

Openbaar eindrapport (mag gepubliceerd worden per 01-01-2020)

Gegevens project

Projectnummer: TESN118123

Projecttitel: Flexibilisering & gridstabilisatie met een RCG

Penvoerder en medeaanvragers:

Naam deelnemer	Type organisatie	Rol in project
Heat Power BV	Klein Bedrijf	Leverancier & expert RCG technologie
Technische Universiteit Eindhoven	Onderzoeksorganisatie	Onderzoek & begeleiding studenten
Jansen Recycling	Midden bedrijf	Potentieel eindgebruiker

Projectperiode: 01 dec 2018 t/m 30 nov 2019

Contactpersoon: dr.ir. H. Ouwerkerk, Heat Power BV, e-mail: henk@heatpower.nl

Dit haalbaarheidsproject is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

1. Inleiding

In Nederland leveren de meeste duurzame energiebronnen (PV-panelen, windturbines) alleen elektriciteit aan het net op het moment dat die bronnen energie voor handen hebben, terwijl de industrie elektriciteit vraagt van het net op het moment dat zij energie nodig heeft voor haar processen. Dit gaat leiden (en leidt reeds op bepaalde plekken in Europa) tot onbalans in het net die opgevangen moet worden met een mix van oplossingen die leiden tot een zogenaamde "smart-grid". Doel van dit project is om te onderzoeken of de (decentrale) RCG, gekoppeld aan de stoomgedreven processen van MKB-bedrijven, één van de oplossingen kan zijn die er aan bijdraagt om de grid stabiel te houden door (vraag gestuurd) binnen één of enkele secondes elektriciteit te leveren of juist te stoppen met het leveren van elektriciteit, zonder dat het stoomgedreven proces in de fabriek verstoord wordt. Heat Power heeft samen met de Technische Universiteit Eindhoven de Rankine Compression Gasturbine (RCG) ontwikkeld. Door een recente innovatie kan de RCG als een gesupercharge stoomturbinecyclus aan industriële ovens en restwarmtebronnen gekoppeld worden en kan de elektrische output binnen een minuut tussen 0-100% gevarieerd worden. Doel van dit project is om te onderzoeken of de (decentrale) RCG, gekoppeld aan de stoomgedreven processen van MKB-bedrijven, één van de oplossingen kan zijn die er aan bijdraagt om de grid stabiel te houden door (vraag gestuurd) binnen één of enkele secondes elektriciteit te leveren of juist te stoppen met het leveren van elektriciteit, zonder dat het stoomgedreven proces in de fabriek verstoord wordt. Een RCG is als innovatief stoomturbinesysteem met haar responsietijd van enkele secondes technisch gezien geschikt om in te zetten op peak shaving, en onbalanslevering.

2. Resultaten

2.1. Transient computermodel

Er is een transient computermodel van de RCG ontwikkeld op basis van het modulaire ontwerpconcept van de RCG: één robuuste stoomturbine en meerdere compressoren en expansieturbines met generator parallel aan elkaar geschakeld. De resultaten van het model laten zien dat op deze wijze met 40kW modules een RCG van 200kW tot 1000kW ontworpen kan worden, die net zo snel zal reageren als de kleinste module van 40kW: van 0-100% vollast in enkele secondes. Verder is het model ingezet om een RCG-systeem te ontwerpen dat aansluit op de bestaande Thermische Reinigingsinstallatie van projectdeelnemer Jansen Recycling te Son en Breugel. Ook is een 310kW RCG ontworpen die als peak shaving add-on kan fungeren op een 1000kW base-load stoomturbine systeem in een remote off-grid locatie.

2.2. Overzicht van de verschillende verdienmodellen RCG voor onbalanslevering

Primaire reserve

Om deel te nemen in de primaire reserve dient minimaal 1MW vermogen aangeboden te worden, dit vermogen mag eventueel gebundeld worden uit meerdere installaties. Het vermogen dient binnen 30 secondes afroepbaar te zijn (bron: TenneT). Het transient model heeft uitgewezen dat de RCG aan deze eis zal kunnen voldoen. Technisch gezien betekent dit dat één 1MW RCG systeem of meerdere tot 1MW gebundelde RCG-systemen ingezet zouden kunnen worden als primaire reserve. De vergoeding voor standby vermogen ligt niet vast maar wordt middels bieding en gunning bepaald. Uit openbaar rapport "Geaggregeerde energieopslag: voor en/of achter de meter?" (rapportnr TEID115016 van het programma TKI Urban Energy) blijkt dat de gemiddelde vergoeding voor standby vermogen (FCR) 2424 euro/MW/week bedraagt. Een 1000kWe RCG zou dan gemiddeld circa 126k euro per jaar opbrengen. De investering van een 1000kWe RCG is ca 1mln euro. De terugverdientijd is daarmee ca 8 jaar. Voor een energiemaatschappij is dit wellicht haalbaar, echter voor thermisch intensieve MKB-bedrijven is dit niet realistisch: energieproductie behoort niet tot hun core-business, zij zullen daarom alleen in een RCG-systeem investeren bij terugverdientijden van minder dan 3 jaren.

Peak-shaving

De RCG is geschikt voor het vermogen 200kW tot 1000kW elektrisch vermogen, dit komt overeen met een aangesloten vermogen van circa 250kVA tot 1250kVA. Kijkende naar de tarieven (bron: Enexis) voor aansluitcapaciteit, vastrecht transportrecht, en maximaal vermogen per maand, dan zijn er inderdaad financiële prikkels voor zakelijke afnemers om niet meer of niet minder elektriciteit af te nemen dan vooraf afgesproken, en om niet een hoger maximaal vermogen af te nemen dan afgesproken. Uit interviews met ondernemers blijkt ook dat zij dit zo ervaren. Echter, in absolute zin zijn de kosten van verbruikspieken in de range 200-1000kW nooit hoger dan enkele duizenden euro's per maand. Nederlandse ondernemers ervaren dit weliswaar als "duur", echter deze bedragen rechtvaardigen in geen enkel denkbaar scenario de investering in een RCG-systeem van 200k tot 1mln euro. Bij de interviews met thermisch intensieve ondernemers stuiten wij op één casus waar een ondernemer ca 1000kW aangesloten vermogen en verbruik had, en 300kW extra elektrisch vermogen wilde om zijn productieproces uit te breiden. Door de specifieke geografische ligging zou verzwaaring van zijn aansluiting circa 1mln euro kosten. Alleen in dit uitzonderlijke specifieke geval zou een 300kW RCG van ca 600k euro een goede investering zijn. Uit verder onderzoek bleek dat er in Duitsland voor industriële gebruikers een veel grotere financiële prikkel is om te peak-shaven. In het kort komt het erop neer dat wanneer een onderneming er in slaagt om zijn verbruik binnen bepaalde marges vlak te houden (te peak-shaven) dat er een korting van circa 4ct per kWh over het hele jaarverbruik wordt gegeven. Er is een concreet voorbeeld van een bestaande fabriek doorgerekend, welke een gemiddeld verbruik heeft van 3000kW, met pieken daarbovenop van 300kW. Wanneer deze pieken met een 300kW RCG opgevangen zouden worden. Levert dat een besparing op de elektriciteitsrekening van 294k euro per jaar op. Een 300kW RCG van 600k euro zou zich dan in iets meer dan 2 jaar terugverdienen. Een andere casus die doorgerekend is, is die van thermisch intensieve fabrieken op remote locaties: als concreet voorbeeld is een fabriek in Ghana doorgerekend. In deze afbreek past men een 735kW stoomturbine systeem toe voor base-load elektriciteit, met daarbij een 310kW diesel genset om de verbruikspieken op te vangen. Wanneer een 310kW RCG add-on toegepast zou worden, in plaats van de diesलगenset, zou dit een (diesel)besparing van 344k euro per jaar opleveren, waardoor een RCG zich in deze situatie binnen 2 jaar zou terug verdienen.

Onbalanslevering

Ondernemers met een (decentraal) conventioneel stoomturbinesysteem leveren veelal continu aan het net of met het day-ahead systeem, omdat een conventioneel stoomturbine systeem een responsietijd heeft van circa een uur. Daarentegen, is de RCG zeer geschikt om te leveren aan de onbalansmarkt, door haar responsietijd van enkele secondes. Er is een financieel excel-model gemaakt waarmee de elektriciteit-prijs van kwartier tot kwartier van TenneT ingeladen kan worden. Door de tarieven van 2019 in te laden en te scannen naar de hoogste waardes is onderzocht wat de potentiële opbrengst van een 200kW RCG en een 1000kW RCG geweest zou zijn bij levering aan de onbalansmarkt, zie tabel 1.

aantal top uren 2019	1000	2000	4000	6000	8000	8500	8760
gem/kWh	€ 0,145	€ 0,096	€ 0,066	€ 0,054	€ 0,046	€ 0,044	€ 0,040
Totaal 200kW RCG	€ 29.000	€ 38.400	€ 52.800	€ 64.800	€ 73.600	€ 74.800	€ 70.080
Totaal 1000kW RCG	€ 145.000	€192.000	€ 264.000	€ 324.000	€ 368.000	€374.000	€350.400

Tabel 1 potentiële opbrengst 200kW RCG en 1000kW RCG bij levering aan de onbalansmarkt in 2019

In tabel 1 is te zien dat wanneer slechts in de 1000 uren met het hoogste tarief zou zijn geleverd, dat het gemiddelde leveringstarief dan 14,5ct/kWh zou zijn geweest. Een 200kW RCG zou dan 29k euro per jaar opleveren, en een 1000kW RCG zou dan 145k euro per jaar opleveren. Wanneer vol continu (8760 uren) geleverd zou zijn, dan zou het gemiddelde tarief 4,0ct/kWh zijn geweest en de opbrengst 70k euro en 350k euro voor een 200kW RCG of 1000kW RCG respectievelijk. Het valt op dat er een maximum opbrengst optreedt bij 8500 uren: dat wordt veroorzaakt door het feit dat wanneer men continu gaat leveren (de stap van 8500 naar 8760 uren) men ook gaat leveren wanneer het onbalanslevertarief negatief is. De meer-opbrengst wordt dan dus negatief. Wanneer men dus met een RCG draait op restwarmte en dus geen brandstofkosten heeft, dan is de opbrengst dus te maximaliseren door te leveren (de RCG op 100% te schakelen) wanneer het levertarief hoger is dan 0ct/kWh. In werkelijkheid zal een gebruiker ook rekening houden met afschrijvingskosten en onderhoudskosten en zal daarom de grens iets hoger dan 0ct/kWh leggen. Wanneer een gebruiker wel brandstofkosten heeft, zal de grens liggen bij de brandstofkosten per opgewekt kWh, plus de onderhouds- en afschrijvingskosten.

3. Conclusies

In de Nederlandse elektriciteitsmarkt zijn de terugverdientijden van de RCG nog relatief lang: 4-8 jaren. Zowel ondernemers als belanghebbenden verwachten dat in Nederland het belang en de waarde van flexibele elektriciteitsopwekking toe gaat nemen. Volgens het Activiteitenbesluit zijn bedrijven in Nederland verplicht om energiebesparende maatregelen te nemen indien deze een terugverdientijd hebben van minder dan 6 jaren. Dit wordt nog niet strikt gehandhaafd, maar voor bedrijven die hier op willen anticiperen kan restwarmtebenutting met een RCG-systeem aantrekkelijker zijn omdat zij zich zo met een flexibele elektriciteitsopwekker beter op de toekomst voorbereiden. In de Duitse elektriciteitsmarkt en ook in zogenaamde remote off grid toepassingen heeft de korte responsietijd van de RCG reeds nu al relatief veel meerwaarde t.o.v. base-load systemen en resulteert dit in terugverdientijden van 2-3 jaren.