon av fjernvarmesystemer beror først og fremst på at det reliningsmaterialet som brukes i dag har dårlig evne til å tåle høye temperaturer og trykk. Et annet forhold som kan komme til å begrense anvendelsen av relining for reparasjon av fjernvarmerør er at størstedelen av skadene er utvendig korrosjon som følge av vanninntrengning utenfra.

Det pågår nå forskning på dette området for å finne frem til relingsma-

aterialer som kan tåle høy temperatur og trykk og hvordan materialet klarer raske temperatur- og trykkendringer.

I løpet av ca ett års tid vil det foreligge resultater fra noen av disse forskningsprosjektene.

6.3 Administrative/driftsmessige metoder

Allerede på prosjektstadiet vil det være mulig administrativt å bygge inn levetidsforlengende forhold på nettet. I erkjennelse av at muffene som det svakeste punkt i systemet, vil det være mulig å beslutte sig for anvendelse av de beste og mest monteringsvennlige muffen på markedet. I det hele tatt å unngå komponenter som såvel på kort som på lang sikt vil bety risiko for vanninntrengning.

Ventiler utgjør også et svakt punkt i systemet. Ved nøye gjennomtenkning av behovet for ventiler i drifts- og vedlikeholdssituasjoner, kan antall ventiler og kummer sannsynligvis nedsettes. På denne måte har man fjernet et svakt punkt i systemet.

Når nettet idriftsettes vil det også for denne metoden være mulig å anvende statistisk viten som beslutningsgrunnlag. Viser et spesielt produkt en større feilfrekvens enn det øvrige nett, vil det kunne overveies om der kan bygges inn ekstra ventiler, som muliggjør avsperring av dette spesielle området dersom feilen skulle oppstå. På denne måte kan man våge å kjøre lengre med delstrekningen før den fornyes.

Ved anvendelse av "risikohåndteringsfilosofien" vil spesielt risikable strekninger kunne finnes. Hvis en strekning har høy risikonivå er det mulig å beslutte å skifte ut strekningen, reparere eller kanskje legge en ringforbindelse som administrativt muliggjør lengre tids drift av et gammelt nett. Beslutningen om hvordan et høyt risikonivå kan senkes vil således danne skillelinjen mellom en teknisk eller en administrativ beslutning.

En annen administrativ metode, som dessuten er meget viktig, er utdanning og trening av konstruktørfirmaer, montører og varmeverkenes kontrollører samt mulig autorisasjon av entreprenører/montører. Bruk av testede/godkjente komponenter bør også kreves.

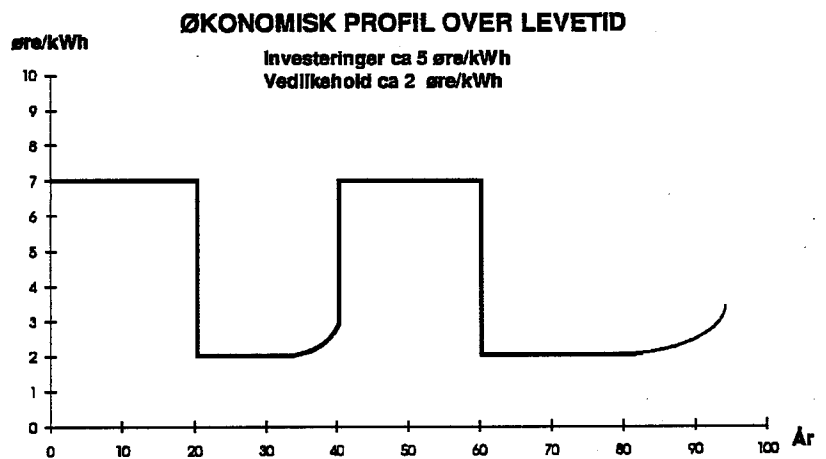
6.4 Økonomi

Alle beslutninger om tiltak til levetidsforlengelse bør vurderes økonomisk i forhold til en total utskifting av den aktuelle strekning.

Med utgangspunkt i en kapitalutgift på 5 øre/kWh og en vedlikeholdsutgift på 2 øre/kWh vil det fremgå at det vil være økonomisk fordelak-

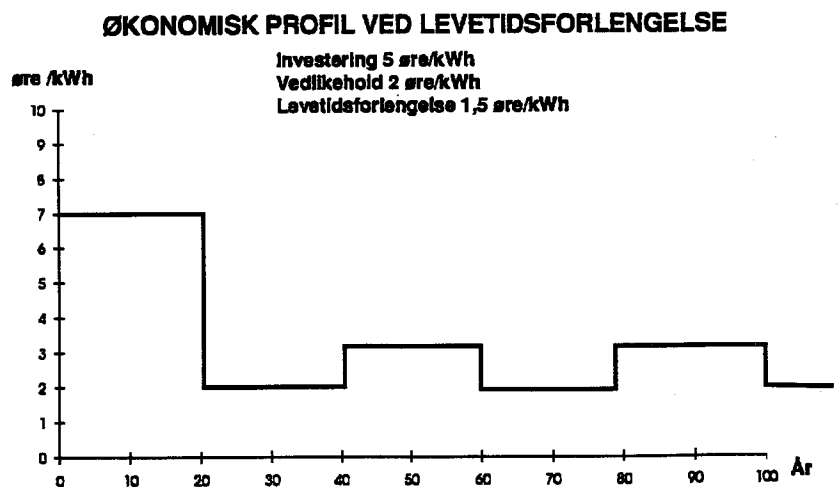
tig om nettets levetid vil kunne forlenges, forutsatt at de tillegg som herved utføres ikke forøker vedlikeholdsutgiften tilsvarende sett over samme periode.

I fig 6.4.1 er det vist et eksempel på en normal økonomisk levetidsprofil. De første 15-20 år belastes profilen av både kapitalutgifter og vedlikeholdsutgifter. I årene deretter vil profilen utgjøres av vedlikeholdsutgiftene inntil ledningen fornyes og atter belastes av kapitalutgifter.



Figur 6.4.1

I figur 6.4.2 er den økonomiske levetidsprofil endret idet der foretas levetidsforlengende foranstaltninger før ledningen må skiftes. Såfremt arealet under kurven er mindre enn i figur 6.4.1 er det levetidsforlengende inngrep rentabelt.



Figur 6.4.2

Det må her anføres at den meget lange tidshorisont som systemet betraktes over, gjør det veldig usikkert å vurdere om vedlikeholdsutgiftene på litt lengre sikt allikevel vil stige og herved utløse beslutning om total utskifting.

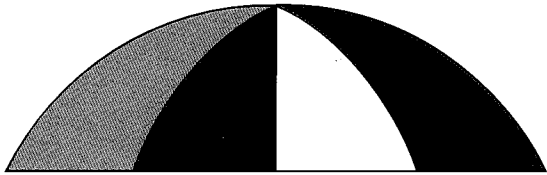
Det er imidlertid vanskelig med de nåværende erfaringer å se hvilke forhold som skulle medføre en stigning i vedlikeholdsutgiften, når de svakeste ledd er fjernet eller forbedret.

Langtidsdriften må over år vise om det er komponenter eller materialer i systemet som etter mange driftsår, under bestemte driftsbetingelser, vil eldes og utgjøre nye svake punkter. Derfor er det vesentlig at alle feil innberettes til statistisk behandling.

7 Referanser

- 1 Nordvarme rapport.
Vedlikehold og fornyelse av fjernvarmenett. Del 1. 1992.
- 2 Nordvarmerapport.
Korrosjon og vannbehandling i nordiske fjernvarmesystem.1990.
- 3 Nordvarme-statistikk. 1992.
- 4 Dff. Statistikk 1992.
- 5 Løgstørrør. Inspirasjonsskrift.
- 6 EFP nr 17. Utredning om fjernvarmerenovering.
- 7 Svenske Varmeverksforeningen.
Leveransesikkerhet. 1992.
- 8 SvenskeVarmeverksforeningen.
Administrative Rådet. Riskhåndtering innom Energiforetak.
1989.
- 9 Byggforskningsrådet. R47:1990.
Distribusjonsnett for fjernvarme.
Oversikt og statusrapport. Birger Abrahamson.
- 10 Svenske varmeverksforeningen.
Kulvertskadestatistikk 1991.
- 11 Finske varmeverksforningen, (Lampolaitosyhdistys ry.)
Diverse publikasjoner 1990-1992.
Rappotti KK7/1990
Suositus KK 11/1992
- 12 Norsk fjernvarmeforening.
Skader på fjernvarmenett. 1989-1992
- 13 Energimagasinet 6 : 94
- 14 Svenske Fjernvarmeforeringen.
Arbetsmiljø fjernvarme, del 1, 2 og 3, 1991

I tillegg viser vi til de nordiske fjernvarmeforeringenes publikasjonslister som har mange rapporter som grenser opp mot dette området.



NORDVÄRME

DFF

Danske Fjernvarmeværkers Forening
Galgebergvej 44
DK-6000 Kolding
Danmark

LLY

Lämpölaitosyhdistys r.y.
Valkjärventie 2
SF-02130 Espoo
Finland

FNE

Fjernvarmeforeningen
co/EnFO
Postboks 274
N-1324 Lysaker
Norge

SIH

Samband Islenskra Hitaveitna
Noatun 17
P.O. Box 5175
IS-125 Reykjavik
Island

FVF

Svenska Fjärrvärmeföreningen
Box 1109
S-111 81 Stockholm
Sverige

