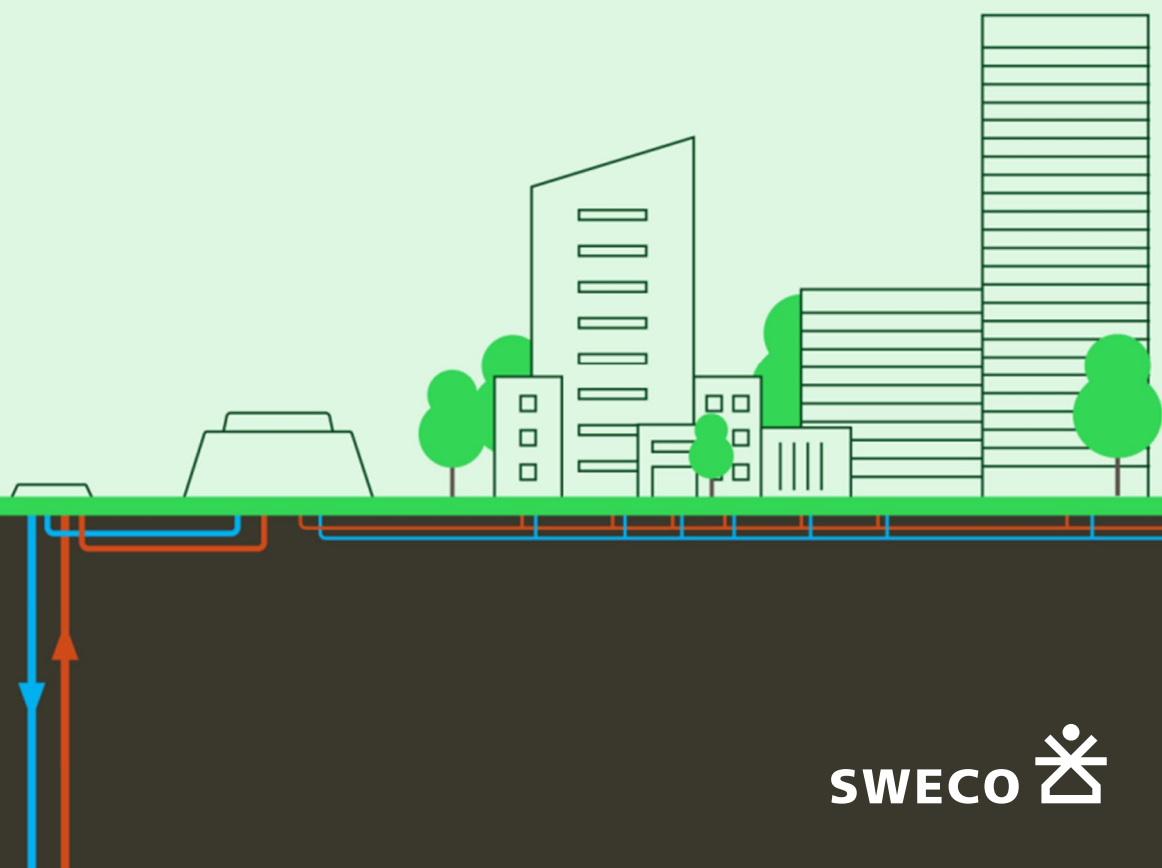


Innargi Geotermisk Energikilde i Aarhus

Projektbeskrivelse Halmstadgade



Sweco Danmark A/S
Projekt

CVR nr. 48233511
Innargi Geotermisk Energikilde i
Aarhus

Projektnummer

41008307

Kunde

Innargi A/S

Udfærdiget af

Anders Forchhammer Mathiasen /
Tore Stamp Kirkeby og Innargi

Godkendt af

Tore Stamp Kirkeby

Dato

2025-06-26

Ver

3.0

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund for projektet.....	5
2	Projektbeskrivelse	7
2.1	Etablering af geotermisk anlæg i Aarhus Kommune	7
3	Halmstadgade – Områdebeskrivelse og anvendelse.....	10
4	Anlægsfase.....	12
4.1	Byggepladsindretning.....	12
4.1.1	Serviceområde.....	13
4.1.2	Ydre boreområde	14
4.1.3	Indre boreområde	14
4.2	Boringer.....	16
4.2.1	Brønddesign og boring	16
4.2.2	Boremudder	17
4.2.3	Cementering af foringsrør	18
4.2.4	Opsummering af planlagte borekampagne	19
4.3	Beskrivelse, opførelse og test af geotermisk varmekværk	20
4.4	Varmepumper	22
4.4.1	Kulbrintebaserede varmpumper	22
4.4.2	Ammoniakbaserede varmpumper	23
4.5	Tidsplan for anlægsfasen.....	23
5	Driftsfase af det geotermiske varmekværk.....	25
5.1	Afvikling af boringer og produktionsbrønde	25
6	Omgivelser og miljøforhold.....	27
6.1	Grundvandsforhold.....	27
6.2	Affald og jord	28
6.3	Bilag IV arter og Natura 2000 områder	29
6.3.1	Halmstadgade.....	29
6.4	Støj og lys	30
6.4.1	Støj i anlægsfasen	30
6.4.2	Belysning på naboarealer i anlægsfasen	32
6.4.3	Støj i driftsfase	32
6.4.4	Belysning på naboarealer i driftsfase	33
6.5	Udledningstilladelse/bortskaffelse af formationsvand	33
6.6	Emissioner	33
6.7	Lugt påvirkning.....	35
6.8	Relaterede anlægsarbejder	35
6.9	Seismiske hændelser	35
	Bilagsliste	37

1 Baggrund for projektet

Geotermi er en af de vedvarende energikilder, der indgår i den grønne omstilling og i reduktionen af samfundets drivhusgasudledninger. Geotermisk energi kommer fra jordens indre og kan anvendes til fjernvarme. Varmen høstes – ligesom vi i dag høster energi fra solen og vinden – og er dermed et grønt varmealternativ til fossile brændstoffer som kul og gas. Udviklingen af geotermi i Danmark er understøttet af et bredt politisk flertal i Folketinget.

AP Møller Holding har arbejdet på at udvikle geotermi i Danmark og opbygge den rette organisation siden 2018. Det har ledt til, at Innargi A/S er stiftet som et selskab, der skal udvikle og drive geotermiske anlæg – i tæt samarbejde med lokale fjernvarmeforsyninger. Innargi A/S har en fast medarbejderstab med mange års erfaring med den danske undergrund, dybe borer, varmeforsyning, mv.

Aarhus Byråd har besluttet, at Aarhus skal være CO₂ neutral i 2030. Det medfører, at energisystemet fremadrettet skal levere varme og strøm baseret på vedvarende energikilder. Den 1. december 2021 vedtog Aarhus Byråd "Temaplan for Omstilling til Grøn Energi" hvor fjernvarmesystemets rolle fremhæves som centralt for en omkostningseffektiv grøn omstilling af byen, hvor en del af strategien er at basere produktionen fra forskellige vedvarende energikilder herunder geotermi. Den 14. december 2022 vedtog Aarhus Byråd projektforslaget, der skal sikre varmeproduktion baseret på geotermiske energi.

Kredsløb A/S har udgivet "Strategi 2021-2025", der beskriver strategien for at nå de mål, som er vedtaget af Aarhus Byråd. Kredsløb har det ambitiøse mål at være klimaneutral i 2030 - med potentiale for at blive klimanegativ. Et væsentligt element er at sikre, at energisystemet baseres på energieffektive løsninger baseret på vedvarende energi. Program for Grøn Varme skal sikre at Kredsløb efter 2030 producerer og leverer grøn, konkurrencedygtig fjernvarme i og omkring Aarhus. I strategien nævnes det, at Kredsløb arbejder for at gøre geotermisk varme til en konkurrencedygtig teknologi i fjernvarmesystemet i Aarhus.

Innargi A/S og Kredsløb A/S har indgået en kontrakt om at undersøge, om geotermi i industriel skala kan forsyne Aarhus med varme. Målet er, at geotermi skal erstatte ca. en femtedel af den varme, der produceres på Studstrupsværket i dag, med grøn emissions- og partikelfri fjernvarme¹. Energistyrelsen har givet Innargi A/S tilladelse til at hente varme op fra undergrunden i Aarhus.

I et geotermisk anlæg pumpes det varme vand op til overfladen gennem en produktionsboring til et geotermisk varmeværk, hvor varmen overføres til fjernvarmesystemet, hvorefter det afkølede vand pumpes tilbage til undergrunden gennem en injektionsboring. Det er af afgørende betydning, at borerne etableres så nært som muligt på det geotermiske varmeværk, vekslerstationen og dermed distributionsnettet for at minimere energitabet og dermed sikre den højeste mulige energiudnyttelse til gavn for klima, miljø og samfundsøkonomien. Dette betyder at anlæggene skal placeres i byområder og dermed i nærheden af en række andre interesser.

Geotermi er en kendt teknologi, men det er nyt, at geotermi til fjernvarme gennemføres i storskala i Danmark. Innargi A/S har i den sammenhæng på et

¹ Under hensyntagen til at der vil anvendes el, som baseres på gridmix el, som har emissioner.

tidligt tidspunkt udarbejdet en frivillig strategisk miljøvurdering kaldet *Drejebog af Innargi A/S' tilgang til geotermi*. Den strategiske miljøvurdering skitserer potentielle miljøpåvirkninger og har ledt til en række prioriteringer af alternativer og valg i forhold til, hvor og hvordan anlæg skal etableres for at påvirke natur og mennesker mindst muligt. I Bilag A - 1 er den oprindelige drejebog forenklet og målrettet geotermi-projekterne i Aarhus. Der har derudover været afholdt et borgermøde i Århus for at informere om geotermi, samt været afholdt en række møder med relevante aktører både nationalt og lokalt i Aarhus, herunder forsyningsselskaber og interesseorganisationer for at afklare og håndtere miljøforhold inden ansøgningstidspunktet.

Der er i det konkrete projekt foretaget en række valg for at reducere miljøpåvirkningerne. Valgene handler om placering, teknologi og design, der alle er indarbejdet, og blandt de vigtigste er:

- Boringerne og det geotermiske varmekværk placeres så tæt som muligt på Kredsløbs vekslerstation for at minimere energitabet mest muligt samt begrænse omfanget af gener fra anlægsaktiviteterne.
- Området er ikke udpeget som sårbart område for grundvandsdannelsen eller omfattet af boringsnære beskyttelsesområder.
- Udelukkende borerigge, der er udviklet til byområder, vil komme i betragtning (eksempelvis dem, som har været anvendt i tyske, hollandske og franske byer).
- For at reducere emissioner samt støjgener anvendes der en eldrevet borerig. Af sikkerheds- og miljømæssige hensyn vil der være nødgeneratorer under hele boreprocessen.
- Der opstilles midlertidige støjvægge for at reducere støjgener under borearbejdet.

Der henvises i øvrigt til Bilag A - 1 "Geotermi i Aarhus" for en nærmere beskrivelse.

Projektbeskrivelsen er skrevet i samarbejde mellem Innargi A/S og Sweco Danmark A/S, hvilket medfører at enkelte tekniske afsnit er skrevet alene af Innargi eller Sweco.

2 Projektbeskrivelse

Innargi og/eller Kredsløb ejer ikke matriklen, som projektet etableres på. Derfor er der indhentet fuldmagter til brug i myndighedsansøgning.

I Bilag A - 2 er vedlagt fuldmagt fra Aarhus Kommune til myndighedsansøgning for projekt og etablering af varmekværk på Aarhus Kommunes matrikel.

Sideløbende med myndighedsbehandling for projektet på Halmstadgade, vil der efter sommerferien 2025 starte en tilsvarende proces for et projekt på Bautavej og en udvidelse af projektet på Skejbyvej.

2.1 Etablering af geotermisk anlæg i Aarhus Kommune

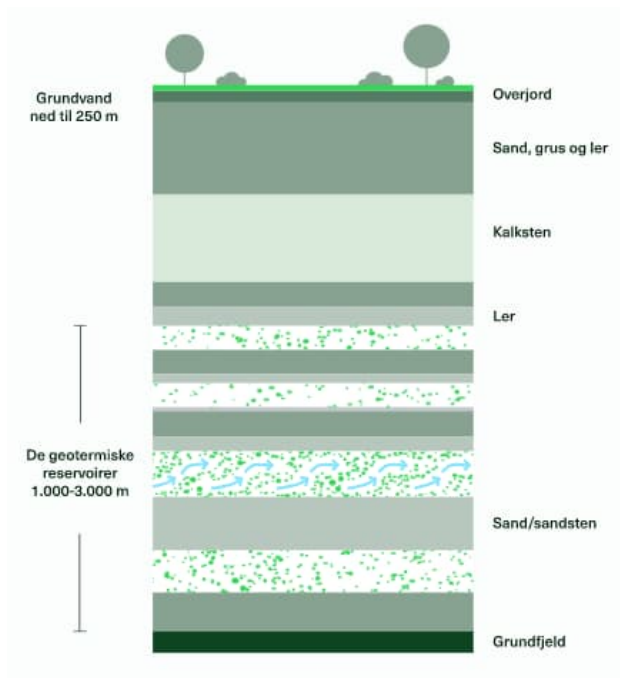
Nærværende projekt er tredje geotermiske projekt i Aarhus, hvor der pt. er udført én prøveboring på Sumatravej og gennemført og afsluttet 2 geotermiske boringer (producerbrønd og injektionsbrønd) på Skejbyvej i Risskov. På Skejbyvej er der udstedt byggetilladelse for det geotermiske varmekværk i sommeren 2024, og dette er nu under opførelse med forventet ibrugtagning primo juli 2025 og idriftsættelse efteråret 2025.

På baggrund af erfaringerne med borearbejderne på de to lokationer i Aarhus har Innargi fået en række erfaringer med støj og afvanding, som er inddraget i designet af bygge- og borepladserne på Halmstadgade og Bautavej.

Der er endvidere, i samarbejde med Kredsløb, lavet en opsamling på information og kommunikation til borgerne, der vil blive videreudviklet i forbindelse med projekterne.

Som på Sumatravej og Skejbyvej har Innargi/Kredsløb afholdt indledende informationsmøder i oktober 2024 for naboer i nær tilknytning til de to projektområder hhv. på Teknisk Skole på Halmstadgade og i Folkehuset i Hasle.

Projektet består af et geotermisk anlæg på Halmstadgade, i Aarhus Kommune, og omfatter boring af geotermiske brønde samt etablering af et geotermisk varmekværk. I det geotermiske varmekværk opvarmes vandet i fjernvarmenettet med varme fra undergrunden, uden at det kræver ændringer hos den enkelte husstand. Processen foregår i et lukket kredsløb og det geotermiske vand holdes derfor isoleret fra vores grundvand, fjernvarmevand og undergrunden i øvrigt. Det varme vand hentes op fra geotermiske reservoirer, som er jordlag bestående af sandsten i 2.000 til 3.000 meters dybde, se Figur 2-1. Vandet i disse jordlag vil forventeligt være 60-80 grader varmt, og temperaturen på det geotermiske vand på Sumatravej og i Skejby var omkring 70 grader.

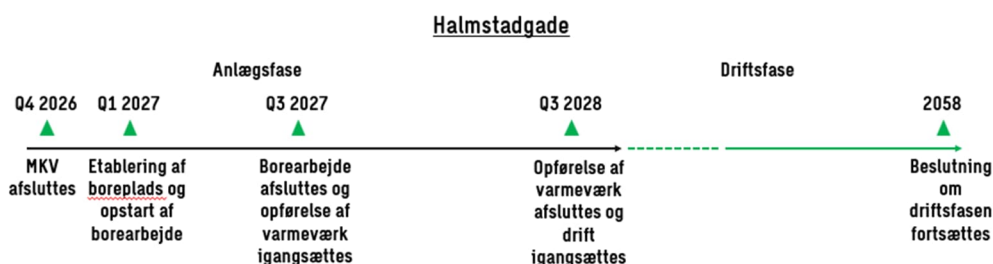


Figur 2-1 - Undergrundens opbygning med de geotermiske reservoirs

Der projekteres med at der bores fire til fem brønde: to produktionsbrønde, hvor det varme vand hentes op og to til tre injektionsbrønde, hvor det afkølede vand pumpes ned igen. Brøndene bores afbøjet i tre forskellige retninger for optimal udnyttelse af det geotermiske reservoir. Der vil således være cirka 800 meters afstand mellem brøndene i 2.500 meters dybde, se evt. Figur 4-3. Den præcise afstand afhænger af undergrundsforholdene, og brøndene placeres altid, så de underjordiske tryk- og temperaturprofiler optimeres.

Projektet består derfor af følgende aktiviteter:

- 4-5 borer til ca. 2.500 meters dybde
- Opførelse af et geotermisk varmekværk
- Indkøring af det geotermiske varmekværk
- Drift af det geotermiske varmekværk i 30 år
- Afvikling af brønde og anlæg



Figur 2-2 - Forventet projektforsløb for etablering af geotermisk anlæg på Halmstadgade afhængig af godkendelsesprocesser og forsyningskæders leveranceforhold.

Indledningsvis indsamles data fra den første boring, til afklaring af om der er energi nok i undergrunden til, at den geotermisk varme kan anvendes til fjernvarme som kontraktligt aftalt. Resultatet fra den første boring anvendes også til at afgøre om det er nødvendigt med tre injektionsbrønde eller om det er tilstrækkeligt med to.

Derefter vil det geotermiske varmekværk blive bygget på Halmstadgade lokaliteten, se Figur 2-2.

Anlægget forventes at være etableret i 2028 og være i drift fra 2028. Det geotermiske varmekværk skal efterfølgende testkøres og indsamle yderligere data til fortsat at optimere produktionen. Anlægget skal producere geotermisk energi i 30 år og når det er udtjent, skal det afvikles, og brøndene sløjfes efter gældende regler i undergrundsloven. Det forventes at anlægget vil have en effekt mellem 30-40 MW, hvilket dog er afhængigt af de specifikke undergrundsforhold.

3 Halmstadgade – Områdebeskrivelse og anvendelse

Projektområdet ved Halmstadgade 3 (matr.nr. 69kp Århus Markjorder) består i dag af et område udlagt til sports- og fritidsfaciliteter, som Aarhus Kommune ejer. Området tæt ved projektområdet anvendes til boldbaner i dag. De geotermiske brønde og varmeværk er placeret i udkanten af boldbanerne i et mindre buskads, se Figur 3-1



Figur 3-1 – Lokaliteten på Halmstadgade med angivelse af placering af geotermisk varmeværk og brønde (på kortet er kun angivet fire brønde²). Det øvrige markerede blå areal vil blive anvendt til byggeplads og er derfor af midlertidig karakter. Talforklaring: 1 – Grundtvigs Hus Kollegiet; 2 – Boliger på Gøteborg Allé/Halmstadgade; 3 – Skytternes Hus; 4 – Aarhus Skøjtehal

Projektområdet er mod nord og øst omgivet af boldbaner. Lige nord for boldbanen, ca. 265 m væk, ligger boliger i 1, 2 og 5 plan (Blækhushuset Aarhus).

Mod øst ligger, ca. 50 m væk, Grundtvigs Hus Kollegiet i 2 plan. Lige syd for ligger boliger i 3 plan på Gøteborg Alle/Halmstadgade. Boligerne her ligger ca. 75 m fra det planlagte varmeværk. Mod syd ligger desuden Skytternes Hus, samt Aarhus Skøjtehal.

² Hvis der etableres flere end 4 brønde, vil den femte placeres i samme i samme linje og afstand, som de viste brønde.

Innargi har en god dialog med Aarhus Kommune, Sport & Fritid om at sikre sig brugsretten til området, hvor brøndkælderen skal etableres, samt leje af delområdet i boreperioden.

Kredsløb skal indlede dialog med Sport og Fritid, Aarhus kommune om at købe det areal hvor den geotermiske facilitet efterfølgende skal placeres, og derefter udleje arealet til Innargi.

Når brønde og varmekværk er installeret, vil området langs Halmstadsgade blive beplantet med planter der passer ind i miljøet. Området, hvori det geotermiske varmekværk placeres er en del af planramme 140602RE i Aarhus Kommuneplan 2017. Området er i planrammen udlagt til rekreative formål i form af idrætsanlæg. Idet der indenfor planrammens arealer ikke må opføres anden bebyggelse end den der er nødvendig for idrætsanlæggets drift, kan projektet ikke umiddelbart rummes heri. Da det geotermiske værk er at betragte som et teknisk anlæg, vil der jf. aftale med Aarhus Kommune skulle laves en dispensation til formålet med planrammen til opførelse af et geotermisk varmekværk på lokaliteten.

4 Anlægsfase

4.1 Byggepladsindretning

Byggepladsen vil blive etableret på dele af de eksisterende grusbanearealer samt et areal, som i dag er beplantet.

Byggepladsen vil dække et areal på op til ca. 11.000 m².

Byggepladsdisponeringen fremgår af Figur 4-1 samt i Bilag A - 3.

Byggepladsen er inddelt i 4 hovedområder:

- Serviceområde - ca. 7.000 m²
- Ydre boreområde - ca. 1.800 m²
- Indre boreområde - ca. 1.600 m²
- Testbassin – ca. 600 m²

Adgang til byggepladsen vil foregå fra Halmstadgade, hvor der efter aftale med Aarhus Kommune (Mobilitet) etableres en ny permanent overkørsel, der både skal anvendes i bore- og byggefasen samt fungere som adgangsvej til det fremtidige geotermiske varmekværk i driftsfasen. Ansøgning om etablering af overkørsel vil blive udført senere som en del af forberedelserne for pladsen. I bore- og byggefasen vil trafik køre direkte ind på byggepladsen, mens der i driftsfasen etableres en permanent servicevej på den vestlige side af beplantningsbæltet langs Halmstadgade ned til området ved det geotermiske varmekværk.

Det er forventningen, at området med det indre boreområde samt den sydlige del af det ydre boreområde bliver med en permanent belægning for serviceaktiviteter til det geotermiske varmekværk. Den endelige belægningstype skal aftales med Aarhus Kommune, Sport & Fritid.

Den eksisterende grusbane vil blive forskudt mod nord efter aftale med Sport & Fritid for at skabe den nødvendige plads mod syd. I den forbindelse fjernes nuværende beplantning og "sparke"-vægge mellem de to grusbaner.

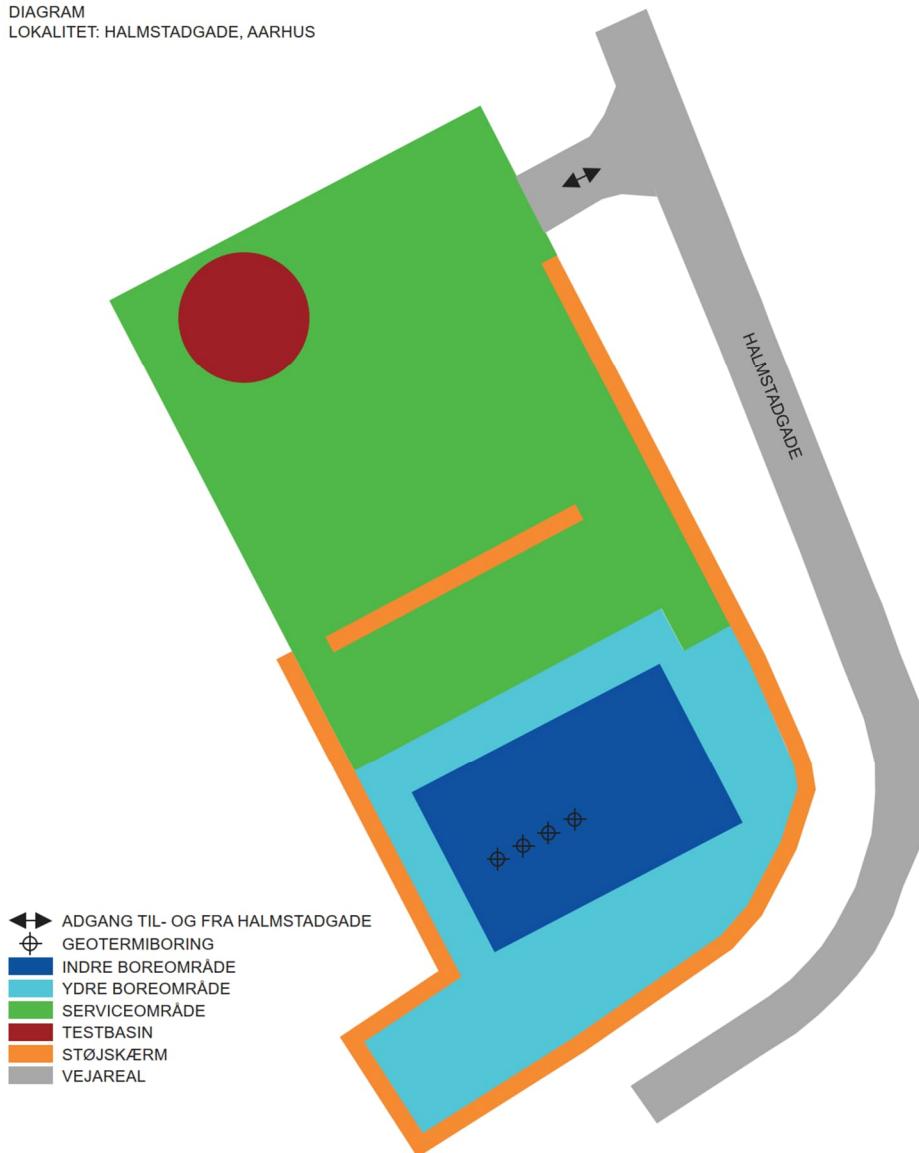
Nord for området vil der inden etableringen af byggepladsen forventeligt blive udført en kunststofbane af privat forening i henhold til aftale med Sport & Fritid. Denne bane forskydes i nordlig retning i forhold til den eksisterende.

Baseret på erfaringerne fra Sumatravej og Skejbyvej med de forskellige aktiviteter og maskinel etableres de store arealer med en karakter af sædvanlige byggepladsaktiviteter uden ekstraordinære foranstaltninger for så vidt angår dræning og belægningsopbygninger/overflader. Der etableres i stedet en beredskabsplan i tilfælde af eventuelt utilsigtet oliespild, idet dette ikke vurderes særligt risikobetonet for aktiviteterne (og ej heller er blevet konstateret på Sumatravej og Skejbyvej). Opdeling af byggepladsen i de respektive zoner afvandingsmæssigt er drøftet på møde med Aarhus Kommune v. Annemette Sørensen den 4. oktober 2024.

FORVENTET INDRETNING AF BOREOMRÅDE

DIAGRAM

LOKALITET: HALMSTADGADE, AARHUS



Figur 4-1 – Borepladsindretning på Halmstadgade 3.

4.1.1 Serviceområde

Serviceområdet etableres som et areal til venteplads for lastbiler ind til byggepladsområdet samt til parkering for medarbejdere på byggepladsen. I områdets sydlige del vil der blive opsat skurby langs beplantningen mod Halmstadgade samt blive etableret oplagsplads for borerør til boreriggen. Endvidere vil der i dette områdes midterste del blive opstillet affaldscontainere til almindeligt affald som plast, træ, metal, rest efter sortering mv. så tømning kan foregå uden at køre ind på det primære byggepladsområde og på selve borepladsen.

På en del af serviceområdet vil der blive opstillet et testbassin for ca. 1.500m³ geotermisk formationsvand i forbindelse med brøndtest. Testbassinet, som

består af 2 lags linere/membraner, opstilles ovenpå det eksisterende areal og støttes af sandbanker omkring bassinet.

Serviceområdet består i dag af en grus/jordbelægning. I forbindelse med etableringen af området til serviceaktiviteter vil der blive udlagt en kørefast belægning af stabilgrus, forventeligt suppleret med jernkøreplader i særligt trafikerede områder. Belægningen vil således ikke være vandtæt, og der benyttes nedsivning (passiv dræning) og fordampning af overfladevand fra dette areal.

Der etableres i serviceområdet et særligt område med dieseloplag til nødstrømsgenerator i dieselbeholder med olieopsamlingsbakke og en lukket asfalteret overflade med kantbegrænsning uden afløb til eventuel opsugning af mindre spild. I dette område vil der tillige foregå optankning af gaffeltrucks/teleskoplæssere/lifte.

Opbevaring af brændstof, hydraulikolie og biocider oplagres indenfor asfalteret overfladen i godkendte opbevaringssystemer.

4.1.2 Ydre boreområde

Det ydre boreområde fungerer, ligesom serviceområdet, som byggeplads for sekundære aktiviteter i form af kørsel med borerør mv. samt manøvreareal for lastbiler i forbindelse med opstilling og afrigning af boreplads og for service/værktøjscontainere mv.

Som for servicearealet vil belægningen blive etableret som en kørefast belægning af stabilgrus forventeligt suppleret med jernkøreplader. Belægningen vil således heller ikke her være vandtæt, og der benyttes nedsivning (passiv dræning) og fordampning af overfladevand suppleret med etablering af dræning af belægningslaget som føres til sandfangbrønd inden udledning til offentligt ledningssystem for regnvand. Der er for nuværende dialog med Aarhus Vand angående afledningsmængder mv. Såfremt der måtte være behov for forsinkelse, vil der blive opsat midlertidige forsinkelseskær med vandbremse.

Der vil ikke være oplag af miljøfremmede stoffer indenfor ydre boreområde. Der håndteres endvidere ikke boremudder i ydre boreområde.

4.1.3 Indre boreområde

I det indre boreområde opstilles boreriggen til udførelse af boreriggen for de geotermiske brønde. I dette område er der særlige aktiviteter, der kræver en separat vandhåndtering af overfladevand. Set i lyset af erfaringerne fra borearbejderne på Sumatravej og Skejbyvej er det væsentligt at få afgrænset disse arealer for hhv. blandeområde for boremudder og håndtering af sedimenter fra boreriggen. Biocider tilsættes kun boremudder, hvis det er strengt nødvendigt, for at undgå biologisk vækst, se også afsnit 4.2.2. Områderne anlægges som separate overfladebelægninger i asfalt med fald og en impermeabel barriere langs kanterne. Arealerne drænes via drænkanaler eller punktvis afløb til sandfang, videre til olie/vand udskiller. Fra udskilleren ledes vandet til samlecontainer, som en sikring i tilfælde af spild. Derfra ledes vandet videre til offentligt ledningsnet efter aftale med Aarhus Vand jf. ovenstående afsnit.

For at sikre den nødvendige bærevne for boreriggens belastninger etableres der en forstærket betonkonstruktion i dette område.

Som del af det indre boreområde kan det blive nødvendigt at etablere en borekælder med en dybde på op til ca. 2 meter. Såfremt dette ikke er nødvendigt, vil toppen af brøndene blive placeret over terræn og inddækket i en let konstruktion på op til 2,5 m højde (ca. 80 m²). Dette vil forventeligt blive samlet med en tilsvarende let bygning til idrætsfaciliteternes benyttelse (boldbure, kridtmaskiner mv.).

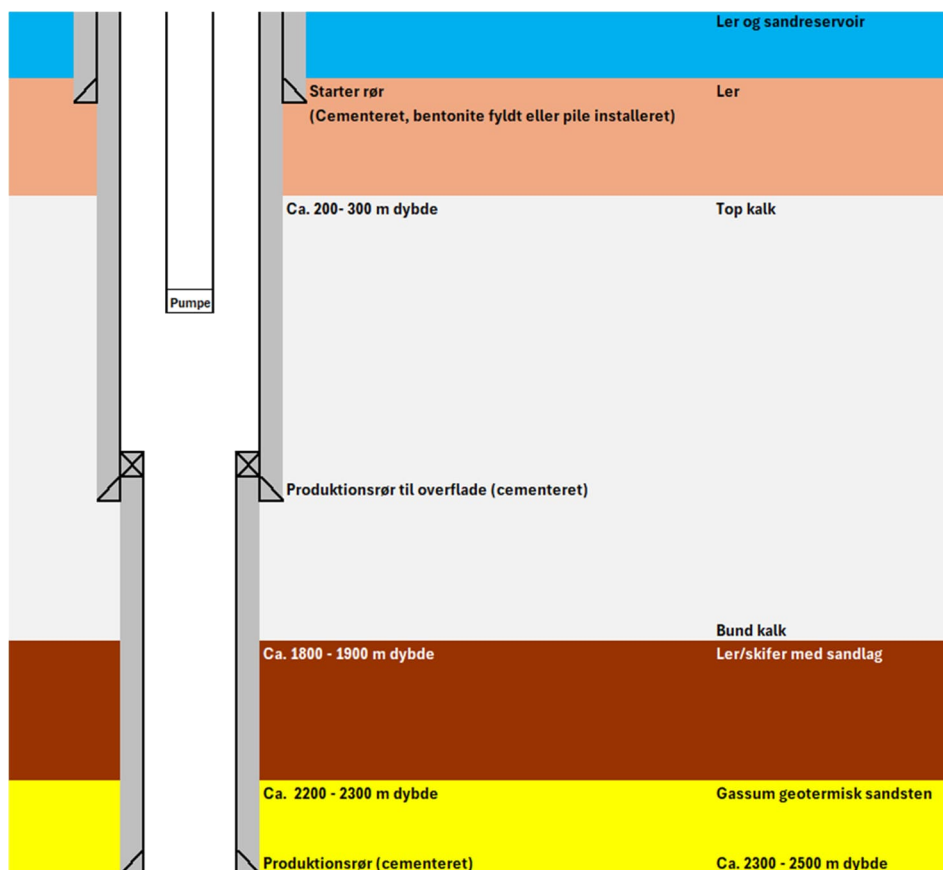
4.2 Boringer

Som udgangspunkt er det planlagt, at der skal bores 4-5 geotermiske boringer, 2 produktionsboring samt 2-3 injektionsbrønde på Halmstadgade. Det forventes, at borefasen indledes i Q4 2026/Q1 2027 med et samlet boreforløb på 5-10 måneder.

4.2.1 Brønddesign og boring

Brønddesignet er blevet optimeret sammenlignet med Innargis tidligere brønde boret i Aarhus. Et af målene er at minimere miljøpåvirkningen. Dette opnås ved at forenkle brønddesignet for at maksimere chancen for at opnå isoleringsmålene, samtidig med at varigheden af boreperioden minimeres for at reducere sikkerheds og sundheds-eksponering, herunder støj.

Brønden opbygges teleskopisk i sektioner til dybder, der er bestemt af undergrunden i Aarhus og i overensstemmelse med gældende lovgivning.



Figur 4-2 - Principskitse af brønddesignet.

Ved Halmstadgade bores ikke igennem lag, hvor der er drikkevandsinteresser. Et starterrør (conductor-rør) vil blive installeret således at det øverste kvartære sand og moræneler isoleres, ca. til det paleogene fede ler 25-30 m under terræn. Røret skaber en fundering for de efterfølgende boreaktiviteter. Dette rør er således den primære forsegling for at forhindre overfladevand eller forurenende stoffer i at migrere ned til eventuelle permeable sandlag, samtidig

med at det giver isolering til eventuelle permeable sandlag fra boremudder når der efterfølgende bores dybere.

Starterrøret installeres typisk som en separat aktivitet inden boreriggen opstilles, de nærmere operationelle omstændigheder kan dog lede til at starterrøret installeres som en del af selve boreentreprisen.

Boreriggen leveres på lastbiler (op til 90 lastbiler), hvorefter den samles og opstilles over de områder, hvor brøndene skal bores. Boreriggen kan bore til den dybde, hvor det geotermiske reservoir forventes at ligge under Aarhus. Riggen har en række specifikationer, så miljøpåvirkningerne reduceres mest muligt. Der vil kun benyttes elektrisk drevne borerigge og hjælpeudstyr således, at emission af NO_x, CO, CO₂, partikler, støj mv. reduceres mest muligt. Erfaringerne fra boring af brønde på Sumatravej og Skejbyvej, hvor der ligeledes blev benyttet en elektrisk drevet borerig, er positive nyttige.

Der bores gennem resten af de øverste lerlag og dele af kalksektionen hvorefter der installeres et produktionsforingsrør der indstøbes med cement på ydersiden.

Derefter bores et mindre hul gennem resten af kridtsektionen og gennem de dybere formationer, indtil Gassum sandstenen er færdigboret (geotermiske ressource). Også i denne sektion installeres der et produktionsforingsrør der indstøbes med cement på ydersiden.

Denne hulsektion kan eventuelt opdeles i to separate sektioner hvis der i forbindelse med boringen identificeres problemer forårsaget af ler og skifer.

Hvis vandanalyserne af formationsvandet viser, at det geotermiske vand er korrosivt, etableres der en liner med glasfiberindlæg på indersiden af boringen, som vil sikre at brøndens levetid er mindst 30 år. Til sidst installeres et produktionsrør med en avanceret dykpumpe (ESP) i produktionsbrønde.

4.2.2 Boremudder

Boremudder har en central og uundværlig rolle i boreprocessen for geotermiske brønde. Under boringen pumpes boremudder ned gennem borestrengen og sikrer dermed

- overtryk i borehullet for at stabilisere borehullets vægge
- cirkulation i borehullet, hvilket sikrer, at borestrengen ikke sidder fast
- transport af borespåner til overfladen
- smøring og køling af borehovedet

Af miljømæssige årsager er det besluttet, at der kun anvendes vandbaseret boremudder og der generelt anvendes tilsætningsstoffer som har ingen eller begrænset skadelige virkninger i tilfælde af spild. For at sikre, at boremudderet har den optimale ydeevne, tilpasses sammensætningen af mudderet til de geologiske forhold i hver del af brønden, der bores. Boremudderet analyseres og kontrolleres løbende og genbruges i videst muligt omfang, herunder mellem brøndsektioner og muligvis mellem brønde.

Udbudsprocessen for udvælgelse af leverandør til boremudder afsluttes på baggrund af igangværende tekniske afklaringer og efterfølgende udbud. Dette betyder, at de specifikke betingelser omkring udvælgelsen af materialer til boremudder ikke er kendt. Innargi har udarbejdet et notat (Bilag A - 4), der beskriver mængder af materialer og tilsætningsstoffer der forventes at indgå i

boringen af de geotermiske brønde. Notatet, der er baseret på erfaringerne fra tidligere boringer i Århus på Sumatravej og Skejbyvej, har også inkluderet en række tilsætningsstoffer, som kun vil blive brugt hvis den primære tilgang efterfølgende viser sig utilstrækkelig.

Innargi angiver, at der kun anvendes tilsætningsstoffer, som ikke er farlige for vandmiljøet eller har lav farlighed for vandmiljøet (WGK 1). Der kan dog ske en uønsket biologisk vækst på grund af borearbejdet og tilsætningsstofferne. For at undgå denne uønskede vækst, så kan det være nødvendigt at tilsætte biocider til boremuddret. Biociderne er kategoriseret som farlige for vandmiljøet (WGK 3).

Brugen af biocider holdes af naturlige årsag altid på et minimalt niveau anvendes udelukkende når der er konkrete indikationer på bakterievækst i boremuddret. Desuden bemærkes det, at tilsatte biocider udelukkende tilsættes til det aktive muddersystem der cirkulerer i et lukket kredsløb.

Sweco vurderer at den største risiko ved brugen af biocider i borearbejdet, vil være ved spild og/eller anvendelse af biocider i boring igennem grundvandszonen. I forhold til grundvandszonen er der ingen drikkevandsinteresser på lokaliteten. Den fede palæogene ler træffes allerede ca. 25-30 m under terræn. Spild kan kun ske indenfor det indre boreområde, som er med fast belægning og kontrollerede afløb. Drænvand og et evt. utilsigtet spild vil derfor kunne isoleres i samlecontaineren og bortskaffes. Et spild med biocider vil derfor ikke kunne dræne til recipient via afløbssystemet.

Erfaringer fra de tre etablerede brønde på Sumatravej og Skejbyvej viste at der var behov for tilsætning af biocid. Det skete tidligst da der var boret minimum 230 meter, hvorved der sker en stor opblanding og fortynding af det tilsatte biocid i boremuddret.

4.2.3 Cementering af foringsrør

Foringsrørene cementeres mod formationen med en høj kvalitet cementblanding for at isolere de geotermiske brønde. De anvendte tilsætningsstoffer er udvalgt til at have den laveste miljøpåvirkning, og cementaffald minimeres.

Da cementeringen finder sted nedefra og presses opad, vil alle hulrum og svagheder i formationen blive fyldt med cement. Dette sikrer, at der ikke er nogen strømningsvej på ydersiden af foringerne, som kunne føre til forurening.

Brugen af cement og beton i vandinfrastruktur er gennemprøvet og har været brugt i vid udstrækning til reservoirer, dæmninger og andre strukturer. I moderne tid anvendes betonmaterialerne stadig almindeligt i drikkevandsinfrastruktur og isolering af reservoirer i dybe olie- og gasbrønde. Den specifikke beton, der anvendes i brøndene, er designet til modstand mod korrosion og kemisk nedbrydning, hvilket gør den egnet til langtidsholdbare vandrelaterede strukturer.

Udbudsprocessen for udvælgelse af leverandør til cement og beton afsluttes på baggrund af igangværende tekniske afklaringer og efterfølgende udbud. Dette betyder, at de specifikke betingelser omkring udvælgelsen af materialer til cement og beton ikke er kendt. Innargi har udarbejdet et notat (Bilag A - 4), der beskriver mængder af materialer og tilsætningsstoffer der forventes at indgå i cementeringen af de geotermiske brønde. Notatet er baseret på erfaringerne fra tidligere boringer i Århus på Sumatravej og Skejbyvej.

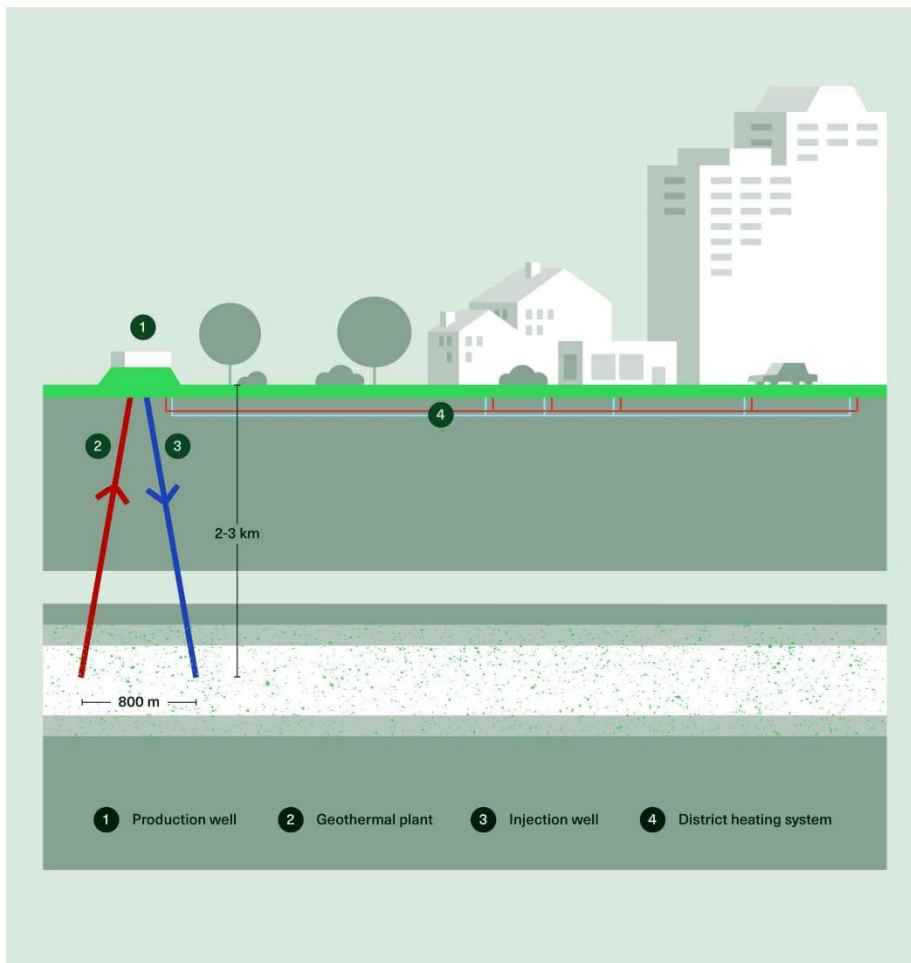
4.2.4 Opsummering af planlagte borekampagne

Det primære geotermiske reservoir er sandstenslag i Gassum-formationen, som ligger i en dybde på ca. 2.300-2.500 meter. Sandstenslagene i Gassum-reservoiret vil blive boret og samtidigt logget ved hjælp af sonder/måleinstrumenter, der sænkes ned i brønden for at bestemme lagenes tykkelse og strømningskapacitet.

Efter boring af hver af brøndene vil de blive pumpetestes i kort tid (mindre end 24 timer) ved at installere en pumpe i brønden eller alternativt pumpe nitrogen gas ind i brønden for at stimulere vandstrømmen til overfladen. Denne test er primært nødvendig for at sikre, at brønden er i stand til at strømme, og for at fjerne eventuelle rester af sedimenter/sandsten og boremudder fra selve brønden inden tilslutning til det geotermiske anlæg. Denne operation kan udføres umiddelbart efter boring af brønden eller alternativt nogle måneder senere som en separat operation. Det producerede vand vil enten blive pumpet tilbage i en af brøndene eller bortskaffet i overensstemmelse med relevante regler. Oppumpet formationsvand fra etablerede brønde er pumpet retur, med succes, via brønden på Sumatravej.

Afhængigt af resultaterne fra den første brønd vil det blive besluttet, om der skal bores tre eller fire yderligere brønde på stedet. Disse efterfølgende brønde vil blive boret, så der er tilstrækkelig afstand mellem brøndene (i Gassum-reservoiret), så det kolde injicerede vand kan opvarmes, mens det strømmer gennem sandstensreservoiret mod produktionsbrønden.

De færdige brønde vil få tildelt funktion som enten injektions- eller produktionsbrønde, før det geotermiske anlæg bliver bygget. Brøndene forbindes via rørledninger til varmeværket.



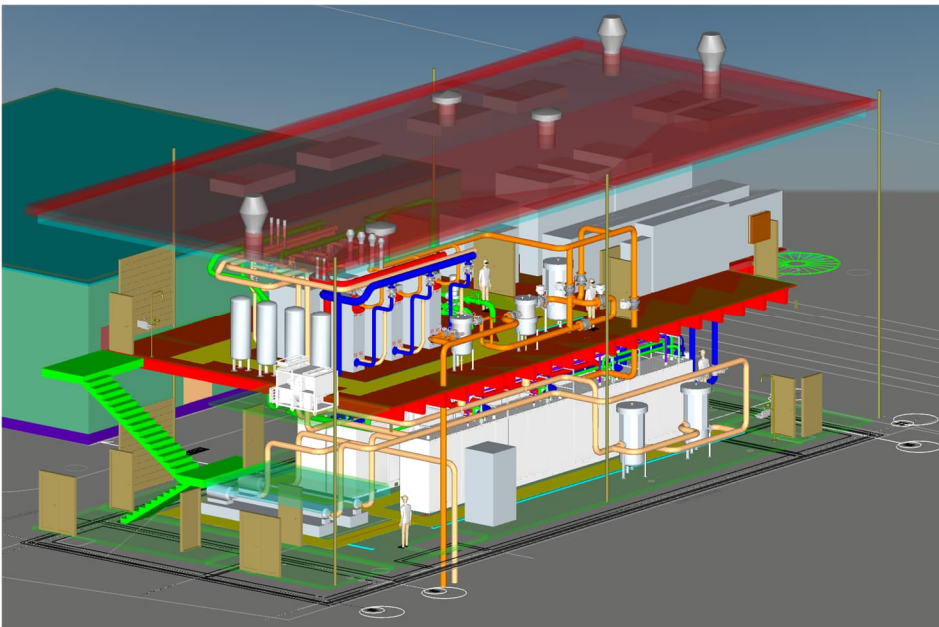
Figur 4-3 – Geotermisk varmekærk (koncept tegning) med visning af én produktionsbrønd og én injektionsbrønd.

4.3 Beskrivelse, opførelse og test af geotermisk varmekærk

Det geotermiske varmekærk består af en bygning som indeholder procesanlæg, der har til formål at overføre varmen fra formationsvandet til fjernvarmevandet. Bygningen vil have et grundareal på ca. 600-675 m². Bygningerne opføres i 2 plan, svarende til 12 meters højde. Et eksempel på et geotermisk varmekærk er vist udefra, samt som en 3D illustration på Figur 4-4 og Figur 4-5.

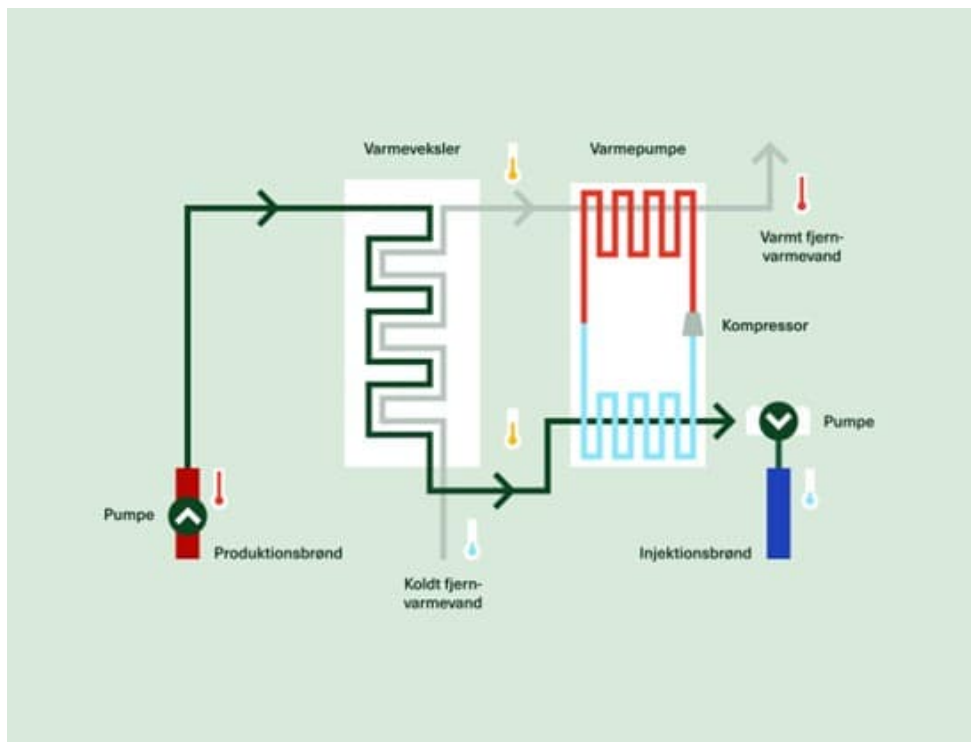


Figur 4-4 - Eksempel på en visuel præsentation af et geotermisk varmekværk ved Skejbyvej, set placeret i omgivelser med bevoksning. Bygningen er vist som ca. 12 m høj.



Figur 4-5 – 3D model af et geotermisk varmekværk. I det viste eksempel er tavlerum, veksler og hydroforer på 1. sal. Varmepumper, re-injektionspumper og fjernvarmepumper i stueetagen.

Fra en produktionsboring, pumpes vand med en temperatur på 60 til 80 grader celsius til det geotermiske varmekværk. Her filtreres det geotermiske vand, og varmen overføres til fjernvarmesystemet gennem varmevekslere og varmepumper. Det afkølede geotermiske vand, som køles ned til omkring 10 grader, ledes hen til en injektionsmodulet, hvor det filtreres, inden det igen pumpes tilbage i reservoiret via en injektionsbrønd. I det geotermiske varmekværk er der først en veksler, hvor en stor del af energien overføres direkte til fjernvarmevandet. Geotermivandet ledes derefter ind i en mellemkredsveksler, hvor energien indirekte overføres til nogle varmepumper, der hæver temperaturen på fjernvarmevandet til de ønskede ca. 80 grader.



Figur 4-6 – Flowdiagram af et geotermisk varmekværk.

Efter at have indhentet data fra brøndene, tilpasses det endelige design samt dimensionering af selve det geotermiske varmekværk.

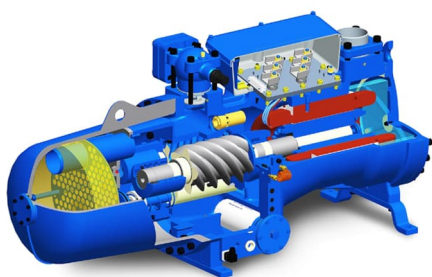
Rørledninger mellem produktionsbrønden og injektionsbrønden skal føres fra brøndene og ind i bygningen.

4.4 Varmepumper

Innargi er i kontakt med flere leverandører af varmepumper, og der er endnu ikke foretaget et endeligt leverandørvalg. De typer varmepumper, der vurderes, har hver især en række fordele og ulemper. De to hovedtyper er kulbrinte- og ammoniakbaserede varmepumper, som begge er med naturlige kølemidler.

4.4.1 Kulbrintebaserede varmepumper

Kulbrintebaserede varmepumper med semi-hermetisk skruekompressor, har en række fordele; eksempelvis høj effektivitet, lav miljøpåvirkning, stor tilgængelighed, høj fleksibilitet og meget lavt lydniveau.



Figur 4-7 – Til venstre semi-hermetisk skruekompressor, Til højre varmepumpeinstallation vist uden indkapsling/hus.

Den primære ulempe er at kølemidlet er brændbart, og derfor falder under ATEX direktivet. (ATEX står for 'ATmosphères EXplosibles'). Dette håndteres ved, at hver varmepumpe leveres ATEX godkendt i separat indkapsling og med lav fyldning, således at anlægget som helhed ikke bliver ATEX.

Kompressorerne skal lovmæssigt efterses mindst en gang om året, hvilket ikke kræver adgang til kølemidlet. Dertil skal typisk gennemføres et stort vedligehold efter ca. 50.000 driftstimer, hvilket forventes at blive ca. hvert 7 år. Her vil kølekredsen blive tømt for kølemiddel af et KMO-godkendt servicefirma, hvorefter kompressoren demonteres og sendes på værksted for vedligehold, imens en nyserviceret kompressor installeres så driften kan genoptages samme dag. Servicefirmaet vil så påfylde kølemidlet igen, og kontrollere at systemet er tæt inden idriftsættelse.

Servicefirmaet er certificeret og installatører vil have nødvendige certifikater til håndtering af varmepumper.

De endelige serviceintervaller og omfanget heraf vil være leverandør specifikt.

4.4.2 Ammoniakbaserede varmepumper

I tilfælde af at ammoniak bliver valgt som kølemiddel, vil der i stedet skulle anvendes færre men større varmepumper, der placeres i separat maskinrum med ATEX certificerede ammoniak sniffere og udsugningsanlæg, samt mulighed for at afbryde strømmen til maskinrummet automatisk, i tilfælde af at der detekteres høje niveauer af ammoniak i luften.

Også her vil alt service blive gennemført af autoriserede montører, hvilket forventes at indbefatte et mindre årligt eftersyn, uden behov for aftapning af kølemidlet, og dertil et større eftersyn efter ca. 7.000 driftstimer, der indbefatter en aftapning af kølemidlet og derefter service på maskinen af en forventelig varighed på maksimalt en uge.

De endelige serviceintervaller og omfanget heraf vil være leverandør specifikt.

I tilfælde at der vælges ammoniakbaserede varmepumper, så vil mængden af vandfri ammoniak være under 5 ton. Derfor betragtes virksomheden ikke som en risikovirksomhed. Der oplagres ikke andre risikostoffer på varmeværket. Projektet vil ikke omfatte håndtering af farlige stoffer eller medføre risiko for større uheld og vil derfor ikke være omfattet af Risikobekendtgørelsen.

4.5 Tidsplan for anlægsfasen

Den frivillige Miljøvurdering af projektet forventes afgjort i 4. kvartal 2026. Etableringen af boreplads og borer ved Halmstadgade planlægges igangsat kort efter afgørelsen af Miljøvurderingen og senest ved starten af 1. kvartal 2027. Borearbejde forventes at være afsluttet senest i slutningen af 3. kvartal 2027.³

Opførelsen af det geotermiske varmekværk begyndes i 3. kvartal 2027 og forventes afsluttet i 2028. Driften af det geotermiske varmekværk forventes påbegyndt i 3-4. kvartal 2028 og drives frem til mindst år 2058.

³ Den endelige tidsplan vil blive påvirket af sagsbehandlingsperioden og leveringstid på udstyr.

5 Driftsfase af det geotermiske varmekværk

Det geotermiske varmekværk er designet til at være ubemandet og vil blive fjernovervåget fra et centralt kontrolcenter. Der etableres en driftsorganisation, der kan rykke ud til anlægget efter behov og ved alarmopkald. Der forventes dog jævnlige kontrolbesøg og vedligeholdelsesarbejde.

Det geotermiske procesanlæg er et lukket system og der vil derfor ikke forekomme udledning af emissioner under normal drift. Der kan være behov for ventilation på anlægget afhængig af drifts- og vejrforhold.

Det forventes at dykpumpen (ESP) i produktionsbrønden skal udskiftes hver 5. år. Dette sker ved hjælp af en mobilkran og forventes at tage ca. en uge.

Større vedligeholdelseskampagner planlægges i sommerperioden, hvor behovet for fjernvarme er minimalt.

Affald i driftsperioden er begrænset til partikler fra filter (sedimenter fra undergrunden og udfældning af mineraler fra det geotermiske vand). Der etableres kanaldræn omkring steder, hvor der potentielt kan ske mindre spild med formationsvand. Evt. spildt formationsvand ledes via kanaldræn til en opsamlingskølle, som kan tømmes og bortskaffes på en godkendt måde, se også afsnit 6.5.

Vandforbrug og spildevand under drift er begrænset til mængder til og fra bygningens toiletfaciliteter, som tilsluttes det lokale spildevandskloaksystem. Regnvand fra taget af det geotermiske varmekværk afledes til det separatkloakerede regnvandssystem.

Der forventes ikke affald til dagrenovation.

Affald fra vedligehold etc. medtages af pågældende servicefirma og bortskaffes efter gældende regler.

5.1 Afvikling af boringer og produktionsbrønde

Er resultatet af første boring mod forventning negativ, opføres der ikke et geotermisk varmekværk og projektet afsluttes. Brøndene sløjfes jf. nedenstående og områderne reetableres efter aftale med Kredsløb A/S og Aarhus Kommune.

Hvis resultatet af undersøgelserne er positive, så forventes det at brøndene har en levetid på mindst 30 år. Ved projektets endelige afslutning vil sløjfning af de geotermiske brønde blive udført i overensstemmelse med gældende lovgivning fra Miljøstyrelsen og Energistyrelsen. Lovgivning vedrørende etablering og afvikling af geotermiske anlæg findes i Undergrundsloven⁴. Eksempelvis afvikling af brønde:

"Afviklingsplaner skal dog fremsendes senest 2 år inden en tilladelses ophør eller senest 2 år før det tidspunkt, hvor et eller flere anlæg forventes at ville have udtjent deres formål. Afviklingsplanerne skal godkendes af klima-, energi- og forsyningsministeren, som kan fastsætte vilkår for godkendelsen."

⁴ Undergrundsloven LBK nr 1461 af 29/11/2023

- Brøndene er ud fra et grundvandsperspektiv blevet isoleret fra grundvandsmagasinerne ved etablering af brøndene.
- For den indvendige del af brøndene vil dette typisk foregå ved såkaldte "kombinations propper" hvor der i udvalgte dele af brønden placeres henholdsvis mekaniske (stålbaserede) propper i kombination med cement-bentonit grout. Herved sikres en tæt støbning/forsegling imellem de dele af brønden der er ført igennem de forskellige geologiske lag, herunder især grundvandsmagasiner.
- På den udvendige side af boringen vil den oprindelige støbning/forsegling ikke ændres ved en sløjfning. En ændring her, vil kræve destruktiv handling, som vurderes ikke at gavne den samlede forsegling, idet den oprindelige støbning, sammen med jordtrykket omkring boringen vil være tilstrækkelig til at sikre mod nedsivning af uønskede stoffer på ydersiden af boringen over tid.

Når projektet afsluttes, vil områderne reetableres efter nærmere aftale mellem Kredsløb og Aarhus Kommune.

6 Omgivelser og miljøforhold

Det er vigtigt for Innargi A/S, at opførelsen af geotermiske varmekærker sker under mest mulig hensyntagen til omgivelserne og miljøet. Det ligger i projektets natur, at et bæredygtigt vedvarende energianlæg kun har interesse i bæredygtige og så miljøvenlige anlægs- og driftsforhold som muligt.

Innargi A/S har løbende været i dialog med forskellige interessenter herunder Aarhus Kommune, Aarhus Vand, DANVA, DN samt lokale borgere for at drøfte muligheder og bekymringer.

Da det geotermiske anlæg skal opføres i umiddelbar nærhed af eksisterende varmevekslere og distributionsnettet, vil det medføre, at der kortvarigt vil opstå gener i forbindelse med etablering af de geotermiske varmekærker. De største gener vil være i forbindelse med boring af de geotermiske brønde. Gennem hele planlægningsprocessen er der tilstræbt at minimere eller helt eliminere negative påvirkninger på miljøet og omgivelser, og der vil ligeledes fortsat være fokus på at mitiggere gener under hele anlægsfasen.

Alle arbejder der kræver adgang til geotermivandet, vil blive gennemført i henhold til særligt udarbejdede procedurer, for at sikre både miljø og arbejdsmiljø.

I det følgende belyses de forskellige forventelige miljøproblemstillinger.

6.1 Grundvandsforhold

Innargi A/S har valgt den grundlæggende tilgang at sikre grundvandet ved at isolere de geotermiske boringer fra grundvandet og derved forhindre, at der er nogen risici for påvirkning af drikkevandsinteresser. Se også afsnit 4.2.1. Ved lokaliteten er der ingen drikkevandsinteresser og ligger ikke indenfor Område med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD).

Et starterrør vil blive installeret således at de øverste glaciale aflejringer af sand og ler isoleres og der skabes en fundering for de efterfølgende boreaktiviteter. Den geotekniske undersøgelse (Bilag A - 6) viser fyldlag efterfulgt af moræneler til 12 m dybde. Det forventes at den paleogene ler træffes ca. 25-30 m under terræn.

Starterrøret er den primære forsegling for at isolere de kvartære aflejringer fra boremudder når der efterfølgende bores dybere. Røret vil samtidig hindre overfladevand i at strømme ned på ydersiden af starterrøret, idet røret på ydersiden forsegles med bentonit/cement.

Af miljømæssige hensyn, er det besluttet kun at anvende vandbaseret boremudder og additiver der har enten ingen eller begrænsede miljøskadelige virkninger. Det kan muligvis blive aktuelt at anvende biocider, som kan indeholde stoffer, der kan give anledning til bekymring, såfremt de udledes til det marine miljø. Da boremudderet ikke udledes til hverken fersk- eller saltvandsmiljøer, vil det ikke udgøre risici for levende vandorganismer. Se også afsnit 4.2.1.

Når valget af boremudderentreprenør er truffet, vil boremudderentreprenørens liste over additiver blive gennemgået. Additiver, der kan give anledning til bekymring om miljøskadelige virkning, vil blive substitueret af additiver, der er mere miljøvenlige.

I driftsperioden undersøges brøndenes indre diameter for korrosion og måling af Fe-ioner. På baggrund af målingerne udarbejdes der en korrosionsplan, så der træffes mitigerende foranstaltninger, herunder sløjfning af boring eller isættelse af inner-liner i brøndene af et komposit materiale, som ikke påvirkes af saltvandet.

Der er foretaget en generel vurdering af omfanget af varmeafgivelser fra geotermiske boringer til grundvandsmagasiner. Det er vurderet, at risikoen for varmeudveksling og deraf forhøjet bakterievækst i eventuelle grundvandsmagasiner med påvirkning af drikkevandskvaliteten til følge er negligerbar.

Det vurderes, at de geotermiske boringer er af en meget høj teknisk standard, hvor der særligt er fokus på minimering af risiko for både lækage og skorstenseffekt, både med hensyn til nedsivende forurening og opstigende saltholdigt grundvand.

Idet de geotermiske brønde etableres udenfor OSD og indvindingsområder til drikkevand, samt ovenstående forholdsregler vurderes derfor, at hverken etableringen eller driften på lang sigt vil medføre nogen påvirkning af eventuelle grundvandsmagasiner. Se også Bilag A - 5.

Endvidere etableres de geotermiske boringer, så de relativt enkelt kan sløjfes forsvarligt.

6.2 Affald og jord

Projektområdet er beliggende i byzone i Aarhus og derfor er området omfattet af Områdeklassificeringen. Derudover er området lige nord for det fremtidige varmeværk forureningskortlagt på vidensniveau 2 (V2 jordforurening), hvilket betyder at der er viden om forurening. Det forventes ikke at projektet skal i berøring med den kendte forurening, men arealerne vil blive anvendt midlertidigt til oplag og parkering.

Der er foretaget en geoteknisk undersøgelse, se Bilag A - 6, med udtagning af jordprøver. Prøverne er analyseret af det akkrediterede laboratorium Eurofins A/S for jordpakken. Alle fire boringer viser fyldlag af op til 2 meters tykkelse. Boring C har askelag og boring F viser slagter. Boring C, som ligger syd for det kortlagte område og lige nord for det påtænkte område til varmeværk, er der flere prøver, som viser forhøjet niveau af Nikkel mv. i samme niveau som askelaget. Det kan forventes at forureningen har en udbredelse ind under det areal, hvor varmeværk og brønde skal etableres. Fyldlaget estimeres til maksimalt ca. 2 m tykkelse ud fra de fire etablerede boringer.

Det forventes ikke, at der skal graves og fjernes jord i første del af anlægsfasen. For at sikre den korrekte bæreevne til borerig og transport indenfor projektområdet, så vil der bygges bærelag og belægning op ovenpå nuværende underlag i videst muligt omfang. Der forventes at skulle indbygges op mod 3.000 m³ stabilgrus. Når fundament til varmeværk, ledninger mellem varmeværk og brønde, samt til/fra Kredsløbs varmeværk på Nehrus Alle etableres, vil der bortkøres op mod 2.000 m³ jord. Jorden bortkøres til kartering ved godkendt jordmodtager, som står for prøvetagning og sortering. Jordflytning anmeldes via FlytJord inden flytning. Det sikres at bund i udgravning til fundament er intakte og rene aflejringer. Der vil blive taget renbundsprøver til dokumentation. Hvis der efterlades eksisterende forurening, vil resultaterne fra prøvetagningen efterfølgende anvendes til en §8-ansøgning, hvis det er relevant.

Boremudder og -spåner forventes at blive bortskaffet til en godkendt jordmodtager i nærområdet og transporteres med lastbiler (op til 150 transporter fordelt over op til 120 dage for hver lokation). Erfaringerne fra de udførte boringer på Sumatravej og i Skejby viser, at der genereres ca. 1.300 tons borespåner og 900 tons boremudder pr. brønd.

Det undersøges i samarbejde med Aarhus Kommune og andre relevante aktører, om borespånerne (især kalken) kan genanvendes som alternativ til jomfruelige råstoffer fra danske råstofgrave. Dette gøres både for at udnytte råstoffet og for at undgå unødigt forarbejdning og transport. Hvis der ikke findes en genanvendelsesmulighed for spånerne, vil kalken blive bortskaffet til en godkendt modtager efter aftale.

Affaldet er i driftsperioden begrænset til partikler fra filteret (sedimenter i form af kalk, sand, silt og ler fra undergrunden) samt eventuelle udfældninger af mineraler, f.eks. salte og kalk, fra det geotermiske vand, der aflejres indvendigt i proceskomponenterne. Sedimenterne består af mineraler samt en naturlig baggrundskoncentration af tungmetaller og materialer, der klassificeres som NORM (NORM er betegnelsen for materialer med et forhøjet indhold af naturligt forekommende radioaktive stoffer). Der vil blive gennemført en løbende monitorering af affaldet, men partiklerne forventes ikke at falde ind under kategorien farligt affald. Mængden af partikler i filtret vurderes at være størst i forbindelse med opstart af anlægget svarende til maksimalt 12 kg om dagen, svarende til erfaringer fra de etablerede brønde. Indholdet i filtret vil gradvist falde til mindre mængder pr. dag. Ved stop i produktion vil mængderne i en periode atter stige, for derefter at falde. Baseret herpå forventes bortskaffelse af maksimalt 2 m³ sand/partikler pr. år.

Affaldet fra drift og vedligehold, herunder filterindholdet, vil blive analyseret og derefter bortskaffet i henhold til gældende regler og til godkendt modtager.

I forbindelse med vedligehold af pumper og andre komponenter i systemet vil der periodisk opstå behov for aftapning af geotermivand. Behandling og bortskaffelse af dette er beskrevet i afsnit 6.5.

Der forventes ikke affald til dagrenovation.

6.3 Bilag IV arter og Natura 2000 områder

NATURFOCUS v. Christian B. Hvidt har udført habitatkonsekvensvurderinger samt vurdering af bilag IV-arter på et undersøgelsesområde inden for en radius af 1 kilometer fra projektområdet på Halmstadgade. Nedenfor fremgår opsummeringer af resultater fra vurderingen. Den samlede rapport fremgår af Bilag A - 7.

6.3.1 Halmstadgade

Arealanvendelsen af projektområdet er hovedsageligt sportsarealer der anvendes af Christiansbjerg Idrætsforening (CFI). Området er hovedsageligt udlagt til boldbaner med omkringliggende læhegn bestående af 2 til 6 rækker træer. Vest for projektområdet er der et større areal (Vestereng) med skov samt naturbeskyttede områder som overdrev, mose og små vandhuller. Der er ikke fundet Bilag IV arter indenfor selve projektområdet. Der er registreret en enkelt Bilag IV art, skimmelflagermus, ca. 800 m fra projektområdet. Mellem fundet af skimmelflagermus og projektområdet findes både større og tættere bebyggelse samt flere veje.

Der er ikke fundet egnede leve- eller opholdssteder for flagermus i projektområdet, idet projektområdet ikke omfatter bygninger og på baggrund af en feltundersøgelse er træerne i området besigtiget og har ikke hulheder og lignende som gør træerne egnede som yngle- eller rasteområde for flagermus. Det vurderes derfor, at det geotermiske anlæg ikke vil medføre en forringelse eller have nogen påvirkning af den økologiske funktionalitet af artens levesteder.

Det nærmeste habitatområde ligger ca. 5.000 m fra projektområdet. Det vurderes derfor at etablering og drift af det geotermiske anlæg og varmeprojekt ikke vil have indflydelse på Natura 2000 områder.

Det vurderes at der ikke er behov for specielle afværgeforanstaltninger for bilag IV arter i forbindelse med etablering og drift af anlægget.



Figur 6-1. Fund af Bilag IV arter inden for 1 kilometers radius af projektområdet på Bautavej de seneste 10 år. Fra naturdata.miljoportal.dk og arter.dk.

6.4 Støj og lys

6.4.1 Støj i anlægsfasen

Anlægsaktiviteterne vil give anledning til en forøgelse af støjniveauet omkring lokaliteterne og der vil i perioder være behov for dispensation til afvigelse af Aarhus Kommunes standardvilkår for anlægsstøj, hvor der som udgangspunkt gælder at støjende arbejde kun må udføres hverdage kl. 7-18 og lørdag kl. 7-14. Dette skyldes, at boreprocessen ikke kan afbrydes, når den er påbegyndt og at en afbrydelse af boreprocessen kan medføre kollaps af brønden.

I forbindelse med opstilling og nedtagning af boreriggen vil det endvidere være nødvendigt at udføre arbejder ud over normal arbejdstid, herunder hen over natten ved særlige aktiviteter med henvisning til arbejdets natur samt sædvanlig

praksis og standard i branchen. Der vil ved arbejdets planlægning blive taget højde for særligt støjende aktiviteter i det omfang, det er muligt ift. sikkerhed og logistik, idet den samlede periode for hhv. opstilling og nedtagning ikke forventes at overskride 14 dage.

Det vil tage ca. 30-60 dage at bore og etablere en geotermisk brønd. I denne periode vil boreriggen for det meste være i drift døgnet rundt. Alle aktiviteter, der kan planlægges udført i dagsperioden, vil blive udført i dagsperioden. Det medfører, at der hovedsageligt vil være mindre aktiviteter om natten. Den reelle boretid, hvor man vil opleve det højeste støjniveau "worst case", vil være af kortere varighed (målt i dage) og forventeligt ikke være i en længere sammenhængende periode. I øvrige perioder forventes der mindre belastninger på de forskellige enheder, hvilket resulterer i et lavere støjniveau. Når der ikke bores, så er hovedaktiviteterne installering af casing, cementering af casing, kørsel op og ned med borestrengen mv.

Der er udarbejdet støjnotat med dertilhørende støjmodellering, se Bilag A - 8. Støjberegningen tager udgangspunkt i støjmålinger på den borerig, der blev anvendt i Skejby. Analysen er baseret på et "worst case" scenarie og det gennemsnitlige støjniveau må derfor forventes at være lavere.

Der er ikke indgået aftale med boreentreprenør endnu. Det kan reelt medføre, at der anvendes en anden borerig med et andet lydbillede. Det forventes dog ikke større ændringer i støjbilledet, idet der kun arbejdes med borerigge, som er velegnede til bynær brug.

Med udgangspunkt i støjmodelleringen samt tidligere erfaringer er der truffet en række valg for at begrænse støjgener:

- Der anvendes eldrevet borerig for at begrænse støjgener samt emissioner. Dieselgeneratorer vil alene blive anvendt hvis strøm ikke er til rådighed i en nødsituation.
- Der opstilles containere samt andre støjdæmpende foranstaltninger for at begrænse støjgenerne for naboerne
- Akustiske bakalarmer på lastbiler deaktiveres så de ikke støjer om natten
- Der fokuseres på støjdæmpning ved støjklender

I forbindelse med etablering af borepladsen og opstilling af borerig vil de faktiske støjforhold blive inddraget til en genberegning for at sikre at støjniveauer ikke overstiger værdierne i støjmodellen. Denne proces vil afklare om der er behov for yderligere tiltag som kan minimere støj fra boreprocessen.

Anlægsaktiviteterne i forbindelse med etablering af geotermiske brønde vil i perioder give anledninger til overskridelse af Aarhus Kommunes standardvilkår for anlægsstøj under borefasen, til trods for omfattende støjafskærmning. De vedlagte støjsimuleringer for begge lokationer er gennemgået med Aarhus Kommune v. Carsten Rym på møde 9. oktober 2024.

I forbindelse med selve bygge- og anlægsarbejderne for varmekædet forventes støjniveauet at holdes inden for de sædvanlige retningslinjer og tidsbegrænsninger i Aarhus Kommune.

Halmstadsgade:

I worst case støjberegningen ved boring af brønde vil der ske overskridelse ved alle beregningspunkter. Den største overskridelse ses ved kollegiet på Halmstadsgade 14, både i stueplan og 1. sal.

Trafikstøj vil maskere en del af Innargis støj ved Halmstadsgade. Trafiktal hentet fra Aarhus kommunes hjemmeside⁵ angiver en gennemsnitlig døgntrafik på 19.800 / 5.900 biler på henholdsvis Hasle Ringvej og Halmstadgade, svarende til ca. 220 / 30 og 60 / 5 personbils- og lastvognspassager per time i natperioden. Ifølge Miljøstyrelsens trafikstøjkortlægning fra 2022 medfører dette et trafikstøjniveau i områderne omkring belastede boliger ved Visbygade (R4) og Bodøvej (R5), på henholdsvis ca. 55 og 45 dB(A), ca. 15 og 10 dB over støjgrænsen fra projektområdet.

Grundet den moderate trafikstøjsbelastning vil Innargis aktiviteter være hørbare i perioder hvor der er ophold i trafikstøjen.

Kumuleret trafikstøj:

Det forventes et kørselsomfang til projektområderne på op til 10 lastvogne per døgn, samt et antal personbiler. En overslagsberegning viser, at denne kørsel vil kunne forøge den totale trafikstøjsbelastning fra vejene omkring projektområderne med mindre end 0,1 dB.

En ændring af denne størrelse vil i praksis ikke være hørbar for beboere i de omkringliggende områder. Under kontrollerede forhold kan det gennemsnitlige menneske svagt registrere ændringer i lydniveauet på 1 dB, og med sikkerhed registrere ændringer på 3 dB.

Det kan forekomme helikopterflyvning over områderne, til og fra Aarhus Universitetshospital i Skejby. Hvis helikopterne flyver direkte hen over sitet, vurderes støjen fra helikoptere at dominere støjbilledet.

Helikopterflyvning vil kunne forekomme et fåtal af gange i boreperioden.

6.4.2 Belysning på naboarealer i anlægsfasen

For at sikre sikkerheden på byggepladsen, især ved borepladsen, er det vigtigt at sørge for tilstrækkelig belysning. Der vil blive gjort en indsats for at orientere lysene væk fra beboelsesområder for at minimere gener fra lys om natten.

På især Halmstadsgade er der boliger i flere etager indenfor 100 meter, hvorfor lysgener kan skabe gener, hvis der ikke er opmærksomhed på det. Det er dog erfaringerne fra de to boresites på Sumatravej og Skejbyvej, at særlig opmærksomhed på placering og retning af lysgivere kan eliminere generne hos naboer.

6.4.3 Støj i driftsfase

Det geotermiske varmeværk opføres i bygningsmaterialer med en støjdæmpende effekt. Alle tekniske anlæg, på nær selve brøndene, er placeret i varmeværket og flere af støjklenderne i varmeværket er yderligere installeret i en separat indkapsling for at håndtere støj, ventilation mv.

⁵ <https://aarhus.dk/om-kommunen/aarhus-i-tal/infrastruktur-og-trafik#trafiktal-for-biler-75>

Gældende grænseværdier for støj overholdes under hele driftsfasen.

6.4.4 Belysning på naboarealer i driftsfase

I driftsfasen er der ingen lysgener fra varmeværket eller brønde.

6.5 Udledningstilladelse/bortskaffelse af formationsvand

Der pågår arbejde med at finde en miljømæssig brugbar løsning til at håndtere det oppumpede formationsvand fra testpumpningen i første brønd.

Anlægsfase:

I anlægsfasen bliver den første brønd på lokaliteten testpumpet. Testpumpningen vil medføre at der oppumpes ca. 1.500 m³ formationsvand. Vandet har en vandkvalitet, som gør den uegnet til udledning eller kloak uden først at have gennemgået forskellige tiltag, såsom temperatursænkning, rensning, filtrering mv.

I forhold til bortskaffelse af det salte vand er der ikke en endelig løsning på plads endnu. Som drøftet og aftalt med Aarhus Kommune (Annemette Sørensen og Kristine S.R. Vium) på møde den 27. september, arbejdes der pt. i følgende tre løsningsspor:

1. Vandet transporteres til Industrial Water Solutions A/S (IWS) på Stigsnæs, som sikrer en godkendt bortskaffelse af formationsvandet
2. Formationsvandet renses/filtreres og re-injiceres i formationen igen
3. Formationsvandet renses og udledes til recipient

Ingen af de tre løsninger er valgt, ligesom der kan være tekniske forhold, som gør at en eller flere af løsningerne må forkastes. Der er indsendt ansøgning fra IWS til Miljøstyrelsen om modtagelse og behandling af formationsvandet, og godkendelse forventes i september 2025 jf. seneste status fra IWS/Miljøstyrelsen.

Oppumpet formationsvand fra de første tre borer på Sumatravej og Skejbyvej er bortskaffet med succes ved filtrering og re-injicering via brønden på Sumatravej, svarende til løsning 2.

I driftsfasen vil der som udgangspunkt ikke være formationsvand, som skal bortskaffes. Systemet er lukket og under tryk. Der vil ikke udtages vand under drift.

Ved planlagt vedligehold, kan der være mindre aftapninger af ca. 1-2 m³, som opsamles i varmeværket i en 16 m³ lukket opsamlingstank. Aftapningsmængden vil minimeres mest muligt. Formationsvand opsamlet i tanken bortskaffes via tankbiler på samme måde, som formationsvandet fra testpumpning eller anden løsning, som kan godkendes over tid.

Der forventes planlagt vedligehold hvert 5. år.

6.6 Emissioner

I anlægsfasen vil der være mindre emissioner fra kørsel på pladsen. Da boreriggen arbejder på el, vil der ikke være emissioner direkte herfra. Der vil

være et antal dieselgeneratorer til nødstrømsforsyning, som står standby, såfremt der sker strømnedbrud. Disse vil ikke have planlagt drift.

Erfaringer fra de første tre etablerede brønde viste at nødstrømsgeneratorene ikke var i drift på noget tidspunkt.

Under borearbejdet kan der være emissioner fra de gennemborede jordlag og oppumpet formationsvand i form af fortrinsvis CO₂, Nitrogen og Metan. Disse vil udluftes eller hvis brændbar, vil der ske en flaring (afbrændes).

Fra erfaring fra etablering af de første brønde i Aarhus er det estimeret at der pr. brønd er frigivet ca. 0,16 m³ gas fra porer i de gennemborede jordlag, som frigives med det opborede materiale.

Ved pumpetest, renpumpning eller ved vedligehold/aftapning vil der også ske en frigivelse af gas.

Innargis analyser viser ca. 0,229 sm³ gas⁶ pr. m³ vand, primært i form af CO₂ (7%), Kvælstof (20%), Methan (70%) og andre hydrocarboner (3%).

Ved planlagte prøvepumpninger i en brønd er forventet oppumpet 1.000-1.500 m³ formationsvand, ved efterfølgende brønde skal der kun ske en renpumpning, som forventes at være mindre end 500 m³ formationsvand. De oppumpede mængder formationsvand vil svare til en frigivelse af gas, som angivet i Tabel 6-1.

	%	Prøvepumpning 1.500 m ³	Renspumpning < 500 m ³
CO₂	7	24	8
Kvælstof	20	69	23
Methan	70	240	80
Andre hydrocarboner	3	10	3,4
Volumen gas, m³	100%	344	115

Tabel 6-1 Forventede mængder gas (i m³) ved oppumpning af formationsvand i anlægsfasen.

Erfaringer fra pumpetest i de etablerede brønde på Sumatravej og i Skejby er der i alt frigivet 206 m³ gas og 1971 m³ gas, sidstnævnte gasvolumen skyldes en noget længere testperiode. Der blev anvendt en lille pilot afbrænder til flaring. Flaringen gøres af hensyn til sikkerhed, så gas ikke afdamper fra formationsvandet i testbassinet.

I driftsfasen vil der ikke være emissioner, idet systemet bygger på et hermetisk lukket system, som skal sikre at formationsvandet ændres kemisk så lidt som muligt. Trykkes holdes tilstrækkeligt højt til, at der ikke udskilles gasser. Hvis formationsvandet iltes/afgasses så ændres trykforholdene og der er øget risiko for udfordringer i forbindelse med injektion at formationsvandet til formationen.

Ved planlagt vedligehold, vil der være en mindre afgang fra formationsvandet, idet trykket reduceres ved aftapning af geotermivand. Små mængder gas vil udskilles fra væsken, som skal udluftes inden arbejdet opstartes. Det aftappede vand i tanken vil blot afgasse til det fri, via rør der holder tanken trykløs.

⁶ Under standardbetingelserne 15°C (59 °F) and 101.325 kPa (14.696 psi)

Den aftappede vandmængde ved planlagt vedligehold har et volumen på 1-2 m³. Hvis tanken mod forventning fyldes (16 m³) vil det svare til at der afgasses 3,6 m³ gas over tid. Altså ret begrænsede mængder. I runde tal er fordelingen 0,3 m³ CO₂, 0,7 m³ Nitrogen, 2,6 m³ Metan og 0,1 m³ andre hydrocarboner.

Det lukkede tryksatte system vil være monteret med overtryksventiler, som i tilfælde af overtryk vil afblæse tryk/gas. Ledning føres over tag på varmekærk, hvorfra afblæsning vil ske.

6.7 Lugt påvirkning

Der kan muligvis opstå minimale lugtgener fra boremudder over hele boreperioden. Under renpumpning og/eller prøvepumpning vil formationsvandet ledes til et testbassin. Når trykforholdene ændres, vil der afgives gas fra vandet. Gassen indeholder metan og en lille andel flygtige hydrocarboner. Det kan derfor ikke udelukkes at gassen kan lugtes. Udbredelse af lugt vil være vindafhængig og afhængig af årstiden. Påvirkningen vil være lokal og kortvarig.

Erfaringer fra de første tre etablerede brønde har ikke medført lugtgener. Under borearbejdet har der ikke været henvendelser, hverken til Kredsløb, Innargi eller til personale på borestedet. På borgermødet omkring udvidelsen på Skejbyvej var der heller ikke kommentarer til lugtgener.

I driftsfasen vil der ikke være nogen påvirkning, da formationsvandet er i et lukket system under tryk.

6.8 Relaterede anlægsarbejder

I forbindelse med anlæggelse af brønde og geotermisk varmekærk, så skal der etableres et nyt 10 kV kabeltracé til varmekærket. Derudover skal der etableres en fjernvarmeledning mellem geotermisk varmekærk og Kredsløbs vekslerstation. Fjernvarmeledningen forventes at bestå af 2 stk. fjernvarmerør forventeligt i dimension DN300.

Det endelige tracé for hverken højspændingskabel eller fjernvarme ligger helt fast, idet der ikke er startet dialog med lodsejere endnu.

Foreløbige tracéer er vist i Bilag A - 9.

Tracé for højspændingskabel for Geotermi varmeproduktion på Halmstads-gade til transformerstation Katrinebjergvej 77 og forventes placeret i offentlige arealer. Tracéet er ca. 1750 m langt og skal underbores Hasle Ringvej.

Tracé for tilslutningsledning for Geotermi varmeproduktion på Halmstads-gade til tilslutningspunkt i Varmevæksler 111 Nehrus Allé og forventes placeret i offentlige arealer. Tracéet er ca. 580 m langt.

6.9 Seismiske hændelser

Af hensyn til generelle bekymringer omkring hydraulisk frakturering har Innargi A/S fravalgt hydraulisk frakturering af undergrunden. Ydermere har de danske geotermireservoirer (sandstensreservoirer) fra naturens hånd en gennemstrømningsevne, der ikke vil blive forbedret ved hydraulisk frakturering.

For at dokumentere seismisk aktivitet i Aarhus iværksatte Innargi A/S i forbindelse med borerne på Sumatravej og Skejbyvej en overvågningsundersøgelse af seismiske hændelser samt hændelser, der ikke har relation til geotermisk infrastruktur (f.eks. sprængning af ueksploderede undersøiske miner fra 2. verdenskrig). Undersøgelsen var designet til at måle hyppigheden og størrelsen af naturligt forekommende seismiske hændelser i undergrunden under Aarhus, forud for og i forbindelse med boreaktiviteterne på de to efterforskningsbrønde på hhv. Sumatravej og Skejbyvej.

Undersøgelsen blev foretaget i samarbejde med GEUS – Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, som måler alt seismisk aktivitet i Danmark. Undersøgelsen er påbegyndt i 3. juni 2022 og blev afsluttet ved udgangen af marts måned 2024, og således en undersøgelsesperiode på knap 2 år, der har givet tilstrækkeligt data til at danne en god baseline for det seismiske aktivitetsniveau og størrelserne heraf i Aarhus-området.

Resultatet af undersøgelsen var iht. undersøgelsesrapporten fra GEUS, at der ikke blev registreret jordskælv og ingen seismisk aktivitet generelt i Aarhus i den pågældende periode. Med undersøgelsen kan vi derfor konkludere, at antagelserne om et roligt seismisk aktivitetsniveau generelt i Aarhus-området er blevet bekræftet.

Bilagsliste

Bilag A - 1	Aarhus Geotermiprojekt i Innargi A/S - En introduktion til Innargi og vores geotermiske projekter, oktober 2024, Aarhus geotermiprojekt.pdf, introduktion udarbejdet af Innargi A/S
Bilag A - 2	Innargi Aarhus Kommune fuldmagt 69kp, Århus markjord (Halmstadsgade Myndighedsbehandling og byggesagsbehandling
Bilag A - 3	Byggepladsdisponering - kortbilag
Bilag A - 4	Summary of Drilling Fluid and cement Additives for Aarhus Development (VVM input) Rev 3.pdf
Bilag A - 5	Risikovurdering - Geotermiske borer i områder med drikkevands-interesser, Sweco 2023, Projekt nr. 41008307
Bilag A - 6	Geoteknisk undersøgelsesrapport, Sweco 2024, Projekt nr. 41013629
Bilag A - 7	Undersøgelse af mulig påvirkning af Natura 2000 og bilag IV-arter i forbindelse med geotermisk anlæg, Naturfocus, 2024, P438 03 Report Bilag IV Halmstadgade 3, Aarhus Rev 01.docx
Bilag A - 8	N5.042.24 Innargi – Støjberegning geotermisk boring Halmstadgade, Aarhus, Sweco 2024, Projektnummer 41013157.
Bilag A - 9	Input fra Kredsløb angående fjernvarmetracé og el (ny etablering)

Together with our clients
and the collective
knowledge of our 22,000
architects, engineers and
other specialists, we co-
create solutions that
address urbanisation,
capture the power of
digitalisation, and make our
societies more sustainable.

Sweco – Transforming
society together