

# Gasexpandere på distributionsnettets M/R-stationer

Slutrapport, EUDP J.nr.: 63011-0209

EUDP08-II, Small Scale – Zero Emission Gas Expansion

Projektrapport

December 2010



# Gasexpandere på distributionsnettets M/R-stationer

Slutrapport, EUDP J.nr.: 63011-0209

EUDP08-II, Small Scale – Zero Emission Gas Expansion

Niels Bjarne Rasmussen

Titel : Gasexpandere på distributionsnettets M/R-stationer  
EUDP08-II, Small Scale – Zero Emission Gas Expansion

Rapport kategori : Projekt rapport

Forfatter : Niels Bjarne Rasmussen

Dato for udgivelse : 28.12.10

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 733-35; H:\733\35 Gasexpandere og varmepumper, forprojekt\Notater og rapporter\Slutrapport SS-ZEGEX.doc

EUDP J.nr. : 63011-0209

Sagsnavn : SS-ZEGEX

ISBN : 978-87-7795-337-8

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
1 Forord.....	3
2 Baggrund.....	5
2.1 Formål.....	5
3 Résumé in English .....	7
4 Konklusion.....	9
5 Muligt demo-anlæg .....	13
5.1 Henvendelse til Lübeck .....	13
5.2 Abstract til Cryostar.....	13
5.3 Henvendelse til Cryostar om mulige kontakter .....	13
5.4 Konklusion vedrørende demo-anlæg .....	13
6 Diskussion af forudsætninger for fremtidig anvendelse af ZEGEX-konceptet i Danmark .....	15
6.1 Tekniske forudsætninger er ok .....	15
6.2 Pris for el.....	15
6.3 Godskrivning af CO <sub>2</sub> -besparelser .....	15
7 Referencer .....	17
Bilag .....	17

#### Bilag 1

Abstract sendt til RENGE-konferencen

#### Bilag 2

ZEGEX-koncept



## 1 Forord

Formålet med projektet er udvikling og demonstration af en ny energibesparende og CO<sub>2</sub>-besparende metode for trykreduktion på de danske M/R-stationer med produktion af elektricitet.

Dette projekt er et samarbejdsprojekt mellem DONG-distribution, HNG og MN, Advansor samt DGC som projektleder.

Projektet er støttet af EUDP med lidt over 40% i gennemsnit for alle parter.

Denne rapport er slutrapporten for projektet.

En delrapport over forprojektet, som blev gennemført i 2009, udkom i maj 2010.

Hørsholm, december 2010

Niels Bjarne Rasmussen  
Projektleder





## 2 Baggrund

På landets M/R-stationer sker der i dag en reduktion af trykket i naturgasledningerne, og der bruges i den forbindelse naturgas til en nødvendig opvarmning. Der findes teknologier til i stedet at udnytte gassens tryk til produktion af el ved hjælp af gasexpandere. Dette kræver en forvarmning op til mellem 50 og 90°C. De nyeste teknikker indenfor CO<sub>2</sub>-baserede varmepumper er velegnede til at aflevere varme i dette temperaturinterval.

### 2.1 Formål

Det undersøges i forprojektet, om der er teknisk og økonomisk basis for at kombinere disse teknikker, således at en varmepumpe anvendes til at opvarme gassen til den nødvendige temperatur før gasexpanderen. En generator i forbindelse med expanderen producerer el og afleverer en del heraf til varmepumpen, mens resten leveres til elnettet mod betaling. En M/R-station med denne teknik ændres således fra en gasforbrugende enhed til en elproducerende enhed.

I projektet har DGC ultimo 2008 fået midler fra EUUDP til at undersøge en expander-løsning på distributionsnettets mindre M/R-stationer, hvor trykket reduceres fra 40 eller 20 bar til 4 bar.

Der er et stort potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion med denne teknologi baseret på sparet naturgasforbrænding og på ny el-produktion, som uden anvendelse af primærenergi fortrænger eksisterende produktion.

Overslagsmæssigt blev det skønnet, at ca. 0,2% af Danmarks samlede emission af CO<sub>2</sub> direkte og indirekte kan spares med denne teknologi, hvis man udnytter mulighederne på både distributions- og transmissionsnettet.



### 3 Résumé in English

Danish Gas Technology Centre has been carrying out a feasibility project to clarify the possibilities of installing gas expanders at M/R-stations (Measuring and Regulating) in the Distribution system of the natural gas grid. A large number of such expanders are installed around the world. The novelty of this project is to use a heat pump to perform the necessary heating of the gas before the expander, and to “export” to the electricity grid the remaining electricity from the generator connected to the expander.

The present project includes the small M/R-stations at the gas Distribution grid where pressure is reduced from 40 or 20 bar to 4 bar. The preliminary project (year1 of project) has investigated whether components for such smaller systems can be found, and it has investigated prices for different quantities. A technical feasibility study has been done. Also, preliminary calculations of payback times have been carried out.

A large potential of CO<sub>2</sub>-reduction is present with this technology based on saving of natural gas combustion and on new electricity production displacing existing production without any use of primary energy.

The main results and conclusions are:

- There are component suppliers for expander systems suitable to the size of distribution network M/R stations.
- Pressure regulators provided at the stations are laid out with significant overcapacity, enabling a simplified installation of the expander systems.
- If the system is being rolled out across the Danish distribution grid, the realistic saving potential is approx. 2.3 million Nm<sup>3</sup> of gas per year and a production of almost 40 million kWh of electricity.
- The realistic potential which includes the most suitable stations counts for approx. 35 to 40% of the technical potential.
- DSM-committee (Energy-saving effort in Denmark) has indicated that both the saved gas at the station and the exported electricity can be included in counting of savings. It has a value equal to 15% of purchase and installation price of the system.

- The feed-in tariffs in Denmark for electricity produced by a ZEGEX plant are not certain. If the price were 0.60 DKK/kWh for electricity sold, the simple payback time would be 6-7 years on average, covering a variation from 3 to 16 years at the various stations. The smallest stations are omitted. The best stations covering more than half of the gas flow would have a pay-back time between 3 and 6 years.
- The preliminary project proved successful and it was recommended to continue the project in a demo-project where a full scale expander system could be demonstrated.
- Unfortunately it was not possible to find suitable demo-sites. The Danish gas companies did not want to invest in a demo-plant based on the above pay-back time, which they considered to be too long, and on uncertainty of feed-in tariffs for produced electricity.
- Likewise it has not been possible to find foreign partners for a demo-site in the close vicinity of Denmark.
- Future investments in the ZEGEX-concept imply a certainty of feed-in tariffs for produced electricity and an economical appreciation of the saved CO<sub>2</sub>-emission of the concept.

## 4 Konklusion

Forprojektet af projektet ”Gasexpandere på distributionsnettets M/R-stationer” er gennemført. Der er gennemført en undersøgelse af mulige komponenter for installationer på distributionsnettets M/R-stationer. Det er undersøgt, om sådanne installationer er teknisk gennemførlige. Der er indhentet priser for sådant udstyr ved forskelligt styktal, og det er undersøgt, hvilken pris der kan forventes for den solgte elektricitet fra M/R-stationen til elnettet. Endelig er der fundet et estimat for tilbagebetalingstiden for expandersystemer på M/R-stationerne.

Der er fundet to leverandører for expandersystemer til henholdsvis de lidt større M/R-stationer og de mindre stationer på distributionsnettet. Der er fundet andre leverandører over Internettet, men kun de nævnte to er kontaktet. Disse kan levere velegnede komponenter, som kan anvendes ved forenkede installationer, så omkostningerne reduceres.

Der er kun kontaktet én leverandør af varmepumper, Advansor. Der findes formodentlig andre leverandører for de ønskede systemer, men Advansor leverer med miljøvenligt kølemedie (CO<sub>2</sub>), som også er velegnet til det ønskede temperaturområde.

De eksisterende trykregulatorer på M/R-stationerne er alle udlagt med betydelig reservekapacitet. Det betyder, at en forenklet installation kan foretages, hvor expandersystemet indsættes som et ekstra led i den ene streng af det eksisterende system. Herved kan det eksisterende sikkerhedssystem bibeholdes, og ved omstilling af ventiler kan det oprindelige trykreguleringsystem på M/R-stationen nemt genetableres, hvis expandersystemet er defekt eller under service. Teknisk set kan expandersystemer installeres på langt de fleste af distributionsnettets M/R-stationer.

Umiddelbart betyder installation af et expandersystem en reduktion af driftssikkerheden, idet der på den ene streng vil være ekstra komponenter. Imidlertid er der også faktorer, som tæller modsat, og som forøger driftssikkerheden, idet varmepumpen kan opretholde opvarmning, mens andre dele repareres.

Der er indhentet budgetpriser for henholdsvis expandere og varmepumper. Disse ligger inden for et rimeligt niveau, hvilket fremgår af de økonomiske beregninger.

Potentialet for den samlede dimensionerende effekt for alle distributionsnetets M/R-stationer, hvor det er muligt at installere expandere vil være ca. 11 MW-el. Da det ikke kan betale sig at tilpasse expanderanlæggene til hver stations størrelse, er den realistiske installerede effekt fundet til ca. 7,5 MW. Når effekten til varmepumpen er fratrukket og der tages hensyn til dellast, findes den samlede eksporterede effekt til el-systemet til ca. 4,5 MW-el.

Dette giver et samlet årligt salg af ca. 38 mio kWh-el. Den sparede gasmængde er fundet til ca. 2,3 mio Nm<sup>3</sup>/år. Med en antaget pris på 60 øre/kWh for el og 2,26 DKK/Nm<sup>3</sup> gas giver det en nettoindtægt (driftsoverskud) på ca. 26 mio DKK/år, når driftsudgifterne er fratrukket.

Tilbagebetalingstiden og økonomien for et expanderanlæg er meget afhængigt af den opnåede el-pris for den solgte el. Der er sendt forespørgsel til Energistyrelsen, om der kan forventes en pris på 60 øre/kWh svarende til prisen for særlige VE-teknologier, eller en lavere pris kan forventes. Svaret er foreløbigt, at prisen vil være lavere end 60 øre/kWh.

Der er dog opnået en tilkendegivelse af, at en ansøgning fra et gasdistributionselskab om tilskud til den eksporterede el vil blive behandlet seriøst og set på med "nye øjne". Hvis man er i stand til at overbevise Energinet.dk om den exergimæssige fordel ved systemet, vil der være en chance for tilskud og dermed prisen på 60 øre/kWh.

Hvis prisen er 60 øre/kWh for den solgte el, er den gennemsnitlige simple tilbagebetalingstid fundet til ca. 6,8 år, og der er 15% af investeringen pr år til forrentning og afskrivning. Hvis prisen kun er 40 øre/kWh vil tilbagebetalingstiden være gennemsnitlig ca. 10 år.

Det blev i forprojektrapporten anbefalet, at fortsætte projektet med det planlagte demo-projekt, som formodentlig kunne være gennemført med lidt lavere omkostninger end budgetteret, idet komponentpriser og installation kunne forventes at blive noget lavere end først antaget.

Desværre var det ikke muligt at finde egnede demo-sites. De danske gasselskaber ønskede ikke at investere i et demo-anlæg på grund af en efter deres mening for lang tilbagebetalingstid og usikkerheden på feed-in tariffer for produceret el.

Ligeledes har det ikke været muligt at finde udenlandske partnere til en demo-site i umiddelbar nærhed af Danmark.

Fremtidige investeringer i ZEGEX-konceptet forudsætter en sikkerhed for feed-in tariffer for produceret elektricitet og en økonomisk værdsættelse af sparet CO<sub>2</sub>-emission ved konceptet. De direkte og indirekte CO<sub>2</sub>-besparelser ved ZEGEX-konceptet udgør ca. 1% af CO<sub>2</sub>-udledningen relateret til naturgasmængden gennem expanderen.





## **5 Muligt demo-anlæg**

### **5.1 Henvendelse til Lübeck**

I Lübeck findes et gasexpanderanlæg fra virksomheden Spilling. Dette er et stempelbaseret system, som har virket i mange år. DGC henvendte sig til Lübeck for at høre om muligt samarbejde om et nyt demoanlæg. Der var imidlertid intet svar, og det konkluderes, at der ingen interesse er.

### **5.2 Abstract til Cryostar**

I forbindelse med en planlagt konference RENGE, om expanderanlæg på trykreduktions-stationer (på dansk M/R-stationer) fremsendte DGC et abstract om vores hidtidige arbejde. Se bilag 1. Abstractet blev godtaget, og det var planen at skabe kontakter ved konferencen, som skulle foregå i slutningen af november 2010, med det formål at finde mulige partnere i udlandet. Konferencen blev imidlertid aflyst på grund af for få tilmeldinger.

### **5.3 Henvendelse til Cryostar om mulige kontakter**

I forbindelse med aflysningen af konferencen henvendte DGC sig til Cryostar for at spørge om mulige kontakter blandt de tilmeldinger, som var sket til Cryostar i forbindelse med annonceringen af konferencen. Der kom imidlertid ikke noget svar.

### **5.4 Konklusion vedrørende demo-anlæg**

Det konkluderes, at det på nuværende tidspunkt ikke er muligt at skabe interesse for ZEGEX-princippet, hverken i Danmark eller i udlandet. Konceptet ville kunne skabe en stor besparelse i CO<sub>2</sub>-emission set i forhold til de udledninger der sker ved M/R-stationerne for naturgas verden over. Set i forhold til et lands samlede udledning af CO<sub>2</sub> er besparelsen dog minimal.



## **6 Diskussion af forudsætninger for fremtidig anvendelse af ZEGEX-konceptet i Danmark**

### **6.1 Tekniske forudsætninger er ok**

De tekniske forudsætninger for anvendelse af ZEGEX-konceptet er med de foreløbige beregninger og data på plads på trods af, at det ikke har været muligt at gennemføre et demo-projekt. De forskellige teknologier findes, og kombinationen af delkomponenterne til et samlet ZEGEX-anlæg formodes ikke at være en vanskelig opgave. Med hensyn til driftssikkerhed er der, som vist i forprojektet, både fordele og ulemper ved installation af ZEGEX-anlægget på en M/R-station, og den resulterende driftssikkerhed skønnes at være uændret. Bilag 2 viser konceptet på skitseform.

### **6.2 Pris for el**

Forudsætningen for, at ZEGEX-princippet kan blive en realitet, er, at den CO<sub>2</sub>-besparende effekt anerkendes og honoreres. En installation af ZEGEX-systemet på en M/R-station giver både direkte og indirekte CO<sub>2</sub>-besparelser uden et eneste gram ekstra brug af fossilt brændsel. Tværtimod, vil der være besparelser både i fossilt brændsel på M/R-stationen og indirekte ved substitution af andre fossile brændsler ved eksporten af elektricitet. Så længe dette ikke anerkendes og honoreres ved betalingen for elektriciteten, vil konceptet ikke blive en realitet. Det skønnes, at en pris på 60 øre/kWh vil være tilstrækkeligt /1/.

### **6.3 Godskrivning af CO<sub>2</sub>-besparelser**

Endnu et incitament kunne være godskrivning af CO<sub>2</sub>-besparelser. Resultaterne fra forprojektet viser, at DSM-besparelsen (jvf. Energispareaftalen) ville udgøre ca. 15% af investeringerne for et ZEGEX-anlæg /1/. Imidlertid burde der skabes mulighed for, at de løbende besparelser på CO<sub>2</sub>-emissionerne honoreres ud over elprisen på 60 øre/kWh, enten i form af sparede CO<sub>2</sub>-afgifter eller som tilskud.

De direkte og indirekte CO<sub>2</sub>-besparelser ved ZEGEX-konceptet udgør ca. 1% af CO<sub>2</sub>-udledningen relateret til naturgasmængden gennem expanderen.



## 7 Referencer

/1/ Rasmussen, Niels Bjarne Kampp, ”*Gasexpandere på distributionsnettets M/R-stationer, Forprojekt delrapport, EUDP J.nr.: 63011-0209*”  
EUDP08-II, Small Scale – Zero Emission Gas Expansion, DGC 2010.

## Bilag

### Bilag 1

Abstract sendt til RENGE-konferencen

### Bilag 2

ZEGEX-koncept

**Bilag 1** Abstract sendt til RENGE-konferencen

## Zero Emission Gas Expansion (ZEGEX+) - with excess energy production

Speaker: RASMUSSEN, Niels B., Danish Gas Technology Centre

Danish Gas Technology Centre (DGC) has carried out two feasibility projects to clarify the possibilities of installing gas expanders at M/R-stations (Measuring and Regulating) in the transmission and distribution systems of the natural gas grid. The novelty of these projects was the idea of using a heat pump to perform the necessary heating of the gas before the expander, and to "export" to the electricity grid the remaining electricity from the generator connected to the expander.

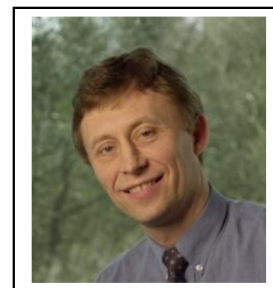
An earlier project (2007-2008) clarified the possibilities of installing gas expanders at M/R-stations in the transmission system of the Danish natural gas grid where the pressure is reduced from 80 bar to 40 or 20 bar, respectively. A large number of such expanders are installed around the world with different sources of the necessary heating before the expanders. In this case the idea was to use a heat pump for this purpose.

In the latest project (2009-2010) Danish Gas Technology Centre is carrying out a feasibility project to clarify the possibilities of installing gas expanders in the distribution system where the pressure is reduced from 40 or 20 bar to 4 bar. Again, a heat pump is anticipated to perform the necessary heating of the gas before the expander. The preliminary project (year1 of the project) investigated whether components for such smaller systems can be found, and it investigated prices for different quantities. A technical feasibility study was carried out, as were preliminary calculations of payback times.

This technology has a large potential of CO<sub>2</sub>-reduction both in the high-pressure and the low-pressure systems, based on saving of natural gas combustion and on new electricity production displacing existing production without any use of primary energy.

The main results and conclusions of the two projects are:

- ❖ A heat pump is able to produce the necessary heating before the expander using  $\frac{1}{4}$  to  $\frac{1}{2}$  of the electricity produced by the generator connected to the expander.
- ❖ There are component suppliers for expander systems suitable to the size of distribution network M/R stations as well as for the transmission system stations. The power range is from 5 kW to 1 MW electricity.
- ❖ Pressure regulators provided at the Danish distribution stations (low pressure) are laid out with significant overcapacity, enabling a simplified installation of the expander systems.
- ❖ If the system were rolled out across the total Danish natural gas grid, the realistic saving potential would be approx 5 million m<sup>3</sup> of gas per year and a net production of almost 80 GWh of electricity.
- ❖ This corresponds to about 0.12% of the natural gas consumption and 0.22% of the electricity consumption in Denmark, respectively.
- ❖ The CO<sub>2</sub> savings would be in the order of 80·10<sup>3</sup> tons/year. This corresponds to about 0.13% of the total Danish emission, but compared to the natural gas based CO<sub>2</sub>-emission it would be about 1%.
- ❖ The realistic potential, which includes the most suitable M/R-stations, accounts for approx 35 to 40% of the technical potential.
- ❖ The payback time for the ZEGEX+ system was found to be about 6-7 years as an average for both high-pressure and low-pressure systems. The best stations have payback time down to about 3 years. All based on a feed-in tariff of 8 €/kWh for electricity exported to the grid and on internal price of natural gas.

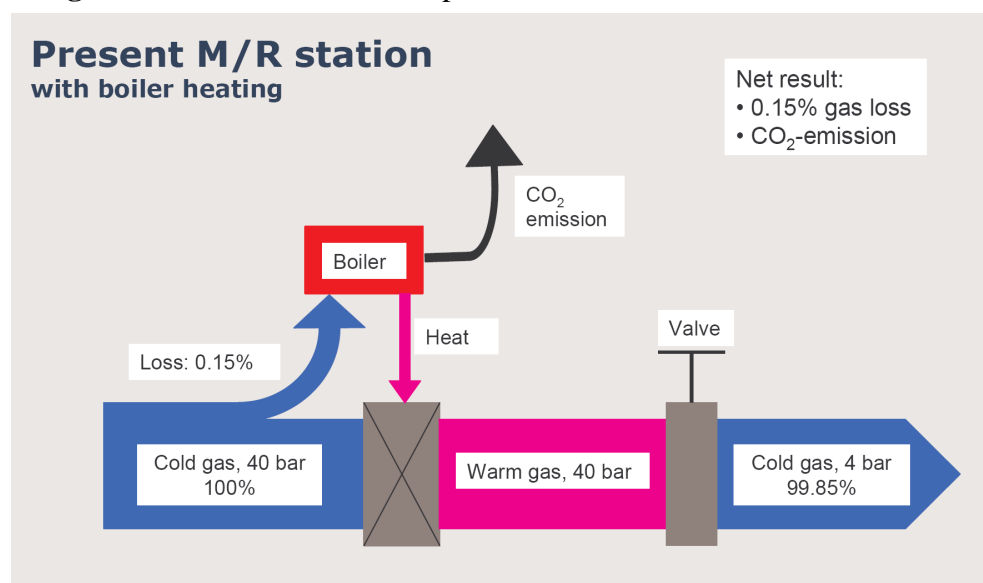


**Rasmussen, Niels B.**  
Manager, Sustainable Energy  
Danish Gas Technology Centre  
Dr. Neergaards Vej 5 B  
DK-2970 Hoersholm

Tel : +45 2016 9600  
Fax : +45 4516 1199  
Mobile : +45 2147 1752

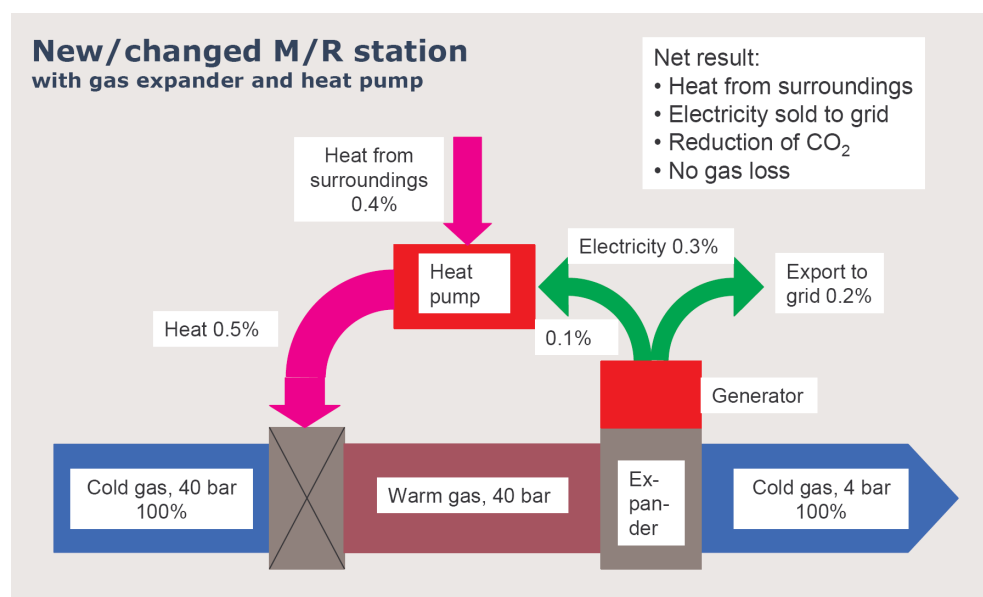
E-mail : nbr@dgc.dk  
Website address : www.dgc.eu

## Bilag 2 ZEGEX-koncept



*Et traditionelt system på en M/R-station med en Joule-Thomson ventil.*

Figuren herunder viser den ændrede M/R-station med expanderen installeret. Varme bliver taget fra omgivelserne af varmepumpesystemet. Gassen opvarmes og gennem expanderen falder temperaturen til ca. 2°C. En del af elektriciteten produceret af generatoren, som drives af expanderen, bruges til varmepumpen. Resten eksporteres til elnettet. Den overordnede proces er, at varme fra omgivelserne konverteres til elektricitet ved hjælp af gassens trykfald, hvorefter den eksporteres til elnettet som elektricitet.



*Et expandersystem med en varmepumpe på en M/R-station.*