

Final report

Gasdrevne varmepumper på biogasanlæg

1. Project details

| | |
|--|--------------------------------------|
| Project title | Gasdrevne varmepumper på biogasanlæg |
| File no. | 64021-1083 |
| Name of the funding scheme | EUDP 2021-I |
| Project managing company / institution | DGC - Dansk Gasteknisk Center a/s |
| CVR number (central business register) | 12105045 |
| Project partners | Danstoker A/S, E.ON Danmark A/S |
| Submission date | 21 July 2023 |

2. Summary

- *English version*

From the project application:

This project aims at increasing the feasibility and energy efficiency of biogas plants by integrating various efficient gas-driven heat pumps into biogas plants that will utilize the lower-temperature reservoir for process heating in biogas production ($\approx 37-53$ °C), hygienization processes (≥ 70 °C) and amin-based upgrading plants for the removal of CO₂ ($\approx 130-140$ °C). This integration has not been done before and the project will complete the task by two primary means: 1) conduct a wide process engineering and economic analysis of the concept; and 2) commission and test a full-scale demonstration plant on an existing biogas plant. These two measures will provide the foundation for the commercial project partners from the biogas and heat pump industries to implement the technology widespread and efficiently.

Work done and results:

Cases have been drawn up and evaluated for different configurations and types of heat pumps for medium and high temperature, respectively, at a selected biogas plant. The calculations show that compression heat pumps can be a good investment for medium temperature production, but that this partly depends on the development in energy prices. For high-temperature production, the technology is still relatively immature and expensive, and it is not expected that investment will be made in testing heat pumps for this purpose in this project.

Absorption heat pumps are found to be a worse investment than compression heat pumps at the temperature levels and needs of a biogas plant. It was therefore estimated that there would be no basis for investing in absorption heat pumps, and Danstoker A/S therefore abandoned the project.

Due to the fluctuations and unpredictability in the gas market and energy prices as well as the growth in biogas plants, it is very difficult to decide on a business case where energy prices have a very high impact. The project was therefore put on hold until mid-2023, at which time E.ON Danmark A/S decided not to invest in heat pumps for biogas plants, and a full-scale demonstration of the technology was therefore not carried out in this project.

- *Dansk version*

Fra ansøgningen:

Dette projekt sigter mod at energieffektivisere og øge rentabiliteten af biogasanlæg ved at integrere forskellige typer gasdrevne varmepumper, der skal nyttiggøre lavtemperaturresevoirerne til procesvarme i bio-gasreaktorer ($\approx 37-53$ °C), hygiejniseringsprocesser (≥ 70 °C) og amin-opgraderingsanlæg til fjernelse af CO₂ ($\approx 130-140$ °C). Projektet vil opfylde sin målsætning via to primære virkemidler: 1) ved at lave en bred proces teknisk og -økonomisk afrapportering af konceptet; noget, der ikke er publiceret før i detaljer; og 2) ved at installere og langtidsteste et fuldskalademonstrationsanlæg på et eksisterende biogasanlæg. Disse to tiltag vil lægge fundamentet for, at de kommercielle projektdeltagere fra biogas- og varmepumpebrancherne kan udrulle teknologien effektivt på kort sigt, og at teknologien kan implementeres bredt.

Udført arbejde og resultater:

Der er opstillet og evalueret cases for forskellige konfigurationer og typer af varmepumper til hhv. mellem- og højtemperatur på et udvalgt biogasanlæg. Beregningerne viser, at kompressionsvarmepumper kan være en god investering til mellemtemperatursproduktion, men at det delvist afhænger af udviklingen i energipriser. For højtemperatursproduktion er teknologien umiddelbart stadig relativt umoden og dyr, og det forventes derfor ikke, at der investeres i test af varmepumpe til dette formål i dette projekt.

Absorptionsvarmepumper er umiddelbart en dårligere investering end kompressionsvarmepumper ved de temperaturniveauer og -behov, der er på et biogasanlæg. Det blev derfor skønnet, at der ikke ville være baggrund for at investere i absorptionsvarmepumper, og Danstoker A/S forlod derfor projektet.

Grundet den store uro og uforudsigelighed i gasmarkedet og energipriser samt væksten i biogasanlæg er det meget svært at tage stilling til en business case, hvor energipriser spiller en meget stor rolle. Projektet blev derfor lagt i dvale indtil midten af 2023, hvor E.ON Danmark A/S besluttede ikke at investere i varmepumper til biogasanlæg, og fuldskalademonstration af teknologien blev derfor ikke gennemført i dette projekt.

3. Project objectives

Biogas er et centralt element i omstillingen af energisystemet til vedvarende energi og til realisering af målsætningerne for reduktion af udledningen af drivhusgasser i Danmark i 2030. Foruden produktion af lagerbar og fleksibel energi til industri, tung transport og spidslastproduktion i el- og varmesektoren bidrager en øget biogasproduktion også til reduktion af drivhusgasser fra landbrugssektoren ved anvendelse af store mængder gylle og andet vådt organisk affald herfra. Biogasanlæg er dog fortsat afhængige af offentlige tilskud for at være rentable, og der er således fortsat behov for videreudvikling. Varmeintegration af processerne på et

biogasanlæg rummer et stort potentiale, idet der forefindes et betydeligt forbrug af energi: Et typisk biogasanlæg, som opgraderer biogassen og leverer bionaturgas til gasnettet, bruger naturgas til procesvarme svarende til 14 % af deres egenproduktion af biogas på energibasis, og samtidig forefindes der store reservoirer af lavtemperaturvarme fra køletårne og lagertanke. Dette projekt sigter mod at energieffektivisere og øge rentabiliteten af biogasanlæg ved at integrere forskellige typer gasdrevne varmepumper, der skal nyttiggøre lavtemperaturreservoirerne til procesvarme i biogasreaktorer ($\approx 37-53$ °C), hygiejniseringsprocesser (≥ 70 °C) og amin-opgraderingsanlæg til fjernelse af CO₂ ($\approx 130-140$ °C). Ud over energibesparelser vil metanemissioner fra kølet, afgasset biomasse kunne mindskes og køletårne potentielt kunne fjernes. Projektet vil opfylde sin målsætning via to primære virkemidler: 1) ved at lave en bred proces teknisk og økonomisk afrapportering af konceptet; noget, der ikke er publiceret før i detaljen; og 2) ved at installere og langtidsteste et fuldskalademonstrationsanlæg på et eksisterende biogasanlæg. Disse to tiltag vil lægge fundamentet for, at de kommercielle projektdeltagere fra biogas- og varmepumpebrancherne kan udrulle teknologien effektivt på kort sigt, og at teknologien kan implementeres bredt.

4. Project implementation

Der er opstillet og evalueret cases for forskellige konfigurationer og typer af varmepumper til hhv. mellem- og højtemperatur på et udvalgt biogasanlæg. Beregningerne viser, at kompressionsvarmepumper kan være en god investering til mellemtemperatursproduktion, men at det delvist afhænger af udviklingen i energipriser. For højtemperatursproduktion er teknologien umiddelbart stadig relativt umoden og dyr, og det forventes derfor ikke, at der investeres i test af varmepumpe til dette formål i dette projekt.

Absorptionsvarmepumper er umiddelbart en dårligere investering end kompressionsvarmepumper ved de temperaturniveauer og -behov, der er på et biogasanlæg. Det blev derfor skønnet, at der ikke ville være baggrund for at investere i absorptionsvarmepumper, og Danstoker A/S forlod derfor projektet.

Grundet den store uro og uforudsigelighed i gasmarkedet og energipriser samt væksten i biogasanlæg er det meget svært at tage stilling til en business case, hvor energipriser spiller en meget stor rolle. Projektet blev derfor lagt i dvale indtil midten af 2023, hvor E.ON Danmark A/S besluttede ikke at investere i varmepumper til biogasanlæg, og fuldskalademonstration af teknologien blev derfor ikke gennemført i dette projekt.

5. Project results

Den opsatte business case for **mellem- og lavtemperaturvarme** viser, at det umiddelbart er gunstigt i de fleste tilfælde at indkøbe en varmepumpe, men at det afhænger af energipriserne (både el og gas). Da den nuværende verdenssituation (2022/23) gør udviklingen af disse uforudsigelig, gør det også business casen og beslutningen vanskeligere. I forhold til teknologisk valg af varmepumpe er økonomien tydeligt bedre for kompressionsvarmepumper end for absorptionsvarmepumper, når det gælder varmekilder og -behov på biogasanlæg. En kompressionsvarmepumpe med tilsluttet gasmotor giver mere fleksibilitet i forhold til prisudvikling og -forskelle mellem gas og el og giver derfor den gennemsnitligt bedste business case, når der ses på forskellige scenarier for udvikling i energipriser.

Den opsatte business case ser ikke umiddelbart gunstig ud for installation af en varmepumpe til **høje** temperaturer. Det har dog kun været muligt at skaffe priser på højtemperaturkompressionsvarmepumper fra én leverandør, som endnu ikke har solgt nogle i det prisniveau. Andre firmaer har ikke villet byde ind. Umiddelbart

virker teknologien på højtemperatursvarmepumper væsentligt mere umoden/på et lavere TRL-niveau end varmepumper til lavere niveauer. Der er eksempelvis ikke umiddelbar konsensus om bedste kølemiddel, og holdbarhed/levetid er fortsat usikker. Der findes absorptionsvarmepumper til høj temperatur, men her er COP langt under 1 og derfor langt dyrere end eksisterende varmeproduktion. Det forventes derfor ikke at gå videre med varmepumpe til høj temperatur i dette projekt, da teknologien for højtemperaturskompressionsvarmepumper ikke skønnes moden nok, til at biogasanlægget vil bære investeringen til køb og test af den – selv hvis en sådan kunne købes til en mere konkurrencedygtig pris.

Arbejdspakkerne 1, 2 og 3 blev gennemført med tilsvarende milestones. Da demonstrationsdelen ikke blev gennemført, blev arbejdspakke 4 ikke udført.

Projektforløb, beregninger og projektræsultater er nærmere beskrevet i DGC-projektrapporten "Potentiale for optimering af bionaturgasanlæg med varmepumper" udfærdiget af DGC og E.ON.

6. Utilisation of project results

Indtil videre er projektræsultaterne ikke blevet anvendt, idet det blev besluttet ikke at gennemføre demonstrationsdelen af projektet, og der blev ikke investeret i varmepumper til biogasanlæg. Imidlertid vil markedet for el og gas kunne udvikle sig, så kompressionsvarmepumper i mellemtemperaturområdet ville kunne betale sig.

7. Project conclusion and perspective

På baggrund af opsatte scenarier for en række hypotetiske, repræsentative bionaturgasanlæg og indhentede priser for varmepumper er der blevet set på business cases for investeringer i varmepumper til energioptimering på biogasanlæg. Umiddelbart har varmepumper et potentiale til at forbedre energiforbruget og driftsøkonomien for biogasanlæg, men business casen afhænger meget af antallet af driftstimer. Er der behov for, at pumpen kører det meste af året, vil investeringen i en varmepumpe i de fleste tilfælde være en god idé. Men skal varmepumpen kun bruges i et mindre antal driftstimer om året – eksempelvis kun pletvist til hygiejnisering af visse biomasser – så er besparelserne ikke store nok til at forsvare investeringen i en varmepumpe.

Det bemærkes også, at det generelt – især i et marked med svingende energipriser – er en god investering at vælge kompressionsvarmepumpe med gasmotor, så der kan skiftes mellem gas og el som energikilde afhængig af de aktuelle energipriser. Absorptionsvarmepumpen er ikke konkurrencedygtig med kompressionsvarmepumperne. Grundet lav COP er den primært anvendelig, når der er en tilstrækkelig varm energikilde af spildvarme tilgængelig som drivenergi, hvilket der ikke er her. Når der i stedet skal brændes naturgas af som drivenergi i absorptionsvarmepumpen, er dens COP for meget lavere end kompressionsvarmepumperne til at være konkurrencedygtig.

I forhold til varmepumper til produktion af højtemperatursvarme til amineranlæg er konklusionen, at teknologien desværre ikke helt er moden til dette endnu. Priserne er endnu for høje, COP for lav og levetiden for usikker. Det kan overvejes at genoptage denne rapports evalueringer om nogle år, når teknologien er blevet mere moden.

8. Appendices

Bilag til denne rapport er medsendt:

Projektforløb, beregninger og projektresultater er nærmere beskrevet i DGC-projektrapporten "Potentiale for optimering af bionaturgasanlæg med varmepumper" udfærdiget af DGC og E.ON.