

UNICEF-bygningen på Nordhavn



ATES-anlæg

Ansøgning om boretilladelse og tilladelse til indvinding og returledning af grundvand

Udarbejdet af:

Søren Skjold Andersen, GeoDrilling

Kontrol:

Stig Niemi Sørensen, Energy Machines

Dato:

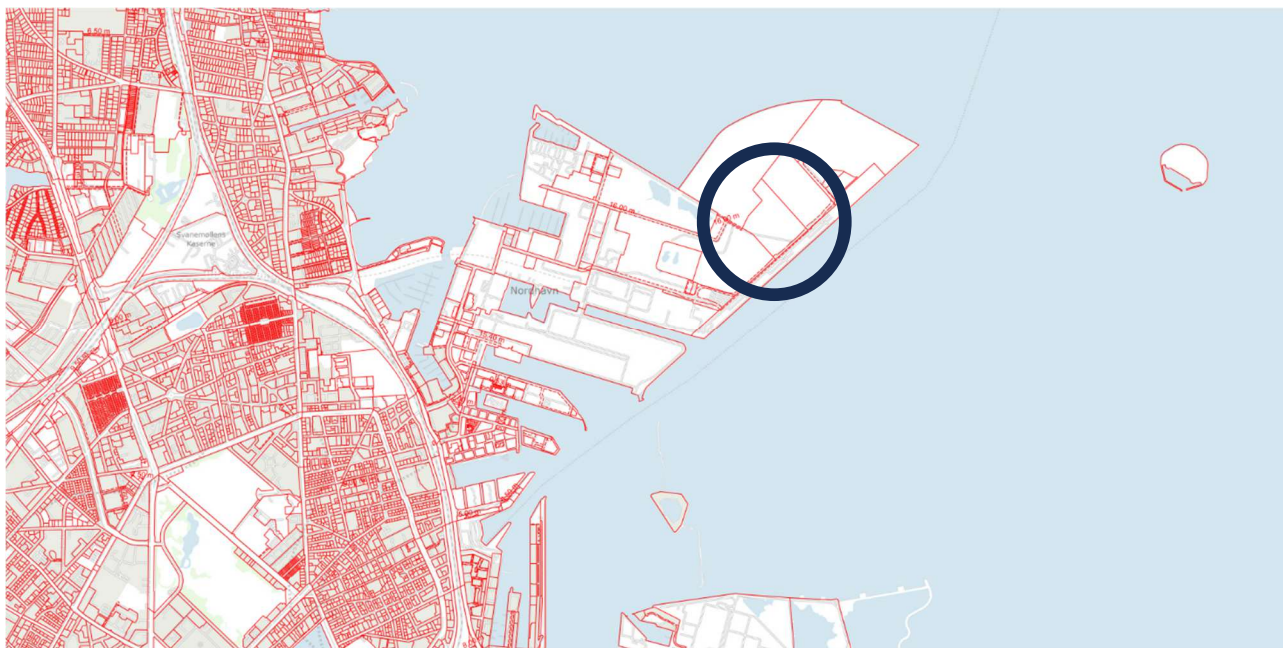
31. marts 2026

Indholdsfortegnelse

1. Baggrund og formål.....	3
2. Projektbeskrivelse.....	6
3. Ren- og prøvepumpning	11
4. Drikkevandsinteresser, hydrogeologi og modelberegninger	12

1. Baggrund og formål

Udviklingselskabet By & Havn UNICEF ønsker at etablere et kombineret grundvandskøle- og ATES-anlæg til køleformål (proces- og ventilationsluftskøling) og til opvarmningsformål til UNICEF's nye byggeri på Nordhavn ved hjælp af eldrevne varmepumper jf. bestemmelserne i "Bekendtgørelse om varmeindvindingsanlæg og grundvandskøleanlæg" (BEK nr. 1716 af 15.12.2015) ved etablering af otte lodrette borer for indvinding og returledning af grundvand. To (B1 og B8) af de otte borer er udført i efteråret 2025 Projektområde ved matrikel 6398, Udenbys Klædebo Kvarter, København, med adressen Havvej 51-55, 2150 Nordhavn er vist på nedenstående billede.



Figur 1. Projektområde Havvej 51-55, 2150 Nordhavn (<https://kort.plandata.dk>)

Formålet med anlægget er at indvinde og lagre afkølet og opvarmet grundvand til varme- og køleformål i bygninger og dermed spare op til 90% på elforbruget til køleformål og op til 60% af energiforbruget til varmeformål.

Tabel 1. Cirkulerede vandmængder

Varme	
Varmebehov	2650 MWh/år
COP	4 -
Varme grundvand	1987,5 MWh/år
Delta-T	6 K
Volumetrisk varmeylde	4186000 J/m ³ /K
Cirkuleret vandmængde	284878 m ³ /år
Køling	
Kølebehov passiv	1300 MWh
EER	20 -
EER-bidrag (varmeudvikling i cirkulationspumpe)	65 MWh

Kølemængde til grundvand passiv	1365 MWh
Delta-T	6 K
Volumetrisk varmfylde	4186000 J/m ³ /K
Cirkuleret vandmængde	195652 m ³ /år

Kølebehov aktiv	200 MWh
EER	4 -
EER-bidrag (varmeudvikling i cirkulationspumpe)	50 MWh
Kølemængde til grundvand passiv	250 MWh
Delta-T	13 K
Volumetrisk varmfylde	4186000 J/m ³ /K
Cirkuleret vandmængde	16539 m ³ /år

Totaler

Cirkuleret vandmængde varme	284.878 m ³ /år
Cirkuleret vandmængde køling	212.191 m ³ /år
Samlet cirkuleret vandmængde	497.069 m ³ /år

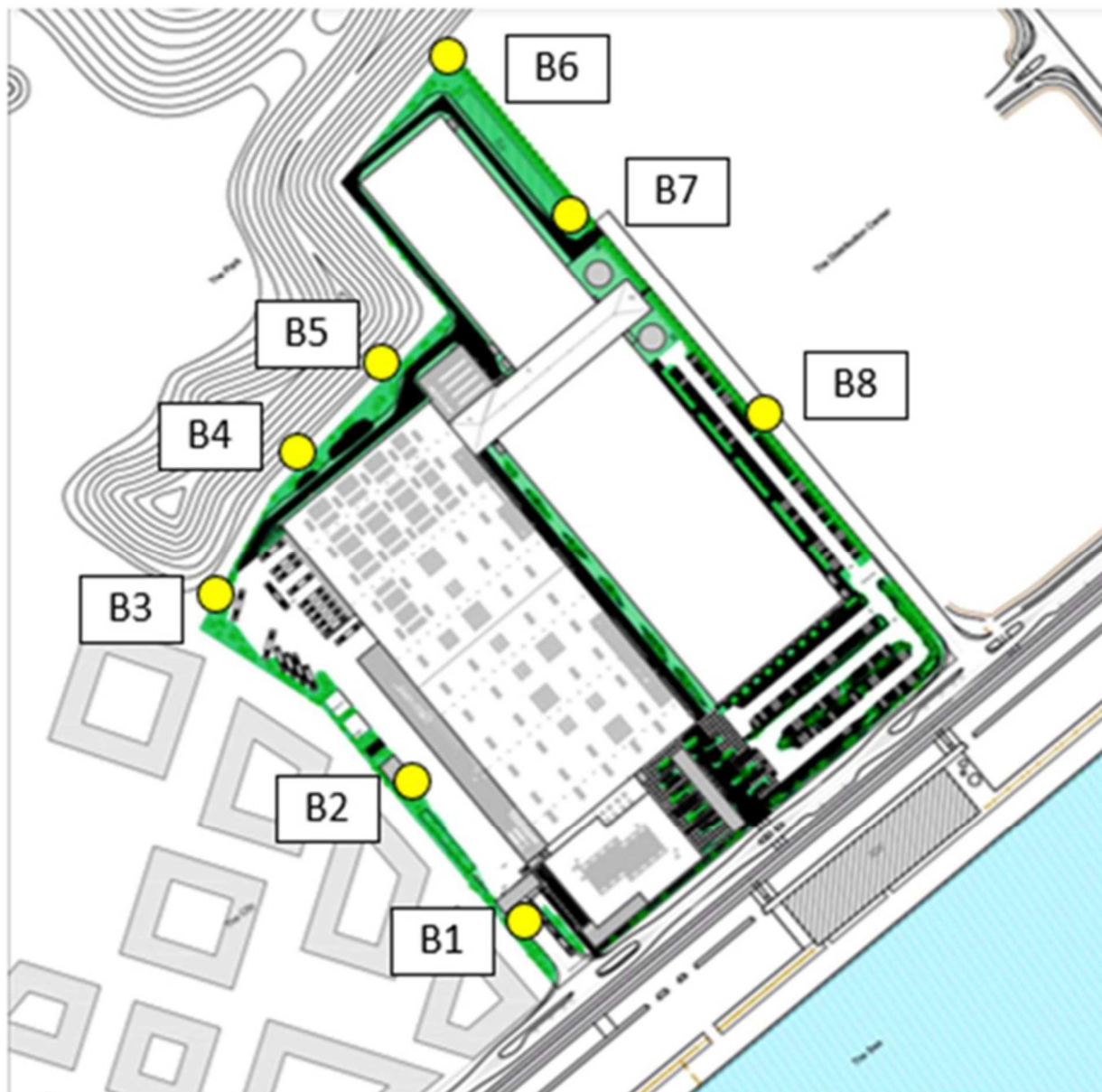
Varmeeffektbehovet forventes at blive ca. 1.700 kW ved afkøling af grundvandet med ca. 6°C. Hvis COP er 4 for varmepumpen, kommer der en varmeeffekt på $(4-1)/4 \cdot 1.700 \text{ kW} = 1.275 \text{ kW}$ fra grundvandet, hvilket modsvarer en grundvandscirkulation på $1.275/1,16/7 \text{ m}^3/\text{time} = 157 \text{ m}^3/\text{time}$.

Køleeffektbehovet ved grundvandskøling forventes at blive min. ca. 1.800 kW ved opvarmning af grundvandet til max 25°C. Ved anvendelse af grundvandet udelukkende til frikøling kan der ved en grundvandscirkulation på 160 m³/time og en opvarmning fra 10°C til 17°C opnås en køleeffekt på ca. 1.300 kW (160x1,16x7). Anvendes der udelukkende aktiv køling, kan grundvandet opvarmes fra 10°C til 25°C ved hjælp af varmepumpe, kan der opnås en køleeffekt på ca. 2.750 kW (160x1,16x15). Kølebehovet på 1.800 kW imødekommes ved en kombination af frikøling og aktiv køling, se mere herom i afsnit 2 - Projektbeskrivelse.

Der ansøges om tilladelse til etablering af ATES-anlægget, herunder etablering af yderligere 6 stk. max. 160 meter dybe borerer på matr.nr. 6398, Udenbys Klædebo Kvarter, København, samt en samlet indvinding og returledning af en grundvandsmængde på 500.000 m³/år i alt, der ved spidslast maksimalt trækker 160 m³/time.

De eksisterende (B1 og B8) samt planlagte borerer (B2-B7) for indvinding og returledning af grundvand er/bliver udført som lodrette borerer som borererne DGU nr. 201.20337 (B1) og 201.20374 (B8). Borererne B1 og B8 er udført i efteråret 2025 som prøveboringer, der skal anvendes som driftsborerer. Borerer er blevet renpumpet og udsyret, hvorefter der er beregnet en transmissivitet på $3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ for begge borerer, se **Bilag 1**.

Både B1, B8 og B2-B7 skal oparbejdes (udsyres) og renpumpes yderligere. Placering af borererne fremgår af Figur 1 med angivelse af "B1" til "B8".



Figur 1. matrikel 6398, Udenbys Klædebo Kvarter, København. Beliggenhed af borer for indvinding og returledning af grundvand (B1-B8) er angivet med gule prikker.

Boringen B1 (DGU nr. 201.20337) blev udført af Brøndboringsfirmaet Brøker A/S og ført til en dybde af 122 m u.t. i dimensionerne Ø558 mm og Ø349 mm hhv. til 45 m u.t. og 45-122 m u.t. Boremotoden var lufthæverotation. Boringen B1 er uforet i intervallet mellem 45-122 m u.t. og er efterladt som et åbent borehul i dette interval. Boringen er udbygget med Ø400 mm PVC foringsrør, som er bagstøbt i de øverste 31 meter af kalklaget (kalken påtræffes 14 m u.t.). Mellem foringsrør og formation er der opfyldt med cement fra 0-45 m u.t. i B1.

Boringen B8 (DGU nr. 201.20374) blev ligeledes udført af Brøndboringsfirmaet Brøker A/S og ført til en dybde af 122 m u.t. i dimensionerne Ø558 mm og Ø349 mm hhv. til 45 m u.t. og 45-122 m u.t. Boremotoden var lufthæverotation. Boringen B8 er uforet i intervallet mellem 45-122 m u.t. og er efterladt som et åbent borehul i dette interval. Boringen er udbygget med Ø400 mm PVC foringsrør, som er bagstøbt i de øverste 29 meter af kalklaget (kalken påtræffes 16 m u.t.). Mellem foringsrør og formation er der opfyldt med cement fra 0-45 m u.t. i B1.

Kopi af borerapporterne fremgår af **Bilag 1**.

De øvrige planlagte boringer vil blive udført efter samme metode, men dybder kan variere en anelse, afhængig af lokale variationer i geologien.

2. Projektbeskrivelse

Det samlede anlæg er opbygget af flg. delsystemer:

1. ATES- eller grundvandsanlæg med tilhørende boringer
2. Varmepumpeanlæg
3. Energicentral med fremløbspumper for varmt og koldt vand
4. Kontrol- og overvågningssystem
5. Rapport system (SCADA)

Det forventes, at projektet kan baseres på i alt 8 boringer (B1-B8) for indvinding og returledning af grundvand. Fire boringer, B1, B3, B5 og B7 (varme boringer), vil blive anvendt til indvinding og returledning af opvarmet grundvand, mens de fire andre boringer, B2, B4, B6 og B8 (kolde boringer), vil blive anvendt til indvinding og returledning af koldt/afkølet grundvand. En kold og en varm boring er koblet til samme varmeveksler i en såkaldt dipol. Anlægget består således af i alt 4 dipoler og 4 varmevekslere.

Ved kølebehov pumpes grundvandet fra boringerne i PE-rør, lagt i frostfri jorddybde, gennem grundvand/procesvand varmevekslere, hvor grundvandet opvarmes til maksimalt 25°C og i gennemsnit ikke over 20°C jf. gældende Bekendtgørelse nr. 1716 af 15/12/2015: Bekendtgørelse om varmeindvindingsanlæg og grundvandskøleanlæg.

Efter gennemløbet af varmevekslerne ledes grundvandet i PE-rør lagt i frostfri dybde til returledning i de tilhørende boringer i kalklaget ca. 45-120 m u.t.

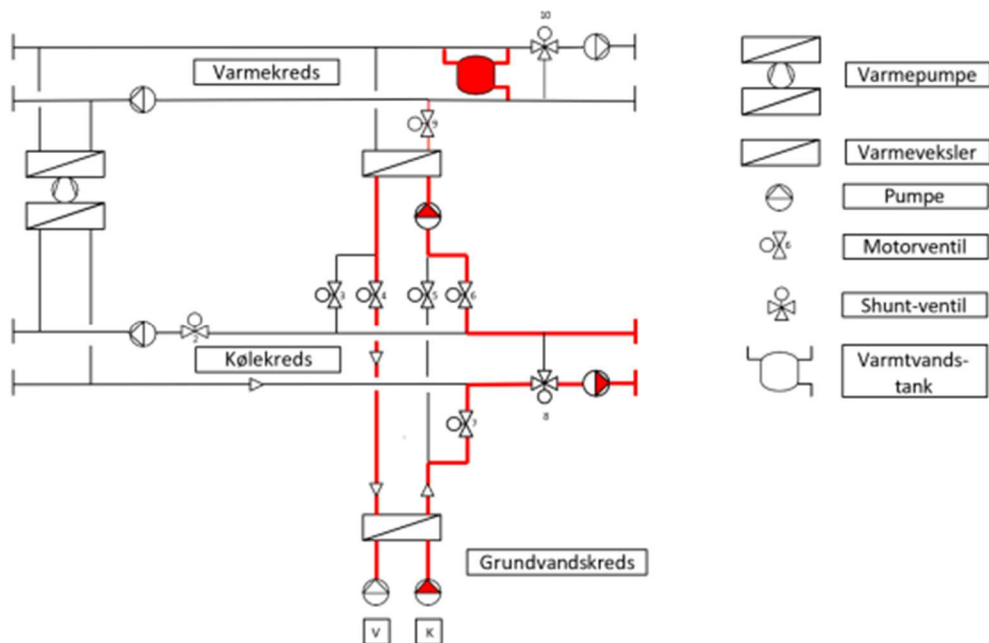
Ved varmebehov pumpes grundvandet fra boringer i PE-rør, lagt i frostfri jorddybde, gennem grundvand/procesvand varmevekslere, hvor grundvandet afkøles til minimum 2°C jf. gældende Bekendtgørelse nr. 1716 af 15/12/2015: Bekendtgørelse om varmeindvindingsanlæg og grundvandskøleanlæg.

Efter gennemløbet af varmevekslerne ledes grundvandet i PE-rør lagt i frostfri dybde til returledning i de tilhørende boringer i kalklaget ca. 45-120 m u.t.

Energicentral og grundvand/procesvand varmevekslere placeres i teknikrum i byggeriet.

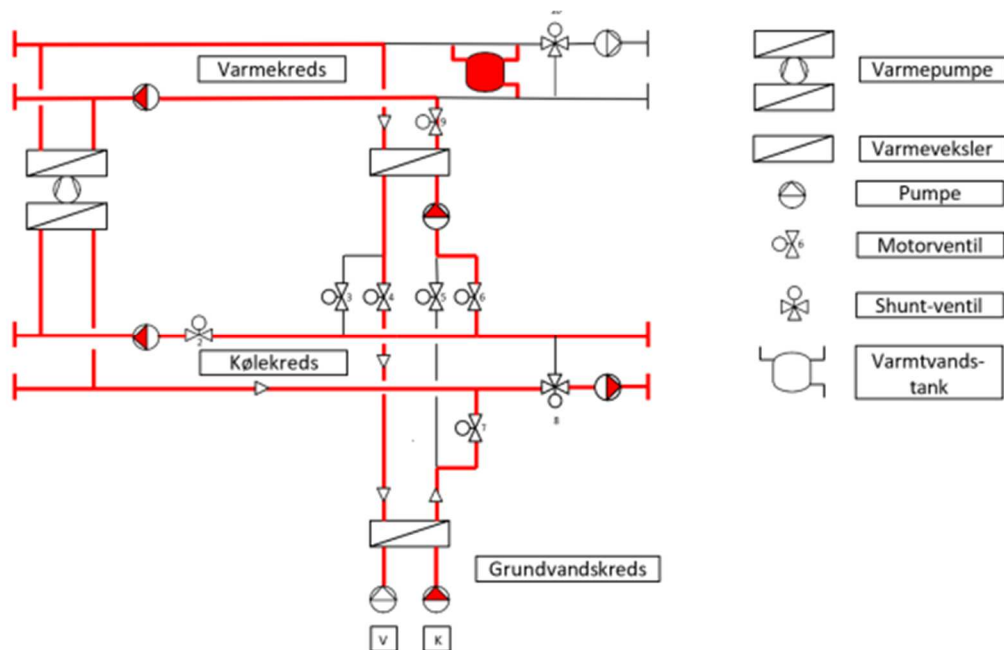
Af de følgende beskrivelser og figurer fremgår principtegninger for ATES-anlæggets forskellige driftsmodes. Der er af hensyn til for overskueligheden kun vist 1 dipol (2 grundvandsboringer) med tilhørende grundvand/kølevand varmeveksler og kun 1 varmpumpeinstallation med tilhørende kondensator varmeveksler.

Kølemode 1 er driftssituationen, hvor grundvand alene klarer kølebehovet op til en køleeffekt på 1300kW (sommer). Anlæggets dipoler indkobles efter behov indtil alle 4 dipoler er fuldt udregulerede ved et samlet grundvandsflow på 160 m³/time. Grundvandet opvarmes ved varmeveksling i denne driftssituation med ca. 6°C. Flowretning for grundvandet er fra "kolde" borer til "varme" borer. Ind- og udkoblings- og udkoblingsrækkefølgen af dipoler skal løbende prioriteres efter hvilken boring, der har det varmeste grundvand.



Figur 3. Kølemode 1.

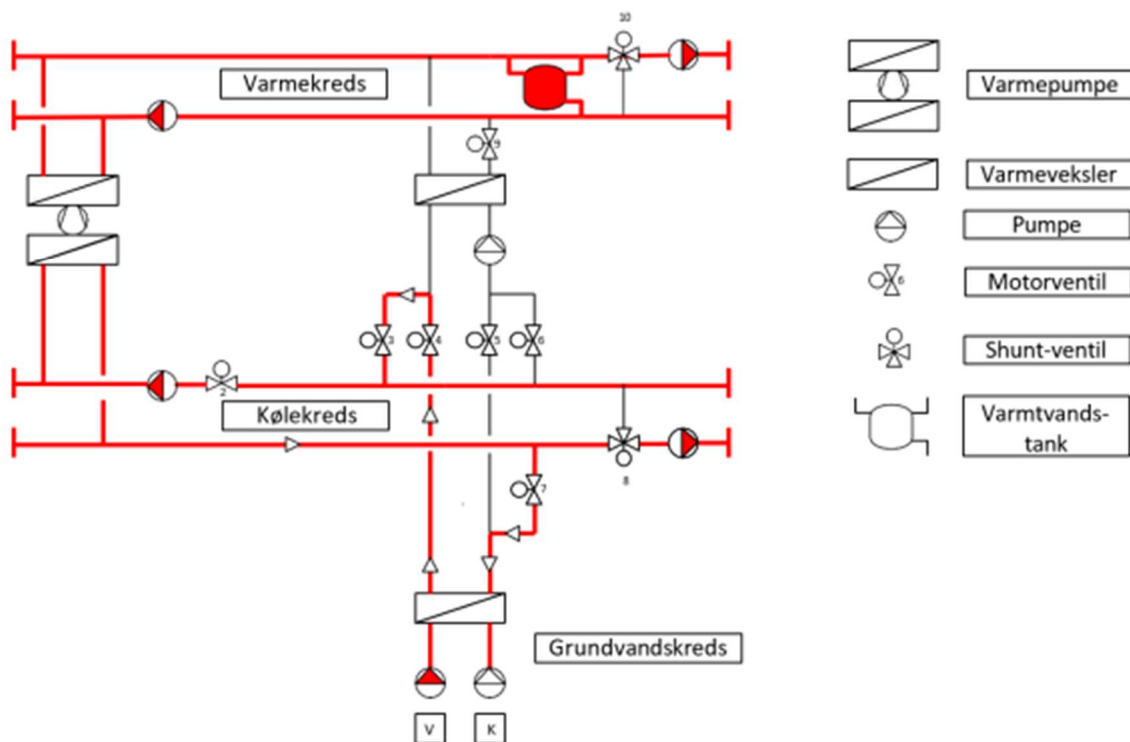
Kølemode 2 er driftssituationen, hvor grundvand med hjælp fra varmepumperne klarer kølebehovet på op til 2450 kW (sommer). I denne driftssituation køles kondenseringsvarmen fra varmepumperne med grundvand vha. en kondensator/kølevands varmeveksler i et såkaldt boost-mode. Ved et kølebehov på fx 1800 kW leverer grundvand op til 1300 kW ved frikøling og varmepumperne leverer ca. 500 kW. Ved en varmepumpe COP på 4,5 skal der ved 500 kW køleydelse fra varmepumperne fjernes en kondenseringsvarme på ca. 650 kW, hvorfor der tilføres grundvandsmagasinet en varmeeffekt på i alt 1950 kW. Flowretning for grundvandet er fra "kolde" borer til "varme" borer. Ind- og udkoblings- og udkoblingsrækkefølgen af de enkelte dipoler skal løbende prioriteres efter hvilken boring, der har det varmeste grundvand.



Figur 4. Kølemode 2.

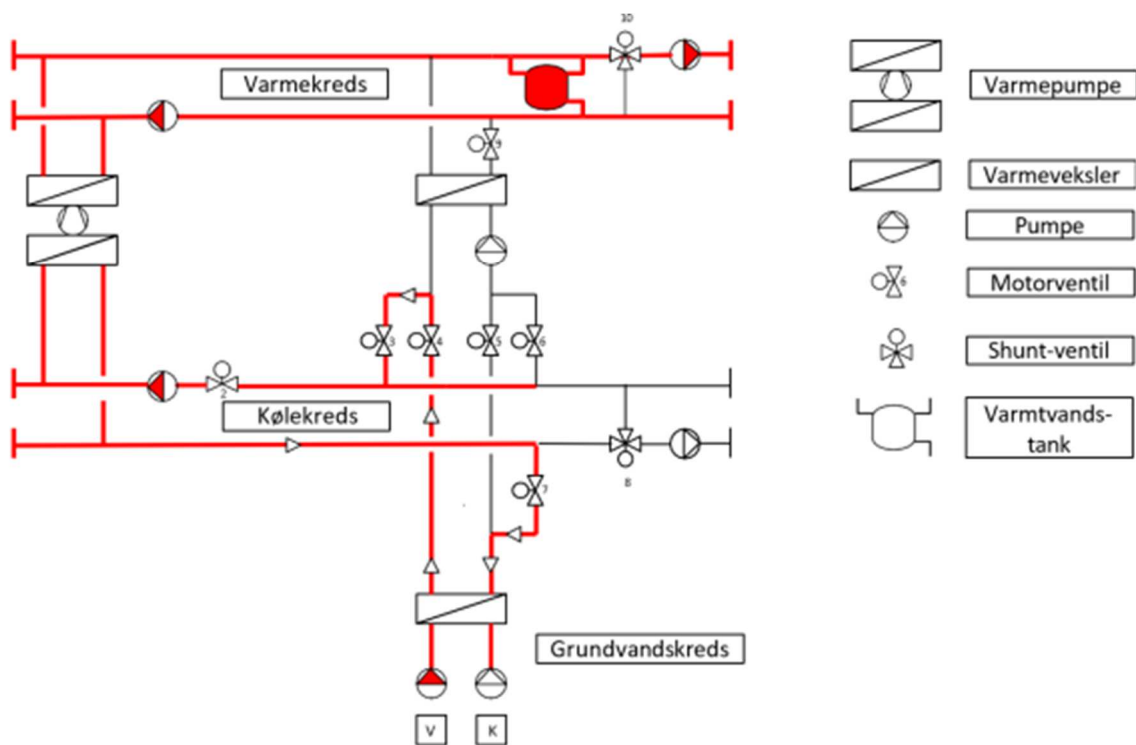
Kølemode 3 og varmemode (1) er driftsituationen, hvor varmepumperne alene klarer kølebehovet (vinter), når bygningen samtidigt opvarmes af varmepumperne. Flowretning for grundvandet er fra "varme" boringer til "kolde" boringer. Ind- og udkoblings- og udkoblingsrækkefølgen af de enkelte dipoler skal løbende prioriteres efter hvilken boring, der har det varmeste grundvand.

Varmemode (1) er driftsituationen, hvor grundvand og kølevand med hjælp fra varmepumper dækker varmebehovet til rumopvarmning og behovet for varmt brugsvand med en varmeeffekt på op til 1700 kW (vinter). Kølebehovet dækkes samtidigt. Anlæggets dipoler indkobles efter behov indtil alle 4 dipoler er fuldt udregulerede ved et samlet grundvandsflow på 160 m³/time. Flowretning for grundvandet er fra "varme" boringer til "kolde" boringer. Ind- og udkoblingsrækkefølgen af de enkelte dipoler skal løbende prioriteres efter hvilken boring, der har det varmeste grundvand.



Figur 5. Kølemode 3 og varmemode 1.

Varmemode (2) er driftsituationen, hvor grundvand med hjælp fra varmepumper klarer behovet for rumopvarmning og varmt brugsvand (vinter). Bygningen efterspørger ikke køling. Flowretning for grundvandet er fra "varme" boringer til "kolde" boringer. Ind- og udkoblings- og udkoblingsrækkefølgen af dipoler skal løbende prioriteres efter hvilken boring, der har det varmeste grundvand.



Figur 6. Varmemode 2.

Med henvisningen til "Bekendtgørelse om varmeindvindingsanlæg og grundvandskøleanlæg", BEK nr. 1716 af 15.12.2015 er anlægget udstyret med flg. indretninger:

§9: Anlægget udføres som lukket system uden mulighed for indtrængning af atmosfærisk luft.

§10: Der sker ikke blanding af grundvand og internt kølevand til bygningen, idet grundvandet pumpes i et lukket rørsystem. Varmevekslingen mellem grundvand og kølevand sker i lukkede varmevekslere (pladeapparat), hvor grundvandet strømmer på den ene side af pladerne og kølevandet på den anden side af pladerne. Trykket ved til- og afgang af varmeveksler overvåges og opsamles løbende af anlæggets overvågningssystem. I tilfælde af lækage i en varmeveksler afbrydes indvindingen af grundvand ved hjælp af et sikkerhedssystem, der kontinuerligt overvåger grundvandsflow ind og ud af varmevekslerne. Registreres en forskel i flowværdien ind og ud af hver varmeveksler, stoppes den tilhørende grundvandspumpe automatisk. Samtidigt lukkes to motoraktiverede afspærringsventiler - 1 på tilgangen til varmeveksleren og 1 på afgang fra varmeveksleren - vist på Figur 3.

§11 Anlægget forsynes med prøvetagningshane for indvundet og afledt grundvand.

§12 Anlægget forsynes med temperaturmålere for indvundet og afledt grundvand, i boringsafslutningerne over terræn og ved tilgang og afgang i boringen (fælles med grundvandsniveau-følerne). Anlægget forsynes med automatisk niveaumåling af grundvand i hver boring. Temperaturværdierne og niveaumålingerne opsamles løbende vha. anlæggets overvågningssystem.

3. Ren- og prøvepumpning

Af **Bilag 1** fremgår vandspejlsniveau, flow, sænkingskurve, stigningskurve og den beregnede transmissivitet for prøveboringerne B1 og B8. Som det fremgår af rapporten er der beregnet en transmissivitet på $3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ for kalkmagasinet.

4. Drikkevandsinteresser, hydrogeologi og modelberegninger

Havvej 51-55's grundareal (matr.nr. 6398, Udenbys Klædebo Kvarter, København,) ligger både udenfor områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og udenfor indvindingsoplande. Endvidere er der ingen fredede-, naturbeskyttede områder eller lignende, se nedenstående oversigtskort, der også er vedlagt som **Bilag 2**.



Figur 3 - Oversigtskort – Drikkevandsinteresser, fredede områder og beskyttede naturtyper mv. (Kilde: kort.plandata.dk).

Ca. 185 m til 240 m sydøst for B8 ligger der fire borer, der er registreret som jordvarmeboringer. Boringerne er dog ikke af den lukkede type, som anvendes i et såkaldt BTES-anlæg. Derimod indgår boringerne i et ATES anlæg ejet af HOFOR. De fire borer har DGU nr. 201.18427, 201.18428, 201.18429 og 201.18430. Den første boring er på 80 meters dybde og de øvrige på 70 meters dybde. Boringerne er etableret med uforet indvinding fra kote -43 til bund.

Af prøveboringer og boringsdata fra GEUS' Jupiter-database for UNICEF-grunden i Nordhavn (DGU nr. 201.20337 og 201.20374) fremgår det, at den geologiske lagfølge viser fyld (grus/sand/sten) i de øverste meter, efterfulgt af kalk (hvid, flintrig) ned til boringernes bund i ca. 122 m u.t.

Magasinet modelleres som spændt, homogent og isotropt, og grundvandsstrømningen i Bryozokalken antages primært at foregå horisontalt. Denne antagelse understøttes af resultater fra prøvepumpninger i området, hvor påvirkningen af overliggende kalklag kun i meget begrænset omfang kan registreres (COWI, 2023).

Tabel 2. Geologisk profil

Geologi	Top kote [m.o.DNN]	Bund kote [m.o.DNN]	Porøsitet [%]	Reference
Fyld (sand, grus, sten)	2,5	-10	20-30	Freeze and Cherry (1979)
Kalk (øvre)	-10	-45	30	Kidmose (2022)
Kalk (ATES-magasin)	-45	-120	30	Kidmose (2022)

Porøsiteten af de geologiske lag er ukendt, og de anvendte værdier er derfor baseret på litteraturværdier. Desuden forventes det at porøsiteten for kalk i Østsjælland ligger mellem 10 og 40%. Derfor er der til den endelige model anvendt en porøsitet på 30%.

Ovenstående danner grundlag for den hydrogeologiske opsætning af en FEFLOW model for belysning af den hydrauliske og hydrotermiske påvirkning af undergrunden som følge af ATES-driften, samt indvirkningen på det nærliggende ATES anlæg tilhørende HOFOR. Der henvises til **Bilag 3** for en detaljeret gennemgang.

Modelresultaterne viser, at driften af UNICEF-anlægget kun medfører små hydrauliske påvirkninger af HOFORs borer. De beregnede ændringer i trykniveauet er sæsonmæssige og begrænset til op til ca. 10 cm i HOFORs injektionsboringer og mellem ca. -7,5 og 5 cm i produktionsboringerne. Sammenlignet med de absolutte trykniveauvariationer ved drift af HOFORs anlæg, som er i størrelsesordenen 4-5 m, udgør påvirkningen fra UNICEF-anlægget kun ca. 1-2 %. Der opstår ingen permanent ændring i trykniveauet, da den samlede vandbalance i systemet er nul.

De termiske beregninger viser, at temperaturpåvirkningen fra UNICEF-anlægget primært er begrænset til området omkring UNICEF-anlæggets egne borer. Efter 30 års drift når temperaturfanerne ikke frem til HOFORs produktionsboringer, som ligger ca. 475 m fra UNICEF-anlægget og fortsat befinder sig i områder med temperaturer tæt på den naturlige grundvandstemperatur.

Samlet viser modelberegningerne, at etablering og drift af ATES-anlægget ved UNICEF-bygningen kun medfører lokale og begrænsede påvirkninger af grundvandsmagasinet og ikke forventes at påvirke driften af HOFORs ATES-anlæg.