

PROJEKTFORSLAG TIL KØBENHAVNS KOMMUNE

VARMEFORSYNING AF FREDERIKS BRYGGE

22. SEPTEMBER 2015

En del af tillæg 4 til lokalplanen for Teglværkshavnen

1. Indledning.....	2
Indstilling.....	2
Lovgrundlag.....	2
2. Resumé.....	2
Projektansvarlig	3
3. Udbygningen i Frederiks Brygge	4
4. Varmeforsyning.....	5
Fjernvarmeforsyning	5
Fjernvarmeproduktion.....	6
Individuelle varmepumper	7
Varmebehov	7
Samlet varmebehov.....	7
Fjernvarmesystemet	7
Nettab.	8
Investeringer.....	8
5. Individuelle varmepumper.....	9
6. Samfundsøkonomisk analyse.....	9
Følsomhedsanalyser	11
7. Forbrugerøkonomi.....	11
8. HOFOR økonomi	12
9. Energi- og miljøanalyse.....	12
10. Særlige forhold og kommentarer.....	13

Indledning

Denne rapport er et projektforslag om etablering af fjernvarmeforsyning i området Frederiks Brygge. Området er et delområde af lokalplan nr. 310 Teglværkshavnen tillæg 4. Rapporten indeholder en analyse af fjernvarmeforsyning sammenlignet med varmeforsyning baseret på individuelle varmepumper.

Der er i rapporten præsenteret analyser med fokus på

- Økonomi: Samfunds-, forbruger- og selskabsøkonomi
- Energiforbrug: Størrelsen af energiforbruget og fordelingen på de typer energi, som indgår i fjernvarmeproduktionen
- Miljøeffekter: Udledningen af CO₂, NO_x og SO₂.

Vedlagt er et bilag, der beskriver de generelle beregningsforudsætninger, som ligger til grund for analyserne.

Indstilling

Det indstilles, at Københavns Kommune som varmeplanmyndighed gennemfører myndighedsbehandling af projektforslaget efter Varmeforsyningslovens retningslinjer.

Teknik og Miljøudvalget i Københavns Kommune ansøges herved om godkendelse af projektforslaget om etablering af fjernvarmeforsyning i området Frederiks Brygge.

Lovgrundlag

Projektet er godkendelsespligtigt som følge af Varmeforsyningslovens¹ § 2 pkt. 2 og er i overensstemmelse med Varmeforsyningslovens formålsparagraf, der handler om at sikre den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, opvarmning af bygninger og forsyning med varmt vand.

Projektforslaget viser en positiv samfundsøkonomi sammenlignet med det mest realistiske alternativ. Ud over den samfundsøkonomiske analyse er også selskabs- og forbrugerøkonomi belyst samt de miljø- og energimæssige konsekvenser.

Projektforslaget er udarbejdet efter retningslinjerne i den gældende Projektbekendtgørelses² § 23, så kommunen kan lave vurderingerne efter § 26, der er forudsætningen for projektkendelsen.

Resumé

Som alternativ til fjernvarmeforsyning er forsyning med individuelle luft-vand varmepumper blevet analyseret. En luft-vandvarmepumpe bruger energien i

¹ LBK 1184 af 14. december 2011

² BEK 566 af 2. juni 2014. Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmeforsyningsanlæg.

udeluften til at dække varmebehovet i bygningen både til opvarmning og til varmt brugsvand. Varmepumpen er koblet til et radiator- og brugsvandssystem i bygningen.

De samfundsøkonomiske analyser viser, at omkostningerne til fjernvarmeforsyning er væsentligt lavere sammenlignet med varmepumpeløsningen. Når fjernvarmeforsyning er den billigste løsning, skyldes det, at de samlede anlægsinvesteringer og de løbende drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er lavere end for varmepumper. Derudover kan fjernvarmen tilskrives en kraftvarmefordel, som indebærer en indtægt fra elsalg ved at producere fjernvarme på kraftvarmeanlæg.

Samfundsøkonomi	Fjernvarme	Varmepumper
<i>Nuværdi af omkostninger</i>	mio. kr.	mio. kr.
I alt	37,6	58,1

Tabel 1 Samfundsøkonomisk nutidsværdi af omkostningerne i de analyserede alternativer

De forbrugerøkonomiske analyser viser, at fjernvarme også er den billigste forsyning for forbrugerne.

HOFOR har et dækningsbidrag fra salg på godt 18 mio. kr. Dækningsbidraget er opgjort som nutidsværdien af forskellen mellem indtægt fra varmesalg og udgift til varmekøb – set over perioden 2015-2039. Dækningsbidraget medvirker til nedbringelse af den generelle varmepris for alle varmekunder.

Miljøanalysen viser, at forsyning af Frederiks Brygge med fjernvarme vil reducere CO₂-udledningen i perioden, hvorimod varmepumpeløsningen vil føre til en forøget CO₂-udledning.

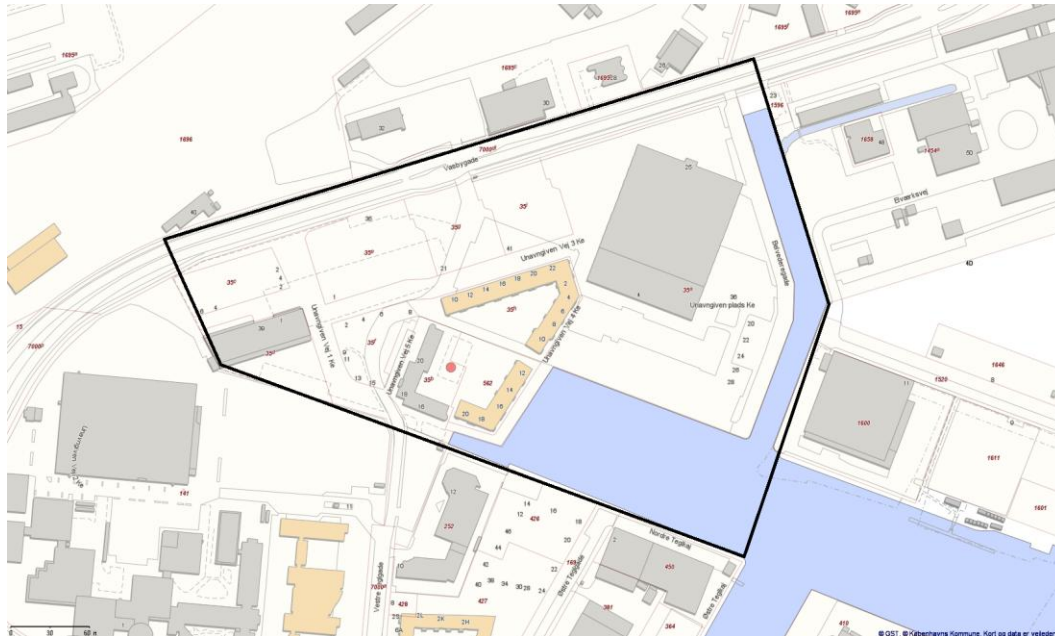
Energianalysen viser, at fjernvarmescenariet har et brændselsforbrug, der er højere end elforbruget til varmepumperne. Det skyldes den høje virkningsgrad (COP) i varmepumperne, nettabet i fjernvarmesystemet, og at brændselsforbruget til elproduktion på kraftvarmeværkerne regnes med i fjernvarmens brændselsforbrug. Til gengæld indebærer fjernvarmescenariet en betydelig elproduktion på kraftvarmeværkerne, som reducerer omkostningen til varmeproduktionen.

Projektansvarlig

HOFOR A/S
 Planafdelingen, Fjernvarme og Bygas
 Ørestads Boulevard 35
 2300 København S

Kontaktperson:
 Rune Nielsen
 e-mail: runi@hofor.dk
 Tlf: 27 95 45 03

Udbygningen i Frederiks Brygge



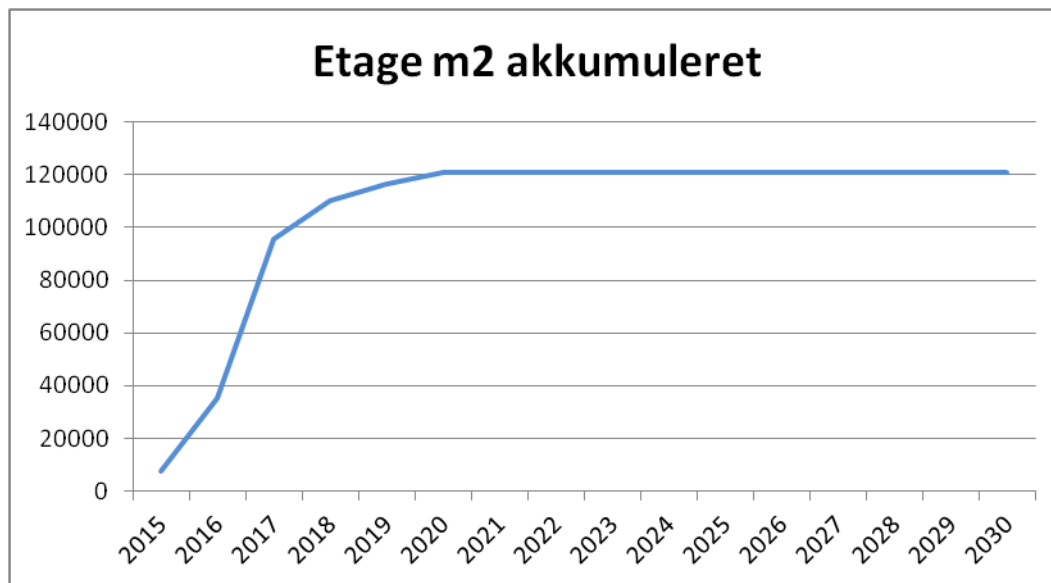
Figur 1 Frederiks Brygge. Den sorte streg afgrænser ansøgningsområdet. Illustration fra <http://kbhkort.kk.dk/>. Egen afgrænsning.

Det ansøgte område dækker en del af lokalplanen "Teglværkshavnen nr. 310 tillæg 4" og omfatter matr. nr. Kongens Enghave, København: 35a, 35b, 35c, 35d, 35e, 35f, 35g, 35i og 562, samt senere udmatrikuleringer af disse.

Afgrænsningen fremgår også af figur 1

Etageareal for bebyggelsen		
Boliger	118.423	m ²
Erhverv	2.530	m ²
I alt	120.953	m²

Tabel 2 Samlet etageareal for Frederiks Brygge i følge lokalplanen



Figur 2 Akkumuleret udbygning opgjort i etagekvadratmeter

Varmeforsyning

Fjernvarmeledningsnet og stikledninger forventes at blive etableret løbende over perioden 2015-2020, dvs. følge udbygningstakten som vist i Figur 2. Det indebærer bl.a., at stikledninger etableres i takt med, at der opføres nye bygninger i området.

Som alternativ til at forsyne området med fjernvarme er forsyning med individuelle luft-til-vand varmepumper blevet analyseret. HOFOR vurderer, at denne forsyningsløsning er det mest konkurrencedygtige og realistiske alternativ til fjernvarme.

Elforbrug til bygningsdrift og apparater leveres fra det Dong Energys elnet.

Fjernvarmeforsyning

Projektforslaget om fjernvarmeforsyning af Frederiks Brygge omhandler etablering af fordelings- og stikledninger og dermed tilslutning til det københavnske fjern-varmedistributionsnet, hvor varmen leveres fra de centrale kraftvarmewærker, affaldsforbrænding, geotermi m.m. Fjernvarmerørene forventes at være ekstra isolerede stålrør i hovedtracéerne. Stikledninger vil typisk være ekstra isolerede kobberør. Ud over fjernvarmenettet og stikledninger vil der også i bygningerne blive etableret varmeinstallationer, som ejeren af bygningen er ansvarlig for. Disse er uafhængige af, om varmen kommer fra fjernvarmenettet eller individuelle varmepumper.

En skitse over fjernvarmenettets placering i området er vist i figur 3. Det nøjagtige tracé kan blive ændret i takt med, at planerne for bygningernes

placering bliver endelige. Ud over gadeledningen skal der etableres stikledninger ind til hver bygning.



Figur 3 Udbygget ledningsnet for Frederiks Brygge

I figur 3 er vist

- eksisterende fjernvarmenet (markeret med sort)
- nyt fjernvarmenet (markeret med gult)
- nye fjernvarmekunder (markeret med violet).

Fjernvarmeproduktion

Forsyningen af området med fjernvarme vil stamme fra værker i hovedstadsområdet. Størstedelen af fjernvarmen produceres som kraftvarme på de store kraftvarmeværker og forventes fremover primært at blive baseret på biomasse. En stor del af fjernvarmen stammer også fra affaldsforbrændingsanlæg.

Til beregning af den samfundsøkonomiske varmepris er det nødvendigt at kende den tilhørende elproduktion samt brændselsforbruget. Disse størrelser er beregnet på baggrund af c_m -værdier samt totalvirkningsgrader for anlæggene i kraftvarmedrift. Ud over brændselspriser samt miljøomkostninger (CO , CO_2 , CH_4 , N_2O , SO_2 og NO_x) er der indregnet dækningsbidrag til reinvesteringer i fjernvarmeproduktionssystemet. Herudover er der indregnet variable drifts- og vedligeholdelsesomkostninger til produktionen.

Varmeproduktionen og lastfordeling er baseret på de samme fremskrivninger som anvendes Varmeplan Hovedstaden 3's "Alternativ 1"

Individuelle varmepumper

Individuelle luft-vand varmepumper er valgt som alternativ til fjernvarmeforsyning, fordi teknologien vurderes at være det mest konkurrencedygtige alternativ til fjernvarme.

En eldreven luft-vand varmepumpe bruger energien i udeluften til producere varme og varmt brugsvand til at kunne dække hele bygningens varmebehov.

Individuelle varmepumper forventes at have en høj energieffektivitet og indebærer – i modsætning til fjernvarme – ikke investering i et kollektivt varmforsyningsnet.

Varmepumpeløsningen indebærer lige som fjernvarme, at der installeres et vandbåret varmedistributionssystem baseret på radiatorer. I varmepumpen indgår en stor elpatron til spids- og reservelast, eftersom hver bygning er et selvstændigt varmforsynings-system, som selv må levere forsyningssikkerheden. El til varmepumpe og elpatron og øvrige pumper leveres fra det offentlige elnet. Der er taget hensyn til behovet for forstærkning af elnettet i scenariet med varmepumper.

Varmebehov

Der hersker nogen usikkerhed omkring størrelsen af det fremtidige varmebehov i lavenergibyggeri. I forbindelse med dimensionering af anlæg til varmforsyning, er det vurderingen, at man ikke vil se konstaterede varmeforbrug og effektbehov, der er i fuld overensstemmelse med Bygningsreglementet.

Derfor er der valgt at arbejde med forventede effektbehov (kW) og varmebehov (kWh), hvori det antages, at der vil være et behov for rumopvarmning, selvom BR 2020 lavenergibyggeri ikke indeholder et sådant.

Samlet varmebehov

På baggrund af bygningsarealet og forudsatte enhedsvarmebehov er det samlede varmebehov beregnet.

Forventet varmebehov i MWh	
Brugsvand	2.097
Opvarmning	3.206
I alt	5.303

Tabel 3 Forventet årligt varmebehov ved fuld udbygning

Fjernvarmesystemet

Fjernvarmeforsyning af Frederiks Brygge kræver, at der etableres nyt fjernvarmenet i området, som skal kobles sammen med hovedstadsområdets samlede fjernvarmesystem. Derudover skal der etableres stikledninger til

forsyning af de enkelte bygninger. Det antages, at netudbygningen vil ske i takt med udbygningen af boliger og erhverv i området.

Hovedledninger	Stikledninger	I alt
m tracé	m tracé	m tracé
770	680	1.450

Tabel 4 Stik- og hovedledninger i meter

Længden af stik- og hovedledninger er baseret på beregninger vha. HOFORs netsimuleringsmodel TERMIS og på information om det planlagte byggeri i området.

Ud over længden af stik- og hovedledninger har også dimensionen af ledningerne (diameteren) indflydelse på størrelsen af investeringsomkostningen.

Nettab

Beregningen af varmetabet fra nettet er også gennemført vha. TERMIS. Der er beregnet et marginalt nettab, det vil sige nettabet i de nye fjernvarmeledninger, der skal etableres af hensyn til forsyningen af Frederiks Brygge. Der er set bort fra nettabet i de eksisterende fjernvarmeledninger. I Tabel 5 er vist det beregnede nettab i såvel MWh per år som i procent af varmeleverancen.

Tab i fjernvarmenettet	
MWh	299 MWh
i procent	5 %

Tabel 5 Tab i distributionsnet og stikledninger

Investeringer

Investeringerne i fjernvarmeforsyning opdeles i to typer:

- Investeringer i net (stik- og hovedledninger), som HOFOR er ansvarlig for
- Investeringer i varmeinstallationer i bygningerne (tilslutningsanlæg), som ejer af bygningen er ansvarlig for.
- Drift og Vedligeholdelsesomkostninger på varmegærkerne er også indeholdt.

I den samfundsøkonomiske vurdering indgår begge typer af investeringer i opgørelsen af nutidsværdien.

Fjernvarmeinvesteringer og D&V	
<i>Nuværdi af omkostninger i 1000 kr.</i>	
I alt	20.800
Investeringer inkl scrapværdi	14.300
D&V	6.500

Tabel 6 Investeringer samt Drifts- & Vedligeholdelsesomkostninger for fjernvarme inkl. fjernvarmeproduktionen.

Baseret på HOFORs driftserfaringer forudsættes en levetid på 50 år for både fjernvarmenet og stikledninger.

For den økonomiske sammenligning mellem fjernvarmeforsyning og varmepumper spiller det ingen rolle, om det er radiatorer eller gulvvarme, man forudsætter installeret i bygningerne. Installationen vil være den samme i begge situationer. Derfor ses der i de økonomiske analyser bort fra radiatorsystem og brugsvandssystem.

Individuelle varmepumper

Et alternativ til fjernvarmeudbygning er individuelle luft-til-vand varmepumper. I tabellen nedenfor er vist den samlede investering og de samlede drifts- og vedligeholdelsesomkostninger i varmepumper og varmecentral (varmtvandsbeholder, ventiler m.v.).

Varmepumper - investeringer og D&V

Nuværdi af omkostninger i 1000 kr.

I alt	46.000
Investeringer inkl scrapværdi	38.700
D&V	7.300

Tabel 7 Investeringer samt Drifts- & Vedligeholdelsesomkostninger for varmepumper

Investeringerne i radiatorsystem og brugsvandssystem svarer til investeringerne i scenariet med fjernvarmeforsyning, hvorfor der også her er set bort fra dem i de økonomiske analyser.

På grund af større effektbehov er det forudsat, at elnettet skal forstærkes. DONG Energy har foretaget en generel vurdering af, hvor stort behovet vil være for netforstærkning – herunder en vurdering af investeringsbehovet.

Samfundsøkonomisk analyse

Tabellen nedenfor giver en samlet oversigt over samfundsøkonomien i fjernvarmeforsyning sammenlignet med en forsyningsløsning baseret på varmepumper på bygningsniveau i de enkelte bygninger.

I tabellen er nutidsværdien opsplittet på omkostningskategorier, så det er muligt at sammenligne forsyningsalternativerne på et mere detaljeret niveau.

Fjernvarmeforsyning er 20 mio.kr. eller knap 35 % billigere end forsyning med varmepumper.

Varmeforsyningens miljøomkostninger inkluderes i den samfundsøkonomiske analyse. Analysen inddrager udledningen af SO₂, NO_x og drivhusgasserne: CO₂, CH₄ og N₂O. Udledningen beregnes vha. emissionsfaktorer, som ganges på brændselsforbruget. Derefter værdisættes udledningen vha. miljøomkostningerne opgjort per kg eller ton.

Samfundsøkonomi	Fjernvarme	Varmepumper
<i>Nuværdi af omkostninger</i>	mio. kr.	mio. kr.
I alt	37,6	58,1
- investering (inkl. scrapværdi)	14,3	38,7
- brændsel (inkl. el)	22,0	16,0
- D&V	6,5	7,3
- CO ₂ (inkl. el)	1,1	-
- CH ₄	-0,0	0,0
- N ₂ O	0,0	0,0
- SO ₂	-0,0	0,1
- NO _x	0,9	0,3
- skatteforvridning	-1,3	-4,4
- reinvesterings, FV prod.	8,1	-
- salg af el	-13,9	-

Tabel 8 Nutidsværdi af samfundsøkonomiske omkostninger - 25-årig periode, mio. kr.

Investeringen udgør langt den største del af de samlede omkostninger. Varmepumpeløsningen har de største investeringsomkostninger. Til gengæld er det også den løsning, som har den laveste brændselsomkostning (inkl. el) på grund af varmepumpernes høje virkningsgrader på 3 (COP værdier). For fjernvarmescenariet kompenseres det relativt høje brændselsforbrug dog af indtægten fra salg af el på de kraftvarmeværker, som bidrager til produktionen af fjernvarme.

Drifts- og vedligeholdelsen af fjernvarmesystemet inkluderer både produktionen og distributionen af fjernvarme samt tilslutningsanlægget hos kunden. Varmepumpeløsningen inkluderer alene vedligeholdelse af varmepumpen hos kunden. Drifts- og vedligeholdelse af radiatorer og brugsvandssystem er som nævnt ovenfor ikke inkluderet i omkostningerne, da de er ens i begge forsyningsløsninger.

Reinvesteringer (afskrivninger) i fjernvarmeproduktionen er inkluderet i de samlede omkostninger for fjernvarmeløsningen. I investeringsomkostningerne for varmepumperne er inkluderet omkostninger som følge af opgradering af elnettet til at kunne forsyne varmepumpernes effektbehov.

Fjernvarmeforsyningen har lavere nettomiljøomkostninger end varmepumpeløsningen. Den væsentligste grund er samproduktionen mellem el

og varme, der fortrænger anden elproduktion. Når der ikke figurerer en CO₂-udledning fra varmepumperne skyldes det, at CO₂-kvoteprisen er inkluderet i elprisen. På samme måde er fjernvarmens CO₂-fortrængning inkluderet i posten "salg af el," hvorfor posten "CO₂-(inkl. el)" er bruttoudledningen.

At omkostningen ved NO_x-udledning fra varmepumpeløsningen er lavere end for fjernvarme skyldes bl.a., at varmepumpen på grund af den høje virkningsgrad (COP) bruger langt mindre energi til at producere varmen, end der bruges til at producere og distribuere fjernvarmen.

Følsomhedsanalyser

Der er gennemført en følsomhedsanalyse på de væsentligste forudsætninger, der viser at projektet er robust over for relativt store ændringer i forudsætningerne.

Som det fremgår af tabellen er projektet mest følsomt overfor kraftige fald i investeringen på varmepumper, mens en højere elpris vil have en stærk positiv effekt.

Samfundsøkonomi		Fjernvarme		Varmepumper	
Nuværdi af omkostninger		mio. kr.		mio. kr.	
I alt		37,6		58,1	
Følsomhedsanalyser	20% højere	20% højere	20% lavere	20% lavere	
NPV-værdi mio. kr.	Fjernvarme	Varmepumper	Fjernvarme	Varmepumper	
Elpris	34,8	61,3	40,4	54,9	
Varmebehov	42,0	61,3	33,2	54,9	
Investering	40,5	65,8	34,8	50,3	
Brændselspris	42,0	-	33,2	-	

Tabel 9 Forskellige følsomheder. Bemærk at øget brændselspris for varmepumper svarer til øget brændselsforbrug, hvorfor den er udeladt. Grundscenariet vises som sammenligning

Forbrugerøkonomi

I modsætning til den samfundsøkonomiske analyse, så inkluderes energifgifterne i den brugerøkonomiske analyse direkte i brændselsomkostningen (inkl. el) og ikke indirekte gennem skatteforvridningseffekten.

Scenariet med fjernvarme har samlet set de laveste forbrugerøkonomiske omkostninger set over projektperioden på 25 år. Omkostningerne er godt 23 % lavere end forbrugeromkostningerne ved varmepumper. I tabellen nedenfor kan nutidsværdien af omkostningerne forbundet med forsyningsalternativerne sammenlignes.

Forbrugerøkonomi	Fjernvarme	Varmepumpe
<i>Nuværdi af omkostninger</i>		
NPV-værdi	63,7	82,6
- køb af fjernvarme inkl. afgifter	56,6	-
- køb af el inkl. afgifter	-	46,0
- investering inkl. scrapværdi	5,7	30,4
- D&V	1,3	6,3

Tabel 10 Nutidsværdi af forbrugeromkostninger - 25-årig periode, mio. kr.

Det fremgår af tabellen, at fjernvarmeløsningen har langt de laveste investeringsomkostninger. Til gengæld betaler fjernvarmekunderne godt en tredjedel mere for varmen sammenlignet med kunder, som har investeret i en varmepumpe. Varmepumpernes høje virkningsgrad er igen en væsentlig forklaring på forskellen i omkostningerne til køb af energi.

HOFOR økonomi

Nutidsværdien af HOFORs dækningsbidrag – opgjort som forskellen mellem indtægten fra salg af fjernvarme og udgiften til køb af fjernvarme over perioden er vist i tabellen nedenfor. HOFOR har et samlet dækningsbidrag på 18,4 mio.kr. ved salg af fjernvarme i lokalplanområdet Frederiks Brygge. HOFOR har ingen indtægt eller udgift, hvis området forsynes af varmepumper.

HOFORs	
dækningsbidrag	Fjernvarme
<i>Nuværdi af nettoindtægter</i>	
I alt	18,4
- køb af fjernvarme	38,2
- salg af fjernvarme	56,6

Tabel 11 Nutidsværdi af HOFORs dækningsbidrag - 25-årig periode, mio. kr.

Energi- og miljøanalyse

Miljø- og energianalysen er gennemført i slutåret for den fulde udbygning af området. Tabellen nedenfor viser de årlige værdier for henholdsvis varmeproduktion, brændselsforbrug, forbrug af el (opgjort netto som forbrug minus produktion af el på kraftvarmeanlæg) samt nettoemissioner fra varmeproduktion.

Det fremgår, at varmeproduktionen er lidt højere i fjernvarmescenariet end i varmepumpescenariet, hvilket skyldes nettab i fjernvarmesystemet. Det fremgår endvidere, at fjernvarmescenariet har et brændselsforbrug, der er væsentligt højere end elforbruget til varmepumperne. Det skyldes den høje virkningsgrad (COP) i varmepumpen, og at brændselsforbruget til varme også inkluderer

forbruget af brændsel til produktion af el på de kraftvarmeverker, som leverer varme til fjernvarmesystemet.

Endelig fremgår det af tabellen, at fjernvarmescenariet reducerer CO₂-udledningen med 2000 tons i forhold til alternativet. CO₂-gevinsten i fjernvarmescenariet skyldes, at der på de københavnske kraftvarmeverker produceres el og varme i samproduktion, bl.a. baseret på biomasse, som Energistyrelsen definerer som CO₂-neutralt, og at den producerede el fortrænger anden el-produktion i systemet med en relativ høj CO₂-udledning.

Nøgletal		FV minus VP		
		Fjernvarme	Varmepumper	VP
Varmeproduktion	MWh	5.600	5.300	300
Brændselsforbrug	MWh	7.270	-	7.270
- fjernvarme	MWh	142	-	142
Forbrug af el	MWh	-1.820	1.430	-3.250
- forbrug i VP og elpatroner	MWh	-	1.430	-1.430
- elproduktion fra KV	MWh	1.820	-	1.820
Nettoemissioner, varme				
- CO ₂	ton	-970	1.030	-2.000
- CH ₄	ton	-0	0	-0
- N ₂ O	ton	0	0	0
- SO ₂	ton	0	0	-0
- NO _x	ton	2	1	1

Tabel 12 Varmeproduktion, brændselsforbrug, forbrug af el samt nettoemissioner fra varmeproduktion i slutåret 2039

Miljøeffekterne af fjernvarmeproduktionen beregnes på baggrund af en prognose for sammensætningen af HOFORs fjernvarmeproduktion baseret på de værker, som leverer fjernvarmen, og værkernes brændselsforbrug. I beregningen tages der hensyn til, at kraftvarmeverkerne producerer el i samproduktion med varme, og at den producerede el fortrænger anden el i systemet

En ikke værdisat miljøeffekt er, at varmepumper afgiver støj fra den udendørs kompressor. Der er en støjgrænse på 35 dB målt ved skel til nabo, men der findes ikke præcise krav til støj fra varmepumper.

Særlige forhold og kommentarer

Intet at bemærke.