

8. APRIL 2020  
HOFOR

# Etablering af eldreven havvandsvarmepumpe, Kranparken, Nordhavn

PROJEKTFORSLAG I HENHOLD TIL LOV OM VARMEFORSYNING



## INDHOLD

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

## BILAG

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Bilag A | Planer for området og visualisering af bygningen, hvor varmepumpen placeres | 23 |
|---------|---|----|

# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

Biomasse og -affaldskraftvarme er i dag den mest udbredte måde at producere VE-fjernvarme på. Det kan ændre sig i fremtiden, bl.a. fordi prisen på biomasse kan stige som følge af øget efterspørgsel, eksempelvis fra transportsektoren. Det betyder, at der på sigt er behov for alternative og supplerende produktions-teknologier i fjernvarmesystemet.

Blandt nye produktionsteknologier vurderes eldrevne varmepumper at være en af de mest lovende, fordi de kan udnytte varmekilder med en relativ lav temperatur, der ellers ikke ville kunne anvendes til fjernvarme. Det omfatter varmekilder som geotermi, industriel overskudsvarme, spildevand, havvand, grundvand og luft. I takt med at andelen af vedvarende energi i el-produktionen øges år for år, bliver eldrevne varmepumper også mere og mere CO<sub>2</sub>-neutrale og de kan ligefrem være med til at understøtte integrationen af vedvarende energi i elsektoren (sektorkobling).

HOFOR driver allerede i dag to eldrevne varmepumper. Den ene er en kombineret hav- og spildevandsvarmepumpe ejet af HOFOR, CTR og VEKS i fællesskab placeret ved Sjællandsbroens Pumpestation. Denne varmepumpe er etableret som et udviklings- og demonstrationsprojekt støttet af Energistyrelsens EUDP-program og har en varmeydelse på 5 MJ/s. Den anden er en grundvandsvarmepumpe ejet af HOFOR alene og placeret i Nordhavn, hvor den forsyner tre krydstogtterminalbygningerne samt UNICEF. Denne varmepumpe har en varmeydelse på 0,8 MJ/s.

Herudover er HOFOR i øjeblikket i gang med at etablere en varmepumpe hos Novozymes, Fuglebakken i København, som vil nyttiggøre industriel overskudsvarme fra Novozymes' produktion.

Dette projektforslag vedrører en ny havvandsvarmepumpe med en varmeydelse på 20 MJ/s, som HOFOR Fjernvarme ønsker at etablere i en kommende varmepumpe- og fjernkølecentral i Kranparken i Nordhavn. I centralen etablerer HOFOR Fjernkøling samtidig en mindre køleproduktionsenhed. Til at starte med

vil synergien forbundet med at have de to produktionsformer (fjernvarme og fjernkøling) i samme bygning bestå i et reduceret bygningsaftryk (arealkrav) sammenlignet med en situation med to separate bygninger. Herudover forventes det, at der i takt med at kølebehovet i Nordhavn øges og der bliver behov for yderligere kølekapacitet kan være en mulighed for synergi på produktionssiden, idet bl.a. havvandsindtaget vil kunne anvendes til både varme- og køleformål og idet de samme maskiner også vil kunne anvendes til både varme- og køleproduktion. Denne eventuelle fremtidige synergi på produktionssiden er ikke inkluderet i dette projektforslag, men vil potentielt kunne forbedre både samfundsøkonomien og selskabsøkonomien for HOFOR Fjernvarme.

## 1.2 Demonstrationsværdi

Foruden at projektet udviser god samfundsøkonomi samt god selskabsøkonomi for HOFOR og dermed også god økonomi for HOFORs fjernvarmekunder, vil projektet give HOFOR yderligere erfaring med etablering og drift af eldrevne varmepumper. Hermed bidrager projektet til, at HOFOR kan ruste sig yderligere til en fremtid, hvor varmepumper i fjernvarmesystemet forventes at komme til at spille en afgørende rolle.

Selvom der efter hånden er etableret flere varmepumper til fjernvarme i Danmark og der er flere på vej, så er der fortsat meget få erfaringer med havvand som varmekilde. Der er således et betydeligt demonstrationsbehov mht. teknologiudvikling, opskalering og drift. F.eks. er teknologien i dag karakteriseret ved en lav grad af standardisering, hvilket skyldes et begrænset marked samt behovet for lokale tilpasninger. Herudover indeholder teknologien mange designvariationer, som netop kommer i spil, når teknologien opskaleres og tilpasses de lokale driftsforhold. Projektet vil således bidrage til, at HOFOR opnår yderligere erfaring med havvandsvarmepumper, både i forhold design af varmepumpen og i forhold til drift af varmepumpen.

## 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. havvandsvarmepumpen i Kranparken, Nordhavn 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. 120 af 6. februar 2020 om varmforsyning og Bekendtgørelse nr. 1792 af 27. december 2018 med senere ændringer (Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg).

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

- › Anlægget skal, når der er tale om et centralt kraftvarmeområde, indrettes som kraftvarmeanlæg (kraftvarmekrav)

Der er dog mange eksempler på, at netop varmepumpeprojekter tidligere har fået dispensation fra kraftvarmekravet. Det anmodes derfor om, at der også gives dispensation for kraftvarmekravet i dette tilfælde.

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

## 2 Projektansvarlige

Den ansvarlige for projektet er:

HOFOR A/S  
Ørestads Boulevard 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 som ønskes etableret i Kranparken, Nordhavn 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, forsyningsikkerhed 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.*

<sup>1</sup> LBK nr. 120 af 06/02/2020

<sup>2</sup> BEK nr. 1792 af 27/12/2018

7) *Redegørelse for projektansøgers forhandlinger med, herunder evt. udtalelser fra berørte forsyningselskaber 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 §14, 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 i Kranparken, Nordhavn.

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

Projektet vedr. varmepumpen i Kranparken, Nordhavn opfylder kravet om samfundsøkonomisk rentabilitet. Kraftvarmekravet er derimod ikke opfyldt, da en varmepumpe ikke er et kraftvarmeanlæg. Det anmodes derfor om, at der gives dispensation for kraftvarmekravet.

**Det skal i den forbindelse nævnes, at Energistyrelsen flere gange tidligere har givet dispensation i lignende sager. For eksempel er der med Energistyrelsens afgørelse fra den 7. oktober 2019 givet dispensation for kraftvarmekravet i forbindelse med etablering af en eldrebet varmepumpe på 8 MJ/s på Bjergmarken Renseanlæg i Roskilde. Denne varmepumpe udnytter spildevand som varmekilde og er koblet på hovedstadsområdet's sammenhængende fjernvarmesystem, dvs. samme centrale kraftvarmeområde som i tilfældet med havvandsvarmepumpen i Kranparken, Nordhavn.**

## 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.

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

Projektet har allerede opnået byggetilladelse. Tilladelsen er givet i brev fra Københavns Kommune den 18. februar 2020 (sagsnummer 907850, eDoc 2019-0353541). Af byggetilladelsen fremgår det, at byggetilladelsen først kan tages i brug, når der foreligger en godkendelse af varmepumpen efter varmeforsyningsloven.

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

### 5.1 Forsyningsområde og varmebehov

Varmepumpen kommer til at levere varme til HOFORs fjernvarmenet og dermed til hovedstadsområdet samlede fjernvarmesystem med et årligt varmebehov på cirka 40 PJ inkl. nettab.

Varmepumpen vurderes at komme til at producere cirka 105.000 MWh (knap 400 TJ) varme pr. år svarende til knap 1 % af hovedstadsområdet samlede varmebehov.

### 5.2 Tekniske anlæg som etableres

Varmepumpen etableres i Kranparken, Nordhavn i en nyopført varmepumpe- og fjernkølecentral (se også Bilag A). Grunden hvorpå centralen etableres ejes af By & Havn og vil blive udlejet til HOFOR.

Varmepumpen etableres et sted i fjernvarmenettet, hvor temperaturkravet ikke overstiger 65 °C. Dermed opnår varmepumpen en relativ god effektivitet (COP). Mere konkret afsættes den producerede varme til det stigende antal varmekunder i Nordhavn samt til varmekunder i Østerbronettet. Ved forsyning ud på Østerbronettet vil der ske en vis opblanding med fjernvarmevand fra det øvrige fjernvarmenet, således at de højere temperaturkrav i Østerbronettet overholdes.

Havvandet, som har en temperatur på mellem ca. 2 og 20 °C afhængigt af årstiden, ledes ind i varmepumpen og nedkøles til mellem ca. 0,5 og 15 °C. På den varme side af varmepumpen opvarmes fjernvarmevand fra en returtemperatur på 40-46 °C grader til fremløbstemperaturen på de 65 °C.

COP-værdien vil variere over året afhængigt af temperaturforholdene på hhv. den kolde og den varme side. Som gennemsnit for året er beregnet en COP på 3,96.

De tekniske anlæg som etableres er følgende:

- › Varmepumpe (inkl. bygning)
- › Havvandskammer
- › Havvandsledning
- › Tilslutning til fjernvarmenet
- › El-tilslutning

Det er HOFOR, der er bygherre på det samlede projekt.

Den varmepumpeteknologi, der anvendes forventes som udgangspunkt at være ammoniakbaserede kompressorer.

Der er behov for en el-effekt på 6-7 MW.

Det samlede anlægsbudget for varmepumpen mv. inkl. HOFOR Fjernvarmes andel af bygningsomkostningen forventes at udgøre 156 mio. kr.

## 6 Tidsplan

Detailprojektering og udbudsmateriale for bygningen forventes afsluttet i andet kvartal 2020 og opstart af byggeri inkl. byggemodning påbegyndes i første kvartal 2021. Bygningen forventes at være færdigetableret i andet kvartal af 2022.

Detailprojektering, udbudsmateriale og udbudsproces inkl. kontrahering for varmepumpe, rør, el-transformer samt havvandskammer og -ledninger forventes udført i perioden første kvartal 2021 til andet kvartal 2022, hvorefter udførsel starter. Varmepumpen forventes idriftsat i første kvartal 2024.

## 7 Arealafståelse, servitutpålæg m.m.

Varmepumpen placeres på By & Havns grund, hvor HOFOR har opnået brugsret. En lejeaftale er under udarbejdelse. Der vil således ikke være behov for arealafståelser eller servitutpålæg.

## 8 Forhandlinger med berørte parter

De berørte parter er alene HOFOR samt By & Havn og Københavns Kommune.

HOFOR Fjernvarmes interesse i projektet er at få billig og miljøvenlig fjernvarme som understøtter HOFORs målsætning om CO<sub>2</sub>-neutral fjernvarme. Herudover ønsker HOFOR yderligere erfaring med etablering og drift af eldrevene varmepumper, da denne teknologi forventes at kunne komme til at spille en afgørende rolle i fremtiden som supplement eller alternativ til biomasse.

Foruden fjernvarmedelen (HOFOR Fjernvarme) har HOFOR Fjernkøling en interesse i at kunne levere effektiv og miljøvenlig fjernkøling til erhvervskunder, der har behov for køling til f.eks. aircondition eller serverrum. Ved at etablere en fælles varmepumpe- og fjernkølecentral i to plan opnås i første omgang en synergieffekt på bygningsdelen i form af et reduceret bygningsaftryk (arealkrav). Herudover er det forventningen, at der i takt med at kølebehovet i Nordhavn øges og der bliver behov for yderligere kølekapacitet kan være en mulighed for synergi på produktionssiden, idet bl.a. havvandsindtaget vil kunne anvendes til både varme- og køleformål og idet de samme maskiner også vil kunne anvendes til både varme- og køleproduktion. Afhængigt af omfanget af synergi vil der pågå forhandlinger internt i HOFOR om deling af omkostninger mellem de to forretningsområder i overensstemmelse med også reglerne på området.

By & Havn og Københavns Kommune har en fælles vision om, at Nordhavn skal være førende på nye energiløsninger på bydels- og bygningsniveau samt være en smart bydel. Havvandsvarmepumpen i Kranparken, Nordhavn understøtter denne målsætning, ligesom den også understøtter Københavns Kommunes og HOFORs målsætning om, at fjernvarmen i København skal være CO<sub>2</sub>-neutral i 2025. Herudover har By & Havn en særlig rolle i projektet i kraft af, at de ejer den grund hvorpå varmepumpen placeres. Projektet drøftes derfor løbende med både By & Havn og Københavns Kommune. Blandt andet drøftes de præcise vilkår for etableringen, herunder også krav til bygningsudtryk, beplantning m.v.



## 9 Økonomiske konsekvenser for brugerne

Projektet udviser positiv selskabsøkonomi for fjernvarmesystemet / HOFOR (se kapitel 10). Eftersom HOFOR er et hvile-i-sig-selv selskab er brugerøkonomien sammenfaldende med selskabsøkonomien.

## 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 påvirker det øvrige fjernvarmesystem, herunder hvilken anden varmeproduktion, som varmepumpen fortrænger.

Analyserne af fjernvarmesystemet er gennemført vha. Balmorel modellen<sup>3</sup>, som også anvendes i forbindelse med bl.a. Varmeplan Hovedstaden<sup>4</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
- › Elpriser
- › Energiafgifter og tilskud
- › CO<sub>2</sub>-kvotepris
- › Overføringsbegrænsninger 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, hvilken anden varmeproduktion som var-

---

<sup>3</sup> [www.balmorel.com](http://www.balmorel.com)

<sup>4</sup> [www.varmeplanhovedstaden.dk](http://www.varmeplanhovedstaden.dk)

mepumpen fortrænger i systemet og dermed også hvilken værdi samt miljøeffekt varmen fra varmepumpen har.

For at vurdere om varmepumpen er rentabel eller ej, holdes værdien af den producerede varme fra varmepumpen op imod varmepumpens omkostninger, herunder investeringsomkostning, udgifter til elforbrug samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter.

De økonomiske beregninger opgøres både selskabsøkonomisk for fjernvarmesystemet / HOFOR og samfundsøkonomisk.

Afgifter indgår ikke direkte i den samfundsøkonomiske analyse, men indgår i form af et ændret 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 varmeforbrug ikke påvirkes af varmepumpens drift, er varmeforsyningens indtægt uændret. Den selskabsøkonomiske konsekvens for fjernvarmesystemet / HOFOR svarer derfor alene til de reducerede produktionsomkostninger som følge af varmepumpen sammenlignet med referencen uden varmepumpen.

## 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, juli 2018
- › Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, Energistyrelsen, oktober 2019

Både den samfundsøkonomiske og den selskabsøkonomiske analyse er gennemført for en 20-årig driftsperiode fra 2024 til og med 2043. Det er forudsat, at investeringsomkostningerne afholdes i 2022 og 2023. Der er ikke indregnet nogen scrapværdi for selve varmepumpen ved periodens udløb, idet denne antages at have en levetid svarende til den betragtede 20-årige driftsperiode. For havvandsledning samt bygning inkl. havvandskammerbygværk er der indregnet scrapværdier, idet disse antages at have en levetid på 50 år.

Der regnes i faste 2019-priser. Alle fremtidige beløb tilbagediskonteres til 2020. Der anvendes en samfundsøkonomisk kalkulationsrente på 4 %, som foreskrevet af Energistyrelsen og en selskabsøkonomisk kalkulationsrente på ligeledes 4 %.

I den samfundsøkonomiske analyse multipliceres alle faktorpriser med nettoafgiftsfaktoren på 1,28.

## 10.2.2 Afgifter, tariffer og tilskud

### Afgifter

Der anvendes de nuværende afgiftssatser for 2020. For fremtidige år er forudsat samme afgifter i faste priser, bortset fra elvarmeafgiften som reduceres til 15,5 øre/kWh i 2021 jf. gældende lovgivning.

### Tariffer

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

### Tilskud

Der er taget hensyn til, at der for el produceret på ikke-afskrevne biomasseværker opnås et el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, som ikke inflationskorrigeres de efterfølgende år (denne forudsætning har betydning for værdien af varmen i fjernvarmesystemet).

## 10.2.3 Reduceret behov for kapacitet på øvrige anlæg

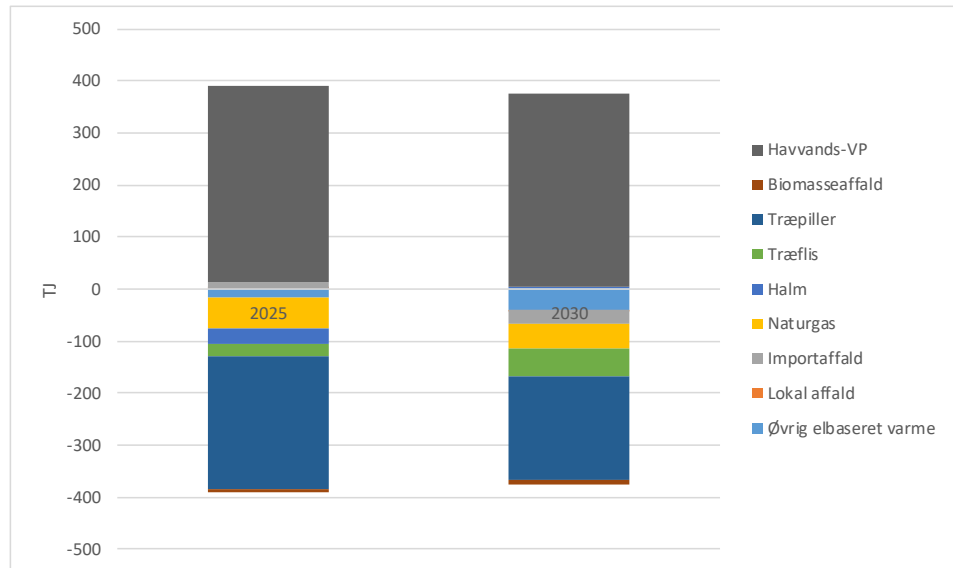
Havvandsvarmepumpen har en varmeproduktionskapacitet på 20 MJ/s, hvilket alt andet lige reducerer behovet for anden varmeproduktionskapacitet i fjernvarmesystemet (af hensyn til effektbalancen) med 20 MJ/s. Værdien af denne kapacitet er forudsat at svare til omkostningerne ved at etablere spidslast på 1 mio. kr. pr. MJ/s svarende til i alt 20 mio. kr.

## 10.3 Resultater

### 10.3.1 Energi- og miljømæssig vurdering

Varmepumpen i Kranparken, Nordhavn forventes at komme til at producere 105.000 MWh (knap 400 TJ) varme årligt, hvilket giver anledning til en ændret varmeproduktion på øvrige varmeproducerende enheder i fjernvarmesystemet som vist nedenfor.

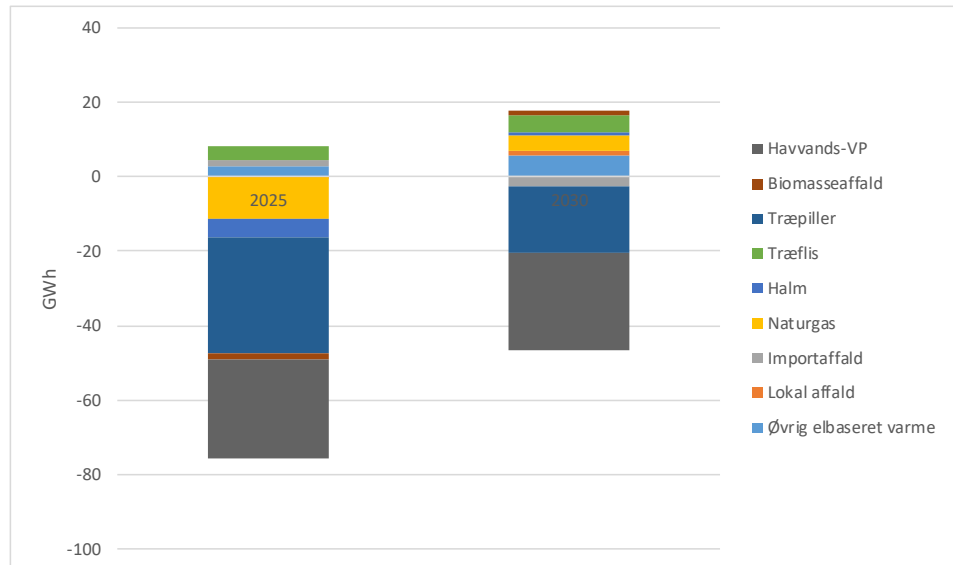
Figur 1: Ændret varmeproduktion i fjernvarmesystemet fordelt på brændsler som følge af varmepumpen (år 2025 og 2030)



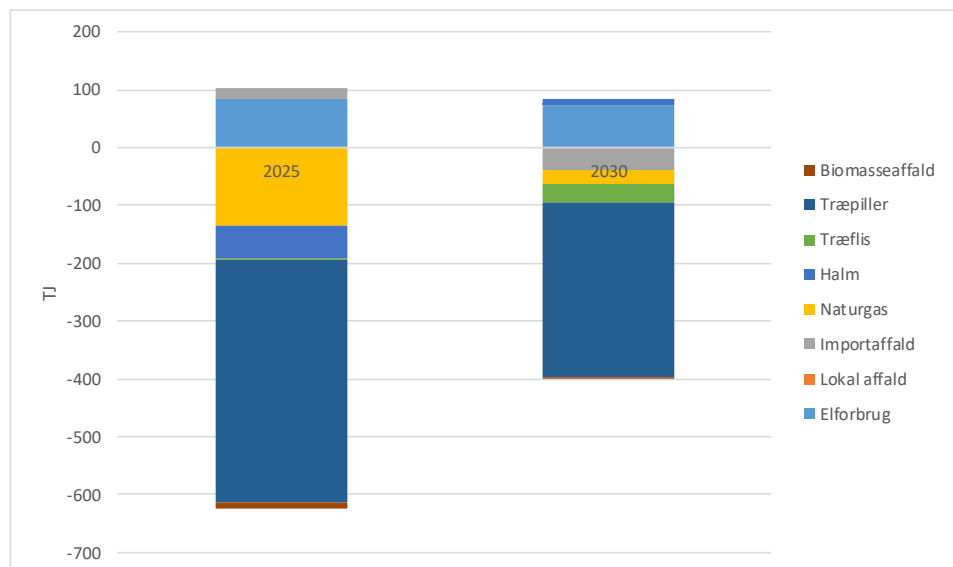
Som det fremgår, så fortrænger varmepumpen i alle år en vis mængde biomassebaseret varmeproduktion, hvilket hænger sammen med, at varmepumpen kører mange timer og dermed fortrænger en vis mængde anden grundlast. Foruden biomassebaseret varmeproduktion fortrænger varmepumpen også naturgasbaseret varmeproduktion (hvilket dækker over både naturgaskedler og naturgaskraftvarme) samt en mindre mængde anden elbaseret varmeproduktion. Endelig sker der i 2030 en mindre fortrængning af varmeproduktionen på affaldsanlæg, hvilket bl.a. sker ved, at affaldsanlæggene som følge af varmepumpen skruer ned for varmeproduktionen mod til gengæld at skrue op for elproduktionen, dvs. de reducerer mængden af bypass-drift og øger kraftvarmedriften. Derudover skyldes det, at mængden af importaffald falder en smule. Det er værd at bemærke, at mængden af lokalt husholdnings- og erhvervsaffald, som anvendes i affaldsforbrændingsanlæggene, er den samme uanset varmepumpen eller ej, hvilket også fremgår af Figur 3 længere nede.

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

Figur 2: Ændret el-produktion/-forbrug fordelt på brændsler som følge af varmepumpen (år 2025 og 2030)



Figur 3: Ændret brændselsforbrug som følge af varmepumpen (år 2025 og 2030)



Som det fremgår af Figur 2, så anvender varmepumpen i alle år en vis mængde el (svarende til en gennemsnitlig COP på 3,96). Herudover sker der samlet set en nedgang i elproduktionen på især biomasse som følge af, at varmeproduktionen på biomassekraftvarme samlet set reduceres. Der sker også en nedgang i elforbruget på øvrige elbaserede varmeproduktionsteknologier i fjernvarmesystemet som følge af, at der sker en vis nedgang i varmeproduktionen på disse teknologier.

Samlet set sker der som følge varmepumpen en betydelig nedgang i elproduktionen på kraftvarmeverker samtidigt med at varmepumpen forbruger en vis mængde el. Der er således tale om en nettoændring af elforbruget/elproduktionen på 67.000 MWh i 2025 og 29.000 MWh i 2030, som skal kompenseres på anden vis. Dette hænger fint sammen med, at varmepumper jo netop er udtryk for en øget "elektrificering" af energisystemet med det formål bl.a. at

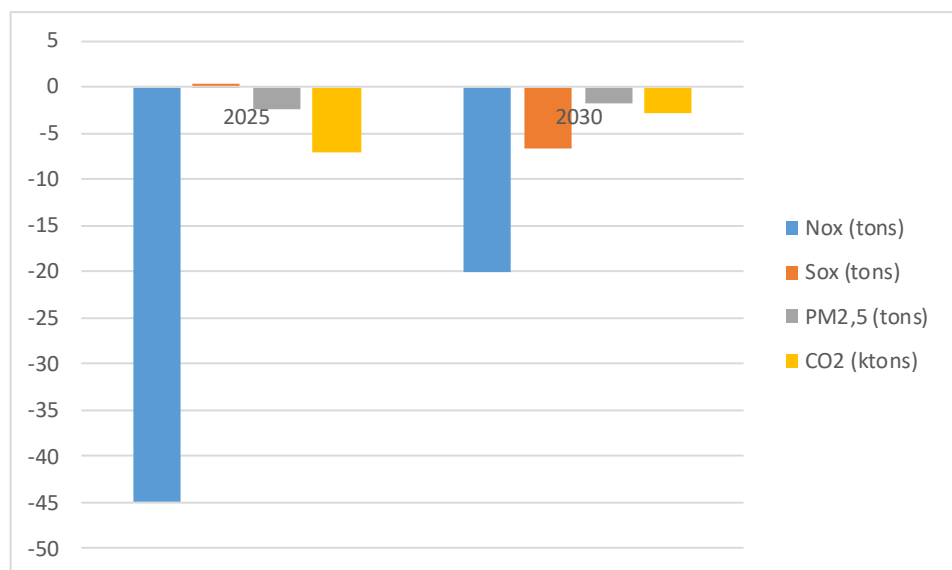
understøtte en øget integration af vedvarende energi i el-systemet (sektorkobling).

Når nettoændringen i elforbrug/elproduktion er mindre i 2030 end 2025 skyldes det, at der i perioden frem mod 2030 forventes en øget udbygning med vindmøller og solceller i elsystemet, hvilket giver større variationer i elprisen time for time. Det betyder, at der kommer flere timer med lave elpriser (ofte når der er stor produktion på vindmøller) og flere timer med høje elpriser (ofte når der er lille produktion på vindmøller). Varmepumpen kan i timer med relativt høje elpriser, men hvor varmepumpen stadig er konkurrencedygtig i systemet, gå ind og erstatte bypass-produktion på enkelte værker samt muliggøre større elproduktion på udtagsværkerne. Omvendt vil varmepumpen i timer med lavere elpriser erstatte produktion på kraftvarmeværkerne. Samlet set giver det i begge år en nettoændring i elforbrug/elproduktion, men på grund af de større udsving i elpriserne og en forventning om en vis stigning i den gennemsnitlige elpris fra 2025 til 2030, vil nettoændringen være mindre i 2030 end i 2025.

Som det fremgår af Figur 3, sker der i alle år en reduktion i brændselsforbruget som følge af varmepumpen. Når reduktionen er mindst i 2030 hænger det sammen med, at der i dette år også sker den mindste nedgang i elproduktionen som følge af varmepumpen.

Ændringen i varmeproduktion som følge af varmepumpen medfører en miljømæssig effekt i hovedstadsområdet som angivet i figuren nedenfor. Bemærk at enheden for CO<sub>2</sub> er i kton, mens enheden for NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> er i ton. Den miljømæssige effekt som følge af varmepumpen er altså størst hvad angår CO<sub>2</sub>-emissionen målt på masse.

Figur 4: Miljømæssig effekt – Ændringer i emissioner i hovedstadsområdet (år 2025 og 2030)



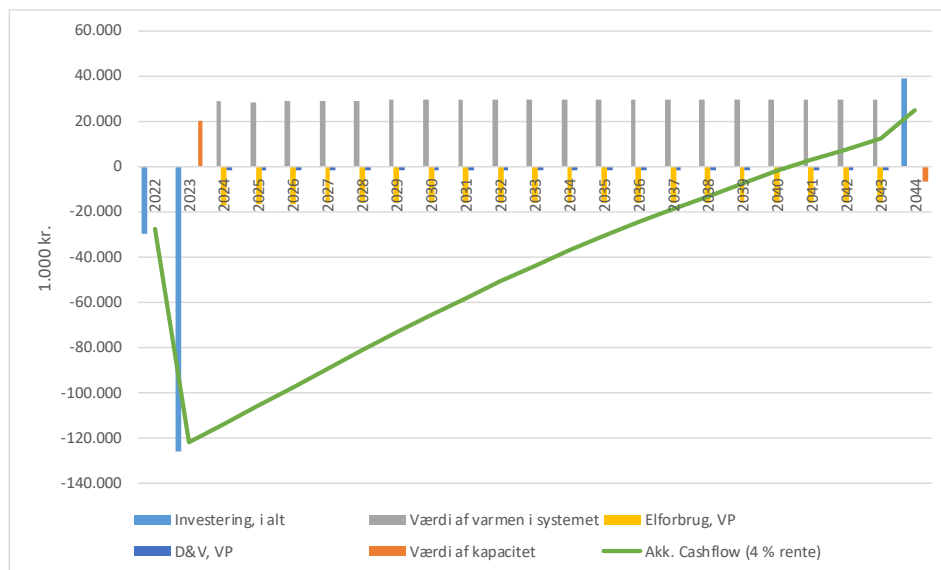
Der ses generelt en reduktion af emissionerne i hovedstadsområdet som følge af varmepumpens drift. F.eks. sker der en reduktion i CO<sub>2</sub>-emissionen som føl-

ge af, at varmepumpen fortrænger en vis mængde naturgasbaseret varmeproduktion.

### 10.3.2 Selskabsøkonomisk vurdering

Varmepumpen medfører en selskabsøkonomisk gevinst for fjernvarmesystemet som vist i figuren nedenfor.

Figur 5: Selskabsøkonomisk gevinst (fjernvarmesystemet)



Figuren viser cashflowet i form af investeringen på de 30 mio. kr. i 2022 og 126 mio. kr. i 2023 (i alt 156 mio. kr.), værdien af den producerede varme, udgifterne til elforbrug inkl. afgifter, de årlige D&V-udgifter for varmepumpen, værdien af sparet kapacitet samt scrapværdierne ved periodens udløb. Alle disse poster er vist i ikke-diskonterede faste 2019-priser. Figuren viser herudover det samlede akkumulerede cashflow, idet der er anvendt en selskabsøkonomisk rente på 4 %.

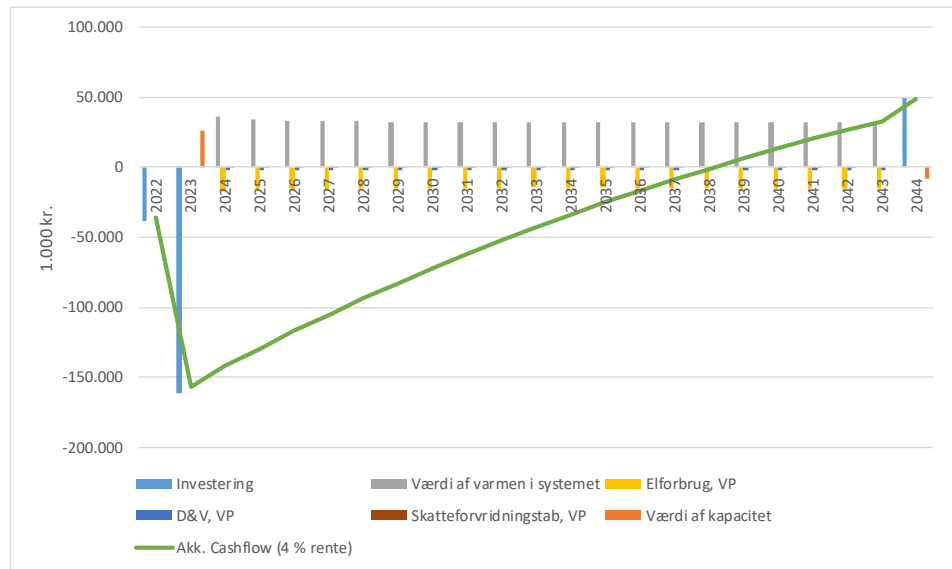
Af figuren fremgår det, at der ved udløbet af den betragtede 20-årige driftsperiode er et akkumuleret cashflow på 24,9 mio. kr. (svarende til en NU-værdi for varmepumpen over perioden på 24,9 mio. kr.).

### 10.3.3 Samfundsøkonomisk vurdering

Varmepumpen medfører en samfundsøkonomisk gevinst som vist i tabellen nedenfor.



Figur 6: Samfundsøkonomisk gevinst



Figuren viser cashflowet i form af investeringen på de 38 mio. kr. i 2022 og 162 mio. kr. i 2023 (i alt 200 mio. kr. inkl. NAF), værdien af den producerede varme, udgifterne til elforbrug, de årlige D&V-udgifter for varmepumpen, ændringen i skatteforvridningstab som følge af elvarmeafgiften<sup>5</sup>, værdien af sparet kapacitet samt scrapværdierne ved periodens udløb. Alle disse poster er vist i ikke-diskonterede faste 2019-priser. Figuren viser herudover det samlede akkumulerede cashflow, idet der er anvendt en samfundsøkonomisk rente på 4 %.

Af figuren fremgår det, at der ved udløbet af den betragtede 20-årige driftsperiode er et positivt akkumuleret cashflow på 49,2 mio. kr. (svarende til en NU-værdi for varmepumpen over perioden på 49,2 mio. kr.).

Samfundsøkonomien kan også illustreres som forskellen mellem en **reference**, hvor den betragtede varmemængde på de rundt regnet 105.000 MWh pr. år produceres af fjernvarmesystemet (ekskl. varmepumpen) og **projektet**, hvor den betragtede varmemængde produceres af varmepumpen. I så tilfælde fås nutidsværdien af omkostningerne over den 20-årige periode som angivet i tabellen nedenfor.

<sup>5</sup> Foruden ændringen i skatteforvridningstab som følge af elvarmeafgiften er der også en ændring i skatteforvridningstab som følge af, at der produceres mindre varme på de øvrige varmeproducerende enheder i systemet og at der dermed er en ændret afgifts-/tilskudsbetalig fra/til disse. Denne ændring indgår i den samfundsøkonomiske værdi af varmen som varmepumpen fortrænger. Ændringerne i skatteforvridningstab er dog meget små sammenholdt med de øvrige poster i samfundsøkonomien og kan f.eks. nærmest heller ikke ses af Figur 6.

Tabel 1: Sammenligning af samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger, reference og projekt – NU-værdi over perioden, mio. kr.

| Reference | Projekt | Samfundsøkonomisk gevinst (NU-værdi) |
|-----------|---------|--------------------------------------|
| 396,4     | 347,3   | <b>49,2</b>                          |

Som det fremgår, så har projektet en fin samfundsøkonomi. For så vidt angår varmeproduktionen på de rundt regnet 105.000 MWh pr. år er der tale om en reduktion af de samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger på lidt over 12 %.

### 10.3.4 Følsomhedsanalyser

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

- › Investeringsomkostning
- › Elpris

Tabel 2: Følsomhedsanalyser – NU-værdi over perioden, mio. kr.

|                         | Selskabsøkonomisk gevinst, fjernvarmesystemet (NU-værdi) | Samfundsøkonomisk gevinst (NU-værdi) |
|-------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Grundberegning</b>   | <b>24,9</b>  | <b>49,2</b>                          |
| 20 % højere investering | -0,1   | 17,2                                 |
| 20 % lavere investering | 49,8   | 81,1                                 |
| 10 % højere elpris      | 9,9  | 26,7                                 |
| 10 % lavere elpris      | 38,1   | 107,0                                |

Som det fremgår af tabellen, så er selskabsøkonomien og samfundsøkonomien følsom over for såvel ændringer i investeringen og ændringer i elprisen. Dette er ikke overraskende eftersom varmepumper dels er en relativt investeringstung teknologi, dels anvender el som drivenergi. Herudover er der, når det gælder variation i elprisen, en slags dobbelteffekt, idet en højere eller lavere elpris, foruden at påvirke driftsomkostningerne på varmepumpen, også påvirker varmeproduktionsomkostningerne på kraftvarmeverkerne og dermed værdien af den varme, som varmepumpen fortrænger i systemet.

## Bilag A Planer for området og visualisering af bygningen, hvor varmepumpen placeres

Det nye eldrevne varmepumpeanlæg placeres i en varmepumpe- og fjernkølecentral (energicentral) i hjørnet af Kranparken, der ligger ud til Sundkrogsgade på Svanemølleholmen i Nordhavn. Til energicentralen hører et havvandskammer på hjørnet af Levantkaj Vest, hvor havvand føres ind og pumpes videre til varmepumpeanlægget via en havvandsledning. Ligeledes er der en havvandsledning fra energicentralen mod vest til udløb i Kalkbrænderiløbet.

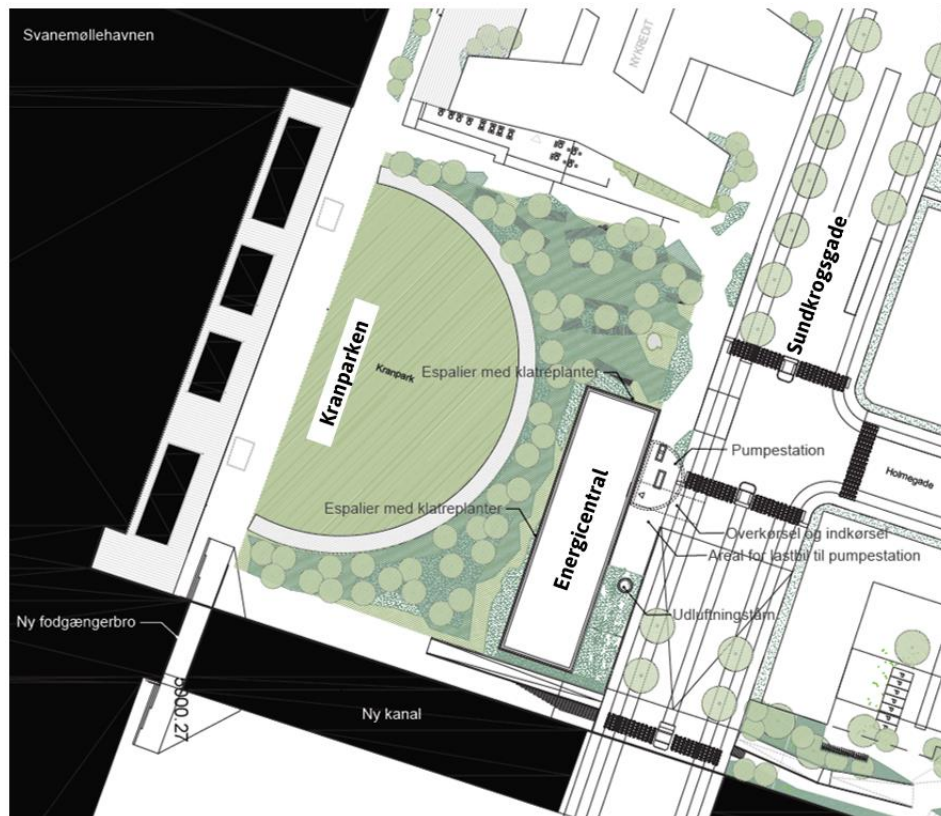
Energicentralen deles med HOFOR Fjernkøling, der har anlæg placeret på 1. sal i bygningen.

Nedenstående findes følgende:

- Områdeplan
- Situationsplan
- Visualisering af bygning (energicentral)



Figur 1: Områdeplan. Havvand tages ind i anlægget via havvandskammeret i Orientbassinet (mod øst) og ledes ud igen til Kalkbrænderiløbet (mod vest).



Figur 2: Situationsplan



Figur 3: Illustration af energicentralen. Varmepumperne placeres i bygningens grundplan, mens HOFOR Fjernkøling etablerer maskinanlæg i 1. sals planen. Ved siden af bygningen står et udluftningsstår tilhørende et spildevandsprojekt.