



## **Bilag 1 - Fjernkøling ved Rådhuspladsen**

Sagsnr.

xxxx

Dokumentnr.

xxxx2010-230610

### **Miljø- og energimæssige beregninger for fjernkølingsforsyning ved Rådhuspladsen**

Dokumentnr.

2010-230610

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

Sagsbehandler

Maren Madsen

### **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 markante fordele i forhold til individuelle anlæg.

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

Denne indstilling omhandler etablering af et fjernkølingsanlæg ved Rådhuspladsen, som kan forsyne kunder på og omkring Rådhuspladsen med køling. Samtidig kobles fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen sammen med det eksisterende system ved Kgs. Nytorv. Koblingen vil muliggøre samkøring af de to systemer så driften optimeres, og i udbygningsperioden kan det eksisterende anlæg ved Kgs. Nytorv forsyne kunder ved Rådhuspladsen. Dermed kan de første kunder ved Rådhuspladsen forsynes allerede i sommeren 2010.

Kunderne, som kobles til fjernkølingssystemet, har på nuværende tidspunkt individuelle køleanlæg, så fjernkølingsanlægget ved Rådhuspladsen, resulterer ikke i højere kølebehov end det nuværende.

### **Fjernkøling ved Rådhuspladsen**

Kølecentralen i fjernkølingsprojektet ved Rådhuspladsen placeres i Vestre Elværk, et tidligere elværk ved Tietgensgade. Vestre Elværk er velegnet som kølecentral, idet der er en eksisterende køleledning til havnen, som elværket har brugt tidligere. DONG Energy ejer Vestre Elværk men bruger ikke bygningen nu og vil gerne sælge Vestre Elværk. Derfor forventer KE snarest at overtage bygningen fra DONG.

### **By og Klima**

Www.miljoe.kk.dk  
Postboks 259  
1502 København V

Telefon  
3366 5516

Telefax  
3366 7133

E-mail  
marmad@tmf.kk.dk

www.kk.dk

Ledningerne til de enkelte kunder bygger på samme princip som fjernvarmerør. Fremløbstemperaturen fra kølecentralen vil være ca. 6 °C, og returtemperaturen fra kunderne forventes at være 12-16 °C.

Kølecentralen ved Rådhuspladsen får en kapacitet på 18 MW. Fra andre fjernkølingsanlæg vides at samtidighedsfaktor på 60 % er realistisk. Samtidighedsfaktoren beskriver om kølekunderne bruger køling samtidig. De 60 % betyder, at kun 60 % af maxeffekten vil bruges hos kunderne på samme tid. Derfor betyder kapaciteten på 18 MW i kølecentralen ved Rådhuspladsen, at der kan forsynes kunder med et kølebehov på op til 30 MW.

Kølecentralen i Tietgensgade baseres på tre forskellige køleprincipper:

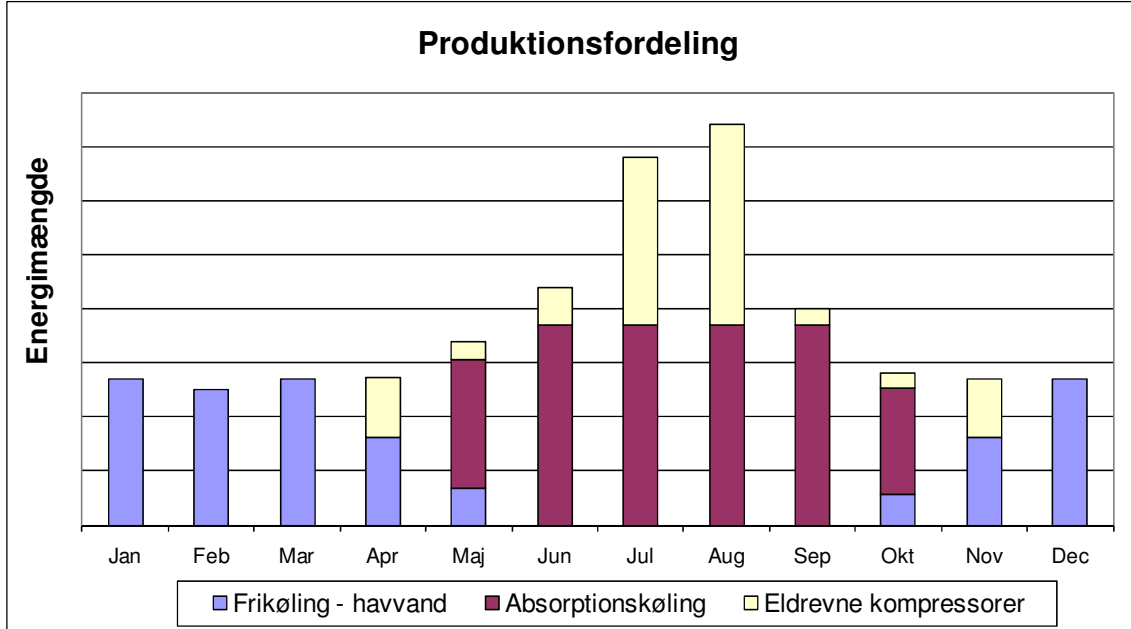
1. Anvendelse af vand fra havnen i perioder af året, hvor vandet er tilstrækkelig koldt (frikøling)
2. Varmedrevne kølemaskiner, som udnytter overskudsvarme fra affaldsforbrænding og kraftvarme
3. Eldrevne kompressorer

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.

Der er udført detaljerede simuleringer af driften af kølecentralen, og nedenstående figur viser den forventede produktionsfordeling for det fuldt udbyggede projekt. Frikøling benyttes i de perioder hvor havvandet i Københavns havn har en tilstrækkelig lav temperatur. Absorptionskølerne<sup>1</sup> sættes først til at producere, 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. Nedenfor ses produktionsfordelingen for anlægget.

---

<sup>1</sup> Absorptionskølere udnytter varme til at producere køling. Absorptionskøleren er en kompressionskøler, ligesom elektriske kølere, men i stedet for at bruge el drives kompressionen af varme.



*Køleproduktionens fordeling på produktionsmetoder over året.*

Dampen til absorptionskølerne leveres fra det dampbaserede fjernvarmesystem i København. Dampsystemet skal i fremtiden konverteres til et vandbaseret fjernvarmesystem. I forbindelse med dampkonverteringen vil de dampdrevne absorptionskølere blive udskiftet med hedtvandsabsorptionskølere, som kan forsynes fra det vandbaserede fjernvarmesystem. Ved konvertering fra damp til hedtvand 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 i Vestre Elværk forsynes med damp frem til 2020.

### Vurdering af den fremtidige mængde overskudsvarme

Affaldsforbrænding og deponering gennemgår i dag en vis udvikling. Deponering kan dog i dag kun ske med erhvervsaffald, idet deponi af dagrenovation kan medføre en sundhedsrisiko.

Mængden af dagrenovation i København er meget stor, og i Varneplan Hovedstaden regnes med at affaldsmængden i fremtiden vil stige med 1,3 procent per år. Derfor vurderes det, at der også i fremtiden vil være så store affaldsmængder, at der om sommeren vil være overskud af varme i det københavnske fjernvarmesystem.

Amagerforbrænding (AMF) har kontaktet KE, idet man om sommeren gerne vil levere damp til dampsystemet. I sommerperioden har AMF affald og et ekstra ovnanlæg til rådighed, men der kan ikke afsættes mere vandbåren varme i fjernvarmesystemet. KE forventer derfor at kunne modtage damp fra AMF fra sommeren 2010.

Om sommeren produceres fjernvarmen i Storkøbenhavn på de tre affaldsforbrændings-anlæg: Amagerforbrænding, Vestforbrænding og KARA/NOVEREN. De store kraftvarmeværker producerer i disse perioder ofte el uden at producere fjernvarme. Det vil sige at kraftvarmeværkerne køler varme væk med havvand. Hvis der om sommeren er behov for varme til fjernvarmesystemet eller til fjernkøling er der varme fra elproduktion til rådighed.

Da affaldsmængden som beskrevet ovenfor er jævnt stigende vil varmeproduktionen fra affaldsforbrændingsanlæggene også være

stigende. Udbygningen af vindkraft og solceller medfører kun større elproduktion og påvirker derfor ikke varmeproduktionen fra affaldsforbrændingsanlæggene. Udbygning af solvarme vil derimod forøge sommerperiodens mængde af overskudsvarme.

### **Kunder i fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen**

Herunder ses de kunder som fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen forventes at forsyne, desuden ses kundernes adresser. I bilag 2 findes et kort over kundernes placering.

Nr.	Kunde	Adresse	Kølebehov (kW)	Tilslutningsår
1	Hotel Marriot	Kalvebod Brygge 5	1.200	2015
2	Nykredit Bank	Kalvebod Brygge 1-3	300	2017
3	Falck-Huset	Polititorvet	300	2013
4	Tivoli Congress Center	Kalvebod Brygge	2.300	2010
5	Postterminalen	Carsten Niebuhrs Gade 6	1.000	2011
6	Politigården	Polititorvet	500	2013
7	Glyptoteket	Dantes Plads 7	500	2014
8	Nationalmuseet	Frederiksholms Kanal 12	600	2012
9	Københavns Rådhus	Rådhuspladsen 1	250	2012
10	Spar Nord	Rådhuspladsen 75	150	2014
11	Palace Hotel	Rådhuspladsen 57	250	2018
12	Politikens Hus	Rådhuspladsen 37	1.500	2012
13	Hotel Kong Frederik	Vester Voldgade 25	150	2015
14	Karré overfor Rådhuset, Alm. Brand Bank mf.	Rådhuspladsen 4	150	2013
15	Dagmarhus	Jernbanegade 2	300	2013
16	Hotel The Square	Rådhuspladsen 14	300	2017
17	Scala	Vesterbrogade 2	1.000	2016
18	Cirkusbygningen	Jernbanegade 8	100	2013
19	Axelborg	Axeltorv	500	2013
20	SAS Hotel	Hammerichsgade 1	600	2013
21	Kontorbygn. v. Frihedsst. Boligexperten mf.	Vesterbrogade 4	150	2014
22	Arbejdernes Landsbank	Vesterbrogade 5	600	2018
23	Nordea	Vesterbrogade 8	1.800	2013
24	Hotel Imperial mv.	Vester Farimagsgade 9	300	2013
25	Hotel Scandic	Vester Søgade 6	2.000	2014
26	Industriens Hus	H. C. Andersens Boulevard 18	3.000	2012
27	Tivoli I	Vesterbrogade 3	1.500	2015
28	Tivoli II	Vesterbrogade 3	1.000	2013
29	Christiansborg	Slotsholmen	400	2012
30	Fæstningens Materielgaard	Bryghusgade 2	150	2011
31	Bryghusprojektet på Christians Brygge	Mellem Frederiksholms Kanal og Vester Voldgade	2.000	2016
32	SEB	Holmens Kanal 9	200	2012
33	Forsvarsministeriet	Holmens Kanal 42	300	2015
34	Overformynderiet	Holmens Kanal 20	300	2014
	<b>I alt</b>	-	<b>25.650</b>	-

*Forventede fjernkølingskunderne ved Rådhuspladsen, deres adresser og kølebehov samt tidspunkt for tilslutning.*

KE har indgået kontrakt med Tivoli Congress Center om levering af fjernkøling. Tivoli Congress Center har et kølebehov på 2,3 MW.

Det forventes at der i 2010 indgås kontrakter om fjernkøling med følgende kunder: Industriens Hus, Fæstningens Materielgaard, Politikens Hus, Københavns Rådhus, og Nationalmuseet. Disse kunder har et kølebehov på i alt 5,5 MW.

Det samlede kølebehov på 25,7 MW for alle ovenstående kunder svarer til en årlig køleproduktion på ca. 37.300 MWh.

### **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.

Hvis de 37.300 MWh køling om året skal leveres af individuelle køleanlæg, vil det resultere i et elforbrug og dermed et brændselsforbrug som medfører emission af miljøskadelige gasser.

Analyser 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 37.300 MWh om året kan ses herunder.

Energi	Elforbrug MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO2 ton/år	SO2 kg/år	NOx kg/år
Elektricitet	14.911	36.435	18.218	8.016	20.768

*Det beregnede årlige elforbrug, brændselsforbrug og emissioner for individuelle køleanlæg der leverer 37.300 MWh køling om året.*

Energiforbrug i fjernkølingsanlægget er beregnet på baggrund af simuleringen af drift af et fjernkøleanlæg. Herunder ses el- og dampforbrug for fjernkølingsanlægget der leverer 37.300 MWh køling om året. De tilhørende brændselsmængder og emissioner fremgår også.

---

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

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO2 ton/år	SO2 kg/år	NOx kg/år
Elektricitet	2.633	6.435	3.217	1.416	3.668
Fjernvarme damp	9.730	6.827	1.058	341	1.051
Total	-	13.262	4.276	1.757	4.719

*Energiforbrug, brændselsforbrug og emissioner for fjernkøling ved levering af 37.300 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	CO2 ton/år	SO2 kg/år	NOx kg/år
Besparelse	-	23.173	13.942	6.259	16.049

*Forskel mellem individuelle køleanlæg og fjernkøling for levering af 37.300 MWh køling om året.*

Grundlaget for ovenstående beregninger er energiberegninger for individuelle køleanlæg og fjernkøling foretaget af konsulenter i 2006.

Emissionerne er beregnet ud fra Energinet.dks miljødeklaration for el samt KEs miljødeklaration for damp og varme fra 2008 (begge efter 200 % metoden).

Energiart	Måle- enhed	Kuldioxid (CO2)	Svovldioxid (SO2)	Kvælstofilter (NOx)
El	g/kWh	500	0,22	0,57
Fjernvarme damp	g/kWh	155	0,050	0,154
Fjernvarme vand	g/kWh	113	0,040	0,187

*Emissionsdata for el og fjernvarme damp fra KEs miljødeklarationen 2008.*

Grundlaget for beregningerne af brændselsforbruget ud fra energiforbruget er

Brændselsforbrug	Enhed	MJ-Brændsel
El	MJ/kWh	8,8
Fjernvarme (damp)	MJ/kWh	2,5
Fjernvarme (vand)	MJ/kWh	1,8

*Brændselsforbruget til produktion af 1 kWh, på det kraftvarmeværk hvor el og varme (damp) er produceret er fra hhv. Energinet.dk og KEs miljødeklarationer fra 2008.*

## Efter 2020

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

Energiforbrug i fjernkølingsanlægget efter der er installeret hedtvandsabsorbere er beregnet på baggrund af simuleringen af drift på et fjernkøleanlæg. Herunder ses el- og fjernvarmeforbrug for fjernkølingsanlægget der leverer 37.300 MWh køling om året med hedtvandsabsorbere. De tilhørende brændselsmængder og emissioner fremgår også.

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO2 ton/år	SO2 kg/år	NOx kg/år
Elektricitet	2.633	6.435	3.217	1.416	3.668
Fjernvarme vand	11.676	7.822	884	313	1.463
Total	-	14.256	4.101	1.728	5.130

*Energiforbrug, brændselsforbrug og emissioner for fjernkøling ved levering af 37.300 MWh køling om året efter 2020, når der er installeret hedtvandsabsorbere i stedet for dampabsorbere.*

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

Energi	MWh/år	Brændselsforbrug MWh brændsel	CO2 ton/år	SO2 kg/år	NOx kg/år
Besparelse	-	22.179	14.116	6.287	15.638

*Forskel mellem individuelle køleanlæg og fjernkøling med hedtvandsabsorbere for levering af 37.300 MWh køling om året.*

Brændselsbesparelsen for hedtvandsabsorbere er lavere end for fjernkøling med dampabsorbere, da der er et højere varmeforbrug. Men da emissionerne for fjernvarmevand er lavere end for fjernvarmedamp, vil besparelsen i udledning af CO2 og SO2 være



højere for fjernkøling med hedtvandsabsorbere end med dampabsorbere.

### **Energi og miljøberegning for de enkelte kunder**

De enkelte fjernkølingskunder ved Rådhuspladsen opnår en nedsættelse af energiforbruget og udledning af miljøskadelige gasser, som ses i tabellerne herunder. Tallene er fundet som gennemsnitsbetragtninger i forhold til det fuldt udbyggede projekt med dampabsorbere.

Nr.	Kunde	Kølebehov kW	El- MWh/år	Brændsels- MWh/år	CO <sub>2</sub> ton/år	SO <sub>2</sub> kg/år	NO <sub>x</sub> kg/år
1	Hotel Marriot	1.200	574	1.084	652	293	751
2	Nykredit Bank	300	144	271	163	73	188
3	Falck-Huset	300	144	271	163	73	188
4	Tivoli Congress Center	2.300	1.101	2.078	1.250	561	1.439
5	Postterminalen	1.000	479	903	544	244	626
6	Politigården	500	239	452	272	122	313
7	Glyptoteket	500	239	452	272	122	313
8	Nationalmuseet	600	287	542	326	146	375
9	Københavns Rådhus	250	120	226	136	61	156
10	Spar Nord	150	72	136	82	37	94
11	Palace Hotel	250	120	226	136	61	156
12	Politikens Hus	1.500	718	1.355	815	366	939
13	Hotel Kong Frederik	150	72	136	82	37	94
14	Karré overfor Rådhuset, Alm. Brand Bank mf.	150	72	136	82	37	94
15	Dagmarhus	300	144	271	163	73	188
16	Hotel The Square	300	144	271	163	73	188
17	Scala	1.000	479	903	544	244	626
18	Cirkusbygningen	100	48	90	54	24	63
19	Axelborg	500	239	452	272	122	313
20	SAS Hotel	600	287	542	326	146	375
21	Kontorbygn. v. Frihedsst. Bologexperten mf.	150	72	136	82	37	94
22	Arbejdernes Landsbank	600	287	542	326	146	375
23	Nordea	1.800	862	1.626	978	439	1.126
24	Hotel Imperial mv.	300	144	271	163	73	188
25	Hotel Scandic	2.000	957	1.807	1.087	488	1.251
26	Industriens Hus	3.000	1.436	2.710	1.631	732	1.877
27	Tivoli I	1.500	718	1.355	815	366	939
28	Tivoli II	1.000	479	903	544	244	626
29	Christiansborg	400	191	361	217	98	250
30	Fæstningens Materielgaard	150	72	136	82	37	94
31	Bryghusprojektet på	2.000	957	1.807	1.087	488	1.251
32	SEB	200	96	181	109	49	125
33	Forsvarsministeriet	300	144	271	163	73	188
34	Overformynderiet	300	144	271	163	73	188
	<b>I alt</b>	25.650	12.278	23.173	13.942	6.259	16.049

### Opbygning af fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen

I bilag 2 findes et kort over de fremtidige ledninger og kunder i fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen.

Alt gravearbejde koordineres med Center for Veje og Metroselskabet.  
I foråret og sommeren 2010 skal området omkring Rådhuspladsen

konverteres fra damp- til vandbaseret fjernvarme på grund af metrobyggeriet ved Rådhuspladsen. Derfor lægges fjernkølingsledningerne sammen med denne konvertering i forår og sommer 2010.

Ledningen over Slotsholmen, der forbinder fjernkølingssystemet ved Rådhuspladsen med systemet ved Kgs. Nytorv, bliver etableret samtidig med at fjernvarmeanlægget på Christiansborg konverteres fra damp- til vandbaseret fjernvarme i forår og sommer 2010.

Fjernkølingsledningen i Vester Voldgade etableres samtidig med at fjernvarmeledninger i Vester Voldgade konverteres til vandfjernvarme fra dampfjernvarme og mens Vester Voldgade renoveres i sommeren 2010. Ledningen ud mod og langs Kalvebodbrygge etableres også i forbindelse med konvertering fra damp- til vandfjernvarme i sommeren 2010. Ledningen langs Vesterbrogade etableres i 2012, gravearbejdet er ikke planlagt nærmere.

### Byggetilladelse

Anmodning om byggetilladelse til fjernkølingscentralen i Vestre Elværk er endnu ikke indsendt, men sendes når anlægget er færdigprojekteret. Byggetilladelser for ledningsarbejdet sendes sammen med denne.

### 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 Rådhuspladsen 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 fjernkølingsprojektet ved Rådhuspladsen.