



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Samfundsøkonomisk vurdering af behandling af gamle CFC-holdige fjernvarmerør

Miljøprojekt nr. 1824, 2016

Titel

Samfundsøkonomisk vurdering af håndtering af gamle CFC-holdige fjernvarmerør

Redaktion

Martin Korch Enevoldsen (projektleder)
Jakob Stoktoft Oddershede
Svend Brun Hansen

Deloitte Consulting

Udgiver

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År

2016

ISBN-nr.

978-87-93435-24-7

Ansvarsfraskrivelse

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

1. Indhold

| | |
|--|-----------|
| 1. Indhold | 3 |
| 2. Forord | 5 |
| 3. Resumé | 6 |
| 4. English summary | 8 |
| 5. Scenarier og systemafgrænsning | 10 |
| 5.1 Kortlægning og beskrivelse af gamle CFC-holdige fjernvarmerør..... | 10 |
| 5.1.1 Beskrivelse af gamle fjernvarmerør..... | 10 |
| 5.1.2 Udslip af CFC-gasser fra gamle fjernvarmerør | 11 |
| 5.1.3 Kortlægning af mængder af gamle fjernvarmerør og deres freonindhold..... | 11 |
| 5.2 Scenarier for behandling af gamle fjernvarmerør | 12 |
| 5.2.1 Opgravning og klipning af gamle fjernvarmerør | 12 |
| 5.2.2 Opsamling af freon ved behandling af gamle fjernvarmerør | 13 |
| 5.2.3 Scenarier for den samfundsøkonomiske analyse | 14 |
| 5.3 Systemafgrænsning..... | 15 |
| 6. Metode til samfundsøkonomisk vurdering | 16 |
| 6.1 Overordnet formål og metode | 16 |
| 6.2 Elementer i den samfundsøkonomiske analyse | 16 |
| 6.3 Den budgetøkonomiske analyse..... | 18 |
| 6.4 Metoder til værdisætning af miljøeffekterne | 18 |
| 6.5 Miljøøkonomiske beregningspriser | 19 |
| 6.6 Opgjorte effekter, udeladte effekter og usikkerhed | 22 |
| 6.7 Forudsætninger og antagelser..... | 23 |
| Faktor- og køberpriser | 24 |
| 6.7.1 Tidshorisont | 24 |
| 6.7.2 Diskonteringsrente | 24 |
| 6.7.3 Nettoafgiftsfaktor og skatteforvridningsfaktor | 24 |
| 6.7.4 Geografi | 25 |
| 6.7.5 Prisniveau | 25 |
| 6.7.6 Resultater | 25 |
| 6.7.7 Levetid for anlæg og maskiner | 25 |
| 6.7.8 Kapacitetsforhold..... | 25 |
| 6.7.9 Marginal energiproduktion | 26 |
| 6.8 Kortlægning og datagrundlag..... | 26 |
| 6.9 Overførsler | 27 |
| 7. Omkostninger til håndtering af gamle fjernvarmerør | 28 |
| 7.1 Antagelser for opgravning af gamle fjernvarmerør | 28 |
| 7.2 Udvalgte priser og prisfremskrivninger for energi og råvarer | 28 |
| 7.2.1 Transportomkostninger..... | 29 |
| 7.2.2 Prisfremskrivninger | 30 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 7.3 | Afgifter..... | 30 |
| 7.4 | Omkostninger og indtægter ved fortsat at opgrave og shredde gamle fjernvarmerør (nulscenariet)..... | 31 |
| 7.4.1 | Opgravning..... | 31 |
| 7.4.2 | Klipning og shredning..... | 32 |
| 7.4.3 | Deponering af restfraktion | 34 |
| 7.5 | Oversigt over omkostninger og indtægter ved at klippe fjernvarmerør i mindre stykker som forbrændes (scenarie 2)..... | 35 |
| 7.5.1 | Klipning | 35 |
| 7.5.2 | Forbrænding..... | 36 |
| 7.6 | Oversigt over omkostninger og indtægter ved at opgrave alle gamle fjernvarmerør og opsamle freongas (scenarie 3A og 3B) | 37 |
| 7.6.1 | Opsamling og destruktion af freon..... | 38 |
| 8. | Resultater af den samfundsøkonomiske vurdering | 39 |
| 8.1 | Sammenligning af scenariernes nutidsværdi | 39 |
| 8.2 | Primære miljøeksternaliteter | 47 |
| 9. | Følsomhedsanalyser..... | 48 |
| 9.1 | Graveomkostninger 20 % lavere | 48 |
| 9.2 | Graveomkostninger 20 % højere..... | 49 |
| 9.3 | Skadesomkostninger for CFC-11 | 50 |
| 9.4 | Lavere graveomkostninger og højere reduktionsomkostning for CFC-11 | 51 |
| 9.5 | Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % lavere | 52 |
| 9.6 | Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % højere..... | 52 |
| 9.7 | Miljøøkonomisk beregningspris for CO ₂ -udslip på 0 kr./ton | 53 |
| 9.8 | Tidshorizont til 2050 | 54 |
| 9.9 | Marginale driftsomkostninger på forbrændingsanlæg | 54 |
| 9.10 | Marginale driftsomkostninger på shredderanlæg | 55 |
| 9.11 | Tabt fortjeneste for marginale værker | 56 |
| 9.12 | CO ₂ -pris på 300 kr. per udledt ton..... | 57 |
| 10. | Rammevilkår..... | 59 |
| 11. | Referencer | 62 |
| 12. | Bilag 1: Kapacitetsanalyse af forbrændingssektoren | 64 |
| 12.1 | Udviklingen i ledig kapacitet..... | 64 |
| 12.2 | Anvendte data | 65 |
| 12.3 | Konklusion | 65 |
| 13. | Bilag 2: Absolutte økonomiske effekter i scenarie 2, 3a og 3b | 67 |
| 14. | Bilag 3: Bemærkninger fra Copenhagen Economics i forbindelse med review | 70 |
| 14.1 | Rammer for review | 70 |
| 14.2 | Generel bemærkning | 70 |
| 14.3 | Bemærkninger til metode på tværs af shredder-projektet og de øvrige delprojekter | 71 |
| 14.4 | Særlige bemærkninger til projektet om gamle fjernvarmerør | 73 |

2. Forord

Denne rapport indeholder en samfundsøkonomisk vurdering af behandling af gamle, freonholdige fjernvarmerør, lagt i jorden før 1995. Den samfundsøkonomiske vurdering er udført for Miljøstyrelsen af Deloitte Consulting som en del af et større program omkring genanvendelse af affald.

Den samfundsøkonomiske vurdering er udført i overensstemmelse med Miljøministeriets anbefaling (Miljøministeriet 2010).

Rapporten er udarbejdet af Martin Korch Enevoldsen, Svend Brun Hansen og Jakob Stoktoft Oddershede fra Deloitte Consulting. Fra Miljø- og Fødevareministeriet har Robert Heidemann, Birgitte Lange og Jørgen Schou fulgt projektet.

Vi har løbende under projektet afholdt møder og modtaget inputs fra en følgegruppe bestående af Dansk Fjernvarme, Dansk Affaldsforening, Dakofa, Skatteministeriet, Finansministeriet, DTU, Logstor, DI og Miljø- og Fødevareministeriet.

Copenhagen Economics har gennemført eksternt review og kvalitetssikring af analysen. I den forbindelse har Copenhagen Economics udarbejdet kommenteringsnotater som Deloitte har fulgt op på frem mod endeligt review. De afsluttende bemærkninger fra Copenhagen Economics og Deloitte fremgår af bilag 3 i Kapitel 14.

Deloitte Consulting 2015

3. Resumé

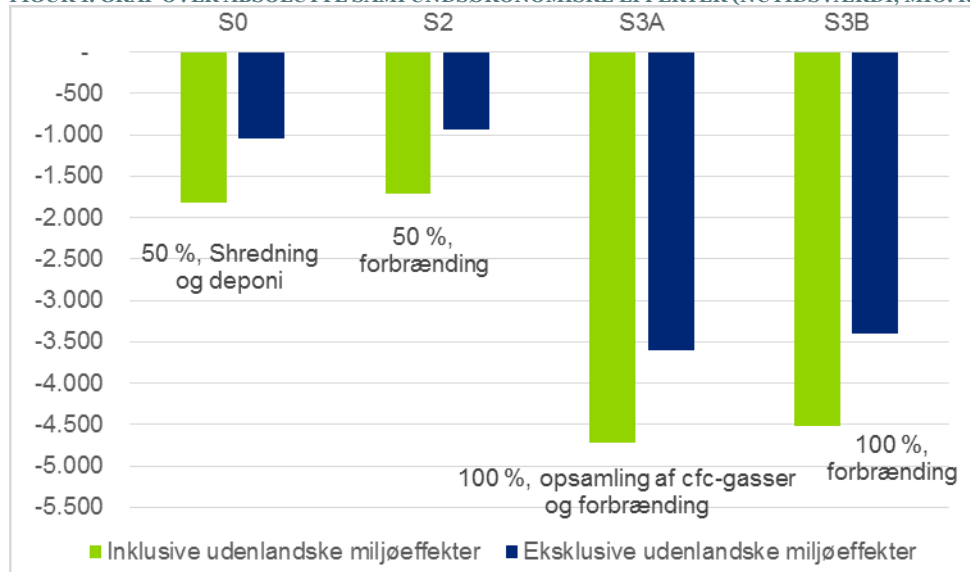
Denne rapport undersøger det samfundsøkonomiske potentiale ved at skifte fra den nuværende behandlingsmetode for udtjente, CFC-holdige fjernvarmerør (nulscenariet), hvor halvdelen af rørene graves op og shreds med deponering af restfraktionen, til alternative behandlingsmetoder, der sikrer en højere grad af ressourceudnyttelse og en potentielt bedre miljømæssig behandling. Selvom fjernvarmerør fra før 1995 indeholder betydelige mængder CFC-11, gøres der i dag ikke noget for at undgå udslip af gassen, som nedbryder stratosfærisk ozon. Tre alternative behandlingsmetoder undersøges:

- Scenarie 2. Opgravning af 50 % rør, hvilket er normal praksis i dag, med efterfølgende forbrænding, nogen destruktion af CFC-11 og udsortering af stål fra slaggen
- Scenarie 3a. Opgravning af 100 % rør med efterfølgende forbrænding, tæt ved komplet destruktion af CFC-11 og udsortering af stål fra slaggen
- Scenarie 3b. Opgravning af 100 % rør med efterfølgende forbrænding, nogen destruktion af CFC-11, og udsortering af stål fra slaggen

Den samfundsøkonomiske analyse af behandling af CFC-holdige fjernvarmerør bygger videre på den livscyklusvurdering (LCA), som Teknologisk Institut (TI) har gennemført i 2014 som en del af det samlede projektføreløb, hvor behandling af fem forskellige typer affald er blevet undersøgt.

Den samfundsøkonomiske analyse viser en samfundsøkonomisk gevinst på 103 mio. kr. frem til og med 2030 ved at overgå fra den nuværende praksis for behandling af gamle rør til scenarie 2, hvor de opgravede rør forbrændes og en betydelig mængde CFC destrueres. Det svarer til en gevinst på 30.000 kr. per km udskiftede rør og en samlet annuiteret gevinst på 9 mio. kr. per år frem til og med år 2030. Scenarie 2 som det bedste scenarie er desuden robust overfor alle gennemførte følsomhedsanalyser.

FIGUR 1. GRAF OVER ABSOLUTTE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER (NUTIDSVÆRDI, MIO. KR.)



Scenarierne 3a og 3b resulterer begge i en væsentligt ringere nutidsværdi i forhold til nulscenariet, hvilket skyldes en markant højere omkostning til opgravning.

Gevinsten ved at skifte til scenarie 2 skyldes primært en reduktion af miljømæssige eksternaliteter, særligt reduktion af stratosfærisk ozonnedbrydning, som opnås gennem destruktion af CFC-gasser under forbrænding. Miljøeffekter er delt op i effekter i henholdsvis Danmark og udlandet, og undgåelsen af stratosfærisk ozonnedbrydning er håndteret som en gevinst for Danmark, idet udtyndingen af ozonlaget især er foregået omkring jordens poler. Oveni den miljømæssige gevinst lægges også en gevinst ved salg af el og varme fra de energiudnyttede rør. Fjernvarmeselskaber står dog til at få højere omkostninger ved en realisering af scenarie 2, hvilket skyldes omkostninger til at klippe fjernvarmerørene ned i længder, som kan håndteres af forbrændingsanlæg. Det er derfor nødvendigt at give fjernvarmeselskaberne incitamenter til at sende rørene til forbrænding frem for til shreddning.

Ud over at sikre skiftet til scenarie 2 med økonomiske incitamenter kan det overvejes at påbyde forbrænding af fjernvarmerør lagt før 1995. Det er dog vigtigt at understrege, at behandlingsmetoden i scenarie 2 nødvendiggør en teknologisk vurdering af, hvorvidt det kan lade sig gøre at energiudnytte nedklippede fjernvarmerør uden at det skaber problemer i forbrændingsprocessen. En rundspørge hos danske forbrændingsanlæg viser, at dette endnu ikke er testet. Figur 1 viser absolutte nutidsværdier af de undersøgte scenarier (inden for den valgte systemgrænse).

4. English summary

This report examines the socio-economic potential by switching from the current method (the base case) of treatment of worn-out district heating pipes containing CFC gas, where half of the pipes are dug out from the ground, shredded and where the residual fraction is deposited, to alternative treatment methods that ensure a higher level of resource exploitation and that are potentially more environmentally-friendly. Although heating pipes from before 1995 contain significant quantities of CFC-11, nothing is done today to avoid emissions of the gas, which deplete stratospheric ozone.

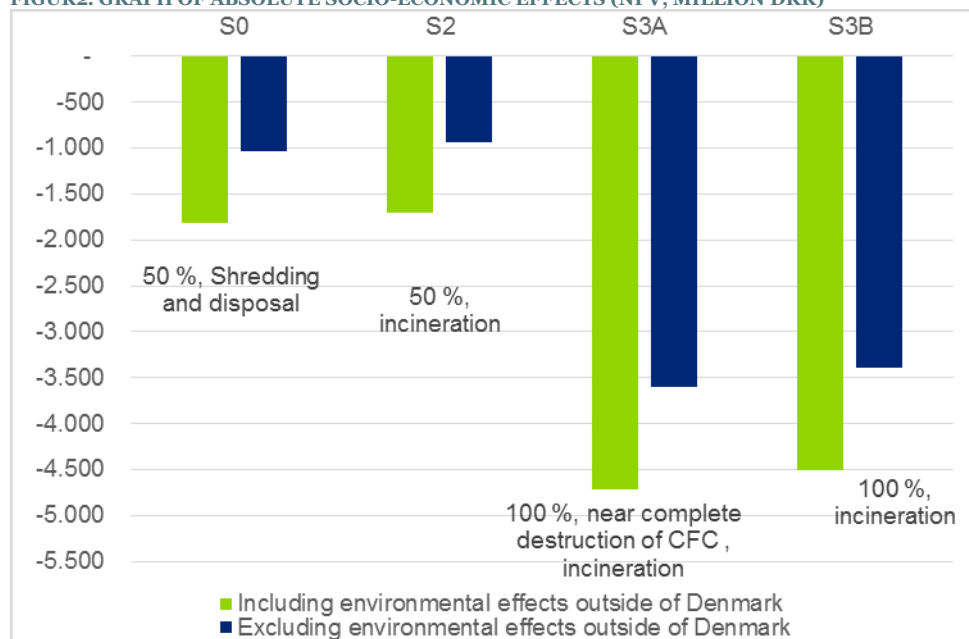
Three alternative methods of treatment are examined:

- Scenario 2. 50% of the pipes are dug out, which is the standard practice today, with subsequent incineration of the pipes. Some CFC-11 is destroyed and steel is sorted out from the slag
- Scenario 3a. 100% of the pipes are dug out with subsequent incineration, near complete destruction of CFC-11 and sorting out of steel from the slag
- Scenario 3b. 100% of the pipes are dug out with subsequent incineration, some destruction of CFC-11, and sorting out of steel from the slag

The socio-economic analysis of treatment of CFC-containing heating pipes is based on a life cycle assessment (LCA), which the Danish Technological Institute (TI) has carried out in 2014 as part of the overall project, where treatment of five different types of waste have been studied.

The socio-economic analysis indicates a socio-economic gain of DKK 103 million through 2030 if the current practice of treatment of old pipes is replaced with the practice described in scenario 2. This corresponds to a gain of 30,000 euros per km replaced pipes and a total annual gain of DKK 9 million up to and including the year 2030. Scenario 2 is also the best scenario in all sensitivity analyses carried out.

FIGUR2. GRAPH OF ABSOLUTE SOCIO-ECONOMIC EFFECTS (NPV, MILLION DKK)



The scenarios 3a and 3b both results in a significantly lower NPV compared to the base case, due to a significantly higher digging costs.

The gain realized by switching to scenario 2 is primarily due to a reduction of environmental externalities, particularly reduction of stratospheric ozone depletion, which is obtained through the destruction of CFCs-gases during incineration. The environmental effects are divided into effects in Denmark and effects outside of Denmark, and the avoidance of ozone depletion is regarded as a gain for Denmark, as the depletion of the ozone layer has taken place around Earth's poles in particular, near Denmark. In addition to the environmental benefit, there is also a benefit from selling electricity and heat from the incinerated pipes. District heating companies, however, can expect higher costs if scenario 2 is realized, and this is due to costs of cutting the district heating pipes to lengths that can be handled by incinerators. It is therefore necessary to provide district heating companies incentives to send the pipes for incineration rather than to shredding companies.

In addition to securing the transition to scenario 2 through financial incentives, it may be considered to make incineration of heating pipes laid before 1995 mandatory. As a final word it is important to stress that the treatment method in scenario 2 requires a technological assessment of whether it is feasible to exploit district heating pipes through incineration, without it causing problems in the incineration process. A survey of Danish incinerators shows that incineration of district heating pipes has not yet been tested. Figure 1 shows the absolute present values of the investigated scenarios (within the system boundaries).

5. Scenarier og systemafgrænsning

I gamle fjernvarmerør lagt i Danmark indtil 1995 blev CFC-gasser anvendt i det skummateriale som omgiver rørene, da gasserne er effektive til at reducere fjernvarmerørens varmetab. Anvendelsen af CFC-gasser har dog vist sig at resultere i en række uønskede miljøeffekter, idet CFC-gasser medvirker til at nedbryde det stratosfæriske ozonlag, er potente drivhusgasser og medvirker til lokal forurening af jord og grundvand. Netop CFC-gassernes ozonnedbrydende egenskaber er grunden til at deres anvendelse er udfaset og i dag er internationalt reguleret ved Montreal-protokollen.

I Danmark findes stadig en betydelig mængde fjernvarmerør som er lagt inden 1995 og derfor indeholder CFC-gasser. Formålet med nærværende projekt er derfor at analysere og vurdere hvordan disse gamle fjernvarmerør bør behandles efter brug. Konkret vurderes effekterne af en række tiltag til at reducere udslippet af CFC-gas ved affaldsbehandlingen af fjernvarmerørene. Den samfundsøkonomiske vurdering af håndtering af gamle CFC-holdige fjernvarmerør bygger videre på den kortlægning af gamle fjernvarmerør og den livscyklusvurdering (LCA), som Teknologisk Institut har gennemført i 2014. Scenarier, systemafgrænsning, forudsætninger om processer og teknologier samt de væsentligste følsomhedsanalyser videreføres med få ændringer fra LCA'en.

Enhver omtale af "fjernvarmerør" eller "rør" i denne samfundsøkonomiske vurdering omhandler præisolerede gamle fjernvarmerør, hvor det præisolerede skum indeholder CFC-gasser. Kun hvor andet er tydeligt angivet, er det CFC-fri nye fjernvarmerør, der omtales. Endvidere bruges både handelsbegrebet freongas og den kemiske betegnelse CFC (chloro-fluoro-carbon) til at beskrive de gasser som findes i gamle fjernvarmerør. Det kan dog præciseres, at der i alle tilfælde er tale om gamle fjernvarmerør som indeholder CFC-gasser, hvormed de udgør et miljømæssigt problem ift. CFC-gassens egenskab til stratosfærisk ozonnedbrydning.

I delprojektet for behandling af gamle fjernvarmerør analyseres de miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser af behandlingen af CFC-holdige gamle fjernvarmerør. Analysen er dermed afgrænset til den delmængde af fjernvarmerør som er præisolerede med CFC-holdigt materiale (PUR-skum). Analysen er afgrænset til at omfatte præisolerede CFC-holdige fjernvarmerør som er i brug, og derfor allerede ligger nedgravet i jorden i Danmark.

5.1 Kortlægning og beskrivelse af gamle CFC-holdige fjernvarmerør

I dette afsnit beskrives materialesammensætningen af gamle fjernvarmerør, og der gives en kort redegørelse for hovedresultaterne fra Teknologisk Instituts kortlægning af gamle fjernvarmerør.

5.1.1 Beskrivelse af gamle fjernvarmerør

CFC-holdige fjernvarmerør er i Danmark blevet lagt indtil 1995, hvorefter anvendelsen af CFC-gasser blev forbudt. Denne samfundsøkonomiske vurdering omhandler altså behandling af gamle fjernvarmerør i den del af fjernvarmenettet, med CFC-holdigt isolerende skum og som er lagt inden 1995.

I Teknologisk Instituts LCA af gamle fjernvarmerør, er den funktionelle enhed defineret som håndtering af 1 km gamle fjernvarmerør. Derfor opbygges den samfundsøkonomiske vurdering af

behandlingen af gamle fjernvarmerør med enhedsomkostninger relaterende til håndtering af 1 km fjernvarmerør.

Gamle præisolerede fjernvarmerør består af et stålrør, som er omgivet af et isolerende polyurethanskum (PUR-skum), som er omgivet af en beskyttende plastikkappe af polyethylen (PE). Materialesammensætningen af 1 km gamle fjernvarmerør fremgår af Tabel 1.

TABEL 1. MATERIALESAMMENSÆTNING AF 1 KM GAMLE FJERNVARMERØR

| | Mængde, kg |
|--|------------|
| PE-kappe (plastik) | 1.900 |
| PUR-skum (isolerende plastiskum som indeholder CFC) | 1.300 |
| Stålrør | 9.800 |
| Total | 13.000 |

Kilde: "LCA" (Teknologisk Institut, 2014), afrundet til nærmeste hundrede

Generelt gælder det, at de gamle fjernvarmerør som er isoleret med PUR-skum indeholdende freongasser stadig er velisolerede, hvormed de har et lavt varmetab i drift. Der er altså ikke et økonomisk incitament i form af energibesparelser til at udskifte disse fjernvarmerør.

5.1.2 Udslip af CFC-gasser fra gamle fjernvarmerør

Problematikken omkring de gamle CFC-holdige fjernvarmerør skyldes indholdet af CFC-gasser, som har ozonnedbrydende egenskaber og som er potente drivhusgasser. Når de gamle fjernvarmerør ligger i jorden, diffunderer CFC-gassen over tid ud igennem PE-kappen og ud af rørene, hvilket medfører lokal forurening af jord og vand, samt bidrager til nedbrydning af det stratosfæriske ozonlag og global opvarmning. Da væsentlige dele af det danske fjernvarmenet er placeret i byer, hvor det ligger under vejbelægning, er det vurderet at 30 pct. af den diffunderede CFC-gas vil udledes til atmosfæren og 70 pct. vil udledes til de omkringliggende jordlag og grundvand (Teknologisk Institut, 2014). Ud over udslip fra rør der ligger i jorden, slipper der også CFC ud fra rør der graves op og behandles, fx under shreddning.

I nulscenariet og scenarie 2 efterlades 50 % af rørene i jorden, hvorfor der i disse scenarier er en tidsmæssig fordeling af udsivning af CFC-gas fra de udskiftede rør (i 3a og 3b destrueres eller udslipper al CFC-gas i den periode udskiftningen finder sted). Livscyklusanalysen indregner al udsivning uden en tidsmæssig fordeling (det summeres over tid og tildeles alt sammen til året hvor rørmængden udskiftes), og det er derfor ikke muligt at tage højde for denne fordeling, når den økonomiske værdi af udslippet tilbagediskonteres. Diskonteringsmetoden vægter fremtidige effekter lavere, og da omkostninger til fremtidig udsivning regnes med i det år de pågældende rør udskiftes, gør dette den miljøøkonomiske værdi for nulscenariet og scenarie 2 lidt ringere, end hvis der havde været en tidsmæssig fordeling i livscyklusanalysen. Det vurderes dog at være uden betydning for den samlede rangordning af scenarierne.

Diffusion af CFC-gasser under behandling af opgravede rør er baseret på vurderinger foretaget i LCA'en (Teknologisk Institut, 2014).

5.1.3 Kortlægning af mængder af gamle fjernvarmerør og deres freonindhold

I Teknologisk Instituts kortlægning af gamle fjernvarmerør i Danmark er mængden af præisolerede CFC-holdige fjernvarmerør fra før 1995 i Danmark bestemt til cirka 26.000 km (Teknologisk Institut, 2014). Disse CFC-holdige fjernvarmerør ligger fordelt i 13.000 km kanaler, fordi fjernvarmerør fra før 1995 blev lagt som to enkeltrør til henholdsvis frem- og tilbageførsel af vand. Derfor vil der skulle udføres i alt 13.000 km gravearbejde for at opgrave alle de gamle fjernvarmerør. Den samfundsøkonomiske analyse af behandling af gamle fjernvarmerør er baseret

på disse mængder af fjernvarmerør fra den gennemførte kortlægning. Tabel 2 viser de data som er brugt som grundlag for den samfundsøkonomiske analyse.

TABEL 2. OPLYSNINGER BRUGT TIL BEREKNING AF MÆNGDEN AF GAMLE FJERNVARMERØR

| | Mængde |
|---|---------|
| Km gamle fjernvarmerør i de seks byer | 6419 |
| Antal tilsluttede afregningsmålere i de seks byer | 162.692 |
| Antal tilsluttede afregningsmålere i hele Danmark | 650.000 |

Kilde: "Kortlægning af gamle fjernvarmerør med Freon" (Teknologisk Institut, 2014)

Teknologisk Instituts kortlægning af fjernvarmerør i Danmark er baseret på dataindsamling fra fjernvarmeværker fra seks byer, som meldte tilbage med ledningsoplysninger, samt tal på antallet af tilsluttede afregningsmålere fra Dansk Fjernvarmes benchmarkingstatistik. Data er indsamlet fra tre store fjernvarmeværker og tre mindre fjernvarmeværker, som af Teknologisk Institut (2014a) vurderes at være repræsentative for fjernvarmeværker i Danmark. Resultaterne fra kortlægningen er efterfølgende skaleret for at vurdere mængden af gamle CFC-holdige fjernvarmerør i hele Danmark. Forholdet mellem antal afregningsmålere i hele Danmark og i de seks byer i kortlægningens dataindsamling bruges som mål til at skalere mængden af fjernvarmerør med freon op til landsplan. Beregningen er som følger:

$$650.000/162.692*6419 = 25.646 \approx 26.000 \text{ km}$$

Skaleringsmetoden er den samme, som der er anvendt til bestemmelse af freonmængde i Teknologisk Instituts kortlægning. DTU (2011) anslår, at der i Danmark i alt findes 40.000 km præisolerede fjernvarmerør (som er præisoleret enten med freon eller andre stoffer). I dette perspektiv vurderes den opgjorte mængde på 26.000 km CFC-holdige fjernvarmerør at være et realistisk estimat, eftersom der også findes andre stoffer til præisolering af rørene end freon.

Teknologisk Institut har også gennemført kemiske analyser af gamle fjernvarmerør, hvorfra de har lavet kvantitative vurderinger af gamle fjernvarmerørs indhold af CFC-gasser. På denne baggrund er det estimeret, at der på nuværende tidspunkt i alt er 4.000 tons CFC-gas tilbage i de i alt 26.000 km gamle fjernvarmerør i Danmark (Teknologisk Institut, 2014). En detaljeret beskrivelse af kortlægningens metode og resultater findes i rapporten "Kortlægning af gamle fjernvarmerør med freon" (Teknologisk Institut, 2014).

5.2 Scenarier for behandling af gamle fjernvarmerør

I dette afsnit beskrives scenarierne for den samfundsøkonomiske vurdering af behandling af gamle fjernvarmerør.

5.2.1 Opgravning og klipning af gamle fjernvarmerør

Fjernvarmerør opgraves efterhånden som de udskiftes, og opgravningen af gamle rør forøger arbejdsmængden ved kanalgravning. Selve graveprocessen bliver mere besværlig, da der graves under rørene, og de skal også tages op. Ifølge Dansk Fjernvarme lægges 50 pct. af de nye rør i samme tracé som de gamle. Praksis i dag er, at rør kun graves op, hvis de nye rør skal lægges samme sted.

Rørelementerne er sammensvejet, så de udgør ét sammenhængende system, og det er derfor også nødvendigt at klippe rørene over, før de kan tages op af jorden. For at muliggøre optagning, klippes rørene i længder af 6-8 meter ved hjælp af en såkaldt mobilsaks.

Fjernvarmerør i længder af 6-8 meter er for lange til videre behandling (shredding/forbrænding), og en yderligere klipning er derfor nødvendig. Rørene antages klippet ned i længder á omtrent 1

meter før shredning, og 0,3 meter før forbrænding. Klipping er en standardproces hos sorteringsvirksomheder som Stena og H.J. Hansen, hvor de allerede i dag modtager fjernvarmerør, enten i form af opgravede rør, eller rør frasorteret fra nyproduktion. Antagelsen om klipping til 0,3 meter før forbrænding er baseret på drøftelser med forbrændingsanlæg, om hvad der er nødvendigt for at stålrørene kan føres gennem slaggefaldet, uden tilstopning. I nulscenariet hvor de gamle rør graves op og shreddes, transporteres de til en sorteringsvirksomhed hvor de yderligere klippes, mens det i forbrændingsscenarierne antages at ske på opgravningsstedet. Omkostningen antages at være den samme. I dag shreddes fjernvarmerørene efter at være blevet klippet i mindre stykker, hvorefter jern og plastik udsorteres.

Teknologisk Institut har foretaget vurdering af alderen af de gamle fjernvarmerør i det danske fjernvarmenet. På denne baggrund, vurderes det, at alle gamle CFC-holdige fjernvarmerør vil blive udskiftet i perioden 2014-2050. Derfor vurderes det, at de gamle fjernvarmerør i perioden 2014-2050 vil blive udskiftet, når de er udtjent. Grundet aldersfordelingen af fjernvarmerørene vil dette ske i to tempi:

1. **Perioden fra 2015 til 2030.** I denne periode forudsættes det at gamle fjernvarmerør udskiftes med en frekvens svarende til udskiftningen i dag. På baggrund af Teknologisk Instituts kortlægning, er det vurderet, at der årligt udskiftes 0,82 pct. af de 26.000 km gamle fjernvarmerør i denne periode. Eftersom denne kortlægning er udført i 2014, antages de første 0,82 % at være gravet op i 2014. Samlet udskiftes der altså 3.411 km rør i perioden fra 2015 til og med 2030.
2. **Perioden fra 2031 til 2050.** I denne periode forudsættes det, at den tilbageværende mængde gamle fjernvarmerør udskiftes, hvilket betyder at udskiftningen foregår med en øget frekvens. I denne periode er det vurderet at 4,34 pct. af de 26.000 km gamle fjernvarmerør årligt udskiftes. Perioden 2031 til 2050 repræsenterer altså en "udskiftningspukkel" for gamle fjernvarmerør, hvor udskiftningen først er fuldt gennemført i 2050 (Teknologisk Institut, 2050). Samlet udskiftes der altså 22.376 km rør i denne periode.

Det forudsættes altså at alle CFC-holdige fjernvarmerør er udskiftet i år 2050, hvor rør nedlagt i 1995, vil have en alder på 55 år (Teknologisk Institut, 2014).

5.2.2 Opsamling af freon ved behandling af gamle fjernvarmerør

Der opsamles og destrueres i dag ikke freon, når gamle fjernvarmerør behandles, og det har derfor været nødvendigt at opstille nogle antagelser om, hvordan dette kan finde sted. Betydelige udslip af freongas sker under klipping og især shredning af rørene. Endvidere diffunderer freongas ud af rørene, når de ligger i jorden, omend dette dog er en meget langsommere proces end den frigivelse, der sker ved klipping og shredning.

Ved klippeprocessen frigives en mængde freongas fra PUR-skummet til luften. Dette skyldes at freongassen i PUR-skummet findes i et stort antal luftlommer, som hver især er omgivet af plastik (polyurethan). Når fjernvarmerørene klippes, knuses plastiklommerne omkring klippepunktet, hvormed CFC-gassen omkring klippepunktet frigives til atmosfæren. Ved klippingen af fjernvarmerørene vurderes CFC-11 fra et 5 cm længdesnit af PUR-skummet at afgasse pr. klip (Teknologisk Institut, 2014), hvilket svarer til 16,7 % af gassen i rørene (Teknologisk Institut, 2015). En måde at opsamle og destruere den frigivne freongas fra klippingen er at lede luften omkring klippepunktet igennem et filter med aktivt kul, der binder freongassen. Det antages at 95 % af den ved klippingen frigivne CFC-11 opsamles ved denne metode. For at få al luften igennem filteret er en højtryksuger nødvendig. Denne proces finder sted i scenarie 3a, og ikke i andre scenarier. I princippet kunne man også kombinere scenarie 2 med opsamling af freon, men dette er ikke undersøgt som et selvstændigt scenarie. Dog vil man kunne sammenligne scenarie 3a og 3b, for at vurdere den generelle gevinst eller omkostning ved opsamling af freon.

Scenarier med opsamling og forbrænding af freon står i modsætning til processerne i nulscenariet, hvor al gas fra opgravede rør frigives til atmosfæren.

5.2.3 Scenarier for den samfundsøkonomiske analyse

På denne baggrund er der opstillet følgende 5 scenarier for den samfundsøkonomiske vurdering af behandlingen af gamle CFC-holdige fjernvarmerør.

- **Nulscenariet:** Scenariet beskriver den nuværende praksis for udskiftning af gamle fjernvarmerør. De opgravede rør klippes hos shreddervirksomheder til længder af cirka en meter, så de får en størrelse, der kan shreds. Når rørene shreds, knuses PUR-skummet, hvorved freongas slipper ud i atmosfæren. Efter at være blevet shreddet, udsorteres stål og plastik til salg – og restfraktionen deponeres. Fra år 2015 til 2030 udskiftes årligt 8,2 m pr. km rør, hvoraf kun 50 pct. af de udskiftede rør graves op (Dansk Fjernvarme). De resterende 50 pct. bliver liggende i jorden uden at være i brug, og rør der erstatter disse, lægges et nyt sted. Fra år 2031 og frem til år 2050 udskiftes den resterende del af de gamle rør, igen hvoraf 50 pct. graves op.
- **Scenarie 2:** Scenariet beskriver en situation hvor gamle fjernvarmerør udskiftes i samme takt som i dag, men hvor de opgravede rør forbrændes (hele rør, dvs. stålrør med skumisulering og plastkappe). Efter at være blevet opgravet, klippes rørene til stykker á 0,3 meter, og der frigives freon ved denne klippeproces, som ikke opsamles. Det antages i LCA-rapporten, at CFC-gas fra et længdesnit på 5 cm omkring de klippede tværsnit udsiver under klipning. Nedklipning i små rørstykker til forbrænding er begrundet med en begrænsning hos forbrændingsanlæg, hvor slaggen skal igennem en kanal, som er én meter høj. Rørene sendes efter klipning til forbrænding, hvorved 99,9 pct. af den i PUR-skummet tilbageværende freongas destrueres. Slaggen herfra sendes til en sorteringsvirksomhed, som udsorterer stålet.
- **Scenarie 3a:** Scenariet beskriver en situation hvor gamle fjernvarmerør udskiftes i samme takt som i dag, men hvor alle udskiftede rør graves op og forbrændes (hele rør, dvs. stålrør med skumisulering og plastkappe), dvs. ingen rør bliver liggende i jorden. Efter opgravning bliver rørene klippet til stykker á 0,3 meter, og freon der frigives i denne proces opsamles i filtre. Udskiftning af filtre antages at ske to gange årligt, og filtrene brændes. Det antages, at 5 pct. af den ved klipningen frigivne freongas ikke kan opsamles og dermed slipper ud i atmosfæren. Efterfølgende sendes filtrene til forbrænding. Rørene sendes efter klipning også til forbrænding, hvorved 99,9 pct. af den i PUR-skummet tilbageværende freongas destrueres. Slaggen herfra sendes til en sorteringsvirksomhed, som udsorterer stålet.
- **Scenarie 3b:** Alle processer for dette scenarie er som i 3A med den væsentlige undtagelse, at der *ikke* sker særlig opsamling af CFC under klipningen. Det antages at den ved klipningen frigivne CFC i stedet slipper ud i atmosfæren.
- **Scenarie 1 (ikke et praktisk muligt alternativ):** Scenariet er analyseret i livscyklusanalysen og beskriver en situation, hvor gamle fjernvarmerør udskiftes i samme takt som i dag, men hvor alle udtjente rørstrækninger bliver liggende i jorden, uden at være i brug. Der sker dermed ingen opgravning og ressourceudnyttelse af de gamle udtjente fjernvarmerør, hvilket samtidig betyder, at der hver gang skal findes en ny placering til de nye rør. Efter dialog med Dansk Fjernvarme er det vurderet, at scenarie 1 ikke fremstår som et praktisk muligt alternativ til de øvrige scenarier. Dette skyldes, at i mindst 50 pct. af tilfældene er det en nødvendighed for fjernvarmeselskabernes udskiftning af gamle fjernvarmerør at kunne lægge de nye fjernvarmerør i det samme tracé som de gamle fjernvarmerør. I hvert fald ville det være forbundet med uoverstigelige omkostninger, at ændre på vejforhold og infrastruktur, så der hver gang kunne findes en placering til de nye fjernvarmerør, som ikke var identisk med den placeringen af de udtjente rør. Et sådant alternativ vil derfor aldrig være økonomisk attraktivt, og indgår derfor ikke i de samfundsøkonomiske analyser i nærværende rapport.

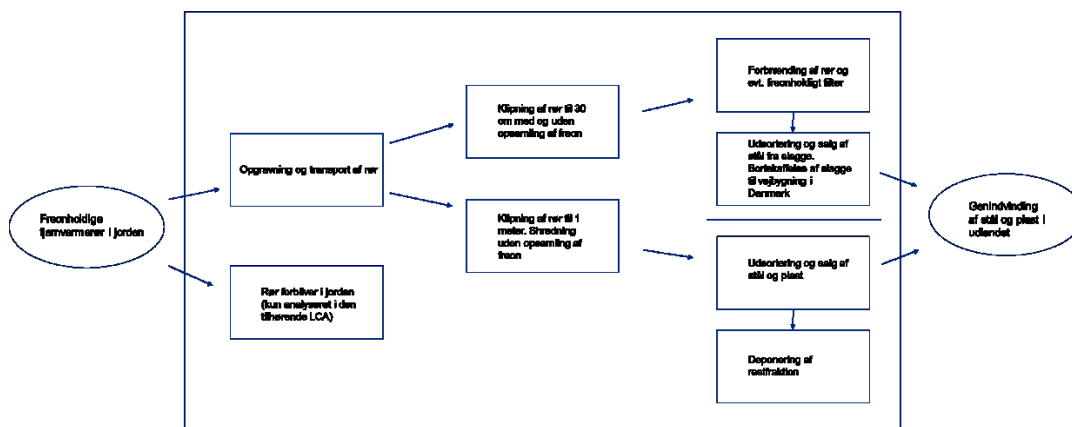
I scenarierne indgår processer for behandling af gamle CFC-holdige fjernvarmerør, som endnu ikke er implementeret i praksis i Danmark. Dette gælder særligt opsamlingen af freongas under opgravning og klipning af gamle fjernvarmerør. Miljømæssige og økonomiske aspekter omkring disse processer (særligt klipning af rør og opsamling af freongas) er derfor baseret på løsninger som vurderes teknisk mulige, men som der ikke er erfaringer med i Danmark.

I Sverige er det påbudt ved lov, at indsamle og destruere CFC fra byggeaffald inklusive gamle fjernvarmerør, der graves op. Den gængse praksis har dog indtil videre været, at man i Sverige lader de udtjente rør blive liggende i jorden, og der er derfor ikke udviklet særlige løsninger til håndtering af CFC-gasser fra fjernvarmerør. De knusemaskiner, der er udviklet af Stena til håndtering af CFC fra kølemøbler i Sverige, kan i princippet også anvendes til fjernvarmerør, men de vurderes at være meget lidt omkostningseffektive til håndtering af rør, og det vurderes derfor umiddelbart at være et bedre alternativ at sende rørene til forbrænding eller lade dem ligge i jorden (Baltzar mfl., 2005, side 33-37). Ifølge mailkorrespondance med Svensk Fjärrvärme håndteres de relativt få gamle fjernvarmerør, som det er nødvendigt at grave op, ved separering af materialer og efterfølgende forbrænding, hvilket må forventes at være forbundet med et ikke ubetydeligt udslip af CFC i den proces, hvor materialerne separeres.

5.3 Systemafgrænsning

Systemafgrænsningen i den samfundsøkonomiske analyse følger stort set afgrænsningen i LCA'en. Dog udelades produktion og nedgravning af nye fjernvarmerør, da denne proces er ens og sker på samme tidspunkt (når rørene er udtjente) for alle scenarier, og dermed ikke har indflydelse på den økonomiske vurdering af det foretrukne scenarie. Dermed medregnes opstrøms byrder fra den oprindelige produktion og nedgravning af gamle fjernvarmerør ikke i den samfundsøkonomiske vurdering. Genanvendelige materialer, såsom udsorteret jern og plastik, antages at blive afsat til genvindingsanlæg i udlandet, hvormed den videre oparbejdning af materialerne er uden for afgrænsningen af den samfundsøkonomiske analyse. Derved opgøres den økonomiske værdi ved eksport af materialer over systemgrænsen, men ikke omkostninger og gevinster ved behandling i udlandet. Analysen opgør dog miljøeffekterne fra genvindingsprocesser, der finder sted i udlandet. Disse opgøres særskilt. Grænsen for systemet går derfor ved sorteringsanlæggenes salg af materialer til genvinding.

FIGUR 3. SYSTEMGRÆNSE FOR SAMFUNDSØKONOMISK ANALYSE AF BEHANDLING AF GAMLE FJERNVARMERØR.



Figur 1 viser systemgrænsen for den samfundsøkonomiske analyse. Fjernvarmerørene kommer ind i systemet uden byrder fra opstrøms processer fra produktion af rørene. Efter opgravning, med eller uden opsamling af freon under klipning til 7 meter, bliver rørene enten 1) klippet til 0,3 meter med eller uden opsamling af freon, forbrændt og udsorteret for stål til salg, eller 2) klippet til 1 meter, shreddet og udsorteret for stål og plastik til salg med deponering af restfraktionen.

6. Metode til samfundsøkonomisk vurdering

Dette kapitel indeholder en beskrivelse af den anvendte metode i den samfundsøkonomiske vurdering. Metoden er baseret på Miljøministeriets vejledning i den samfundsøkonomiske vurdering af miljøprojekter (Miljøministeriet, 2010). Der er gennemført budgetøkonomiske analyser for de forskellige aktører under alle scenarier, og der er gennemført en samfundsøkonomisk analyse af de samlede effekter.

Kapitlet sammenfatter de overvejelser og valg, der har været genstand for drøftelser med opdragsgiver, følgegruppe og ekstern reviewer i processen for udarbejdelse af afrapporteringen, og som er yderligere dokumenteret i interne arbejdspapirer og præsentationer. Deloitte er dog ansvarlig for de valg af metoder, analyser og vurderinger, der kommer til udtryk i rapporten.

6.1 Overordnet formål og metode

Det overordnede formål med den samfundsøkonomiske analyse er at finde frem til, om det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at opgrave, energiudnytte og udsortere de gamle fjernvarmerør i stedet for at lade dem blive i jorden, samt hvorvidt CFC-11 skal opsamles og destrueres. I den samfundsøkonomiske analyse foretages en systematisk afvejning af gevinster og omkostninger i de fire scenarier, der er beskrevet i afsnit 5.2. Den samfundsøkonomiske værdi af et scenarie består af summen af disse gevinster og omkostninger. Scenarierne sammenlignes på baggrund af deres samfundsøkonomiske værdi med henblik på at finde frem til, hvilket scenarie der indebærer den højeste annuierede nutidsværdi.

Desuden er det formålet at analysere, hvilke rammebetingelser der skal være til stede for at gøre opgravning og behandling af gamle CFC-holdige fjernvarmerør rentabelt. Dette besvares ved at gennemføre en budgetøkonomisk vurdering, hvor påvirkningen af de enkelte aktører opgøres i faktorpriser. På baggrund af den budgetøkonomiske opgørelse af omkostninger og indtægter for aktørerne foretages en overordnet business case vurdering af, hvilke ændringer der måtte være behov for, for at den samfundsøkonomisk mest attraktive behandlingsløsning bliver budgetøkonomisk rentabel i Danmark.

6.2 Elementer i den samfundsøkonomiske analyse

De gevinster og omkostninger, der opgøres i den samfundsøkonomiske analyse, kan opdeles i tre elementer:

- Indgreb i ressourceallokeringen opgjort ved budgetøkonomiske analyser
- Forvriddningseffekter
- Miljømæssige eksternaliteter.

Det første element i den samfundsøkonomiske analyse er ændringer i ressourceallokeringen, der opgøres for hver af de centrale aktører for gennemførelsen af scenariet. Disse opgørelser betegnes budgetøkonomiske analyser. Ændringer i ressourceallokeringen omfatter ændrede

anlægsinvesteringer, ændrede driftsomkostninger i form af eksempelvis øget forbrug af arbejdskraft, serviceydelser og råvarer samt ændringer i produktion og salg af varer. De budgetøkonomiske analyser er beskrevet nærmere i afsnit 6.3.

Det andet element i den samfundsøkonomiske analyse er forvriddningseffekter. Hvis scenarierne kræver offentlig finansiering, medfører det et samfundsøkonomisk tab, fordi skatter og afgifter typisk skaber en kile mellem udbud og efterspørgsel, der resulterer i en suboptimal ligevægt og dermed medfører et dødvægtstab. Hvis scenarierne derimod skaber offentlige indtægter, medfører det alt andet lige en samfundsøkonomisk gevinst, da det offentlige kan reducere dødvægtstabet fra andre skatter og afgifter (det forudsætter dog, at de øgede offentlige indtægter ikke er opnået gennem skatter og afgifter, der er endnu mere markedsforvridende end de skatte- og afgiftsreduktioner som de muliggør). Skatteforvriddningseffekten indregnes ved at opgøre den samlede effekt for de offentlige finanser og benytte en generel skatteforvriddningsfaktor som diskuteret i afsnit 6.7.4.

Der er ikke regnet med markedsforvridninger ud over det skatteforvriddningstab i den samfundsøkonomiske analyse. Begrundelsen for at udelade eventuelle andre markedsforvridninger er, at disse effekter med hensyn til opgravning og behandling af gamle CFC-holdige fjernvarmerør forventes at være begrænsede og uden væsentlig betydning for de samfundsøkonomiske resultater.

Potentielt set kan der være afledte efterspørgselseffekter for markedet for affaldsforbrænding på grund af energiudnyttelse af gamle fjernvarmerør. Markedet for affaldsforbrænding er ikke ret kompetitivt, og mængderne af gamle fjernvarmerør til forbrænding i Danmark bliver maksimalt 11.000 tons per år. Mængden af gamle fjernvarmerør i forbrændingsanlæg udgør derfor en meget begrænset andel af den samlede forbrændingskapacitet, hvormed afledte efterspørgselseffekter vurderes ikke at være betydelig for de samfundsøkonomiske resultater.

Det tredje element i den samfundsøkonomiske analyse er de miljømæssige eksternaliteter. Scenarierne giver anledning til en række miljøeffekter, der typisk ikke er afspejlet i markedspriserne og derfor udgør eksternaliteter. Effekten af miljøkonsekvenserne opgøres ved en værdisætning af de miljøeffekter, der er kvantificeret i LCA'en, med de forbehold, der er beskrevet i afsnit 6.6. De enkelte miljøpåvirkninger er inddelt i en række overordnede standardeffekter:

- Drivhuseffekt (målt i CO₂-ækvivalenter)
- Forsuring (målt i SO₂-ækvivalenter)
- Stratosfærisk ozonnedbrydning (målt i CFC-11-ækvivalenter)
- Fotokemisk ozondannelse (målt i NMVOC-ækvivalenter)
- Generel eutrofiering (målt i NO_x-ækvivalenter)
- Ferskvandseutrofiering (målt i N-ækvivalenter)
- Partikler (målt i PM_{2,5}-ækvivalenter)
- Toksicitet (målt i udledningsmængden af de individuelle stoffer, se Tabel 3)

Særligt stratosfærisk ozonnedbrydning og drivhuseffekt er vigtige i denne analyse, da CFC-11 nedbryder ozon og er en potent drivhusgas. Selvom disse er grænseoverskridende effekter, indregnes de som effekter, der sker i Danmark, eftersom der ikke er fundet nogen betydelige kilder til fordeling af dem mellem Danmark og udlandet. Der redegøres for de to effekters andel af de samlede miljøeffekter i Danmark. Det bemærkes, at udslip af CFC-gasser i Danmark via ozonlagsnedbrydningen som nævnt har en global miljøeffekt, men at effekten i denne rapport håndteres som en indenlandsk effekt, da udtynding af ozonlaget især er foregået omkring polerne, hvorved folk i Skandinavien er langt mere udsat for sundhedsskader som følge af ozonlagsnedbrydning end jordens befolkning i gennemsnit. I beregningen af skadesomkostningen sker derfor en vis overvurdering af sundhedseffekten for danske borgere. For forureningseffekterne fotokemisk ozondannelse (NMVOC), forsuring (SO₂), eutrofiering (NO_x) og partikler (PM_{2,5}), tages de grænseoverskridende effekter højde for via beregningspriserne, således at der ved udledning i

Danmark påføres en omkostning både til Danmark og udlandet (Miljøministeriet, 2014). Se note 3 i Tabel 3 for uddybning af udledning i udlandet.

6.3 Den budgetøkonomiske analyse

Der er foretaget budgetøkonomiske opgørelser for hver af de centrale aktører i behandlingen af de gamle fjernvarmerør. Disse opgørelser indeholder de direkte ændringer i ressourceallokeringen.

Omkostninger til arbejdskraft er opgjort ved markedslønnen, inklusive skatter og arbejdsgiverafgifter, mens øvrige inputfaktorer er opgjort ved markedspriser, eksklusive refunderbare skatter og afgifter, som anbefalet i Finansministeriet (1999), afsnit 3.3.

De centrale virksomhedsaktører i behandlingen af de gamle fjernvarmerør er:

- Fjernvarmeselskaber, som opgraver de gamle fjernvarmerør i takt med at de udskiftes og i nogle scenarier klipper fjernvarmerørene til mindre dele før forbrænding
- Sorteringsvirksomheder, der enten klipper fjernvarmerørene til mindre dele før forbrænding eller shredder fjernvarmerørene og udsorterer jern og plastik
- Forbrændingsanlæg, der energiudnytter skum og plastkappe samt destruerer freongassen
- Deponier, som modtager ikke-udsorterede fraktioner efter shreddning af rør
- Transportvirksomheder

Ud over de ovenstående aktører vil også genvindingsvirksomheder blive påvirket ved opgravning og behandling af gamle fjernvarmerør, idet de oparbejder udsorteret jern og plastik.

Genvindingsvirksomhederne inddrages dog ikke i den budgetøkonomiske analyse, fordi det forudsættes, at genvinding primært sker i udlandet, jf. afsnit 5.3.

Når de budgetøkonomiske effekter skal indregnes i det samlede samfundsøkonomiske resultat, ganges med nettoafgiftsfaktoren for at opregne til køberpriser, jf. afsnit 6.7.4. Dette sker, fordi det samfundsøkonomiske resultat bør afspejle scenariets betydning for hele samfundets velfærd målt ved borgernes forbrugsmuligheder, jf. Finansministeriet (1999), afsnit 3.3.

6.4 Metoder til værdisætning af miljøeffekterne

Der findes grundlæggende to metoder til at værdisætte miljøeffekterne:

1. **Damage cost-metoden:** Opgørelse af de marginale skadesomkostninger ved miljøeksternaliteterne, hvilket vil sige de samfundsmæssige skadesomkostninger ved øget miljøbelastning og omvendt de reducerede skadesomkostninger og dermed samfundsmæssige gevinster ved reduceret miljøbelastning.
2. **Abatement cost-metoden:** Opgørelse af, hvad det koster at opnå en marginal reduktion af miljøbelastningen gennem det billigste alternative virkemiddel og værdisætning af ændringer i miljøbelastningen på linje hermed.

Når der foretages en sammenligning af et endeligt antal fast definerede alternativer med henblik på at finde frem til, hvilket af disse der – uafhængigt af andre ikke-definerede alternativer – er det mest fordelagtige, foreskriver miljøøkonomisk teori, at damage cost-metoden er den mest relevante til at værdisætte miljøeffekterne. Der er dog en række udfordringer ved damage cost-metoden.

For det første er det ofte en vanskelig opgave at foretage opgørelser af de marginale skadesomkostninger ved miljøbelastning, idet bekæmpelse heraf normalt optræder som en eksternalitet, der har karakter af et kollektivt miljøgode, der ikke omsættes på et marked, fordi det er udeleligt, og ingen kan udelukkes fra at bruge det (nedbringelse af luftforurening er et godt eksempel). Sådanne miljøeffekter kan ikke værdisættes gennem markedspriser, og der må i stedet indirekte estimeres en beregningspris. Det kan for eksempel ske gennem opgørelse af helbredseffekter og værdisætning af disse, hvilket der efterhånden findes veludviklede metoder til. Ofte optræder der dog også en række ikke-helbredsmæssige miljøeffekter, for eksempel i relation til

oplevelser, natur og økologi, og i så fald må værdisætningen ske gennem endnu mere indirekte metoder, hvor præferencerne for reduceret miljøbelastning forsøges afsløret gennem eksempelvis forskelle i huspriser eller rejseaktivitet til ikke-belastede (natur)områder eller gennem hypotetiske spørgeundersøgelser vedrørende forbrugernes betalingsvillighed for mindre miljøbelastning.

For det andet er det ikke altid tilfældet, at det endelige antal alternativer, der indsamles viden om og sammenlignes, er de bedst tænkelige alternativer, der findes til at reducere de forskellige former for miljøbelastning. For eksempel kan der findes endnu billigere virkemidler til at reducere CO₂-forurening end affaldsbehandlingsalternativerne, og hvis det billigste virkemiddel har en lavere marginal omkostning end de marginale skadesomkostninger ved klimabelastning, kan der argumenteres for, at det er de marginale reduktionsomkostninger snarere end de marginale skadesomkostninger, der er den retvisende skyggepris for ændret CO₂-udslip. Det forudsætter dog for det første, at det virkemiddel, der danner grundlag for skyggeprisen, endnu ikke er fuldt udnyttet, og for det andet, at der ikke er afgørende barrierer for at gennemføre virkemidlet. For eksempel, hvis prisen på CO₂-kvotemarkedet korrekt afspejler de marginale reduktionsomkostninger for det billigste gennemførlige virkemiddel, vil kvoteprisen således være den mest retvisende kilde til værdisætning af CO₂-udslip.¹

Reglen er, at der som udgangspunkt bør anvendes den laveste værdi af de marginale skadesomkostninger og reduktionsomkostninger, hvis begge er kendt. Selvom marginale reduktionsomkostninger normalt er lettere at opgøre end tilsvarende skadesomkostninger, er det dog en vidtrækkende opgave at skulle klarlægge, hvilket der er det billigste tilgængelige og endnu ikke fuldt udnyttede virkemiddel blandt samtlige mulige virkemidler i forhold til nedbringelse af en given miljøbelastning. Det ligger således uden for rammerne af denne opgave at udarbejde eller opdatere dækkende kataloger over virkemidler uden for ressourcestrategiområdet. I denne rapport anvendes reglen derfor med det forbehold, at abatements cost-metoden benyttes, hvis der i den eksisterende litteratur på området er kendskab til ikke fuldt udnyttede alternative virkemidler, der kan gennemføres til en pris, der ligger under de marginale skadesomkostninger, eller hvis de kendte estimater for skadesomkostningerne er langt mere usikre end tilsvarende for reduktionsomkostningerne.

Afsnit 6.5 indeholder en nærmere redegørelse for, hvilke miljøøkonomiske beregningspriser der er anvendt for de respektive miljøeffekter, og hvilken af de to overordnede værdisætningsmetoder der er fastlagt på basis af.

6.5 Miljøøkonomiske beregningspriser

For at værdisætte de miljøeffekter, der er kvantificeret i LCA'en, er der anvendt en række miljøøkonomiske beregningspriser. Beregningspriserne er angivet i Tabel 3 sammen med den overordnede værdisætningsmetode og de respektive kilder for priserne. Det bedst tilgængelige estimat er valgt, men der er dog altid usikkerhed om den eksakte værdi, hvorfor der er gennemført følsomhedsanalyser af højere og lavere miljøøkonomiske beregningspriser.

Der er anvendt de nyeste tilgængelige, toneangivende kilder til beregningspriser inden for de respektive typer miljøeffekter. Damage cost-estimater er valgt for de tilfælde, hvor skadesomkostningerne er relativt vel belyst, og/eller hvor der ikke er dokumenteret kendskab til virkemidler, der kan reducere miljøeffekterne til en lavere pris end de estimerede skadesomkostninger (for eksempel SO₂, partikler, VOC, tungmetaller). Abatement cost-metoden er anvendt, hvor der er solidt kendskab til reduktionsomkostningerne, og hvor det ikke kan påvises, at skadesomkostningerne skulle være lavere, og/eller hvor Danmark har internationale reduktionsforpligtelser (for eksempel CO₂, CFC, NO_x samt kvælstof og fosfor).

¹ Dette gælder dog ikke nødvendigvis for det nuværende CO₂-kvotemarked i EU, der langt fra er et perfekt kvotemarked. Der kan derfor argumenteres for både at værdisætte CO₂-belastning gennem prisen på kvotemarkedet og for værdisætning gennem forsøg på opgørelse af de marginale skadesomkostninger.

Der benyttes 3 typer af miljøøkonomiske beregningspriser:

- *Udledning i Danmark, der påvirker Danmark* omhandler miljøeffekter, som påvirker Danmark direkte.
- *Udledning i Danmark, som påvirker udlandet* omhandler miljøeffekter, der er grænseoverskridende i sin natur, fx luftforurening.
- *Udledning i udlandet* omhandler miljøeffekter, der kun regnes med i opgørelsen af udenlandske miljøeffekter

De anvendte beregningspriser er angivet i tabellen nedenfor.

TABEL 3. MILJØØKONOMISKE BEREGNINGSPRISER FOR DANMARK OG UDLANDET²

| Miljøeffekt | Enhed | Metode | Beregningspris for udledning i DK påført Danmark | Beregningspris for udledning i DK påført udlandet | Beregningspris for udledning i udlandet ³ | Kilde |
|--------------------------------------|---|-----------|--|---|--|---------------------------|
| Global opvarmning | Kr./ton CO ₂ | Abatement | CO ₂ -kvotepris | CO ₂ -kvotepris | CO ₂ -kvotepris | Energistyrelsen (2014a) |
| Stratosfærisk ozonnedbrydning | Kr./kg CFC-11 | Abatement | 224 | 224 | 224 | Delft (2010) |
| Fotokemisk ozondannelse | Kr./kg VOC ⁴ | Damage | 0,9 | 7,3 | 8,2 | Miljøministeriet (2014) |
| Forsuring | Kr./kg SO ₂ /SO ₄ | Damage | 27 | 245 | 273 | Miljøministeriet (2014) |
| Generel eutrofiering | Kr./kg NO _x | Damage | 15 | 103 | 119 | Miljøministeriet (2014) |
| Partikler⁵ | Kr./kg PM _{2,5} | Damage | 86 | 124 | 211 | Miljøministeriet (2014) |
| Eutrofiering, ferskvand | Kr./kg N | Abatement | 54 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 54 | Energistyrelsen (2013) |
| Toksicitet, bly | Kr./kg bly | Damage | 3.287 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 3.287 | Miljøministeriet (2014) |
| Toksicitet, kviksølv | Kr./kg kviksølv | Damage | 2.100 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 2.100 | COWI (2013) |
| Toksicitet, dioxiner | Kr./g dioxiner | Damage | 2.078.729 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 2.078.729 | COWI (2013) |
| Toksicitet, arsen | Kr./kg arsen | Damage | 596 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 596 | Holland, M. et al. (2007) |

² Priserne fra de forskellige kilder er fremskrevet med den gældende inflation til 2015-priser og kan derfor ikke genfindes direkte i de angivne kilder.

³ Drivhusgasser og ozonnedbrydende CFC-gasser er *uniformly mixed pollutants*, der påvirker globalt og derfor værdisættes ens for Danmark og udlandet. Beregningsprisen for grænseoverskridende *ambient pollution*, der påvirker lokalt i udlandet, fx fotokemisk ozondannelse og forsuring, antages derimod at være summen af priserne for udledning i DK påført Danmark og udledning i DK påført udlandet. Denne antagelse er baseret på, at kun en del af den danske udledning forbliver i Danmark og tilsvarende, at kun en del af udledningen fra andre lande forbliver i disse lande. Udledning fra et land i udlandet antages at have omkostninger i det pågældende land svarende til dem Danmark får påført, mens en større andel vil blive transporteret til nærliggende lande. Udlandet set som helhed vil derfor blive ramt af omkostninger både for det udledende land, og for andre lande som der transporteres til. Derfor er kolonne 6 summen af kolonne 4 og 5. En del af udledningen i udlandet vil naturligvis påvirke Danmark, men da omfanget af dette formentlig vil være lille givet Danmarks størrelse ses der bort fra denne effekt.

⁴ Livscyklusanalyser beregner mængder NMVOC, som er det samme som VOC, uden metan. Det antages, at omkostningen for udledningen af VOC kan bruges som proxy for omkostningen ved udledning af NMVOC.

| Miljøeffekt | Enhed | Metode | Beregningspris for udledning i DK påført Danmark | Beregningspris for udledning i DK påført udlandet | Beregningspris for udledning i udlandet ³ | Kilde |
|--------------------------------|--------------------|--------|--|---|--|---------------------------|
| Toksicitet, cadmium | Kr./kg cadmium | Damage | 179 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 291 | Holland, M. et al. (2007) |
| Toksicitet, krom | Kr./kg krom | Damage | 149 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 235 | Holland, M. et al. (2007) |
| Toksicitet, krom VI | Kr./kg krom VI | Damage | 1.118 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 1.788 | Holland, M. et al. (2007) |
| Toksicitet, formaldehyd | Kr./kg formaldehyd | Damage | 1 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 1 | Holland, M. et al. (2007) |
| Toksicitet, nikkel | Kr./kg nikkel | Damage | 18 | Ingen grænseoverskridende effekt fra DK | 28 | Holland, M. et al. (2007) |

For CO₂-udledning fra kvoteomfattede elproducerende anlæg i Danmark antages på baggrund af drøftelser med Miljøstyrelsen og Energistyrelsen, at der ikke skal foretages et tillæg for CO₂-kvoteprisen. Det skyldes, at omkostningen ved CO₂-udledning allerede forudsættes internaliseret i priserne for den marginale el- og varmeproduktion, idet de kvoteomfattede elproducenter i høj grad kan sætte prisen til deres marginale omkostninger inklusive omkostninger til køb af kvoter. Forudsætningen om overvæltning af prisen for CO₂-kvoter er således indregnet i Energistyrelsens prognoser for el- og varmeprisudviklingen, der anvendes i de samfundsøkonomiske analyser. Elproducerende anlæg, der udleder mindre CO₂ – fx affaldsforbrændingsanlæg – vil dermed få et plus i forhold til anlæg, der udleder mere CO₂ – fx marginale kulkraftværker – ved at de opnår de samme markedspriser for den producerede energi (inkl. tillæg for CO₂-kvotekøb), men samtidig skal indkøbe færre kvoter end de marginale kulkraftværker. CO₂-kvoteprisen er derfor allerede indregnet i de kvoteomfattede elproducenters økonomi, og skal derfor ikke tillægges dobbelt, så længe marginale kraftværker baseret på fossile brændsler er prissættere på energimarkedet.

For CO₂-udledning fra øvrige (overvejende ikke-kvoteomfattede) virksomheder tillægges en eksternalitetsomkostning svarende til CO₂-kvoteprisen. Den nuværende regering har ikke tilsluttet sig, at Danmark skal have mere ambitiøse målsætninger for CO₂-reduktion end faststat af EU. EU har pålagt Danmark en national reduktionsforpligtigelse for 2020 og en endnu ikke afklaret forpligtelse for 2030. Kommissionen vurderer, at de har foretaget den overordnede fordeling mellem reduktionsforpligtigelser i hhv. de kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede sektorer økonomisk optimalt. Hvis denne forudsætning holder, vil prisen for CO₂-reduktioner i de danske ikke-kvoteomfattede sektorer gennemsnitligt være på niveau med CO₂-kvoteprisen, hvorfor den fremskrevne CO₂-kvotepris anvendes til værdisætning af CO₂-udslippet fra andre virksomheder end elproducenter. Der gennemføres dog følsomhedsanalyser, hvor eksternalitetsomkostningen sættes til 300 kr./ton CO₂ for alle kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede virksomheder.

CO₂-ækvivalenter fra de kvoteomfattede sektorer varierer for de enkelte behandlingsscenarier. CO₂-ækvivalenter inkluderer både direkte udledning af CO₂ (fx ved forbrænding) og ”CO₂-effekten” ved udledning af andre stoffer der påvirker global opvarmning, fx CFC-11.

Blandt de miljøøkonomiske beregningspriser i Tabel 3 er prissætningen af bidraget til stratosfærisk ozonnedbrydning særligt vigtig grundet de væsentlige emissioner af CFC-gasser ved behandlingen af de gamle fjernvarmerør. Derfor bør det bemærkes at denne er behæftet med en større usikkerhed end de øvrige beregningspriser, da det kun har været muligt at finde beregningspriser for stratosfærisk ozonnedbrydning ét sted (Delft, 2010).

Generelt bør reduktionsomkostninger anvendes for eksternaliteter, hvor Danmark har internationale forpligtelser og målsætninger for at reducere emissioner, som eksempelvis ved bidrag til drivhuseffekt. Produktion og forbrug af CFC-gasser er internationalt reguleret ved Montreal-protokollen. Protokollen rummer ikke specifikke krav om reduktion af emissioner af CFC-gasser. Iflg. EU-forordning 1005 (fra 2009) skal freon fra en række produkter genvindes, hvis det er teknisk og økonomisk muligt. Det vurderes, at Danmark overholder sine forpligtelser over for Montreal-protokollen.

Det kan derfor diskuteres, om skadesomkostningerne eller reduktionsomkostningerne bør anvendes som den miljøøkonomiske beregningspris. Da beregningsprisen er anslået til hhv. € 159 per kg for skadesomkostningerne og € 30 for reduktionsomkostningerne er valget af beregningsmetode betydningsfuldt for det samlede resultat af den samfundsøkonomiske analyse. Reduktionsomkostningen benyttes fordi den er lavest. Den højere skadesomkostning vil dermed kunne undgås på en billigere måde, ved at reducere udledningen. I kapitlet med følsomhedsanalyser foretages en beregning, hvor skadesomkostningerne anvendes. Det bemærkes dog, at der ikke foreligger veldokumenterede konsensusestimater for hverken reduktionsomkostninger eller skadesomkostninger for CFC-gasser, hvorfor værdisætningen af denne afgørende miljøparameter er forbundet med betydelig usikkerhed.

6.6 Opgjorte effekter, udeladte effekter og usikkerhed

I den samfundsøkonomiske vurdering opgøres værdien af de effekter, hvor der er variation i de opstillede scenarier i forhold til basisscenariet. Det gælder for eksempel andelen af opgravede fjernvarmerør, som i nulscenariet er 50 pct., mens den i scenarie 3A og 3B er 100 pct. Tilsvarende er der i scenarie 3A specifik opsamling og destruktion af freongas, hvilket ikke er tilfældet i de andre scenarier. Til gengæld regnes der ikke på omkostningen til produktion og nedlægning af nye fjernvarmerør, eftersom denne er ens for alle scenarier. Dette er en væsentlig forskel fra livscyklusanalysen (Teknologisk Institut, 2014), som indregner miljøeffekter fra produktion og nedlægning af nye rør. Det har dog ingen betydning for hvilket scenarie der er samfundsøkonomisk mest attraktivt. Der medregnes en meromkostning ved at opgrave gamle CFC-holdige fjernvarmerør samtidig med nedlægning af nye fjernvarmerør. Se afsnit 5.3 for oversigt over omkostninger og indtægter.

Vejarbejde påvirker ofte trafikken, hvor trafikanter, såvel bilister, cyklister som fodgængere, må sænke farten, køre udenom og eventuelt vente på at modkørende er kørt forbi, hvis en vognbane er afspærret. Tiden, som trafikanterne forsinkes med, repræsenterer en værdi i form af eksempelvis tabt arbejdstid eller fritid, og denne værdi er opgjort pr. time i Transportministeriet (2014). Opgravning af de gamle rør vil forøge tiden det tager at udskifte dem, og dette vil i trafikerede områder betyde forøget forsinkelse. Estimering af forsinkelser i trafikken ville kræve udarbejdelse af en grundlæggende ny model, hvilket ligger uden for rammerne af nærværende analyse. LH Rørbyg oplyser endvidere, at entreprenører ved vejarbejde altid søger at minimere generne for trafikanter, eksempelvis ved at placere trafikgenerende arbejde uden for myldretider. Det bemærkes ligeledes at støj fra behandling og transport af rørene ikke er værdisat.

En anden effekt der kan repræsentere en værdi som et resultat af opgravede fjernvarmerør, er ledig plads i undergrunden. Der eksisterer imidlertid ikke noget marked for denne ledige plads, og det ligger uden for rammerne af denne analyse at estimere værdien.

I den samfundsøkonomiske analyse vil der være enkelte effekter, hvor der er variation mellem scenarierne, men hvor effekterne alligevel ikke værdisættes. Som angivet i LCA'en er der for eksempel miljøeffekter, hvor der ikke findes pålidelige måder at opgøre størrelsen på, og som derfor er udeladt. Derudover er der enkelte miljøeffekter, hvor der ikke findes en pålidelig værdisætning af den pågældende miljøeffekt, eller som udelades, fordi de vurderes ubetydelige i sammenligning med de øvrige effekter og uden betydning for det samlede resultat. Det drejer sig om værdisætning

af human- og økotoxicitet som ikke er omfattet af effekterne af bly, kviksølv, dioxiner, arsen, cadmium, krom, formaldehyd og nikkel.

Generelt vil der for nogle effekter være usikkerhed om størrelsen eller værdisætningen af den. Der gennemføres således en række følsomhedsanalyser i form af usikkerhedsintervaller, der er nærmere beskrevet i kapitlet med følsomhedsanalyser.

6.7 Forudsætninger og antagelser

Tabel 4 viser de centrale forudsætninger og antagelser, der er anvendt i den samfundsøkonomiske analyse.

TABEL 4. CENTRALE FORUDSÆTNINGER FOR DEN SAMFUNDSØKONOMISKE ANALYSE

| Parameter | |
|--|---|
| Faktor- og køberpriser | Budgetøkonomiske effekter opgøres i faktorpriser, mens samfundsøkonomiske effekter opgøres i køberpriser. Faktorpriser opregnes med nettoafgiftsfaktoren. |
| Tidshorisont | 2030 |
| Diskonteringsrente⁶ | 4 procent i de første 35 år og 3 procent i de følgende 35 år |
| Nettoafgiftsfaktor | 32,5 procent |
| Skatteforvridningsfaktor | 20 procent |
| Geografi | National afgrænsning af de samfundsøkonomiske konsekvensberegninger. Miljøeffekter opgøres dog også for udlandet, men der foretages en opdeling mellem, hvilke effekter der påvirker det danske samfund, og hvilke effekter der kun påvirker udlandet. |
| Prisniveau | 2015-priser |
| Resultater | Nettonutidsværdier og annuierede nutidsværdier opgjort i kr. per km fjernvarmerør |
| Levetider for anlæg og maskiner | Forbrændingsanlæg: 20 år Shredderanlæg: 15 år |
| Kapacitetsforhold | Omkostningerne opgøres som udgangspunkt uden hensyntagen til ledig kapacitet i eksisterende anlæg. Dermed anvendes de gennemsnitlige omkostninger. Det inkluderer fulde anlægsinvesteringer i al kapacitet, der varierer mellem scenarierne og som kræves for at behandle fjernvarmerørene på hhv. forbrændingsanlæg og shredderanlæg. Det inkluderer desuden driftsomkostninger som varierer mellem scenarierne i alle led af affaldskæden. Derudover gennemføres følsomhedsberegninger, hvor der tages udgangspunkt i eksisterende ledige kapacitet, og hvor der derfor kun medregnes de marginale omkostninger, så længe der er ledig kapacitet i de eksisterende anlæg inden for affaldsforbrænding. |
| Marginal elproduktion | Marginal elproduktion 2015-2020: konventionel kulbaseret Marginal elproduktion 2021-2050: kul/vind (i forholdet 50-50) |

De centrale forudsætninger for den samfundsøkonomiske analyse er baseret på (a) drøftelser med Miljø- og Fødevarerministeriet og Copenhagen Economics, (b) Miljøministeriets guide til samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter, (c) forventede anbefalinger til samfundsøkonomiske analyser fra Finansministeriet, herunder anvendte forudsætninger i

⁶ Realrenter. Disse omregnes til nominelle renter før diskontering.

forbindelse med virkemiddelkataloget på klimaområdet og (d) interview med aktører i branchen om levetider. I det følgende gennemgås de enkelte forudsætninger.

6.7.1 Faktor- og køberpriser

I overensstemmelse med Miljøministeriet (2010) opgøres de budgetøkonomiske effekter i faktorpriser, mens de samfundsøkonomiske effekter opgøres i køberpriser. Opregning fra faktorpriser til køberpriser sker ved anvendelse af nettoafgiftsfaktoren.

6.7.2 Tidshorisont

I analysen anvendes en tidshorisont til 2030, dels for at sikre, at de fremadrettede løbende miljøeffekter vil blive afspejlet med tilstrækkelig vægt, dels for at få en tidshorisont, der er lang nok til at rumme levetiden for en række af de centrale anlægsinvesteringer. Der anvendes den samme tidshorisont for alle scenarier. For scenarier med anlæg, der har en levetid, der overstiger tidshorisonten, indregnes en restværdi i slutåret baseret på en lineær afskrivning i løbet af levetiden. Derved bliver scenarierne fuldt sammenlignelige. Der indregnes desuden udsivning af freon fra år 2030 til 2050 fra rør der ikke opgraves, hvilket er relevant i nulscenariet og scenarie 2, hvor 50 % af rørene bliver i jorden. Summen af miljøeffekter fra denne udsivning indregnes i livscyklusanalysen i det år hvor rørene behandles (interview med forfatterne til Teknologisk Institut (2014)). På grund af diskonteringsmetoden, forringer dette nutidsværdien i nulscenariet og scenarie 2 i forhold til hvordan miljøeffekterne reelt påvirker. Vigtigheden af dette aspekt mindskes dog af at opgravning (og efterladelse i jorden) i sig selv er fordelt over tid. Der gennemføres desuden en følsomhedsanalyse af effekten af en alternativ tidshorisont frem til 2050. Derved vurderes resultaternes afhængighed af den valgte tidshorisont.

6.7.3 Diskonteringsrente

I analysen anvendes en trinvis aftagende diskonteringsrente som angivet i tabellen nedenfor. Realdiskonteringsrenten følger anbefalingen fra Finansministeriet⁷, og da den samfundsøkonomiske analyse inkluderer fremskrivning af nominelle pengestrømme og nominelle værdier af miljøeffekterne er der behov for at estimere en nominel diskonteringsrente. Dette gøres ved at justere for den forventede inflation i realdiskonteringsrenten. Baseret på Energistyrelsen (2014a) fastlægges den forventede gennemsnitlige inflation til 1,99%. Dette medfører nominelle diskonteringsrenter som illustreret i Tabel 5 herunder.⁸

TABEL 5. DISKONTERINGSRENTER

| Parameter | Real diskonteringsrente | Nominel diskonteringsrente |
|-----------|-------------------------|----------------------------|
| År 0-34 | 4,0 procent | 6,1 procent |
| År 35-69 | 3,0 procent | 5,1 procent |

Ved en tidshorisont frem til 2030 vil det således kun være diskonteringsrenten på 6,1 procent, der er aktuel.

6.7.4 Nettoafgiftsfaktor og skatteforvridningsfaktor

I beregningerne anvendes en nettoafgiftsfaktor på 32,5 procent, der svarer til forventede anbefalinger fra Finansministeriet, og som er anvendt i metodedokumentet til virkemiddelkataloget for klimatiltag, Energistyrelsen (2013).

I beregningerne anvendes en skatteforvridningsfaktor på 20 procent. I metodedokumentet til virkemiddelkataloget for klimatiltag anbefales en skatteforvridningsfaktor på 10 procent, hvis der sker en ændring i prisniveauet, der påvirker alle personer, og 20 procent, hvis der sker en ændring i

⁷ <http://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2013/05/ny-og-lavere-samfundsoekonomisk-diskonteringsrente/>

⁸ Forholdet mellem real og nominel diskonteringsrente er givet ved: nominel rente = (1+realrente)(1+inflation) - 1

skattebetalingen, der kun har betydning for personer i arbejde. Da det offentlige finansieringsbehov forudsættes dækket af skatter på arbejde, anvendes en skatteforvridningsfaktor på 20 procent.

Ændringer i de offentlige finanser beregnes ud fra de gældende afgiftssatser inklusive indeksering for relevante afgifter. Ændringer i det offentlige provenu fremkommer ved færre eller flere transaktioner af et afgiftspålagt gode.

6.7.5 Geografi

Den samfundsøkonomiske analyse af scenarierne for gamle fjernvarmerør gennemføres som udgangspunkt på nationalt niveau, det vil sige, at der foretages en vurdering af den samlede nyttevirkning for det danske samfund. Der regnes således ikke på nyttevirkningen i andre lande, ligesom der heller ikke regnes på forvridningseffekter eller makroøkonomiske effekter i andre lande end Danmark.

Efter udarbejdelsen af LCA'en har Teknologisk Institut foretaget en opdeling af miljøeffekterne, efter hvem de påvirker. Miljøeffekterne er opdelt i to kategorier:

1. Miljøeffekter, der direkte påvirker det danske samfund.
2. Miljøeffekter, der udelukkende påvirker udlandet.

Denne opdeling gør det muligt at opgøre værdien af de miljøeffekter, der påvirker det danske samfund hhv. udlandet. Opdelingen er foretaget ved, at hver proces i LCA'en enten er tilskrevet Danmark eller er tilskrevet udlandet ud fra en vurdering af, hvor processen finder sted. For eksempel tilskrives forbrænding af fjernvarmerør Danmark, mens deponering af flyveaske tilskrives udlandet. En sådan opdeling er selvsagt forbundet med usikkerhed, idet processerne kan forekomme i både Danmark og udlandet, ligesom der kan være grænseoverskridende forurening. Grænseoverskridende forurening tages der for en række stoffer højde for, jf. afsnit 6.2.

6.7.6 Prisniveau

Alle priser opgøres i 2015-priser.

6.7.7 Resultater

Resultaterne af den samfundsøkonomiske analyse opgøres som nettonutidsværdi og annuierede nutidsværdier. Annuierede nutidsværdier beregnes ved at den samlede nutidsværdi af behandlingen omsættes til årlige gevinster og omkostninger, der fordeles ud over perioden.

6.7.8 Levetid for anlæg og maskiner

I analysen forudsættes følgende levetider for anlægsinvesteringer:

- Forbrændingsanlæg: 20 år
- Shredderanlæg: 15 år

Levetiden for forbrændingsanlæg er baseret på Teknologikataloget (Energistyrelsen 2014). For shredderanlæg er levetiden baseret på interview med Stena Recycling. For de anlæg, der har en levetid, der overstiger tidshorizonten, indregnes en restværdi i slutåret baseret på en lineær afskrivning i løbet af levetiden.

6.7.9 Kapacitetsforhold

Ved opgørelsen af de økonomiske effekter ved behandling af gamle fjernvarmerør er det væsentligt, om der tages udgangspunkt i eventuel ledig kapacitet i eksisterende anlæg til forbrænding og shredding. Hvis der er ledig kapacitet, kan der argumenteres for, at det kun er marginalomkostningerne, der indregnes i stedet for de gennemsnitlige omkostninger.

Som udgangspunkt anvendes de gennemsnitlige omkostninger, og der ses dermed bort fra eventuel ledig kapacitet, fordi tidshorizonten frem til 2030 muliggør en tilpasning af kapaciteten. Som dokumenteret i kapacitetsanalysen for forbrændingsområdet i bilag 1 er der tegn på ledig kapacitet for forbrændingsanlæggene frem til 2030. Opgørelsen af kapaciteten er dog forbundet med en række usikkerheder, herunder muligheden for øget import af affald og mulige effektiviseringer/tilpasninger af affaldsforbrændingssektoren. Disse usikkerheder er beskrevet mere indgående i bilag 1. Som konsekvens af usikkerhederne anvendes de gennemsnitlige omkostninger for forbrænding, men der gennemføres en følsomhedsanalyse, hvor kun de variable omkostninger for både forbrændingsanlæg og shredderanlæg indregnes i kapitlet med følsomhedsanalyser. Interviews med sorteringsvirksomheder tyder ligeledes på, at de har ledig kapacitet.

6.7.10 Marginal energiproduktion

I LCA'en og i den samfundsøkonomiske analyse antages det at den marginale el-produktion består af 100% kul til og med 2020. Fra og med 2021 antages denne at skifte til 50% kul og 50% vind.

Den marginale varme er særdeles afhængig af lokale fjernvarmesystemer. Den geografiske placering af den substituerede fjernvarmeproduktion afgør således hvilke brændsler, der erstattes. Varmeproduktionen antages i LCA'en at være uændret fra den nuværende marginale varmeproduktion, som antages at svare til den gennemsnitlige varmeproduktion, hvilket derfor også vil være antagelsen i den samfundsøkonomiske analyse (brændsel bestående af 22 % træ, 21 % naturgas, 20 % affald, 16 % kul, 8 % halm, 7 % olie og 5 % biogas (COWI, 2013)). Der antages således ikke at ske et skift i sammensætningen af den marginale varmeproduktion.

6.8 Kortlægning og datagrundlag

Analyserne og vurderingerne i rapporten er baseret på en omfattende dataindsamling bestående af interview med relevante aktører, data fra databaser og desk research af tidligere rapporter og beregninger samt diskussioner med Miljø- og Fødevareministeriet og Copenhagen Economics. Tabel 6 indeholder en oversigt over de vigtigste datakilder.

TABEL 6. OVERSIGT OVER INTERVIEWDELTAGERE, ANVENDTE DATABASES OG UDVALGTE RAPPORTER

| | Beskrivelse |
|--|--|
| Interview med entreprenør | LH Rørbyg (besøg og telefon) |
| Interview med brancheorganisation | Dansk Fjernvarme (telefon) |
| Interview med sorteringsvirksomheder | H.J. Hansen (telefon) Stena (telefon) AFATEK (besøg) |
| Interview med forbrændingsanlæg | Vestforbrænding (telefon) Reno-Nord (telefon) ARC (telefon) |
| Interviews med luftudsugningsvirksomheder | FlexAir (telefon) OptimAir (telefon) |
| Interview om rammevilkår | SKAT (telefon) Skatteministeriet (telefon) |
| Databaser | Benchmarking BEATE ⁹ : Gennemsnitlige data for deponier og forbrændingsanlæg vedrørende kapacitet, takster, omkostninger og indtægter |

⁹ BEATE er en årlig benchmarking af danske deponier og forbrændingsanlæg, der gennemføres af Dansk Affaldsforening, DI og Dansk Energi.

6.9 Overførsler

I scenarierne forudsættes, at de gamle fjernvarmerør håndteres af en række forskellige budgetøkonomiske aktører. Når ressourcer handles imellem aktører i den samfundsøkonomiske analyse, er der tale om transaktioner, som er forbundet med en pris. Disse transaktioner har karakter af overførsler som ikke påvirker den samlede samfundsøkonomiske værdi, men alene fordelingen af omkostninger og indtægter mellem de centrale aktører og dermed de samlede budgetøkonomiske konsekvenser af scenarierne for hver aktør. Ud over de overordnede samfundsøkonomiske resultater belyser analysen derfor de budgetøkonomiske aktørers økonomiske incitament til realisere hvert af scenarierne. For eksempel opgraves de gamle fjernvarmerør af entreprenører på vegne af fjernvarmeselskaber, hvorefter de i scenarie 2, 3a og 3b forbrændes på forbrændingsanlæg. Fjernvarmeselskaberne vil derfor skulle betale forbrændingstakst til dækning af forbrændingsanlæggenes omkostninger. Forbrændingstaksten er dog kun en transaktion imellem to af aktørerne, og den påvirker derfor ikke den samfundsøkonomiske opgørelse.

De økonomiske transaktioner kan opdeles i to grupper:

- Transaktioner, som finder sted i dag
- Transaktioner, som forudsættes i scenarierne, men som ikke finder sted i dag

For transaktioner, som finder sted i dag, anvendes priserne på de eksisterende markeder til de budgetøkonomiske opgørelser. I denne gruppe indgår fx taksten for forbrænding og prisen for opgravning af rør. Der tages udgangspunkt i de nuværende priser, som fremskrives med inflationen. Der ses dermed bort fra udsving i de fremtidige priser som følge af strukturelle ændringer, der måtte indtræffe på markederne, ligesom der ses bort fra afledte markedsmæssige konsekvenser af de transaktioner, som er forudsat i scenarierne, da sådanne forhold er yderst vanskelige at forudsige med blot nogenlunde sikkerhed. Under antagelse af uændrede scenarier mht. de behandlede mængder er de fremtidige priser for handel mellem de danske aktører (overførsler) desuden ikke relevante i forhold til at vurdere den samfundsøkonomiske værdi af scenarierne, idet samfundsøkonomisk værdi ikke påvirkes af overførsler.

Størrelsen af betalingen ved transaktioner, som ikke finder sted i dag, er estimeret på baggrund af interviews med aktører i branchen. De enkelte omkostningsposter gennemgås nedenfor i kapitel 7.

7. Omkostninger til håndtering af gamle fjernvarmerør

Som beskrevet i afsnit 5.1.3, har Teknologisk Institut i 2014 kortlagt mængden af CFC-holdige fjernvarmerør i brug i Danmark til 26.000 km fordelt på 13.000 kanalkilometer. I dette afsnit beskrives omkostningerne ved håndtering af disse fjernvarmerør efter de løbende udskiftes.

7.1 Antagelser for opgravning af gamle fjernvarmerør

I alle scenarier antages at 0,82 % af de freonholdige rør udskiftes per år i 16 år fra og med 2015 til og med år 2030, hvorefter der udskiftes 4,34 % per år til og med år 2050. At de gamle fjernvarmerør udskiftes, betyder at de tages ud af brug og at der nedlægges nye fjernvarmerør. I hvor høj grad de gamle, CFC-holdige fjernvarmerør opgraves når de tages ud af brug, varierer mellem de opstillede scenarier. Hvis ingen af de gamle rør efterlades i jorden, betyder de ovenstående procentsatser en årlig opgravning af 213 km fjernvarmerør per år frem til og med år 2030, og herefter en årlig opgravning af 1.129 km fjernvarmerør per år fra år 2031 til 2050. Da det må antages, at 0,82 % af rørene er blevet opgravet i 2014, er den samlede, tilbageværende rørmængde 25.787 km.

Baseret på oplysninger fra Dansk Fjernvarme (2014), er basisantagelsen, at 50 pct. af de gamle rør som udgangspunkt opgraves i dag, når der nedlægges nye fjernvarmerør. Dette svarer til 107 km fjernvarmerør per år frem til og med år 2030, og herefter en årlig opgravning af 565 km (afrundede tal) fjernvarmerør per år fra år 2031 til 2050. I scenarie 3A og 3B opgraves hele mængden, altså henholdsvis 213 og 1.129 km.

7.2 Udvalgte priser og prislekrivninger for energi og råvarer

De væsentligste priser for indgåede handler i den samfundsøkonomiske vurdering fremgår af Tabel 7. Som beskrevet i afsnit 6 indregnes overførsler i de budgetøkonomiske opgørelser. Tabel 7 indeholder en oversigt over transaktioner mellem de budgetøkonomiske aktører, samt en angivelse af prisen på de transaktioner, som finder sted i dag.

TABEL 7. GENNEMSNITLIGE PRISER (FAKTORPRISER I 2015)

| | Enhedspris | Kilde til pris |
|---|---------------|---|
| Salg af fjernvarmerør til shreddning | 200 kr./ton | LH Rørbyg |
| El | 275 kr./MWh | Energistyrelsen, 2014a |
| Varme | 70,8 kr./GJ | Energistyrelsen, 2012a |
| Jern | 1.042 kr./ton | Shreddervirksomheder |
| Forbrændingstakst | 420 kr./ton | BEATE (2013) samt aktuelle takstblade fra store effektive anlæg |

Til Tabel 7 er det væsentligt at bemærke, at de angivne enhedspriser er gennemsnitspriser. Metalpriserne er fundet ved omregning fra USD til DKK ved nationalbankens valutakurs af 3. juni 2014 på 5,47 kr. per USD.

7.2.1 Transportomkostninger

Transportomkostningerne afhænger bl.a. af enhedsprisen, lastekapacitet på 20 tons og af de afstande, som fjernvarmerørene skal transporteres. Enhedspriserne er baseret på data fra DTU (2013) og er angivet i Tabel 8. Transportomkostningerne nedenfor indeholder ikke miljømæssige eksternaliteter fra transport. Disse er dog værdisat (undtagen støj) på baggrund af mængder fra livscyklusvurderingen og de miljømæssige beregningspriser indgår derfor under omkostningskategorien miljøeksternaliteter i den samfundsøkonomiske analyse. De tidsafhængige transportomkostninger i Tabel 8 er estimeret ud fra en forudsætning om, at en distance på 100 km tilbagelægges på 1,5 time.

TABEL 8. ENHEDSOMKOSTNINGER FOR TRANSPORT I 2030, 2015-PRISER

| | Faktorpris i 2015 |
|--|-------------------|
| Lastbil, afstandsafhængig, kr./km | 2,94 |
| Lastbil, afstandsafhængig, afgift, kr./km | 0,96 |
| Lastbil, tidsafhængig (383 kr./time), kr./km | 5,7 |
| Lastbil, tidsafhængig, afgift, (7,3 kr./time), kr./km | 0,11 |
| I alt, transportomkostninger (ekskl. eksternaliteter), kr./km | 9,75 |

Kilde: Transportministeriet (2014). Baseret på et repræsentativt udsnit af danske lastbiler.

Scenarierne i LCA'en er ikke modelleret for konkrete geografiske områder. I stedet er der skønsmæssigt forudsat et transportbehov på 100 tonkilometer svarende til, at hvert ton gamle fjernvarmerør samlet set skal transporteres 100 kilometer. I den samfundsøkonomiske vurdering anvendes samme gennemsnitlige transportafstand. Deloitte vurderer, at de 100 kilometer er en rimelig approksimation for den vægtede gennemsnitlige transportafstand, når der tages højde for, at fjernvarmerørene køres til lokale affaldsforbrændingsanlæg eller shredderianlæg i Danmark.

I de samfundsøkonomiske beregninger antages det, at der ikke genereres profit hos transportvirksomhederne, og at omkostningerne til transport derfor er den pris som de øvrige budgetøkonomiske aktører betaler for transport. Transportudgifterne forudsættes delt ligeligt mellem de relevante budgetøkonomiske aktører i hvert scenarie.

Til at beregne transportbehovet per km rør transporteret med lastbil, tages der udgangspunkt i transportafstande for alle scenarier på 100 km (Teknologisk Institut, 2014). For at kunne beregne det nødvendige antal lastbiler for transport af 1 km rør, er der gennemført interviews med relevante aktører, herunder Stena, HJ Hansen og LH Rørbyg. Antagelser omkring transport er baseret på oplysninger fra disse aktører. Det forudsættes, at transport foretages med lastbiler med en lasteevne på 20 ton. Rørene er før transport klippet til stykker med en længde på 6-8 meter (gennemsnit: 7 meter), som hver især vejer ca. 90 kg. Under denne forudsætning vil lastbilernes lasteevne være

volumenmæssigt begrænset, og det vil ikke være muligt at laste hver lastbil med de maksimale 20 tons. Ud fra den volumenmæssige begrænsning vil det være muligt at laste 132 stykker fjernvarmerør (á 7 m) per lastbil. Hermed kan én fuldt lastet lastbil transportere 0,92 km fjernvarmerør. Dette giver et samlet transportbehov på 108 km transport per km fjernvarmerør.

Ovenstående transportbehov er baseret på at fjernvarmerørene stables volumenmæssigt optimalt i lastbilerne. I praksis sker dette dog kun i ca. 75 pct. af tilfældene, og i 25 pct. af tilfældene transporteres fjernvarmerør på en måde, der hverken udnytter den fulde volumenmæssige eller vægtmæssige kapacitet af lastbilerne. I disse tilfælde estimeres det, at hver lastbil kun lastes med 4,5 ton fjernvarmerør, svarende til ca. 50 stykker fjernvarmerør á 7 m. Dette giver et transportbehov på 289 km transport per km fjernvarmerør, når rørene ikke er stablet optimalt.

TABEL 9. ANVENDTE GENNEMSNITLIGE TRANSPORTAFSTANDE FORBUNDET MED BEHANDLINGEN AF GAMLE FJERNVARMERØR

| | Km/km rør |
|---|-----------|
| Transportbehov, km transport/km fjernvarmerør (for de 75 pct. af rør som er stablet optimalt) | 108 |
| Transportbehov, km transport/km fjernvarmerør (for de 25 pct. af rør som ikke er stablet optimalt) | 289 |
| Vægtet gennemsnit for transportbehov for gamle fjernvarmerør | 153 |

Det samlede transportbehov for fjernvarmerør regnes som et vægtet gennemsnit af ovenstående resultater, og estimeres derfor til 153 km. De anvendte transportafstande fremgår af Tabel 9.

7.2.2 Prisfremskrivninger

I den samfundsøkonomiske vurdering af behandling af gamle fjernvarmerør er priserne for energi og jern vigtige for vurderingens resultater. Som input til analysen er der derfor indsamlet særskilte prisfremskrivninger for disse prisers udvikling på det danske marked. Kilderne til disse prisfremskrivninger fremgår af Tabel 10. Verdensbanken (2014) fremskriver en nominel pris for jernmalm til og med år 2025. Udviklingen i denne pris antages også at gælde for udviklingen i prisen på jern, og anvendes derfor til fremskrivning af jernprisen. Da der er behov for priser frem til 2050, har Deloitte beregnet den gennemsnitlige, procentvise stigning i Verdensbankens estimater mellem 2014 og 2025, og anvendt denne som stigningstakt for den nominelle jernpris efter år 2025. El- og fjernvarmeprisen er omregnet til 2015-priser ved hjælp af forbrugerprisindekset (Danmarks Statistik, 2015), og dernæst fremskrevet med den forventede inflation (Energistyrelsen, 2014a).

TABEL 10. KILDER TIL SÆRSKILTE PRISFREMSKRIVNINGER.

| | Kilde til prisfremskrivning |
|--------------------------|-----------------------------|
| El | Energistyrelsen (2014a) |
| Fjernvarme | Energistyrelsen (2012a) |
| Jern | Verdensbanken (2014) |
| Generel inflation | Energistyrelsen (2014a) |

7.3 Afgifter

Ved forbrænding af affald under produktion af energi, er den leverede varme pålagt energiafgift (affaldsvarmeafgift og tillægsafgift). Energiafgiften er pålagt den leverede mængde varme, og afhænger derfor af affaldets energiindhold. Energiafgiften per GJ fremgår af Tabel 11. Affaldsvarmeafgiften indekseres med inflationen, hvorimod tillægsafgiften ikke indekseres.

TABEL 11. DEPONERINGS- OG ENERGIAFGIFTER, SOM PÅLÆGGES VARMEPRODUKTION VED FORBRÆNDING (2015-VÆRDIER)

| | kr. |
|--|------|
| Energiafgift (per GJ leveret varme)^[1] | 45,4 |
| Energiafgift for gennemsnitligt brændselsinput (per GJ leveret varme)^[2] | 31,4 |
| Deponeringsafgift (per ton)^[3] | 475 |

Ved forbrænding af fjernvarmerør på dedikerede affaldsforbrændingsanlæg erstatter den producerede varme den marginale varmeproduktion i Danmark. Ved disse scenarier mister det offentlige således afgiftsbetalinger fra de marginale producenter. Det forudsættes, at de mistede indtægter udgør 31,4 kr. per GJ output¹⁰, svarende til de aktuelle satser for de energiafgifter, der er gældende for varmeproduktion baseret på den gennemsnitlige brændselskombinationen beskrevet i afsnit 6.7.10. Denne afgift fremgår af Tabel 11, og den korrigeres med prisudviklingen.

Ved forbrænding af affald, er emissioner af fossil CO₂, NO_x og pålagt afgifter, hvis størrelse er angivet nedenfor.

TABEL 12. SAMMENSÆTNING AF MILJØAFGIFTER SOM PÅLÆGGES EMISSIONER TIL LUFTEN VED FORBRÆNDING.

| | kr. |
|---|-------|
| CO₂-afgift (per ton fossil CO₂)¹¹ | 170,0 |
| NO_x-afgift (per kg NO_x)¹² | 25,9 |
| S-afgift (per kg S)¹³ | 11,5 |

Med hensyn til indtjening og omkostninger ved køb og salg af CO₂ kvoter, så forudsættes det i de budgetøkonomiske opgørelser, at forbrændingsanlæggene får tildelt CO₂-kvoter, som matcher den kapacitetsudvidelse som energiudnyttelsen af de gamle fjernvarmerør medfører, mens de marginale kraftværker får færre kvoter, som afspejler deres reduktion af kapaciteten. Derved bliver den budgetøkonomiske effekt af køb og salg af CO₂-kvoter nul.

7.4 Omkostninger og indtægter ved fortsat at opgrave og shredde gamle fjernvarmerør (nulscenariet)

I dette afsnit redegøres for omkostninger og indtægter for de forskellige led i den nuværende proces for behandling af gamle fjernvarmerør. Alle omkostninger er opgjort efter prisen på de anvendte input (faktorpriser).

7.4.1 Opgravning

Første trin i behandlingen af gamle fjernvarmerør består i at opgrave dem (halvdelen i nulscenariet og scenarie 2, alle i scenarie 3a og 3b). Dette gøres i samme takt som de alligevel skal udskiftes.

Det er nødvendigt at klippe fjernvarmerørene over, før de kan tages op af jorden. Typisk klippes de i længder á 6-8 meter. Som beskrevet i Teknologisk Instituts LCA, vil denne klipping af fjernvarmerørene medføre, at freongas diffunderer ud af den isolerende skum omkring klippepunktet.

^[1] Skatteministeriet (2014b) §1 stk. 2 og 6, §5, stk. 2, 7 og 13 samt §7 stk. 1. Der er taget udgangspunkt i de nuværende afgiftssatser, hvor der dog ses bort fra tillægsafgiften på den bortkølede varme.

^[2] Skatteministeriet (2014b) §1 stk. 2

^[3] Affalds- og råstofafgiftsloven, §10

¹⁰ Beregning foretaget af Deloitte

¹¹ Bekendtgørelse af lov om kuldioxidafgift af visse energiprodukter, §2, stk. 1, nr. 15, samt §5 stk. 2 og/eller 3

¹² Bekendtgørelse af lov om afgift af kvælstofoxider, §2, stk. 1, nr. 1

¹³ Bekendtgørelse af lov om afgift af svovl, §2, stk. 2

Omkostningerne til opgravning af gamle rør afhænger af flere faktorer. Særligt afhænger omkostningerne af, om de nye rør lægges i samme tracé, hvorved man kan nøjes med at grave én gang. I nulscenariet opgraves kun den andel af gamle fjernvarmerør, hvor de nye fjernvarmerør lægges i samme tracé. Endvidere afhænger omkostningerne af om rørene ligger gravet ned på landet eller i byen, da jorden ovenover rørene i byer ofte er befæstet med asfalt.

De anvendte omkostninger for opgravning af gamle fjernvarmerør er baseret på interviews med henholdsvis Dansk Fjernvarme og entreprenørvirksomheden LH Rørbyg. Omkostningerne er opgjort som gennemsnitlige omkostninger, og er dermed kun afhængige af om de nye fjernvarmerør lægges i samme tracé som de gamle eller ej. De gennemsnitlige omkostninger er altså et vægtet gennemsnit af omkostningerne forbundet med at opgrave fjernvarmerør på landet og i byer. Omkostninger ved opgravning af gamle fjernvarmerør fremgår af Tabel 13.

TABEL 13. GENNEMSNITSEKSTRAOMKOSTNINGER OG INDTÆGTER NÅR GAMLE FJERNVARMERØR OPGRAVES UNDER UDSKIFTNING (KR. PER KILOMETER)

| | Dansk Fjernvarme | LH Rørbyg | Gennemsnit |
|---|------------------|-------------|-------------|
| Nye rør lægges i samme tracé | 800.000 | 1.000.000 | 900.000 |
| Nye rør lægges i nyt tracé | 2.500.000 | 3.000.000 | 2.750.000 |
| Salg af rør til shreddervirksomheder | | 200 kr./ton | 200 kr./ton |

Kilde: Dansk Fjernvarme og LH Rørbyg

Estimaterne på henholdsvis 800.000 og 2.500.000 kr./kilometer fra Dansk Fjernvarme er en vurdering baseret på indgående branchekendskab. Estimatet på 1.000.000 kr./kilometer for nye rør i samme tracé fra LH Rørbyg svarer til 50 % af arbejdslønnen ved nedgravning af én meter fjernvarmerør. LH Rørbyg lægger som standard 50 % oveni afregningsprisen, når gamle rør samtidigt skal graves op, men kun oveni arbejdslønnen, da der ikke medgår nogen materialeomkostninger. LH Rørbyg's estimat på 3.000.000 kr./kilometer, hvor nye rør lægges i et nyt tracé er et erfaringsbaseret bud, og det bemærkes, at omkostningen muligvis vil være højere. Ved anvendelse af gennemsnitspriser baseret på respondenternes svar, er omkostningen til opgravning af de gamle fjernvarmerør 900.000 kr./kilometer, når de nye rør lægges i samme tracé, og 2.750.000 kr./kilometer når de lægges i et nyt tracé. Fjernvarmeselskaberne sælger rørene videre til shreddervirksomheder (skrothandlere) for 200 kr./ton.

Ifølge Dansk Fjernvarme lægges ca. 50 % af de nye rør i samme tracé som de gamle. For de resterende 50 % af rørene lægges nye fjernvarmerør i den modsatte side af vejen eller i det modsatte fortovej (Teknologisk Institut, 2014). Dette gøres blandt andet på grund af hensynet til at kunne forsyne slutbrugere med fjernvarme, imens udskiftninger foregår. Derfor er efterfølgende opgravning af disse rør dyrere, da der skal graves, hvor man ellers ikke ville have gravet. I den samfundsøkonomiske analyse benyttes 900.000 kr./kilometer til 50 % af de opgravede rør (som ligger hvor nye rør lægges ned) og 2.750.000 kr./kilometer til resten. Praksis i dag er, at fjernvarmerør kun graves op, hvis de nye rør skal lægges samme sted. Derfor anvender nulscenariet og scenarie 2 kun opgravningsomkostningen på 900.000 kr./kilometer. I scenarie 3A og 3B graves alle rør op, og 900.000 kr./kilometer anvendes derfor til opgravning af 50 % af rørene, mens 2.750.000 kr./kilometer anvendes til resten.

7.4.2 Klipping og shreddning

Beskrivelsen af processen for shreddning af gamle fjernvarmerør, samt hvilke omkostninger der er forbundet hermed, bygger på interviews med H.J. Hansen og Stena Recycling. Efter opgravning sendes gamle fjernvarmerør i dag til shreddervirksomheder, som klipper rørene til stykker á cirka en meter, så de kan gå igennem shredderlæget. Shreddervirksomhederne modtager fjernvarmerørene i stykker á 6-8 meter. For at kunne shredder fjernvarmerørene skal de klippes yderligere, således at hvert stykke rør har en længde på ca. en meter. Klippingen foretages ved brug af en såkaldt mobilsaks, og under denne klipping vil freongas diffundere ud af det isolerende skum

som ligger nærmest klippepunktet. Ved klipningen af fjernvarmerørene vurderes 5 cm per snit af CFC-11 i PUR-skummet at afgasse i skæringsfladerne (Teknologisk Institut, 2014). Klipping af fjernvarmerør er en standardproces hos shreddervirksomheder som H.J. Hansen, hvor de allerede i dag modtager fjernvarmerør, enten i form af opgravede rør, eller fjernvarmerør frasorteret fra nyproduktion. Baseret på interviews med H.J. Hansen estimeres omkostningen til klipping af rør ned til 1 meter til at være 10.926 kr. per kilometer, som vist i Tabel 14.

TABEL 14. OMKOSTNINGER TIL KLIPNING AF FJERNVARMERØR, SÅLEDES AT DERES LÆNGDE REDUCERES FRA CA. 7 METER TIL 1 METER (FAKTORPRISER)

| | Kr. |
|--|--------|
| Klippeomkostninger, kr. per kilometer fjernvarmerør | 10.926 |

Kilde: Interview med H.J. Hansen.

Efter klipningen shreds rørene – en proces hvor fjernvarmerørene neddeles til små stykker, for at man efterfølgende kan udsortere genanvendelige materialer. Typisk vil fjernvarmerørene blive shreddet sammen med andre affaldsfraktioner. Dette gøres for at minimere brandrisikoen ved at shrede fjernvarmerør, som har et højt indhold af plastik og skum. De genanvendelige materialer, stål og plastik, udsorteres ved anvendelse af en magnetseparator og en luftseparator.

Ved shredningen frigives freongas til luften fordi PUR-skummet pulveriseres, hvorved gassen frigøres. Afhængigt af størrelsen af det shreddede PUR-skum, vil op til 40 pct. af freongassen frigives øjeblikkeligt ved shredningen. Grundet den korte diffusionsafstand i PUR-skummet, vurderes det at den resterende mængde freongas vil frigives hurtigt efter deponering (Teknologisk Institut, 2014). Det vurderes derfor at hele PUR-skummets tilbageværende indhold af freongas frigives til luften ved shredning. Som shredderprocessen foregår i dag, er det ikke teknisk muligt at opsamle freongassen som frigives under shredning. Shredder anlæggene anvender i dag luftrensning med vand til at reducere støvdannelsen, men denne proces binder ikke freongassen. Teknologier til udsugning og opsamling af freon kendes fra shredning af køleskabe, men køleskabe shreds på mindre shreddere end fjernvarmerør, hvorfor teknologien ikke direkte kan overføres til at opsamle freongas ved shredning af fjernvarmerør.

Driftsomkostningerne ved shredning af affald er afhængige af affaldets sammensætning. Eksempelvis er driftsomkostningerne en smule højere ved at shrede affald med et højt indhold af stål, da stål er hårdere end andre metaller og dermed slider mere på anlægget. Materiale-sammensætningen af fjernvarmerør indebærer dog, at det vurderes rimeligt at antage, at driftsomkostningerne ved at shrede fjernvarmerør er de samme som for gennemsnitligt shredderet affald. Omkostninger for shredning af gamle fjernvarmerør fremgår af Tabel 15.

Kapacitetsomkostningerne er beregnet som vægten af én kilometer fjernvarmerørs andel af den samlede, årlige, vægtmæssige kapacitet for et nyt shredder anlæg. Den relativt lave tekniske levetid for et shredder anlæg på 15 år skyldes, at selve shredderprocessen slider meget på anlægget. Shreddervirksomhederne har i de gennemførte interview bemærket, at der pt. er væsentlig ledig kapacitet i danske shredder anlæg. Derfor gennemføres også en følsomhedsanalyse, hvor der foretages en samfundsøkonomisk vurdering af behandling af gamle fjernvarmerør under anvendelse af marginale omkostninger for anlæg. Gennemsnitlige driftsomkostninger er beregnet som 13 tons/km rør*326 kr./ton.

TABEL 15. OMKOSTNINGER VED SHREDNING AF FJERNVARMERØR OG EFTERFØLGENDE UDSORTERING AF GENANVENDELIGE MATERIALER

| | |
|---|--------|
| Kapacitet, 1.000 ton per år | 240 |
| Levetid, år | 15 |
| Anlægsomkostninger, kr. per km | 8.671 |
| Anlægsomkostninger, kr. per ton | 667 |
| Gennemsnitlige driftsomkostninger, kr. per km | 4.240 |
| Marginale driftsomkostninger, kr. per km | 1.272 |
| Total for anlægs- og gns. driftsomkostning, kr. per km | 12.911 |

Kilde: Interview med Stena Recycling.

Note: Kapacitet af shredder anlægget er estimeret med udgangspunkt i den gennemsnitlige sammensætning af det modtagne shredderaffald og en oplyst kapacitet på 230-250 tusind ton per år. De gennemsnitlige og marginale driftsomkostninger omfatter alle omkostninger ved behandling og shreddning af fjernvarmerørene, fra modtagelse rørene til de genanvendelige materialer er udsorteret i fraktioner som kan afsættes. De angivne anlægsomkostninger på 8.671 kr. per km er ved en teknisk levetid på 15 år, og beløbet afskrives derfor over denne periode.

Når fjernvarmerørene er shreddet og de genanvendelige materialer er udsorteret, afsættes stål og plastik til materiale genanvendelse. I praksis vil ca. 50 pct. af fjernvarmerørets indhold af plastik kunne udsorteres. Freongassen i fjernvarmerørens isolerende skum frigives til luften ved shreddningen, og restfraktionen bestående af skum og eventuelt ikke-udsorteret plast deponeres. Materiale mængderne efter shreddning fremgår af Tabel 16.

TABEL 16. MATERIALER TIL VIDERE AFSÆTNING VED SHREDNING AF 1 KM GAMLE FJERNVARMERØR

| | Kg per km |
|--------------------------------|------------------|
| Stål | 9.800 |
| Plastik | 900 |
| Restfraktion til deponi | 2.300 |

Kilde: Teknologisk Institut (2014) og interview med HJ Hansen. Afrundet til nærmeste hundrede.

7.4.3 Deponering af restfraktion

Den ikke-udsorterede del af de shreddede fjernvarmerør deponeres. Fjernvarmerørene shreddes sammen med alt andet shreddningsegnet affald, og deponeres derfor som farligt affald. Shreddervirksomhedernes betaling for deponering af restfraktionen er derfor gældende afgift på 475 kr./ton, som er en overførsel, samt takst for deponering af farligt affald på 233 kr./ton, som vist i Tabel 17. Mængde til deponi (restfraktion) er vist i Tabel 16.

TABEL 17 - OMKOSTNINGER VED DEPONERING AF RESTFRAKTION FRA SHREDNING AF FJERNVARMERØR

| | |
|--|-----|
| Deponeringsafgift for farligt affald, kr./ton | 475 |
| Deponeringstakst, kr./ton | 233 |

Omkostningerne til deponering kan enten opgøres direkte ved at anvende deponierens gennemsnitlige omkostninger for deponering af affald eller indirekte ved at anvende deponierens takster, da deponierne er underlagt hvile-i-sig-selv-regulering, og den takst, deponierne opkræver, derfor skal balancere med deres omkostninger på længere sigt.

På baggrund af data fra BEATE (2013) er det muligt at opgøre de gennemsnitlige driftsomkostninger for de fire deponier med shredderaffald. Det er dog ikke muligt at skelne mellem omkostningerne til forskellige typer affald. Da deponierne modtager forskellige typer affald

herunder shredderaffald, og omkostningerne afhænger af massefylden for det deponerede affald, idet lettere affald skal komprimeres mere, er gennemsnitsomkostningerne ikke et godt mål for de reelle omkostninger ved deponering af shredderaffald. Desuden er der forskellige krav til sikkerhedsstillelse for de forskellige affaldstyper.

I stedet er det valgt at tage udgangspunkt i taksterne for deponering af farligt affald, der er baseret på massefylden og dermed er tilpasset den specifikke affaldstype. Den gennemsnitlige takst for deponering af farligt affald udgør 393 kr. per ton¹⁴. Hertil kommer afgiftsstigningen pr. 1.1. 2015. Taksten udgøres af en række forskellige komponenter:

- Deponeringsafgift: 160 kr. per ton i 2012-2014 (steg til 475 kr. per ton i 2015). Afgiften er en engangsbetaling, der betales, når affaldet modtages.
- Sikkerhedsstillelse: Gennemsnitligt 50 kr. per ton farligt affald, der skal sikre driften i 30 år efter deponering, jf. deponeringsbekendtgørelsens kapitel 4. En årlig betaling på 3 kr. per ton i 30 år resulterer i en nutidsværdi på netop 50 kr. per ton.¹⁵
- Kapitalomkostninger: 8 kr. per ton per år baseret på data fra BEATE (2013).
- Modtagelse og administration: De resterende 175 kr. per ton dækker omkostninger til modtagelse, herunder modtagekontrol, indbygning og kompaktering samt administration. Disse omkostninger er et engangsbeløb, idet de afholdes, når affaldet modtages.
- Taksten eksklusive afgifter udgør således 50 kr. /ton + 8 kr. /ton + 175 kr./ton = 233 kr. /ton.

7.5 Oversigt over omkostninger og indtægter ved at klippe fjernvarmerør i mindre stykker som forbrændes (scenarie 2)

I dette afsnit opgøres omkostninger og indtægter forbundet med at forbrænde gamle fjernvarmerør i stedet for at shredde dem. For at kunne forbrænde gamle fjernvarmerør på danske affaldsforbrændingsanlæg, skal de klippes i mindre stykker end de bliver ved opgravningen.

7.5.1 Klipping

Fjernvarmerør i længder af 6-8 meter er for lange til forbrænding. Da fjernvarmerørene ved opgravning klippes i denne længde, er en yderligere klipping derfor nødvendig. Dette skyldes en begrænsning hos forbrændingerne, hvor slaggen efter forbrændingsprocessen skal passere igennem et slaggefald, som er én meter høj. Hvis ikke fjernvarmerørenes størrelse reduceres inden forbrænding, er det derfor sandsynligt, at de store sammenhængende stykker stål vil stoppe slaggefaldet til. Derfor forudsættes det, at fjernvarmerørene klippes til stykker á ca. 0,3 meter inden de forbrændes. Baseret på interviews med H.J. Hansen, er omkostningen til klipping af rør ned til 0,3 meter 27.315 kr./km.

TABEL 18. OMKOSTNINGER TIL KLIPPING AF FJERNVARMERØR, SÅLEDES AT DERES LÆNGDE REDUCERES FRA CA. 7 METER TIL 0,3 METER (FAKTORPRISER).

| | Kr. |
|--|--------|
| Klippeomkostninger, kr. per kilometer fjernvarmerør | 27.315 |

Kilde: Interview med H.J. Hansen.

Hvorvidt rørene i praksis vil blive kørt til sorteringsvirksomheder for at blive klippet, når rørene efterfølgende skal brændes af, eller om klippingen allerede vil ske ved opgravningsstedet, er usikkert, men omkostningen til processen antages at være den samme.

¹⁴ 2012-priser fremskrevet til 2015. Beregnet som et vægtet gennemsnit af taksterne for farligt affald for Odense Nord Miljøcenter, AV Miljø, Reno Djurs og Skive Renovation (BEATE, 2013). Vægtene er mængderne af deponeret shredderaffald.

¹⁵ Med en diskonteringsats på 4 procent.

7.5.2 Forbrænding

Efter at være blevet klippet til stykker med en længde på 0,3 meter, antages de gamle fjernvarmerør at kunne forbrændes på affaldsforbrændingsanlæg. Affaldsforbrændingsanlæggene antages også at tage samme takst for at modtage gamle fjernvarmerør i stykker á 0,3 meter, som de tager for at modtage øvrigt forbrændingseget affald.

Det antages også, at omkostningerne til at forbrænde gamle fjernvarmerør på affaldsforbrændingsanlæg vil være de samme som ved forbrænding af øvrigt affald, og der kan derfor tages udgangspunkt i normale omkostninger for danske forbrændingsanlæg. Dette er vist i Tabel 20. Kapacitetsanalysen for forbrændingsanlæggene i bilag 1, viser en betydelig usikkerhed omkring den fremtidige overkapacitet som følge af effektivisering af forbrændingssektoren, og derfor anvendes ikke marginale, men gennemsnitlige omkostninger baseret på Teknologikataloget (Energistyrelsen (2014)), ved medforbrænding af gamle fjernvarmerør. I kapitel 8 gennemføres en følsomhedsanalyse, hvor de marginale omkostninger ved forbrænding anvendes. Eftersom forbrænding af fjernvarmerør er en uprøvet teknologi, kan der forventes omkostninger til forsøg. Det ligger uden for rammerne af dette projekt at estimere disse omkostninger.

Ved forbrændingsprocessen vurderes det, at 99,9 % af den i PUR-skummet tilbageværende freongas destrueres (Teknologisk Institut, 2014). Dog vurderes det, at de gamle fjernvarmerørs høje indhold af freon vil medføre forøgede omkostninger til røggasrensning sammenlignet med omkostninger til røggasrensning ved forbrænding af gennemsnitligt affald. De forøgede omkostninger skyldes fjernvarmerørens indhold af freon, som gør, at der skal renses mere klor og fluor ud af røggassen end ved afbrænding af gennemsnitligt affald. På baggrund af det i (Teknologisk Institut, 2014) estimerede tilbageværende indhold af freon i de gamle fjernvarmerør, har Vestforbrænding og Deloitte beregnet en ekstra omkostning på 252 kr./km rør.

Tabel 19 indeholder en oversigt over driftsomkostninger og anlægsinvesteringer baseret på Teknologikataloget samt de marginale omkostninger baseret på EA Energianalyse (2014). Omkostninger per km er udregnet ved at gange rørens gennemsnitlige vægt, 13 tons, med de oplyste omkostninger, som er opgjort per ton. Driftsomkostninger og anlægsinvesteringer anvendes som hovedantagelse, mens de marginale omkostninger anvendes i følsomhedsanalysen af omkostningerne ved forbrænding.

TABEL 19. DRIFTS- OG KAPITALOMKOSTNINGER VED FORBRÆNDING

| | Omkostninger ved forbrænding (faktorpriser) |
|---|--|
| Gennemsnitlige driftsomkostninger, kr. per km | 5.125 |
| Forøgede driftsomkostninger på grund af freongas, kr. per km | 252 |
| Anlægsomkostninger, kr. per km | 69.563 |
| Anlægsomkostninger, kr. per ton | 5.348 |
| Marginale omkostninger, kr. per km | 3.252 |
| Total for gns. driftsomkostninger og anlægsomkostninger, kr. per km | 74.688 |

Note: Anlægsinvesteringerne repræsenterer en engangsinvestering i et tidssvarende *waste-to-energy* anlæg med en behandlingskapacitet på 30 ton/time og en levetid på 20 år. Der er anvendt en eurokurs på 7,44 og forudsat 8.000 driftstimer på et år. Forøgelsen af driftsomkostninger grundet fjernvarmerørens indhold af freongas er forårsaget af forøgede udgifter til røggasrensning.

De marginale omkostninger er baseret på den øvre værdi i det interval for de langsigtede marginale omkostninger, der er angivet i Ea Energianalyse (2014).

Kilde: Driftsomkostninger og anlægsinvesteringer er baseret på Energistyrelsen (2014), de forøgede omkostninger til røggasrensning grundet freonindhold er baseret på interview med Vestforbrænding.

Der er også en række indtægter forbundet med forbrænding af fjernvarmerør. For det første producerer forbrændingsanlæggene varme og el, der kan sælges. Dog vil energiproduktionen ved forbrænding af gamle fjernvarmerør være lavere end energiudbyttet ved at forbrænde andre affaldstyper, grundet rørens høje jernindhold. Derudover indeholder slaggerne betydelige mængder stål, der kan udsorteres og sælges til genvinding. Til at opføre indtægterne ved salg af el og varme anvendes mængder for produceret el og varme ved forbrænding af 1 km gamle fjernvarmerør fra LCA'en. Til sammenligning vises også el- og varmeproduktion ved forbrænding af gennemsnitligt affald. Mængderne er angivet i Tabel 20.

TABEL 20. EL- OG VARMEPRODUKTION VED FORBRÆNDING

| | 1 ton rør | 1 ton gns. affald |
|---------------------------------------|-----------|-------------------|
| Varmeproduktion, GJ | 6,2 | 7,5 |
| Indtægt fra salg af varme, kr. | 439 | 531 |
| Elproduktion, MWh | 0,5 | 0,6 |
| Indtægt fra salg af el, kr. | 133 | 160 |

Kilde: Teknologisk Institut (2014) samt drøftelse med Vestforbrænding. Indtægter er baseret på Energistyrelsens prisfremskrivninger (jf. Tabel 10).

Efter forbrænding er der en mængde stål tilbage i slaggen. Stålet udsorteres og afsættes til genanvendelse, mens slaggen anvendes til vejbygning. Tabel 21 viser disse mængder for stål og slagge. Baseret på drøftelser med sorteringsvirksomheder vurderes omkostningerne ved sortering og bortskaffelse af slagge til vejproduktion at udgøre 100 kr. per ton.

TABEL 21. STÅLMÆNGDER EGNET TIL SALG FRA UDSORTERING AF SLAGGE OPGJORT PER KM FORBRÆNDTE GAMLE FJERNVARMERØR

| | Tons |
|---------------|------|
| Stål | 9,3 |
| Slagge | 0,5 |

Kilde: Teknologisk Institut (2014).

Forbrændingen af fjernvarmerør fører til luftbårne emissioner. Disse er opgjort i livscyklusanalysen (Teknologisk Institut, 2014), og i Tabel 22 ses en opgørelse af emissionerne af NO_x, svovl og fossil CO₂ (nettoudledning ved erstatning af fjernvarme). Disse emissioner bruges til at opføre miljøafgifterne, som beskrevet i afsnit 7.3.

TABEL 22. EMISSIONER OG MILJØAFGIFTER VED FORBRÆNDING AF 1 KM GAMLE FJERNVARMERØR.

| | Kg |
|--|-------|
| CO₂ (fossil) | 4.200 |
| NO_x | 11,0 |
| Svovl | 0,038 |
| Samlet omkostning i kr. per km | 1005 |
| Samlet omkostning i kr. per ton | 77 |

Kilde til emissioner: Udregnet på basis af data der ligger bag Teknologisk Institut (2014)

7.6 Oversigt over omkostninger og indtægter ved at opgrave alle gamle fjernvarmerør og opsamle freongas (scenarie 3A og 3B)

I scenarie 3a og 3b opgraves alle gamle fjernvarmerør i takt med at de udskiftes. Herved opgraves altså både de samme 50 pct. af rørene som opgraves i nulscenariet, hvor nye rør lægges i samme tracé som de gamle rør, og der opgraves også fjernvarmerør der hvor nye rør lægges i et separat tracé. Dette forøger dermed omkostningerne til opgravning af gamle fjernvarmerør betydeligt.

Som det fremgår af Tabel 14, er omkostningerne ved at opgrave de gamle fjernvarmerør hvor nye rør lægges i et nyt tracé estimeret til 2.750.000 kr. per kilometer. Disse omkostninger er altså markant højere end omkostningen på 900.000 kr. per kilometer. Den detaljerede beskrivelse af omkostningerne ved opgravning af gamle fjernvarmerør findes i afsnit 7.4.1.

I scenarierne 3a og 3b er klippeprocessen og affaldsforbrændingen den samme som i scenarie 2, med den væsentlige ændring, at mængden af gamle rør som opgraves og behandles er dobbelt så stor.

7.6.1 Opsamling og destruktion af freon

Der opsamles og destrueres i dag ikke freon, når gamle fjernvarmerør behandles. I scenarierne hvor freon opsamles, har det derfor været nødvendigt at opstille nogle antagelser for, hvordan det vil finde sted. Antagelserne er baseret på interviews med sorteringsvirksomheder, luftrensning-virksomheder og en entreprenør, som udfører arbejde på vegne af fjernvarmeselskaber. På baggrund af denne undersøgelse, er det vurderet, at freon i praksis vil kunne opsamles ved brug af et filter med aktivt kul. En måde at opsamle og destruere den ved klipningen frigivne freongas er at lede luften omkring klippepunktet igennem et filter med aktivt kul, der hvor freongassen bindes. For at få al luften igennem filteret, vurderer LH Rørbyg, at en højtrykssuger vil være nødvendig. En højtrykssuger har et særligt kraftigt sug, og dette er nødvendigt, når klipningen foregår ude i fri luft. Omkostningen til leje af en højtrykssuger estimeres af LH Rørbyg til 40.000 kr./km, mens de i arbejdsløn vurderer en omkostning på 35.000 kr./km. LH Rørbyg's estimater er baseret på freonopsamling både under opgravning, hvor rørene klippes til 6-8 meter, og under den yderligere klipning til 0,3 meter.

Filteret med aktivt kul skal løbende udskiftes, fordi det mættes, og OptimAir oplyser at omkostningen til dette er 2.500 kr./udskiftning. På grund af filtrens lille volumen, antages omkostningerne til forbrænding af filtrene at være så lave at der kan ses bort fra dem. OptimAir udskifter rutinemæssigt filtre med aktivt kul og partikelfiltre fra rygekabiner, hvilket de gør hvert halve til hele år. Belastningen på filteret med aktivt kul ved opsamling af freon fra klipning af 1 km gamle fjernvarmerør antages at være mindre end den årlige belastning i rygekabiner. Som et konservativt estimat, antages udskiftning af partikelfiltrene at ske én gang årligt, når 50 % af rørene graves op, og to gange årligt når alle rørene graves op.

Det antages at 5 % af den ved klipningen frigivne freongas ikke opsamles, og dermed siver ud i atmosfæren, dvs. filteret med aktivt kul opsamler 95 pct. af den mængde freongas som frigives ved klipningen. Efterfølgende sendes rørene til forbrænding.

Se Tabel 23 for en oversigt over omkostninger til opsamling og bortskaffelse af freongas ved klipning til stykker á ca. 0,3 m. At fremgangsmåden ikke finder sted i dag, gør naturligvis, at antagelser om udgifter forbundet med opsamlingen af freon er behæftet med stor usikkerhed. Før freonopsamling på denne måde eventuelt implementeres i større skala, vil det være nødvendigt at gennemføre forsøg, der eksempelvis viser hvor stor en del af freongassen, der opsamles under klipning af rørene, samt hvor ofte filtrene i højtrykssugeren skal skiftes.

TABEL 23. OMKOSTNINGER TIL OPSAMLING OG BORTSKAFFELSE AF FREONGAS

| | Kr. |
|-----------------------|------------------|
| Leje af højtrykssuger | 40.000 kr./km |
| Arbejdsløn | 35.000 kr./km |
| Udskiftning af filtre | 2.500 kr./filter |

Selve forbrændingsprocessen for energiudnyttelse af de gamle fjernvarmerør er den samme i scenarie 3A og 3B som i scenarie 2. Detaljerede data om forbrændingsprocessen kan derfor findes i beskrivelsen af forbrændingsteknologien i afsnit 7.5.2.

8. Resultater af den samfundsøkonomiske vurdering

I dette kapitel sammenholdes de økonomiske effekter for hvert af de fire scenarier. Til opgørelsen af de samfundsøkonomiske effekter er anvendt den samme samfundsøkonomiske beregningsmodel, som er tilpasset de enkelte scenarier. Scenariet med den højeste samfundsøkonomiske værdi er det mest fordelagtige scenarie.

Foruden en sammenligning af scenarierne gennemføres også en række følsomhedsanalyser, for at undersøge resultaternes afhængighed af de centrale forudsætninger og antagelser.

Opgørelsen af behandlingsomkostninger og samfundsøkonomiske effekter er forbundet med en vis usikkerhed, eftersom de eksakte omkostninger i flere tilfælde ikke er kendt. Særligt omkostningerne forbundet med opsamling af freongas ved klipning af fjernvarmerørene er forbundet med usikkerhed, da metoden i dag ikke anvendes ved behandling af gamle fjernvarmerør. Endvidere er omkostningerne forbundet med opgravning af gamle fjernvarmerør særdeles betydningsfulde for det overordnede resultat af den samfundsøkonomiske analyse, ligesom størrelsen af disse omkostninger er forbundet med en vis usikkerhed (jf. afsnit 7.4.1). Der er derfor gennemført følsomhedsanalyser for disse typer af omkostninger. Alle følsomhedsanalyser præsenteres i afsnit 9.

8.1 Sammenligning af scenariernes nutidsværdi

Figur 4 illustrerer de absolutte samfundsøkonomiske effekter for de tre behandlingsscenarier og nulscenariet, og værdierne som ligger til grund for Figur 4 vises i Tabel 24. Tabel 25 viser de samfundsøkonomiske effekter relativt til nulscenariet. Alle værdier er angivet med og uden indregning af udenlandske miljøeffekter.

Scenarie 2 har den højeste samfundsøkonomiske værdi for den opsatte systemgrænse (se afsnit 5.3), uanset om de udenlandske miljøeffekter indregnes eller ej. Eksklusive effekter i udlandet er værdien for scenarie 2 -939 mio. kr., mens den tilsvarende værdi i nulscenariet er -1.043 mio. kr. Scenarie 2 er således 103 mio. kr. bedre. Værdierne i scenarie 3a og 3b er langt mere negative med henholdsvis -3.604 og -3.396 mio. kr., hvilket skyldes at meromkostningerne forbundet med opgravning af alle udtjente fjernvarmerør, frem for at lade halvdelen blive liggende i jorden, langt fra opvejes af de yderligere gevinster, der er ved at ressourceudnytte de gamle rør, samt ved at opsamle en relativt større mængde af CFC-gasserne¹⁶.

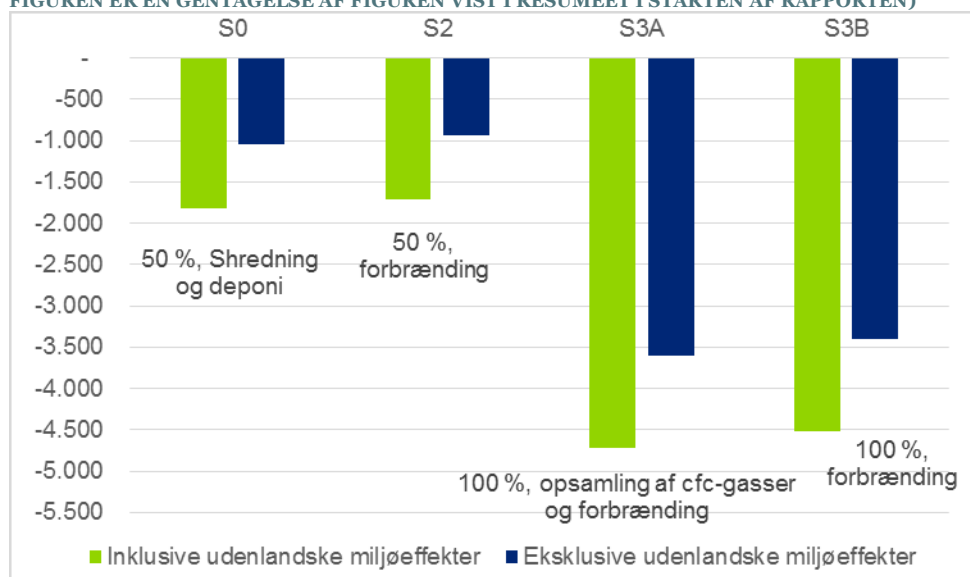
Det betyder, at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at forbrænde gamle fjernvarmerør som opgraves, samt at fortsætte den nuværende praksis for opgravning af rør. Det er således at foretrække at forbrænde gamle fjernvarmerør frem for at shredde dem, hvilket især skyldes en

¹⁶ Desuden vil ekstra opgravning medføre ekstra omkostninger i form af længere tid med støj og forsinkelser i trafikken. Disse effekter er ikke opgjort økonomisk, men uanset størrelsen af disse, taler deres tilstedeværelse for at der ikke skal graves mere end i dag, hvilket de to mest attraktive scenarier, scenarie 2 og nulscenariet, netop indebærer.

mindskelse af rørbehandlingens effekt på global opvarmning (klimaeffekten ved shreddning, som ikke er kvoteomfattet) samt en mindsket nedbrydning af stratosfærisk ozon.

Inklusion af udenlandske effekter ændrer ikke på rangeringen af scenarierne.

FIGUR 4. GRAF OVER ABSOLUTTE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER (NUTIDSVÆRDI, MIO. KR., FIGUREN ER EN GENTAGELSE AF FIGUREN VIST I RESUMÉET I STARTEN AF RAPPORTEN)



TABEL 24. NUMERISK OVERSIGT OVER ABSOLUTTE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER (NUTIDSVÆRDI, MIO. KR., VÆRDIER ILLUSTRERET I FIGUREN OVENFOR)

| Scenario | Inklusive udenlandske effekter | Eksklusive udenlandske effekter |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Nulscenariet | -1.812 | -1.043 |
| S2 | -1.707 | -939 |
| S3a | -4.720 | -3.604 |
| S3b | -4.511 | -3.396 |

Tabel 25 viser de samfundsøkonomiske værdier for scenarie 2, 3a og 3b fratrukket værdierne i nulscenariet.

TABEL 25. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER (NUTIDSVÆRDI, MIO. KR.)

| Scenario | Inklusive udenlandske effekter | Eksklusive udenlandske effekter |
|----------|--------------------------------|---------------------------------|
| S2 | 105 | 103 |
| S3a | -2.908 | -2.561 |
| S3b | -2.700 | -2.353 |

Note: Positive værdier betyder, at scenariet har en højere samfundsøkonomisk værdi end nulscenariet, mens negative værdier betyder, at scenariet har en lavere samfundsøkonomisk værdi

De enkelte scenarier beskrives mere indgående i det følgende, hvor der primært fokuseres på værdier eksklusive udenlandske miljøeffekter. Scenarie 2, 3a og 3b præsenteres i form af deres effekt relativt til nulscenariet. Se bilag 13 for tabeller med de absolutte økonomiske værdier af disse tre scenarier.

Nulscenariet

I nulscenariet bliver gamle fjernvarmerør opgravet i det omfang, der gennemsnitligt er behov for at lægge fjernvarmerør i samme trace. Halvdelen af de udtjente fjernvarmerør opgraves derfor – og den resterende halvdel forbliver i jorden. Rør der graves op, afsættes til shreddervirksomheder, som udsorterer stål og plastik. De samfundsøkonomiske omkostninger består dermed af omkostninger til opgravning og klipning af rør, drift af shredder anlægget, kapitalomkostninger, transport, bortskaffelse af restprodukter og miljøeksternaliteter. Indtægter kommer fra salg af udsorteret stål og plastik.

Dette scenarie (og scenarie 2) er i virkeligheden miljømæssigt lidt bedre relativt til scenarie 3a og 3b end tallene viser, da der ikke er foretaget en fordeling over tid af udsivningen fra rør der efterlades i jorden, hvorved miljøeffekten er overvurderet, som forklaret i afsnit 4.1.2.

De samfundsøkonomiske konsekvenser af nulscenariet er angivet i Tabel 26. De samfundsøkonomiske omkostninger i Danmark er i alt 1.043 mio. kr. ved denne behandlingsmetode for de aktiviteter, som ligger inden for systemgrænsen. 770 mio. kr. af disse skyldes aktiviteter hos fjernvarmeselskaberne, primært opgravningsomkostninger, mens 260 mio. kr. stammer fra miljøeksternaliteter. De 1.043 mio. kr. svarer til en annuieret omkostning på 86 mio. kr.

TABEL 26. SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF NULSCENARIET (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|---|--------------------------------------|--------------|---------------|
| Ressourceallokering | Deponier | 1 | 1 |
| | Fjernvarmeselskaber | -581 | -770 |
| | Sorteringsvirksomheder | -8 | -11 |
| | Forbrændinger | - | - |
| | Transportvirksomheder | -2 | -2 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 0 |
| Miljøeksternaliteter | Danmark | | -260 |
| | Udlandet | | -769 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | -1.043 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -306 |
| | Annuieret nutidsværdi (16 år) | | -86 |

Note: Ressourceallokeringen omfatter de omkostninger og indtægter, som varierer i mindst et af scenarierne. De samfundsøkonomiske effekter er eksklusive afgifter og overførsler. For den samlede samfundsøkonomiske effekt i Danmark, er nutidsværdier angivet eksklusive udenlandske miljøeffekter.

I Tabel 27 ses de budgetøkonomiske konsekvenser af nulscenariet opgjort i faktorpriser og inden for systemgrænsen. Denne tabel inkluderer således overførsler, som ikke var regnet med i Tabel 26. Grave- og i nogen grad klippeomkostninger udgør de største andele af fjernvarmeselskabernes omkostninger, mens driftsomkostninger og salg af udsorteret stål er de vigtigste elementer for sorteringsvirksomhederne.

TABEL 27. BUDGETØKONOMISKE KONSEKVENSER AF NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Fjernvarmeselskaber | -579 |
| Sorteringsvirksomheder | -14 |
| Forbrændinger | 0 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -593 |

Note: De budgetøkonomiske effekter i tabellen er opgjort inklusive overførsler, dvs. betalinger for ydelser mellem de viste aktører samt direkte afgiftsoverførsler mellem aktørerne og statskassen (de offentlige finanser). Der er ikke inkluderet indirekte skatter og afgifter, dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

Tabel 28 viser et offentligt provenu på 1,4 mio. kr. i nulscenariet. Beløbet består dels af afgift ved deponering af restfraktionen fra shreddervirksomhedernes shreddning af rørene, dels af transportafgift.¹⁷

TABEL 28. OFFENTLIGT PROVENU I NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. energiafgifter fra marginale værker) | 1,4 |
| Ændringer i energiafgifter fra marginale værker | 0 |
| Offentligt provenu (inkl. energiafgifter fra marginale værker) | 1,4 |

Note: Tallene inkluderer ikke indirekte skatter og afgifter (herunder moms), dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

Scenarie 2

I scenarie 2 bliver gamle fjernvarmerør opgravet i det omfang, der gennemsnitligt lægges fjernvarmerør i samme trace. Halvdelen af de udtjente fjernvarmerør opgraves derfor, og den resterende halvdel forbliver i jorden. Opgravningen af gamle fjernvarmerør foregår altså på samme måde som i nulscenariet. I modsætning til nulscenariet, afsættes de opgravede rør til forbrændingsanlæg, som energiudnytter fjernvarmerørene og udsorterer og afsætter stål fra slaggen. De samfundsøkonomiske omkostninger består dermed af omkostninger til opgravning og klipning af rør, drift af forbrændingsanlægget, kapitalomkostninger, transport og bortskaffelse af restprodukter. Indtægter kommer fra salg af el, varme og udsorteret stål, samt mindskelse af miljøeksternaliteter i forhold til nulscenariet.

Dette scenarie (og nulscenariet) er i virkeligheden miljømæssigt lidt bedre relativt til scenarie 3a og 3b end tallene viser, da der ikke er foretaget en fordeling over tid af udsivningen fra rør der efterlades i jorden, hvorved miljøeffekten er overvurderet, som forklaret i afsnit 4.1.2.

Som det fremgår af Tabel 29, giver scenarie 2 en samfundsøkonomisk gevinst på 103 mio. kr. sammenlignet med nulscenariet. Det svarer til en annuieret gevinst på 9 mio. kr. og skyldes i høj grad en markant forbedring af de miljømæssige eksternaliteter ved forbrænding frem for shredding og deponering. Ændringerne i miljøeksternaliteterne har en positiv nettonutidsværdi på 128 mio. kr. i Danmark. Dette skyldes primært, at udledningen af freongas reduceres væsentligt ift. nulscenariet. Reduceret udslip af freon, som er en CFC-gas, har den særlige fordel, at det både gavner ozonlaget, da CFC-gasser er ozonlagnedbrydende, og samtidig mindsker drivhuseffekten, da CFC-gasser også er særdeles kraftige drivhusgasser.

¹⁷ I opgørelsen af offentligt provenu medregnes ikke momsindtægter.

TABEL 29. SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 2 RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|---|---------------------------------------|--------------|-------------|
| Ressourceallokering | Deponier | -1 | -1 |
| | Fjernvarmeselskaber | -35 | -47 |
| | Sorteringsvirksomheder | 8 | 11 |
| | Forbrændinger | 9 | 11 |
| | Transportvirksomheder | 0 | 0 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 0 |
| Miljøeksternaliteter | Danmark | | 128 |
| | Udlandet | | 1 |
| Samlet samfunds- økonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | 103 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | 30 |
| | Annuseret nutidsværdi (16 år) | | 9 |

Note: Ressourceallokeringen omfatter de omkostninger og indtægter, som varierer i mindst et af scenarierne. De samfundsøkonomiske effekter er eksklusive afgifter og overførsler. For den samlede samfundsøkonomiske effekt i Danmark, er nutidsværdier angivet eksklusive udenlandske miljøeffekter.

I Tabel 30 ses de budgetøkonomiske konsekvenser af scenarie 2 relativt ift. nulscenariet. Det ses at fjernvarmeselskaberne påvirkes negativt, hvilket primært skyldes omkostninger til at klippe rørene ned i længder af 0,3 meter, mens de store opgravningsomkostninger ikke varierer fra nulscenariet. Desuden betaler fjernvarmeselskaberne forbrændingstakst, når de skiller sig af med rørene, i stedet for at sælge dem til shreddervirksomheder. Den positive værdi hos sorteringsvirksomhederne skyldes, at shredning af rør i nulscenariet giver et mindre årligt underskud, beregnet på basis af de oplyste omkostninger. Hos forbrændingerne genereres en positiv værdi på 9 mio. kr. NPV, hvilket skyldes salg af el, varme og udsorteret jern.

TABEL 30 - BUDGETØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 2 RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR., INKLUSIVE OVERFØRSLER)

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Fjernvarmeselskaber | -46 |
| Sorteringsvirksomheder | 14 |
| Forbrændinger | 9 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -23 |

Note: De budgetøkonomiske effekter i tabellen er opgjort inklusive overførsler, dvs. betalinger for ydelser mellem de viste aktører samt direkte afgiftsoverførsler mellem aktørerne og statskassen (de offentlige finanser). Der er ikke inkluderet indirekte skatter og afgifter, dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

Det offentlige provenu er mindre end i nulscenariet, hvilket skyldes mistet deponeringsafgift. Afbrænding af rørene giver en energiafgiftsindtægt på 4,7 mio. kr., som til dels udlignes af mistet indtægt fra den marginale energiproduktion (forskellen skyldes forskellen i energiafgifter, jf. Tabel 11).

TABEL 31 – ÆNDRING I OFFENTLIGT PROVENU I SCENARIO 2 RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|--|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. energifgifter fra marginale værker) | 4,7 |
| Ændringer i energifgifter fra marginale værker | -3,3 |
| Offentligt provenu (inkl. energifgifter fra marginale værker) | 1,4 |

Note: Tallene inkluderer ikke indirekte skatter og afgifter (herunder moms), dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

Scenario 3a

I scenario 3a bliver gamle fjernvarmerør opgravet i et øget omfang sammenlignet med i dag. Gamle fjernvarmerør opgraves således også i de tilfælde, hvor nye fjernvarmerør lægges i et separat tracé. Derved foretages der nogle steder gravearbejde, hvor det eneste formål er at grave de gamle fjernvarmerør op af jorden. For halvdelen af de gamle fjernvarmerør foregår opgravningen altså på samme måde som i nulscenariet, og for den anden halvdel udføres særskilt gravearbejde. Under opgravning af rørene opsamles freongas af en højtrykssuger med indsat filter med aktivt kul. De opgravede rør sendes til forbrændingsanlæg, som energiudnytter dem, samt udsorterer og afsætter stål fra slaggen. De samfundsøkonomiske omkostninger består dermed af omkostninger til opgravning og klipning af rør, opsamling af freongas, drift af forbrændingsanlægget, kapitalomkostninger, transport og bortskaffelse af restprodukter. Indtægter kommer fra salg af el, varme og udsorteret stål, samt mindskelse af miljøeksternaliteter i forhold til nulscenariet.

TABEL 32. SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 3A RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------|-------------|
| Ressourceallokering | Deponier | -1 | -1 |
| | Fjernvarmeselskaber | -2041 | -2704 |
| | Sorteringsvirksomheder | 8 | 11 |
| | Forbrændinger | 17 | 23 |
| | Transportvirksomheder | -2 | -2 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 1,1 |
| Miljøeksternaliteter | Danmark | | 111 |
| | Udlandet | | -347 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | -2.561 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -1.056 |
| | Annueret nutidsværdi (16 år) | | -296 |

Note: Ressourceallokeringen omfatter de omkostninger og indtægter, som varierer i mindst et af scenarierne. De samfundsøkonomiske effekter er eksklusive afgifter og overførsler. For den samlede samfundsøkonomiske effekt i Danmark, er nutidsværdier angivet eksklusive udenlandske miljøeffekter.

Som det fremgår af Tabel 32 er scenario 3a samfundsøkonomisk ringere end nulscenariet. Dette skyldes i særlig grad en forøgelse af omkostningerne forbundet med opgravning, mens også klipning af rørene og opsamling af freon bidrager. Til gengæld forbedres de miljømæssige eksternaliteter opgjort i Danmark mere end i scenario 2, hvilket primært skyldes, at udledningen af freongas reduceres mere. Miljøforbedringerne opgjort i Danmark er dog langt fra tilstrækkelige til at opveje de ekstra grave- og bortskaffelses-omkostninger: hvor ændringerne i miljøeksternaliteterne har en positiv værdi på 111 mio. kr. i Danmark, er der en

samfundsøkonomisk nettoomkostning på 2.704 mio. kr. til entreprenørarbejde, som afholdes af fjernvarmeselskaberne. Den samlede samfundsøkonomiske påvirkning i forhold til nulscenariet er -2.561 mio. kr., hvilket svarer til en forøget annuieret omkostning på 296 mio. kr. per år.

I Tabel 33 fremgår de budgetøkonomiske konsekvenser af scenarie 3a relativt til nulscenariet. Det ses, at fjernvarmeselskaberne ikke har et økonomisk incitament til den øgede opgravning af gamle fjernvarmerør og opsamling af freongas ved opgravningen. I forhold til scenarie 2 har forbrændingerne fordoblet deres indtjening, hvilket skyldes en fordobling af den energiudnyttede mængde rør.

TABEL 33 - BUDGETØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 3A RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|---|---------------|
| Fjernvarmeselskaber | -2.059 |
| Sorteringsvirksomheder | 14 |
| Forbrændinger | 18 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -2.027 |

Note: De budgetøkonomiske effekter i tabellen er opgjort inklusive overførsler, dvs. betalinger for ydelser mellem de viste aktører samt direkte afgiftsoverførsler mellem aktørerne og statskassen (de offentlige finanser). Der er ikke inkluderet indirekte skatter og afgifter, dvs. opgørelsen er i faktorpriser

TABEL 34- ÆNDRING I OFFENTLIGT PROVENU I SCENARIO 3A RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. energiafgifter fra marginale værker) | 10,7 |
| Ændringer i energiafgifter fra marginale værker | -6,6 |
| Offentligt provenu (inkl. energiafgifter fra marginale værker) | 4,2 |

Note: Tallene inkluderer ikke indirekte skatter og afgifter (herunder moms), dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

Det offentlige provenu på 4,2 mio. kr. skyldes igen primært forskellen i energiafgifter, jf. Tabel 11.

Scenarie 3b

I scenarie 3b bliver gamle fjernvarmerør ligeledes opgravet i et øget omfang sammenlignet med i dag. Gamle fjernvarmerør opgraves således også i de tilfælde hvor nye fjernvarmerør lægges i et separat tracé. Derved foretages der nogle steder gravearbejde, hvor det eneste formål er at grave de gamle fjernvarmerør op af jorden. For halvdelen af de gamle fjernvarmerør foregår opgravningen altså på samme måde som i nulscenariet, og for den anden halvdel udføres særskilt gravearbejde. I modsætning til scenarie 3a foretages der *ikke* særskilt opsamling af freongas, hvilket er den eneste forskel mellem de to scenarier. Opgravede rør sendes til forbrændingsanlæg, som energiudnytter samt udsorterer og afsætter stål fra slaggen. De samfundsøkonomiske omkostninger består dermed af omkostninger til opgravning og klipning af rør, drift af forbrændingsanlægget, kapitalomkostninger, transport og bortskaffelse af restprodukter. Indtægter kommer fra salg af el, varme og udsorteret stål, samt mindskelse af miljøeksternaliteter i forhold til nulscenariet.

TABEL 35. SAMFUNDSSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 3B RELATIVT TIL NULSCENARIET (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------|-------------|
| Ressourceallokering | Deponier | -1 | -1 |
| | Fjernvarmeselskaber | -1.847 | -2.447 |
| | Sorteringsvirksomheder | 8 | 11 |
| | Forbrændinger | 17 | 23 |
| | Transportvirksomheder | -2 | -2 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 1 |
| Miljæksternaliteter | Danmark | | 62 |
| | Udlandet | | -347 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | -2.353 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -690 |
| | Annueret nutidsværdi (16 år) | | -193 |

Note: Ressourceallokeringen omfatter de omkostninger og indtægter, som varierer i mindst et af scenarierne. De samfundsøkonomiske effekter er eksklusive afgifter og overførsler. For den samlede samfundsøkonomiske effekt i Danmark, er nutidsværdier angivet eksklusive udenlandske miljøeffekter.

Som det fremgår af Tabel 35, er scenario 3b samfundsøkonomisk 2.353 mio. kr. ringere end nulscenariet, hvilket svarer til en forøget annueret omkostning på 193 mio. kr. per år. Dette skyldes i høj grad de samme forhold, som gælder i scenario 3a, nemlig opgravnings- og klippeomkostninger. Omkostninger til opsamling af freon spares, hvilket ses af faldet i fjernvarmeselskabernes omkostninger i forhold til scenario 3a. Til gengæld mindskes miljæksternaliteterne i scenario 3b ikke lige så meget som i 3a. De sparede omkostninger til freonopsamling overstiger dog effekten fra mindsket miljøforbedring, hvilket gør scenario 3b bedre end 3a (resultater fra scenario 3a, hvor der opsamles freongas, fremgår af Tabel 32).

I Tabel 36 ses de budgetøkonomiske konsekvenser af scenario 3b relativt ift. nulscenariet. Det ses, ligesom i 3a, at fjernvarmeselskaberne ikke har et økonomisk incitament til den øgede opgravning af gamle fjernvarmerør. I forhold til scenario 2 har forbrændingerne, igen som i 3a, fordoblet deres indtjening, hvilket skyldes en fordobling af den energiudnyttede mængde rør.

TABEL 36 - BUDGETØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 3A RELATIVT IFT. NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|--|--------------|
| Fjernvarmeselskaber | -1.865 |
| Sorteringsvirksomheder | 14 |
| Forbrændinger | 18 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -1.833 |

Note: De budgetøkonomiske effekter i tabellen er opgjort inklusive overførsler, dvs. betalinger for ydelser mellem de viste aktører samt direkte afgiftsoverførsler mellem aktørerne og statskassen (de offentlige finanser). Der er ikke inkluderet indirekte skatter og afgifter, dvs. opgørelsen er i faktorpriser

Det offentlige provenu i 3b, vist i Tabel 37, har helt samme størrelse som i 3a.

TABEL 37 – ÆNDRING I OFFENTLIGT PROVENU I SCENARIO 3A RELATIVT IFT. NULSCENARIET (MIO. KR.)

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. energiafgifter fra marginale værker) | 10,7 |
| Ændringer i energiafgifter fra marginale værker | -6,6 |
| Offentligt provenu (inkl. energiafgifter fra marginale værker) | 4,2 |

Note: Tallene inkluderer ikke indirekte skatter og afgifter (herunder moms), dvs. opgørelsen er i faktorpriser.

8.2 Primære miljøeksternaliteter

Som beskrevet i starten af afsnit 8.1, er det i særdeleshed en forbedring af miljøet, der bidrager til den positive samfundsøkonomiske værdi i scenarie 2 i forhold til nulscenariet. Tabel 38 viser de tre mest betydningsfulde miljøeksternaliteter samt ændringen i dem i forhold til nulscenariet, ved et skifte til henholdsvis scenarie 2, 3a og 3b. Scenarie 3a, hvor der opsamles freon under klipningen af rørene, medfører den største miljøgevinst, grundet mindre drivhuseffekt og mindre nedbrydning af stratosfærisk ozon. Det ses også, at både scenarie 3a og 3b bidrager negativt i forhold til nulscenariet i forhold til SO₂, hvilket skyldes et øget brændstofforbrug til gravemaskiner.

TABEL 38 - DE TRE MEST BETYDENDE MILJØEFFEKTER I DANMARK

| Effekter i Danmark, mio. kr. | Absolutte værdier | | | |
|--|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | Nulscenariet | Scenarie 2 | Scenarie 3a | Scenarie 3b |
| Drivhuseffekt (CO ₂) | -106 | 81 | 97 | 66 |
| Forsuring (SO ₂) | -86 | 0 | -41 | -41 |
| Stratosfærisk ozonnedbrydning (CFC-11) | -58 | 46 | 55 | 37 |

For miljøeffekter opgjort i udlandet er der overordnet ikke miljøgevinster at hente ved de alternative behandlingsscenarier. Det ses af Tabel 39, at forsuring i alle scenarier har langt den største miljøeffekt, hvilket igen skyldes brændstofforbrug under opgravning, og at denne er værre i 3a og 3b, hvor der graves mere.

TABEL 39 - DE TRE MEST BETYDENDE MILJØEFFEKTER I UDLANDET

| Effekter i udlandet, mio. kr. | Absolutte værdier | | | |
|--------------------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | Nulscenariet | Scenarie 2 | Scenarie 3a | Scenarie 3b |
| Forsuring (SO ₂) | -753 | 0 | -352 | -352 |
| Partikler (PM _{2,5}) | -9 | -1 | 0 | 0 |
| Eutrofiering | -8 | 1 | 2 | 2 |

9. Følsomhedsanalyser

For at teste resultaternes robusthed over for usikkerheder i forudsætningerne for behandling af gamle fjernvarmerør, udføres ti følsomhedsanalyser. I livscyklusanalysen (Teknologisk Institut 2014) er der udført seks følsomhedsanalyser, hvoraf én videreføres her i den samfundsøkonomiske analyse. Tabel 40 viser en oversigt over de udførte følsomhedsanalyser, samt hvilket scenarie der foretrækkes under hver af de ændrede forudsætninger.

TABEL 40. OVERSIGT OVER RESULTATER FRA FØLSOMHEDSANALYSERNE

| Følsomhedsanalyse | Foretrukket scenarie |
|--|----------------------|
| <i>Hovedantagelser</i> | <i>Scenarie 2</i> |
| Graveomkostninger 20 % lavere | Scenarie 2 |
| Graveomkostninger 20 % højere | Scenarie 2 |
| Skadesomkostninger for CFC-11 | Scenarie 2 |
| Lavere graveomkostninger og forhøjet beregningspris for CFC-11 | Scenarie 2 |
| Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % lavere | Scenarie 2 |
| Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % højere | Scenarie 2 |
| Beregningspris for CO ₂ -udslip på 0 kr./ton | Scenarie 2 |
| Tidshorisont til 2050 | Scenarie 2 |
| Marginale driftsomkostninger på shredder anlæg | Scenarie 2 |
| Marginale driftsomkostninger på forbrændingsanlæg | Scenarie 2 |
| Tabt fortjeneste for marginale forbrændingsanlæg | Scenarie 2 |

Til brug for sammenligning i de følgende følsomhedsanalyser, vises Tabel 25 igen herunder. Tabellen viser de alternative behandlingsformers samfundsøkonomiske forskel til nulscenariet i mio. kr.

| Scenarie | Inklusive udenlandske effekter | Eksklusive udenlandske effekter |
|----------|--------------------------------|---------------------------------|
| S2 | 105 | 103 |
| S3a | -2.908 | -2.561 |
| S3b | -2.700 | -2.353 |

I de følgende afsnit gennemgås følsomhedsanalyserne i den rækkefølge de optræder i Tabel 40.

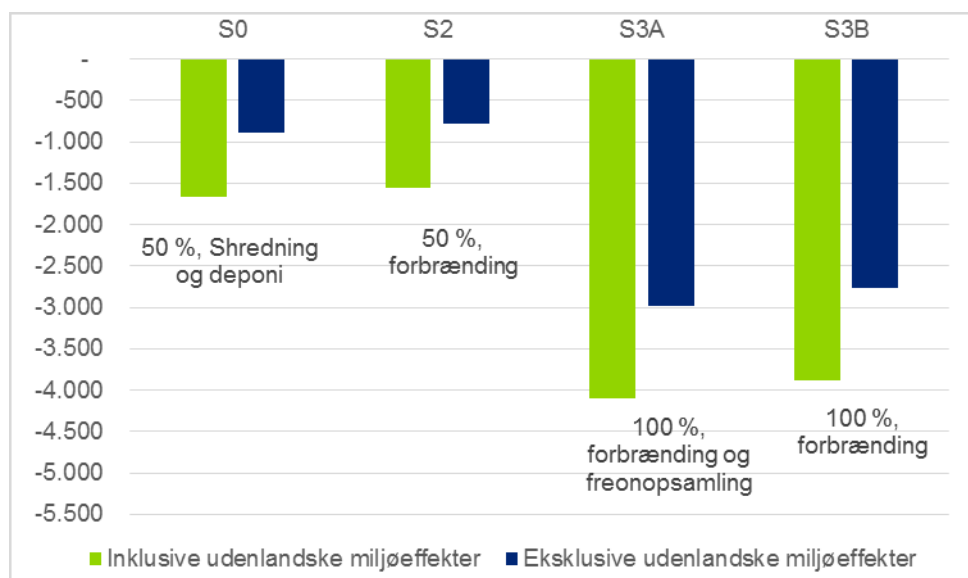
9.1 Graveomkostninger 20 % lavere

I hovedscenariet er graveomkostningerne 900.000 kr./km, når nye rør lægges i samme trace som de opgravede, og 2.750.000 kr./km, når nye rør lægges i et nyt trace. I denne følsomhedsanalyse

vises effekten på scenarierne af en antagelse om at disse graveomkostninger er 20 % lavere, henholdsvis 720.000 kr./km og 2.200.000 kr./km.

Det ses i Figur 5 og Tabel 41, at scenarie 2 stadig er det foretrukne, og at forskellen mellem nulscenariet og scenarie 2 er uændret i forhold til hovedantagelsen om graveomkostninger, hvilket skyldes, at der graves lige meget i de to. Scenarie 3a og 3b er bedre end under hovedantagelserne, men der er stadig stor forskel mellem disse og scenarie 2.

FIGUR 5 SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED 20 % LAVERE GRAVEOMKOSTNINGER



TABEL 41. SAMFUNDSØKONOMISKE PÅVIRKNINGER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

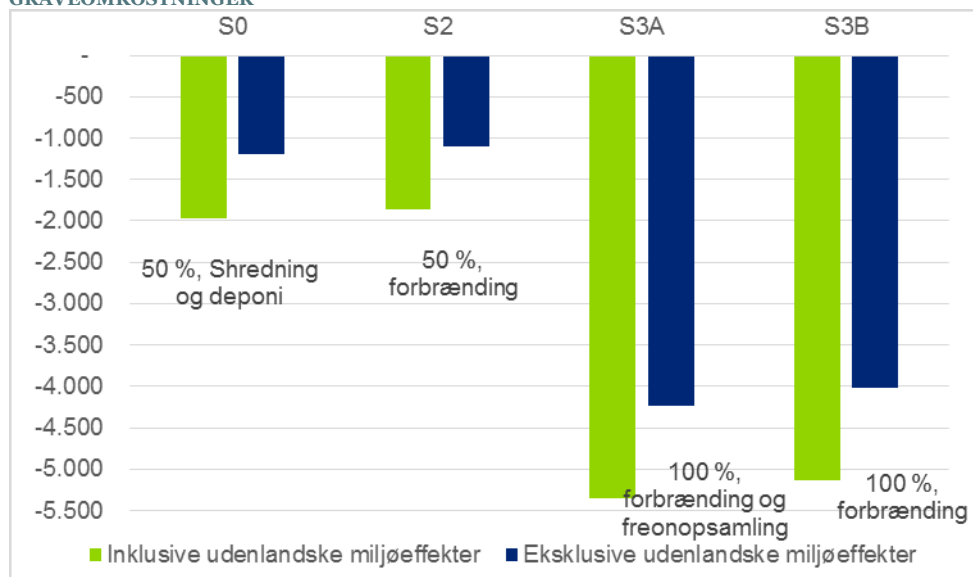
| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 105 | 103 |
| S3A | -2.437 | -2.090 |
| S3B | -2.229 | -1.882 |

9.2 Graveomkostninger 20 % højere

Under hovedantagelserne er graveomkostningerne 900.000 kr./km, når nye rør lægges i samme trace som de opgravede, og 2.750.000 kr./km, når nye rør lægges i et nyt trace. I denne følsomhedsanalyse vises effekten på scenarierne af en antagelse om at disse graveomkostninger er 20 % højere, henholdsvis 1.080.000 kr./km og 3.300.000 kr./km.

Det ses i Figur 6 og Tabel 41, at scenarie 2 stadig er det foretrukne og at forskellen mellem nulscenariet og scenarie 2 er uændret i forhold til hovedantagelsen om graveomkostninger, hvilket skyldes, at der graves lige meget i de to. Scenarie 3a og 3b er ringere end under hovedantagelserne, men der er større forskel mellem disse og scenarie 2.

FIGUR 6. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED 20 % HØJERE GRAVEOMKOSTNINGER



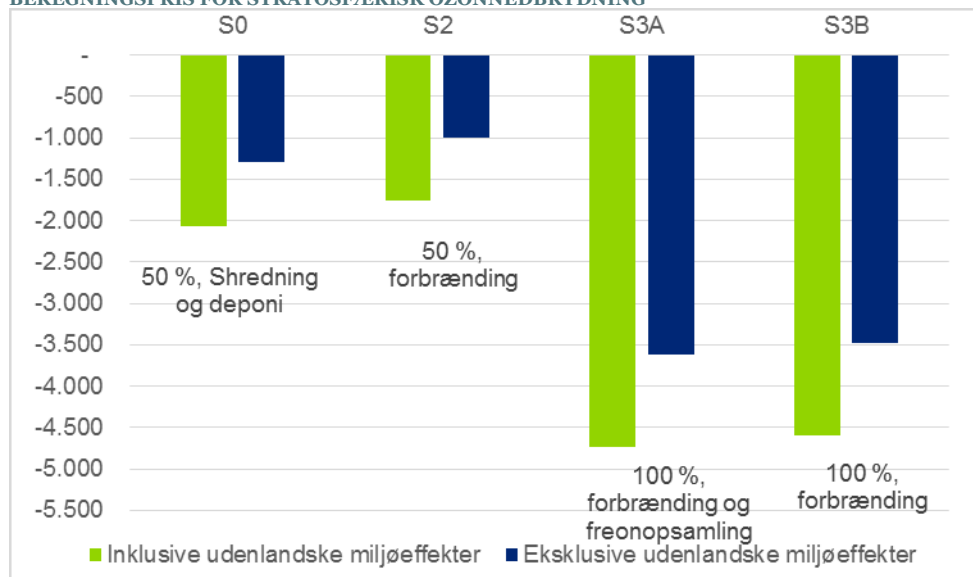
TABEL 42. SAMFUNDSØKONOMISKE PÅVIRKNINGER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 105 | 103 |
| S3A | -3.379 | -3.032 |
| S3B | -3.171 | -2.824 |

9.3 Skadesomkostninger for CFC-11

Grundet usikkerheden omkring prissætningen af bidraget til stratosfærisk ozonnedbrydning for CFC-11, anvendes i denne følsomhedsanalyse en omkostning på 159 € i stedet for hovedantagelsen om en reduktionsomkostning på 30 €, jf. afsnit 6.5.

FIGUR 7. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED SKADESOMKOSTNINGER SOM BEREGNINGSPRIS FOR STRATOSFÆRISK OZONNEDBRYDNING



TABEL 43. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

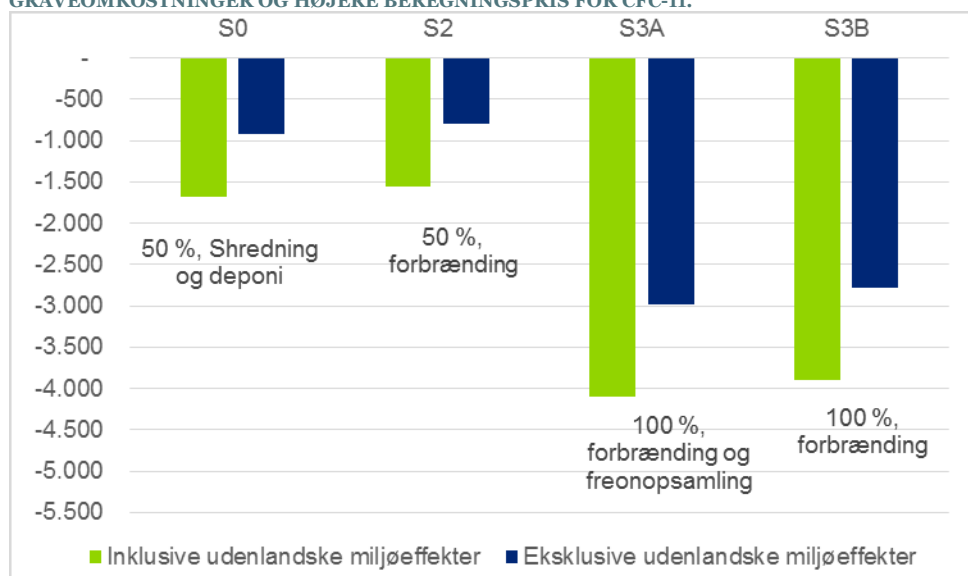
| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 304 | 303 |
| S3A | -2.670 | -2.323 |
| S3B | -2.538 | -2.191 |

Det ses, at forskellen mellem nulscenariet og scenarie 2 øges, og at scenarie 2 foretrækkes i endnu højere grad. Scenarie 3a og 3b forbedres også, men er stadig langt fra scenarie 2.

9.4 Lavere graveomkostninger og højere reduktionsomkostning for CFC-11

I denne følsomhedsanalyse kombineres to af de mest væsentlige omkostningstyper, lavere graveomkostninger og højere reduktionsomkostning for CFC-11. Graveomkostningerne sænkes med 20 % og reduktionsomkostningen for CFC-11 øges med 50 % til 335 kr./kg CFC-11 (fra grundniveauet på 224 kr./kg CFC-11, jf. Tabel 3). Alle tre alternativbehandlinger forbedres ved ændring af disse antagelser i forhold til hovedscenariet, og scenarie 2 foretrækkes. Forbedringen skyldes at størstedelen af CFC-gasserne destrueres i de alternative scenarier. Hvis omkostningen ved ikke at destruere dem er højere, bliver de alternative scenarier derfor mere attraktive, i forhold til nulscenariet, hvor CFC-gasserne ikke destrueres.

FIGUR 8. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED EN KOMBINATION AF LAVERE GRAVEOMKOSTNINGER OG HØJERE BEREKNINGSPRIS FOR CFC-11.



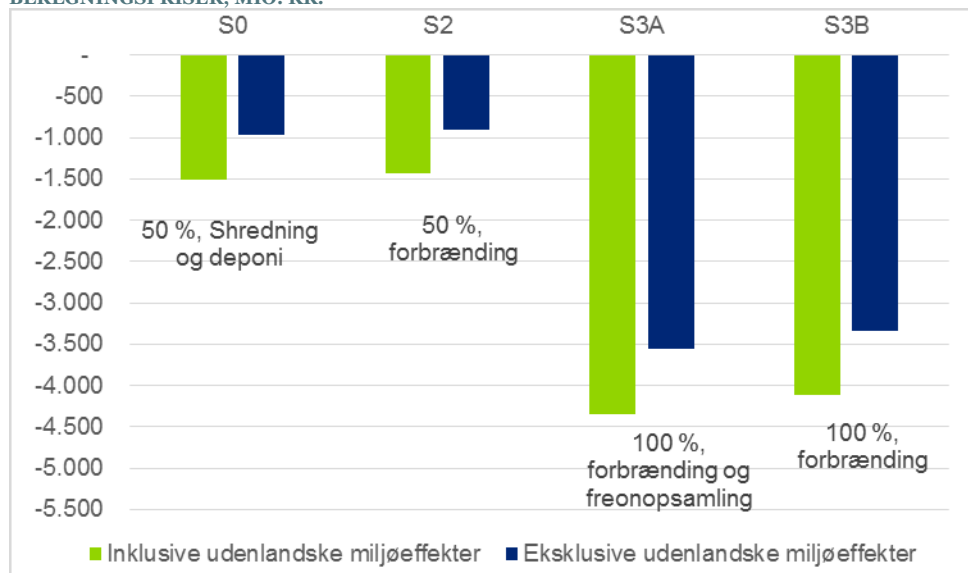
TABEL 44. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 128 | 127 |
| S3A | -2.410 | -2.063 |
| S3B | -2.210 | -1.863 |

9.5 Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % lavere

I denne følsomhedsanalyse beregnes effekten af en sænkning af alle miljøøkonomiske beregningspriser på 30 %. Dette forbedrer nulscenariet, primært fordi belastningen fra CO₂-ækvivalenter vægtes mindre, men scenarie 2 er stadig at foretrække.

FIGUR 9. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED 30 % LAVERE MILJØØKONOMISKE BEREGNINGSPRISER, MIO. KR.



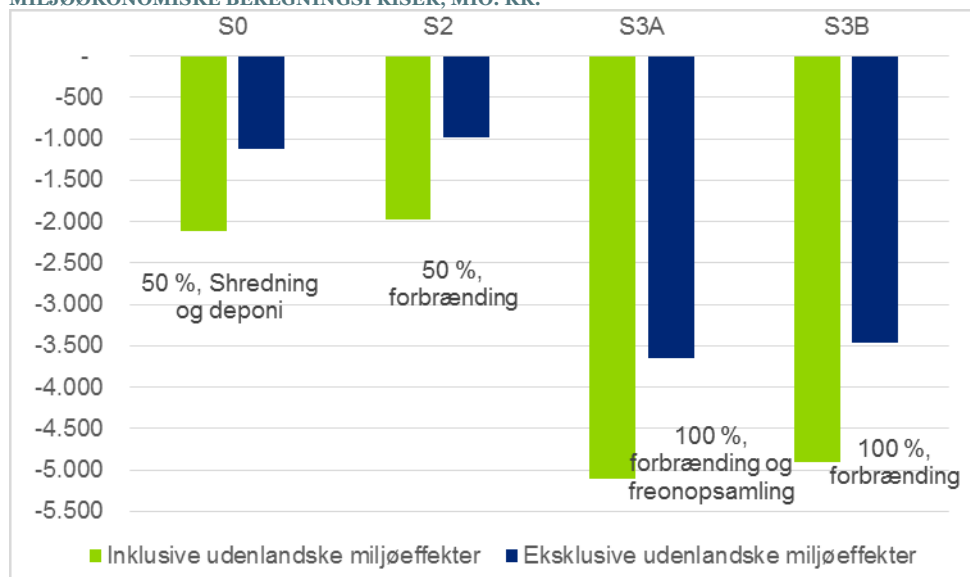
TABEL 45. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 66 | 65 |
| S3A | -2.837 | -2.594 |
| S3B | -2.614 | -2.372 |

9.6 Miljøøkonomiske beregningspriser 30 % højere

I denne følsomhedsanalyse beregnes effekten af at alle miljøøkonomiske beregningspriser hæves 30 %. Dette forringer nulscenariet, primært fordi belastningen fra CO₂-ækvivalenter vægtes mere, og scenarie 2 er stadig det foretrukne.

FIGUR 10. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED 30 % HØJERE MILJØØKONOMISKE BEREGNINGSPRISER, MIO. KR.



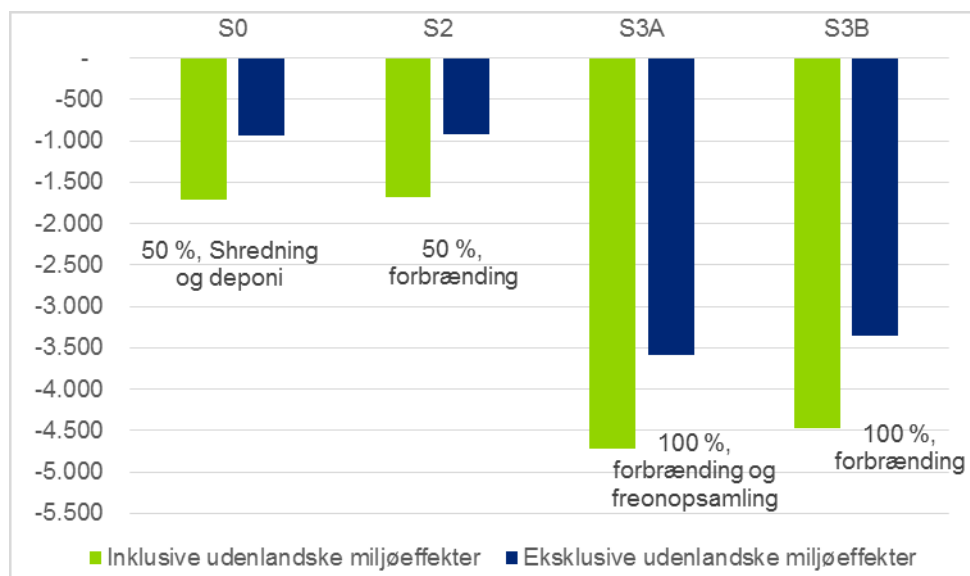
TABEL 46. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter (mio. kr.) | Eksklusive udenlandske miljøeffekter (mio. kr.) |
|----------|--|---|
| S2 | 143 | 142 |
| S3A | -2.979 | -2.528 |
| S3B | -2.785 | -2.334 |

9.7 Miljøøkonomisk beregningspris for CO₂-udslip på 0 kr./ton

I denne følsomhedsanalyse antages det grundet usikkerheden om CO₂-kvoteprisen, at eksternalitetsomkostningen for CO₂-ækvivalenter fra ikke-kvotefattede aktiviteter er 0 kr./ton.

FIGUR 11. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED STØRRE MILJØØKONOMISK EFFEKT AF DRIVHUSGASSER, MIO. KR.



TABEL 47. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

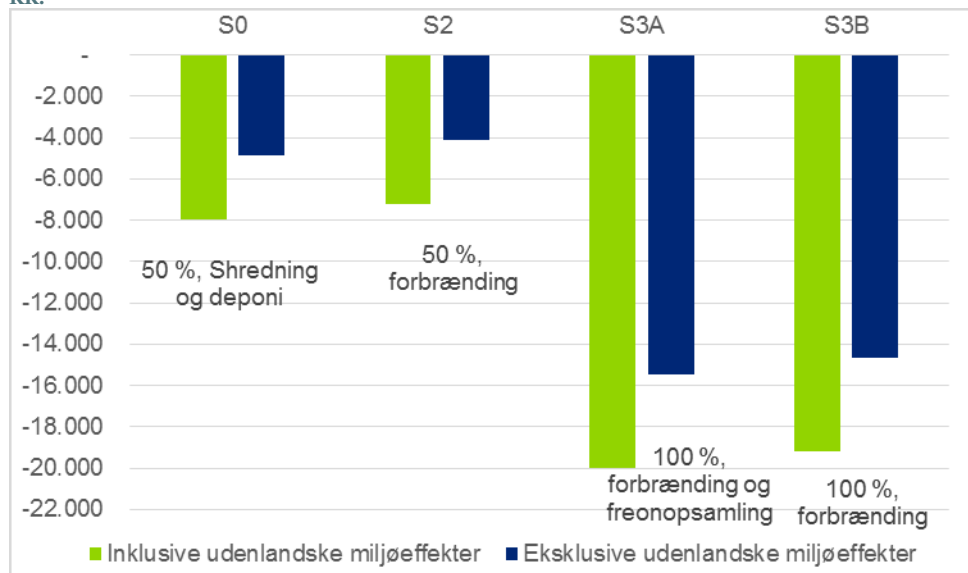
| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 23 | 22 |
| S3A | -3.007 | -2.658 |
| S3B | -2.768 | -2.419 |

Det ses i figuren og tabellen, at de alternative behandlinger alle forværres, men at scenarie 2 stadig er at foretrække frem for nulscenariet.

9.8 Tidshorisont til 2050

I hovedscenariet antages en tidshorisont til 2030. En tidshorisont til 2050, hvor alle gamle rør antages at være udskiftet, forlænger blot resultaterne fra den kortere tidshorisont, hvilket ses i Figur 12, hvor scenarie 2 stadig er det foretrukne. Denne analyse bidrager desuden med et estimat på den samlede gevinst/tab ved forskellige behandlinger af samtlige CFC-holdige rør. Tabel 48 viser således en forbedring i scenarie 2 på 1.206 mio. kr., altså cirka 1,2 mia. kr.

FIGUR 12. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED TIDSHORISONT TIL ÅR 2050, MIO. KR.



TABEL 48. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 758 | 754 |
| S3A | -12.001 | -10.599 |
| S3B | -11.223 | -9.821 |

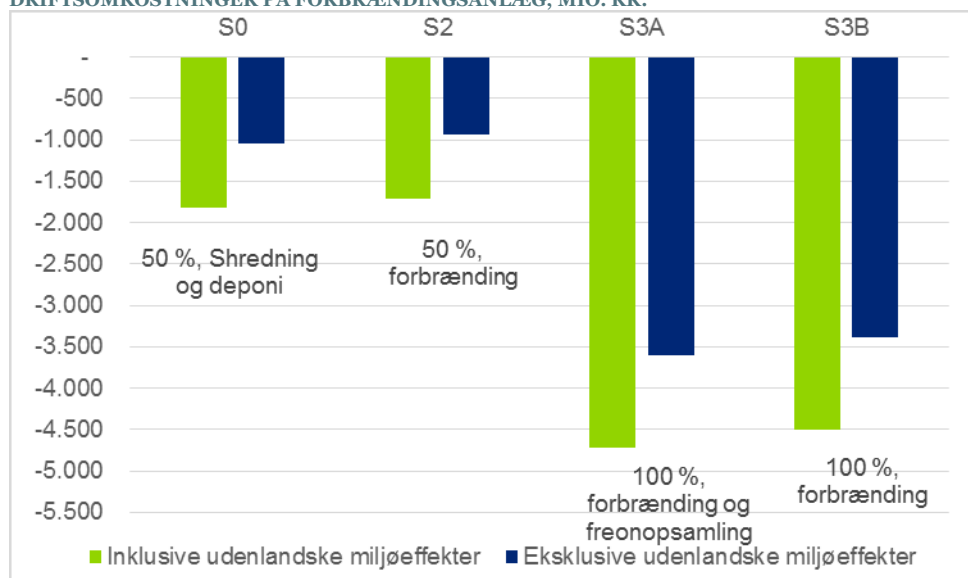
9.9 Marginale driftsomkostninger på forbrændingsanlæg

Denne følsomhedsanalyse repræsenterer muligheden for at udnytte eventuel ledig kapacitet på forbrændingsværkerne som kommer til at forbrænde de gamle rør. De marginale driftsomkostninger antages at være 3.252 kr./km. Disse erstatter således de gennemsnitlige

driftsomkostninger på 5.125 kr./km, som er hovedantagelsen, der ligger til grund for resultaterne i kapitel 8, jf. afsnit 7.5.2.

Figuren og tabellen herunder viser de samfundsøkonomiske resultater af denne følsomhedsanalyse, og det ses, at de tre alternative behandlingsformer, som alle inkluderer forbrænding, forbedres af denne ændring. Scenarie 2 er stadig det foretrukne.

FIGUR 13. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED ANVENDELSE AF MARGINALE DRIFTSOMKOSTNINGER PÅ FORBRÆNDINGSANLÆG, MIO. KR.



TABEL 49. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

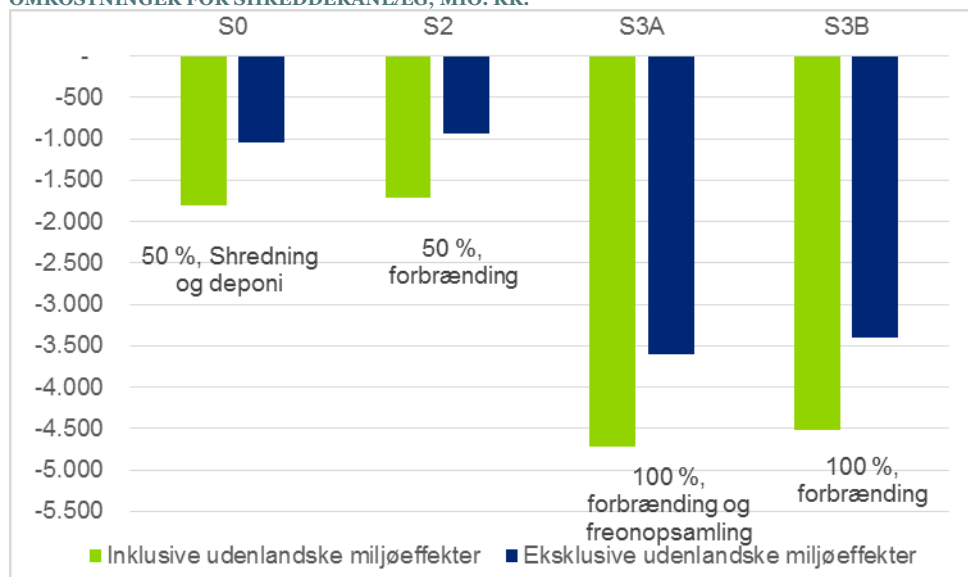
| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 108 | 107 |
| S3A | -2.902 | -2.555 |
| S3B | -2.693 | -2.346 |

9.10 Marginale driftsomkostninger på shredder anlæg

Denne følsomhedsanalyse repræsenterer muligheden for at udnytte eventuel ledig kapacitet hos shreddervirksomhederne, som i nulscenariet shredder rørene efter opgravning. De marginale driftsomkostninger antages at være 1.272 kr./km. Disse erstatter således de gennemsnitlige driftsomkostninger på 4.240 kr./km, som er hovedantagelsen, der ligger til grund for resultaterne i kapitel 8, jf. afsnit 7.4.2.

Denne ændring i antagelser forbedrer nulscenariet, som vist i figuren og tabellen nedenfor. Det er dog ikke nok til at ændre på, at scenarie 2 er det foretrukne scenarie.

FIGUR 14. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED ANVENDELSE AF MARGINALE OMKOSTNINGER FOR SHREDDERANLÆG, MIO. KR.



TABEL 50. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

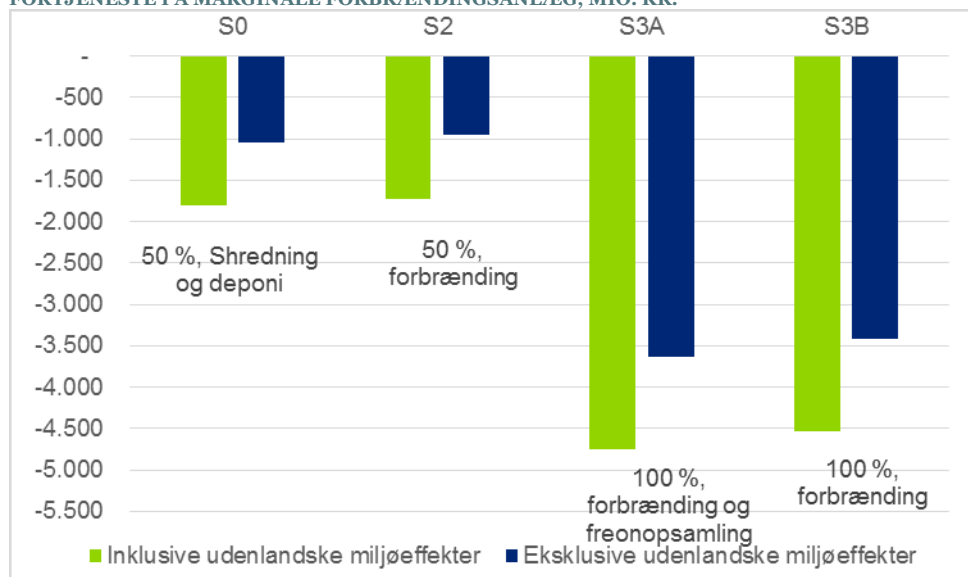
| Scenarie | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 100 | 98 |
| S3A | -2.913 | -2.566 |
| S3B | -2.705 | -2.358 |

9.11 Tabt fortjeneste for marginale værker

I hovedscenarierne er der ikke indregnet en tabt fortjeneste for kraftværker og fjernvarmeværker som konsekvens af mindre salg af el og varme. Det skyldes en antagelse om, at omsætning og omkostninger balancerer hos de marginale værker. Dette vurderes at være en rimelig antagelse ud fra Deloitte's kendskab til den pressede økonomi i de konventionelle kraftværker. Det kan dog ikke udelukkes, at de marginale værker på sigt vil kunne opnå en overskudsmargin på omsætningen.

Det antages i denne følsomhedsanalyse, at de marginale værker har en fortjeneste svarende til den estimerede fortjeneste hos forbrændingsanlæggene i denne analyse. Denne følsomhedsanalyse inkluderer derfor denne mistede fortjeneste. Som vist i Figur 15 og Tabel 51, gør dette de tre alternative scenarier mindre attraktive i forhold til resultaterne ved hovedantagelserne, men scenarie 2 er stadig langt det mest foretrukne.

FIGUR 15. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED INDREGNING AF TABT FORTJENESTE PÅ MARGINALE FORBRÆNDINGSANLÆG, MIO. KR.



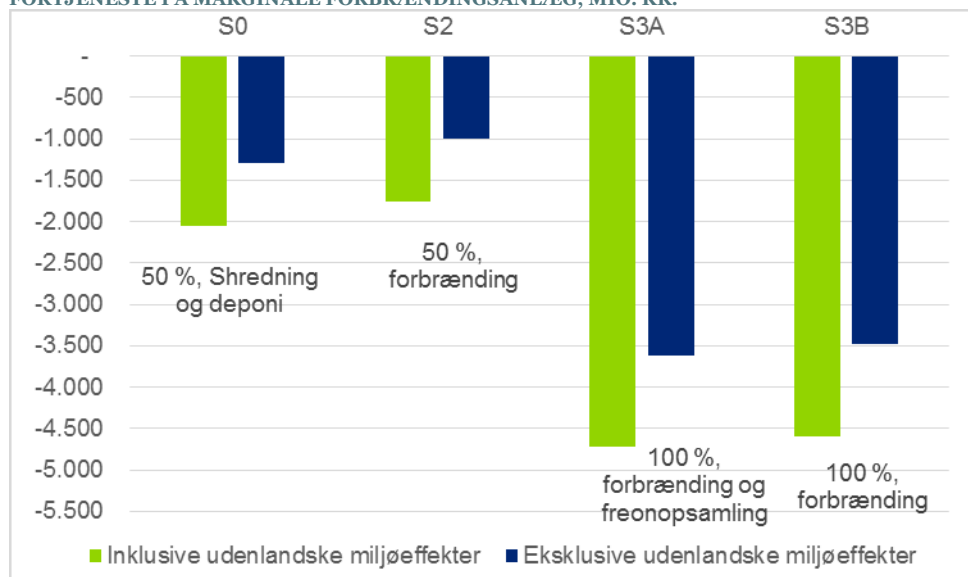
TABEL 51. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter | Eksklusive udenlandske miljøeffekter |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| S2 | 88 | 87 |
| S3A | -2.936 | -2.589 |
| S3B | -2.728 | -2.381 |

9.12 CO2-pris på 300 kr. per udledt ton

Der benyttes i denne følsomhedsanalyse en pris på 300 kr./ton for CO₂-udledning i både de kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede sektorer. Dette er begrundet med: (1) at EU's CO₂-kvotemarked ikke er perfekt, hvilket betyder at CO₂-kvoteprisen ikke nødvendigvis afspejler de marginale reduktionsomkostninger, (2) at Danmarks CO₂-reduktionsmålsætninger pt. er uklare, og (3) at miljøøkonomiske analyser generelt viser, at de marginale skadesomkostninger ved CO₂-udslip langt overstiger den aktuelle CO₂-kvotepris. Som vist i Figur 16 og Tabel 52, gør denne ændring både scenarie 2, 3a og 3b mere attraktive, og scenarie 2 er stadig det foretrukne scenarie med næsten tre gange større værdi end i hovedscenariet.

FIGUR 16. SAMFUNDSØKONOMISKE VÆRDIER AF SCENARIERNE VED INDREGNING AF TABT FORTJENESTE PÅ MARGINALE FORBRÆNDINGSANLÆG, MIO. KR.



TABEL 52. SAMFUNDSØKONOMISKE GEVINSTER VED AT SKIFTE FRA NULSCENARIET TIL DE RESPEKTIVE ALTERNATIVSSCENARIER I FØLSOMHEDSANALYSEN, MIO. KR.

| Scenario | Inklusive udenlandske miljøeffekter (mio. kr.) | Eksklusive udenlandske miljøeffekter (mio. kr.) |
|----------|--|---|
| S2 | 298 | 297 |
| S3A | -2.669 | -2.328 |
| S3B | -2.534 | -2.193 |

10. Rammevilkår

Resultaterne fra den samfundsøkonomiske analyse peger på scenarie 2 som det foretrukne scenarie, og ingen af følsomhedsanalyserne ændrer dette. Der vil derfor være en samfundsøkonomisk fordel i at ændre den nuværende praksis for håndtering af opgravede rør. Scenarie 2 går ud på, at man i stedet for at shredde opgravede fjernvarmerør, udsortere salgbare materialer og deponere restfraktionen, skal energiudnytte dem i forbrændingsanlæg (hvorved freon destrueres) og derefter udsortere salgbare materialer.

For at dette scenarie kan realiseres, forudsættes rammebetingelser, der gør scenariet attraktivt for de involverede aktører. Barrierer, der modvirker overgang fra én behandlingspraksis til en anden, kan være økonomiske, tekniske eller reguleringsmæssige. Den væsentligste økonomiske barriere er manglende incitament til at sende rørene til forbrænding, og den største tekniske barriere er at forbrænde dem. Lovgivningsmæssigt ville et påbud i affaldsbekendtgørelsen om destruktion af CFC-11 fra opgravede fjernvarmerør, kunne fremme overgangen til behandlingsformen i scenarie 2.

I de følgende afsnit fokuseres på barrierer og muligheder, der anses som de vigtigste for at fremme den foretrukne behandlingsform i scenarie 2.

Økonomiske barrierer

At den samfundsøkonomisk mest fordelagtige behandlingsform ikke finder sted allerede i dag, tyder på, at der er markedsfejl. Markedsfejlen består i, at negative miljøeksternaliteter i al overvejende grad ikke indregnes i grundlaget for markedsaktørernes beslutninger. I nulscenariet, eksempelvis, sker der udslip af CFC-11 under shredningen, hvilket medfører stratosfærisk ozonnedbrydning. Dette påfører samfundet sundhedssomkostninger, som kun i meget lille grad tilbageføres til de involverede aktører, og de har derfor ikke noget personligt incitament til at mindske udledning. Ufuldstændig information er dog en anden typisk markedsfejl, som betyder, at de involverede aktører muligvis ikke kender til eksternalitetsomkostningerne ved deres beslutninger. Korrektur af miljøeksternaliteten, ved at ændre praksis fra shredning af rørene til forbrænding, repræsenterer den største samfundsøkonomiske gevinst i analysen.

For at vurdere, hvad der skal til for at realisere det samfundsøkonomiske potentiale i scenarie 2, er det vigtigt at se på aktørernes budgetøkonomiske incitamenter. Den budgetøkonomiske analyse viser, at aktørerne samlet set påvirkes negativt af ændret behandlingsform. På denne baggrund er det derfor ikke overraskende, at rørene ikke forbrændes i dag.

Fjernvarmeselskaberne vil netto opleve et nutidsværditab på 46 mio. kr. ved at skifte til behandlingsformerne i scenarie 2, mens forbrændingerne påvirkes positivt med 9 mio. kr. Disse beløb svarer til annuierede værdier på henholdsvis -3,9 og 0,8 mio. kr. Shreddervirksomhederne vurderes at opnå en nutidsværdigevinst på 14 mio. kr., svarende til 1,2 mio. kr. årligt, ved at stoppe behandling af gamle fjernvarmerør fra før 1995. Det forekommer urealistisk, at en privat virksomhed udfører en sådan underskudsgivende handling i dag. Værdien skyldes delvist, at deponeringsafgiften ved indgangen til 2015 er steget markant, ligesom der er usikkerhed ved omkostninger til shredning.

Årsagerne til ændringerne for fjernvarmeselskaberne er, at entreprenørerne i dag bortskaffer de 6-8 meter lange rør gennem salg til shreddervirksomheder. Hvis rørene i stedet skal sendes til

forbrænding, antages fjernvarmeselskaberne at skulle betale for klipning af rør ned til 0,3 meter, hvilket er en væsentlig grund til deres budgetøkonomiske, negative resultat. Forbrændingstakst og i nogen grad mistet salg af rør til sorteringsvirksomheder påvirker også negativt. Forbrændingsanlæggene påvirkes derimod positivt af ændringen gennem salg af forbrændingsfylden og salg af el, varme og stål.

De kommunale affaldsgebyrer skal så vidt muligt afspejle omkostningerne ved behandling af affaldet, jf. affaldsbekendtgørelsen.¹⁸ Forbrændingsanlæggene som kommunerne anviser affald til skal derfor målrette behandlingstaksterne for de enkelte affaldstyper således, at de i rimeligt omfang afspejler omkostningerne ved forbrænding. Dette tilsiger, at forbrændingsanlæggene vil tage en lavere pris for forbrænding af fjernvarmerør end gennemsnitstaksten og derved dele gevinsten med fjernvarmeselskaberne i deres rolle som bygherrer. Hvile-i-sig-selv princippet gælder for hele anlægget, og varmeprisen må ikke overstige varmeproduktionens andel af omkostningerne. Det må derfor forventes, at fjernvarmekunderne får del i gevinsten ved, at varmen fra forbrændingsanlægget kan produceres og leveres til en lidt lavere pris, når forbrændingsanlæggets økonomi forbedres.

Ændrede nettoomkostninger og -indtægter må som følge af hvile-i-sig-selv princippet forventes at resultere i ændrede priser for forbrugerne. Øgede omkostninger for fjernvarmeselskaberne til håndtering af de gamle fjernvarmerør, må dog forventes at blive væltet over på fjernvarmekunderne.

Som det fremgår af afsnittet om reguleringsmæssige forhold nedenfor vil det samfundsøkonomisk optimale scenarie kunne realiseres ved at påbyde fjernvarmeselskaberne at nedklippe de gamle fjernvarmerør og køre dem til forbrænding med dertil hørende destruktion af CFC-gasser fra de rør, der forbrændes. Dermed ville fjernvarmeselskaberne blive pålagt at afholde de øgede omkostninger til dette ud fra et forurenere-betaler-princip.

Ufuldstændig information er en anden kilde til markedsfejl, som kan tænkes at spille en rolle for den nuværende praksis for behandling af rørene. Interviews med shreddervirksomheder tyder på, at de ikke er klar over den skadelige virkning fra gamle fjernvarmerør, hvilket deres kunder givetvis heller ikke er.

Teknologiske barrierer

Nogle af de i scenarierne forudsatte teknologier er uprøvede. I scenarie 2 drejer det sig om forbrænding af fjernvarmerør. At teknologien er uprøvet, medfører betydelig usikkerhed om konsekvenserne, såvel de økonomiske som de miljømæssige. En usikkerhed ligger i, at kappe og skum muligvis er nødt til at blive separeret fra stålrøret, således at kappe og skum forbrændes, og stålrøret sendes til genanvendelse, da det ikke på forhånd kan afvises, at stålrørene ved forbrænding vil sætte sig på tværs, før dette er blevet testet. Interviews med RenoSyd, ARC og Affaldscenter Aarhus viser nogen skepsis. Der gives udtryk for, at metoden skal testes før den kan konkluderes brugbar. En fremtidig mulighed kunne være at øge størrelsen på åbningen i slaggefaldet, således at rørene ikke så let vil sætte sig på tværs. Hvis en større åbning tillader passage af længere rørstykker end 30 cm, vil dette ydermere sænke den antagne klippeomkostning. Denne mulighed har dog ikke været drøftet med forbrændings-anlæggene, og det er muligt, at det ville være billigere at klippe rørene ned i længder kortere end de 30 cm. Yderligere klipning af rørene vil dog også medføre øget udslip af freon, hvilket vil mindske miljøgevinsterne.

¹⁸ Jfr. Bekendtgørelse nr. 1309 af 18/12/2012, kap. 8.

Reguleringsmæssige forhold

Der er pt. ingen særlige bestemmelser i affaldsbekendtgørelsen om, hvordan gamle fjernvarmerør skal behandles/bortskaffes. To muligheder for indførsel af regler, hvor det fastlægges hvordan gamle rør skal håndteres, overvejes nedenfor.

En mulighed er indførsel af regel om maksimal udledning af CFC-11 ved håndtering af gamle fjernvarmerør. Livscyklusanalysen (Teknologisk Institut, 2014) antager, at klipning af rørene vil medføre CFC-udslip fra et 5 centimeters længdesnit omkring klippepunktet, hvilket ved klipning til rørlængder á 0,3 meter vil betyde udslip fra omtrent 15 cm per meter rør. En lov om maksimal udledning af 15 % af den i rørene tilbageværende CFC-gas, ville anspore aktørerne til at finde andre behandlingsformer, fx forbrænding, hvorved freonudslippet vil blive reduceret markant. Affaldet vil dog stadig skulle opfylde de gældende kriterier for affalds forbrændingsegnethed, hvor også affaldets metalindhold skal tages i betragtning. En lavere tilladt udledningsmængde kunne yderligere anspore til særlig opsamling af CFC-gas under klipningen, hvilket er beskrevet i scenarie 3a i denne rapport, hvor opsamlingen foregår ved hjælp af højtrykssuger og aktivt kul. Opsamling af freon er ikke indregnet som en del af scenarie 2. Scenarie 3b er dog mere fordelagtigt end 3a, hvilket skyldes at omkostningen til opsamling af freon er større end miljøgevinsten ved mindsket udledning af CFC-gas. Eftersom scenarie 2 er magen til 3b på nær en skalering med mængden af opgravede rør, ville det samfundsøkonomisk derfor heller ikke kunne betale sig at indføre samme opsamling af freon i scenarie 2. I praksis kan det dog også vise sig vanskeligt at kontrollere, om aktørerne overholder sådanne regler for udslip. Ud over de administrative byrder forbundet med at myndighederne skal kontrollere om reglerne overholdes, er der også tekniske problemer herved. Dette skyldes dels usikkerhed om den tilbageværende mængde CFC-gas i rørene, noget der givetvis også kan variere fra rør til rør, dels fordi det er en udfordring at måle, hvor meget der faktisk siver ud under klipningen.

En anden og formentlig bedre mulighed, er mere simpelt indførsel af et statsligt behandlingskrav om, at gamle CFC-holdige fjernvarmerør skal forbrændes. Dette vil være lettere at kontrollere overholdelsen af, eksempelvis gennem stikprøver. Der skal være opmærksomhed omkring, hvorvidt forbrændingsanlæggene har de nødvendige godkendelser. Lovmæssigt påbud om forbrænding af opgravede, CFC-holdige fjernvarmerør er et muligt reguleringsmæssigt tiltag, som i praksis vil påføre fjernvarmeselskaberne og dermed forbrugerne ekstraomkostninger. En stigning i varmeprisen vil dog være meget lille henset til, at den årlige ekstraomkostning vurderes at være et encifret millionbeløb og dermed kun få kroner per varmemeforbruger¹⁹.

Det kan overvejes, om aktørerne skal pålægges at skelne mellem opgravede, CFC-holdige rør fra før 1995, og nyere, udskiftningsmodne rør. Altså om begge typer skal sendes til forbrænding. Der vil formentlig være øgede omkostninger forbundet med identificering, som praktisk ville kunne fungere da der er produktionsår påtrykt rørene (Teknologisk Institut, 2014a, stikprøve), og forskellig håndtering af rør. Sorteringsvirksomheder kan ligeledes tænkes at have ønske om stadig at shredde opgravede fjernvarmerør.

¹⁹ 3,2 mio. danskere bruger fjernvarme (fjernvarme.info). Med en antagelse om 3,2 danskere pr. husstand, fordeles de ekstra omkostninger på 4 mio. kr. med 4 kr. pr. husstand, eller omtrent 0,03 % af den gennemsnitlige fjernvarmeregning på 14.185 kr. årligt (egne beregninger baseret på Energistyrelsen).

11. Referencer

Baltzar, Ellen, Jenny Berggren, Christine Carlehed, Alejandro Gutierrez, Linda Svensson, Karin Wallin og Oskar Åslund (2005), Fallstudie: hantering av freoninnehållande isoleringsavfall från byggnader, mark och rör, Samhällsvetenskapliga miljövetarprogrammet, Humanekologisk inriktning B-kurs, januari 2005

BEATE (2013), Benchmarking af affaldssektoren 2013 (data fra 2012) | Forbrænding. Udarbejdet af Dansk affaldsforening, Dansk Industri og Dansk Energi på baggrund af data stillet til rådighed af Miljøstyrelsen

COWI (2013), Miljø- og samfundsøkonomisk vurdering af muligheder for øget genanvendelse af papir, pap, plast, metal og organisk affald fra dagrenovation Miljøprojekt 1458

Danmarks Statistik (2015), Forbrugerprisindeks

Delft (2010), Shadow Prices Handbook

DMU (2010), Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner, faglig rapport fra DMU nr. 783

DTU (2014), Livscyklusvurdering af behandling af deponeret shredderaffald

DTU (2013), Transportøkonomiske Enhedspriser

Ea Energianalyse (2014), To scenarier for tilpasning af affaldsforbrændingskapaciteten i Danmark

EEA (2011), Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe

Holland, M. et al. (2007), BeTa-MethodEx, version 2

Energinet.dk (2014), Energinet.dk's analyseforudsætninger 2014-2035, maj 2014

Energistyrelsen (2012), Danmarks Energifremskrivning 2012

Energistyrelsen (2012a), Tabeller til Danmarks Energifremskrivning 2012 (Link: goo.gl/kYRLXL)

Energistyrelsen (2013), Beregningsmetode til samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidler i klimaplan, 14. august 2013

Energistyrelsen (2014), Technology Data for Energy Plants

Energistyrelsen (2014a), Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, december 2014

Finansministeriet (1999), Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger

Hansen et al. (2012), Lavteknologisk genanvendelse af ressource i deponeret shredderaffald via størrelsesfraktionering, Miljøprojekt nr. 1440

Høstgaard et al. (2012), Forbedret ressourceudnyttelse af shredderaffald, Miljøprojekt nr. 1441

Miljøministeriet (2010), Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter

Miljøministeriet (2014), Nøgletalskatalog

Miljøstyrelsen (2013), Klimaplan, Udsortering af plast fra affald, Notat

Skatteministeriet (2014b), Bekendtgørelse om lov om afgift på stenkul, brunkul, koks m.v

Teknik & Miljø (2010), Affald – En vigtig indenlandsk CO₂-venlig energiressource, nr. 3, side 51-52

Teknologisk Institut (2014), Livscyklusvurdering af scenarier for håndtering af gamle CFC-holdige fjernvarmerør

Teknologisk Institut (2014a), Kortlægning af gamle fjernvarmerør med Freon

Teknologisk Institut (2015), mailkorrespondance med konsulent Mathias Høeg Kemner, 28/4 2015

Transportministeriet (2014), Transportøkonomiske Enhedspriser

Verdensbanken (April, 2014), World Bank Commodity Forecast Price Data

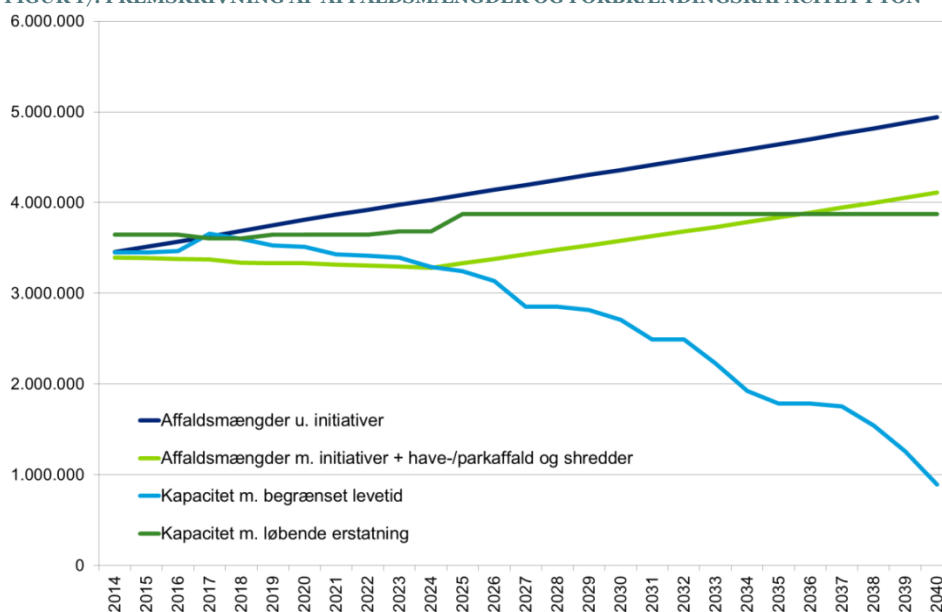
12. Bilag 1: Kapacitetsanalyse af forbrændingssektoren

Nærværende bilag har til formål at sammenholde affaldsmængder og kapacitet for at afgøre, om der er strukturel ledig kapacitet i de danske forbrændingsanlæg. Bilaget er baseret på data fra ressourceplanen for affaldshåndtering 2013-2018, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2014.

12.1 Udviklingen i ledig kapacitet

Figur 17 viser fremskrivninger for udviklingen i affaldsmængderne med og uden ressourcestrategiens initiativer sammen med kapaciteten i danske forbrændingsanlæg med og uden opførelse af erstatningskapacitet for udtjente ovne.

FIGUR 17. FREMSKRIVNING AF AFFALDSMÆNGDER OG FORBRÆNDINGSKAPACITET I TON

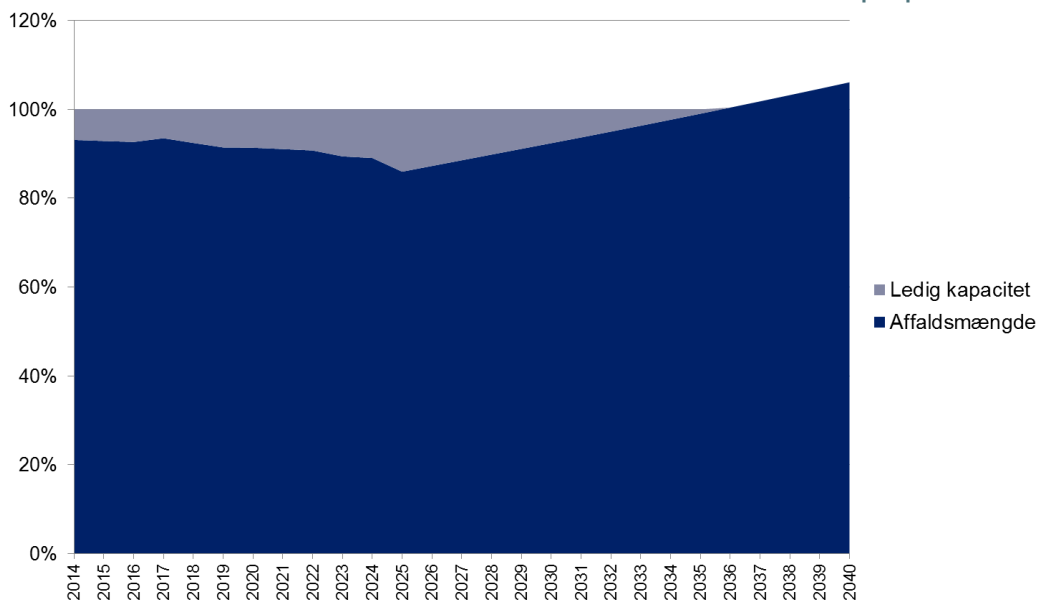


Kilde: Ressourceplanen for affaldshåndtering 2013-2018, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2014, og skøn fra Miljøstyrelsen.

Med ressourcestrategiens initiativer og med løbende reinvesteringer i forbrændingskapaciteten vil der frem til 2036 være ledig kapacitet. Uden ressourcestrategiens initiativer vil der allerede fra 2017 være mangel på kapacitet, selvom der løbende reinvesteres i forbrændingskapaciteten.

Figur 18 viser kapacitetsudnyttelsen i danske forbrændingsanlæg, forudsat at ressourcestrategiens initiativer gennemføres, og at der foretages løbende reinvesteringer i forbrændingskapaciteten. Det fremgår, at den ledige kapacitet vokser fra cirka 10 procent i 2014 til cirka 20 procent i 2025. Herefter stiger kapacitetsudnyttelsen frem til 2036, hvorefter der er mangel på forbrændingskapacitet.

FIGUR 18. UDVIKLINGEN I LEDIG KAPACITET I DANSKE FORBRÆNDINGSANLÆG 2014-2040



Kilde: Ressourceplanen for affaldshåndtering 2013-2018, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2014, og vurderinger fra Miljøstyrelsen.

12.2 Anvendte data

Data stammer fra ressourceplanen for affaldshåndtering 2013-2018 og Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2014, der er baseret på data for 2012. Disse data er suppleret med opdaterede vurderinger i forhold til have-/parkaffald og shredderaffald:

- Miljøstyrelsen skønner, at have-/parkaffald til forbrænding vil udgøre cirka 135.000 ton i 2018 og cirka 150.000 ton i 2024. Forventningen om stigende mængder have-/parkaffald til forbrænding er baseret på planlagte afgiftsændringer, der vil gøre det mere attraktivt at forbrænde en del af dette affald fremfor at kompostere det.
- Miljøstyrelsen skønner endvidere, at der bliver yderligere cirka 50.000 ton shredderaffald til forbrænding i 2018 og 2024.

Samlet set forventer Miljøstyrelsen cirka 200.000 ton ekstra affald til forbrænding fra 2024 i forhold til ressourceplanens tal. Hertil kommer en uvis mængde PCB-forurenede byggeaffald.

12.3 Konklusion

Den overordnede konklusion er, at der er ledig kapacitet i perioden frem til år 2036, hvis ressourcestrategiens initiativer gennemføres, og der løbende reinvesteres i forbrændingskapaciteten. Den ledige kapacitet udgør op til 20 procent i 2025. Under disse forudsætninger vil der efter 2036 være mangel på forbrændingskapacitet. Hvis ressourcestrategiens initiativer ikke gennemføres, eller der ikke reinvesteres i forbrændingskapaciteten, vil der blive mangel på forbrændingskapacitet tidligere.

Der er en række usikkerheder knyttet til fremskrivningerne. For eksempel er der i fremskrivningerne ikke taget højde for fremtidige ændringer i importen eller eksporten af affald til forbrænding. Der er desuden betydelig usikkerhed om udviklingen inden for erhvervsaffald, hvor de eksakte affaldsmængder ikke er kendt. Endvidere er der usikkerhed med hensyn til, hvor meget Ressourceplanens mange initiativer vil reducere affaldsmængderne til forbrænding, og det er uvist, i hvilken udstrækning ejerne af forbrændingsanlæg vil vælge at reinvestere i ny kapacitet, når vi bevæger os ud over den nære fremtid. Regeringen og KL har iværksat en proces for at effektivisere affaldsforbrændingssektoren, der kan føre til en tilpasning af kapaciteten.

Under hensyntagen til ovennævnte usikkerheder ved fremskrivningerne anvendes de gennemsnitlige omkostninger for forbrændingsanlæg i hovedscenarierne, mens der gennemføres en følsomhedsanalyse, hvor der kun anvendes marginale omkostninger.

13. Bilag 2: Absolutte økonomiske effekter i scenarie 2, 3a og 3b

ABSOLUTE SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIE 2 (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| Ressourceallokering | Deponier | - | - |
| | Fjernvarmeselskaber | -617 | -817 |
| | Sorteringsvirksomheder | - | - |
| | Forbrændinger | 9 | 11 |
| | Transportvirksomheder | -2 | -2 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 1 |
| Miljøeksternaliteter | Danmark | | -190 |
| | Udlandet | | -761 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | -997 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -292 |
| | Annuiseret nutidsværdi | | -82 |

| Budgetøkonomiske effekter | | Faktorpriser |
|--|--|--------------|
| Fjernvarmeselskaber | | -625 |
| Sorteringsvirksomheder | | 0 |
| Forbrændinger | | 7 |
| Transportvirksomheder | | 0 |
| Deponier | | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | | -617 |

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. påvirkning fra marginale værker) | 7,7 |
| Offentlig provenupåvirkning fra marginale værker | -3,3 |
| Offentligt provenu (inkl. påvirkning fra marginale værker) | 4,4 |

ABSOLUTTE SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIO 3a (MIO. KR. MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)

| | Faktorpriser | Køberpriser |
|---|--------------|-------------|
| Ressourceallokering | | |
| Deponier | 0 | 0 |
| Fjernvarmeselskaber | -2.662 | -3.474 |
| Sorteringsvirksomheder | 0 | 0 |
| Forbrændinger | 17 | 23 |
| Transportvirksomheder | -3 | -5 |
| Forvridningseffekt | | |
| Forvridningseffekt | | 2 |
| Miljøeksternaliteter | | |
| Danmark | | -171 |
| Udlandet | | -1.102 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | | |
| Nutidsværdi | | -3.625 |
| Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -1.063 |
| Annuseret nutidsværdi | | -298 |

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|--|--------------|
| Fjernvarmeselskaber | -2.638 |
| Sorteringsvirksomheder | 0 |
| Forbrændinger | 15 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -2.624 |

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|---|--------------|
| Offentligt provenu (ekskl. påvirkning fra marginale værker) | 15,4 |
| Offentlig provenupåvirkning fra marginale værker | -6,5 |
| Offentligt provenu (inkl. påvirkning fra marginale værker) | 8,8 |

**SAMFUNDSØKONOMISKE KONSEKVENSER AF SCENARIE 3b (MIO. KR.
MEDMINDRE ANDET ER ANGIVET)**

| | | Faktorpriser | Køberpriser |
|---|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Ressourceallokering | Deponier | 0 | 0 |
| | Fjernvarmeselskaber | -2.428 | -3.217 |
| | Sorteringsvirksomheder | 0 | 0 |
| | Forbrændinger | 17 | 23 |
| | Transportvirksomheder | -3 | -5 |
| Forvridningseffekt | Forvridningseffekt | | 2 |
| Miljøeksternaliteter | Danmark | | -293 |
| | Udlandet | | -1.102 |
| Samlet samfundsøkonomisk effekt i DK | Nutidsværdi | | -3.490 |
| | Nutidsværdi per km (t.kr.) | | -1.023 |
| | Annuseret nutidsværdi | | -287 |

| Budgetøkonomiske effekter | Faktorpriser |
|---|---------------------|
| Fjernvarmeselskaber | -2.444 |
| Sorteringsvirksomheder | 0 |
| Forbrændinger | 15 |
| Transportvirksomheder | 0 |
| Deponier | 0 |
| Sum af budgetøkonomiske effekter ekskl. offentligt provenu | -2.430 |

| Offentligt provenu | Faktorpriser |
|--|---------------------|
| Offentligt provenu (ekskl. påvirkning fra marginale værker) | 15,4 |
| Offentlig provenupåvirkning fra marginale værker | -6,5 |
| Offentligt provenu (inkl. påvirkning fra marginale værker) | 8,8 |

14. Bilag 3: Bemærkninger fra Copenhagen Economics i forbindelse med review

14.1 Rammer for review

Copenhagen Economics har gennemført et såkaldt eksternt review af Deloittes fire samfundsøkonomiske analyser i forbindelse med projektet om bedre ressourceudnyttelse for Miljøstyrelsen. Copenhagen Economics har udført det eksterne review gennem en række notater:

- Konkrete kommentarer til en indledende projektbeskrivelse.
- Indledende metodenotat, som dannede grundlag for det efterfølgende analytiske arbejde på en række udvalgte problemstillinger på tværs af de fire forskellige samfundsøkonomiske analyser.
- Midtvejsreview af de første udkast af analyserne med en række kommentarer til forskellige antagelser og beregningsforudsætninger.
- Opsamlende bemærkninger.

Disse notater kan fremsendes ved forespørgsel.

Ud over de fremsendte notater har der ligeledes været email-korrespondance samt møder om udvalgte problemstillinger.

Vi har ikke haft adgang til de konkrete beregninger, og har derfor forholdt os til de analytiske problemstillinger på mere overordnet niveau.

Deloittes bemærkning: Af hensyn til beskyttelse af immaterielle ophavsrettigheder er det kun Miljøstyrelsen, der har haft adgang til Deloittes samfundsøkonomiske regnearksmodel med de detaljerede beregninger. Copenhagen Economics review er således baseret på og begrænset til rapporterne og de oplysninger om og uddybninger af beregningerne som Deloitte enten har indført i rapporterne eller kommunikeret direkte til Copenhagen Economics som svar på deres forespørgsler.

14.2 Generel bemærkning

Som udgangspunkt er de fleste af vores kommentarer i løbet af projektet blevet adresseret. De fleste kommentarer er håndteret gennem uddybninger i teksten, men Deloitte har også accepteret at revidere antagelser og beregninger som følge af bemærkningerne.

Analysen efterlader et indtryk af stor grundighed i kortlægning af data og konsistent behandling af dette. Deloitte har været indstillet på at foretage ændringer på baggrund af vores bemærkninger. Tilbage står fortsat nogle elementer, som kunne have været berørt mere uddybende eller anderledes. Vi kommer ind på nogle af disse elementer i nedenstående afsnit.

14.3 Bemærkninger til metode på tværs af shredder-projektet og de øvrige delprojekter

Nedenfor fremhæver vi vores vigtigste bemærkninger af generel karakter på tværs af de fire samfundsøkonomiske analyser

Produktmarkedsforvridninger

I analyserne behandles produktmarkedsforvridninger ganske sparsomt. I mange situationer, vil ændringer i samfundets relative priser og mængder i de betragtede scenarier formentlig ikke være af stor størrelsesorden, men der er flere eksempler, hvor det kunne være interessante med overvejelser om betydningen af disse forvridninger. Herudover ville det have været interessant med en vurdering af, hvorvidt de betragtede produktmarkeder var kendetegnet ved eksisterende produktmarkedsforvridninger. Jo større eksisterende forvridninger, der findes, desto større samfundsøkonomisk gevinst eller tab vil der være ved yderligere eller modsatrettede forvridninger.

Deloitte's bemærkning: Vi er enige i, at det i hvert enkelt tilfælde bør overvejes, om de opstillede scenarier også vil skabe betydelige negative eller positive forvridninger på produktmarkederne. Vi har vurderet, at sådanne markedsforvridninger kun vil optræde i betydeligt omfang i den samfundsøkonomiske analyse af opgravning og behandling af allerede deponeret shredderaffald, hvor der må forventes at ske en positiv markedsforvridning i forbindelse med tilbageførslen af tidligere betalte deponeringsafgifter til deponierne. Forvridningseffekten er dog vanskelig at kvantificere, og der henvises til den pågældende analyse for en nærmere redegørelse for, hvordan vi har valgt at indregne den. Deloitte har ikke i forbindelse med de gennemførte review modtaget bemærkninger om, at der skulle være andre specifikke forvridningseffekter, som er så betydelige, at de burde indregnes. Deloitte er enig med Copenhagen Economics i, at det kunne været interessant med en vurdering af, hvorvidt de betragtede produktmarkeder er kendetegnet ved eksisterende produktmarkedsforvridninger. Det ligger dog efter vores opfattelse uden for rammerne af de gennemførte projekter at udrede dette.

Behandling af gevinster i den samfundsøkonomiske analyse, herunder salg af energi

Beskrivelse af både antagelser og resultater i analysen giver indtryk af, at det analytiske udgangspunkt for analysen er 'budgetøkonomisk', dvs. hvordan ændrer betalingsstrømme sig mellem aktører i de forskellige scenarier. Den samfundsøkonomiske analyse opstår ved at ophæve de transaktioner, der blot har karakter af at være en overførsel mellem to aktører. Det kan være rigtigt, men det har ikke været muligt for os at validere uden adgang til de konkrete beregninger. Et eksempel på, at en samfundsøkonomisk vurdering vanskeliggøres er den gennemgående antagelse om, at salget af energi fra forbrænding af affaldet er en samfundsøkonomisk gevinst, selvom der ikke indregnes et tilsvarende tab af indtægter fra den energiproduktion, der fortrænges. Efter vores vurdering er dette ikke korrekt. En analyse med et samfundsøkonomisk udgangspunkt ville have et fokus på, hvordan opnår man den samfundsøkonomiske værdi (fx energi) billigst muligt. Her ville det fremgå, at det ikke kan være positivt for samfundsøkonomien at producere energi på en dyrere måde – med mindre, at der er tilsvarende eksternalitetsgevinster. I analyserne er der foretaget følsomhedsanalyser for at indregne denne pointe. Disse er formentlig mere retvisende end hovedresultaterne.

Deloitte's bemærkning: Grunden til at vi som hovedantagelse har indregnet en fortjeneste ved salg af energi fra fx affaldsforbrændingsanlæg, men ikke modregnet et tab fra mindre energiproduktion og salg af energi fra marginale kraftværker er, at vi – baseret på aktuelle erfaringer – forventer, at affaldsforbrændingsanlæg vil kunne opnå en nettofortjeneste (der evt. kan bruges til at nedsætte forbrugerpriserne) ved øget produktion, mens der ses en tendens til, at de marginale kraftvarmeværker opererer med meget lav, ingen eller negativ profit og for nogens vedkommende helt vil kunne lukkes ved fortrængning. Vi er dog enige i, at der kan være tilfælde, hvor de marginale kraftvarmeværker vil lide et nettotab ved fortrængning, der helt eller delvis udhuler nettofortjenesten fra forbrændingsanlæg. Vi har derfor i alle projekterne medtaget en

følsomhedsanalyse, hvor der antages en tabt nettofortjeneste for de marginale kraftværker som modsvarer nettofortjenesten ved salg af energi fra affaldsforbrændingsanlæg.

Kortsigtede tab ved eventuelt forringet kapacitetsudnyttelse i kraftvarmesektoren

Der fremgår ikke overvejelser i rapporterne om, at yderligere energiudnyttelse gennem anvendelse af affald vil føre til ringere udnyttelse af det eksisterende kapitalapparat i kraftvarmesektoren. På længere sigt er dette mindre afgørende, men i lyset af at kraftvarmekapacitet typisk har meget lang investeringshorisont, kan det være relevant at have dette tab med i en overvejelse om at skubbe nye behandlingsformer ind i markedet.

Deloittes bemærkning: Deloitte er for så vidt enig i denne kommentar, men for at kunne opgøre om scenarierne på kort sigt vil føre til forringet kapacitetsudnyttelse i kraftvarmesektoren, og hvor stort tabet i givet fald ville være, vil det kræve, at der gennemføres kapacitetsanalyser af den marginale kraftvarmesektor. Dette ligger dog uden for rammerne af de gennemførte projekter.

Antagelser om marginal elproduktion

I analyserne antages, at når der fortrænges eksisterende elproduktion, så er det 100 procent kul indtil 2020, og 50 procent kul og 50 procent vind fra og med 2021. Til og med 2020 kan man diskutere, om det er kul eller fx gas, der er den marginale brændsel, hvilket ville have stor betydning på CO₂-emissionerne knyttet hertil. På længere sigt kan man diskutere, hvilken teknologi som er den sande 'long run marginal cost' teknologi. Her er det ikke et spørgsmål om, hvilken teknologi der fortrænges i en konkret times produktion, men hvad behovet er for samlet kapacitet og dennes sammensætning. Betyder en større elproduktion fra affaldsforbrænding eksempelvis, at der er behov for at opstille færre vindmøller?

Deloittes bemærkning: Der har i projektforløbet været lange drøftelser med både Miljøstyrelsen og Energistyrelsen, og tilknyttede eksperter fra TI og DTU og eksterne eksperter om, hvad det er rimeligt at anlægge for antagelser omkring den marginale elproduktion. Set i lyset af den igangværende udfasning af kulkraft, samt perspektiverne i energiaftalen og klimaplanen, er der generel enighed om, at det fremover ikke længere giver mening at antage 100 pct. kulkraft som marginal el. Imidlertid foreligger der intet officielt bud på den fremtidige sammensætning af marginal el i Danmark, og det har heller ikke været muligt for nogen af eksperterne at give et mere præcist bud, end at den marginale elproduktion i stigende grad vil udgøres af naturgas og biomasse. Miljøstyrelsen har som konsekvens heraf bedt os om at regne med en "proxy", hvorefter det antages, at af belastningen fra den marginale elproduktion svarer til et mix af 50 pct. kulkraft og 50 pct. vindkraft efter 2020. Det betyder ikke, at vi rent faktisk ser vindenergi som en marginale energikilde. Men eftersom den fremtidige marginale elproduktion formentlig kommer til at bestå af et mix af naturgas og biomasse som pt. ikke kan fastlægges med rimelig præcision, har vi valgt at lade den forventede reduktion i miljøbelastningen fra marginal el være repræsenteret ved en proxy-antagelse om 50 pct. kul og 50 pct. vind. Vi vurderer, at dette giver en væsentlig mere realistisk afspejling af den undgåede miljøbelastning ved fortrængning af marginal el end den traditionelle antagelse om 100 pct. kulkraft. Der er dog gennemført følsomhedsanalyser, hvor den traditionelle antagelse er anvendt.

CO₂-kvoter

Det antages i analyserne, at forbrændingsanlæg 'får tildelt CO₂-kvoter, som matcher den kapacitetsudvidelse, som energiudnyttelsen af [affaldet] medfører, mens de marginale kraftværker får færre kvoter, som afspejler deres reduktion af kapaciteten. Derved bliver den budgetøkonomiske effekt af køb og salg af CO₂-kvoter nul.'

Denne antagelse er svær at forstå, og lader til at være baseret på nogle forventninger om tildeling af gratis kvoter, som ikke stemmer overens med vores forståelse af indretningen af ETS-systemet

fremadrettet. Elproduktionsanlæg omfattet af kvotesystemet modtager ikke længere gratis tilladelser.

Deloitte's bemærkning: CO₂-kvotesystemet er i en overgangsfase, hvor fordeling af kvoter gennem bortauktionering endnu ikke er implementeret i medlemslandene, og derfor får en række eksisterende virksomheder og nyttilkomne produktionsenheder stadig tildelt gratis kvoter i 3. kvotehandelsperiode 2013-2020. Så selvom gratis tildeling af kvoter på sigt forventes afskaffet, er det stadig aktuelt i et antal år frem. Selv når den gratis tildeling af kvoter ophører, er det Deloitte's vurdering, at der for de undersøgte scenarier ikke vil opstå betydelige ubalancer mellem det ekstra køb af kvoter som kræves i energiforsyningsanlæg, der udvider produktionen, og det mindre af køb kvoter, der kræves i de marginale kraftværker. Det bemærkes desuden, at den marginale energiproduktion fra 2020 og frem kun vil være kulkraftbaseret for en mindre dels vedkommende. Deloitte vurderer derfor, at der er valgt et rimeligt udgangspunkt, og at ændringerne over tid er uden væsentlig betydning for de samlede samfundsøkonomiske resultater.

14.4 Særlige bemærkninger til projektet om gamle fjernvarmerør

Antagelsen om, hvordan ekstra varmeproduktion baseret på forbrænding af fjernvarmerør erstatter anden varmeproduktion kunne analyseres nærmere. Der er flere dimensioner:

1. Hvilken varmeproduktion erstattes? Hvis det antages, at fjernvarmerør ikke erstatter andet affald på affaldsforbrændingsanlæg (som det gør i analysen), bliver spørgsmålet, hvilken påvirkning det må forventes at have på varmemarkedet. I analysen antages det, at 'marginale varmeproduktion' erstattes fuldt. Den marginale varmeproduktion antages at være lig med den gennemsnitlige brændselssammensætning til fjernvarmeproduktion, hvilket nok er tvivlsomt i praksis. Fjernvarmemarkeder er dog meget lokale, og det kunne være interessant at analysere varmeproduktionen nærmere i de konkrete netværk, hvor der findes affaldsforbrændingsanlæg for at vurdere det faktiske marginale brændsel i.
2. Hvad sker der med varmeprisen og deraf mængden? Det antages implicit, at der ikke er nogen effekt på varmeprisen, og dermed fuld substitution af varmeproduktionen. Fjernvarmeprisen må dog ventes at stige som følge af, at fjernvarmeselskaberne skal bære den forøgede omkostning knyttet til behandling af de gamle fjernvarmerør.

Deloitte's bemærkning: I forhold til punkt 1 ovenfor er vi enige med Copenhagen Economics i, at det kunne være interessant gennemføre en mere detaljeret analyse af hvilken varmeproduktion, der substitueres på de enkelte lokale varmemarkeder i Danmark, når de respektive affaldsforbrændingsanlæg på disse markeder får tilført øgede mængder af affald til forbrænding – i dette tilfælde gamle fjernvarmerør. Det ligger dog uden for rammerne af opgaven at gennemføre individuel kortlægning af lokale varmemarkeder. Deloitte vurderer desuden i lyset af den betydelige variation i fjernvarmeværkeres brændsler, at den gennemsnitlige brændselssammensætning for disse værker er det bedste bud på den gennemsnitlige marginale varmeproduktion, og at denne giver et udmærket grundlag for at beregne den gennemsnitlige substitutionseffekt. Endelig vurderer Deloitte ikke, at de omtalte lokale variationer varmeproduktionen vil kunne få nogen indflydelse på fjernvarmerør-scenariernes rangorden.

I forhold til punkt 2 ovenfor er vi enige i, at det foretrukne scenarie, hvor gamle fjernvarmerør opgraves i samme omfang som i dag, men i forbrændes frem for deponeres, umiddelbart kan føre til marginalt forøgede varmepriser, fordi fjernvarmeselskaberne vil skulle bære ekstra omkostninger på ca. 46 mio. kr. i nutidsværd svarende til ca. 4 mio. kr. om året. Ekstra omkostninger af denne størrelse vil dog have en yderst beskedne effekt på den forbrugeroplevede varmepris i Danmark. Hertil kommer, at fjernvarmemarkedet ikke er et konkurrencemarked, hvorfor det ikke er sandsynligt, at der opstår en markedsforvridningseffekt. Hvis hele

prisstigningen væltes over på forbrugerne uden, at det påvirker mængden af indkøbt varme, kan det medføre en marginal nedsættelse af det øvrige private forbrug, og dermed føre til reduceret skatteprovenu og øget skatteforvridning.

Op i mod de kun 4 mio. kr., som skal lægges oven i forbrugernes samlede varmepriser per år i det foretrukne scenarie, vil forvridningseffekten forventeligt udgøre et beløb få hundrede tusinde kroner og vil derfor på ingen måde kunne ændre på scenariernes rangorden. Derudover må der forventes at opstå en kompenserende effekt, idet affaldsforbrændingsanlæggene enten vil kunne vælge at reducere gate fee for gamle fjernvarmerør til et niveau, der er lavere end det normale gate fee, eller disponere deres ekstra gevinst i form af lavere varmepriser til kunderne. Alt i alt er det derfor ikke sandsynligt, at der vil opstå en forhøjelse af de gennemsnitlige varmpriser og en negativ effekt herfra i det foretrukne scenarie.

Samfundsøkonomisk vurdering af behandling af gamle CFC-holdige fjernvarmerør

Denne rapport undersøger det samfundsøkonomiske potentiale ved at skifte fra den nuværende behandlingsmetode for udtjente, CFC-holdige fjernvarmerør (nulscenariet), hvor halvdelen af rørene graves op og shreds med deponering af restfraktionen, til alternative behandlingsmetoder, der sikrer en højere grad af ressourceudnyttelse og en potentielt bedre miljømæssig behandling. Selvom fjernvarmerør fra før 1995 indeholder betydelige mængder CFC-11, gøres der i dag ikke noget for at undgå udslip af gassen, som nedbryder stratosfærisk ozon.

Den samfundsøkonomiske analyse af behandling af CFC-holdige fjernvarmerør bygger videre på den livscyklusvurdering (LCA), som Teknologisk Institut (TI) har gennemført i 2014.

Den samfundsøkonomiske analyse viser en samfundsøkonomisk gevinst på 103 mio. kr. frem til og med 2030 ved at overgå fra den nuværende praksis for behandling af gamle rør til scenarie 2, hvor de opgravede rør forbrændes og en betydelig mængde CFC destrueres. Det svarer til en gevinst på 30.000 kr. per km udskiftede rør og en samlet annuieret gevinst på 9 mio. kr. per år frem til og med år 2030. Scenarie 2 som det bedste scenarie er desuden robust overfor alle gennemførte følsomhedsanalyser.

Gevinsten ved at skifte til scenarie 2 skyldes primært en reduktion af miljømæssige eksternaliteter, særligt reduktion af stratosfærisk ozonnedbrydning, som opnås gennem destruktion af CFC-gasser under forbrænding.



**Miljø- og
Fødevareministeriet**
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk