

Prefeasibility undersøgelse

# Overskudsvarme til Havdrup og Kirke Skensved

Mulighed for udnyttelse af industriel overskudsvarme  
Feasibility studie i BEA-APP projektet

Tyge Kjær

Institut for Mennesker og Teknologi (IMT), Roskilde Universitet

Den 2. Januar 2017 (nogle af beregningerne er efterfølgende opdateringer).

## 1. Indledning

Papiret indeholder et forslag om udnyttelsen af industriel overskudsvarme fra CPKelco i Kirke Skensved og Havdrup. Den følgende undersøgelse repræsenterer et første udkast til en samlet omstillingsplan for varmforsyningen i landsbyen Kirke Skensved og i stationsbyen Havdrup. Oplægget, som er tænkt som et oplæg til en videre diskussion, indeholder tre elementer:

- **En samlet plan:** Forslag til en samlet plan. Omstillingen af varmforsyningen kan ikke ske på en gang, men man på regne med en omstillingsproces over ca. de næste 10 år.
- **Energibesparelser:** Forslag til forsøgsplan vedrørende energibesparelser, som kan bidrage til en optimal dimensionering af fjernvarmforsyningen.
- **Feasibility analyse:** Hvad vil fjernvarmen komme til at koste, og hvad koster aktuelle løsninger for forbrugerne i henholdsvis Kirke Skensved og i Havdrup?

Feasibility analysen er baseret på deltaljerede udregninger, som består i kortlægning af varmebehovet, beregning af ledningsnet, hvor de er regnet med to alternativer, nemlig en fjernvarmeledning med en kapacitet på 1,4 MW og en ledningskapacitet på 2,1 MW. Endvidere er der beregnet tilslutningsomkostninger for de enkelte huse i Kirke Skensved og i Havdrup, som giver grundlag for beregning af en forventet omkostning for de enkelte bøger/bygninger.

Forslaget har udgangspunkt i en række forudsætninger, som nærmere er beskrevet i bilagslagstaberne 1-9. Udgangspunktet for forslaget er følgende:

Case udarbejdet i projektet:

- **Industriel overskudsvarme:** Det etableres en udnyttelse af overskudsvarme fra CPKelco ved at der bygges en fjernvarmeledning fra CPKelco i Lille Skensved via Kirke Skensved til Havdrup.<sup>1</sup>
- **Fjernvarmeforsyningen:** I første omgang forsynes følgende med fjernvarme:
  - (a) Hele Kirke Skensved og 9 bolig/bygninger på vejen frem til Kirke Skensved – i alt 39 bolig/bygninger.
  - (b) Havdrup – den del af Havdrup, der i dag er forsynet med fjernvarme fra et bestående naturgasmotoranlæg – svarende til i alt 274 bolig/bygninger.

Efter planen overgår CPKelco til anvendelse af biobrændsel i deres kraft/damp-produktion i 2018-19. Det betyder, at man kan opnå en dobbelt effekt i reduktionen af udledningen af drivhusgasser. For det første reducerer CPKelco sin egen udledning og for det andet fjerner det udledningen af drivhusgasser fra den olie og naturgas, som i dag bruges til opvarmningen i Kirke Skensved og Havdrup. Det sidste vil ske uafhængig af CPKelco's omstilling til biobrændsel.

## 2. En samlet plan

Projektet skal ses som en del af en samlet plan for udviklingen af varmeforsyningen i Havdrup og Kirke Skensved. Den plan har to hovedoverskrifter, nemlig udbredelse af fjernvarme og energibesparelser ved etableringen af et intelligent fjernvarmesystem.

Kirke Skensved har ingen fjernvarme i dag. I dag dækker fjernvarmen ca. 11% af det samlede varmebehov i Havdrup (se bilag 1). Denne fjernvarme er baseret på en gasmotor, der producerer både el og varme, og en gaskedel, som kun producerer varme; energikilden er naturgas. Motoren er fra 1997 og kedlen fra 1991.

Afgifter, men især de lave el-produktionspriser har gjort produktionen på naturgas motoranlægget utidssvarende, samtidigt med, at der i nær fremtid er behov for fornyelse af anlægget. Det er baggrunden for den samlede plan, som kan indeles i fem faser:<sup>2</sup>

- **Fase 1: 2016-2017:** Etableringen af et solvarmeanlæg i Havdrup, som en første del af udbygning af solvarmeforsyning til hele Havdrup. Anlægget vil blive på 2.000 m<sup>2</sup> og forventes etableret i løbet af året 2016. Anlægget forventes at kunne levere ca. 27% af varmebehovet eller 981 MWh ud af et bruttobebehov på 3.610 MWh. Solvarmen forventes yderligere udbygget med 3.100 m<sup>2</sup> i 2020.
- **Fase 2: 2016-2018:** Etableringen af en fjernvarmeledning til Havdrup, der som sagt indebærer en forsyning med overskudsvarme til Kirke Skensved og til Havdrup's bestående fjernvarmeforsyning. I forbindelse med denne udbygning gennemføres der forsøg, som sikrer energibesparelser i fjernvarmeforsyningen. Denne fase indeholder følgende aktiviteter:

<sup>1</sup> Potentialet for industriel overskudsvarme fra CPKelco er forholdsvis stort. Der er således planer om at udnytte overskudsvarmen til opvarmning af den nye bydel Køge Nord, ligesom muligheden for at forsyne hele eller dele af Lille Skensved med fjernvarme også har været undersøgt. Her drejer det sig således om at udnytte en del af potentialet.

<sup>2</sup> Se beskrivelserne af udviklingsplanen i rapporten vedr. solvarmeanlægget: »Projektforslag vedrørende solvarme til Havdrup fjernvarme i Solrød Kommune, se Tabel 1, s. 4; udarbejdet af konsulentfirmaet Rambøll den 30.9.2015.

- a) Etablering af fjernvarmeledning fra CPKelco via Kirke Skensved til Havdrup.
- b) Etablering af fjernvarmeforsyning i Kirke Skensved med udgangspunkt i de 29 bolig/bygninger i området.
- c) Indkobling af det bestående fjernvarmeforsyning i Havdrup til den nye fjernvarmeforsyning fra CPKelco's overskudsvarme.
- d) Forsøg med intelligent fjernvarmeforsyning (se afsnittet nedenfor).

*Varmebehov:* 3.610 MWh (før besparelser) til Havdrup, og et samlet varmebehov på brutto 5.388 MWh (før besparelser) – se bilag 3.

- **Fase 3: 2015-2023:** Nybygning i den nye bydel Havdrup, som forsynes med fjernvarme i tilknytning til den løbende udbygning. I 2016 etableres der én hovedledning fra fjernvarmeområdet til Havdrup Vest.  
*Varmebehov:* 1.366 MWh (før besparelser).
- **Fase 4: 2016-2025:** Udvidelse med fjernvarme i Havdrup Centrum, således en større del bliver fjernvarmeforsynet.  
*Varmebehov:* 1.868 MWh (før besparelser).
- **Fase 5: 2016-2025 eller senere:** Udvidelse med fjernvarme i Havdrup i øvrigt, således langt den største del af Havdrup vil blive fjernvarmeforsynet.  
*Varmebehov:* 18.071 MWh (før besparelser).

I alt vil der være et fjernvarmebehov på 26.754 MWh eller afrundet knap 26.800 MWh før besparelser (se nærmere om fjernvarmebehovet i bilag 3). Dette behov kunne dækkes på følgende måde:

- **Energibesparelser:** Energibesparelser kan opnås ved besparelser hos forbrugeren (f.eks. bedre isolering), men især ved udviklingen af intelligent styring. Det er ikke urimeligt at antage en besparelse på 20% eller en besparelse på ca. 5.400 MWh. De 20% er mindre end de besparelseskra, der er indeholdt i EU's energibesparelsesdirektiv og det fremtidige forventede besparelseskra for perioden 2020-2030. Ved gennemførelsen af disse besparelser vil varmebehovet blive reduceret til 21.400 MWh.
- **Forsyning med solvarme:** Det besluttede anlæg på 2.000 m<sup>2</sup> og senere yderligere 3.100 m<sup>2</sup> vil give en forsyning på 2.500 MWh. Solvarmen kan yderligere udbygges, idet den typisk vil kunne dække godt 20% af behovet – eller samlet 4.200 MWh. Med fuld etablering af solvarmen og ved fuld etablering af fjernvarmen i Kirke Skensved og Havdrup vil der således være et behov på 17.200 MWh fra overskudsvarme fra CPKelco. (Bruttovarmebehov fra overskudsvarme:  $26.800 \div 5.400 \div 4.200$  MWh).

Med besparelserne og solvarmeforsyningen vil en fuld udbygning af fjernvarmeforsyningen kræve en forsyning på de nævnte 17.200 MWh, hvor man dog skal være opmærksom på, at dette behov ikke er jævnt fordelt over hele året, men derimod helt overvejende skal bruges i den kolde og koldere periode. Solvarmen klarer varmebehovet i sommerperioden.

Det er ikke økonomisk farbart allerede nu at bygge en fjernvarmeledning, som kan dække hele det behov, som findes ved fuld udbygning i 2025; men der er i de efterfølgende beregninger taget højde for en ekstra kapacitet, som vil gøre det muligt at aktiviteterne i fase 1-4 kan gennemføres, hvis der kan sikres en tilstrækkelig besparelseeffekt.

Det bemærkes, at meromkostninger ved etablering af to rør samtidigt med henblik på en senere udnyttelse af begge rør er betydeligt. Det er væsentligt billigere at øge kapaciteten (og dermed dimensionen) i et enkelt udvalgt rør. Der henvises til tallene i bilag 4 i sammenligning med bilag 5. Merprisen på en kapacitetsforøgelse fra 1,4 MW til 2,1 MW er godt 2 mio. kr. Et ekstra rør vil rundt regnet koste mellem 14-18 mio. kr.

### 3. Energibesparelser

Tit bliver de energibesparelser, der er pålagt forsyningsselskaberne, betragtet som noget, der ødelægger selskabernes forretning: De skal selv betale for at få lov til at afsætte noget mindre. Her er filosofien imidlertid en anden: Gennem energibesparelser kan Solrød Fjernvarme a.b.m.a. øge sin forretning, fordi de energibesparelser, som vi taler om, giver mulighed for at udbygge med mere fjernvarme.

Det skal forklares nærmere: I bilag 7 har vi beregnet varmeprisen for fjernvarme til Havdrup til erstatning for det naturgasfyrede kraftvarmeanlæg. Beregningerne er under forudsætning af, at der ikke spares. Vi regner med et nettovarmeforbrug på 2.956 MWh og et samlet ledningstab i transmission og distribution på 1.791 MWh eller et ledningstab på 37,7%.

Nettoprisen vil være på 0,96 kr. pr. kWh (se bilag 7). Det er en attraktiv pris i sammenligning med de aktuelle omkostninger; men denne pris kan bringes længere ned. Hvis vi reducerer varmetabet, svarende til 10% af bruttovarmeforbruget eller 475 MWh, vil varmeprisen falde til 0,90 kr.pr. kWh. Ved 20%'s besparelse vil prisen blive på 0,81 kr. pr. kWh. Det er alt sammen under forudsætning af uændrede anlægsinvesteringer (rørdimensioner). Her vil der også kunne spares, og det vil nedbringe omkostningerne yderligere.

Besparelsesfilosofien er altså følgende: Vi skal spare på den energi, der ikke når frem til forbrugerne. Det er også kendt som en lean-tankegang, anvendt på energiområdet. Energibesparelser betyder ikke, at folk skal sive i halvkulde; men betyder, at den varme, der ikke når frem eller ikke bruges skal spares væk. Tankegangen kan beskrives nærmere med nedenstående oversigt:

De fleste fjernvarmesystemer er optimeret efter enten historiske data eller model data. Med dette projekt er det grundideen at kontrollere temperatur og flow i fjernvarmesystemet med udgangspunkt i **real-time-data for den enkelte forbrugsenhed**. Det kunne gøres ved at etablere et system efter følgende koncept (se figuren på næste side):

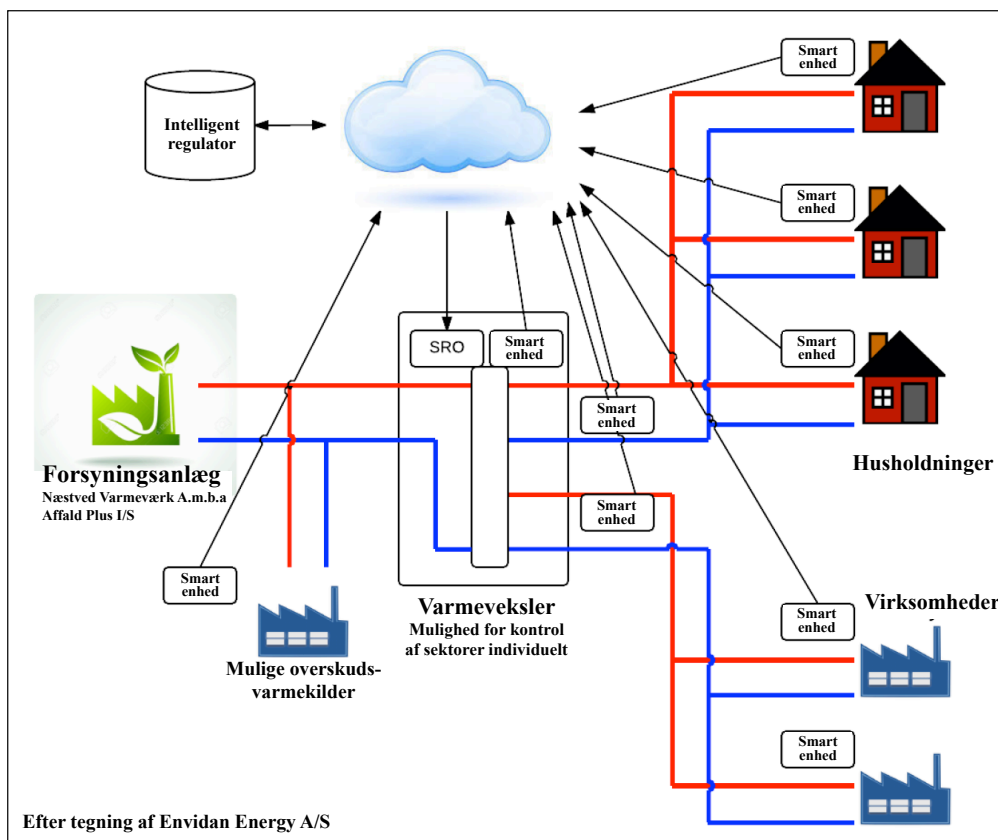
Ved hjælp af intelligente enheder (»Smart enhed«) etableres der real-time-data over forbrug og behov, som muliggør en præcis forudsigtelse af det specifikke energibehov. Dette gør det muligt at udvikle et »closed loop control system«, som indebærer en række fordele, bl.a. følgende:

Det er muligt at styre nøjagtigt efter det faktiske varmebehov, f.eks. større varmebehov morgen og aften i husholdningerne, eller eksempelvis reduktion af varmforsyning/-varmebehov i virksomheder uden for forretningsstid eller driftsperiode, tilsvarende for skolers og offentlige institutioners varmebehov, osv. Det væsentlige element her er, at varmetabet kan reduceres betydeligt ved, at der er en bedre (intelligent) overensstemmelse mellem varmeleverance og varmebehov.

Som det fremgår af tegningen forsyner den intelligente enhed 'skyen' med oplysninger om varmebehovet for den pågældende bygning, hvori indgår oplysninger om køling fra vind,

udendørs temperatur, mv. Den præcise forudsigelse vil betyde en reduktion i varmetabet i det bestående fjernvarmesystem.

**Figur 1 Opbygning af et intelligent styret fjernvarmesystem**



Ved hjælp af intelligente enheder («Smart enhed») etableres der real-time-data over forbrug og behov, som muliggør en præcis forudsigelse af det specifikke energibehov. Dette gør det muligt at udvikle et »closed loop control system«, som indebærer en række fordele, bl.a. følgende:

Det er muligt at styre nøjagtigt efter det faktiske varmebehov, f.eks. større varmebehov morgen og aften i husholdningerne, eller eksempelvis reduktion af varmforsyning/-varmebehov i virksomheder uden for forretningstid eller driftsperiode, tilsvarende for skolers og offentlige institutioners varmebehov, osv. Det væsentlige element her er, at varmetabet kan reduceres betydeligt ved, at der er en bedre (intelligent) overensstemmelse mellem varmeleverance og varmebehov.

Som det fremgår af tegningen forsyner den intelligente enhed 'skyen' med oplysninger om varmebehovet for den pågældende bygning, hvori indgår oplysninger om køling fra vind, udendørs temperatur, mv. Den præcise forudsigelse vil betyde en reduktion i varmetabet i det bestående fjernvarmesystem.

Den præcise forudsigelse af varmebehovet muliggør endvidere en udjævning af spidserne ved høj varmeefterspørgsel. Spidserne kan dækkes ved at øge fremløbstemperaturen og trykket for den kortere periode, hvor der er behov for mere varme. Det betyder, at det ikke længere er 'varmespidserne', som dikterer dimensioneringen af ledningsnettet. Det bliver således muligt at etablere ledningsnet med mindre dimensioner og derved skabe grundlag for et både billigere og mere effektivt fjernvarmesystem.

Den omtalte form for energibesparelser vil kunne blive en løftestang i udbredelsen af fjernvarmesystemerne, ikke mindst i de naturgasfyrede områder.

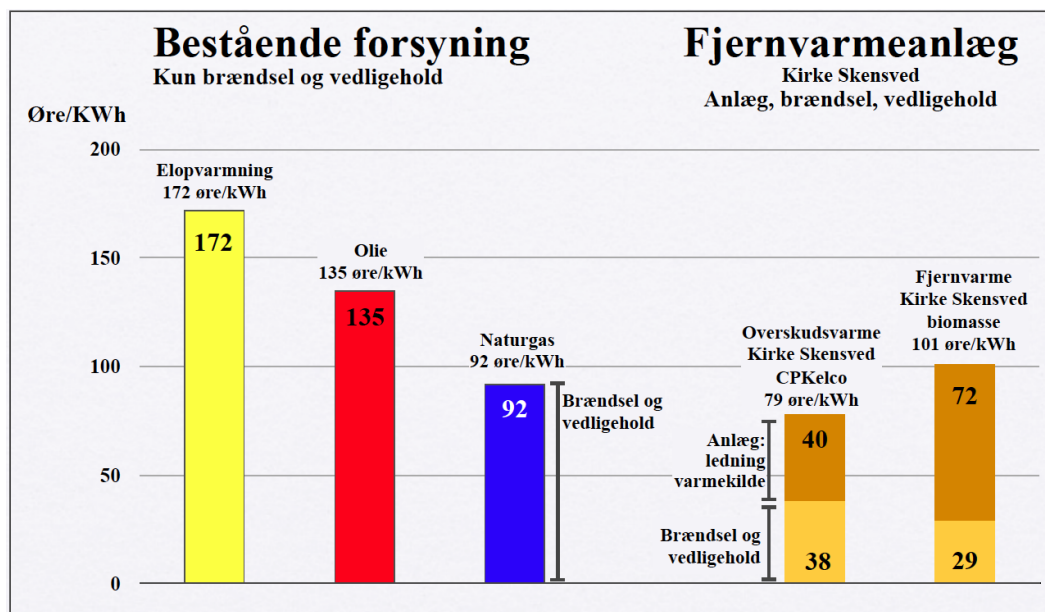
#### 4. Resultater af feasibility analysen

Beregningerne i de efterfølgende bilag viser, at der under en række nærmere forudsætninger, der er beskrevet i bilagene, vil kunne regnes med følgende priser:

- **Fjernvarme til Kirke Skensved:** Beregningen viser en omkostning på **0,79 kr. pr. kWh**, hvor der i beregningerne er forudsat, at forsyningen i Kirke Skensved betaler 2,7% af de årlige anlægsudgifter til etableringen af transmissionsledningen fra Lille Skensved til Havdrup (se bilag 8).

For Kirke Skensveds vedkommende er der en klar fordel ved fjernvarme på overskudsvarme fra CPKelco i sammenligning med øvrige varmepriser. Sammenligninger af priserne fremgår af figuren nedenfor:

**Figur 2 Sammenligning af prisniveau for de to muligheder for fjernvarme i Kirke Skensved: Overskudsvarme fra CPKelco og fjernvarme i eget net.**



Figuren understreger, at overskudsvarme-løsningen er den løsning, som rummer de største muligheder for at udvikle fjernvarmeforsyningen både i Kirke Skensved, men også i Havdrup.

Fordelen for Havdrup ligger primært i, at man kan få en fremtidssikret varmeforsyning – i første omgang i det bestående fjernvarmeområde – og senere som en udbygning af hele Havdrup. De forventede priser for Havdrup ser således ud:

- **Fjernvarme til Havdrup:** Beregningerne viser en pris på 0,96 kr. pr. kWh. Ved intelligent styring vil denne omkostning kunne bringes yderligere ned. Den variable omkostning er på 0,40 kr. pr. kWh; den vil automatisk falde ved en intelligent styring. De faste omkostninger (anlægsomkostninger) forventes også reduceret i den udstrækning, der kan spares på anlægskronerne ved den intelligente styring (se bilag 7).

Fjernvarmeforsyningen i Havdrup opdeles i flere trin, hvor første trin er forsyning til bestående fjernvarmeanlæg, nemlig de beboer, som forsynes med varme fra en kedel og et motoranlæg på naturgas. Det andet trin består i at forsyne fjernvarme til de beboer, som i dag har individuel gasfyr.

Den beregnede pris på 0,96 kr. pr. kWh i Havdrup må vurderes til at være attraktiv som erstatning for naturgas på kedel og motoranlæg i det bestående fjernvarmeanlæg i Havdrup.

For de boliger/bygninger, som i dag er forsynet med individuel naturgas skal de nævnte 0,96 kr. pr. kWh sammenlignes med priserne på el-opvarmning (1,73 kr. pr. kWh), med olieopvarmning (1,35 kr. pr. kWh) og med individuel naturgasopvarmning på 0,92 kr. pr. kWh for naturgas opvarmning (se figur 2 på foregående side).

Alle priserne indeholder samlet driftsudgifter (brændsel og vedligehold). Fjernvarmeprisen på de 0,96 kr. pr. kWh indeholder også anlægsomkostningerne (ledningsnet og tilslutningsanlæg i de enkelte huse). Hvis en boligejer med naturgasfyr skal have nyt gasfyr er fjernvarmen konkurrencedygtig, men hvis det ikke er tilfældet, så vil fjernvarme ikke være attraktiv.

## 5. En foreløbig konklusion

Med udgangspunkt i feasibility analysen vil det være økonomisk fordelagtig at omstille til fjernvarme på basis af overskudsvarme fra CPKelco for beboerne i Kirke Skensved og for de beboer, som i dag er fjernvarmeforsynet i Havdrup fra det bestående naturgasfyrede kedel og motoranlæg.

Hvis fjernvarmeløsningen skal gøres attraktiv for de beboer i Havdrup, som i dag har individuel naturgas varmeforsyning, er det nødvendigt at udvikle projektet, så fjernvarmen kan leveres billigere. Det kan ske ved en optimering af anlægget, især ledningsnettet, som er den store post, og ved at optimere forsyningen gennem de foreslåede energibesparelsesinitiativer.

## 6. Bilagene

Bilag 1: Varmebehov i Havdrup, *side 8*

Bilag 2: Varmebehov i Kirke Skensved, *side 9*

Bilag 3: Varmebehov, *side 10*

Bilag 4: Fjernvarmeledning 1,4 MW, *side 11*

Bilag 5: Fjernvarmeledning 2,1 MW, *side 12*

Bilag 6: Forventede varmepriser (bruttopriser) , *side 13*

Bilag 7: Havdrup: Økonomien i overskudsvarmen, *side 14*

Bilag 8: Kirke Skensved: Økonomien i forsyningen, *side 15*

Bilag 9: Ledningsnet ved etablering af fjernvarme, *side 16*

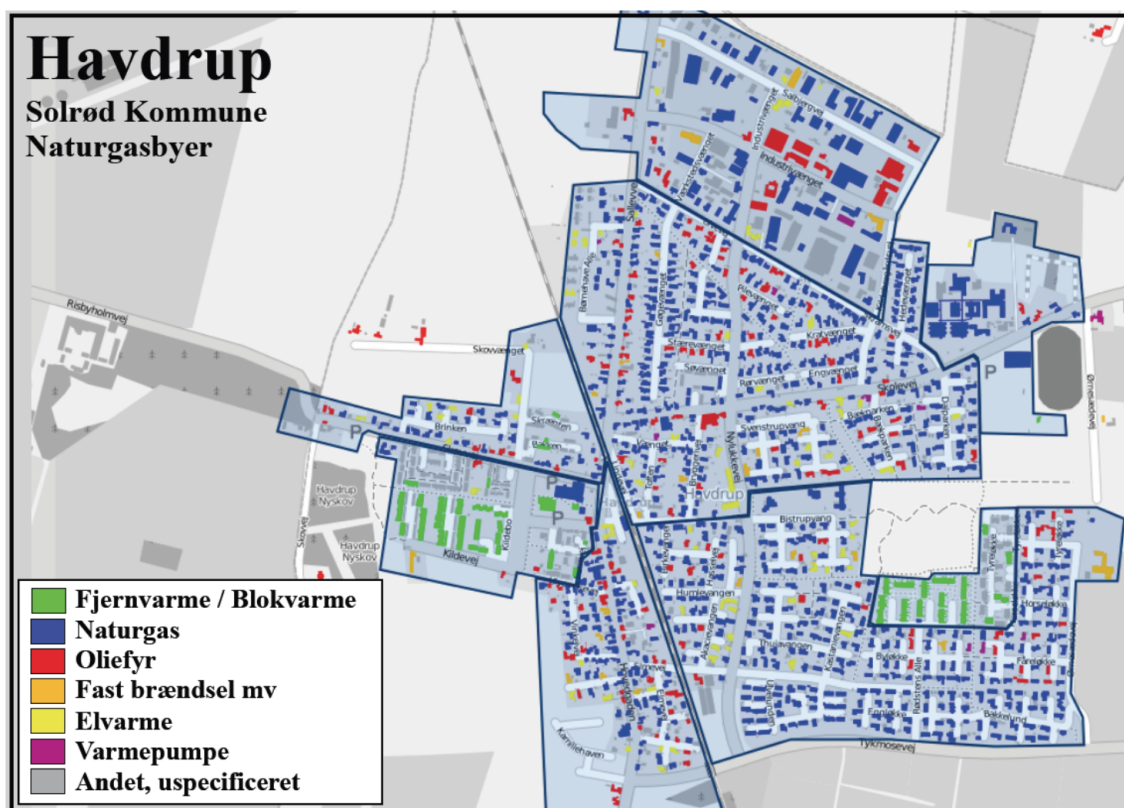
## Bilag 1: Varmebehov Havdrup. Solrød Kommune

**Tabel 1. Varmeforbruget, fordelt på varmekilderne**

	Samlet areal m <sup>2</sup>	Antal bygninger	Netto varmebehov MWh/år	Behov %-fordelt	Drivhusgas tons/år	Enhedsforbrug kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	45.188	274	3.472	11%	374,9	77
Centralvarme, naturgas	169.869	865	20.488	66%	5.129,7	121
Centralvarme, oliefyr	35.715	185	4.497	14%	1.460,8	126
Centralvarme, fast brændsel	246	1	18	0%	0,0	72
Elvarme	13.149	100	1.491	5%	435,4	113
Varmepumpe	3.886	14	404	1%	39,3	104
Andet	5.086	24	750	2%	0,0	147
<b>Total</b>	<b>273.139</b>	<b>1.463</b>	<b>31.118</b>	<b>100%</b>	<b>7.440,1</b>	<b>114</b>

**Tabel 2. Varmeforbruget, fordelt på brugergrupper**

	Samlet areal m <sup>2</sup>	Antal bygninger	Netto varmebehov MWh/år	Behov %-fordelt	Drivhusgas tons/år	Enhedsforbrug kWh/m <sup>2</sup>
Husholdning	198.171	1.328	23.970	77%	5.661,5	121
Kommunale institutioner	11.970	22	1.701	5%	403,5	142
Øvrige offentlige	202	1	31	0%	7,7	152
Serviceerhverv	27.565	51	2.606	8%	633,3	95
Industri	32.718	55	2.707	9%	701,4	83
Landbrug	2.513	6	104	1%	33,0	41
<b>Total</b>	<b>273.139</b>	<b>1.463</b>	<b>31.118</b>	<b>100%</b>	<b>7.440,4</b>	<b>114</b>





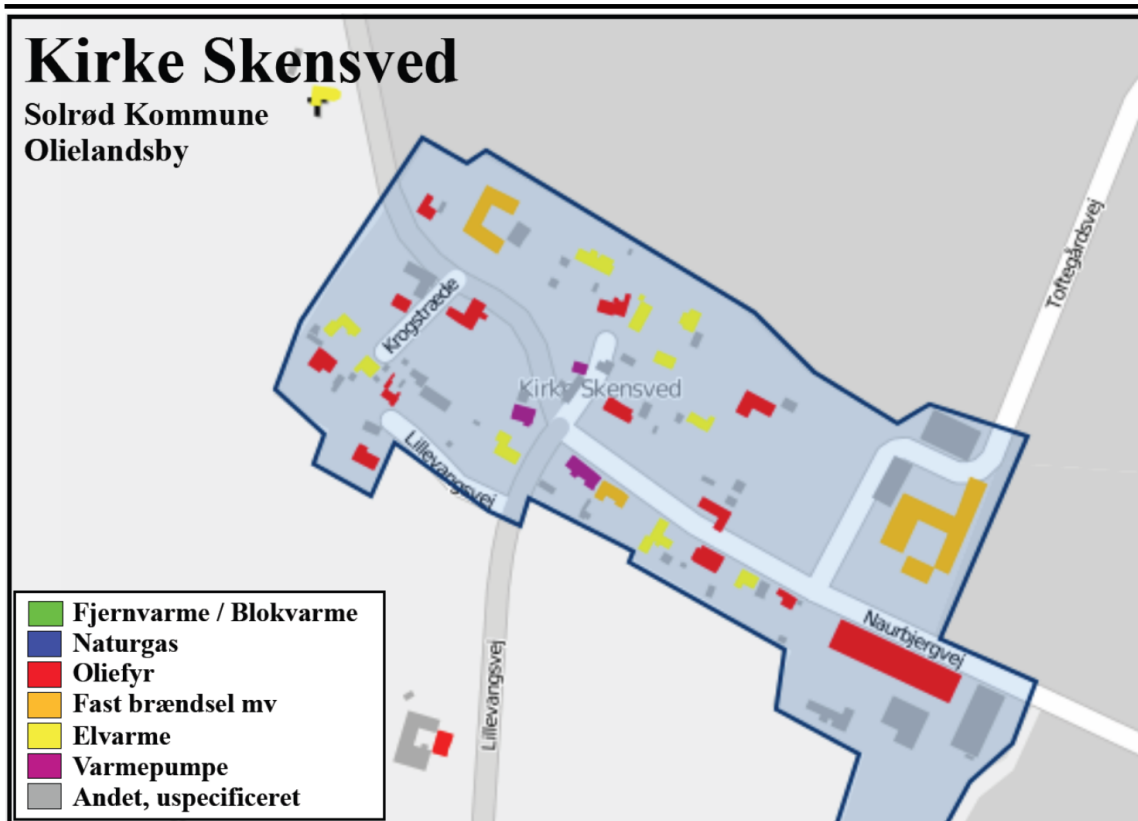
## Bilag 2: **Varmebehov Kirke Skensved.** Solrød Kommune

**Tabel 1. Varmeforbruget fordelt på varmekilderne**

	Samlet areal m <sup>2</sup>	Antal bygninger	Netto varmebehov MWh/år	Behov %-fordelt	Drivhusgas tons/år	Enhedsforbrug kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0	0	0	0%	0,0	-
Centralvarme, naturgas	0	0	0	0%	0,0	-
Centralvarme, oliefyr	2.202	13	387	44%	125,7	176
Centralvarme, fast brændsel	0	0	0	0%	0,0	-
Elvarme	1.782	11	270	31%	78,8	151
Varmepumpe	456	3	73	8%	7,1	159
Andet	678	3	142	16%	0,0	210
<b>Total</b>	<b>5.118</b>	<b>30</b>	<b>872</b>	<b>100%</b>	<b>211,6</b>	<b>170</b>

**Tabel 2. Varmeforbruget fordelt på brugergrupper**

	Samlet areal m <sup>2</sup>	Antal bygninger	Netto varmebehov MWh/år	Behov %-fordelt	Drivhusgas tons/år	Enhedsforbrug kWh/m <sup>2</sup>
Husholdning	5.118	30	872	100%	211,6	170
Kommunale institutioner	0	0	0	0%	0,0	-
Øvrige offentlige	0	0	0	0%	0,0	-
Serviceerhverv	0	0	0	0%	0,0	-
Industri	0	0	0	0%	0,0	-
Landbrug	0	0	0	0%	0,0	-
<b>Total</b>	<b>5.118</b>	<b>30</b>	<b>872</b>	<b>100%</b>	<b>211,6</b>	<b>170</b>



## Bilag 3: Varmebehov

Tabellen skal give en oversigt over varmebehovet for Kirke Skensved og Havdrup på kort og på længere sigt. I tallene er ikke indeholdt de energibesparelser, som forventes opnået ved etableringen af intelligent styring af fjernvarmeforsyningen og ved besparelser i slutforbruget:

### Fase-opdelingen af fjernvarmeudbygningen i Kirke Skensved og Havdrup:

- Fase 1: Etablering af solvarmeanlæg i Havdrup (første del af solvarmeanlægget på 2.000 m<sup>2</sup>)  
Anlægget forventes etableret i foråret 2016 med en leverance på 981 MWh.
- Fase 2: Industriel overskudsvarme fra CPKelco til Kirke Skensved og Havdrup. Der er beregnet to forskellige kapaciteter på ledningsnettet, dels på 1,4 MW og dels på 2,1 MW.
- Fase 3: Nybyggeri i Havdrup Vest, herunder etablering af hovedledning til Havdrup Vest.
- Fase 4: Udvidelse af fjernvarmeforsyning til Havdrup centrum.
- Fase 5: Udvidelse i Havdrup i øvrigt.

### Forsyningen i fase 2:

#### a) Transmissionsledning med kapacitet på 1,4 MW

	Nettoforbrug	Ledningstab	I alt	
Forsyning til Kirke Skensved:	654	72	726 MWh	[1]
Transmissionsledning:	0	1.052	1.052 MWh	[2]
Forsyning Havdrup:	2.956	654	3.610 MWh	[3]
I alt fase 1 og 2 (1,4 MW):	3.610	1.778	5.388 MWh	

#### b) Transmissionsledning med kapacitet på 2,1 MW

	Nettoforbrug	Ledningstab	I alt	
Forsyning til Kirke Skensved:	654	72	726 MWh	[1]
Transmissionsledning:	0	1.113	1.113 MWh	[2]
Forsyning Havdrup:	2.956	654	3.610 MWh	[3]
I alt fase 1 og 2 (2,1 MW):	3.610	1.839	5.449 MWh	

### Forsyningen i fase 3, 4 og 5:

	Nettoforbrug	Ledningstab	I alt	
• Fase 3: Nybyggeri i Havdrup Vest:	1.050	316	1.366 MWh	[4]
• Fase 4: Udvidelse Havdrup Centrum:	1.494	374	1.868 MWh	[4]
• Fase 5: Udvidelse i øvrigt i Havrup:	14.500	3.571	18.071 MWh	[4]
I alt i fase 3-5:	17.044	4.261	21.305 MWh	
Varmebehov uden besparelser:	20.654	6.100	26.754 MWh	
<b>Besparelsesmål: 20% af bruttoforbruget (forbrug og ledningstab):</b>			<b>5.351 MWh</b>	

[1] Jvf. Tallene i »Vedvarende energi i Kirke Skensved. Mulighed for fjernvarme i olielandsbyen i Solrød Kommune; RUC, den 15. april 2015

[2] Se bilag 4 og bilag 5. Ledningstab ved en 5,3 km lang fjernvarmeledning fra CPKelco til Havdrup er beregnet til årligt at blive på 1.052 MWh ved en kapacitet på 1,4 MW og årligt til 1.113 MWh ved en kapacitet på 2,1 MW.

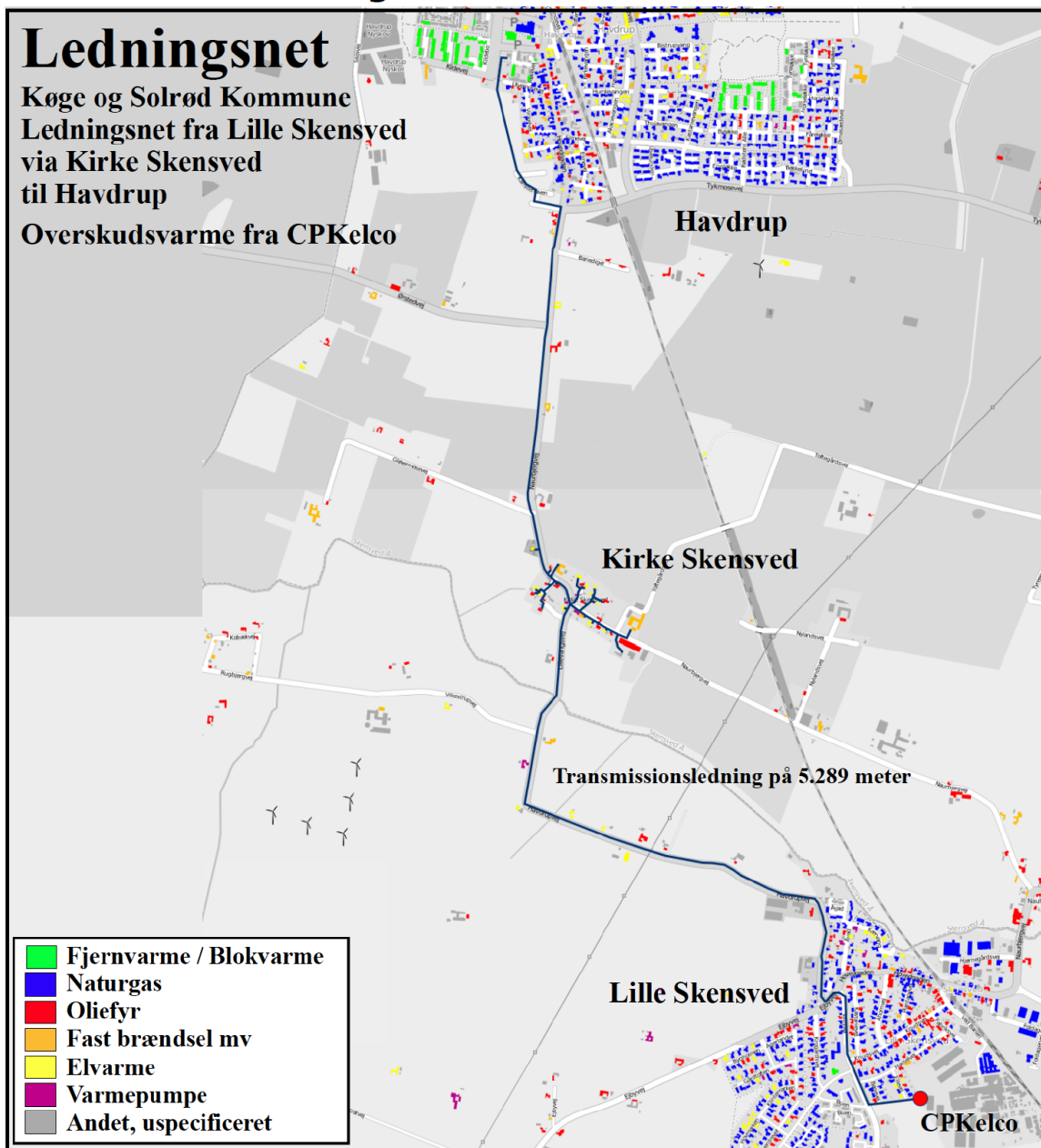
[3] Se tallene i bilag 8.

[4] Oplysninger hentet fra tabel 1: Solvarmeanlæggets selskabsøkonomi, fra: Projektforslag vedrørende solvarme til Havdrup fjernvarme i Solrød Kommune; udarbejdet af Rambøll, den 30.9.2015.

## Bilag 4: Fjernvarmeledning 1,4 MW

Muligt ledningsnet:

### Det samlede ledningsnet



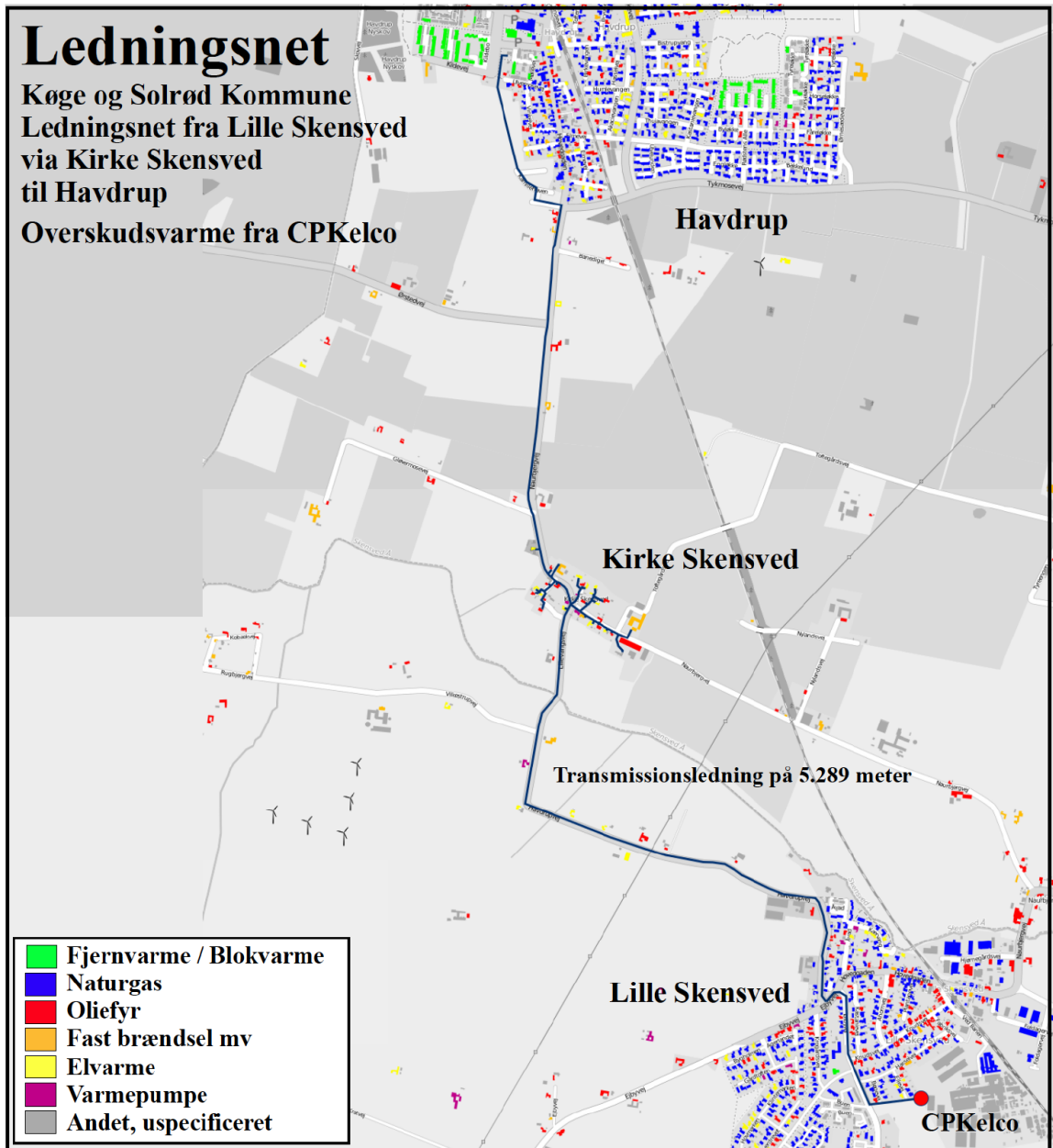
### Budgetoverslag - ledningsnet:

	Antal	Enhedspris stk/meter	Samlet omkostning
Rørtype DN 15	121,7 m	1.812 kr	220.466 kr
Rørtype DN 20	396,1 m	1.992 kr	789.089 kr
Rørtype DN 25	316,0 m	2.108 kr	666.153 kr
Rørtype DN 32	174,4 m	2.288 kr	399.062 kr
Rørtype DN 40	27,0 m	2.356 kr	63.598 kr
Rørtype DN 50	42,7 m	2.444 kr	104.303 kr
Rørtype DN 125	5.289,4 m	4.036 kr	21.347.984 kr
<b>Total</b>			<b>23.590.656 kr</b>

## Bilag 5: Fjernvarmeledning 2,1 MW

Muligt ledningsnet:

### Det samlede ledningsnet



### Budgetoverslag - ledningsnet:

	Antal	Enhedspris stk/meter	Samlet omkostning
Rørtype DN 15	121,7 m	1.812 kr	220.466 kr
Rørtype DN 20	396,1 m	1.992 kr	789.089 kr
Rørtype DN 25	316,0 m	2.108 kr	666.153 kr
Rørtype DN 32	174,4 m	2.288 kr	399.062 kr
Rørtype DN 40	27,0 m	2.356 kr	63.598 kr
Rørtype DN 50	42,7 m	2.444 kr	104.303 kr
Rørtype DN 150	5.289,4 m	4.428 kr	23.421.426 kr
<b>Total</b>			<b>25.664.097 kr</b>

## Bilag 6: Forventede varmepriser (bruttopriser)

Tabellen skal give en oversigt over økonomien i leverancen af overskudsvarmen fra CPKelco og de forventede priser fra solvarmeproduktionen (første fase). Opgørelsen omfatter to dele:

- Den forventede betaling af overskudsvarme fra CPKelco, baseret på forventede sommer- og vinterpriser. Priserne er pris for varme leveret af CPKelco.
- Den forventede økonomi i produktion af solvarme fra det nye solvarmeanlæg i Havdrup.

**Table 1. Forventet betaling for overskudsvarme**

	Forudsat Enheder	Beregning Enheder	Note
Forventet varmepris fra overskudsvarme			
- sommerpris	50 kr./GJ	18,0 øre/kWh	[1]
- vinterpris	80 kr./GJ	28,8 øre/kWh	[1]
Forventet gennemsnitspris		20,7 øre/kWh	
- afgift overskudsvarme (50 kr./GJ, højst 33% af betaling):		6,8 øre/kWh	[2]
<b>Forventet betaling:</b>		<b>27,5 øre/kWh</b>	

**Table 2. Forventet betaling for solvarme**

	Beregning Enheder	Note
Solvarmeanlæg - faste omkostninger - kr. pr. kWh:	24,3 øre/kWh	[3]
Pumpedrift - kr. pr. kWh:	0,3 øre/kWh	[3]
Øvrige drift og vedligehold - kr. pr. kWh:	0,5 øre/kWh	[3]
<b>Prisen for solvarme i alt pr. kWh:</b>	<b>25,1 øre/kWh</b>	

**Table 3. Forventet betaling for varmen**

<b>1,4 MW:</b> Samlet bruttovarmebehov med en kapacitet på 1,4 MW:	5.465,9 MWh	[4]
Heraf leverance af solvarme:	981,0 MWh	246.231 kr.
Heraf leverance af overskudsvarme	4.484,9 MWh	1.233.751 kr.
Samlet betaling for varmen pr. år:	1.479.982 kr.	
Samlet gennemsnitspris pr kWh (bruttovarme):	<b>27,1 øre/kWh</b>	
<b>2,1 MW:</b> Samlet bruttovarmebehov med en kapacitet på 2,1 MW:	5.526,9 MWh	[4]
Heraf leverance af solvarme:	981,0 MWh	246.231 kr.
Heraf leverance af overskudsvarme	4.545,9 MWh	1.250.531 kr.
Samlet betaling for varmen pr. år:	1.496.762 kr.	
Samlet gennemsnitspris pr kWh (bruttovarme):	<b>27,1 øre/kWh</b>	

[1] Skønnet betaling af CPKelco.

[2] Afgifter fra salg af overskudsvarme. Principperne er kort følgende: Virksomheden betaler en energiafgift, som fuldt ud godtgøres - altså ingen afgift. I tilfælde af, at virksomheden sælger overskudsvarmen, reduceres godtgørelsen med 50 kr./GJ, svarende til knap 18 øre pr. kWh, dog således at reduktionen af godtgørelsen højst udgør 33% af den betaling, virksomheden modtager. Jvf. [http://www.tax.dk/jv/ea/E\\_A\\_4\\_6\\_10\\_8.htm](http://www.tax.dk/jv/ea/E_A_4_6_10_8.htm).

[3] Oplysninger hentet fra tabel 4: Solvarmeanlæggets selskabsøkonomi, fra: Projektforslag vedrørende solvarme til Havdrup fjernvarme i Solrød Kommune; udarbejdet af Rambøll, den 30.9.2015.

[4] Se bilag 3 vedr. opvarmningsbehovet.

## Bilag 7: Havdrup: Økonomien i overskudsvarmen

Tabellen skal give en oversigt over fjernvarmeanlæggets driftsøkonomi med udgangspunkt i det anførte varmebehov i bilag 3, anlægsudgifter i bilag 4 (og bilag 5), samt forventede varmepriser i bilag 6.

	Forudsat Enheder	Beregning	Enhed	Note
<b>Forudsætninger:</b>				
- tilslutning til eksisterende net:	1 fjernvarmenettet i Havdrup			[1]
- nettovarmeforbrug	2.956 MWh - aktuel forbrug			[1]
- ledningstab fra CPKelco - Havdrup:	1.052 MWh - fjernvarmeledningen fra CPKelco.			
- varmetab, fjernvarmeledning:	739 MWh - tab bestående anlæg i Havdrup.			
- bruttovarmeforbrug:	4.747 MWh			[2]
<b>Anlægsinvesteringer i transmissionsledningen</b>				
Fjernvarmeledninger:	5.289 meter	21.347.984 kr.		[3]
Tilslutning til eksisterende anlæg:	1 tilslutning	100.000 kr.		[4]
Andet /uforudset:	5,0% anlægssum	1.072.399 kr.		[4]
Total Investering:		22.520.383 kr.		
Afskrivning og forrentning:		964.531 kr.		
- Afskrivningsperiode:	30 år			
- Forrentning:	1,7% p.a.			[5]
Kapitalomkostninger i alt:		<b>964.531 kr.</b>		
<b>Drift og vedligeholdelse</b>				
Pris for solvarme (981 MWh) og overskudsvarme (3.766 MWh):		1.282.192 kr.		[6]
Andel af anlægsomkostninger i transmissionsledningen:		938.489 kr.		[7]
Drift- og vedligeholdelse af anlæg:	10,00 kr/MWh	47.469 kr.		[8]
<b>Samlede omkostninger pr år:</b>		<b>2.268.150 kr.</b>		
Omkostning pr. leveret kWh-varme (nettovarmepris):		0,77 kr/kWh		
Moms:		0,19 kr/kWh		
<b>Pris inklusiv moms pr. kWh (netto)</b>		<b>0,96 kr/kWh</b>		
Heraf faste omkostninger (anlæg):		0,56 kr/kWh		
Heraf variable omkostninger (inklusive afgifter):		0,40 kr/kWh		

[1] Se Bilag 3.

[2] Oplysninger hentet fra tabel 4: Solvarmeanlæggets selskabsøkonomi, fra: Projektforslag vedrørende solvarme til Havdrup fjernvarme i Solrød Kommune; udarbejdet af Rambøll, den 30.9.2015.

[3] Se bilag 3 og bilag 4. I beløbet indgår kun transmissionsledningens omkostninger. De øvrige omkostninger i bilag 4 og 5 hører til Kirke Skensved. I denne opgørelse er valgt den billigere løsning, jvf. Bilag 4 med en transmissionsledningsomkostning på 21,3 mio. kr.

[4] Skøn.

[5] Kommunekredit med en garantiprovision på 1,0% p.a.

[6] Se opgørelsen i Bilag 6. Omkostningen opgøres således: Der leveres 981 MWh solvarme til 25,1 øre/kWh og (4.747 MWh ÷ 981 MWh) overskudsvarme eller 3.766 MWh til 27,5 øre/kWh.

[7] Det er forudsat, at Kirke Skensveds fjernvarmeforsyning skal dække 2,7% af omkostningerne til transmissionsledningen, se også bilag 8.

[8] Skøn.

## Bilag 8: Kirke Skensved: Økonomien i forsyningen

Tabellen skal give en oversigt over fjernvarmeanlæggets driftsøkonomi med udgangspunkt i det anførte varmebehov i bilag 3, den forventede andel af anlægsudgifter i bilag 4 (og bilag 5), samt forventede varmepriser fra bilag 6. Forsyningen omfatter 39 boliger/bygninger, nemlig 30 i selve Kirke Skensved og 9 på vejen fra Lille Skensved til Kirke Skensved.

	Forudsat Enheder	Beregning	Enh. Note
<b>Forudsætninger:</b>			
- antal tilslutninger / kunder:	39 bolig/byg.		[1]
- nettovarmeforbrug	654 MWh		[1]
- varmetab, fjernvarmeledning:	72 MWh		
- bruttovarmeforbrug:	726 MWh		
<b>Anlægsinvesteringer lokal distributionsnet i Kirke Skensved</b>			
Fjernvarmeledninger:	1.313 meter	2.940.829 kr	[2]
Tilslutning bygninger:	39 tilslutninger	1.014.000 kr	[2]
Andet /uforudsat:	5,0% anlægssum	197.741 kr	[3]
Total Investering:		4.152.570 kr	
Afskrivning og forrentning:		177.852 kr	
- Afskrivningsperiode:	30 år		
- Forrentning:	1,7% p.a.		[4]
Kapitalomkostninger i alt:		<b>177.852 kr</b>	
<b>Drift og vedligeholdelse</b>			
Betaling for overskudsvarme 27,5 øre pr. kWh brutto:		199.737 kr	[5]
Andel af anlægsomkostninger i transmissionsledningen:		26.042 kr	[6]
Drift- og vedligeholdelse af anlæg:	10,00 kr/MWh	7.261 kr	[7]
<b>Samlede omkostninger pr år:</b>		<b>410.891 kr</b>	
Omkostning pr leveret kWh-varme (nettovarmeforbrug):		0,63 kr/kWh	
Moms:		0,16 kr/kWh	
<b>Pris inklusiv moms pr. kWh (netto)</b>		<b>0,79 kr/kWh</b>	
Heraf faste omkostninger (anlæg):		0,40 kr/kWh	
Heraf variable omkostninger (inklusive afgifter):		0,38 kr/kWh	

[1] Se bilag 3 og bilag 9

[2] Se bilag 2 over det forventede varmekonsum for de olie- og el-opvarmede huse i Kirke Skensved. I beregningerne indgår 30 boliger/huse i selve Kirke Skensved samt 9 huse på vejen fra Lille Skensved til Kirke Skensved.

[3] Skøn.

[4] Kommunekredit med en garantiprovision på 1,0% p.a.

[5] Se opgørelsen i Bilag 6. Omkostningen opgøres således: Der leveres overskudsvarme til 27,5 øre pr. kWh.

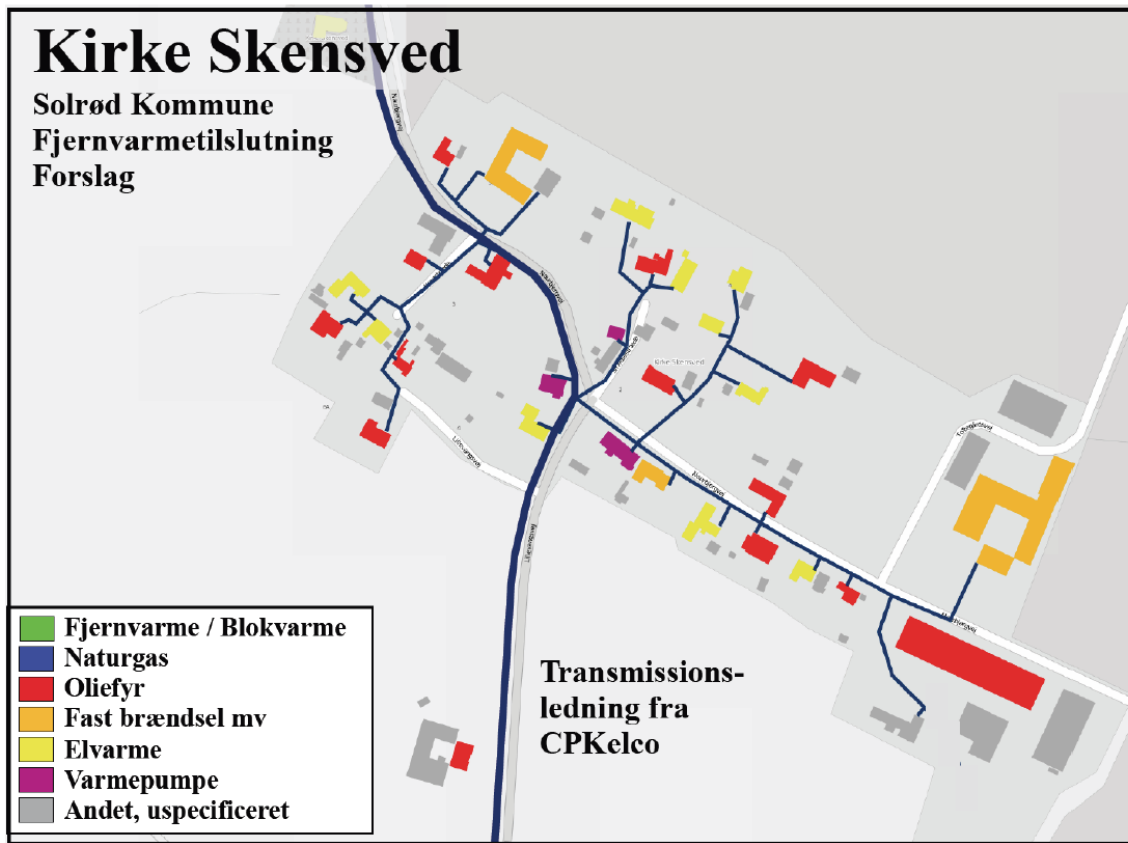
[6] Det er forudsat, at Kirke Skensveds fjernvarmeforsyning skal dække 2,7% af omkostningerne til transmissionsledningen, se også bilag 7.

[7] Skøn.

## Bilag 9: Ledningsnet ved etablering af fjernvarme

Muligt ledningsnet:

### Kirke Skensved - overskudsvarme fra CPKelco



### Budgetoverslag:

Fjernvarmeanlægget etableres med tilslutning fra bygninger, som i dag forsynes enten med olie eller elektricitet:

Antal tilslutninger: 30 samt 9 boliger/bygningsenheder op til Kirke Skensved.

Samlet varmebehov (netto): 654 MWh

Årlig varmetab (forventet): 72 MWh

Årlig bruttovarmebehov: 726 MWh

### Budgetoverslag - ledningsnet:

	Antal	Enhedspris stk/meter	Samlet omkostning
Rørtype DN 15	45,5 m	1.812 kr	82.383 kr
Rørtype DN 20	307,8 m	1.992 kr	613.230 kr
Rørtype DN 25	393,1 m	2.108 kr	828.579 kr
Rørtype DN 32	126,2 m	2.288 kr	288.778 kr
Rørtype DN 40	0,0 m	2.356 kr	0 kr
Rørtype DN 50	153,8 m	2.444 kr	375.908 kr
Rørtype DN 65	286,6 m	2.624 kr	751.952 kr
Total			2.940.829 kr