

find flere miljøvejledninger på [miljoevejledninger.dk](http://miljoevejledninger.dk)

---

# baggrundsdokument for miljøvejledning for fjernvarmerør

Udarbejdet af Henrik Fred Larsen, IPU  
28 november 2005

# Indhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>FORORD</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1 INDLEDNING</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1 PRODUKTGRUPPEN  | 7         |
| 1.2 MARKEDET FOR FJERNVARMERØR                              | 8         |
| <b>2 MILJØBELASTNINGER I LIVSFORLØBET FOR FJERNVARMERØR</b> | <b>10</b> |
| 2.1 LIVSFORLØB  | 10        |
| 2.2 DEN SAMLEDE MILJØBELASTNING                             | 11        |
| <b>3 PRODUKTION AF FJERNVARMERØR</b>                        | <b>12</b> |
| 3.1 MATERIALER  | 12        |
| 3.2 ENERGIFORBRUG   | 13        |
| 3.3 MILJØBELASTNINGER OG RESSOURCER                         | 14        |
| 3.3.1 <i>Globale miljøbelastninger og ressourcer.</i>       | 14        |
| 3.3.2 <i>Regionale miljøbelastninger</i>                    | 14        |
| 3.3.3 <i>Lokale miljøbelastninger</i>                       | 15        |
| 3.4 SUNDHEDSBELASTNINGER                                    | 15        |
| <b>4 UDLÆGNING AF RØR</b>                                   | <b>16</b> |
| 4.1 MATERIALEFORBRUG  | 16        |
| 4.2 ENERGIFORBRUG   | 16        |
| 4.3 MILJØBELASTNINGER                                       | 17        |
| 4.3.1 <i>Lokale miljøbelastninger</i>                       | 17        |
| 4.4 SUNDHEDSBELASTNINGER                                    | 17        |
| <b>5 BRUG AF FJERNVARMERØR</b>                              | <b>19</b> |
| 5.1 MATERIALEFORBRUG  | 19        |
| 5.2 ENERGIFORBRUG - ENERGITAB                               | 19        |
| 5.3 MILJØBELASTNINGER OG RESSOURCER                         | 20        |
| 5.3.1 <i>Globale og regionale miljøbelastninger</i>         | 20        |
| 5.3.2 <i>Lokale miljøbelastninger</i>                       | 20        |
| 5.4 SUNDHEDSBELASTNINGER                                    | 20        |
| <b>6 BORTSKAFFELSE</b>                                      | <b>21</b> |
| 6.1 MATERIALER  | 21        |
| 6.1.1 <i>Opgravede CFC holdige rør</i>                      | 22        |
| 6.1.2 <i>Opgravede rør med PVC kappe</i>                    | 22        |
| 6.1.3 <i>Opgravede CFC fri rør</i>                          | 23        |
| 6.1.4 <i>Fejlproducerede nye rør</i>                        | 23        |
| 6.2 ENERGIFORBRUG   | 23        |
| 6.3 MILJØBELASTNINGER                                       | 23        |
| 6.3.1 <i>Lokale miljøbelastninger</i>                       | 23        |
| 6.4 SUNDHEDSBELASTNINGER                                    | 24        |
| <b>7 ANBEFALINGER OMKRING VALG AF FJERNVARMERØR</b>         | <b>25</b> |
| 7.1 ANBEFALINGER FØR KØBET                                  | 25        |
| 7.2 ANBEFALINGER TIL MATERIALER                             | 25        |

|          |                                    |           |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 7.3      | ANBEFALINGER TIL PRODUKTION        | 26        |
| 7.4      | ANBEFALINGER TIL UDLÆGNING         | 26        |
| 7.5      | ANBEFALINGER TIL BRUGSFASEN        | 26        |
| 7.6      | ANBEFALINGER TIL BORTSKAFFELSE     | 27        |
| 7.7      | PRIORITERET SPØRGERAMME VED INDKØB | 27        |
| <b>8</b> | <b>VIDENSCENTRE</b>                | <b>28</b> |
| <b>9</b> | <b>LITTERATUR</b>                  | <b>29</b> |

# Forord

Dette baggrundsdokument er udarbejdet i projektet ”Revision og nyt koncept for miljøvejledningerne”, udført af Jan Viegand Analyse og Information (JVAI) og Institut for Produktudvikling (IPU) i 2004-2005 med støtte fra Miljøstyrelsens Program for renere produkter mv. Projektets formål har været at revidere og opdatere Miljøstyrelsens ca. 50 eksisterende miljøvejledninger til indkøbere samt at føre dem over i et nyt koncept. Resultaterne kan ses på web-adressen: [www.miljoevejledninger.dk](http://www.miljoevejledninger.dk). Ansvarlig for den faglige revision og opdatering er IPU, mens JVAI er ansvarlig for koncept og formidling.

Dokumentet erstatter Miljøstyrelsens tidligere baggrundsdokument for produktgruppen ”Fjernvarmerør”. Da der er tale om en opdatering af baggrundsdokumentets faglige indhold til i dag, er en stor del af indholdet genbrug fra det tidligere dokument: Anne Abildgaard, ”Baggrundsdokumentation – Fjernvarmerør”, Miljøstyrelsen, september 1998.

Projektet er blevet fulgt af en styregruppe bestående af:

- Rikke Traberg, Miljøstyrelsen (formand)
- Rikke Dreyer, SKI
- Bettina Jensen, DR
- Maj Green, KL
- Jens Peter Bjerg, ARF
- Mette Lise Jensen, CASA
- Christian Poll, IPU
- Jan Viegand, JVAI

# 1 Indledning

Denne baggrundsdokumentation dækker miljøbelastningerne ved fjernvarmerørs livsforløb.

Fjernvarmerør indgår i fjernvarmesystemet, der er den eneste realistiske mulighed for at udnytte lav-værdi spildvarme i stor målestok til rumopvarmning i Danmark. Overordnet set indgår fjernvarmerør således i et overordentligt miljøvenligt alternativ til traditionel rumopvarmning med brændsler eller elektricitet og medvirker til, at danske kraftværker tilhører verdens mest effektive såvel økonomisk som miljømæssigt. Fjernvarme er således en nødvendig nøgleteknologi i Danmarks bestræbelser på at nå EU's CO<sub>2</sub>-reduktionsmål.

Nærværende dokument fokuserer specifikt på fjernvarmerør, trukket ud af det miljøvenlige system hvori det indgår, og fremstillingen må ikke efterlade det indtryk at fjernvarmerør overordnet set bidrager til væsentlige miljøbelastninger – men gerne det indtryk, at den bevidste indkøber kan udvælge de fjernvarmerør på markedet, der giver de mindste miljøbelastninger..

## 1.1 Produktgruppen

Fjernvarmerør er isolerede rør, som anvendes til transport af varmt vand fra fjernvarmeværket til slutbrugeren. Røret består inderst af et medierør, oftest af [stål](#), omgivet af et isolerende lag af skumplast, oftest [PUR](#)-skum, samt yderst en beskyttelseskappe af plast, oftest [PE](#). Rørene produceres med både [PUR](#)-isolering og kappe af [PE](#) på fabrikken – såkaldte præisolerede rør

Ud over præisolerede medierør af stål bruges der også medierør af PEX (tværbundet [PE](#)) eller [kobber](#) til stikledninger fra hovedledningerne til den enkelte forbruger, hvor temperaturen er lavere (max 95 °C hvis der anvendes PE).

Danske varmeværkers fremløbstemperatur ligger normalt i niveauet 70 til 90 °C, mens kun enkelte værker er oppe på omkring 100 °C. I princippet skulle der således kunne anvendes medierør af plastmaterialer også til hovedledninger i stedet for metal – et koncept der ville lette bortskaffelsen af de udtjente rør væsentligt.

Lavtemperatur-fjernvarmesystemer med medierør i plastmaterialer er etableret, men dette har ikke været uproblematisk: Der er konstateret vanddiffusion fra plastmedierøret ud i skummet og en ilt diffusion ind i medierøret med algevækst til følge - begge dele vil ændre på andre komponenters levetid i rørsystemet og der befrygtes tillige et problem med salmonella. Ikke mindst er de anvendelige plastmaterialer væsentligt dyrere og kræver relativt store godstykkelser for at holde til temperatur og tryk i systemet. Det helt overvejende anvendte fjernvarmerør i Danmark – og i resten af Europa – er således stadig med medierør af stål.

Udover selve rørene tilkommer rørbøjninger, hjælpestoffer og materialer afhængigt af hvilket produktionsprincip, der anvendes. Samlinger af medierørene (stål) sker traditionelt ved elektro- eller autogensvejsning, når rørene er nedlagt. Efter samling af medierøret monteres en muffe henover samlingen, og denne isoleres på stedet.

Levetiden af fjernvarmerør afhænger af fremløbstemperaturen. Den europæiske norm /15/ kræver minimum levetid på 30 år ved konstant temperatur på 120 °C. Levetiden af fjernvarmesystemer er i høj grad afhængig af at rør samlinger er udført korrekt og holdbart. Et fjernvarmesystem anses at have en levetid på i størrelsesordenen 40-50 år. Der findes online systemer til overvågning af rørenes tilstand.

Når rørsystemet er udtjent adskilles rørsystemerne typisk ved eksisterende samlinger eller komponenter og optages og bortskaffes i længder af 6 eller 12 meter.

Der findes ikke generelle ordninger med hensyn til returtagning – og en returtagningsordning anses ikke relevant da det ikke er muligt at genbruge brugte rør på produktionsstederne.

Eksisterende regler for bortskaffelse åbner mulighed for deponering uden yderligere behandling, godt nok i modstrid med regler for deponering af brandbart affald, idet ca. 30 vægtprocent af materialet er yderst brandbart.

I den traditionelle bortskaffelsesindustri adskilles udtjente fjernvarmerør i materiale typer og materialerne genbruges i det muliges omfang. Medierør af stål eller andre typer metal genbruges i produktion af nyt metal. Hvis der er tale om medierør af plast bortskaffes hele røret til forbrænding. PUR-isoleringen sendes til forbrænding og PE-kappe uden PUR skum kan genbruges efter granulering.

De mest specialiserede bortskaffelsesindustrier for fjernvarmerør er yderligere i stand til at håndtere de store miljøbelastninger der følger alle de gamle fjernvarmerør, der skrottes i dag og de næste 15-20 år – det drejer sig om fjernvarmerør med kappe af [PVC](#) som produceredes frem til 1979 og en gruppe særdeles miljøbelastende opskumningsmidler, kaldet [CFC](#), til isoleringsmaterialer der anvendtes frem til 1994. Der ligger i Danmark omkring 37.000 km fjernvarmerør i den danske undergrund, hvoraf en væsentlig andel er af de stærkt miljøbelastende typer, specielt er typerne med CGC udbredte.

Både PVC og CFC frembyder store udfordringer hvis de skal håndteres miljømæssigt korrekt, men der findes enkelte bortskaffelsevirksomheder der mestrer teknologien. Der er således tungtvejende miljømæssige argumenter for at bortskaffe fjernvarmerør ved disse virksomheder.

## 1.2 Markedet for fjernvarmerør

I Danmark findes 3 producenter af fjernvarmerør, som ud over at forsyne det danske marked også har en betydelig eksport af præisolerede fjernvarmerør. Mere end halvdelen af den totale verdensproduktion af fjernvarmerør foregår i Danmark. /1/

Udover de 3 danske producenter er der enkelte importører af fjernvarmerør. Rørene kan desuden købes direkte fra producenter i lande indenfor og udenfor EU.

Det gælder generelt for producenterne i EU, at brugen af [CFC](#) i forbindelse med opskumning af [PUR](#)-isoleringen har været udfaset siden 1995. Danske producenter anvender i dag cyclopentan til opskumning, hvilket giver en meget god isoleringsevne. CO<sub>2</sub> til opskumning er et andet alternativ til [CFC](#), men giver en noget dårligere isolering end cyclopentan. Det er uvist, om der i nogle rør produceret udenfor EU anvendes [CFC](#) eller [HCFC](#) til opskumning.

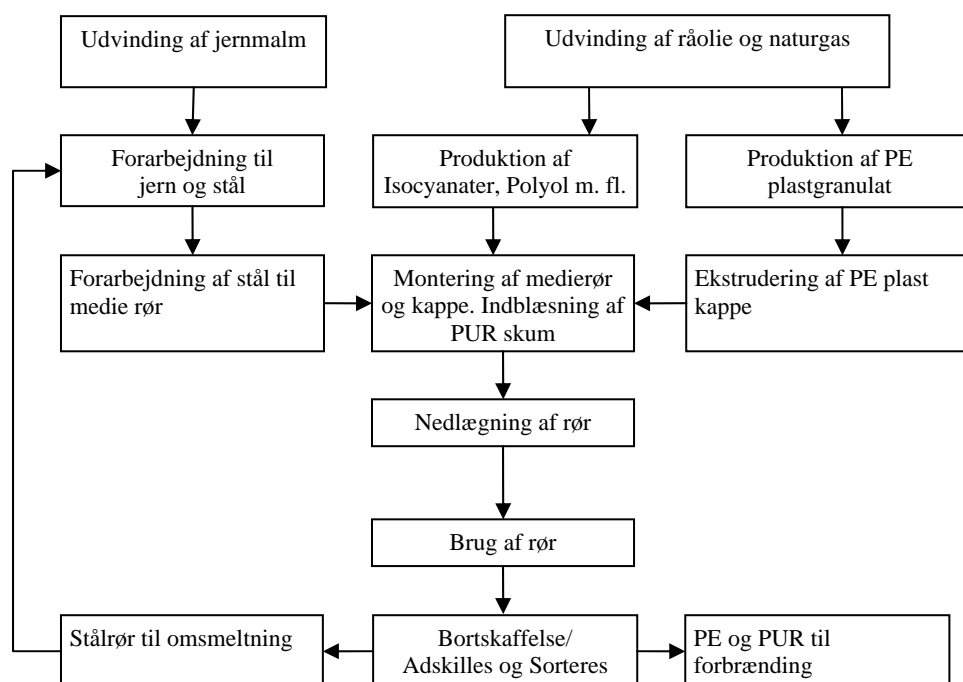
Fjernvarmerør er et kompositprodukt. Det betyder at rørene ved transport over landegrænser registreres efter det tungeste materiale. Det vil betyde, at det indgår under gruppen stålrør. Der vil derfor ikke umiddelbart foreligge oplysninger om opskunningsmidlet til isoleringsmaterialet.

## 2 Miljøbelastninger i livsforløbet for fjernvarmerør

### 2.1 Livsforløb

Beskrivelsen af miljøbelastningerne tager udgangspunkt i begrebet livsforløb, hvor der i princippet ses på alle faser i livsforløb. Det er fremstilling af råvarer til fjernvarmerør, fremstilling af fjernvarmerør, udlægning af fjernvarmerør, brug af fjernvarmerør og bortskaffelse af fjernvarmerør. I fjernvarmerørens livsforløb vil der være forskellige miljøbelastninger afhængigt af hvilken fase, man kigger på. Da der indgår forskellige materialegrupper (stål, andre metaller og to plasttyper), er der desuden tale om forskellige materialeressourcer samt miljø- og sundhedsbelastninger.

Livsforløbet for fjernvarmerør er skitseret figur 1.



Figur 1. Livscyklusdiagram for fjernvarmerør

Gennemgangen af miljøbelastningerne baseres på en vurdering af materialeforbrug, energiforbrug og miljøbelastninger – globalt, regionalt og lokalt – samt sundhedsbelastninger i de enkelte faser. Formålet er at vurdere hvilke miljøbelastninger, der er væsentlige. På baggrund heraf kan der opstilles relevante anbefalinger i forbindelse med indkøb af fjernvarmerør.

## 2.2 Den samlede miljøbelastning

De væsentligste processer og materialer, der indgår i fjernvarmerørens livsforløb, er vist i tabel 1 sammen med deres afledte miljøbelastninger. Den absolut væsentligste miljøbelastning tilskrives brugsfasen og skyldes fjernvarmeværkets produktion af ekstra energi til kompensation for varmetab i rørene. Vedligeholdelse og overvågning er vigtigt for at hindre, at der med tiden sker brud på medierørene og dermed tab af energi og vand. Der vil også være et energitab ved at pumpe mediet (vand) i rørene, og dette skal ses i sammenhæng med varmetabet og med den fysiske udformning af fjernvarmenettet (rørdimensioner, bøjninger, pumperegulering etc.).

De enkelte miljøbelastninger vil blive beskrevet mere detaljeret i de følgende afsnit.

| Belastninger / Livscyklus-fase   | Fremstilling af råvare  | Fremstilling af fjernvarmerør  | Udlægning af rør   | Brug af rør  | Bortskaffelse af fjernvarmerør   |
|--|---|--|--|--|--|
| <b>Materialeforbrug</b>  | Jernmalm.<br>Kobbermalm<br>Råolie og naturgas til PE og PUR.  | Stål, kobber, PUR og PE.   | Muffer, Flanger og PUR til samlinger<br>Stålkugler til afrensning.<br>Additiver.                               | Ikke relevant  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Affaldshåndtering af metaller og plast.</li> <li>PVC fra rør produceret før 1979.</li> <li>Genanvendelse og undgået produktion af nye materialer.</li> </ul>                    |
| <b>Energiforbrug</b>   | Udvinding af malme.<br>Udvinding og raffinering af råolie.  | Valsning af metalrør.<br>Ekstrudering af PE-kappe.   | Udgravning.<br>Svejsning af rørsamlinger.<br>Transport af rør  | Stor betydning:<br>Energi til kompensation for varmetab (Varmeledningsevne af rør)<br>Pumpetab                                     | Opgravning af rør.<br>Transport.   |
| <b>Miljøpåvirkninger</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>Globale</li> <li>Regionale</li> <li>Lokale</li> </ul> | Miljøpåvirkninger fra CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , kulbrinter og partikler ved udvinding og oparbejdning af råmaterialer | Udledninger fra energi til produktion. Gasser fra opskumning af PUR og ekstrudering af PE-kappe. | Udledning fra energi til gravearbejde samt opvarmning af rør.<br>Gasser fra svejsning og opskumning på stedet. | Stor betydning:<br>CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> m.fl. fra energi til kompensation for varmetab og pumpetab. | Emissioner ved <ul style="list-style-type: none"> <li>CFC fra rør produceret før 1994</li> <li>PVC fra rør produceret før 1979.</li> <li>omsmeltning af stål og kobber</li> <li>forbrænding af plast affald</li> </ul> |
| <b>Sundhedsbelastning</b>  | Arbejds miljø ved udvinding og oparbejdning.  | Gasser fra opskumning af PUR og sømsvejsning af rør  | Gasser fra svejsning af rørsamlinger og opskumning på stedet af PUR.<br>Ulykker.<br>Ergonomi.                  | Ingen relevante  | Arbejds miljø i forbindelse med materialesortering af brugte rør   |

Tabel 1. Processer og materialer, der medfører miljø-, sundheds- og ressourcepåvirkninger i fjernvarmerørs livsforløb.

Som det ses i tabel 1 er miljøbelastningerne ved bortskaffelse af udtjente fjernvarmerør i dag, og de næste 15-20 år, præget af fortidens synder, i form af stofgrupperne PVC og CFC, der i dag er udfaset i produktionen i Danmark – men formodes stadig at kunne genfindes på produktionssteder uden for EU.

## 3 Produktion af fjernvarmerør

Præisolerede fjernvarmerør er mest almindeligt fremstillet af:

- [stål](#)-medierør
- [PUR](#)-isolering
- [PE](#)-kappe

Dertil kommer diverse komponenter til samling af rør i forbindelse med udlægningen. Til stikledninger anvendes oftest rør fremstillet af tværbundet PE isoleret med PUR-skum. Denne type rør kan også anvendes til egentlig transport af det varme vand (medierør) fra fjernvarmeværket, hvis der er tale om lavtemperaturfjernvarme (max 95 °C). [Kobber](#) anvendes ligeledes til stikledninger, da materialet har store fordele med hensyn til temperaturlbestandighed, tæthed for diffusion i forhold til PEX, med hensyn til korrosionsbestandighed, håndterlighed samt glathed i forhold til stål. Kobber er således et materiale, der har stigende betydning for videreudvikling af et sikkert og fremtidssikret fjernvarmenet med lang levetid.

Der foreligger en række standarder, der skal overholdes i forbindelse med produktion af fjernvarmerør – disse er DS/EN 13941:2003, DS/EN 14419:2004, DS/EN 253 ru:1996, DS/EN 253:2003, DS/EN 448 ru:1996, DS/EN 448:2003, DS/EN 488 ru:1996, DS/EN 488:2003, DS/EN 489 ru:1996 og DS/EN 489:2003. Standarderne kan erhverves på <http://axapta.ds.dk/>

### 3.1 Materialer

Fremstillingen af præisolerede fjernvarmerør er beskrevet i de følgende afsnit. Præisolerede stikledninger fremstilles i princippet på samme måde, men her kan der anvendes [kobber](#) eller tværbundet [PE](#) (PEX) til medierør.

#### **Stålrør**

Medierøret i fjernvarmerør fremstilles fra præfabrikerede [stålrør](#) i lige længder fra 6 til 16 m eller ruller på flere hundrede meter, som indkøbes af fjernvarmerørsproducenten fra en underleverandør. Rørene er typisk fremstillet i Schweiz, England, Sverige, Tyskland og Finland.

#### **PUR isolering**

Til isolering af rørene anvendes opskummet polyurethan ([PUR](#)). Isoleringen udføres ved at indblæse reagenserne isocyanat og polyol sammen med et opskumningsmiddel i mellemrummet mellem medierør og kappe. Under indblæsningen fikseres medierøret og kappen i forhold til hinanden. Der er udviklet teknologi, så indblæsningen kan foretages kontinuert, hvorved man undgår kuldebroer og en bedre isolering.

Som [opskumningsmiddel](#) har tidligere været anvendt [CFC](#) eller [HCFC](#). Dette er i dag afløst af cyclopentan. [CO<sub>2</sub>](#) er et andet alternativ, men giver en dårligere isoleringsevne end brugen af cyclopentan. Derfor er de fleste producenter i dag gået over til at anvende cyclopentan /1,9/. Cyclopentan er imidlertid meget brandfarlig, så brugen af det kræver særlige forholdsregler under produktionen.

Ca. 50% af isoleringsevnen skyldes den gas, der er i de lukkede celler. Det er derfor vigtigt, at der anvendes en gas, der har en høj isoleringsevne (lav varmeledningsevne). Det er ligeledes vigtigt, at gassen forbliver i cellerne og ikke diffunderer ud af cellerne for dermed at blive erstattet af atmosfærisk luft, som har en væsentligt ringere isoleringsevne. CO<sub>2</sub> har en tendens til hurtigere at diffundere ud end f.eks. cyclopentan. Der er udviklet membraner, som anbringes under kappen, og som skal sinke diffunderingen af opblæsningsmidlet.

### PE kappe

Til kappen på fjernvarmerør benyttes forskellige typer af [PE](#) – HDPE, MDPE og LDPE.

Kapperør til fjernvarmerør fremstilles som regel af rørfabrikanten, der indkøber PE-granulat og ekstruderer det til rør. Ved ekstruderingen opvarmes plasten til smeltning, og den flydende masse presses igennem dyser, således at der dannes et rør.

### Genanvendelse af produktionsaffald

Affald fra afskær og fejlproduktion kan genanvendes. PE-kappen kan regranuleres og bruges til ekstrudering af nye rør. PUR skum kan ligeledes granuleres og iblandes nyt skum under opskumning. Stål og kobber sendes til omsmelting. Ved genanvendelse undgår man produktion af nyt materiale, hvorved der spares energi og ressourcer.

## 3.2 Energiforbrug

Energiforbruget til produktion af fjernvarmerør er i fokus hos producenterne på samme måde, som det generelt er gældende i industrien. En del af producenterne har indført miljøstyring af produktionen, hvor minimering af energiforbruget til produktionen er en del af målsætningen. Det vil derfor være relevant at spørge den enkelte producent, om de har indført miljø- eller energistyring af produktionen, samt om der foreligger et grønt regnskab. Det vil ligeledes være oplagt at spørge om producenten i forbindelse med sit miljøstyringssystem også stiller krav til underleverandører.

Forbruget af primær energi til produktion af fjernvarmerør kan beregnes ved at vurdere energiforbruget til delelementer. Der er benyttet energioplysninger for [plast](#) og [stål](#). Energiforbruget til fremstilling af stål- og HDPE- rør antages at være på 10 MJ/kg. Det forudsættes, at der er tale om et stålrør med en ydre diameter på 60 mm og en godstykkelse på 2,9 mm. Isoleringstykkelsen udgør 30 mm og PE-kappens godstykkelse er 2,5 mm. Rørets samlede diameter er 125 mm. Vægten pr. m af de enkelte dele er beregnet til: stål 3,5 kg, PUR 0,7 kg og PE 0,9 kg. Energiforbruget til de enkelte elementer pr. løbende m rør er anført i tabel 2.

| Delelement                    | Energiforbrug pr. m rør<br>MJ |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Stålrør                       |                               |
| Primær stål                   | 95                            |
| Fremstilling af medierør      | 35                            |
| PE-kappe                      |                               |
| Primær PE granulat            | 67                            |
| Fremstilling af rør til kappe | 9                             |
| PUR-isolering                 | 64                            |
| I alt                         | 270                           |

Tabel 2. Energiforbrug til produktion af 1 m fjernvarmerør, 125 mm i diameter

Det primære energiforbrug til produktion af stålrøret er større end det primære energiforbrug til fremstilling af henholdsvis PE kappe og PUR-isolering. Når det brugte fjernvarmerør bortskaffes skal dette dog ses i lyset af, at der spares forholdsvis mere energi ved genvinding af stål end der genvindes ved affaldsforbrænding af PE og PUR, se kapitel 6 om bortskaffelse.

### 3.3 Miljøbelastninger og ressourcer

I det følgende belyses de væsentligste miljøbelastninger i produktionen af fjernvarmerør i forhold til globale, regionale og lokale miljøbelastninger samt ressourceforbrug.

#### 3.3.1 Globale miljøbelastninger og ressourcer.

Globale miljøbelastning omhandler udledning af [drivhusgasserne](#) kuldioxid og methan.

[CFC](#) og til dels [HCFC](#) bidrager til [ozonlagsnedbrydningen](#), men er substitueret i dag /1,9/, i al fald for Vesteuropæiske producenters vedkommende. Hvis der anvendes rør af f.eks. østlig oprindelse anbefales det derfor at vælge rør fra en leverandør, der dokumenteret ikke anvender CFC eller HCFC til opskumning.

Energiforbruget til fremstilling af fjernvarmerør samt udvinding og raffinering af råolie medfører udledning af CO<sub>2</sub>. Energiforbruget vil primært bestå i naturgas og olie.

Materialeforbruget til fjernvarmerør består af ikke-fornyelige ressourcer. Af ressourcerne til fjernvarmerør har olie/ naturgas til produktion af PE og PUR en begrænset forsyningshorisont, men er ikke knappe målt i forhold til det forbrug af olie og naturgas der er forbundet med varmetabet. Stål regnes ikke for en knap ressource. [Kobber](#) er en knap [ressource](#) med en kort forsyningshorisont hvilket gør at genvinding af kobber i kobberholdige fjernvarmerør særligt vigtigt.

#### 3.3.2 Regionale miljøbelastninger

Produktion af stål fra jernmalm samt fremstilling af stålrør medfører udledning af svovldioxid (SO<sub>2</sub>) og kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>) til luften, giver [forsuring](#) og [næringssaltbelastning](#).

Fremstilling af råvarer til PUR-isoleringsskummet og PE-kappen indebærer udvinding og raffinering af råolie. Udvindingen af råolie medfører risiko for udslip af olie til marine områder. Raffineringen af råolien medfører udledning af flygtige organiske opløsningsmidler. Ved fremstillingen af PUR-skummet vil der være risiko for emission af opskumningsmidlet samt diisocyanat. Det forventes dog at være af mindre omfang, men vil afhænge af hvor effektiv en miljøstyring den enkelte producent har indført.

Det forventes ikke, at der sker udledninger af betydning i forbindelse med fremstilling og forarbejdning af polyethylen (PE) til kappen /8,14/.

### 3.3.3 Lokale miljøbelastninger

Ved udvinding af jernmalm til fremstilling af stål vil der ske en kraftig påvirkning af landskabet. I jern- og metalindustrien er der generelt meget støjende processer, som kan påvirke omgivelserne. Derudover er der oplag af affald og emission af [tungmetal](#)holdigt støv samt risiko for forurening af jord og grundvand /3/. Det er derfor en væsentlig parameter i valg af produkt, at producenten stiller krav eller har kendskab til miljøforholdene hos sin underleverandør af stålrør og en væsentlig grund til at genanvende stålet fra brugte fjernvarmerør, så produktion af nyt stål kan undgås.

Produktionen af PUR-isoleringskum og PE-kappen kan medføre udledning af støv.

### 3.4 Sundhedsbelastninger

De sundhedsmæssige belastninger, der er relevante for fjernvarmerør, er arbejdsmiljømæssige belastninger og øvrige sundhedsmæssige belastninger af mennesker på grund af fremstilling af fjernvarmerør.

Der henvises til beskrivelsen af [PUR](#) vedrørende sundhedsrisici forbundet med reaktionsprodukterne. Opskunningsmidlet cyclopentan er et organisk opløsningsmiddel, der medfører sundhedsmæssige skader og ved længere tids påvirkning kan medføre hjerneskade. Der er fastsat en grænseværdi for cyclopentan i arbejdsmiljøet /6/.

Ved opvarmning og smeltning af [PE](#) granulatet til kappen kan der ske afgivelser af dampe, der i arbejdsmiljøet kan virke luftvejsirriterende.

Den aktuelle påvirkning vil afhænge af effektiviteten af ventilation og udsugning under fremstillingen. Det er derfor vigtigt, at det aktuelle miljøstyringssystem også omfatter arbejdsmiljøforholdene.

## 4 Udlægning af rør

Det er muligt at udgrave til rørene, nedlægge og tildække rørene i en arbejds gang.

Samlinger af medierørene (stål) sker traditionelt ved elektro- eller autogensvejsning, når rørene er nedlagt. Efter samling af medierøret monteres en muffe henover samlingen. Muffen har en lidt større diameter end kapperøret, og der dannes i muffen et hulrum mellem medierøret og muffen. Hulrummet isoleres ved opskumning af PUR-skum på stedet, eller med færdigt opskummede halvskåle, som anbringes omkring rørsamlingen.

Mufferne findes i flere forskellige udførelser, og kan være udført i stål belagt med PE, i ren PE eller i krydsbundet PE (kaldet PEX). Mufferne monteres alt efter type med forskellige metoder. Der kan fx. anvendes svejsemuffer, der er udført i polyethylen, som samles ved hjælp af varmetrådssvejsning, hvorved muffe og rør smelter sammen til en fast enhed. En anden type er krympemuffer, som er udført i tværbundet polyethylen og samles ved at skyde muffen henover samlingen, som herefter nedkrumpes ved opvarmning.

Ved transport af varmt vand i medierørene sker der en udvidelse af rørene. Denne udvidelse kan delvist kompenseres ved bevægelse af hele røret inklusive isolering og kappe. Det kræver, at stålrør, PUR-isolering og PE-kappe er fast forbundet til hinanden via opskumningen. Dette princip anvendes typisk i Danmark.

Før der sendes varmt vand igennem medierørene, kan det være hensigtsmæssigt at opvarme rørene, så de kan modstå de trykspændinger, der kan opstå under transporten af det varme vand. Opvarmningen kan foregå ved hjælp af en elektrisk spænding eller ved at sende opvarmet luft under tryk igennem rørene. /2/. Det kan være nødvendigt at optage ekspansion ved bøjninger eller andet.

### 4.1 Materialeforbrug

Ved reovering af gamle rør fjernes disse før de nye rør udlægges. De gamle rør bør bortskaffes på forsvarlig vis, se kapitel 6 om bortskaffelse.

De nye medierør, der nedlægges i udgravningen (ny eller eksisterende) skal samles ved elektrosvæjsning. Efter samling af medierøret monteres en muffe. Isoleringen af hulrummet mellem medierør og muffe kan udfyldes med manuelt opskumningsudstyr eller maskinelt udstyr. Der findes desuden færdigt opskummede halvskåle, som anbringes omkring rørsamlingen før en krympemuffe monteres.

### 4.2 Energiforbrug

I forbindelse med udlægningen af rør vil der være et energiforbrug til selve gravearbejdet. Der vil ligeledes være et energiforbrug til opvarmning af rørene, før de tages i brug. Disse energiforbrug er af mindre betydning set i relation til rørenes levetid og forbruget til produktionen af rørene. /2, 16/.

Transport af råmaterialer og halvfabrikata (stålrør) koster energi og bidrager dermed miljøbelastningen. Afstanden fra producent til forbruger samt type og

udnyttelse af transportmidlet er afgørende for bidraget fra transporten. Det gælder både for transporten af de færdige fjernvarmerør og for transport af råmaterialer og stålrør til producenten. Transport med skib vil generelt betyde et lavere energiforbrug end landtransport /3/.

### 4.3 Miljøbelastninger

I princippet belyses de væsentligste miljøbelastninger i fjernvarmerørens livsforløb i forhold til globale, regionale og lokale miljøbelastninger. Imidlertid vil der ved udlægning af fjernvarmerør ikke forekomme nævneværdige globale eller regionale miljøbelastninger.

#### 4.3.1 Lokale miljøbelastninger

Ved udlægning af fjernvarmerør sker der en udgravning og fjernelse af eksisterende belægninger, som kan betyde kortvarige gener med hensyn til afvikling af trafik. Der vil desuden være risiko for støj under gravearbejdet samt midlertidig oplagring af fjernvarmerør, bortgravet belægning og fyldmateriale. Den gamle asfaltbelægning og fyldmaterialet bør genanvendes.

### 4.4 Sundhedsbelastninger

Under udlægningen af fjernvarmerør er en af de væsentlige sundhedsmæssige belastninger risikoen for udsættelse for svejserøg i forbindelse med samlinger af stålrør. Der kan være tale om svejsning af både stålrør og kappen. I forbindelse med svejsningen, kan der udvikles stoffer, der fremkalder sundhedsmæssige gener. Det skal derfor sikres, at udgravningen har en sådan størrelse, at udsættelsen for dampe fra svejsearbejdet undgås. Alternativt kan svejsningen og samlingen i vid udstrækning foregå på jorden. De sammensvejsede rør kan efterfølgende sænkes ned med kran.

Opskumningen af [PUR](#) på stedet medfører risiko for udsættelse for eksponering med isocyanater, polyol og opskumningsmiddel. Det er derfor vigtigt, at så stor en del som muligt foregår på fabrik.

I enderne af fjernvarmerørene er der en fri stålrørsende på min. 15 cm, således at det er muligt at svejse stålrørene sammen. Hvis udhærdet polyurethanskum opvarmes til mere end 175 °C, afgives der isocyanatdampe, der er skadelige ved indånding. Det er således vigtigt ikke at opvarme skumkernen ved svejsning, både ved elektrosvæjsning men især ved den meget varmeudviklende autogensvejsning. Iht. At-meddelelse nr. 4.04.3 skal man sikre sig mod varmepåvirkning af polyurethanskummet ved at afskærme med afdækningsplader f.eks af aluminium.

Ved afkortning af rør fjernes en del af kappe- og isoleringsmaterialet fra stålrøret, så der bliver en fri ende på min. 15 cm. Det er her vigtigt, at stålrøret omhyggeligt skræbes fri for isoleringsskum med en skraber, og at skummet fjernes fra jorden under svejsestedet og at der anvendes afdækningplader, således at der ikke udvikles isocyanatdampe.

Hulrummet mellem stålrøret og muffen på kapperøret kan opskummes med en polyurethanskum af samme type som anvendt i de præisolerede rør, eller der kan anvendes præfabrikerede halvskåle.

Opskumningen af hulrummet kan foregå på 2 måder:

1) Opskumningen kan foregå ved maskinopskumning, hvor skum indføres i samlingen fra mobilt apparatur, eller ved hjælp af to-komponentblandinger, der føres ind i samlingen. Den ene komponent består af isocyanater, mens den anden komponent består af polyol med cyclopentan.

2) Komponenterne leveres i færdige dobbeltpakninger med forskellige mængder, der passer til de forskellige samlingers størrelse. Umiddelbart før brug brydes en membran mellem de to komponenter, således at de kan blandes uden at åbne pakningen. Herefter føres blandingen ind i samlingen via huller i muffen, og når opskumningen er tilendebragt forsegles hullerne med propper.

Færdigt opskummet [PUR](#)-isoleringsiskum vil ikke bidrage væsentligt med sundhedsmæssige belastninger. Det samme gælder for [PE](#)-kappens vedkommende.

Arbejdet med isocyanatholdige produkter kræver særlig uddannet personale. Det er vigtigt, at Arbejdstilsynets anvisninger for arbejde med isocyanatholdige produkter følges.

Ved udlægning af fjernvarmerør er der desuden risiko for ergonomiske skader på grund af tunge løft og dårlige arbejdsstillinger. /17/ Disse forhold bør inddrages af den projekterende og den udførende. Det samme gælder jordens beskaffenhed og risiko for sammenskrivning under arbejdets udførelse.

## 5 Brug af fjernvarmerør

Rørens levetid skal mindst være 30 år og afhænger bl.a. af fremløbstemperaturen på vandet /18/. En høj temperatur (over 120 °C) betyder en hurtigere ældning af PUR-isoleringen, som derved bliver sprød med nedsat isoleringsevne til følge. Andre årsager til nedsat levetid er utætte muffe, hvorved fugt trænger ind og medfører stærkt reduceret isoleringsevne, eller korrosion af medierøret fordi den indbyggede zink-anode for modvirkning af tæring af stålet er tæret væk. Der findes systemer til overvågning af rørens tilstand, således at store varmetab og vandskader kan undgås.

Den altdominerende miljøbelastning set i livscyklusperspektiv tilskrives brugsfasen, og skyldes varmetab og pumpetab. Varmetabet nødvendiggør produktion af en ekstra varmemængde på fjernvarmeanlægget eller kraftvarmeværket til kompensation for varmetabet, og miljøbelastningen tilskrives denne ekstra produktion. Fjernvarmerør bør ikke ses isoleret, da det udgør et rørsystem, når det er lagt i jorden, hvor der kræves energi for at pumpe mediet rundt.

### 5.1 Materialeforbrug

I brugsfasen vil der ikke forekomme et nævneværdigt forbrug af råvarer – en lille andel til vedligehold kan komme på tale.

### 5.2 Energiforbrug - Energital

Rørets varmetab afhænger direkte af PUR-skummets isoleringsevne eller varmeledningsevnen, kaldet Lambda i fagsproget. Denne skal være så lille som muligt for at begrænse varmetabet - den europæiske norm EN 253 foreskriver en max. tilladelig Lambda på 0,033 W/mK for nye rør. En udmåling af nye rør leveret til danske fjernvarmeværker ligger i størrelsen 0,022 til 0,028 W/mK i henhold til test der blev udført af Distributionsgruppen under Dansk Fjernvarme i 2004.

PUR-skummet nedbrydes hurtigere med mindsket isoleringsevne til følge, jo højere vandtemperaturen er, og det gælder derfor om at minimere fremløbstemperaturen. Ved en fremløbstemperatur på 120 °C skal levetiden være minimum 30 år /15/. Ved en øgning af fremløbstemperaturen til blot 125 °C halveres levetiden til 15 år, og ved en sænkning til under 110 °C kan levetiden øges væsentligt ud over de 30 år /18/, forudsat at der ikke opstår andre fejl. En lavere fremløbstemperatur vil i sig selv betyde et mindre varmetab

Der findes fjernvarmerør med en barriere mellem skumisolering og kappe der modvirker udsivning af opskumningsmiddel, således at isoleringsevnen kun forringes meget lidt over tid. Selvom disse rør er dyrere i investering end traditionelle rør, er den driftsøkonomiske såvel som den miljømæssige gevinst ved disse rør overordentlig god over tid.

Varmetab for et nyt fjernvarmesystem kan variere fra 3 % til 30 % af den energi der produceres som fjernvarme. Varmetabet afhænger først og fremmest af fjernvarmenettets varmetæthed: Et højt varmetab målt i % er ikke nødvendigvis et udtryk for om anlægget er dårlig udført eller dårlig vedligeholdt. Et ledningsanlæg,

hvor den tilsluttede boligmasse har en lav varmetæthed, vil alt andet lige have et stort varmetab, målt i procent - hvis samme boligmasse har et lavt energiforbrug, så vil procenten være større endnu.

Selv om varmetabet er meget afhængigt af varmetætheden i systemet, kan varmetabet begrænses ved fornuftig udformning og dimensionering af rørsystemet, og pumpetabet kan yderligere begrænses ved elektronisk regulering af pumperne.

Hvis der sker tæring eller brud på røret, vil der være tale om tab af varmt vand og dermed et stort energitab. Rørledningen kan derfor med fordel være forsynet med et fugt meldesystem. Det kan eventuelt suppleres med en central overvågning. Fugtmelde systemet vil også reagere på utætheder i kappen, der medfører fugtindtrængning, med reduceret isoleringsevne og korrosion af medierøret til følge.

### 5.3 Miljøbelastninger og ressourcer

I det følgende belyses de væsentligste miljøbelastninger i brugsfasen i forhold til globale, regionale og lokale miljøbelastninger.

#### 5.3.1 Globale og regionale miljøbelastninger

Fjernvarmerørets isoleringsevne og dennes forringelse gennem levetiden spiller en væsentlig rolle for varmetabet, og dermed den mængde ekstra energi der skal produceres. Denne energiproduktion finder sted på kraftvarme-, fjernvarme- eller affaldsforbrændingsanlæg og medfører globale og regionale miljøbelastninger samt forbrug af fossile ressourcer. For affaldsforbrænding er der ikke et direkte forbrug af fossile ressourcer, men varmetabet giver mindre energi hos slutbrugeren, og dermed en mindre fortrængning af fossile ressourcer, end hvis tabet kan begrænses.

Der er derfor al mulig grund til at vælge fjernvarmerør med en barriere mellem skumisulering og kappe der modvirker udsivning af opskumningsmiddel, således at isoleringsevnen kun forringes meget lidt over tid.

#### 5.3.2 Lokale miljøbelastninger

I fjernvarmerørets brugsfase kan der ske tab af mediet (varmt vand) ved utætheder i medierør. I brugsfasen kan hovedledningerne overvåges med fugtmeldeanlæg. Skade på kappe og stålrøret kan derved opdages i tide, før der opstår korrosionsskade på stålrøret.

### 5.4 Sundhedsbelastninger

I fjernvarmerørets brugsfase er der kun meget små sundhedsmæssige belastninger – specielt hvis fjernvarmerør med en fordampningsbarriere mellem isolering og kappe er valgt og varmetabet derved er reduceret.

## 6 Bortskaffelse

Efter endt brug vil fjernvarmerørene gennemgå en skrotning, hvorfra miljøbelastningen afhænger.

Der findes ikke generelle ordninger med hensyn til returtagning i dag og brugte rør genbruges ikke i dag på fabrikkerne. Rør adskilles typisk ved eksisterende samlinger eller komponenter og optages og bortskaffes i længder af 6 eller 12 meter.

Eksisterende regler for bortskaffelse åbner mulighed for deponering uden yderligere behandling, godt nok i modstrid med regler for deponering af brandbart affald, idet ca. 30 vægtprocent af materialet er yderst brandbart. Endvidere giver denne deponeringsform på sigt andre problemer, når det drejer sig om gamle rør opskummet med CFC, da chlor-og flourgasser vil ødelægge muligheden for en fremtidig udnyttelse af metan fra deponiet, med mindre nedbrydningen er sket under anerobe forhold, hvilket jo ikke er fremherskende i Danmark.

### 6.1 Materialer

Brugte fjernvarmerør bør adskilles og bortskaffes i delkomponenter. Stål kan genanvendes, således at man undgår produktion af nyt stål. [Kobber](#) er en knap [ressource](#) med en kort forsyningshorisont hvilket gør genvinding af kobber i kobberholdige fjernvarmerør særligt vigtigt.

PE og PUR kan affaldsforbrændes, så man sparer anden energiproduktion.

I det omfang PE og PUR kan genanvendes undgår man produktion af ny PE, PUR eller andet materiale der erstattes. Med gældende normkrav vil PUR og PE fra rør, der har været i længere tids drift, ud fra en kvalitetsmæssig vinkel, ikke kunne genanvendes til produktion af nye rør, men højst kunne anvendes til andre produkter uden særlige kvalitetskrav. PE granulat er rimeligt let at genanvende, men genbrugsmetoder til PUR isoleringen er først inde i en udviklingsfase – flere genanvendelsesveje er foreslået og enkelte afprøvet, men det endelige gennembrud lader vente på sig lidt endnu.

Stål og kobber vil kunne genanvendes ved omsmelting, hvorimod den sikreste og mest økonomiske anvendelse af PUR og PE er kontrolleret forbrænding med varmeudnyttelse.

Med levetider på 30-50 år anses det urealistiske at binde leverandører op på et tilbageleveringskrav. Der har derfor ingen relevans at kræve, at producenter af rør skal tage rørsrot retur.

Skrottede rør bør behandles miljøsikkert hos specialiserede skrotfirmaer, for at sikre en miljømæssig forsvarlig bortskaffelse med så stort et genbrug af materialerne som muligt.

Det er vigtigt ved bortskaffelsen at skelne mellem 4 situationer:

- Gamle CFC holdige rør, der opgraves ved f.eks. ilægning af nye
- Gamle rør med PVC kappe, der opgraves ved f.eks. ilægning af nye

- Nyere CFC fri rør, der opgraves
- Fejlproducerede nye rør

#### 6.1.1 Opgravede CFC holdige rør

[CFC](#) er [ozonlagsnedbrydende](#), men med hensyn til gamle CFC holdige rør eksisterer der ingen klare regler, som tilfældet er det for f.eks. kølemøbler. Ozonlagsnedbrydende stoffer er reguleret i den danske Bekendtgørelse BEK nr 243 af 19/04/2002 om visse ozonlagsnedbrydende stoffer (forbud og anvendelsesbegrænsninger) og i Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 2037/2000 af 29. juni 2000 om stoffer, der nedbryder ozonlaget. Disse nævner ikke direkte fjernvarmerør, men EU forordningen kan tolkes således, at CFC i fjernvarmerør bør genvindes eller behandles hvis muligt.

Det kan ikke anbefales at afskrælle kappe og PUR skum, da man dermed risikerer en stor afdampning af den tilbageværende CFC til atmosfæren.

En mulighed er at save eller klippe rørene i passende længder og bortskaffe dem ved affaldsforbrænding. Derved nedbrydes CFC og energien i PE og PUR udnyttes. Stålet opsamles efter forbrændingen og genanvendes. CFC danner imidlertid flussyre (HF) ved forbrænding, og denne kan skade affaldsforbrændingsanlægget. Da mængden af rør kan være stor, bør man træffe aftale med affaldsforbrændingsanlæg og ansvarlige myndigheder før en sådan løsning sættes iværk.

En optimal løsning er, at sende rørene til bortskaffelse hos en virksomhed der er specialiseret i håndtering af CFC. I øjeblikket findes der herhjemme Freonfri Prærorstgenbrug ApS der behersker denne teknik og Uniscrap Dansk CFC der pt. (primo 2005) arbejder på at kunne tilbyde en forsvarlig løsning baseret på deres erfaring fra køleskabe. Herved bliver CFC genvundet eller destrueret uden at undslippe til atmosfæren, PE og PUR forbrændes eller genanvendes hvis muligt og metaller (stål eller kobber) genanvendes.

#### 6.1.2 Opgravede rør med PVC kappe

Frem til omkring 1979 blev der nedlagt en del fjernvarmerør med kappe af [PVC](#). Ved forbrænding af [PVC](#)-affald frigøres klor under dannelse af saltsyre, som ved neutralisation med kalk omdannes til calciumklorid – ved et indhold af [tungmetaller](#) fra stabilisatorerne i ældre PVC produkter må dette affaldsprodukt deponeres. I notatet "[Forbrænding af PVC: Påvirkning af massestrømmene gennem et forbrændingsanlæg](#)" er beskrevet forskellene ved forbrænding af affald med normalt indhold af PVC og det samme affald uden PVC. Beskrivelsen forholder sig til forbrændingsanlæg med både tørre, semitørre og våde røggasrensingsanlæg. Heraf fremgår bl.a. at tilstedeværelsen af PVC i affaldet medfører 5-20 procent forøgelse på vægtbasis i mængderne af fast affald fra røggasrensningen afhængig af, om der er tale om en våd eller tør proces.

PVC holdigt affald bør derfor enten udsorteres til genbrug som ny PVC, eller leveres til RGS 98's anlæg på Stignæs hvor PVC'en destrueres under udvinding af olie, koks og salt.

### 6.1.3 Opgravede CFC fri rør

For opgravede CFC fri rør kan man afskrælle PE kappe og PUR skum fra medierørret uden miljørisiko. Hvis der er anvendt medierør af plast kan hele røret bortskaffes ved forbrænding.

Stålrør (eller kobberrør fra stikledninger) kan efter adskillelsen genbruges i produktionen af nyt metal. PE og PUR kan bortskaffes ved forbrænding.

Det er i dag principielt muligt at genbruge PUR-isoleringskummet ved at findele det og tilsætte f.eks. en polyurethanbinder og derefter bruge den fremkomne gummimasse til f.eks. vandfaste spånplader.

Det er ligeledes i princippet muligt at omsmelte PE kappen, men PE nedbrydes i nogen grad efter mange års ophold i jorden, så denne genanvendelse vil være forbundet med et lødighedstab, der gør at denne genanvendelse måske ikke er mere attraktiv end affaldsforbrænding.

### 6.1.4 Fejlproducerede nye rør

Råmaterialer fra fejlproduktioner vil kunne genvindes i det omfang, der er teknologi tilstede i den enkelte virksomhed.

PE kappen kan re-granuleres og genanvendes i produktion af ny kappe. PUR-isoleringskummet kan granuleres og tilsætte en polyurethanbinder og derefter bruge den fremkomne gummimasse til f.eks. vandfaste spånplader.

## 6.2 Energiforbrug

Fra plastmaterialerne PE og PUR vil der ved forbrænding være en energigevinst svarende til brændværdien af materialet fratrukket tab. F.eks. kan ca. 75 % af den energi, der indgår i de to plasttyper nævnt i tabel 2, nyttiggøres ved forbrænding. Energien udnyttes i Danmark typisk til produktion af elektricitet og fjernvarme.

## 6.3 Miljøbelastninger

I princippet belyses de væsentligste miljøbelastninger i fjernvarmerørens livsforløb i forhold til globale, regionale og lokale miljøbelastninger. Imidlertid vil der ved bortskaffelse af fjernvarmerør ikke forekomme nævneværdige globale eller regionale miljøbelastninger. De emissioner der dannes ved genvinding af stål eller forbrænding af PE og PUR opvejes af undgåede emissioner fra sparet materiale eller energi.

### 6.3.1 Lokale miljøbelastninger

Eksisterende regler for bortskaffelse åbner mulighed for deponering uden yderligere behandling, godt nok i modstrid med regler for deponering af brandbart affald, idet ca. 30 vægtprocent af materialet er yderst brandbart.

Specielt hvis bortskaffelse sker ved [shredder](#) skal man være opmærksom på, at [CFC](#)'en i isoleringsmaterialet vil dampe af ved ophugningen, samt at oplag af stålskrot giver risiko for emission af tungmetaltholdigt støv stor risiko for forurening af jord og grundvand /3/. Deponi må generelt anses for en utilstrækkelig og utidssvarende bortskaffelsesmetode til fjernvarmerør.

I den mere ansvarsbevidste bortskaffelsesindustri adskilles udtjente fjernvarmerør i materialetyper og materialerne genbruges i det muliges omfang. Medierør af stål eller andre typer metal genbruges i produktion af nyt metal. Hvis der er tale om medierør af plast bortskaffes hele røret til forbrænding. PUR-isoleringen sendes til forbrænding og PE-kappe uden PUR skum kan genbruges efter granulering.

De mest specialiserede bortskaffelsesindustrier for fjernvarmerør er yderligere i stand til at håndtere de store miljøbelastninger, der følger alle de gamle fjernvarmerør, der skrottes i dag og de næste 15-20 år – det drejer sig om fjernvarmerør med kappe af [PVC](#), som produceredes frem til 1979 og en gruppe særdeles miljøbelastende opskumningsmidler, kaldet [CFC](#), til isoleringsmaterialer, der anvendes frem til 1994. Både PVC og CFC frembyder store udfordringer, hvis de skal håndteres miljømæssigt korrekt, men der findes enkelte bortskaffelsesvirksomheder der mestrer teknologien.

Det er en væsentlig parameter i valg af bortskaffelses-entreprenør, at der stilles krav eller skabes kendskab til miljøforholdene ved bortskaffelsesvejen, og der er tungtvejende miljømæssige argumenter for at bortskaffe fjernvarmerør ved de specialiserede, der kan håndtere PVC og CFC.

#### 6.4 Sundhedsbelastninger

De væsentligste sundhedsbelastninger ved bortskaffelse af fjernvarmerør knytter sig til arbejdsmiljøet i forbindelse med adskillelse af komponenterne i fjernvarmerøret. Afscrabning af PUR-skum giver anledning til emission af støv og dermed risiko for støvgener.

Den bortskaffelsesmetode der anvendes ved Freonfri Prærørsgenbrug ApS har netop ifm. Miljøgodkendelsen i 2005 dokumenteret meget begrænsede emissioner af støv og støj til det lokale miljø.

# 7 anbefalinger omkring valg af fjernvarmerør

## 7.1 Anbefalinger før købet

Før indkøb af fjernvarmerør er det vigtigt, at det er fastlagt, hvilken fremløbstemperatur, der skal være på vandet i rørene. En lav fremløbstemperatur vil automatisk betyde en længere levetid af fjernvarmerørene på grund af isoleringens længere levetid.

Man må også gøre sig klart, at man mod en beskedent øgning af anlægsinvesteringen kan opnå en meget væsentlig driftsbesparelse på længere sigt, f.eks. ved valg af rør med membran og etablering af overvågningssystemer.

Fjernvarmerør er ikke omfattet af Svanemærke-kriteriet eller EU's miljøblomst på nuværende tidspunkt. Dansk Fjernvarme (Danske Fjernvarmeværkers Forening) følger arbejdet for certificering af fjernvarmerør i Euroheat & Power (den europæiske forening af fjernvarmeværker), og arbejder pt. for at etablere en certificeringsordning for fjernvarmerør i Danmark.

Udlægningen af fjernvarmerør samt indkøb af rørene kan være en bygherreleverance eller kan være overdraget til en entreprenør. Det vil i sidstnævnte tilfælde være vigtigt, at stille krav til entreprenøren med hensyn til både materialevalg, beskrivelse af udførelsesmetoder og bortskaffelse af eventuelle gamle rør.

Det skal præciseres, at al tilbudsindhentning som udgangspunkt bør foreskrive anvendelse af rør, der er fremstillet i henhold til EN 253 m.fl., da dette er et krav ved EU-udbud.

## 7.2 Anbefalinger til materialer

Stål skal anvendes til medierør når fremløbstemperaturen er  $>95$  °C. Er den under kan tværbundet PE anvendes. Selv om det lyder tillokkende med fjernvarmerør helt af plast, der kunne bortskaffes ved forbrænding uden udsortering i materialer, må man dog gøre sig klart at plastteknologien endnu ikke er fuldt udviklet til området. Prisforskellen på fjernvarmerør med medierør af stål og plast vil formodentligt stadig begrænse udbredelsen af sidstnævnte.

CFC eller HCFC til opskumning af PUR isolering er udfaset i EU, men vær opmærksom på om det er anvendt til rør produceret udenfor EU og undgå disse.

Kobber til stikledninger bør undgås med mindre der er tungtvejende argumenter for anvendelsen, da kobber er en begrænset ressource. Hvis kobber indgår, bør der sikres en effektiv genvinding.

### 7.3 anbefalinger til produktion

Et væsentligt element i at minimere miljøbelastninger i fjernvarmerørets livsforløb er, at der stilles krav til producenten. En overordnet anbefaling er, at producenten kan dokumentere, at der er indført miljøstyring i produktionen. Det kan f.eks. være miljøstyring i henhold til EMAS (Eco Management and Audit Scheme) eller i henhold til ISO 14001. En anden anbefaling kan være at producenten har integreret arbejdsmiljøet i miljøstyringssystemet. Der skal være gennemført en [arbejdspladsvurdering \(APV\)](#), så det sikres, at der arbejdes seriøst med sikkerhed og sundhed i produktionen.

### 7.4 anbefalinger til udlægning

Ved udlægning af fjernvarmerør, er det vigtigt at opstille anbefalinger til den måde processen gennemføres på. Det vil sædvanligvis betyde, at der skal stilles krav til entreprenøren med hensyn til dokumentation af udførelsesmetoder, således at der sikres en høj kvalitet af arbejdet for at undgå senere skader der kan forkorte levetiden. At-meddelelser og vejledninger /17/ bør følges og der bør være dokumentation for miljøstyring.

Det skal sikres, at der ikke sker sammenskrivning af jorden under udlægning af rørene. Det skal desuden sikres, at kontakt med dampe fra svejseprocessen undgås. Derudover skal udgravningen være af en sådan størrelse, at belastende arbejdsstillinger undgås.

En væsentlig anbefaling er, at der anvendes metoder til samling, som kræver mindst mulig kontakt med isocyanatholdige produkter på stedet, som minimum et lukket system til opskumning. Derudover skal det under svejsearbejde sikres, at udhærdet polyurethanskum ikke opvarmes til mere end 175 °C.

Der bør være udarbejdet planer for udførelsen, der sikrer, at eventuelle gener for de omkringboende med hensyn til støv og støj er minimeret. Udbudsmaterialet bør indeholde specifikke krav.

Det skal sikres, at eksisterende belægnings- og fyldmaterialer genanvendes eller genbruges i størst muligt omfang. Det bør fremgå nærmere af udbudsmaterialet, hvilke krav der stilles.

### 7.5 anbefalinger til brugsfasen

De væsentligste anbefalinger til brugsfasen drejer sig om fjernvarmerørets varmeledningsevne og holdbarhed/levetid og er i virkeligheden overvejelser man bør gøre sig allerede før købet i forbindelse med dimensionering af anlægget.

Varmeledningssevnen er væsentlig for varmetabet og dermed for det samlede energiforbrug til varmeproduktionen. Leverandøren af fjernvarmerøret skal kunne dokumentere varmeledningsevnen. En minimumsanbefaling er overholdelse af den europæiske norm (max. 0,033 W/mK for nye rør) /15/, samt en anbefaling af at rørene er forsynet med membran for at mindske forringelse af isoleringsevnen over tid.

Holdbarheden og levetiden af fjernvarmerørene er vigtigt for at miljøbelastningerne ved fremstillingen kan afskrives over længst mulig tid og for at anlæggets varmeisolering er intakt over tid.

Rørledningen bør være forsynet med et fugtmeldesystem, eventuelt suppleret med et centralt overvågningssystem.

Det er væsentligt at minimere fremløbstemperaturen for at forlænge rørets levetid. En lavere fremløbstemperatur vil i sig selv betyde et mindre varmetab og dermed reducerede miljøbelastninger og forbrug af fossile ressourcer.

## 7.6 anbefalinger til bortskaffelse

For at minimere ressource- og energiforbruget skal det sikres, at så stor en andel som muligt af materialerne genbruges. Det anbefales at vælge en leverandør, der vil indgå en aftale om forsvarlig bortskaffelse af eventuelt opgravede rør. Dette gælder i særskilt grad hvis de er PVC eller CFC holdige. Aftalen skal indeholde dokumentation for, at PVC eller CFC holdige rør sendes til bortskaffelse hos en virksomhed, der er godkendt til PVC hhv. CFC genvinding eller destruktion. Aftalen skal ligeledes indeholde dokumentation for, at de indgående stålrør genanvendes, samt at PE kappen og PUR (CFC fri) enten genanvendes eller forbrændes.

[Kobber](#) er en knap [ressource](#) med en kort forsyningshorisont hvilket gør at genvinding af kobber i kobberholdige fjernvarmerør særligt vigtigt.

## 7.7 Prioriteret spørgeramme ved indkøb

### Produktet

Har isoleringen en lavere varmeledningsevne og længere levetid end specificeret i EN 253?

Overholder røret standarden EN 253?

Er røret forsynet med membran til reduktion af afgang af opskumningsmiddel?

Er opskumningsmidlet i rørets isolering fri for CFC- og HCFC gasser? (gælder kun producenter udenfor EU og skal undgås)

Er røret fri for PVC?

### Producenten

Har producenten udarbejdet vejledninger i montage?

Har producenten indført energistyring?

Har producenten indført miljøstyring?

Har producenten indført arbejdsmiljøstyring eller udarbejdet skriftlige arbejdspladsvurderinger (APV)?

Omfatter miljøstyringen også underleverandører?

### Leverandøren ved anlæg

Anvendes specielt uddannet arbejdskraft til udlægning af rørene?

Vil opgravede PVC eller CFC holdige rør blive bortskaffet ved godkendt virksomhed?

Indgår de brugte stålrør i en genbrugsordning?

Indgår plastkappen i en genbrugsordning?

Indgår isoleringen i en genbrugsordning?

Har leverandøren indført miljøstyring?

Har leverandøren indført arbejdsmiljøstyring eller udarbejdet skriftlige arbejdspladsvurderinger (APV)?

Omfatter miljøstyringen også underleverandører?

## 8 Videnscentre

Herunder er givet kontaktdata til videnscentre som gratis kan give oplysning om fjernvarmerør - herunder også relevante rådgivere og entreprenører

Dansk Fjernvarme  
Tlf 7630 8000  
[www.danskfjernvarme.dk](http://www.danskfjernvarme.dk)

Danish Board of District Heating  
Tlf.: 4355 0889  
[www.dbdh.dk](http://www.dbdh.dk)

Uniscrap Dansk CFC  
Tlf. 33 42 72 00  
[www.uniscrap.dk](http://www.uniscrap.dk)

Freonfri Præ-Rørsgenbrug ApS.  
Tlf. 46 14 05 69.  
[www.freonfri.dk](http://www.freonfri.dk)

## 9 Litteratur

- District Heating in Denmark. Research and Technological Development. Danish Energy Agency. Ministry of Energy, 1993.
- Energy Solutions in Denmark – Clean and Efficient. Danish Energy Agency. Ministry of Environment and Energy, 1996.
- Retrofitting of District Heating Networks. Energy Centre Denmark for the European Commission. Directorate-General for Energy (DG XVII), Jan. 1996.
- Toft, J. og Dall, O. Grøn statslig indkøbspolitik. Miljøprojekt nr. 242. Miljøstyrelsen, 1993.
- Arbejde med fjernvarmerør, der er præisoleret med polyurethan. At- meddelelse nr. 4.04.3.
- Vejledning om svejseudstyr. At- meddelelse nr. 2.09.1.
- Vejledning om svejsning mv. At- meddelelse nr. 2.09.2.
- Fjernvarmearbejde, præisolerede stålrør. Branchevejledning 19 18 68. BSR 2.
- Arbejdsmiljø ved projektering af byggeri. Direktoratet for Arbejdstilsynet, 1997.

### Henvisninger:

- /1/ Polyurethane Foam without Ozone Depleting Substances. Environmental Project No. 300, Miljøstyrelsen, 1995.
- /2/ District Heating in Denmark. Research and Technological Development. Energistyrelsen, 1993.
- /3/ BPS, "Håndbog i miljørigtig projektering", Bind 2, Miljødata, Publikation 121, høringsudgave april 1997.
- /4/ "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder", Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6/1990.
- /5/ "B-værdier", Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 15/1996.
- /6/ "Grænseværdier for stoffer og materialer", At-anvisning nr. 3.1.0.2, December 1996.
- /7/ "Miljøprioritering af industriprodukter", Miljøprojekt nr. 281, Miljøstyrelsen 1995.
- /8/ Møller, S.; Jelnes, J.E.; Færgemann, H.. Miljøvurdering af LLDPE. Miljøprojekt nr. 288. Miljøstyrelsen, 1995.
- /9/ 1994 Report of the Flexible and Rigid Foams Technical Options Committee. UNEP. 1995 Assessment.

- /10/ Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Miljøstyrelsen. 1996
- /11/ Allergi- og overfølsomhedsfremkaldende stoffer i arbejdsmiljøet. AMI-rapport nr. 33. 1990.
- /12/ Schmidt, A.; Hansen, L.E.; Hoffmann, L.; Larsen, J.; Elvestad, K. Miljøvurdering af SEBS og PET. Miljøprojekt nr. 227. Miljøvurdering af EVA. Miljøprojekt nr. 228. Miljøvurdering af EAA og EMA. Miljøprojekt nr. 229. Miljøstyrelsen, 1993.
- /13/ Pedersen, F.; Leinonen, R.; Pettersson, I.; Norrthon, S.; Källqvist, T.; Hansen, H.; Gjøns, N.; Hæggh, G.S.; Lander, L.; Petersen, G.; Dahlbo, K.; Kemililäinen, B.; Wenell, T. Environmental Hazard Classification – Classification of Selected Substances as Dangerous for the Environment (I). TemaNord 1994:643. Nordic Council of Ministers. Copenhagen, 1994.
- /14/ I. Boustead. Eco Profiles of the European Plastic Industry. Report 3: Polyethylen and Polypropylene. 1993.
- /15/ EN 253. Norm for præisolerede fjernvarmerør.
- /16/ Retrofitting of District Heating Networks. Energy Centre Denmark for the European Commission. Directorate-General for Energy (DG XVII). Jan. 1996.
- /17/ Arbejdsmiljø og projektering af byggeri. Direktoratet for Arbejdstilsynet. 1997.
- /18/ Vurdering af restlevetid af præisolerede fjernvarmerør. Danske Fjernvarmeværkers Forening, 2004.
- /19/ Energihåndbogen. Foreningen for Energi og Miljø, 2002.