

JUNI 2017  
HOFOR

# Etablering af eldreven havvands- /spildevandsvarmepumpe på Sjællandsbroens Pumpestation (udviklingsprojekt)

PROJEKTFORSLAG I HENHOLD TIL LOV OM VARMEFORSYNING



## INDHOLD

1	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
1.2	Udviklingsprojekt støttet af EUDP	2
1.3	Anmodning om godkendelse af projektforslag	3
2	Projektansvarlige	5
3	Forholdet til varmeplanlægningen	6
4	Forholdet til anden lovgivning	8
5	Fastsættelse af forsyningsområde og varmebehov m.v.	9
5.1	Forsyningsområde og varmebehov	9
5.2	Tekniske anlæg som etableres	9
6	Tidsplan	11
7	Arealafståelse, servitutpålæg m.m.	12
8	Forhandlinger med berørte parter	13
9	Økonomiske konsekvenser for brugerne	14
10	Energi- og miljømæssige samt samfunds- og selskabsøkonomisk vurdering	15
10.1	Metode	15
10.2	Generelle forudsætninger	16
10.3	Forudsætninger for fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet	17

10.4	Resultater	18
------	------------	----

## BILAG

Bilag A	Billede af området, hvor varmepumpen placeres	24
---------	---	----

# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

Biomasse og -affaldskraftvarme er i dag den billigste og mest bæredygtige måde at producere VE-fjernvarme på. Det kan ændre sig i fremtiden, bl.a. fordi prisen på biomasse kan stige ved ændrede afgifter og fordi der i fremtiden kan være øget efterspørgsel efter biomasse, eksempelvis fra transportsektoren. Det betyder, at der på sigt er behov for alternative og supplerende fjernvarmeteknologier.

Varmepumper er den mest lovende grønne teknologi til at erstatte den eksisterende grundlast, fordi varmepumper kan udnytte varmekilder med en relativ lav temperatur, der ellers ikke kan bruges til fjernvarme. Det omfatter varmekilder som geotermi, industriel overskudsvarme, spildevand, havvand, grundvand og luft.

I hovedstadens fjernvarmesystem forudsættes fra ca. 2030 at være behov for omkring 300 MJ/s ny varmeproduktionskapacitet til erstatning for udtjente kraftværksblokke, jf. den seneste varmeforsyningsplan. Hvis denne kapacitet skal dækkes af varmepumper er det nødvendigt med en successiv udbygning fra midten af 2020'erne.

Der findes i dag ikke kommercielle varmepumper i størrelser, der svarer til det forventede behov i hovedstadsområdet. Det kræver teknologimodning og opskalering af varmepumper, særlig pga. de danske regler om, at der skal anvendes varmepumper med naturlige kølemidler, som ikke findes som kommerciel storskalateknologi i dag.

Med den tidshorisont og den teknologiudvikling, der stadig mangler, skal udviklingen af teknologien til indpasning i større fjernvarmesystemer samt opbygningen af driftserfaringer påbegyndes allerede nu, hvis varmepumper skal kunne udgøre en større del af fjernvarmeforsyningen i fremtiden.

## 1.2 Udviklingsprojekt støttet af EUDP

HOFOR, CTR og VEKS deltager sammen med en række andre aktører, herunder varmepumpeleverandører og forskningsinstitutioner, i et eksperimentelt udviklingsprojekt støttet af Energistyrelsens EUDP-program om udvikling af to store eldrevne varmepumper på hver 5 MJ/s varmekapacitet. Formålet er at teste, om varmepumper kan udgøre en del af varmeforsyningen fremover, dels som supplement, og dels til erstatning af biomassekraftvarme. Den ene varmepumpe skal testes med både havvand og spildevand som varmekilde. Den anden varmepumpe testes med geotermi som varmekilde.

Den endelige investeringsbeslutning forventes at blive taget i de tre selskaber senest august 2017. I første omgang søges forud for den endelige investeringsbeslutning projektdokumentation for varmepumpen på havvand og spildevand.

**Dette projektforslag vedrører alene den ene af de to varmepumper, dvs. havvands-/spildevandsvarmepumpen, som ønskes etableret på grunden ved Sjællandsbroens Pumpestation ejet af HOFOR.**

Sammenlignes havvands-/spildevandsvarmepumpen med dagens varmeproduktionsteknologier på naturgas- eller biomassekraftvarme har varmepumpen en negativ selskabs- og samfundsøkonomi. Dermed opfylder projektet ikke kravet i varmeforsyningsloven om at være det samfundsøkonomisk mest fordelagtige med disse forudsætninger.

I udviklings- og demonstrationsprojekter som denne varmepumpe kan der ikke nødvendigvis stilles krav om en positiv samfundsøkonomi til grund for godkendelsen. Det skyldes, at et sådant projekt ikke med rimelighed kan konkurrere med dagens teknologier, men netop er en del af en samlet strategi om udvikling af fremtidens varmeproduktionsteknologier, der kan supplere og erstatte biomassekraftvarme.

Ej heller opfylder projektet kravet om, når det etableres i et centralt kraftvarmeområde, at være et kraftvarmeanlæg.

Det er vigtigt, at demonstrationen fører til udvikling af teknologien og på sigt en bedre økonomi for varmepumper. HOFOR, CTR og VEKS har supplerende udarbejdet en samfundsøkonomisk vurdering af den mere langsigtede teknologiske opskalering af varmepumper samt kortlægning af potentialet for havvand og spildevand som varmekilde. Foreløbige vurderinger peger på, at der er et potentiale for varmepumper på havvand og spildevand, der kan indpasses i hovedstadens varmesystem, svarende til behovet for ny kapacitet omkring 2030. De økonomiske vurderinger af de langsigtede perspektiver inklusiv teknologiudvikling peger på, at der vil kunne opnås samfunds- og selskabsøkonomi på linje med dagens varmeproduktionsteknologier.

Udviklings- og demonstrationsprojektet skal medvirke til at sikre, at varmepumper bliver et teknologisk tilgængeligt valg, der kan supplere biomasse og udnytte vindkraft med en fornuftig økonomi.

I et fremtidigt system vurderes større eldrevne varmepumper med lavere investeringsomkostninger, ved øgede biomassepriser (markedspris eller afgifter) eller ved reducerede afgifter på el, således at kunne blive selskabs- og samfundsøkonomisk konkurrencedygtige.

Da der er tale om et udviklings- og demonstrationsprojekt (også støttet af EUDP), har Energistyrelsen mulighed for at give dispensation for de ovenfor omtalte krav i varmforsyningsloven. Ved indsendelse af projektansøgningen for varmepumpen søges Københavns Kommune om godkendelse, herunder også at ansøge Energistyrelsen om dispensation for forholdet om samfundsøkonomi og kraftvarmekrav.

**HOFOR, CTR og VEKS ansøger om at etablere den aktuelle varmepumpe med havvand og spildevand som varmekilder for at få erfaring med udvikling og drift af eldrevne varmepumper. Økonomisk kan varmepumpen ikke konkurrere med dagens biomasse- og affaldskraftvarme. Det er vurderingen, at projektet er et skridt på vejen for at udvikle varmepumper teknologisk og økonomisk, så varmepumper kan blive en del af fremtidens fjernvarmesystem med henblik på at supplere og erstatte biomassekraftvarme på sigt samt på at udnytte vindkraft. Samtidig kan det medvirke til at gøre fremtidens varmepris mere robust overfor ændrede forudsætninger mht. biomassepriser og afgifter ved at have et alternativ**

### 1.3 Anmodning om godkendelse af projektforslag

Det er kommunerne, der godkender varmeplanlægningen i Danmark. Det vil sige, at det er kommunalbestyrelsen, der tager den endelige beslutning om, hvordan varmeplanlægningen og udbygningen skal foregå i kommunen. Efter som der mht. den eldrevne varmepumpe på Sjællandsbroens Pumpestation er tale om et kollektivt varmforsyningsanlæg (se afsnit 3) skal der derfor udarbejdes et projektforslag (indeværende dokument), som forelægges kommunalbestyrelsen til godkendelse.

Dette projektforslag er udfærdiget i henhold til Lovbekendtgørelse nr. 1307 af 24. november 2014 om varmforsyning med senere ændringer og Bekendtgørelse nr. 1124 af 23. september 2015 (Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg).

Som beskrevet i afsnit 3 opfylder projektet ikke to af de grundlæggende krav, som sædvanligvis skal være opfyldt, for at et varmforsyningsprojekt kan blive godkendt:

- › Projektet skal være det mest samfundsøkonomisk fordelagtige
- › Anlægget skal, når der er tale om et centralt kraftvarmeområde, indrettes som kraftvarmeanlæg (kraftvarmekrav)

Eftersom der er tale om et udviklings- og demonstrationsprojekt, som i øvrigt er støttet af Energistyrelsens EUDP program, har Energistyrelsen mulighed for at give dispensation for reglerne i Projektbekendtgørelsen jf. §30 i Projektbekendtgørelsen.

Københavns Kommune ansøges således om at godkende projektforslaget og i den forbindelse søge Energistyrelsen om dispensation for forholdet omkring samfundsøkonomi samt kraftvarmekravet.



## 2 Projektansvarlige

Den ansvarlige for projektet er:

HOFOR A/S  
Ørestadsboulevard 35  
DK-2300 København S

Kontaktperson:  
Thomas Engberg Pedersen  
Tlf.: 27 95 44 06  
E-mail: [thep@hofor.dk](mailto:thep@hofor.dk)

### 3 Forholdet til varmeplanlægningen

Da varmepumpen er et fjernvarmeforsyningsanlæg og da varmepumpens varmekapacitet er over 0,25 MW er der tale om et kollektivt varmeforsyningsanlæg omfattet af §2 i lov om varmeforsyning<sup>1</sup>.

A §3, stk. 1 i Projektbekendtgørelsen<sup>2</sup> fremgår det, at projekter for kollektive varmeforsyningsanlæg, der er omfattet af bilag 1 til Projektbekendtgørelsen, herunder varmepumper til kombineret produktion af varme og køling, skal forelægges kommunalbestyrelsen til godkendelse.

En ansøgning om godkendelse af projekter (projektforslag) for kollektive varmeforsyningsanlæg skal være skriftlig og ledsaget af følgende oplysninger i det omfang, som er nødvendigt for kommunalbestyrelsens vurdering af projektet:

- › *Ansøgning om godkendelse af projekter (projektforslag) for kollektive varmeforsyningsanlæg skal være skriftlig og ledsaget af følgende oplysninger i det omfang, som er nødvendigt for kommunalbestyrelsens vurdering af projektet:*
  - 1) *Den eller de ansvarlige for projektet.*
  - 2) *Forholdet til varmeplanlægningen, herunder forsyningsforhold og varmekilder, jf. § 4, og forholdet til kommune- og lokalplaner.*
  - 3) *Forholdet til anden lovgivning, herunder til lov om elforsyning og lov om naturgasforsyning.*
  - 4) *Fastlæggelse af forsyningsområde og varmebehov, fastlæggelse af hvilke tekniske anlæg, herunder ledningsnet, der påtænkes etableret eller ændret, og anlæggets kapacitet, forsynings sikkerhed og andre driftsforhold samt for affaldsforbrændingsanlæg forholdet mellem forbrændingskapaciteten og affaldsgrundlaget, jf. § 50 b i lov om miljøbeskyttelse eller regler udstedt i medfør heraf.*
  - 5) *Tidsplan for etableringen eller ændringen og ved konverteringsprojekter en redegørelse for varmegrundlaget og konverteringsforløbet.*
  - 6) *Arealafståelser, servitutpålæg og evt. aftaler med grundejere m.v., der er nødvendige for anlæggets gennemførelse.*
  - 7) *Redegørelse for projektansøgers forhandlinger med, herunder evt. udta-*

<sup>1</sup> LBK nr. 1307 af 24/11/2014

<sup>2</sup> BEK nr. 1124 af 23/09/2015

*lenser fra berørte forsyningsselskaber og virksomheder m.fl.*

*8) Økonomiske konsekvenser for forbrugerne.*

*9) Energi- og miljømæssige vurderinger samt samfunds- og selskabsøkonomiske vurderinger.*

*10) Samfundsøkonomisk analyse af relevante scenarier. For projektforslag, der vedrører etablering eller udvidelse af varme- eller naturgasdistributionsnet, anses individuel forsyning for et relevant scenarium.*

Indeværende projektforslag omfatter på den baggrund en beskrivelse af projektet i overensstemmelse med punkterne ovenfor.

Kommunalbestyrelsen skal ifølge Projektbekendtgørelsen som udgangspunkt kun godkende et projekt, hvis projektet er det mest samfundsøkonomisk fordelagtige. Herudover gælder det, jf. Projektbekendtgørelsens §13, at kommunalbestyrelsen ved etablering af produktionsanlæg med en varmekapacitet over 1 MJ/s til levering af opvarmet vand eller damp til et fjernvarmenet, der forsynes af et centralt kraftvarmeanlæg, kun kan godkende projektet, hvis anlægget indrettes som kraftvarmeanlæg.

Der er således umiddelbart følgende to krav til projektet vedr. etablering af varmepumpen på Sjællandsbroens Pumpestation:

- › Projektet skal være det mest samfundsøkonomisk fordelagtige
- › Anlægget skal indrettes som kraftvarmeanlæg

Projektet vedr. havvands-/spildevandsvarmepumpen på Sjællandsbroens Pumpestation opfylder ikke disse to krav:

- › Som beregningerne i afsnit 10 viser, er demonstrationsprojektet ikke samfundsøkonomisk fordelagtigt, idet den driftsnytte<sup>3</sup> som varmepumpen genererer i systemet over tid er mindre end investeringsomkostningerne og de løbende D&V-omkostninger. I et fremtidigt system med evt. øgede biomassepriser, som følge af afgiftsmæssige ændrede eller markedsudvikling samt ved etablering af større varmepumper med lavere specifikke investeringsomkostninger forventes det dog, at eldrevne varmepumper i fjernvarmesystemet kan blive samfundsøkonomisk fordelagtige.
- › Kravet om kraftvarmeanlæg er ikke muligt at opfylde, da en varmepumpe pr. definition ikke er et kraftvarmeanlæg.

**Af §30 i Projektbekendtgørelsen fremgår det imidlertid, at Energistyrelsen i særlige tilfælde kan dispensere fra reglerne i Projektbekendtgørelsen – eksempelvis ved udviklings- og demonstrationsprojekter, hvilket der er tale om i dette tilfælde.**

<sup>3</sup> Driftsnytten defineres som de driftsmæssige besparelser, der opnås ved, at varmepumpens drift, fortrænger drift på produktionsteknologier med dyrere driftsomkostninger. Driftsomkostningerne er for de fleste teknologier meget afhængige af antagelserne vedr. udviklingen i brændselspriser.

## 4 Forholdet til anden lovgivning

Projektforslaget vedrører ikke el- og naturgasforsyning, hvorfor lov om elforsyning og lov om naturgasforsyning ikke har relevans for projektet.

Når projektet er etableret, vil der blive afholdt afgifter efter elafgiftsloven (elafgift).

Projektet vurderes i øvrigt at være i overensstemmelse med gældende lovgivning.

## 5 Fastsættelse af forsyningsområde og varmebehov m.v.

### 5.1 Forsyningsområde og varmebehov

Varmepumpen kommer til at levere varme til Hovedstadens samlede fjernvarmesystem, som har et årligt varmebehov på cirka 35 PJ.

Varmepumpen vurderes at komme til at producere mellem 0,02 og 0,05 PJ varme pr år svarende til cirka 0,1 % af Hovedstadens samlede varmebehov.

### 5.2 Tekniske anlæg som etableres

Varmepumpen etableres på Sjællandsbroens Pumpestation i en separat ny bygning (se også Bilag A).

Havandet/spildevandet, som har en temperatur 2-26 °C afhængigt af årstiden, ledes ind i varmepumpen og nedkøles til 0,5-4 °C.

På den varme side af varmepumpen opvarmes fjernvarmevand fra en returtemperatur på 44-54 °C grader til en fremløbstemperatur på 68-90 °C afhængig af årstiden.

De tekniske anlæg som etableres er følgende:

- › Bygning (varmepumpecentral)
- › Varmepumpe til produktion af varme
- › El-tilslutning
- › Tilslutning til spildevandsledning
- › Tilslutning til havvand (havvandsindtag og afkast)

› Tilslutning til fjernvarmenet

Det er HOFOR der er bygherre på det samlede projekt på vegne af samarbejdet med CTR og VEKS, og anlægsprojektet inkluderer bygning, varmepumpeanlæg, el-tilslutning, tilslutning til spildevand og havvand samt tilslutning til fjernvarmenettet.

Den varmepumpe-teknologi, der anvendes er ammoniakbaserede kompressorer.

Der er behov for en el-effekt på ca. 2,6 MW.

- › Det samlede budget for varmepumpen inkl. bygning samt tilslutninger til el, fjernvarme og geotermivand samt inkl. usikkerhed (15 %) er vurderet til 73,7 mio. kr. Der ydes et tilskud fra EUDP på 6,1 mio. kr. således at den samlede investeringsomkostning (netto) er på 67,5 mio. kr.

## 6 Tidsplan

Detailprojektering, kravspecifikationer, udbud og kontrahering er påbegyndt i 2016 og forventes afsluttet i foråret 2017.

Anlægget forventes indkørt medio 2018 og forventes driftsklart til test ved udgangen medio 2018.

## 7 Arealafståelse, servitutpålæg m.m.

Varmepumpen samt stikledning placeres på pumpestationens grund, som er ejet af HOFOR. Der vil således ikke være behov for arealafståelser eller servitutpålæg.



## 8 Forhandlinger med berørte parter

Der er ingen berørte parter ud over HOFOR og de øvrige varmeselskaber, CTR og VEKS, som alle er med i det fælles EUDP projekt.

## 9 Økonomiske konsekvenser for brugerne

De tre varmeselskaber, HOFOR, CTR og VEKS deler omkostningerne til test af varmepumpen ligeligt i mellem sig. Herudover gælder det, at Energistyrelsens udviklings- og demonstrationsprogram, EUDP, støtter projektet økonomisk, idet der er tale om et udviklings- og demonstrationsprojekt.

Da HOFOR, CTR og VEKS er hvile-i-sig-selv selskaber er selskabsøkonomien og brugerøkonomien sammenfaldende.

Udviklings- og demonstrationsprojektet medfører isoleret set et selskabsøkonomisk underskud (se kapitel 10) og dermed også en omkostning for varmekorbrugerne i hovedstadsområdet. Varmepumpens kapacitet samt omkostningerne som følge af projektet er dog relativt små i forhold til det samlede varmesystem.

På sigt er det forventningen, at projektet kan være med til at bane vejen for yderligere store eldrevne varmepumper i fjernvarmesystemet, og at disse vil have en positiv effekt, både samfundsøkonomisk, selskabsøkonomisk og brugerøkonomisk.

## 10 Energi- og miljømæssige samt samfunds- og selskabsøkonomisk vurdering

### 10.1 Metode

For at kunne vurdere, hvilken energimæssig, miljømæssig og økonomisk betydning varmepumpen har, er det nødvendigt at analysere, hvordan driften af varmepumpen spiller sammen med fjernvarmesystemet. Det er nødvendigt at finde ud af, dels i hvilken udstrækning det er rentabelt at køre med varmepumpen, og dels hvilken anden varmeproduktion, som varmepumpen fortrænger.

Analyserne af fjernvarmesystemet er gennemført vha. Balmorel modellen<sup>4</sup>, som også anvendes i forbindelse med bl.a. Varmeplan Hovedstaden<sup>5</sup>. Modellen simulerer el- og varmeproduktionen i hovedstadsområdet under hensyntagen til udviklingen i det samlede dansk-/nordiske el-marked. Som input til modellen er bl.a.:

- › Data for produktionsanlæg (el og varme)
- › Brændselspriser
- › Energiafgifter og tilskud
- › CO<sub>2</sub>-kvotepris
- › Varmetransmissionsbegrænsninger i fjernvarmesystemet

Betydningen af varmepumpen i fjernvarmesystemet vurderes ved at sammenligne en Balmorel-kørsel hhv. med og uden varmepumpen. Ud fra denne sammenligning er det muligt at vurdere, hvor meget nettovarmeproduktionsomkostningerne til produktion af varme reduceres som følge af varmepumpen. I disse

---

<sup>4</sup> [www.balmorel.com](http://www.balmorel.com)

<sup>5</sup> [www.varmeplanhovedstaden.dk](http://www.varmeplanhovedstaden.dk)

omkostninger indgår bl.a. også værdien/tabets af øget/reduceret el-produktion på kraftvarmeverkerne. Herudover er det muligt at vurdere, hvilke anlæg som ændrer produktion som følge af varmepumpens drift, samt opgøre de resulterende ændringer i brændselsforbrug og emissioner.

I omkostningsberegningerne i Balmorel indgår alene produktionsafhængige indtægter og udgifter. Investeringsomkostninger samt faste D&V-omkostninger indgår ikke, da disse omkostninger ikke påvirker lastfordelingen. Den driftsøkonomiske konsekvens som følge af at varmepumpen leverer varme til fjernvarmesystemet som fundet i Balmorel, skal derfor efterfølgende holdes op imod den øgede investeringsomkostning og de øgede faste D&V-omkostninger for varmepumpen.

De økonomiske beregninger opgøres både selskabsøkonomisk og samfundsøkonomisk.

Afgifter indgår ikke direkte i den samfundsøkonomiske analyse, men opgøres til brug for beregning af det såkaldte skatteforvridningstab. I den samfundsøkonomiske analyse multipliceres alle faktorpriser med nettoafgiftsfaktoren.

I den selskabsøkonomiske analyse er set på den økonomiske konsekvens for fjernvarmeforsyningen i hovedstadsområdet, herunder ændringer i brændselsomkostninger, afgifter samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter. Eftersom det samlede varmesalg ikke påvirkes af varmepumpens drift, er varmeforsyningens indtægt uændret. Den selskabsøkonomiske konsekvens svarer derfor alene til de ændrede varmeproduktionsomkostninger i fjernvarmesystemet.

I den selskabsøkonomiske analyse er der sat lighedstegn mellem den selskabsøkonomiske nytte for varmeselskaberne som følge af varmepumpen og de sparrede nettovarmeproduktionsomkostninger i systemet. Dette er en rimelig antagelse eftersom varmeprisen er omkostningsbestemt og derfor over tid vil afspejle omkostningerne i systemet. I den selskabsøkonomiske analyse er der set på den samlede økonomiske konsekvens for de tre varmeselskaber, HOFOR, CTR og VEKS. Eftersom der er tale om et fælles projekt, hvor investeringsomkostningen til varmepumpen også deles ligeligt mellem selskaberne, vil den selskabsøkonomiske konsekvens for hvert af selskaberne være cirka 1/3 af den samlede beregnede konsekvens.

## 10.2 Generelle forudsætninger

### 10.2.1 Samfundsøkonomiske forudsætninger

Den samfundsøkonomiske analyse er gennemført i overensstemmelse med Energistyrelsens retningslinjer og forudsætninger på området:

- › Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005 (med eksempler revideret i juli 2007)

- › Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, Energistyrelsen, maj 2017.

Både den samfundsøkonomiske og den selskabsøkonomiske analyse er gennemført for en 20-årig driftsperiode fra 2018-2037 (begge år inklusive). Det er forudsat, at investeringsomkostningerne afholdes i løbet af 2017. Der er forudsat en scrapværdi ved periodens udløb på en tredjedel af investeringsomkostningen svarende til lineær afskrivning og en forudsat gennemsnitlig levetid for varmepumpen, eltilslutninger, rørtilslutninger, bygning m.v. på 30 år.

Alle priser er henregnet til dagens priser, og der regnes i faste priser. Alle fremtidige beløb tilbagediskonteres til 2017. Der anvendes en samfundsøkonomisk kalkulationsrente på 4 %, som foreskrevet af Energistyrelsen og en selskabsøkonomisk kalkulationsrente på 3 %.

I den samfundsøkonomiske analyse multipliceres alle faktorpriser med nettoafgiftsfaktoren på 1,17.

## 10.2.2 Afgifter og tilskud

### Afgifter

Der anvendes de nuværende afgiftssatser for 2017. For fremtidige år er forudsat samme afgifter i faste priser.

For elforbruget i selve varmepumpen er der taget hensyn til, at elforbrug til fjernvarmeproduktion er behæftet med en lavere afgift end standardafgiften.

### Tilskud

Der er taget hensyn til, at der for el produceret på biomasseværker opnås et elproduktionstilskud på 150 kr./MWh, som ikke inflationskorrigeres de efterfølgende år.

Der er endvidere indregnet energisparetilskud baseret på den gennemsnitlige energibesparelse de første ti driftsår. Det er forudsat, at energibesparelsen har en værdi på 40 øre/kWh.

Der er regnet med en udfasning PSO-tariffen frem mod år 2022 i henhold til aftale om afskaffelse af PSO-afgiften fra den 17. november 2016.

## 10.3 Forudsætninger for fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet

### 10.3.1 Reduceret behov for kapacitet på øvrige anlæg

Varmepumpen har en varmeproduktionskapacitet på 5 MJ/s, hvilket alt andet lige, reducerer behovet for anden varmeproduktionskapacitet i fjernvarmesy-

stemet med 5 MJ/s. Værdien af denne ekstra kapacitet er forudsat at svare til omkostningen ved at etablere spidslast på 0,5 mio. kr. pr. MJ/s svarende til i alt 2,5 mio. kr.

### 10.3.2 Øvrige forudsætninger

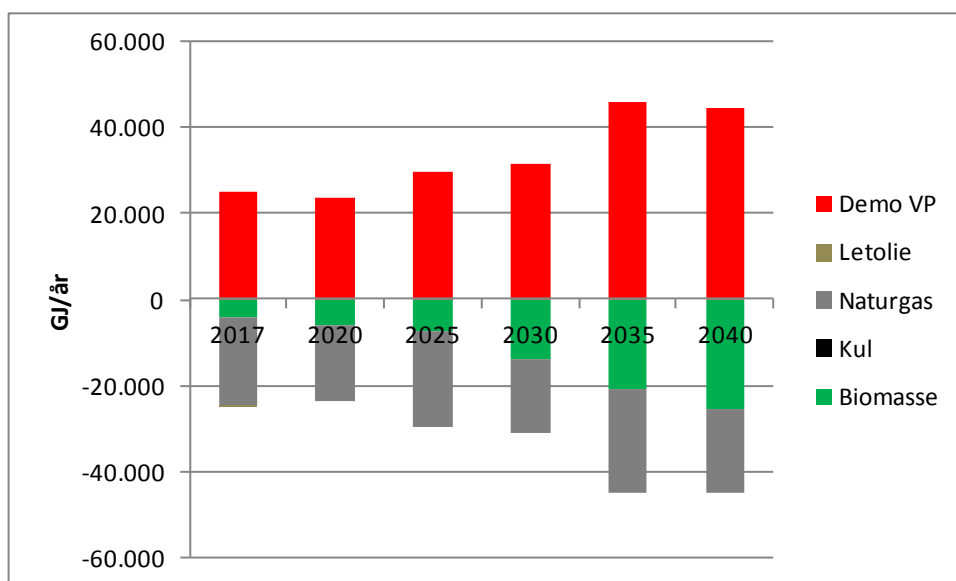
For øvrige hovedforudsætninger for fjernvarmesystemet henvises til baggrundsrapporten fra Varmeplan Hovedstaden 3 "Data for teknologier til produktion af varme" fra oktober 2013, som kan downloades fra Varmeplan Hovedstadens hjemmeside: <http://www.varmeplanhovedstaden.dk/publikationer-og-moeder>.

## 10.4 Resultater

### 10.4.1 Energi- og miljømæssig vurdering

Varmepumpen (Demo VP) producerer årligt mellem 0,02 og 0,05 PJ varme, hvilket giver anledning til en ændret varmeproduktion på øvrige varmeproducerende enheder i fjernvarmesystemet som vist nedenfor.

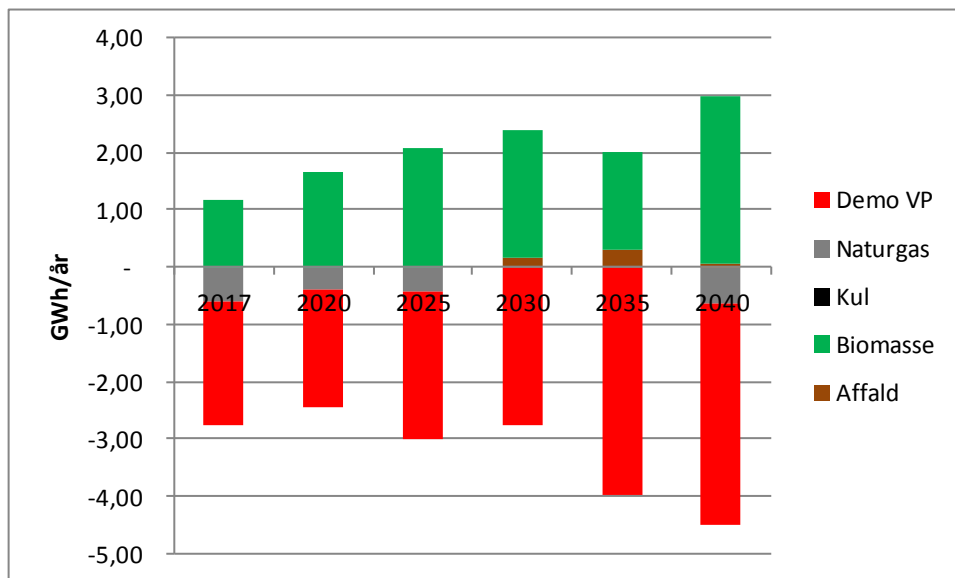
Figur 1: Ændret varmeproduktion i fjernvarmesystemet fordelt på brændsler som følge af varmepumpen



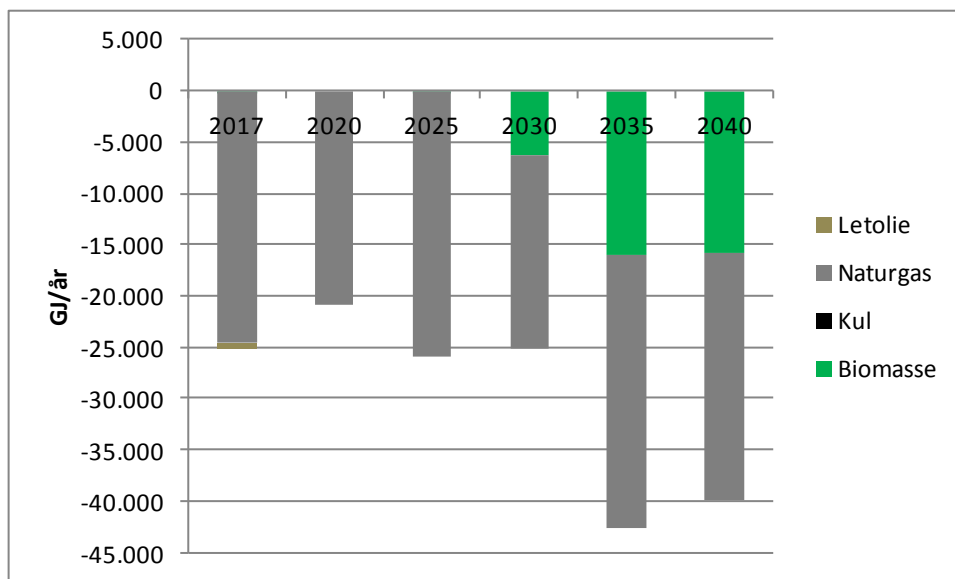
Som det fremgår, så fortrænger varmepumpen i alle år en vis mængde gasbaseret varmeproduktion, hvilket skyldes, at varmepumpen fortrænger spidslastproduktion. Herudover fortrænger varmepumpen også en vis mængde biomassebaseret varmeproduktion, primært bypass produktion.

Den ændrede varmeproduktion medfører en ændring i elproduktionen/-forbruget samt brændselsforbruget som angivet i Figur 2 og Figur 3.

Figur 2: Ændret el-produktion/-forbrug som følge af varmepumpen



Figur 3: Ændret brændselsforbrug som følge af varmepumpen



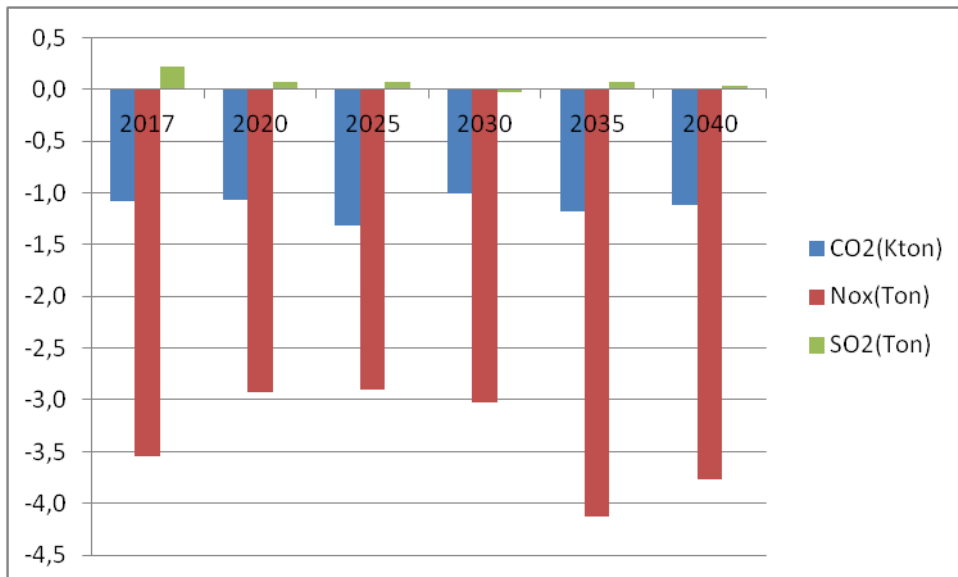
Som det fremgår af Figur 2, så anvender varmepumpen i alle år en vis mængde el (svarende til en COP på 3,2). Med hensyn til elproduktion, sker der en reduktion i elproduktionen på naturgas som følge af, at varmepumpen fortrænger en vis mængde naturgaskraftvarme. Omvendt sker der en stigning i elproduktionen fra biomasse. Det skyldes, at den reducerede varmeproduktion på biomasse sker i form af reduceret bypassdrift, hvormed elproduktionen øges. Samme effekt ses i mindre omfang for affald.

Som det fremgår af Figur 3, sker der i alle år en reduktion i brændselsforbruget som følge af varmepumpen. I de første år sker der alene en reduktion af naturgasforbruget. Fra 2030 og frem sker der desuden en reduktion af biomasseforbruget. Når biomasseforbruget ikke ændrer sig i starten af perioden, selvom både el- og varmeproduktionen fra biomasse ændrer sig, skyldes det, at der

overvejende sker et delvist skift fra bypassdrift til kraftvarmedrift (med uændret brændselsforbrug).

Ændringen i brændsels- og elforbrug/-produktion medfører en miljømæssig effekt som angivet i tabellen nedenfor.

Figur 4: Miljømæssig effekt – Ændringer i emissioner i hovedstadsområdet



Der ses generelt en reduktion af emissionerne i hovedstadsområdet som følge af varmepumpens drift. F.eks. sker der en reduktion i CO2-emissionen som følge af at varmepumpen fortrænger anden varmeproduktion med højere CO2-emissionsfaktor end varmepumpen, herunder gasspidslast.

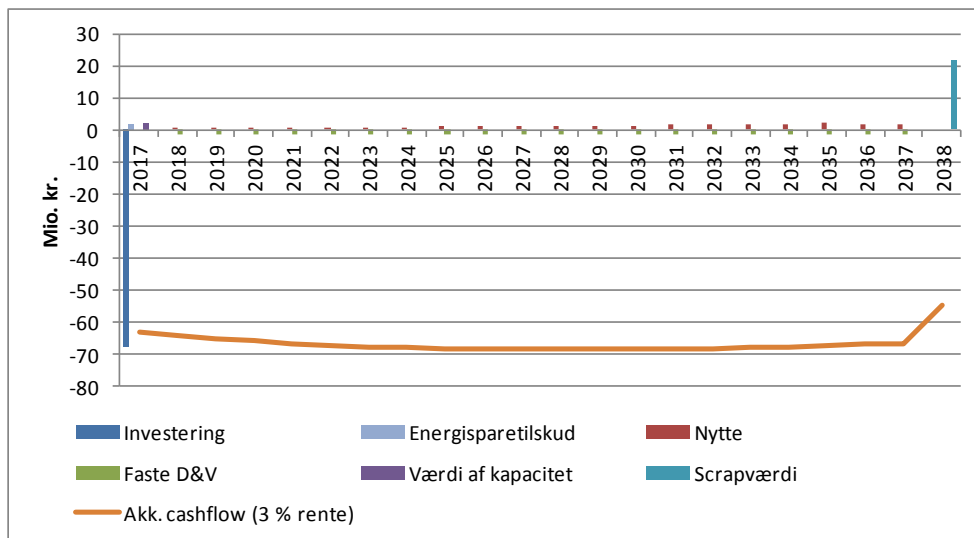
Når der sker en lille stigning i SO2-emissionerne, skyldes det, at en stor del af det fortrængte brændsel som følge af varmepumpen er naturgas, som har en meget lav SO2-emissionsfaktor. Det øgede elforbrug, som varmepumpen bevirker, er således årsag til en større SO2-emission i hovedstadsområdet.

## 10.4.2 Selskabsøkonomisk vurdering

Varmepumpen medfører en selskabsøkonomisk omkostning som vist i tabellen nedenfor.



Tabel 1: Selskabsøkonomisk gevinst/tab



Figuren viser cashflowet i form af investeringen på de 67,5 mio. kr., "up front", energisparetilskuddet på 2,1 mio. kr., den årlige driftsnytte, de årlige faste D&V-udgifter, værdien af sparet kapacitet samt scrapværdien ved periodens udløb. Alle disse poster er vist i ikke-diskonterede faste 2017-priser. Figuren viser herudover det samlede akkumulerede cashflow, idet der er anvendt en selskabsøkonomisk rente på 3 %.

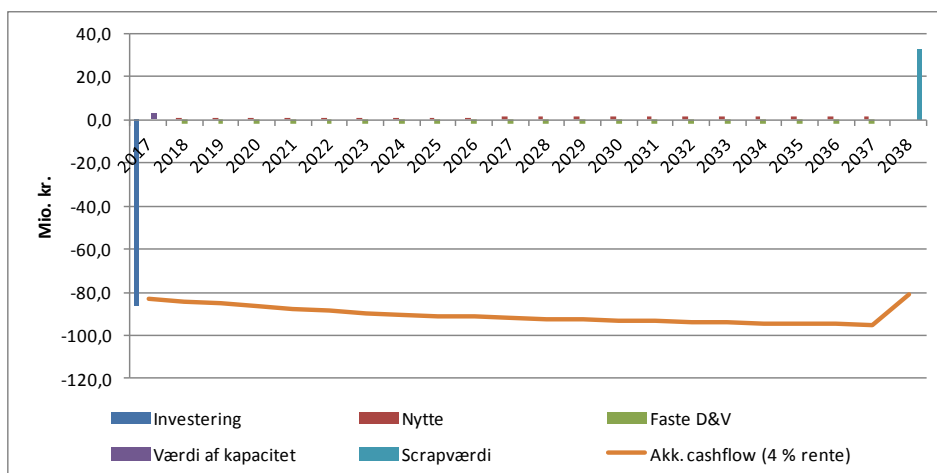
Af figuren fremgår det, at varmepumpen ikke får tjent sig selv hjem selskabsøkonomisk i løbet af perioden. Ved udløbet af den betragtede 20-årige driftsperiode er der et negativt akkumuleret cashflow på 54,8 mio. kr. (svarende til en NU-værdi for varmepumpen over perioden på -54,8 mio. kr.).

**Når HOFOR, CTR og VEKS trods den negative selskabsøkonomi gerne vil etablere varmepumpen, skyldes det som nævnt i indledningen, at projektet er et skridt på vejen for at udvikle varmepumper teknologisk og økonomisk, så varmepumper kan blive en del af fremtidens fjernvarmesystem med henblik på at supplere og erstatte biomassekraftvarme på sigt samt udnytte vindkraft. Samtidig kan det medvirke til at gøre fremtidens varmepris mere robust overfor ændrede forudsætninger mht. biomassepriser og afgifter ved at have et alternativ.**

### 10.4.3 Samfundsøkonomisk vurdering

Varmepumpen medfører en samfundsøkonomisk omkostning som vist i tabellen nedenfor.

Tabel 2: Samfundsøkonomisk gevinst/tab



Figuren viser cashflowet i form af investeringen på de 86,2 mio. kr. (ekskl. EUDP støtte, inkl. NAF) ”up front”, den årlige driftsnytte, de årlige faste D&V-udgifter samt scrap værdien ved periodens udløb. Alle disse poster er vist i ikke-diskonterede faste 2017-priser. Figuren viser herudover det samlede akkumulerede cashflow, idet der er anvendt en samfundsøkonomisk rente på 4 %.

Af figuren fremgår det, at varmepumpen ikke får tjent sig selv hjem samfundsøkonomisk i løbet af perioden. Ved udløbet af den betragtede 20-årige driftsperiode er der et negativt akkumuleret cashflow på 80,7 mio. kr. (svarende til en NU-værdi for varmepumpen over perioden på -80,7 mio. kr.).

#### 10.4.4 Følsomhedsanalyser

Tabellen nedenfor viser, hvordan selskabsøkonomien og samfundsøkonomien afhænger af følgende nøgleforudsætninger:

- › Investeringsomkostning
- › Elpris

Tabel 3: Følsomhedsanalyser – NU-værdi over perioden, mio. kr.

	Selskabsøkonomisk gevinst (NU-værdi)	Samfundsøkonomisk gevinst (NU-værdi)
<b>Grundberegning</b>	<b>-54,8</b>	<b>-80,7</b>
20 % højere investering	-66,0	-95,1
20 % lavere investering	-43,7	-66,4
20 % højere elpris	-56,4	-83,8
20 % lavere elpris	-54,0	-77,7

Som det fremgår af tabellen, så er økonomien i varmepumpen meget afhængig af især investeringsomkostningen. Både selskabsøkonomisk og samfundsøkonomisk giver varmepumpen i alle tilfælde et underskud over perioden.

Såfremt der etableres større varmepumper end en 5 MJ/s demonstrationsvarmepumpe som i projektet her, vil investeringsomkostningen kunne bringes ned relativt. Hertil kommer at en yderligere modning af teknologien kombineret med eventuelle øgede biomassepriser samt lempede afgifter på el til varmepumper vil kunne forbedre økonomien yderligere. Det er derfor relevant allerede nu at opnå erfaringer med driften af store varmepumper i fjernvarmesystemet.

## Bilag A Billede af området, hvor varmepumpen placeres

Den nye eldrevne varmepumpe placeres på Sjællandsbroens Pumpestation som vist på figuren nedenfor.

