

10. AUGUST 2016
HOFOR

Fjernvarmeforsyning af lokalplanområdet

Faste Batteri III

PROJEKTFORSLAG I HENHOLD TIL LOV OM VARMEFORSYNING



INDHOLD

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

Indledning

Denne rapport er et projektforslag om etablering af fjernvarmeforsyning i lokalplanområdet Faste Batteri III. 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.

Teknik og Miljøudvalget i Københavns Kommune ansøges herved om godkendelse af projektforslaget om etablering af fjernvarmeforsyning i området Faste Batteri III.

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 projektgodkendelsen.

Resumé

Som alternativ til fjernvarmeforsyning er forsyning med individuelle luft-vand varmepumper blevet analyseret. En luft-vandvarmepumpe bruger energien i udeluften til at dække varmebehovet i bygningen både til opvarmning og til varmt brugsvand. Varmepumpen er koblet til et radiator- og brugsvandssystem i bygningen.

¹ LBK 1184 af 14. december 2011

² BEK 825 af 29. juni 2016. Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmeforsyningsanlæg.

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
Nuværdi af omkostninger	mio. kr.	mio. kr.
I alt	27,1	55,7

Tabel 1 Samfundsøkonomisk nutidsværdi af omkostningerne i de analyserede alternativer

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

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

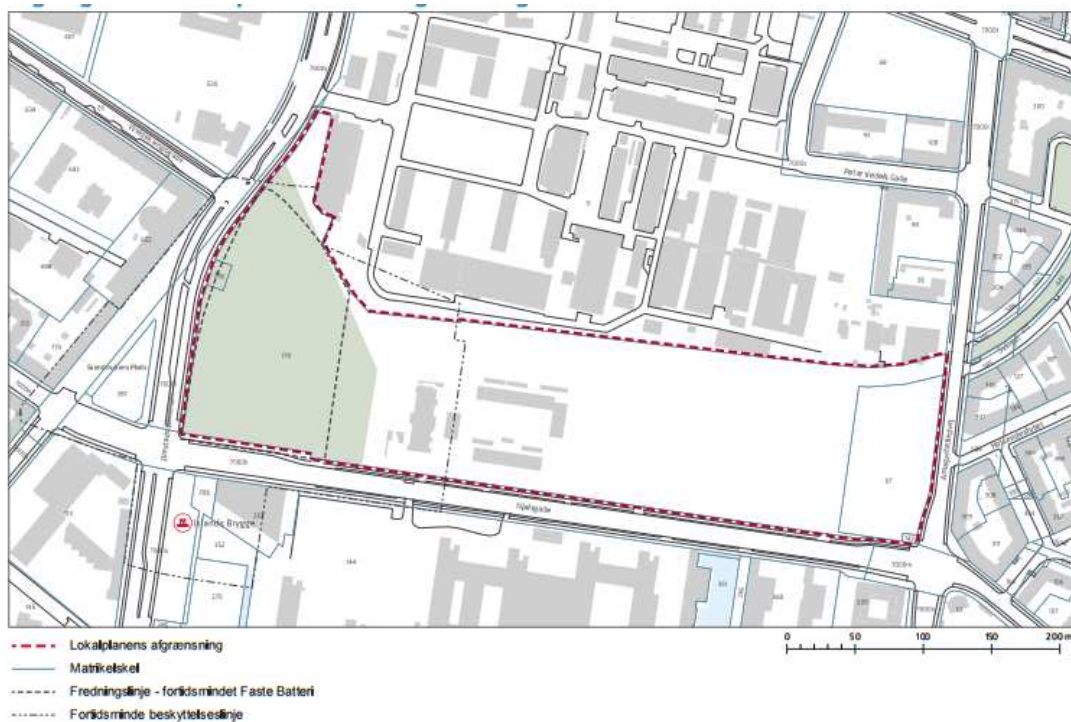
Energianalysen viser, at fjernvarmescenariet har et brændselsforbrug, der er højere end elforbruget til varmepumperne. Det skyldes den høje virkningsgrad (COP) i varmepumperne, nettabet i fjernvarmesystemet, og at brændselsforbruget til elproduktion på kraftvarmeverkerne regnes med i fjernvarmens brændselsforbrug.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



Figur 1 Lokalplanområdet Faste Batteri III. Den røde stiplede linje afgrænser lokalplanområdet.
Illustration fra lokalplanen

Lokalplanområdet afgrænses som vist på figur 1 og omfatter ejendommene matr.nr. 67, 147, 170 og 386 Eksercerpladsen, København, og alle parceller, der efter den 1. maj 2015 udstykkes i området

Etageareal for bebyggelsen		
Boliger	67.000	m ²
Erhverv	58.000	m ²
I alt	125.000	m²

Tabel 2 Samlet etageareal for Faste Batteri III i følge lokalplanen

Figur 2 Akkumuleret udbygning opgjort i etagekvadratmeter

Varmeforsyning

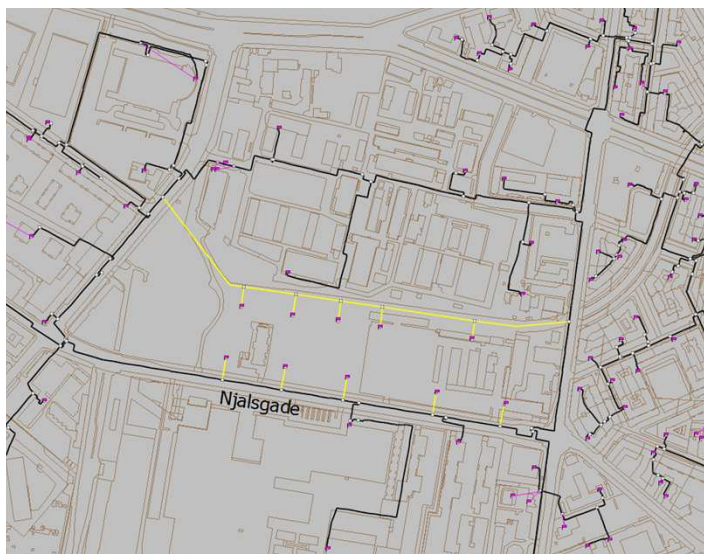
Som alternativ til at forsyne området med fjernvarme er forsyning med individuelle luft-til-vand varmepumper blevet analyseret. HOFOR vurderer, at denne forsyningsløsning er det mest konkurrencedygtige og realistiske alternativ til fjernvarme.

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

Fjernvarmeforsyning

Projektforslaget om fjernvarmeforsyning af Faste Batteri III omhandler etablering af fordelings- og stikledninger og dermed tilslutning til det københavnske fjernvarmedistributionsnet, hvor varmen leveres fra de centrale kraftvarmeværker, 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 Faste Batteri III

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 kraftvarmeverker 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, CO₂, CH₄, N₂O, SO₂ 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 varmeforsyningsnet.

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 varmeforsynings-system, som selv må levere forsyningsikkerheden. 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	1.100
Opvarmning	3.800
I alt	4.900

Tabel 3 Forventet årligt varmebehov ved fuld udbygning

Fjernvarmesystemet

Fjernvarmforsyning af Faste Batteri III 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
570	270	840

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 (diametere) 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 Faste Batteri III. Der er set bort fra nettabet i de eksisterende fjernvarmeledninger. I Tabel 5 er vist det beregnede nettab i såvel GWh per år som i procent af varmeleverancen.

Tab i fjernvarmenettet

MWh	138	MWh
i procent	3	%

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 varmekærkerne er også indeholdt.

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

Fjernvarmeinvesteringer og D&V

Nuværdi af omkostninger i 1000 kr.

I alt	12.400
Investeringer inkl scrapværdi	9.500
D&V	2.900

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	38.600
Investeringer inkl scrapværdi	32.500
D&V	6.100

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.

Beregningerne er foretaget i HOFORs samfundsøkonomiske beregningsværktøj Zarathustra. Forudsætningerne er mere indgående beskrevet i vedlagt forudsætningsnotat.

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	27,1	55,7
- investering (inkl. scrapværdi)	9,5	32,5
- brændsel (inkl. el)	19,7	18,6
- D&V	2,9	6,1
- CO2 (inkl. el)	0,6	-
- CH4	-0,0	0,0
- N2O	0,0	0,0
- SO2	-0,0	0,1
- NOX	0,8	0,2
- skatteforvridning	-0,9	-1,8
- reinvesteringer, FV prod.	7,3	-
- salg af el	-12,7	-

Tabel 8 Således regnede Zarathustra: 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		27,1		55,7	
Følsomhedsanalyser	20% højere	20% højere	20% lavere	20% lavere	
NPV-værdi mio. kr.	Fjernvarme	Varmepumper	Fjernvarme	Varmepumper	
Elpris	24,5	59,4	29,6	52,0	
Varmebehov	31,0	59,4	23,2	52,0	
Investering	29,0	62,2	25,2	49,2	
Brændselspris	31,0	-	23,2	-	

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. I tabellen nedenfor kan nutidsværdien af omkostningerne forbundet med forsyningsalternativerne sammenlignes.

Forbrugerøkonomi	Fjernvarme	Varmepumpe
Nuværdi af omkostninger		
NPV-værdi	49,6	73,1
- køb af fjernvarme inkl. afgifter	45,7	-
- køb af el inkl. afgifter	-	42,5
- investering inkl. scrapværdi	3,2	25,4
- D&V	0,8	5,3

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 ingen indtægt eller udgift, hvis området forsynes af varmepumper.

HOFORs	
dækningsbidrag	Fjernvarme
<i>Nuværdi af nettoindtægter</i>	mio. kr
I alt	15,1
- køb af fjernvarme	30,6
- salg af fjernvarme	45,7

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 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
		Fjernvarme	Varmepumper	minus VP
Varmeproduktion	MWh	5.030	4.890	140
Brændselsforbrug	MWh	6.530	-	6.530
- fjernvarme	MWh	128	-	128
Forbrug af el	MWh	-1.640	1.320	-2.960
- forbrug i VP og elpatroner	MWh	-	1.320	-1.320
- elproduktion fra KV	MWh	1.640	-	1.640
Nettoemissioner, varme				
- CO2	ton	30	240	-210
- CH4	ton	-0	0	-0
- N2O	ton	0	0	0
- SO2	ton	0	0	-0
- NOX	ton	2	0	1

Tabel 12 Varmeproduktion, brændselsforbrug, forbrug af el samt nettoemissioner fra varmeproduktion i slutåret 2040

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.

