

April 2011  
Københavns Energi A/S  
Varme & Bygas  
Journal nr.



Vedr.: Fjernkøleledning i damptunnelen mellem Adelgade og Rigshospitalet samt tilhørende distributionsnet i området

Til: Teknik- og miljøudvalget

Fra: Mikkel Willum, planafd.

### **Miljø- og energimæssige beregninger**

I henhold til lov om kommunal fjernkøling skal Teknik- og miljøudvalget godkende fjernkølingsprojekter med henblik på at sikre, at projekterne fremmer energieffektiv køling af bygninger.

Denne indstilling omhandler etablering af en fjernkølingsledning i tunnelen fra Adelgade til skakten i Fredensgade. Ledningen vil kunne forsyne kunder i området omkring Rigshospitalet.

### **Det indstilles, at Teknik- og miljøudvalget godkender etablering af ovennævnte ledning**

### **Fjernkøling**

Fjernkøling er at producere køling centralt og levere det kølede vand til kunder gennem et rørsystem. Fjernkøling er på mange områder sammenligneligt med fjernvarme, blot med den forskel, at der leveres køling i stedet for varme. Ligesom ved fjernvarme kan fjernkøling give fordele i forhold til individuelle anlæg.

En centralisering af køleproduktionen er en fordel for såvel samfund som forbrugere. For samfundet kan der opnås en miljøfordel ved reducerede CO<sub>2</sub>-udledninger, mens fordelene for brugerne er pladsbesparelser, reduceret støjniveau, forenkling af ejendomsdriften samt reducerede investeringer.

Kunderne, som kobles til fjernkølingssystemet, har på nuværende tidspunkt individuelle køleanlæg, eller ønsker i forbindelse med ombygninger eller udvidelser at blive tilsluttet fjernkøling. Etablering af ledningen medfører således ikke højere køleforbrug end hvad det alternativt ville blive.

## Produktion og forsyning

Ledningerne til de enkelte kunder bygger på samme princip som fjernvarmerør. Fremløbstemperaturen fra kølecentralen vil være 6-14 °C, og returtemperaturen fra kunderne forventes at være 12-20 °C.

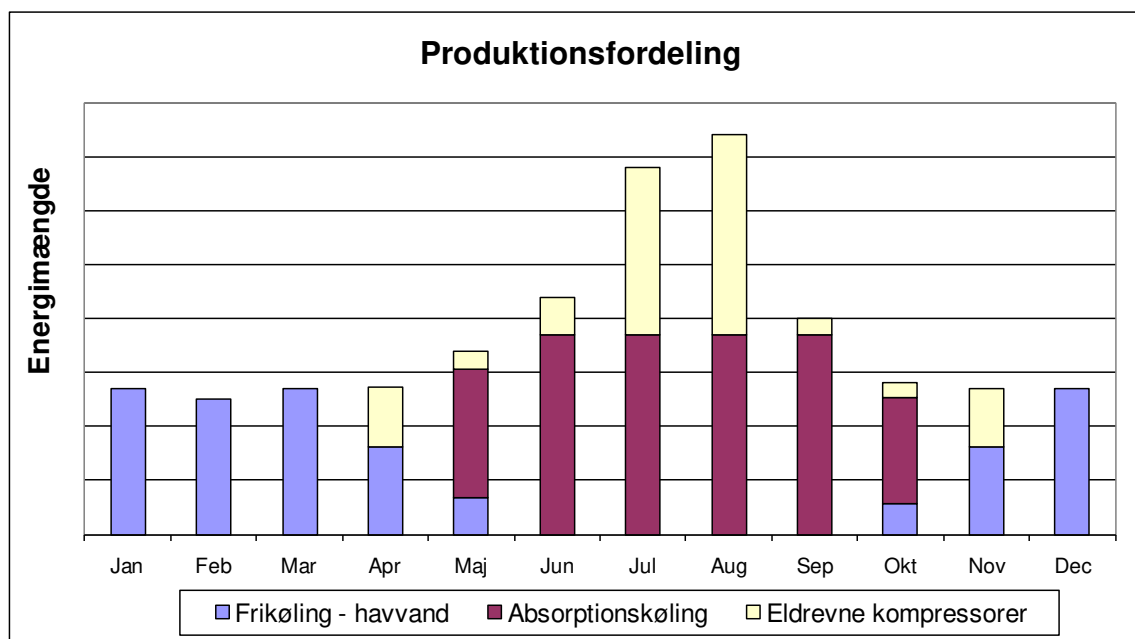
Produktionen baseres på tre forskellige principper:

1. Anvendelse af vand fra havnen i perioder af året, hvor vandet er tilstrækkelig koldt (frikøling)
2. Absorptionsmaskiner, som udnytter overskudsvarme fra affaldsforbrænding og kraftvarme
3. Eldrevne kompressorer

Ved hjælp af kombinationen af flere køleprincipper og anlæggets størrelse vil der blive tale om et fleksibelt og energieffektivt anlæg. Fjernkølingen erstatter individuelle køleanlæg, som oftest er baseret udelukkende på eldrevne kompressorer. Fjernkøling har et lavere elforbrug end individuelle anlæg, da denne metode, udover eldrevet kompressorkøling, udnytter frikøling fra havvand samt varme fra fjernvarmesystemet.

Nedenstående figur skitserer produktionsfordelingen. Frikøling benyttes i de perioder hvor havvandet i Københavns havn har en tilstrækkelig lav temperatur. Absorptionskølerne<sup>1</sup> anvendes, når kølebehovet ikke kan dækkes af frikøling. De elektriske kompressorer benyttes til spidsbelastninger, i de tilfælde hvor frikøling og absorptionskøling ikke kan dække kølebehovet. Alt efter driftsbetingelser, så som vejret og havvandstemperaturen, kan fordelingen mellem de tre køleprincipper ændres år for år.

*Køleproduktionens fordeling på produktionsmetoder over året.*



<sup>1</sup> Absorptionskølere som udnytter varme

Dampen til absorptionskølerne leveres fra det dampbaserede fjernvarmesystem i København. Dampsystemet skal i fremtiden konverteres til et vandbaseret system. I forbindelse med dampkonverteringen vil de dampdrevne absorptionskølere blive udskiftet med absorptionskølere, som kan forsynes fra det vandbaserede fjernvarmesystem. Ved konvertering fra damp til varmt vand stiger forbruget af fjernvarme til kølingen 20 %. Det resulterer i en stigning i det samlede energiforbrug i kølecentralen på ca. 8,5 %. Ifølge Københavns Energis nuværende konverteringsplan kan kølecentralen forsynes med damp frem til 2025.

### Identificerede kunder i forbindelse med forsyning gennem tunnelen

Herunder ses de kunder i området omkring Rigshospitalet, som har udtrykt interesse for fjernkøling.

Nr.	Kunde	Adresse	Kølebehov (MW)	Tilslutningstidspunkt
1	Rigshospitalet	Blegdamsvej 9	6,5	2012-17
2	Panum	Blegdamsvej 3B	1,5	2014
3	Kbh. Universitet	Tagensvej 16	3,0	2014

Det samlede effektbehov er anslået til i alt 11 MW.

### Energi og miljøberegning

I dette afsnit vurderes konsekvenserne af energi- og miljøbelastningen ved etablering af fjernkøling i forhold til fortsat køling med traditionelle, individuelle køleanlæg.

Der antages en driftstid på 1000 timer per år svarende til en køleenergimængde på 11.000 MWh per år.

Såfremt denne energimængde skal leveres af individuelle køleanlæg, vil det resultere i et elforbrug og dermed et brændselsforbrug, som medfører emission af miljøskadelige gasser i større omfang end ved fjernkøling.

Analysen af eksisterende individuelle køleanlæg viser, at disse i gennemsnit har en COP-værdi<sup>2</sup> på 2,5 inklusive elforbrug til køletårne og pumper.

Værdier for elforbruget, brændselsforbruget og emissionerne i individuelle køleanlæg, der leverer 11.000 MWh om året, kan ses herunder.

<sup>2</sup> COP: Coefficient of Performance, virkningsgrad for kølemaskiner, der beregnes som forholdet mellem den leverede mængde køling og tilførte energimængde.

Energi	Elforbrug MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
Elektricitet	4.400	10.500	5.280	978	4.218

*Det beregnede årlige elforbrug, brændselsforbrug og emissioner for individuelle køleanlæg, der leverer 11.000 MWh køling om året (Miljødeklarationen, ke.dk 2011).*

Emissionerne er beregnet vha. Energinet.dks miljødeklaration for el samt KEs miljødeklaration fra 2010 (begge efter 200 % metoden) som fremgår i nedenstående tabel.

Der gøres opmærksom på at der for enkelhedens skyld er anvendt gennemsnitlig emission (miljødeklarationen) og marginal elvirkningsgrad. Dette er dog i sammenligningen blot en fordel for de lokale anlæg idet disse producerer udelukkende ved brug af el.

Energiart	Måle- enhed	Kuldioxid (CO <sub>2</sub> )	Svovldioxid (SO <sub>2</sub> )	Kvælstofilter (NO <sub>x</sub> )
El	g/kWh	502	0,093	0,401
Fjernvarme	g/kWh	122	0,016	0,124

*Emissionsdata for el og fjernvarme damp fra KEs miljødeklarationen 2010.*

Energiforbrug i fjernkølingsanlægget er beregnet på baggrund af simuleringen af drift af et fjernkøleanlæg. Herunder ses el- og dampforbrug for fjernkølingsanlægget der leverer 11.000 MWh køling om året. De tilhørende brændselsmængder og emissioner fremgår også. Energiberegningerne påvirkes ikke af at det er rør i tunnelen der etableres. Alternativt ville centralens kapacitet blive forventet solgt til anden side. Tilslutningstakten må under alle omstændigheder forventes at strække sig over en vis periode. Nærværende ansøgning muliggør dog derimod en forholdsvis hurtig tilslutning idet der er tale om store kunder.

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
Elektricitet	667	1.600	800	148	639
Fjernvarme damp	3.667	2.600	316	41	321
Total	-	4.200	1.116	189	960

*Energiforbrug, brændselsforbrug og emissioner for fjernkøling ved levering af 11.000 MWh køling om året.*

Sammenholdes elforbrug, brændselsforbrug og emissionerne for individuelle køleanlæg og fjernkøling, findes en reduktion ved brug af fjernkøling, som kan ses nedenfor.

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
Besparelse	-	6.300	4.164	789	3.258

*Forskel mellem individuelle køleanlæg og fjernkøling for levering af 11.000 MWh køling om året.*

Grundlaget for beregningerne af brændselsforbruget ud fra energiforbruget er anført nedenstående tabel.

Brændselsforbrug	Enhed	MJ-Brændsel
El	MJ/kWh	8,68
Fjernvarme (damp)	MJ/kWh	2,54

*Brændselsforbruget til produktion af henholdsvis 1 kWh el og damp (Energinet.dk og KEs miljødeklarationer fra 2010).*

Opgørelserne i denne skrivelse er bla. lavet på baggrund af generelle emissionsfaktorer og forudsætninger om el- og varmeproduktion. KE ønsker at efterprøve opgørelserne og dette gøres så snart der er tilstrækkeligt med kunder tilkoblet og der er opnået erfaringer med realistiske tilslutnings- og lastforhold.

## Efter 2025

Når der ikke længere er damp til rådighed i Adelgade, vil de dampdrevne absorptionskølere blive udskiftet med absorptionskølere, som kan forsynes fra det vandbaserede fjernvarmesystem. Ved konvertering fra damp til varmt vand stiger forbruget af fjernvarme til kølingen 20 %.

Energiforbrug i fjernkølingsanlægget efter dampforsyningens ophør er beregnet på baggrund af simuleringen af drift af et fjernkøleanlæg. Herunder ses el- og fjernvarmeforbruget for fjernkølingsanlægget der leverer 11.000 MWh køling om året. De tilhørende brændselsmængder og emissioner fremgår også.

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
Elektricitet	667	1.600	800	148	639
Fjernvarme 2025	4.400	3.100	1.060	376	1.463
Total	-	4.700	1.860	524	2.102

*Energiforbrug, brændselsforbrug og emissioner for fjernkøling ved levering af 11.000 MWh køling om året efter 2025, når der er installeret absorbere på varmt vand i stedet for dampabsorbere.*

Ses på elforbrug, brændselsforbrug og emissionerne for individuelle køleanlæg i forhold til fjernkøling med absorbere drevet af varmt vand, findes en reduktion ved brug af fjernkøling, som kan ses nedenfor.

Energi	MWh/år	MWh brændsel	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
Besparelse	-	5.800	3.420	454	2.116

*Forskel mellem individuelle køleanlæg og fjernkøling med hedtvandsabsorbere for levering af 11.000 MWh køling om året.*

Brændselsbesparelsen er her lavere end for fjernkøling med dampabsorbere, da der er et højere varmeforbrug. Der er dog stadig en klar besparelse ved at anvende fjernkøling. Dertil skal lægges at det vandbårne system generelt er mere effektivt end det dampbaserede. Der arbejdes samtidig på at fjernvarmen i København bliver baseret på biomasse hvorved yderligere fordele opnås. I den forbindelse skal nævnes at el-produktionen i fremtiden også bliver mere miljøvenlig. Ses der på CO<sub>2</sub>-udledning fremgår det af energistyrelsens beregningsforudsætninger at fjernvarmen i 2025 vil have reduceret udledningen med 4 procent, medens fjernvarmen tilsvarende vil have reduceret udledningen med 26 procent.

### Opbygning af fjernkølingssystemet ved Kgs. Nytorv

I bilaget findes et kort over de fremtidige ledninger og kunder i fjernkølingssystemet omkring Rigshospitalet.

Alt gravearbejde i området mellem skakten i Fredensgade og kunderne koordineres med Center for Veje og Metroselskabet.

### Andre fordele ved fjernkøling

Udover elektricitetsbesparelsen og en lavere udledning af CO<sub>2</sub> og andre klimagasser, har fjernkøling følgende fordele:

CFC	Langt størstedelen af de individuelle anlæg, som erstattes med fjernkøling, er drevet af CFC gasser. Disse gasarter er ligesom CO <sub>2</sub> drivhusgasser og bidrager dermed også til den globale opvarmning. Udledningen af 1 kg af disse gasarter svarer til ca. 1.400 kg CO <sub>2</sub> . En tommelfingerregel siger, at der i gennemsnit er en lækage på 10 % hvilket omregnet for Kgs. Nytorv giver en udledning på 100 kg pr. år svarende til 140 ton CO <sub>2</sub> .
Lastfordeling	Typisk vil omkring 30 – 40 % af køleproduktionen i fjernkølingsanlægget tilvejebringes ved hjælp af en varmedrevet absorptionsmaskine. Da køleproduktionen er størst om sommeren, hvor der er varmekapacitetsoverskud, vil absorptionsmaskinen være drevet af overskudsvarmen fra affaldsforbrænding og fra kraftværkernes elektricitetsproduktion.
Støjgener	Individuelle køleanlæg leder som regel varmen væk vha. køletårne. Køletårne støjer og begrænser ofte mulighederne for at udnytte tagarealerne til andre formål f.eks. terrasser eller lignende.

Vandforbrug	Langt de fleste køletårne køles ved hjælp af vand. Vandforbruget herfra kan, specielt for ineffektive køleanlæg, være stort.
-------------	--

*Samlet vurderes, på baggrund af det beregnede, at der er en væsentlig energimæssig og miljømæssig fordel ved fjernkølingsledningen i tunnelen.*