

Bilag 1 – Projektbeskrivelse

HOFOR Miljø

Direkte tlf. 2795 4135

E-mail aska@hofor.dk

Indledning

HOFOR ønsker at etablere et nyt varmepumpeanlæg i den eksisterende Energicentralbygning, beliggende Sundkrogsgade 23, 2100 København Ø, med formålet at kunne forsyne kunder med miljøvenlig fjernvarme. Varmepumpeanlægget skal placeres i Energicentralens stueetage og vil bestå af et antal store eldrevne varmepumper baseret på havvand som energikilde. På Energicentralens 1. sal er placeret en kølecentral med luftbaseret køleanlæg.

Varmepumpeanlægget forbindes med HOFORs distributionsnet for fjernvarme og forventes at kunne levere 20 MW fjernvarme ved fuld udbygning.

HOFOR ønsker desuden at opføre et tilhørende indtagsbygværk for havvand placeret på en separat matrikel 5772, på hjørnet af Stubbeløbsgade og Kalkbrænderiløbskaj. Dette kaldes i det følgende 'havvandskammer'. Formålet med dette havvandskammer er at kunne pumpe havvand ind igennem filtre og videre til energiudnyttelse i varmepumpeanlægget placeret i Energicentralen. Til at forbinde havvandskammeret med Energicentralen skal der etableres en havvandsledning. Ligeledes skal der etableres en havvandsledning (udløbsledningen) fra Energicentralen og mod nord ud af Kalkbrænderiløbet og videre ud med udløb ved grænsen til svanemøllebugten, for at skabe udløb for det energiudnyttede havvand.

Baggrund

HOFOR har som mål at levere CO₂-neutral fjernvarme fra 2025. Biomasse er én af de mest udbredte måder at producere VE-fjernvarme på. Det kan ændre sig i fremtiden, bl.a. fordi prisen på biomasse kan stige som følge af øget efterspørgsel, f.eks. fra transportsektoren.

Det betyder, at der på sigt er behov for alternative og supplerende produktionsteknologier 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, fjernkøling, spildevand, havvand, grundvand og luft. I takt med at andelen af vedvarende energi i el-produktionen øges, bliver eldrevne varmepumper også mere og mere CO₂-neutrale, og de kan ligefrem være med til at understøtte integrationen af vedvarende energi i elsektoren (sektorkobling). Med den markante udbygning af vindenergi i Danmark og nabolande, ses elektrificering af fjernvarmen med varmepumper, som næste udviklingstrin af den bæredygtige fjernvarmeforsyning i København. I Varmeplan Hovedstaden 3 (udarbejdet af HOFOR sammen med CTR og VEKS) er forudsat 300 MJ/s varmepumper i 2035 og 600 MJ/s i 2050, hvor geotermi og havvand er udset som de to største energikilder. For at nærme sig sådanne mål, er det nødvendigt at påbegynde udbygningen og samle viden og erfaring om denne type anlæg. Den planlagte placering af havvandsvarmepumpeanlægget i Sundkrogsgade 23 er udset til at være en af de få og bedste placeringsmuligheder for en havvandsvarmepumpe i København pga. følgende:

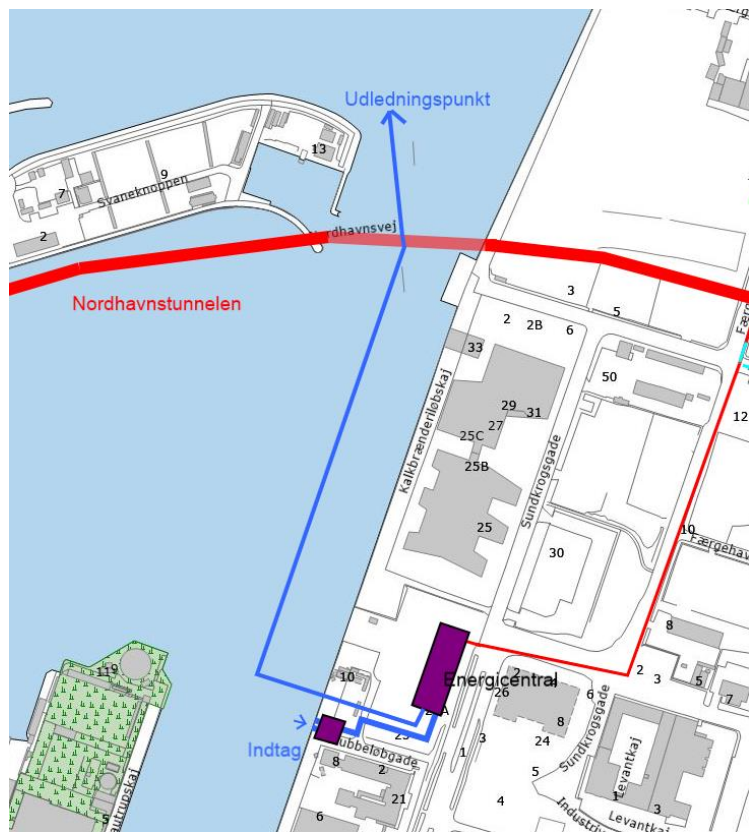
- Nærhed til egnet havvand (temperaturer og flow)
- Nærhed til fjernvarmenet i passende dimensioner og til udbygning, der medfører et øget varmekonsum/kapacitetsbehov.
- Der kan leveres lavtemperaturfjernvarme til nybyggeriet i Nordhavn, hvilket øger varmepumpens effektivitet samt reducerer investeringsomkostninger, hvilket forbedrer de økonomiske betingelser i projektet.
- Grøn fjernvarme med varmepumpe og lavtemperaturfjernvarme i Nordhavn efterspørges af By & Havn og Københavns Kommune som en del af bydelens profil som Københavns bæredygtige flagskip.
- Generelt er det svært at finde ledige og gunstige arealer til tekniske anlæg i København. Projektet bidrager til, at HOFOR kan ruste sig yderligere til en fremtid, hvor varmepumper i fjernvarme-systemet forventes at komme til at spille en afgørende rolle.

Tidsplan for projektet

Varmeproducerende anlæg inkl. varmepumper, rørinstallationer, el-transformer, havvandskammer bygværk og -installationer samt havvandsledninger forventes udført i perioden fjerde kvartal 2025 til første kvartal 2027, hvor anlægget forventes idriftsat.

Placering i området

Nedenstående figur 1 viser projektets placering i området.



Figur 1. situationsplan Varmepumpeanlæg og havvandsanlæg

Projektbeskrivelse

Varmepumpeanlæg

Varmepumpeanlægget indeholder følgende hovedkomponenter:

- Varmepumper (nøjagtig antal vides endnu ikke) inkl. varmevekslere hhv. kondensator og fordamper
- Distributionspumper, fjernvarmekreds
- Røranlæg med forbindelse ind- og ud af bygningen (tilslutning til fjernvarmenet), fjernvarmekreds
 - Trykholdeanlæg, fjernvarmekreds
 - Røranlæg med forbindelse ind- og ud af bygningen, havvandskreds
 - CIP (Cleaning In Place) anlæg, havvandskreds
 - El-tilslutninger
 - Nødventilation – jethætter på tag
 - Hjelpeudstyr (el, SRO, ventilation etc.)
 - Ammoniak (NH₃) detektering + sikkerhedsafkast (over tag)

Varmepumpeanlægget består af eldrevne varmpumper (med hver sin kølemiddelkreds), en fjernvarmekreds og havvandskreds samt elforsyning. Den varmepumpeteknologi, der anvendes forventes som udgangspunkt at være ammoniakbaserede skruekompressorer. Det vil enten være et- eller tottrinsanlæg, som er seriekoblede på fjernvarmesiden.

Alternativt, i stedet for at benytte ammoniak som kølemiddel, er det en mulighed at varmepumpeanlægget baseres på CO₂ eller Isobutan/propan.

I varmepumpeanlægget udvindes varme fra havvandet ved hjælp af drivenergi, hvilket her er den tilførte el. Varmepumperne forsynes med havvand på lavtrykssiden via en varmeveksler, mens der på varmepumpernes højtryksside afgives kondensatorvarme via en veksler til fjernvarmesystemet.

Havsystemet er komplet adskilt bortset fra varmeveksleren til energioverførslen. Havvandet, som har en temperatur på mellem ca. 2 og 20 °C afhængigt af årstiden, ledes ind i varmepumpen og afkøles til mellem ca. 0,5 og 15 °C. På den varme side af varmepumpen opvarmes fjernvarmevand fra en returtemperatur på 40-55 °C grader til fremløbstemperaturen op til 78 °C afhængig af årstiden og behovet i forsyningsområdet.

Energicentralen er placeret et sted i fjernvarmenettet, hvor temperaturkravet ikke overstiger 75 °C. Dermed opnår varmepumperne en relativ god effektivitet (COP) og understøtter HOFORs og Københavns Kommunes ambitioner om lavtemperaturfjernvarmeforsyning. Konkret afsættes den producerede varme til det stigende antal varmekunder i Nordhavn samt til Østerbronettet. Ved forsyning ud på Østerbronettet er forudsat en vis opblanding med fjernvarmevand med højere temperatur, så temperaturkravene til Østerbronettet opretholdes.

Fjernvarmekreds (forventet design):

- Kondensator: Pladevarmeveksler
- Tilslutning til fjernvarmenettet med præisolerede stålrør (fjernvarmerør med lækagealarmsystem) lagt i jord.
- Fjernvarmevandet anvendes også som spædevand til fjernkølesystemet.
- Røranlæg i varmepumpeanlæg samt distributionsledninger uden for varmepumpeanlæg.
- Rør, ventiler mv. i tryktrin 16 bar(g)
- I returløbet efter varmepumperne monteres en ammoniak (NH₃) detektor (ledningsevne måler) i vandet (hvis der vælges ammoniak som kølemiddel)
- Rør og komponenter isoleres med PUR-skum

Havvandskreds (forventet design)

- Fordamper: Semisvejst pladevarmeveksler i titanium, hvor ammoniak-siden er den svejste. Alternativer som rørveksler og falling film vurderes.
 - Rør, ventiler mv. i tryktrin 10 bar(g)
 - I returløbet efter varmepumperne monteres en ammoniak (NH₃) detektor (ledningsevne måler) i vandet (hvis der vælges ammoniak som kølemiddel)
 - Der etableres fastmonteret CIP-anlæg til rensning af fordampere.
 - Rør og komponenter i varmepumpebygning kondensisoleres med PUR-skum
- Der udføres opstilling og opstillingskontrol i henhold til At-vejledning B.4.11. Varmepumper, distributionspumper etc. tilsluttes elforsyning via transformere i separat rum i Energicentralen. El-effektbehovet ligger på 6-7 MW.

Kølemiddelsfyldninger

Der vil blive stillet krav til design af havvandsvarmepumperne med henblik på at minimere /undgå risiko for udslip af kølemiddel til havvandet, dvs. ved brud på varmevekslerens kontaktflade mellem de lukkede kredse. Der etableres lækagedetektion af kølemiddel i havvandsafgangen fra fordampere og måling af trykfald i kølemiddelkredsen. Anlægget inkl. pumper lukker ned i tilfælde af trykfald i kølemiddelkreds eller lækage detekteres. Anlægget forventes designet f.eks. med semisvejste pladevarmevekslere i titanium, hvor kølemiddel-siden er den svejste.

Ammoniak:

Ved valg af ammoniak som kølemiddel forventes en maksimal kølemiddelsfyldning på 4100 kg ammoniak.

I Kølecentralen er der etableret anlæg med ammoniak som kølemiddel. Ved fuld udbygning kan køleydelsen komme op på 8-10 MW, hvilket betyder en maksimal kølemiddelsfyldning på 800 kg ammoniak.

Dette betyder at den maksimale kølemiddelsfyldning for Energicentralen vil være på 4.900 kg ammoniak.

CO2:

Ved valg af CO₂ som kølemiddel forventes en maksimal kølemiddelsfyldning på 1500 kg CO₂.

Propan/Isobutan:

Ved brug af propan/Isobutan forventes en maksimal kølemiddelsfyldning på lige under 1000 kg Propan/Isobutan.

Havvandsanlæg

Havvandskammer:

I tilknytning til varmepumpeanlægget ønskes opført et indtagsbygværk i form af et havvandskammer med en forventet placering på det sydvestlige hjørne af Stubbeløbsgade og Kalkbrænderiløbskaj (matrikel 5772 – se figur 1). Havvandskammeret fungerer ved at pumpe havvand fra Kalkbrænderiløbet igennem filtre og videre via en havvandsledning til varmepumpeanlægget i Sundkrogsgade. Her finder energiudnyttelse sted ved udvinding af varme således, at havvandet afkøles vha. varmepumper. Efter energiudnyttelse ledes vandet afkølet via en havvandsledning ud i Kalkbrænderiløbet, hvor der laves udløb for det anvendte havvand i Svanemøllebugten.

Havvandskammeret opføres under terræn af et betonbygværk med spunsvægge (til kalken i 15 m's dybde). Kammerets størrelse er ca. 20 x 17 m og laves med en dybde på 8-10 m.

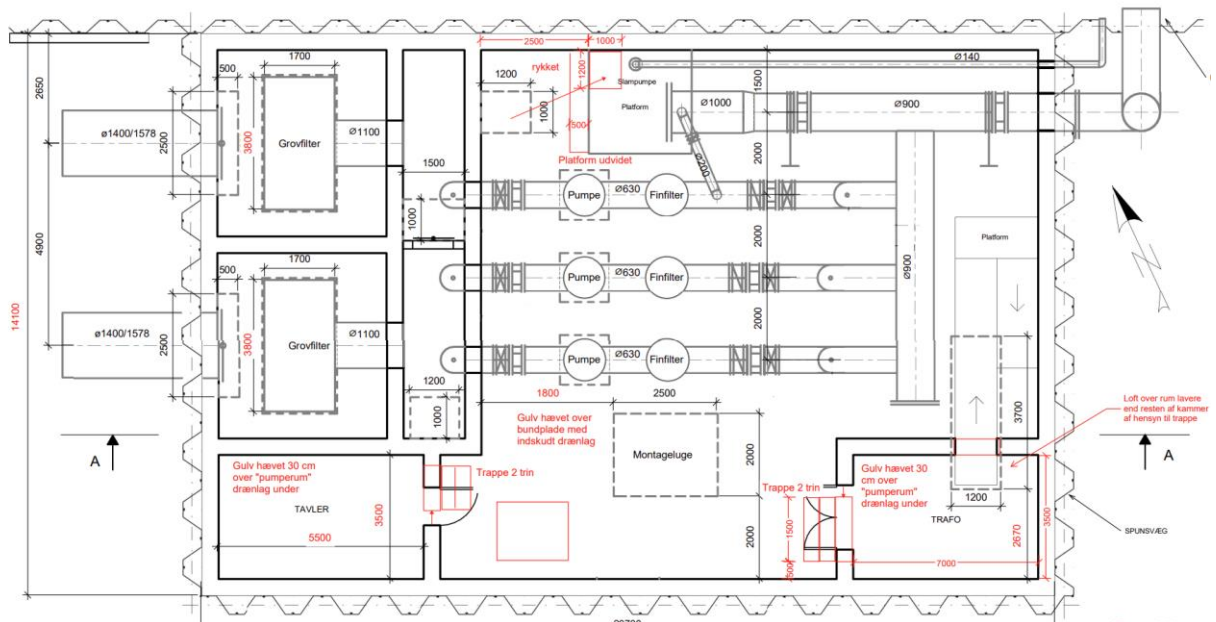
Der laves adgang fra terræn via en oplukkelig åbning med trappe og der laves dæksler i terræn, som kan åbnes i forbindelse med, at komponenter i centralen skal udskiftes.

I kammeret findes der følgende installationer:

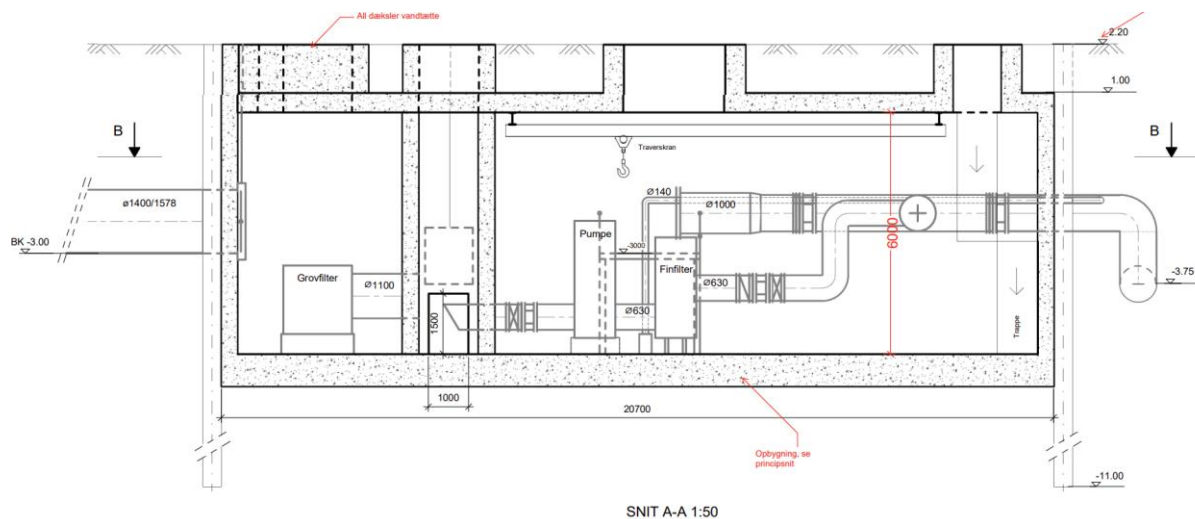
- Rør og ventiler (tryktrin 10 bar(g)) inkl. afsender til rensegris
- Pumper
- Grovfilter (filtreringsgrad 10 mm)
- Finfilter (filtreringsgrad 0,3 mm)
- Skydespjæld
- El-anlæg (transformer, eltavler mv.)
- Ventilation med afkast over terræn gemt væk ifm. begrønning. Alternativt afkast i terræn med ventilationsriste.

I havvandskammeret etableres der en griseafsender på havvandsledningen, således det er muligt at rense ledningen for biologisk vækst herunder muslinger, rurer mv.

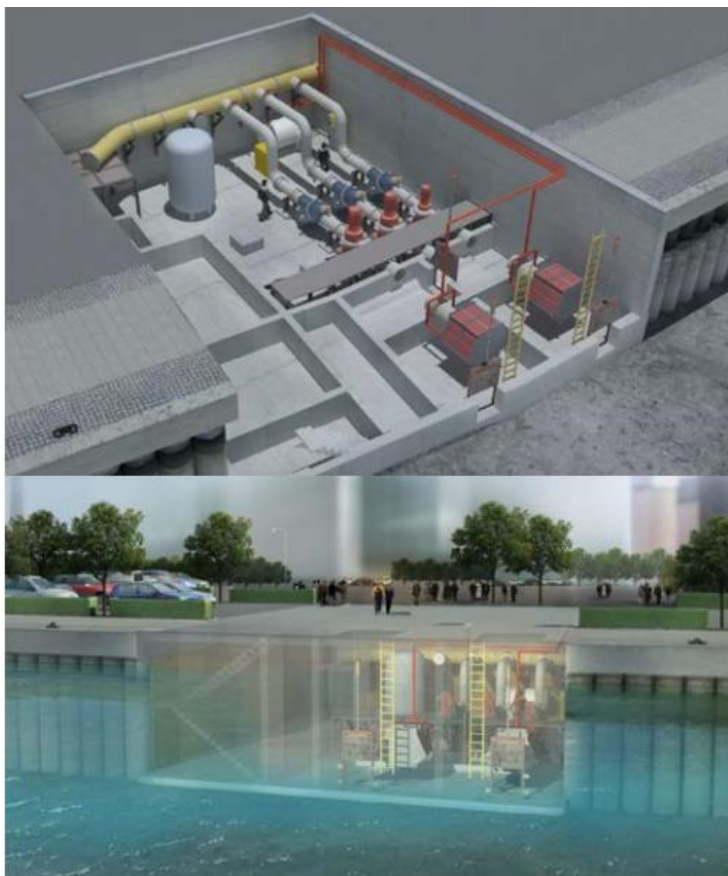
Layouteksempel fremgår af nedenstående figurer 2 og 3. Figur 4 viser et eksempel på et havvandskammer.



Figur 2. Layout eksempel – Plantegning af havvandskammer inkl. Installationer



Figur 3. Layout eksempel - Snittegning af havvandskammer inkl. installationer



Figur 4. Eksempel på havvandskammer (HOFOR Fjernkøling, Kalvebod Brygge)

Grundvandssænkning:

Grundvandssænkning er nødvendigt ifm. etablering af havvandskammeret. Forventeligt til 8-10 meter under terræn. De forventede vandmængder er omkring 65 m³/t for alle byggegruber og det forventes at der vil være behov for grundvandssænkning i 2-3 mdr. hvilket giver en vandmængde på ca. 95.000 m³. Grundvandsspejlet i de terrænnære lag ift. den nærmeste bygning vil blive monitoreret.

Forventede metoder er angivet i tabel 1 nedenfor.

Tabel 1. byggegruber og metoder ifm. grundvandssænkning

Lokalitet (byggegruber)	Metodik for grundvandssænkning
Alm. tørholdelse	Læsepumpning
PIT-1	Pumpeboringer i kalken <u>udenfor</u> byggegruben + grædeboringer i fyld og kvartære lag <u>indenfor</u> byggegruben.
PIT-2	Grædeboringer i fyld og kvartære lag <u>indenfor</u> byggegruben + evt. sugespids
PIT-3	Grædeboringer i fyld og kvartære lag <u>indenfor</u> byggegruben.
Udgravning mellem PIT-3 og PIT-4	Grædeboringer i fyld og kvartære lag <u>indenfor</u> byggegruben.
PIT-4	Læsepumpning

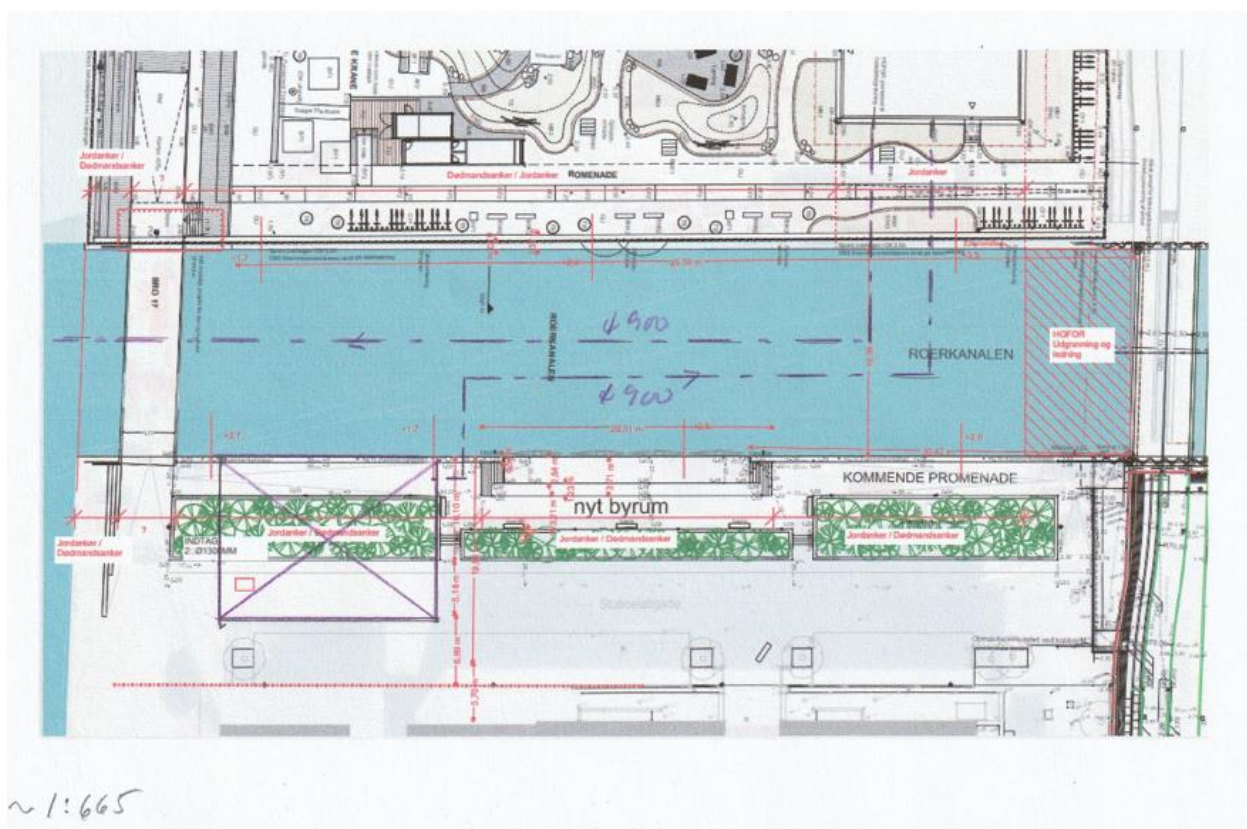
I tilfælde af at vandmængden er højere end forventet vil HOFOR ansøge Københavns kommune om bortpumpningstilladelse.

Der vil blive ansøgt boringstilladelser i forbindelse med grundvandssænkningen og vandet vil afledes til kloak eller recipient afhængigt af forureningsgraden. Dette vurderes af København Kommunes miljømyndighed på baggrund af vandanalyser og reguleres af vilkår i midlertidige tilslutningstilladelser / udledningstilladelser meddelt af kommunen.

Etablering af havvands- og udløbsledning

Der etableres ca. 100 m ø900 havvandsledning fra havvandskammeret og hen til Energicentralen. En del af ledningen (ca. 65 m) etableres forventeligt i den kommende havvandskanal (Roerkanalen), som løber fra Orientbassinet til Kalkbrænderiløbet.

I Roerkanalen nedgraves ledningen i kanalbunden, hvoraf ca. 50 m af ledningen lægges i samme ledningsgrav som udløbsledningen. Der graves ca. 2 meter ned og renden forventes ca. 13,5-14 meter bred. Renden til ledningen laves under vandet med en hydraulisk gravemaskine på flåde, hvor det opgravede materiale lægges på kanalbunden ved siden af renden. De sammensvejste og ballastede rørlængder flådes ind og sænkes/tilsluttes flangerne på rørenderne der stikker ud gennem spunsvæggene på begge sider af Roerkanalen. Efter kontrol af installationen tilfyldes renden med det opgravede materiale. Det overskydende materiale, svarende til volumen af rør og ballast, spredes over renden hvor der har været gravet – der vil blive en mindre overhøjde på ca. 5cm.



Figur 5. Snittegning af forslag til placering af havvandsledninger

Udløbsledning

Der etableres ca. 650 m $\varnothing 900$ havvandsledning (udløbsledning) fra Energicentralen igennem på bunden af Roerkanalen og ud af Kalkbrænderiløbet, hvorfra den føres ud i Svanemøllebugten.

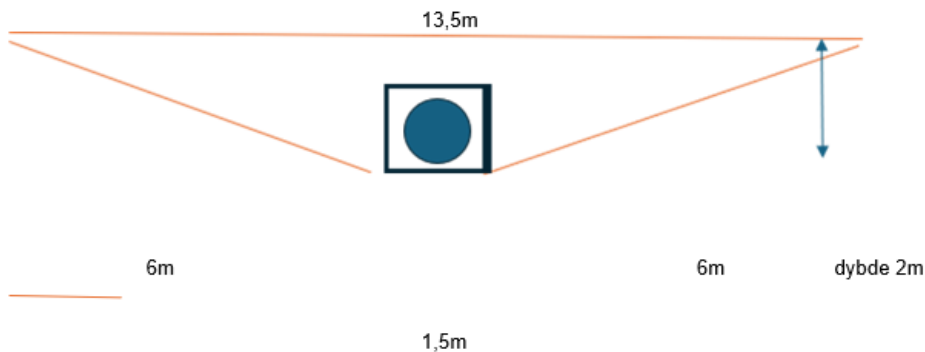
Det er nødvendigt at krydse den kommende Nordhavnstunnel med ledningen (se figur 1). I svanemøllebugten etableres udløb for det anvendte havvand.

Den store afstand imellem indtag og udløb er krævet for at sikre en begrænset risiko for termisk opblanding / kortslutning - dvs. for at sikre en stabil temperatur på energikilden.

Havvandsledningerne udføres i PE100 rør. Den maksimale vandhastighed i ledningerne dvs. også ved udløbet er 3 m/s.

I Roerkanalen nedgraves ledningen efter samme procedure som havvandsledningen (se afsnit ovenfor). Det drejer sig om ca. 150 m ledning.

I Kalkbrænderiløbet nedgraves ledningen i havbunden, så de lige akkurat er dækket. Der graves ca. 2 meter ned og renden forventes ca. 13,5 meter bred. Renden til ledningen laves under vandet med en gravemaskine, hvor det opgravede materiale lægges på havbunden ved siden af renden, hvorefter røret lægges ned og efterfølgende dækkes. Det forventes at etableringen sker med en hydraulisk maskine på flåde eller skib med ben der sættes ned i havbunden. Det drejer sig her om ca. 400 meter ledning. Nedenstående figur 6 viser skitse af ledningen på havbunden.



Figur 6. Tværsnit af havvandsledningen på havbunden

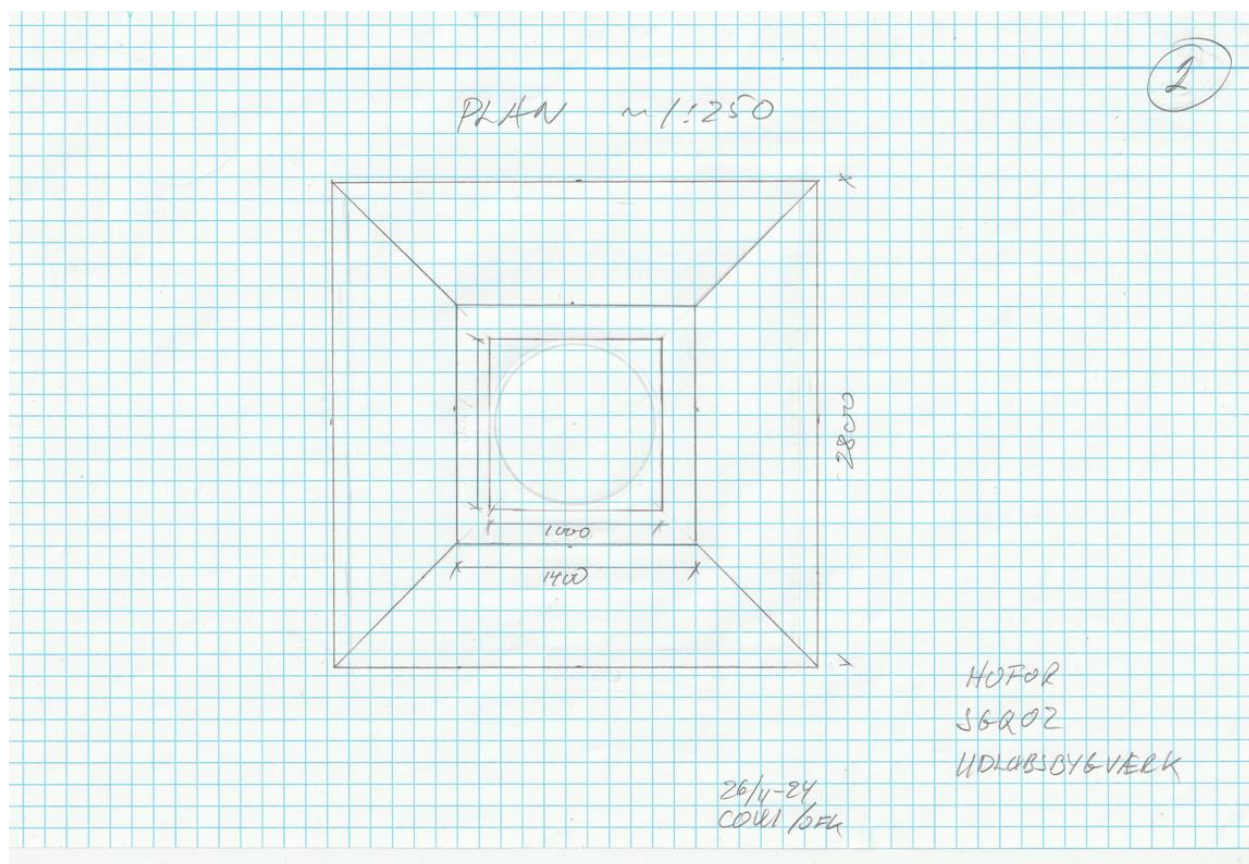
Krydsningen af Nordhavnstunnelen indarbejdes i Vejdirektoratets projekt, og ledningen vil således blive integreret i tunnelens påsejlingsbeskyttelse og derved dækket af deres beskyttende sten/betonlag. Det drejer sig her om ca. 30 m ledning over tunnelen udført tørt indenfor byggegrubespunsen. Til eventuelle fremtidige udvidelser bliver der desuden indbygget to ekstra rør (se bilag 3). Arbejdet udføres af Vejdirektoratets entreprenør i forbindelse med tunnelarbejderne.

Nord for Nordhavnstunnelen ud mod Svanemøllebugten, nedgraves ledningen i påsejlingsdæmningen (ca. 50 m) og havbunden (ca. 50 m), med samme metode ved brug af hydraulisk gravemaskine på flåde/skib, som beskrevet ovenfor. Det drejer sig her om ca. 100 meter ledning.

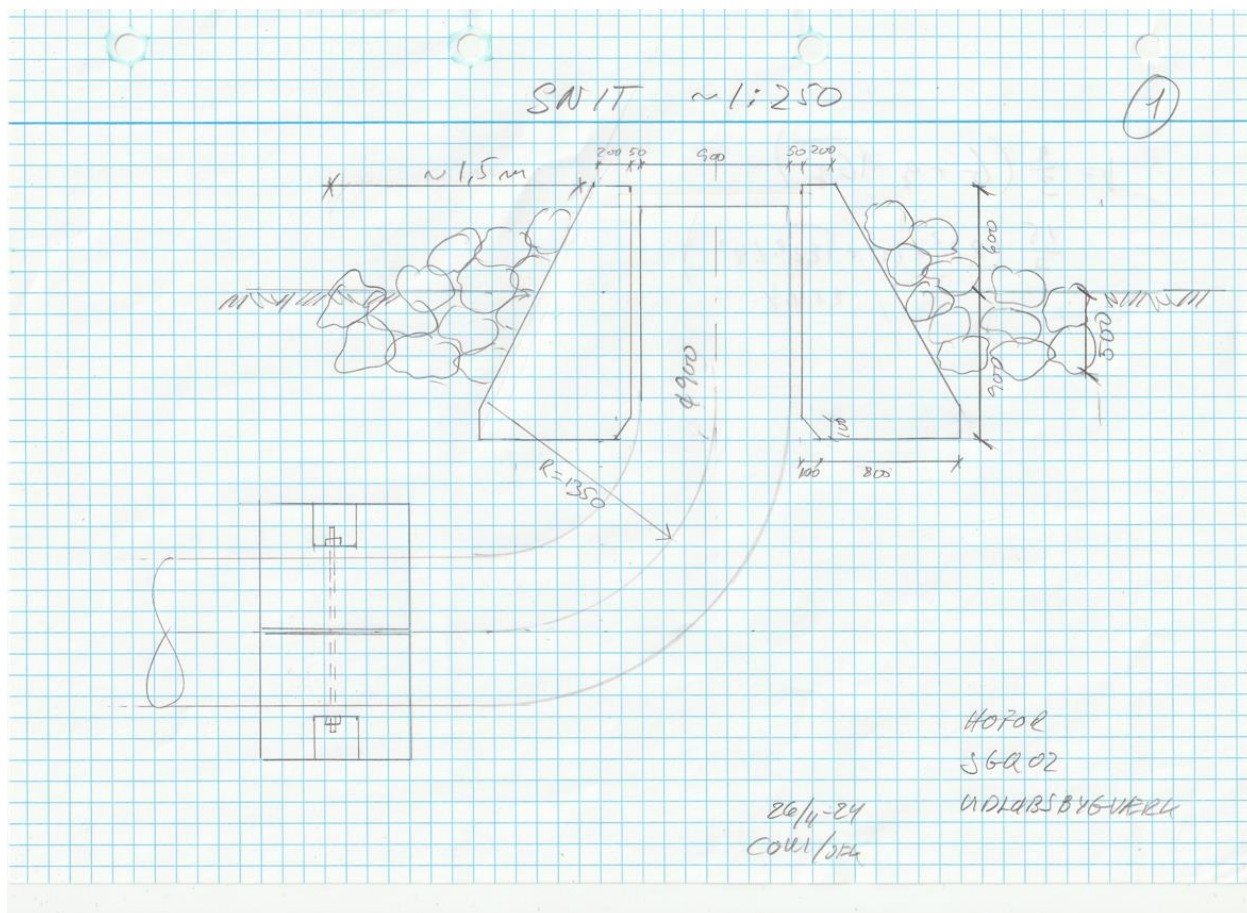
Gravearbejdet i kanal- og havbund (under vand) omfatter samlet en længde på ca. 620 meter.

Udløbsbygværk

Udløbet i Svanemøllebugten etableres med et betonbygværk (ca. 12 tons) der for størstedelen er nedgravet i havbunden samt en skråtstillet metalrist for rørets udløb. Udløbet laves således, at det afkølede havvand rettes væk fra havbunden for at undgå evt. sedimentpåvirkning. Betonbygværket støbes på land hvorefter det sejles ud og sænkes ned på havbunden. Der lægges sten omkring betonbygværket, for at beskytte bygværket mod ankere fra skibe. Nedenstående figur 7 og 8 viser plan- og snittegning af udløbsbygværk.



Figur 7. Plantegning af udløbsbygværk



Figur 8. Snittegning af udløbsbygværk

Forventede udledte vandmængder, temperatur, flow mv.

Der forventes udledt ca. 20. mio. m³ havvand om året.

Havvandet forventes kølet med maks. 5 grader (delta T). Hvis det om sommeren kommer ind med f.eks. 20 °C, er det ikke koldere end 15 °C, når det udledes igen. Havvandet forventes ikke udledt koldere end ned til 0,5 °C, hvilket vil forekomme om vinteren, hvor havnen er nede på 5 °C eller lavere. Hvis havvandet er nede på 2 °C kan det dermed kun køles med 1,5 grader.

Afhængigt af saltindholdet i vandet vil det i princippet kunne køles længere ned (f.eks. til 0 eller -0,5 °C) uden at tilfrysning vil forekomme, men af hensyn til havvandskredsen inkl.

varmevekslere ønsker der en vis sikkerhedsmargin ift. isdannelse i og tilfrysning af systemet.

Flowet for havvandsindtag og udledning vurderes at have en maksimal vandføring på 6000 m³ i timen.

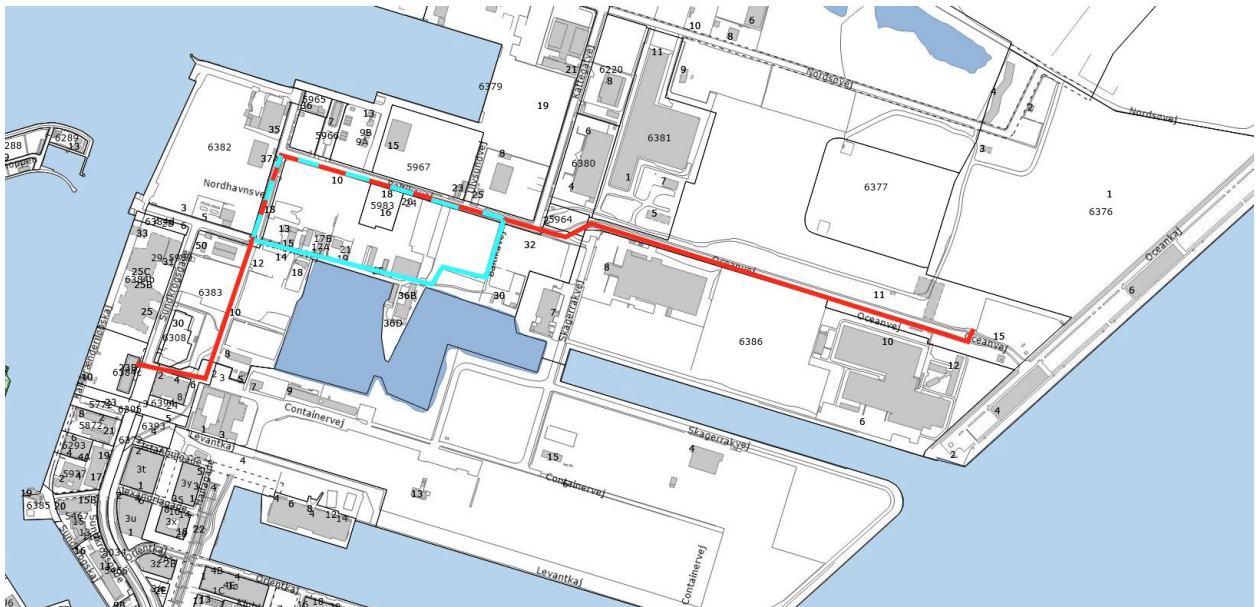
Den forventelige placering af udløbspunktet fremgår af bilag 3. HOFOR har fremsendt ansøgning om permanent udledningstilladelse sammen med teknisk rapport om temperaturændringernes betydning for havnemiljøet til Københavns kommune.

Det er rent havvand der udledes, der tilsættes altså ikke nogen form for hjælpestoffer eller lignende. Materiale som f.eks. plastikposer, plastikkrus og andet affald som opsamles på grovfiltrene, returskylles ikke til havnen men bortskaffes som affald. Naturligt forekommende

materiale som f.eks. muslinger og makroalger, som opsamles på finfiltrene, kan returskylles til havnen. Ved eventuel rensning af rørene, der leder havvandet, anvendes ikke nogen former for kemikalier eller lignende. Der vil alene kunne være tale om en mekanisk rensning ved at en "gris" sendes gennem rørledningen.

Elkabel

El-forsyning til varmepumpeanlægget vil komme fra ny hovedstation ved Oceanvej. Der skal trækkes et 10 kV el-kabel (ca. 2 km.) dertil fra Energicentralen. Kablet skal enten skydes eller graves ned, anlægsmetode er endnu ikke fastlagt. Nedenstående figur 10 viser de to mulige traceer. (Rød = elkabel trace. Rød/lyseblå stribet samt lyseblå = 2 mulige elkabeltraceer, det vil blive enten den ene eller den anden.



Figur 9. Elkabel tracé fra ny hovedstation ved Oeankaj til Energicentralen