

# GRUNDEJERFORENINGEN FASANVÆNGET

Tilstandsvurdering af fjernvarmenet samt opstilling af  
renoveringsforslag

Februar 2004

# Indholdsfortegnelse

1. Indledning
2. Sammenfatning
3. Eksisterende ledningsnet
  - 3.1 Ejerforhold/forsikringsforhold
  - 3.2 Ledningsnettes udformning
4. Driftsdata
  - 4.1 Spædevandsforbrug
  - 4.2 Temperaturforhold
  - 4.3 Varmetab/varmeproduktion
  - 4.4 Antal skader
  - 4.5 Jordbundsforhold
  - 4.6 Økonomi ved udskiftning af ledningsnettet i terræn
  - 4.7 Sammenfatning vedr. tilstanden af ledningsnettet i terræn
  - 4.8 Sammenfatning vedr. hovedledninger i husene
  - 4.9 Samlet konklusion vedr. ledningsnet
5. Forsyning fra Nordforbrænding
  - 5.1 Organisering
  - 5.2 Løsning A: Det nuværende fordelingsprincip bibeholdes
    - 5.2.1 Løsning A1: Det eksisterende ledningsnet i terræn bibeholdes
    - 5.2.2 Løsning A2: Det eksisterende ledningsnet i terræn renoveres
  - 5.3 Løsning B: Husene får egen stikledning og egen energimåler
    - 5.3.1 Løsning B1: Det eksisterende ledningsnet i terræn bibeholdes
    - 5.3.2 Løsning B2: Det eksisterende ledningsnet i terræn renoveres
    - 5.3.3 Løsning B3: Husene får eget stik via det nuværende fordelingsystem
  - 5.4 Løsning C: Hver gård bliver kunde ved NF
  - 5.5 Vurdering af de forskellige forslag
6. Forslag til handlingsplan

## **Oversigt over bilag**

- Bilag 1: Opgørelse over oplyste skader med tilhørende kort
- Bilag 2: Stavdiagrammer med oplyste skader
- Bilag 3: Registreringer af vandspejl med tilhørende kort
- Bilag 4: Kort over ledningsnet. System med stik til hver ejendom er angivet for gård nr. 1
- Bilag 4a: Anlægsoverslag for renovering af eksisterende ledninger i terræn
- Bilag 4b: Anlægsoverslag for renovering af eksisterende ledninger i terræn samt etablering af nyt system i terræn med stik til hver ejendom
- Bilag 5: Energimærke til bygninger

## 1. Indledning

Formålet med denne undersøgelse er at skabe et overblik over tilstanden af Grundejerforeningen Fasanvængets (GFFs) fjernvarmenet fra varmecentral til radiator. Desuden skal undersøgelsen belyse modeller for renovering af systemet inkl. tilhørende anlægsoverslag.

Undersøgelsen er udformet, så den kan danne baggrund for en forhandling med Nordforbrænding (NF) med det formål, at NF overtager ledningsnettet eller dele af ledningsnettet i området, samtidig med at GFF bliver kunde ved NF.

## 2. Sammenfatning

I rapporten foretages i kapitel 3 en gennemgang af det eksisterende ledningsnet. Det konkluderes, at der ligger ca. 1.400 m ledning i terræn, 3.700 m hovedledninger under gulv og ca. 9.000 m radiatorledninger under gulv. Alle angivelser er dobbeltledninger (frem og retur).

I kapitel 4 er angivet spædevandsforbruget over de seneste 2½ år. Gennemsnittet er beregnet til 0,26 m<sup>3</sup>/km pr. døgn. Tabet har en stigende tendens og ligger i 2003 i den høje ende i forhold til statistik fra Danske Fjernvarmværker Forening. I kapitel 4.3 er varmetabet beregnet. Der er tale om teoretiske tal behæftet med usikkerhed. Det ikke målte forbrug er beregnet til 1.856 MWh, medens varmetabet, det vil sige den ikke nyttiggjorte varme, er vurderet til 936 MWh. Tabet i ledningsnettet i terræn udgør heraf ca. 380 MWh.

Varmetabet vurderes til at ligge på 14-15% i forhold til den udsendte varmemængde fra centralen i 2001 og 2002.

I kapitel 4.4 er antal registrerede skader på rørsystemet angivet. Inden for de seneste 15 år er skaderne på systemet inde i husene registreret til 20 skader og antallet i terræn til 11 skader. Disse tal er formentlig for lave, idet registreringen ikke kan forventes at være 100%. De fleste af skaderne er registreret inden for de seneste 4 år. Skadesfrekvensen for ledninger i terræn er opgjort til 0,53 skader/km pr. år. Denne frekvens er sammenlignelig med andre systemer med tilsvarende muffesamlinger, som Rambøll har kendskab til. For nye net forventes en frekvens på under 0,1 skade/km pr. år.

Antallet af skader samt nettets varmetab vurderes imidlertid ikke at være så højt, at de kan finansiere en total renovering af systemet, hvilket fremgår af afsnit 4.6.

I kapitel 5 er gennemgået forskellige løsningsmodeller for en tilslutning til Nordforbrænding (NF). Med hensyn til ledningsnettet er der angivet 6 forskellige løsningsforslag, som kort beskrevet i det følgende.

### **Løsning A1**

Samme system som i dag, men NF overtager ledningsnettet i terræn samt varmecentralen. Der udføres ingen reovering.

### **Løsning A2**

Som A1, men ledningsnettet i terræn reoveres. Investeringen er vurderet til 5,2 mio. kr. ekskl. moms.

### **Løsning B1**

I hver gård etableres et ledningsnet i terræn, som ender med en stikledning til hvert hus. Desuden etableres en varmeveksler i hvert hus, således at husets varmesystem trykmæssigt bliver uafhængigt af fjernvarmesystemets tryk.

Hovedledningen under gulvene afbrydes ved hver murgennemføring til nabohuset. Investeringen er vurderet til 27,2 mio. kr. ekskl. moms, det vil sige ca. 74.000 kr. ekskl. moms pr. hus.

Ved denne model bliver hvert hus direkte kunde ved NF med egen måler og egne hovedventiler til fjernvarmesystemet.

### **Løsning B2**

Som B1, men ledninger i terræn reoveres. Dette indebærer, at investeringen stiger til 32,4 mio. kr. ekskl. moms.

### **Løsning B3**

Som en supplerende mulighed er nævnt en løsning, hvor det enkelte hus kobles individuelt til fjernvarmesystemet som i B1, men tilkoblingen foretages via den hovedledning, som i dag ligger under gulvet i husene. Det bliver investeringsmæssigt billigere end løsning B1, og løsningen kan gennemføres over en længere årrække.

Der er ikke gennemført anlægsoverslag for denne løsning.

Løsningen svarer til det nuværende system, men med den forskel, at der foretages én afgrening fra hovedledning. Denne afgrening føres op over gulvet, hvor der placeres en måler og et sæt hovedventiler. Efter måleren og ventilerne

fordeles rørene ud til radiatorer og varmtvandsbeholder. Det kan også i denne løsning vælges at placere en veksler i huset.

## Løsning C

Ved denne løsning tilkobles hver gård som kunde til NF, idet der placeres en hovedmåler ved hver gård. Hver gård skal så lave en varmefordeling ud fra radiatormålere. Løsningen er næppe interessant, men er taget med for fuldstændighedens skyld.

I kapitel 6 er der opstillet et forslag til en handlingsplan. Der er peget på, at der ud fra en økonomisk betragtning her og nu bør arbejdes videre med løsning A1, det vil sige forsøge at få det nuværende system overdraget til NF.

### 3. Eksisterende ledningsnet

#### 4. Ejerforhold/forsikringsforhold

GFF ejer ledningsnettet fra varmecentral og ud til og med radiatorerne i de enkelte huse.

GFF har forsikret ledninger i terræn, medens de enkelte grundejere, jf. de nye vedtægter, er forpligtet til at tegne forsikring for rørene i og under egen ejendom.

Disse forsikringsforhold har hidtil betydet, at GFF ikke har væsentlige udgifter i forbindelse med utætheder i rørsystemet.

#### 5. Ledningsnettes udformning

Ledningsnettet er etableret omkring 1970, det vil sige, det er i dag godt 30 år gammelt.

Nettet er udført med ledninger i terræn fra den fælles varmecentral og frem til 18 stk. ventilbrønde, som er placeret ud for hver gruppe af gårdhuse, benævnt en gård.

Fra ventilbrøndene føres en hovedledning under gulv rundt til de huse, som er placeret ved den pågældende gård.

Hovedledningen passerer terræn i nogle korte strækninger, hvor den går fra en husgruppe til en anden husgruppe inden for samme gård.

Der optræder således nedenstående delafsnit i ledningsnettet. Alle anførte længder er tilnærmede, idet de er baseret på opmålinger på tegninger. Fjernvarmeledninger består af et fremløb og et returløb, som ligger ved siden af hinanden. De måles traditionelt som løbende meter dobbeltledning. Det vil sige, én meter består af én meter fremløb og én meter returløb. Alle ledningslængder anført nedenfor er angivet som meter dobbeltledning.

- A. Ledninger i terræn fra varmecentral til 18 ventilbrønde, i alt 1.020 m (dobbeltledning)
- B. Ledninger i 18 ventilbrønde, i alt 29 m (dobbeltledning)
- C. Ledninger i terræn fra ventilbrønde til hussokkel, i alt 35 m (dobbeltledning)
- D. Hovedledninger under gulv fra hussokkel til hussokkel placeret i en forsænkning (åben kanal) under gulv, i alt 3.710 m (dobbeltledning)
- E. Ledninger i terræn, der forbinder to husgrupper i samme gård, i alt 310 m (dobbeltledning)
- F. Ledninger under gulv/i husene fra hovedledning frem til radiatorerne, i alt 7.100 m (dobbeltledning)
- G. Ledninger i husene fra radiatorledning til varmtvandsbeholder/radiator i bad, i alt ca. 1.850 m (dobbeltledning)

Ifølge oplysninger fra GFF samt oplysninger fra billede er der tale om følgende ledningskonstruktioner:

Delafsnit A: Præisolerede rør af fabrikat I.C. Møller (i dag Alstom) samlet med stålhalvskåle på den ydre kappe.

Delafsnit B og D: Der er tale om almindelige, stålrør, isoleret med mineraluld og omviklet med tagpap. Isoleringstykkelsen vurderes til 25 mm. Ledninger i ventilbrønde vurderes til 48 mm, medens hovedledninger under gulv vurderes til følgende længder og dimensioner: 1.300 m á 60,3 mm, 925 m á 48,3 mm, 925 m á 42,4 mm og 560 m á 33,7 mm.

Delafsnit C og E: Disse ledninger er ikke inspiceret, men det vurderes, at der er tale om korte stykker præisolerede rør, som anført under type A.

Delafsnit F: Der er tale om almindelige stålrør, som er lagt på en isoleringsmåtte og herefter overdækket med en isoleringsmåtte. Isoleringstykkelsen vurderes til 15 mm, ligesom ledningsdimensionen tilsvarende er 15 mm.

Delafsnit G: Der er tale om uisolerede rør i dim. 15 mm.



Det samlede system blev etableret omkring 1970 og har således en alder på ca. 34 år.

Delafsnit A, B, C og E, det vil sige ledninger i terræn eller i ventilbrønde vurderes til at bestå af længder, som anført i tabel 1.

Dimension medierør/kappe mm	Længde m
114/200	140
89/160	290
76/140	250
60/125	340
48/110	370
I alt	1.390

Tabel 1 Længde af ledninger i terræn eller i ventilbrønde (dobbelledninger)

Længden af hovedledningen placeret under husene er vurderet til i alt 3.710 m ledning i dimensionen DN 50 og DN 25. Det skal anføres, at disse ledninger er svært tilgængelige, hvorfor en renovering af disse ledninger er en vanskelig og bekostelig opgave.

Ledningsnettet i terræn kan i dag udføres med et såkaldt alarmsystem, som indikerer fugtfejl i systemet. Det eksisterende net ved GFF er ikke udstyret med et sådant system. Fugtfejl kan derfor kun afdækkes ved termografiske undersøgelser eller ved fysiske tegn på fejl i systemet (vand i jorden, optøning af frost m.v.).

# Driftsdata

## Spædevandsforbrug

Ud fra modtagne driftsrapporter er der konstateret spædevandsforbrug, som angivet nedenfor i tabel 2.

Måned-år	Målerstand, ultimo måned m <sup>3</sup>	Spædevand pr. måned m <sup>3</sup>	Gennemsnit for perioden m <sup>3</sup> /mdr.
01-04	736	4	4,0
12-03	732	42	17,8
11-03	690	12	
10-03	678	14	
09-03	664	12	
08-03	652	14	
07-03	638	8	
06-03	630	19	
05-03	611	12	
04-03	599	12	
03-03	587	33	
02-03	554	18	
01-03	536	3	3,3
12-02	533	2	
11-02	531	5	
10-02	526	10	14,8
09-02	516	11	
08-02	505	13	
07-02	492	30	
06-02	462	13P	
05-02	449	12	
04-02	437	1	3,1
03-02	436	5	
02-02	431	4	
01-02	427	4	
12-01	423	1	
11-01	422	2	
10-01	420	2	
09-01	418	1	
08-01	417	8	
07-01	409		
I alt	-		327

Tabel 2 Spædevandsforbrug fra juli 2001 til januar 2004

Ud fra tabel 2 kan det konstateres, at der er brugt 327 m<sup>3</sup> spædevand på 30 måneder svarende til et gennemsnit på 10,9 m<sup>3</sup> pr. måned eller 131 m<sup>3</sup>/år.

Forbruget af spædevand må primært tilskrives følgende forhold:

- Utætheder i ledningsnettet i terræn
- Utætheder i ledningsnettet i og under husene
- Genopfyldning af ledningsnettet efter reparationer

Det må forventes, at vandtabet inde i husene må være begrænset, idet en større utæthed hurtigt vil blive opdaget. Afhængig af trykniveauet i vandsystemet kontra fjernvarmesystemet, kan der teoretisk set tabes vand gennem utætte varmtvandsbeholdere. Dette vurderes ikke at være tilfældet i dette system, idet trykket i vandforsyningen er højere end trykket i fjernvarmesystemet. Det vil sige, hvis en varmtvandsbeholder bliver utæt, vil det omvendte ske, nemlig at der tilføres vandværksvand til fjernvarmevandet. I vurderingen nedenfor ses der dog bort fra denne, teoretiske mulighed.

Betragtes vandtabet i tabel 2 bemærkes, at gennemsnittet i de markerede perioder svinger fra ca. 3-4 m<sup>3</sup> pr. måned til 15-18 m<sup>3</sup> pr. måned. Dette kan tolkes således, at der er et basisforbrug på 3-4 m<sup>3</sup> pr. måned. Dette forbrug vil optræde, når der ikke er væsentlige utætheder i ledningsnettet. Når der opstår en utæthed, vil forbruget stige, afhængig af utæthedens størrelse.

Til orientering kan oplyses, at en utæthed på 0,5 mm ved et tryk på 30 mVS vil give et tab på ca. 12 m<sup>3</sup> pr. måned. Er utætheden i stedet på 1 mm, vil tabet være på ca. 51 m<sup>3</sup> pr. måned.

Antages vandtabet primært at være knyttet til ledninger i terræn, er vandtabet knyttet til en ledningsstrækning (dobbeltledninger) på i alt 1.390 m = 1,39 km.

Vandtab opgøres ofte ud fra nøgletallet: m<sup>3</sup> pr. km pr. døgn,, beregnet på årsbasis.

Beregnes denne værdi for GFFs net, fås følgende tal:

- År 2002:  
døgn Tab i alt 110 m<sup>3</sup>, svarende til 0,22 m<sup>3</sup>/km pr.
- År 2003:  
døgn Tab i alt 199 m<sup>3</sup>, svarende til 0,39 m<sup>3</sup>/km pr.
- Hele perioden i tabel 2: Tab i alt 327 m<sup>3</sup>, svarende til 0,26 m<sup>3</sup>/km pr. døgn

Man har tidligere i en vejledning fra Energistyrelsen anført, at 0,50 m<sup>3</sup>/km pr. døgn var en kritisk grænse, således at værker, der lå over denne grænse, burde overveje renoveringstiltag.

I dag ligger de danske fjernvarmeværker typisk under denne grænse, idet der er gennemført mange renoveringsprojekter gennem de sidste 10 til 15 år samt udført mange, nye ledningsprojekter uden vandtab. Disse er medvirkende til at trække gennemsnittet ned.

Et forbrug på 0,26 m<sup>3</sup>/km døgn fordelt over 2,5 år vurderes således ikke at være alarmerende, men må vurderes at ligge over gennemsnittet for danske fjernvarmeværker i dag.

Desuden bemærkes, at forbruget i 2003 er steget til 0,39 m<sup>3</sup>/km pr. døgn. I den seneste statistik fra Danske Fjernvarmeværkers Forening ligger kun 17 værker ud af 312 værker højere end denne værdi. Vandtabet tyder således på, at der relativt ofte opstår utætheder på systemet. Desuden er der en stigende tendens gennem perioden.

### Temperaturforhold

Varmen leveres af E2 til 2 varmevekslere placeret i en varmecentral midt i bebyggelsen.

Fra en besøgsrapport fra DK-Teknik den 13. december 2002 kan nævnes følgende øjebliksværdier for temperaturerne, idet ledninger fra og til E2 benævnes E2-systemet, og ledninger fra og til det lokale fjernvarmenet i GFF benævnes GFF-systemet.

#### E2-systemet

E2, frem 102°C - ledning fra E2  
E2, retur 47-49°C - ledning til E2  
E2, afkøling 54°C - afkøling af vandet fra E2

#### GFF-systemet

GFF, frem 75°C - ledning til GFFs net  
GFF, retur 44°C - ledning fra GFFs net  
GFF, afkøling 31°C - afkøling af vandet i GFFs net

Ud fra driftsrapporter fra 2002 vurderes temperaturen i GFFs net - set hen over året, som angivet i tabel 3.

Temperatur	Sommer °C	Vinter °C	Skønnet gennemsnit °C
Fremløb	70-75	75-80	74
Returløb	50-52	45	47

Tabel 3 Temperaturforhold i GFFs net

Med henblik på at minimere varmetabet er det vigtigt at holde temperaturniveauet så lavt som muligt. Umiddelbart ser ovennævnte temperaturniveauer ud til at ligge på et relativt lavt niveau, hvorfor der næppe kan opnås større besparelser på denne front.

Det er dog muligt, at returtemperaturen kan reduceres, hvis der gennemføres en informationskampagne vedrørende muligheder for at forbedre afkølingen.

Her er det også vigtigt, at der stilles krav til radiatorerne i husene, således at disse kan præstere en god afkøling. Hvis radiatorerne overdrages til grundejerne, kan det være relevant at opstille nogle enkle krav til radiatorstørrelsen, således at der også ved radiatorudskiftninger søges opnået en forbedret afkøling.

### Varmetab/varmeproduktion

Varmetabet fra ledningsnettet kan ikke registreres ud fra målte værdier, idet varmeforbruget i husene måles via varmfordelingsmålere, som ikke direkte kan anvendes til en registrering af det faktiske energiforbrug. Varmetabet kan som alternativ metode vurderes ud fra en beregning, idet der tages udgangspunkt i det gennemsnitlige temperaturniveau, der er anført i tabel 3 ovenfor samt de ledningslængder, der er anført i afsnit 3.2.

Resultatet af beregningerne er angivet i tabel 4 nedenfor.

Delafsnit	Længde m	Betegnelse	Varmetab Brutto MWh	Udnyttelsesgrad %	Varmetab Netto MWh
A, B, C, E	1.390	Ledninger i terræn	377	0	377
D	3.710	Hovedledninger under gulv	822	50	411
F	7.100	Ledninger til radiatorer	362	100	0
G	1.850	Ledninger til varmtvandsbeholde re	295	50	148
Samlet, beregnet varmetab			1.856		936

Tabel 4 Oversigt over beregnet varmetab

Det skal anføres, at der for delafsnit A, B, C og E er givet et tillæg på 15% i forhold til nye ledninger. For de øvrige typer, er der ikke givet noget tillæg. For disse typer optræder der en usikkerhed med temperaturniveauet hen over året, idet eksempelvis ledninger til radiatorerne kun er varme, når radiatoren er i drift.

Tilsvarende kan ledninger til varmtvandsbeholdere blive afkølet i perioder, hvor der ikke tappes vand. På denne baggrund er driftstiden for radiatorledninger ansat til 50% af tiden i et år og tilsvarende er driftstiden på ledninger til varmtvandsbeholdere ansat til 75% af tiden.

Det er i tabel 4 forudsat, at varmetabet fra hovedledninger under gulv, radiatorledninger og ledninger til varmtvandsbeholdere delvist kommer huset til gode. Andelen for hovedledninger og ledninger til varmtvandsbeholder er ansat til 50%, medens tabet fra radiatorledninger er forudsat udnyttet 100%. Med disse tal er beregnet et nettotab på 936 MWh. Det vil dog afregningsmæssigt være således, at bruttotabet, beregnet til 1.856 MWh, repræsenterer det "ikke målte" forbrug, hvorfor dette tab repræsenterer en fast omkostning.

De anførte varmetab kan sammenlignes med det årlige varmeaftag fra varmecentralen. Tallene for 1998 til 2002 er angivet i tabel 5 nedenfor og stammer fra besøgsrapport udarbejdet af DK-Teknik.

År	1998	1999	2000	2001	2002
Aflæst forbrug, MWh	8697	8193	7484	6103	6567
Graddøgn	3076	2887	2658	3080	2916
Korr. til normal år, MWh	8774	8667	8413	6151	6896
Korr. forbrug pr. m <sup>2</sup>	0,173	0,171	0,166	0,121	0,136
Vurderet varmetab, MWh	936	936	936	936	936
Vurderet varmetab i % i forhold til korr. forbrug	10,7	10,8	11,1	15,2	13,6
Nettovarmeforbrug i normal år, MWh.	7838	7731	7477	5215	5960
Nettoforbrug pr. hus MWh/hus (370 ækvivalente huse)	21,2	20,9	20,2	14,1	16,1
Nettoforbrug pr. m <sup>2</sup> (50.780 m <sup>2</sup> ), MWh/m <sup>2</sup>	0,154	0,152	0,147	0,103	0,117

Tabel 5 Oversigt over varmeforbrug og vurderet varmetab. Normal graddøgn er 3112.

Ud fra tabel 5 kan anføres, at et nettovarmeforbrug på 0,10 til 0,12 MWh/m<sup>2</sup> forekommer at ligge indenfor et ret normalt forbrugsområde for fjernvarmeforbrugere i ældre boliger. Der kan i denne forbindelse henvises til vedlagte bilag 5 vedr. energimærkning af boliger. Desuden kan anføres, at det beregnede varmetab på 10-15% ligeledes må siges at ligge inden for et normalt område for det relativt tætliggende byggeri.

Til sammenligning kan nævnes, at parcelhusområder blandet med etageboliger typisk ligger omkring 20% i varmetab.

Ud fra oplysninger fra GFF for årene 99/00, 00/01, 01/02 samt 02/03 kan det gennemsnitlige vandforbrug til varmt brugsvand beregnes til 11.580 m<sup>3</sup>/år, hvilket svarer til et energiforbrug på ca. 600 MWh pr. år. Det vil sige, forbruget til varmt vand udgør fra 8-12% af nettovarmeforbruget angivet i tabel 5.

### Vurdering i forhold til aflæste streger

Ifølge tal modtaget via mail fra GFF er der registreret nedenstående energiforbrug fordelt på varmeår (1. juli-30. juni).

År	Registreret varmeforbrug inkl. varmt brugsvand GJ	Registreret varmeforbrug inkl. varmt brugsvand, MWh	Aflæste streger fra Brunata	Streger omregnet til varmeforbrug, MWh	Brutto varmetab inkl. varmt brugsvand beregnet ud fra streger, MWh	Graddagetal	Varmeforbrug korrigeret til normalår, MWh
99/00	26.300	7.306	2.198	4.858	2.448	2.717	8.082
00/01	24.500	6.806	1.916	4.235	2.571	2.923	7.134
01/02	22.800	6.333	1.812	4.005	2.328	2.783	6.884
02/03	25.200	7.000	2.046	4.522	2.478	3.203	6.848
Gennemsnit	24.700	6.861	1.993	4.405	2.456	2.907	7.221

Tabel 6 Registreret varmeforbrug og streger fordelt på varmeår.

I 5. kolonne fra venstre er der foretaget en omregning fra streger til varmeforbrug i MWh, idet en streg er sat til 2,21 MWh. Denne værdi er valgt således, at varmetabet i systemet i gennemsnit over de 4 år plus forbruget til varmt brugsvand netop bliver 1.856 MWh plus 600 MWh i alt 2456 MWh, hvilket repræsenterer bruttovarmetabet i tabel 4 samt det ovenfor beregnede forbrug til varmt brugsvand. Beregningen er behæftet med stor usikkerhed og kan kun betragtes som et fiktivt regneeksempel. Tallene i 6. kolonne fra venstre skulle så repræsentere bruttovarmetabet plus forbruget til varmt brugsvand i de enkelte år. Det ses, at dette varierer fra 2328 MWh til 2571 MWh, hvor den i beregningerne ovenfor er vurderet til 2456 MWh i gennemsnit. Endelig er i kolonnen yderst til højre foretaget en omregning af årsforbruget til normalårsforbrug til almindelig orientering.

Det vurderes ikke, at tallene i tabel 6 kan bruges til en reel vurdering af varmetabet.

Derimod viser både tabel 5 og tabel 6, at varmeaftaget i de enkelte huse er reduceret markant. Specielt bemærkes et meget markant fald fra 2000 til 2001, hvor faldet, jf. tabel 5, er på næsten 30% i forhold til 2000. I 2002 stiger forbruget lidt igen, idet faldet i 2002 i forhold til 2000 kun er på ca. 20%. I tabel 6 er faldet ikke så markant, idet det maksimalt udgør ca. 15%.

Baggrunden for dette fald vurderes at hænge sammen med installering af målere hos forbrugerne medio 1999. Desuden har GFF oplyst, at der er flere og flere, som installerer brændeovne i området.

Hvis forbrugerne omlægger til andre energiformer, vil varmetabet i systemet typisk stige – ikke absolut, men relativt, som det også fremgår af tabel 5, hvor varmetabet stiger fra 11% til ca. 15% som følge af det lavere varmeforbrug.

Hvis den samlede varmeafregning primært sker ud fra aflæsning af varmeenheder, vil de forbrugere, der sparer meget, typisk få en større reduktion i varmeregningen, end besparelsen egentlig giver baggrund for, idet systemet har nogle faste omkostninger, som eksempelvis varmetabet, som forbliver uændret, selvom varmeforbruget reduceres. Denne problematik skal dog ikke belyses i nærværende rapport, men hvis der optræder et sådant problem, må man typisk indføre en fast afgift til at dække de faste omkostninger. Varmetabet i denne afregningsmæssige sammenhæng repræsenterer bruttotabet i tabel 4 svarende til 1.856 MWh.

#### Antal skader

På bilag 1 er angivet en oversigt over oplyste antal skader/reparationer dels på rør indvendig i husene og dels på rør placeret i terræn. Oplysningerne er bl.a. baseret på en spørgeskemaundersøgelse, hvor 241 ud af 360 har returneret spørgeskemaet.

Antallet af oplyste skader er resumeret i tabel 7.

Sted	Antal oplyste i alt	Skønsmæssige længde km	Skønsmæssig årrække, hvor skaden er sket	Relativt antal skader
Rør indvendig i husene	20	12,7	15 år	0,11 skade pr. km pr. år
Rør placeret i terræn	11	1,39	15 år	0,53 skade pr. km pr. år

Tabel 7 Antal oplyste skader



Betragtes tallene i tabel 7, kan følgende anføres:

- Antallet af skader på rør inde i husene er formentlig undervurderet, idet kun ca. 2/3 har svaret i spørgeskemaet. Da disse rør ligger i et tørt miljø, burde levetiden være meget høj. Årsagen til de registrerede skader vurderes primært at kunne tilskrives uheldige detaljer i forbindelse med rørens placering og udførelse. På bilag 2 er skaderne placeret efter årstal. Det bemærkes, at de fleste skader, hvor årstallet er oplyst, ligger inden for de seneste år, idet der er registreret 8 skader inden for de seneste 4 år.

Dette kan hænge sammen med indberetningsmåden, idet man bedst husker de seneste år, der kan også være tale om en statistisk tilfældighed, men det kan evt. også være en tendens, som vil fortsætte pga. rørens alder. Men som udgangspunkt burde rørene kunne holde mange år endnu, idet de ligger beskyttet under gulvene i husene.

- Antallet af skader på ledninger i terræn er beregnet til 0,53 skader pr. km pr. år. Disse skader er også illustreret på bilag 2 i forhold til årstallet for skaderne. Her ligger 9 ud af de 11 skader inden for de seneste 4 år, altså igen en tendens til et stigende skadesantal.

Sammenlignes nøgletallet på 0,53 skader/km/år med offentlige statistikker fra Tyskland og Sverige, så ligger tallet typisk i intervallet 0,1 til 0,2 skader/km/år. I statistikker vil der dog typisk være tale om både nye og ældre rør, medens vi her taler om rør, der er ca. 30 år gamle. Ud fra kendskab til andre værker, som har denne muffetype, er tallet på 0,53 skader/km/år ikke direkte atypisk.

RAMBØLL har i foråret 2003 lavet en mufferenoveringsplan for et værk, som lå på 0,55 skade/km/år. Her var mufferne typisk fra 1985 til 1988. Ved et andet værk var tallet 0,48 set over en 12-årig periode. Her var mufferne udført i perioden 1988 til 1995.

Alt i alt må skadesantallet vurderes til at ligge relativt højt i forhold til nyere net, men antallet af skader er ikke atypisk. Mange værker med disse muffetyper vælger dog i dag ved reparationer at skifte til andre muffetyper, specielt på de større ledningsdimensioner.

### Jordbundsforhold

Antallet af skader på muffesamlinger hænger ofte sammen med jordbundsforholdene, idet en meget fugtig og vandrig jord typisk giver flere skader end tør jord, og desuden registreres der typisk flere skader, når rørene ligger i græsareal, hvor regnvand kan trække direkte ned til rørene. Hvor ledninger ligger under afdrænede belægninger, ligger de typisk mere beskyttede.

I den anledning er der inspiceret en række opgravninger i området, idet der skulle graves op til vandsystemet i området. Resultatet af disse undersøgelser er angivet på bilag 3.

Resultatet af undersøgelsen viste, at der i alle udgravninger var tørre forhold bortset fra en, hvor der var vand i udgravningen. Det vurderes dog, at der var tale om regnvand og ikke grundvand. Det vurderes således alt i alt, at områdets grundvand ikke vil påvirke ledningsnettet, men der kan evt. i situationer med meget nedbør opstå et periodevist vandtryk på dele af ledningsnettet.

Hvis man siger, at helt tør jord (eksempelvis sandjord) ikke påvirker utætte muffesamlinger, medens jord med permanent, høj grundvandsstand giver en kraftig påvirkning, må jordbunden i GFFs område vurderes at give en middel påvirkning af utætte muffesamlinger. Påvirkningen vil typisk opstå i perioder med meget vådt vejr. Påvirkningen vil betyde, at der vil opstå korrosion på stålroret, når vand udefra trænger ind i utætte muffesamlinger.

#### Økonomi ved udskiftning af ledningsnettet i terræn

I dette afsnit laves en forenklet beregning af økonomien ved at udskifte ledningsnettet i terræn til velisolerede dobbeltrør.

Skønnet anlægsinvestering, jf. bilag 4a: Prisen er reduceret med 15% i forhold til bilag 4a, idet der forudsættes dobbeltrør og krympesvøb (se afsnit 5.2.2.)	4,40 mio. kr.
Annuitet, 20 år, 5% p.a.	355.000 kr./år
Varmetab med dobbeltrør	208 MWh
Varmetab i dag	377 MWh
Sparet varmetab	169 MWh
Varmekøbspris 108 kr./GJ ~	389 kr./MWh
Sparede udgifter i varmetab	66.000 kr.
Annuitet minus varmetab	290.000 kr.

Det vil sige, de årlige udgifter til reparation af skader skal overstige omkring 290.000 kr. før, det kan betale sig at lave en total udskiftning af ledningsnettet. Da forsikringen i dag betaler en del af udgiften til reparation, og da der fortsat optræder et begrænset antal skader pr. år, vurderes det ikke at være rentabelt at udføre en totalreovering af systemet på nuværende tidspunkt. Da skadesantallet tilsyneladende er stigende, er det dog vigtigt at følge op på denne vurdering.

## Sammenfatning vedr. tilstanden af ledningsnettet i terræn

Ud fra de opstillede tal kan følgende anføres:

- Spædevandsforbruget til spædevand vurderes at ligge over gennemsnittet i forhold til statistik fra Danske Fjernvarmeværkers Forening.

Forbruget kan begrænses, hvis utætheder kan findes på et tidligere tidspunkt. Termografi er et vigtigt middel til afdækning af utætheder.

- Det vurderes, at temperaturniveauet ligger på et passende niveau. Evt. kan returtemperaturerne reduceres via en informationskampagne, men der vil være tale om relativt få grader.
- Der optræder usikkerhed om størrelsen af varmetabet i systemet, men en teoretisk beregning antyder, at varmetabet fra ledninger i terræn udgør ca. 400 MWh pr. år svarende til omkring 6% af varmeproduktionen. Det vurderes således, at der er tale om begrænsede tab. Det vil sige, en reovering vil ikke kunne finansieres via reduceret tab i ledningsnettet.
- Ledningstyper i jord er I.C. Møller (nu Alstom). Denne ledningstype må forventes at have en lang levetid, så længe der ikke kommer fugt ind i isoleringen. Erfaringer viser, at der vil opstå utætheder ved de benyttede muffesamlinger, hvorfor disse skal skiftes/reoveres hen ad vejen. Da mufferne er udført af stål, vil de være påvirket af korrosion, som kan gøre dem utætte.

Ved reparation af samlinger bør der skiftes type, eksempelvis til svejste PEH-kappesamlinger.

Antal muffeskader ligger i størrelsesorden 0,50 skade/km/år, hvilket ligger over gennemsnittet for muffeskader, som typisk ligger i intervallet fra 0,1 til 0,2 skader/km/år. I forhold til ledningernes alder og muffetype er skadesantallet dog ikke alarmerende.

- Det vurderes, at jordbundsforholdene i området hen over året vil skifte mellem tør jord uden vandtryk i tørre perioder og fugtig jord med stedvis vandtryk i våde perioder af året. Det vil sige evt. utætte samlinger vil primært blive udsat for vandindtrængen i de våde perioder.

## **Konklusion**

Alt i alt vurderes, at nettet lever op til normal (forventet) standard for denne type ledninger, hvorfor der ikke vurderes at være et renoveringsbehov her og nu. Ved skader/utætheder på muffesamlingerne bør disse skiftes så hurtigt som muligt, og der bør eksempelvis skiftes til svejste samlinger.

Ledningsnettet er i dag ca. 34 år. Det vurderes, at ledningsstrækningerne kan holde 10-20 år endnu og måske længere, hvis muffesamlingerne holdes i orden. Til gengæld må det forventes, at muffesamlingerne vil blive mere og mere nedbrudt over de kommende 10-20 år. Hvis antallet af skader stiger til 5 til 10 pr. år, så vil det formentlig være mere økonomisk at renovere ledningsnettet end at fortsætte vedligeholdelsen. I denne forbindelse skal der også ses på gener ved de mange opgravninger.

### Sammenfatning vedr. hovedledninger i husene

Disse ledninger ligger meget upraktisk, når der opstår skader, idet utætheder kan medføre vandskade i husene.

Som udgangspunkt skulle ledningerne kunne holde i mange år, idet de ligger i et tørt miljø under gulvene. Alligevel er det oplyst, at der i de sidste ca. 15 år har været 20 skader på disse ledninger. Skadesårsagerne må tilskrives detaljer, som er udformet/udført uheldigt.

## **Konklusion**

Selv om der har været en del skader på rør inde i husene, vurderes der ikke at være noget behov for en totalrenovering af dette system, idet systemet som udgangspunkt ligger i et tørt miljø under gulvene i husene.

### Samlet konklusion vedr. ledningsnet

Ud fra de anførte oplysninger om ledningsnettets konstruktion samt ud fra de anførte skadesantal, vurderes der ikke umiddelbart noget behov for at gennemføre en totalrenovering af ledningsnettet.

Den klare ulempe ved det etablerede system er det forhold, at hovedledningen føres i kanaler under husene, hvorved disse er meget vanskelige at reparere/udskifte.

Desuden kan utætheder på disse ledninger medføre vandskade i huset, idet et evt. vandtab erstattes af spædevand, der tilføres fjernvarmesystemet på varmecentralen. Hvis der eksempelvis ikke er nogen hjemme i huset, så kan vandskaden udvikle sig over længere tid.

Det skal dog anføres, at denne type løsning ikke er usædvanlig for fjernvarmesystemer i Danmark. Desuden har nærværende system den fordel, at det ikke er koblet direkte på et større fjernvarmesystem, men kører i sit eget system, hvor både temperatur og tryk kan tilpasse de aktuelle forhold i denne bebyggelse.

Der findes systemer i dag, som kan overvåge flowet til hver gård og give alarm, hvis frem- og returflowet ikke er af samme størrelse. En dobbeltmåler med elektronik koster omkring 30.000 kr. Hertil kommer etablering af et bygværk, hvor systemet kan placeres. Alt i alt må påregnes en udgift på 50.000-75.000 kr. pr. gård. Hertil kommer udgiften til overvågning af denne året rundt.

## Forsyning fra Nordforbrænding

### Organisering

GFF overvejer at lade området indgå i en forsyning fra Nordforbrænding (NF), således at GFF i større eller mindre grad overdrager drift og vedligeholdelse af fjernvarmesystemet til NF.

Ved en sådan overdragelse kan det tænkes, at NF vil stille krav til vedligeholdelsesstandarderne af det eksisterende system, således at NF ikke påtager sig en urimelig udgift ved at overtage systemet.

Til gengæld må GFF stille krav om, at GFF som minimum bliver behandlet på lige vilkår med andre forbrugere i NFs fjernvarmesystem.

Det er tanken, at GFF stadig skal afregne via målere i Varmecentralen, hvorved GFF stadig skal foretage den interne fordeling mellem de enkelte huse.

I princippet kunne man også forestille sig, at der etableres et selvstændigt fjernvarmestik til hvert hus, således at NF i princippet kunne afregne med hvert hus. Herved ville GFFs rolle som ”varmeforening” helt kunne nedlægges.

For at illustrere anlægsøkonomien i de forskellige tilfælde er der udført anlægsoverslag over de tekniske løsninger, som kunne komme på banen i forbindelse med en forhandling med NF.

De tekniske løsninger opdeles på følgende tre modeller, benævnt løsning A, B og C:

- Løsning A: Det nuværende fordelingsprincip bibeholdes
- Løsning B: Husene får egen stikledning og egen energimåler
- Løsning C: Hver gård bliver kunde ved NF

Modellerne med anlægsoverslag er beskrevet i det følgende.

Løsning A: Det nuværende fordelingsprincip bibeholdes

Løsning A1: Det eksisterende ledningsnet i terræn bibeholdes

Jf. beskrivelsen i kapitel 4 vurderes der ikke at være noget akut behov for en renovering. Så denne model ville indebære, at der foretages udskiftning/renovering primært af mufferne, når der konstateres fejl på disse. Det må her overvejes, at skifte til en anden muffetype, eksempelvis svejste muffe.

Vedligeholdelse af det underjordiske system kunne overgå til NF. Det skal også overvejes, om NF vil dække varmetabet i dette system. Dette vil afhænge af, hvilke aftaler NF har indgået med andre storforbrugere med tilsvarende interne ledningsnet. Det skal også overvejes, om NF vil overtage alle murgennemføringer, således at NF overtager alle ledninger i terræn inkl. alle murgennemføringer. GFF skulle så alene stå for ledninger inde i husene.

NF skulle ligeledes i denne model overtage varmecentralen.

Løsning A2: Det eksisterende ledningsnet i terræn renoveres

Der er udarbejdet et anlægsoverslag, hvor ledninger i terræn skiftes. Overslaget er baseret på præisolerede plusrør med alarm, svejsekapper, svejsafgreningskapper og stålflex, hvilket er samme standard som det øvrige ledningsanlæg ved NF. Overslaget er beregnet til 5,2 mio. kr. ekskl. moms, jf. bilag 4a.

Overslaget vurderes at kunne reduceres med 10 til 20%, hvis ledningsnettet i stedet udføres med dobbeltrør og stikledninger med fleksible dobbeltrør i kobberrør og udførelse med krympesvøb.

Organisatorisk svarer denne model i øvrigt til 5.2.1 ovenfor.

Løsning B: Husene får egen stikledning og egen energimåler

Løsning B1: Det eksisterende ledningsnet i terræn bibeholdes

Ved denne model bibeholdes det eksisterende ledningsnet frem til ventilbrøndene. Herfra føres et nyt net i jorden rundt til alle husene, således at disse får egen stikledning og egen energimåler jf. oversigtstegning på bilag 4, hvor dette princip er vist for gård nr. 1. I de enkelte huse placeres et veksleranlæg til radiatorsystemet, og varmtvandsbeholderen kobles på stikket. I huset afbrydes hovedledningen, således at hvert hus får sit eget, separate varmesystem. Alle murgennemføringer til terræn afbrydes og lukkes.

Det vurderes, at den eksisterende DN 15 mm, som i dag forsyner varmtvandsbeholderen, vil være tilstrækkelig til at forsyne radiatoranlægget med varme fra den unit, der planlægges placeret ved den eksisterende varmtvandsbeholder.

Anlægsoverslaget er angivet på bilag 4b og udgøre i alt 27,2 mio. kr., ekskl. moms.

Ved denne løsning vil det teoretisk være muligt at nedlægge GFF som varmeforening, og NF kan tegne en varmeleveringsaftale med hver husejer.

**Løsning B2:** Det eksisterende ledningsnet i terræn renoveres

Denne model er en kombination af 5.2.2 og 5.3.1 ovenfor. Det vil sige, i GFFs område vil alle ledninger fra varmecentral til og med stikket til de enkelte huse blive helt nyt. Af det eksisterende system bibeholdes kun fordelingsystemet i de enkelte huse. Anlægsoverslaget bliver en sum af 5.2.2 og 5.3.1, det vil sige i alt 32,4 mio. kr., ekskl. moms. Prisen er behæftet med usikkerhed bl.a. under hensyntagen til valg af rørsystem, men også under hensyntagen til pladsforhold m.v. i de enkelte huse, hvor der skal indføres en stikledning, etableres en veksler samt skæres op i gulvet for afbrydelse af hovedledningen.

**Løsning B3:** Husene får eget stik via det nuværende fordelingsystem

Man kan tænke sig en anden mulighed for at forsyne de enkelte huse med eget stik, nemlig ved at lave et stik fra den eksisterende hovedledning under husene og så lave et delvist, nyt fordelingsystem rundt til radiatorsystemet under eller over gulvet i husene.

Denne model vil klart være billigere end modellen beskrevet i 5.3.1, men til gengæld vil der stadig gå et fælles hovedledningsnet under gulvene i husene. I Albertslund er der etableret systemer af denne type, men det er i huse med krybekælder, hvorved rørarbejdet kunne udføres uden at bryde gulvene op.

Et sådant system kunne etableres individuelt og trinvist, det vil sige, når et hus evt. skulle have nyt gulv, kunne systemet etableres, og kunden kunne evt. overgå som kunde i NF.

I systemet i Albertslund har varmeværket overtaget vedligeholdelsen af ledningerne i krybekældrene inkl. varmetabet. Men til gengæld afregner hvert hus som en enkelt kunde, det vil sige uden nogen form for storforbrugerrabat.

Modellen er ikke analyseret nærmere i denne undersøgelse, og der er således ikke udført anlægsoverslag for denne model.

Løsning C: Hver gård bliver kunde ved NF

Ud over løsningerne ovenfor kan man forestille sig en løsning, hvor hver gård bliver kunde ved NF, og NF etablerer en hovedmåler – evt. suppleret med lækageovervågning – ud for hver gård. Den enkelte gård må så køre et varmfordelingssystem, eller GFF kan fortsat stå for dette.

Løsningen kan suppleres med reovering af ledninger i terræn, ellers kræver løsningen kun investering i en hovedmåler ved hver gård. NF vil ved denne model komme til at overtage varmetabet i ledningsnettet i terræn.

Løsningen er kun nævnt for fuldstændighedens skyld, idet den næppe vil være økonomisk, hvis NF arbejder med rabat til storforbrugerne.

Investeringsmæssigt kunne man foreslå, at hovedmålerne skulle etableres af NF, idet målerne er deres ejendom.

#### Vurdering af de forskellige forslag

De forskellige forslag er resumeret i tabel 8 nedenfor.

Løsning	Beskrivelse	Investering mio. kr.	Fordele/ulemper
A1	Nuværende fordelingsprincip bibeholdes, ingen reovering.	0	<b>Fordele</b> Ingen investering her og nu. <b>Ulemper</b> Udgifter til reparationer. Større varmetab. NF vil evt. ikke overtage ledninger i terræn.
A2	Nuværende fordelingsprincip bibeholdes. Reovering af ledn. i terræn	5,2	<b>Fordele</b> Nyt net i terræn. Ingen gener fra reparationer. NF vil formentlig overtage nettet. Reduceret varmetab. <b>Ulemper</b> Investering skal afholdes.



Løsning	Beskrivelse	Investering mio. kr.	Fordele/ulemper
B1	Eget stik inkl. måler. Ingen renovering af ledn. i terræn.	27,2	<p><b>Fordele</b> Hvert hus får individuel afregning med NF. Hver forbruger får afgrænset varmesystemet til eget hus. GFF kan nedlægges som varmeselskab.</p> <p><b>Ulemper</b> Stor investering. Forøget varmetab fra de nye ledninger rundt i gården samt alle de nye stik. Dette tab dækkes dog af NF. Alle huse skal have udført lukning af hovedledning under gulv. Alle huse skal have en varmeveksler samt cirkulationspumpe.</p>
B2	Som B1, men ledningsnettet i terræn renoveres.	32,4	Som B1, dog er investeringen større i B2.
B3	Eget stik inkl. måler etableres via hovedledninger under gulvet.	Ikke beregnet	<p><b>Fordele</b> Lavere investering end i B1. Kan gennemføres fleksibelt over en lang periode.</p> <p><b>Ulempe</b> Hovedledningen under gulv skal bibeholdes.</p>

Løsning	Beskrivelse	Investering mio. kr.	Fordele/Ulemper
C	Hver gård bliver kunde ved NF.  Der regnes ikke med renoivering af ledninger i terræn.	0  Hvis NF betaler for hovedmålere ved hver gård	<b>Fordele</b> NF vil overtage varmetabet frem til hver gård. Løsningen kan naturligt suppleres med lækageovervågning. <b>Ulemper</b> Investering i nye målere ved hver gård. Fordelingsregnskabet skal laves for hver gård, det vil sige ekstra administration.

Tabel 8 Sammenligning af de 6 løsninger

## Forslag til handlingsplan

Ud fra beskrivelsen ovenfor kan der overvejes følgende forslag til handlingsplan.

1. Få NF til at overtage ledningsnettet i terræn samt varmecentralen. Afregning med NF foregår på hovedmåler i varmecentral, men korrigeret for varmetab i ledninger i terræn samt evt. ikke nyttiggjort varmetab fra hovedledninger under husene.
2. Hvis NF kræver ledninger i terræn renoiveret, kan der overvejes en forhandlingsløsning, hvor udgifterne deles i et forhold mellem NF og GFF.
3. På længere sigt kan løsning B3 introduceres. Når en kunde i dette system overgår til individuel afgrening, skal der nok opkrævet et ”gratis varme tillæg”, idet der skal betales for den nyttiggjorte varme fra hovedledningen under gulv.
4. Hvis der er et meget kraftigt ønske fra forbrugerne om at nedlægge GFF som varmeselskab og tilsvarende slippe for gennemgående ledninger under gulv, så må løsning B1 eller B2 gennemføres. Her må forhandles med NF om, hvor stor en del af anlægsinvesteringen, de evt. vil dække.

Som referencesituation kan GFF tænke på andre kunder ved NF. Princippet må være, at GFF hverken skal stilles bedre eller dårligere end de tilbud, der gives til øvrige, eksisterende eller nye kunder ved NF.