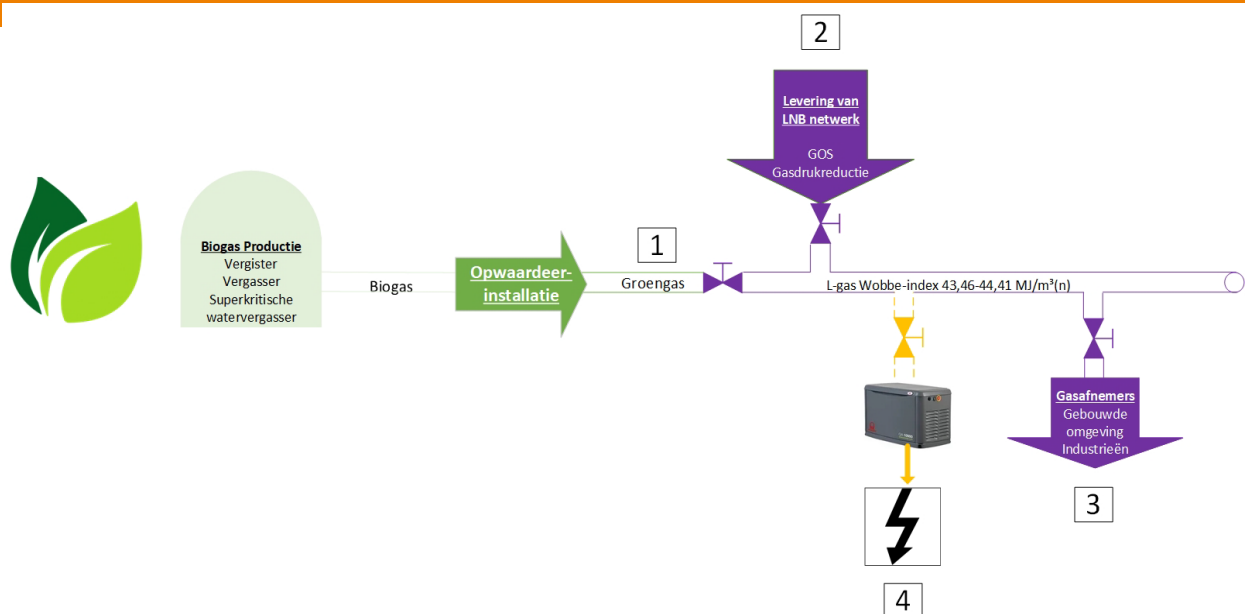


Potentiescan Overschot Groengas omzetten in groene elektriciteit

Onderdeel van het Professional Doctorate traject:
"Bevorderen invoeding Groengas in bestaand gasnetwerk"



6 november 2024

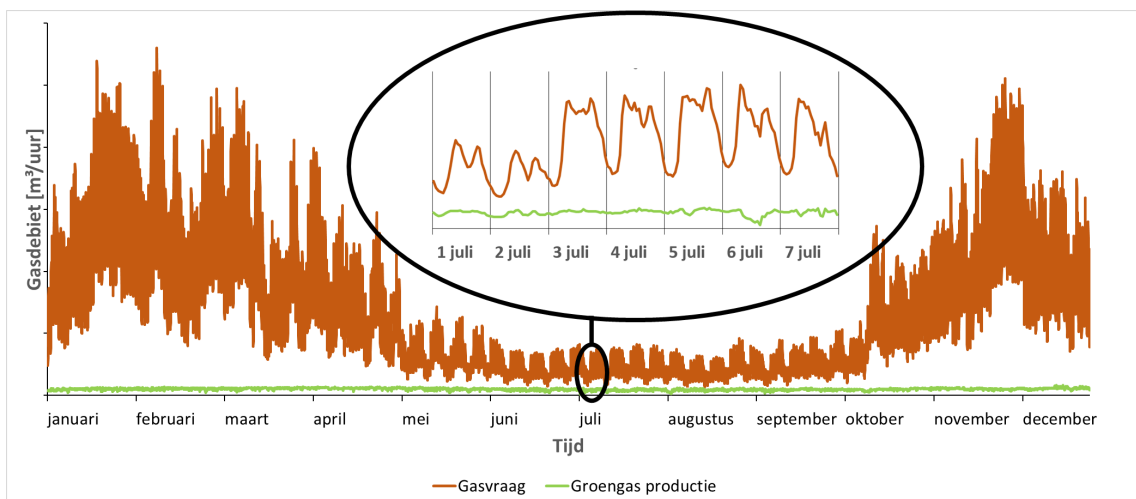


Inhoudsopgave

1.	Introductie	3
2.	Methodologie	4
2.1.	Situatie omschrijving	4
2.2.	Raamwerk Rekenmodel.....	5
2.3.	Input data	6
2.3.1.	Kloktijden	7
2.3.2.	Overgang zomer- en wintertijd.....	7
2.3.3.	Elektriciteitsdata ombouwen van kWh naar m ³	8
2.4.	Ontwerp Rekenmodel.....	8
2.4.1.	Gasvraag(3).....	8
2.4.2.	Generator(4)	8
2.4.3.	Curtaillment(5)	9
2.4.4.	Groengas(1).....	9
2.4.5.	LNB(2)	10
2.4.6.	Berekening Groengas invoeding per jaar.....	10
2.4.7.	Berekenen draaiuren generator	10
2.4.8.	Berekenen geproduceerde groene elektriciteit	10
3.	Resultaten	11
4.	Discussie	14
5.	Conclusie	15
6.	Referentielijst	16

1. Introductie

In Nederland ligt er een verduurzamingsopdracht om aardgas deels te vervangen door Groengas. Het doel is om in Nederland 2 miljard m³ (2 bcm) Groengas per jaar te produceren in het jaar 2030. Hiervan zal 1,1 bcm gebruikt worden voor de gebouwde omgeving, wat neer komt op een mix van minimaal 20% Groengas en 80% aardgas in 2030 en een CO₂ besparing van 3,8 Mton voor deze sector (bijmengverplichting) [1]. In 2023 werd er 0,28 bcm Groengas ingevoerd [2] en een toenemende groei is nodig om het doel van 2030 te halen. Een van de uitdagingen om dit doel te halen is de mogelijkheid om Groengas in te voeren in het bestaande gasnetwerk. De productie van Groengas middels vergisting is een traag en relatief constant proces, terwijl de vraag naar (aard)gas fluctueert over het jaar vanwege de weersafhankelijkheid. Dit maakt dat het uitdagender is om in de zomermaanden Groengas in te voeren dan in de wintermaanden en zolang er geen oplossingen zijn, wordt de maximale Groengas invoeding beperkt tot het minimale gasverbruik in de zomer. Daarnaast is de vraag naar (aard)gas in het weekend anders dan op doordeweekse dagen. Ook fluctueert de vraag naar (aard)gas over de dag zelf, zo is er in de nachtelijke uren minder gasverbruik dan overdag. In Figuur 1 is de werkelijke vraag naar (aard)gas en de Groengas productie dat in het gasnetwerk van Coteq is geïnjecteerd in het jaar 2023 weergegeven. Een vergelijkbaar patroon zien we bij Rendo.



Figuur 1. Werkelijke gasvraag en Groengas productie dat is geïnjecteerd in het Coteq gasnetwerk in 2023.

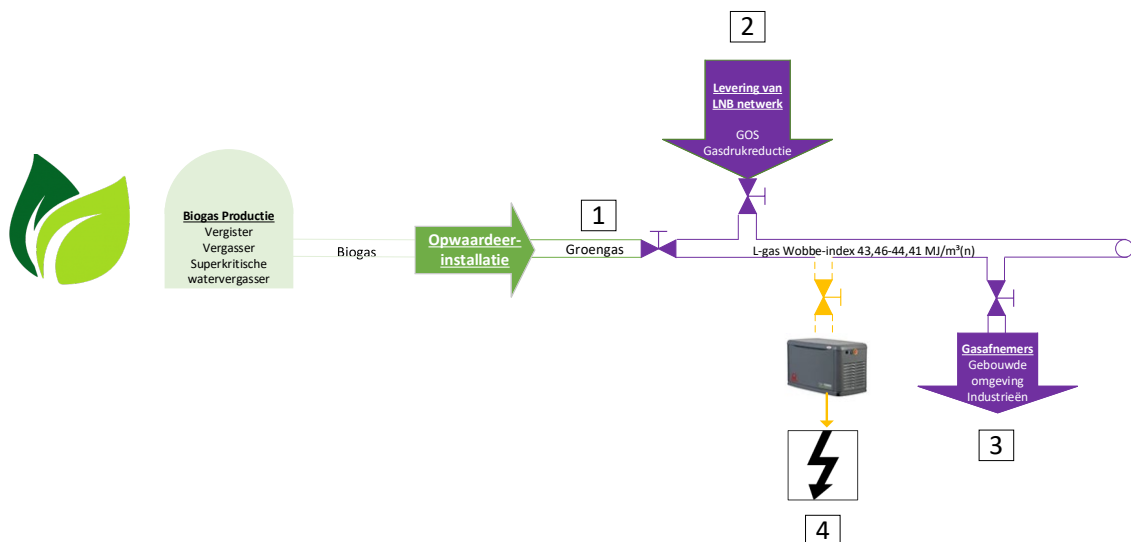
Het PD-traject kijkt naar mogelijkheden om meer Groengas invoeding in het bestaande gasnetwerk te bevorderen. Dit wordt gedaan door in ieder geval twee interventies, het ontwikkelen van een afwegingskader om oplossingen eenduidig te vergelijken (interventie a) en het ontwerpen van een systeemintegratieve innovatieve oplossing die in de praktijk getest en geëvalueerd is (interventie b). Om invulling te geven aan **interventie a**, worden er potentiescans uitgevoerd van verschillende oplossingsroutes. Dit rapport gaat over de uitgevoerde potentiescan met betrekking tot de oplossingsroute om het overschot aan Groengas om te zetten middels een generator in Groene elektriciteit. Het overschot aan Groengas ontstaat zodra er op hetzelfde moment de Groengas invoeding groter is dan de gasvraag. Het omzetten van Groengas naar groene elektriciteit is vooral nuttig als er fossiele brandstoffen zijn ingezet voor het produceren van elektriciteit. Als er al een overschot aan groene elektriciteit is, is het, zonder opslagmogelijkheden, niet verstandig om het overschot aan Groengas om te zetten in groene elektriciteit. Het omzetten van biogas naar elektriciteit is een bestaande techniek [3], maar het omzetten van Groengas naar elektriciteit om meer Groengas invoeding in het bestaande gasnetwerk mogelijk te maken wordt in Europa nog niet gedaan. Hiermee geeft deze oplossingsroute en dit rapport ook invulling aan **interventie b**. De potentiescan is beperkt tot de hoeveelheid groei in Groengas invoedingscapaciteit in het gasnetwerk wanneer deze oplossingsmaatregel wordt ingezet.

2. Methodologie

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van gemeten gebruiksdata van het jaar 2023 met betrekking tot gastransport in het gasnetwerk van Regionaal Netbeheerders Rendo N.V. en Coteq Netbeheer B.V.. Dit hoofdstuk omschrijft de gesimuleerde situatie, het raamwerk van het rekenmodel, de input data en de rekenregels van het rekenmodel.

2.1. Situatie omschrijving

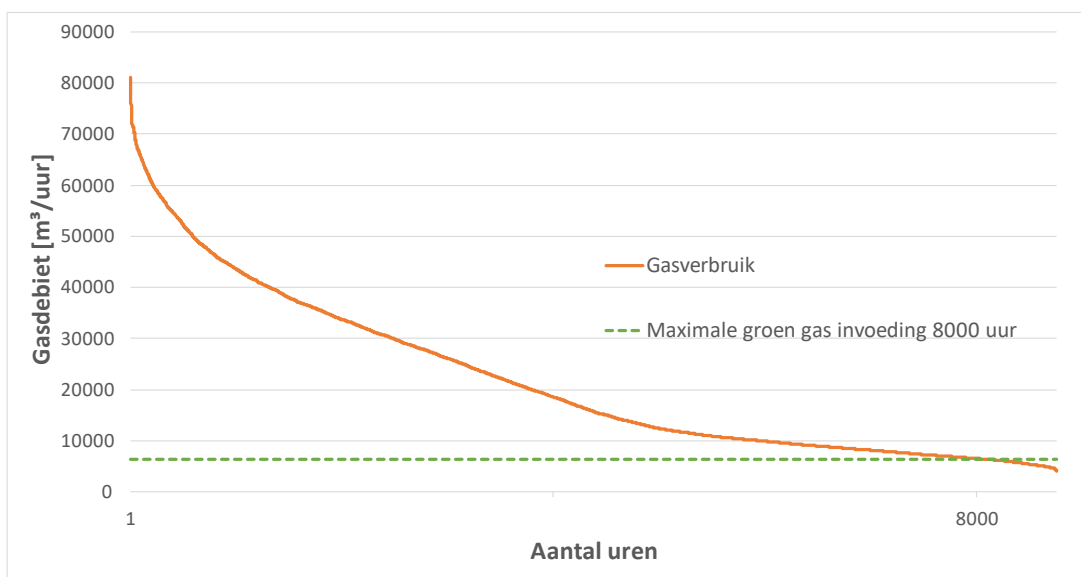
De oplossingsrichting omvat het omzetten van overschotten van Groengas naar groene Elektriciteit middels een generator. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 2, waar Groengas geïnjecteerd wordt in het bestaande gasnetwerk (1). Het paarse deel geeft het gasnetwerk van een regionale netbeheerder (RNB) weer, zoals dat van Rendo en Coteq. Het Groengas wordt verder aangevuld met gaslevering vanuit het netwerk van de landelijke netbeheerder (LNB) GTS (2) zodat het voldoet aan de gasvraag die afkomstig is van de aangesloten gasafnemers, zoals de gebouwde omgeving en industrie (3). Een belangrijk element is dat het Groengas van aardgas kwaliteit is (L-gas [4]), waardoor het biogas uit de vergister opgewaardeerd moet worden. Dit Groengas wordt vervolgens geïnjecteerd in het bestaande netwerk en wordt eerst gebruikt als vervanger van aardgas. Zodra er een overschot ontstaat gedurende de dag, kan dat overschot via de generator omgezet worden naar groene elektriciteit en geleverd worden aan het elektriciteitsnetwerk (4). Dit dient echter alleen plaats te vinden zodra er behoefte is aan groene elektriciteit, wanneer er elektriciteit middels fossiele elektriciteitscentrales wordt geproduceerd. Het omzetten van Biogas naar groene elektriciteit middels een Warmtekrachtkoppeling (WKK) is een bestaande techniek en wordt veelvuldig toegepast, echter het omzetten van het overschot van Groengas naar groene elektriciteit wordt nog niet gedaan.



Figuur 2. Schematische weergave van oplossingsrichting, waarbij het paarse onderdeel het bestaande netwerk van een regionale netbeheerder vertegenwoordigd.

2.2. Raamwerk Rekenmodel

De huidige methode die RNB's gebruiken om uit te rekenen hoeveel Groengas invoeding mogelijk is, is door een jaarduurkromme grafiek te maken van de gemeten data dat ingekocht is bij de LNB via de betreffende GOS-sen die aangesloten zijn op hetzelfde netwerk als waar de invoeding plaats zal gaan vinden. Een voorbeeld is te zien in Figuur 3, waar het gasverbruik is gesorteerd van hoog naar laag. Een belangrijk onderdeel van deze grafiek is om het gasverbruik bij het 8000^e uur op te zoeken, aangezien het voor de business case en subsidie van de Groengas producent belangrijk is om 8000 uur te kunnen invoeden. De maximum SDE subsidie wordt bepaald op 8000 vollasturen, terwijl minder vollasturen ook minder inkomsten oplevert. Zolang het kruispunt tussen de groene stippellijn (de capaciteit voor Groengas invoeding) en de oranje lijn (gasverbruik in netwerk) op (of na) het 8000^e uur plaatsvindt, kan invoeding met die capaciteit voor minimaal 8000 uur per jaar worden toegestaan. Daarnaast wordt er in de huidige werkwijze van de RNB's middels een simulatieprogramma (zoals IRENE of Synergi) gecheckt of de locatie van invoeding en het daar gelegen netwerk de verwachte invoedingscapaciteit ook zonder problemen kan transporteren binnen het netwerk, zowel in winter als zomer situatie. Hiermee wordt de worst-case situatie doorgerekend.



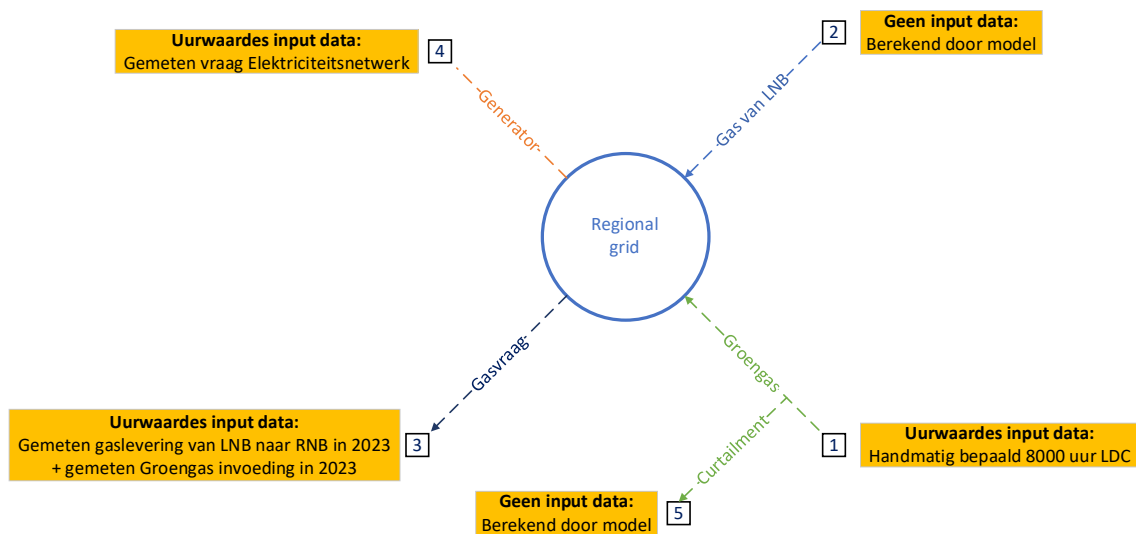
Figuur 3. Jaarduurkromme Gasvraag van niet nader benoemde RNB (2023)

Het doel van het rekenmodel is om de invloed van de gekozen oplossing te berekenen op de hoeveelheid Groengas invoeding in een jaar. Dit wordt bereikt door het rekenmodel te gebruiken om de maximale Groengas invoeding (op basis van het 8000^e uur) te berekenen van de huidige situatie (zonder oplossing) en die te vergelijken met de berekende maximale Groengas invoeding met oplossing, in dit geval het omzetten van het overschot van Groengas naar groene elektriciteit via een generator.

Een schematische weergave van het rekenmodel is te zien in Figuur 4. Het rekenmodel berekent op uurbasis de balans tussen vraag en aanbod in het gasnetwerk. Door als input data voor het rekenmodel de gemeten uurwaarden van de gerealiseerde Groengas invoeding van Groengas producenten en de gemeten uurwaarden van de levering van het LNB netwerk te nemen (punt 1 en 2 uit Figuur 2), kan voor ieder uur de **gasvraag** in het gasnetwerk (punt 3 uit Figuur 2 en Figuur 4) bepaald worden door de som van beide input waarden te nemen. Dit is gedaan voor het jaar 2023.

Aangezien het doel van het rekenmodel is om de **maximale Groengas invoedingscapaciteit** te bepalen op basis van het 8000^e uur, wordt in het rekenmodel handmatig de hoeveelheid Groengas invoeding (punt 1 in het rekenmodel) ingesteld, waarbij aangenomen wordt dat deze invoeding continu hetzelfde is voor ieder uur in het jaar. Het rekenmodel rekt vervolgens uit hoeveel uren in het jaar er Groengas ingevoerd kan worden bij de handmatig ingevoerde Groengas invoedingscapaciteit. Via de "Wat-als-analyse" in Excel kan vervolgens de maximale invoedingscapaciteit bepaald worden, dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.4.4

De levering van het LNB netwerk (2 uit Figuur 4) wordt door het rekenmodel per uur berekend door het verschil te nemen tussen de Gasvraag (3) en de Groengas invoeding (1). Wanneer de Gasvraag (3) groter is dan de Groengas invoeding (1) wordt er aangevuld via het het LNB netwerk (2). Zodra de invoeding van Groengas (1) gelijk is dan de gasvraag(3), zal er geen levering van het LNB netwerk (2) zijn. Dit is ook het geval zodra de invoeding van Groengas (1) groter is dan de Gasvraag (3) en ontstaat er tevens een overschot van Groengas in het netwerk. In de **situatie zonder oplossing** geldt dat dit het moment is dat er geen of minder invoeding mogelijk is, wat inhoudt dat er curtailment (5) plaatsvindt op de Groengas productie. In het kader van de 8000 uur berekening, kan curtailment maximaal 760 keer per jaar plaatsvinden. Bij de oplossingsrichting met het inzet van de generator wordt het overschot aan Groengas omgezet naar groene elektriciteit (4) waardoor er meer gasvraag gecreëerd wordt. Dit houdt in dat er meer Groengas invoedingscapaciteit ontstaat. Dit is echter alleen nuttig zodra er elektriciteit wordt ingekocht via de inkoopstations van het elektriciteitsnetwerk, onder de aanname dat ingekochte elektriciteit middels fossiele brandstoffen is geproduceerd. Extra teruglevering van elektriciteit terwijl er al teruggeleverd wordt via de inkoopstations zal de problematiek rondom netcongestie in het elektriciteitsnetwerk hoogstwaarschijnlijk negatief beïnvloeden.



Figuur 4. Schematische weergave van rekenmodel

2.3. Input data

In het rekenmodel zoals gebruikt voor de potentiescan van deze oplossingsrichting zijn drie datasets gebruikt, namelijk de werkelijk gerealiseerde levering van het LNB netwerk, de werkelijk gerealiseerde Groengas invoeding van alle producenten en het werkelijk gerealiseerde elektriciteitsverbruik via alle inkoopstations van de betreffende Regionaal Netbeheerder. De werkelijk gerealiseerde gaslevering van het LNB netwerk naar de RNB vindt plaats via Gasontvangststations (GOS) en wordt daar ook bemeaten. Deze data is op uurbasis per GOS beschikbaar en door alle GOSsen samen te voegen wordt het totale gasverbruik van de betreffende RNB inzichtelijk. De werkelijk gerealiseerde Groengas invoeding is per producent inzichtelijk via de online portals waar de RNB toegang toe heeft. Door deze allemaal samen te voegen ontstaat de totale Groengas invoeding per uur in het gasnetwerk van de RNB. Het elektriciteitsverbruik wordt gemeten via de inkoopstations van de elektriciteitsnetwerken van de RNB. In het geval van Rendo en Coteq betreft dit inkoopstations via een collega RNB (Enexis).

De drie datasets bevatten uurwaardes en worden in het rekenmodel samengevoegd. Om de data realistisch per uur met elkaar te vergeleken voor de energiebalans, is het van belang dat de datasets dezelfde kloktijden hebben en dat de zomer- en wintertijd overgangen consistent verlopen. Dit is in de volgende paragrafen verder uitgelegd. Voor deze potentiescan is dat gedaan met de Rendo datasets, welke allemaal uit hetzelfde systeem kwamen. De Coteq datasets moesten per stuk worden gesynchroniseerd omdat meerdere systemen werden geraadpleegd voor deze datasets. Het synchroniseren van de data is een nauwkeurige en belangrijke stap. Dit heeft overigens geresulteerd dat er een bug in het (BI)rapportage systeem van Coteq is gesignaleerd met betrekking tot een verschuiving van kloktijden in bepaalde datasets.

2.3.1. Kloktijden

De waardes worden per uur weergegeven en het is belangrijk om voor alle drie de datasets consistent te zijn. In dit rekenmodel is de waarde zo ingevoerd dat bijvoorbeeld de waarde van 1 januari 00:00 de waarde representeert die plaatsgevonden heeft tussen 1 januari 00:00 en 01:00 uur. Daarnaast beginnen de gasjaren op 1 januari om 05:00, dus om ook de data van 01 januari tussen 00:00 en 05:00 mee te nemen zal er ook data van het voorgaande jaar moeten worden verzameld en samengevoegd. Voor dit rekenmodel zijn alle waardes dusdanig omgezet dat de waarde van 1 januari 00:00 de waarde weergeeft op 1 januari tussen 00:00 en 01:00.

2.3.2. Overgang zomer- en wintertijd

Bij de overgang van winter- naar zomertijd, gaat de tijd een uur vooruit waardoor er een meetwaarde mist tussen 01:00 – 03:00. Afhankelijk van de bron, wordt deze overgang wel of niet meegenomen in de tijdswaarde. Hierbij moet echter per bron bekeken worden hoe deze uren gerapporteerd worden en hoe er omgegaan wordt met de zomer- en wintertijd overgangen. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 5. In dit voorbeeld is de linker kolom een deel van de verkregen dataset rondom beide overgangsperiodes en is de werkelijke tijd te zien in de vierde kolom. Zonder aanpassing zal er een foutieve meetwaarde op 26-2-2023 om 01:00 en een verschuiving van 2 uur ten opzichte van de werkelijke tijd in de periode tussen 26-3-2023 en 29-10-2023 plaatsvinden. De werkelijke tijd zat oorspronkelijk niet bij de dataset. Over het algemeen geldt dat de bronnen aangepast moeten worden om ze consistent te krijgen.

Dataset tijden	m ³ /uur	Werkelijke tijd	Opmerking
3-26-2023 12:00:00 AM	15.885	00:00 - 01:00	Goed
3-26-2023 1:00:00 AM	29.812	01:00 - 04:00	2 uren + 1 uur verzetten klok
3-26-2023 2:00:00 AM	15.597	04:00 - 05:00	Verschoven tijden zomerperiode
10-29-2023 12:00:00 AM	9.902	02:00 - 03:00	Verschoven tijden zomerperiode
10-29-2023 2:00:00 AM	9.396	02:00 - 03:00	Verzetten klok 2x 02:00 - 03:00
10-29-2023 3:00:00 AM	9.267	03:00 - 04:00	Goed

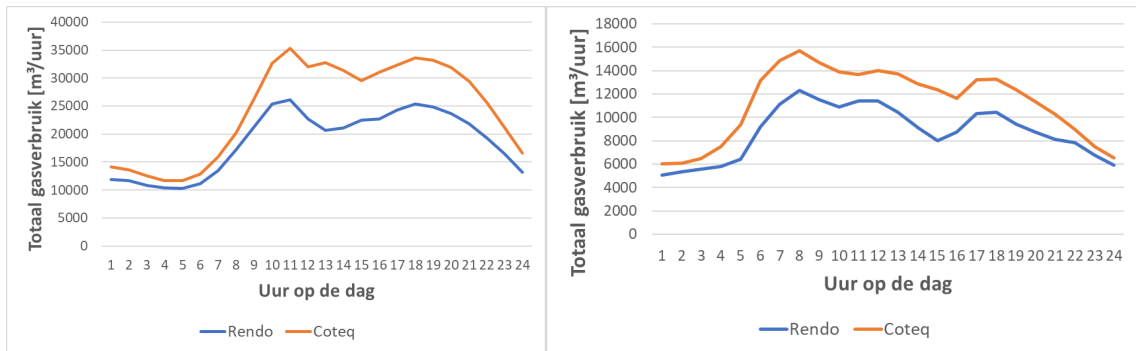
Figuur 5. Voorbeeld van verschoven tijden rondom zomer- en wintertijd overgangen

Voor deze potentiescan is de kloktijd 02:00 weggelaten bij de overgang van winter- naar zomertijd en komt de waarde 02:00 2x voor bij de overgang van zomer- naar wintertijd. Dit is gedaan zodat de verschuiving van de winter- en zomertijd meegenomen wordt en de werkelijke tijd bij alle grafieken en analyses weergegeven wordt. Indien dit niet gedaan is zullen in de zomer periode, waar de meeste uitdagingen liggen m.b.t. Groengas invoeding, de tijden niet overeenkomen met de werkelijke tijden. Bij de overgang van zomer- naar wintertijd hebben sommige datasets om 02:00 een som van beide uren om 02:00 genoteerd. Zoals te zien is in Figuur 6 is de waarde om 02:00 een factor 2 groter dan de waardes bij 01:00 en 03:00. Wanneer dit het geval is, is de waarde van 02:00 gesplitst in 2 waardes, waarbij voor beide de helft van de oorspronkelijke waarde genomen zijn.

Rijlabels	Som van GOS m3	Som van GGI m3	Som van Totaal gasverbruik	Som van TMT m3	Som van Niet telemetrie
202310290100	8342	2639	10981	3665	7316
202310290200	15490	4529	20019	6463	13556
202310290300	6940	2657	9597	3224	6373

Figuur 6. Voorbeeld van overgang zomer- naar wintertijd

Er is een validatie gedaan van de data door beide datasets onderling te vergelijken op een willekeurige winter- en zomerdag. Hieruit is geconcludeerd dat de patronen dusdanig gelijkwaardig zijn dat de datasets consistent zijn geïmplementeerd in het rekenmodel voor zowel de zomer als winter periode (Figuur 7).



Figuur 7. Validatie van datasets door vergelijk tussen RNB, links een winter en rechts een zomerdag

2.3.3. Elektriciteitsdata ombouwen van kWh naar m³

Om tot een goed vergelijk te komen is het noodzakelijk om dezelfde eenheden te gebruiken in het rekenmodel. Daarom is er voor deze potentiescan gekozen om het elektriciteitsverbruik om te zetten van de kWh eenheid naar m³(n). De gemiddelde bovenwaarde van de calorische waarde van aardgas in Nederland is 35,17 MJ per m³(n) [5]. Aangezien 1 kWh een energie-inhoud heeft van 3,6 MJ, geldt dat 1 m³(n) dezelfde energie-inhoud heeft als 9,77 kWh. Door de bovenwaarde te gebruiken van de calorische waarde, ga je er vanuit dat de condensatie-energie die bij de verbranding vrijkomt volledig benut kan worden. Als er met de calorische onderwaarde wordt gerekend, zonder benutting van condensatie-energie, heeft 1 m³(n) een energie-inhoud van 8,79 kWh. Voor deze potentiescan is gebruik gemaakt van 9,77 kWh per m³(n) en het rekenmodel is dusdanig opgebouwd dat dit eenvoudig is aan te passen.

2.4. Ontwerp Rekenmodel

De basis van het rekenmodel is dat bij ieder uur de energiebalans wordt opgesteld. Deze vergelijking is te zien in Vergelijking 1:

Vergelijking 1. Energiebalans gasnetwerk

$$\text{Groengas}(1) + \text{LNB}(2) = \text{Gasvraag}(3) + \text{Generator}(4) + \text{Curtailment}(5)$$

Waarbij:

- Groengas(1) de handmatig (fictieve) ingevoerde (constante) Groengas invoeding is in m³(n)/uur;
- LNB(2) de door model berekende levering van de LNB is in m³(n)/uur;
- Gasvraag(3) de berekende gasvraag is op basis van dataset van de werkelijke levering van LNB en de werkelijk gerealiseerde Groengas invoeding van het jaar 2023 in m³(n)/uur;
- Generator(4) de berekende hoeveelheid gas dat omgezet is naar elektriciteit, op basis van de dataset van het werkelijke elektriciteitsverbruik via de inkoopstations van het jaar 2023 in m³(n)/uur;
- Curtailment(5) de door model berekende hoeveelheid Groengas invoeding dat niet ingevoerd mag worden in dat uur in m³(n)/uur.

2.4.1. Gasvraag(3)

Zoals eerder omschreven is de gasvraag bepaald door het werkelijk gerealiseerde gasverbruik dat geleverd is via de GOS-sen van het LNB-netwerk aan het RNB-netwerk en de werkelijke geproduceerde en in het gasnetwerk geïnjecteerde Groengas op te tellen. Dit is voor ieder uur gedaan van het jaar 2023.

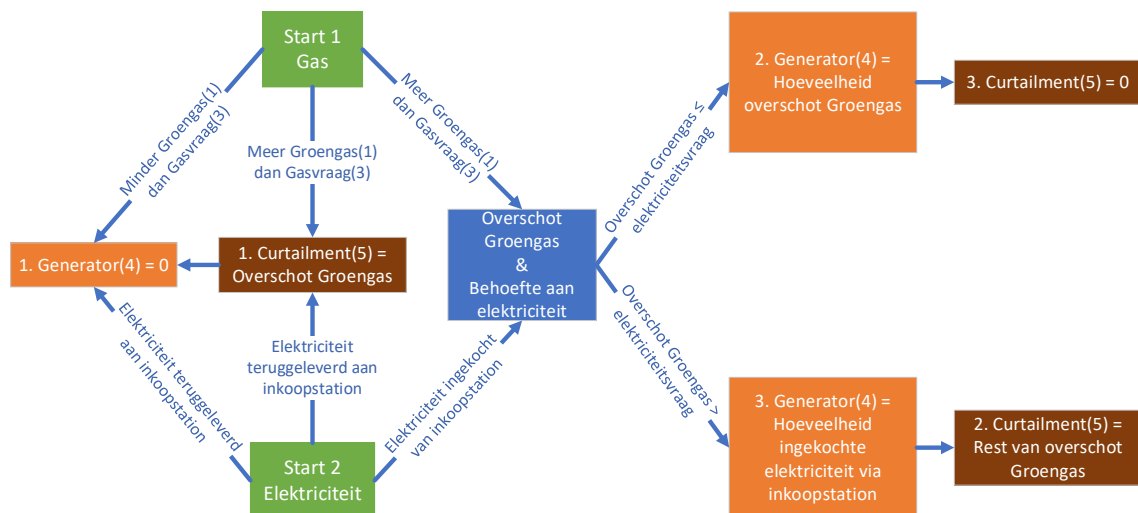
2.4.2. Generator(4)

De generator heeft een efficiency die als variabele is opgenomen in het rekenmodel. Deze efficiency bepaalt hoeveel energie de generator van het Groengas omgezet krijgt in elektriciteit en hoeveel wordt omgezet in warmte. Voor deze potentiescan is de efficiency vastgesteld op 50% [3], maar dat kan eenvoudig worden aangepast. De inzet van de vrijgekomen warmte is voor deze potentiescan niet meegenomen, maar

mochten daar kansen voor zijn zal dat de uitkomsten positief beïnvloeden. De inzet van de generator is als volgt geprogrammeerd:

1. Alleen overschotten Groengas mogen worden omgezet naar elektriciteit;
2. Er mag niet meer elektriciteit worden geproduceerd door de generator dan er op dat moment zou zijn ingekocht via de inkoopstations van het elektriciteitsnetwerk. Hierdoor zodat er niet meer Groengas wordt omgezet dan er direct in het eigen netwerk gebruikt kan worden op dat moment en geen teruglevering via het inkoopstation plaatsvindt.

Voor de inzet van de generator (Generator(4)) zijn deze twee voorwaarden geprogrammeerd in het rekenmodel in Excel, door een dubbele ALS functie te gebruiken. Deze programmering is weergegeven in een beslisboom in Figuur 8. Zoals eerder omschreven wordt voor ieder uur deze beslisboom opnieuw doorlopen. Startpunt 1 heeft als input de totale Gasvraag, zoals omschreven in paragraaf 2.4.1. Voor startpunt 2 geldt dat dit de hoeveelheid elektriciteit betreft dat is ingekocht of teruggeleverd in dat specifieke uur, vermeerderd met het rendement van de generator. Anders gezegd is dit de gasvraag aan de gaszijde van de generator, op basis van de elektriciteitsvraag in het elektriciteitsnetwerk. Voor consistentie in de berekening is dit omgerekend van de eenheid kWh naar $m^3(n)/uur$.



Figuur 8. Beslisboom inzet Generator

Dit resulteert in drie mogelijke uitkomsten (oranje blokken) zijn voor de inzet van de generator:

1. De generator zet geen Groengas om;
2. De generator zet het volledige overschot Groengas om in dat uur, of;
3. De generator zet de volledige behoefte aan elektriciteit om via het overschot en de rest van het overschot gaat verder als Curtailment(5).

2.4.3. Curtailment(5)

Curtailment vindt plaats als er een overschot Groengas aanwezig is dat niet meer door de Generator kan worden benut. Dit is ook te zien in Figuur 8 in de donkerrode blokken. Dit resulteert in drie mogelijke uitkomsten voor Curtailment:

1. Er is curtailment op het volledige overschot aan Groengas;
2. Er is curtailment op het overgebleven overschot aan Groengas, na benutting van de generator
3. Er vindt geen curtailment plaats

Naast de routes vanuit de Beslisboom vindt uitkomst 3 (geen curtailment) ook plaats zolang de Gasvraag(3) groter is dan de Groengas(1) invoeding, wat met name in de winterperiode plaatsvindt.

2.4.4. Groengas(1)

De hoeveelheid invoeding wordt handmatig ingevoerd als constante invoedcapaciteit (in $m^3(n)/uur$), die niet fluctueert over het jaar heen. Door Excel te laten tellen hoe vaak er in het jaar Curtailment plaatsvindt en

deze uren vervolgens af te trekken van de 8760 uur (1 jaar), kan uitgerekend worden hoeveel uren er “zonder problemen” ingevoerd kan worden. Middels de “Wat-Als-Analyse” en functie doelzoeken kan vervolgens de maximale invoedcapaciteit worden bepaald, door het aantal uren “zonder problemen” in de zoekfunctie op 8000 in te stellen.

Vervolgens kan dit gevalideerd worden door een jaarduurkromme van de nieuwe totale gasvraag (Gasverbruik(3) + Generator(4)) te maken. Dit kan door alle waardes die hierbij horen voor ieder uur (8760 stuks) te sorteren van groot naar klein. Vervolgens wordt het 8000^e uur opgezocht worden middels de zoekfuncties (bijv. verticaal zoeken) in Excel. Deze nieuwe waarde moet overeenkomen met de handmatig ingevoerde capaciteit voor invoeding. Dit is tevens grafisch in een grafiek te zetten.

2.4.5. LNB(2)

De hoeveelheid aanvulling die nodig is via levering van het LNB-netwerk is ook geprogrammeerd met een ALS functie. Aanvulling vanuit het LNB-netwerk is nodig, zodra er meer gasvraag is dan er aan Groengas invoeding aanwezig is. De logische test hiervoor is te zien in Vergelijking 2. Indien de vergelijking waar is, dan geldt de uitkomst van de vergelijking ook voor hoeveelheid levering die vanuit de LNB (LNB(2)) dient te komen. Indien Vergelijking 2 niet waar is, dan geldt dat voor LNB(2) de waarde 0 m³(n)/uur zal zijn.

Vergelijking 2. Logische test voor LNB(2)

$$Groengas(1) - Gasvraag(3) < 0$$

2.4.6. Berekening Groengas invoeding per jaar

Op ieder uur wordt de energiebalans toegepast en de waardes van de variabelen berekend. Voor de maximale hoeveelheid Groengas dat volgens het rekenmodel ingevoerd in het gasnetwerk kan worden geldt Vergelijking 3:

Vergelijking 3. Hoeveelheid Groengas ingevoerd per jaar

$$GG_{ingevoerd} = \sum_{t=1}^{8760} (Groengas(1)_t - Curtailment(5)_t)$$

De hoeveelheid Groengas invoeding kan ook in een percentage worden uitgedrukt, waarbij het vergeleken wordt met de hoeveelheid gasvraag dat er in dat jaar heeft plaatsgevonden. Aangezien de gasgenerator ervoor zal zorgen dat er meer gasverbruik plaatsvindt dan er in de situatie zonder oplossingen plaats zal vinden, is het belangrijk om het totale gasverbruik inclusief gasverbruik van de Generator(4) te gebruiken. Dit kan gedaan worden met Vergelijking 4.

Vergelijking 4. Procentuele hoeveelheid Groengas t.o.v. gasvraag per jaar

$$ProcentueelGG = \frac{GG_{ingevoerd}}{\sum_{t=1}^{8760} (Gasvraag(3)_t + Generator(4)_t)}$$

2.4.7. Berekenen draaiuren generator

Het kan inzicht geven om de draaiuren van de generator uit te rekenen. In dit rekenmodel is dat geprogrammeerd door het aantal keren dat de generator niet is ingezet op te tellen via de aantallen.als functie. Hierbij telt het rekenmodel het aantal keren dat bij Generator(4) de waarde 0 m³/uur is. Om dit aantal vervolgens van 8760 uur af te trekken wordt het aantal draaiuren bepaald.

2.4.8. Berekenen geproduceerde groene elektriciteit

Het berekenen van de geproduceerde groene elektriciteit kan op meerdere manieren. In dit rekenmodel wordt dit berekend in m³(n)/uur door voor ieder uur het gasverbruik van de Generator(4) te vermenigvuldigen met het rendement van de generator. Dit kan eenvoudig worden omgezet naar kWh via de omgekeerde weg omschreven in paragraaf 2.3.3.

3. Resultaten

De resultaten van het inzetten van een generator voor het omzetten van overschotten van Groengas, worden vergeleken met de resultaten van het scenario waarbij er geen oplossingen zijn ingezet, maar wel handmatig de maximale invoeding (middels de 8000 uur methode) wordt gesimuleerd. De resultaten van de beide RNB's zijn te vinden in Tabel 1.

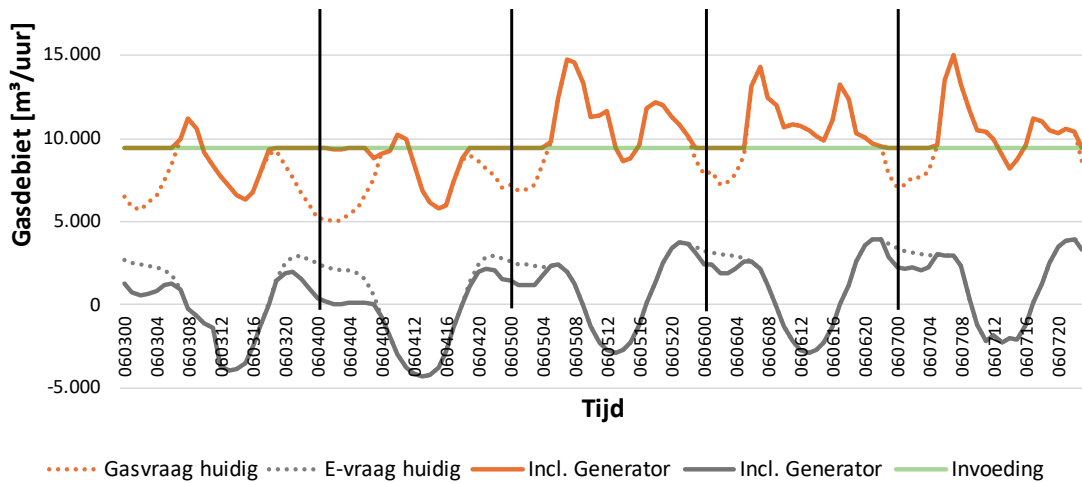
Tabel 1. Overzicht resultaten inzet gasgenerator vergeleken met huidige situatie

2023 (extra)		Resultaten Generator Rendo	Resultaten Generator Coteq
Gasvraag	(m ³ /jaar)	+4.500.000	+11.700.000
Groengas invoeding	(m ³ /jaar)	+26.500.000	+56.200.000
	(%)	+48%	+100%
Groengas invoeding	(m ³ /uur)	+3.204	+6.679
Elektriciteit inkoop	(kWh/jaar)	-22.300.000	-57.400.000
CO ₂ emissie	(kg CO ₂ eq/jaar)	-12.000.000	-30.750.000
Bedrijfsuren Generator	(uren/jaar)	1.941	2.869
Curtaiment	(m ³ /jaar)	+550.000	+1.215.000

De resultaten bevestigen dat er in beide gevallen een groei voor Groengas invoeding mogelijk is bij het inzetten van een generator voor het omzetten van overschotten Groengas naar elektriciteit. Zoals eerder benoemd wordt er alleen het overschot aan Groengas omgezet naar elektriciteit zodra er elektriciteit ingekocht wordt via het inkoopstation. Het is opvallend dat de groei van Groengas invoeding bij Coteq substantiëler is dan die bij Rendo, namelijk 56 versus 26,5 miljoen m³ per jaar groei. Een mogelijke verklaring is dat er bijna tweemaal zoveel elektriciteit door het elektriciteitsnetwerk van Coteq gaat en er hierdoor meer ruimte is om Groengas om te zetten in elektriciteit. Een andere verklaring is dat er substantieel meer elektriciteit terug geleverd wordt via het inkoopstation bij Rendo dan bij Coteq (14 versus 2,5 miljoen kWh/jaar), terwijl het elektriciteitsverkeer door het elektriciteitsnetwerk een factor 1,7 kleiner is. Dit zal betekenen dat het elektriciteitsnetwerk van Rendo eerder "volloopt" dan het elektriciteitsnetwerk van Coteq. Dit wordt bekrachtigd door de bedrijfsuren van de generator, die in het Coteq netwerk ca. een factor 1,5 hoger ligt dan in het Rendo netwerk. Uit tabel 1 is op te maken dat er met de inzet van de generator meer Groengas verbruik zal zijn, namelijk een groei van respectievelijk 4,5 en 11,7 miljoen m³(n)/jaar. De inzet van de generator laat de Groengas invoedcapaciteit extra groeien met 26,5 en 56,2 miljoen m³(n)/jaar.

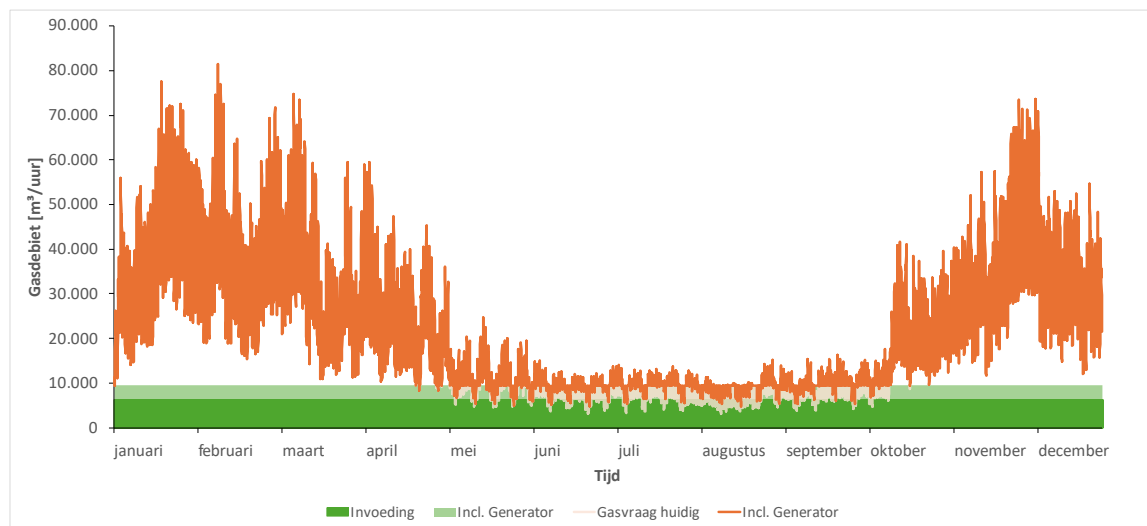
Door in te zoomen op de zomerperiode op dagniveau, worden de patronen van de verschillende onderdelen helder. In Figuur 9 is de gasvraag uitgezet tegenover de elektriciteitsvraag, waarbij de stippellijnen aantonen wat het oorspronkelijke patroon is. Er zijn vijf dagen weergegeven, zaterdag 3 juni t/m woensdag 7 juni. Er is te zien dat er in het weekend minder gasverbruik (oranje stippelijjn) is dan gedurende de week, maar ook dat de dagpatronen redelijk gelijkwaardig zijn met een piek rond 08:00 en 17:00/18:00 uur. Met name in de nachtelijke uren, maar ook overdag rond 13:00 vinden de daluren plaats. Het elektriciteitsverbruik (grijze stippelijjn) laat zien dat er overdag teruggeleverd wordt, met name rond 13:00, maar ook dat er elektriciteit wordt ingekocht vanaf ca. 17:00/18:00 uur met een piek rond 20:00/21:00 uur. Dit zijn ook veelal de momenten dat er problemen op het elektriciteitsnetwerk ontstaan [6], [7]. Door het inzetten van de generator, kan het overschot aan Groengas wat in de avond en nachtelijke uren ontstaat worden ingezet om een deel

van de nachtelijke elektriciteitsbehoefte te voorzien. Hierdoor wordt er in feite meer gasvraag gecreëerd in de avond en nachtelijke uren waardoor deze beter aansluit bij het constante invoedingspatroon van een Groengas producent en er minder vaak curtailment hoeft plaats te vinden in deze periode. Hierdoor ontstaat er meer invoedcapaciteit, waardoor deze (groene) lijn hoger kan komen te liggen.



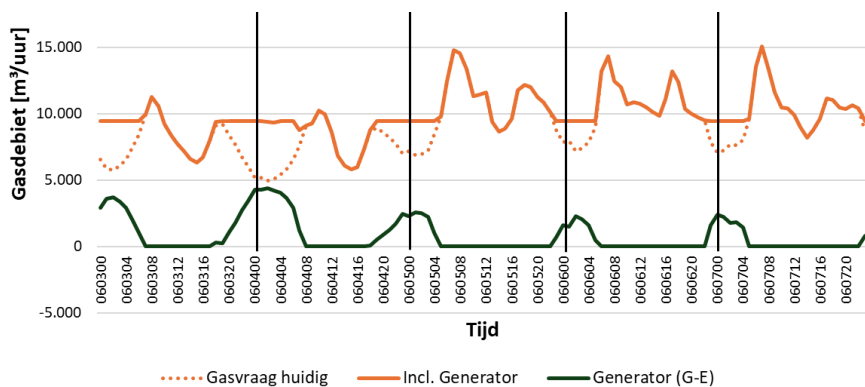
Figuur 9. Verschil Gas- en E-verbruik bij inzet generator in juni (3-7, za-wo)

Dit betekent dat het hele jaar door er meer Groengas kan worden ingevoerd. Dit is grafisch weergegeven in Figuur 10, waar getracht is de huidige situatie met maximale invoeding en de situatie waarbij de generator is ingezet weer te geven in één figuur. De huidige oranje lijn geeft de gasvraag weer, die in de winterperiode voor beide situaties gelijk is. In de periode tussen mei en begin oktober zit er verschil in deze curve, waarbij in de situatie met generator de oranje lijn hoger ligt dan de gasvraag bij de huidige situatie met maximale invoeding, wat weergegeven is met de doorzichtige oranje lijn. Het donkergroene oppervlak laat zien wat de Groengas invoedingcapaciteit is bij de huidige situatie met maximale invoeding. Dat is een horizontaal blok, maar in de periode mei t/m begin oktober zijn er momenten (760 uren) waarin er niet met de volledige capaciteit ingevoerd kan worden (curtailment). Het lichtgroene vlak laat zien wat de Groengas invoedingcapaciteit is wanneer de generator wordt ingezet. Ook het donkergroene vlak en de lichtoranje vlakken moeten daarbij meegenomen worden. Het witte oppervlak tussen de oranje en groene oppervlak is de hoeveelheid aanvulling vanuit het LNB netwerk, waarbij het aannemelijk is dat dit momenteel gedaan wordt d.m.v. aardgas. Voor de huidige situatie (zonder generator) wordt het witte oppervlak groter, aangezien dan het lichtgroene oppervlak vervalst.



Figuur 10. Jaarpatroon verschil Gas- en E-verbruik en Invoeding bij gebruik generator

Uit Tabel 1 is op te maken dat de bedrijfsuren van de generator 1941 en 2869 zijn voor resp. Rendo en Coteq, wat een inzet is van 22% en 33% per jaar. De inzet van de generator beperkt zich veelal tot de nachtelijke uren in de periode van mei t/m begin oktober. Dit is te zien in Figuur 11, waar de zwarte lijn de inzet van de generator vertegenwoordigt. De resultaten zijn op meerdere momenten in de periode mei t/m oktober gecontroleerd en de patronen zijn grotendeels vergelijkbaar.



Figuur 11. Dagpatroon generator inzet en invloed op gasverbruik in juni (3-7, za-wo)

Uit Tabel 1 is op te maken dat er respectievelijk 22 en 57 miljoen kWh minder ingekocht hoeft te worden bij de inkoopstations bij het inzetten van de generator. Dit levert een CO₂ besparing op van circa 12 en 30,7 miljoen kg CO₂-eq, wanneer de elektriciteit anders met fossiele brandstoffen had moeten worden geproduceerd. Aangezien het veelal elektriciteit productie in de avond en nachtelijke uren betreft, is het aannemelijk dat dit door fossiele productie of door windenergie is opgewekt. De CO₂-besparing is daarom een maximale besparing, aangezien het aandeel windenergie de CO₂ besparing zal verminderen. Hier is verder geen onderzoek naar gedaan. De piek in het elektriciteitsnetwerk om 20:00 uur wordt soms positief beïnvloed bij het gebruik van de generator, zoals te zien is in Figuur 9. Het algemene beeld is dat de piek in het weekend lager ligt, maar op doordeweekse dagen blijft de piek ongeveer gelijk. Een combinatie van dynamisch netbeheer, overschotten opslaan middels drukverschillen in het gasnetwerk, overdag en het (vroegtijdiger) inzetten van de generator zou een interessante combinatie kunnen zijn om de piek in het elektriciteitsnetwerk verder te verlagen. Het verlagen van deze piek kan een positief effect hebben op het elektriciteitsnetwerk, maar verder onderzoek is nodig om hier conclusies uit te trekken.

4. Discussie

De resultaten uit dit onderzoek geven inzicht met betrekking tot de potentie van het inzetten van een gasgenerator om overschotten Groengas om te zetten in elektriciteit op momenten dat het elektriciteitsnetwerk het nuttig en lokaal kan gebruiken. Echter, dit betreft slechts een potentiescan en er kan op een ander niveau verdere analyses uitgevoerd worden. In deze scan is het totale gasverbruik door het hele gasnetwerk en het totale elektriciteitsverbruik van het hele elektriciteitsnetwerk genomen van de betreffende RNB. Voor zowel Coteq als Rendo geldt dat ze veelal in DUO-netbeheer gebieden zitten, waarbij zij veelal wel de netbeheerder zijn voor het gasnetwerk, maar een andere RNB het elektriciteitsnetwerk beheert. De gegevens van het elektriciteitsnetwerk van de andere RNB zijn niet gebruikt voor deze scan. Door het gasnetwerk lokaal te koppelen aan het elektriciteitsnetwerk van een andere RNB, zouden de resultaten positiever uit kunnen vallen. Dit is echter niet onderzocht met deze potentiescan, maar is wel aannemelijk gezien de verschillen tussen de elektriciteitsnetwerken en resultaten van Rendo en Coteq.

Een ander punt is de wettelijke bevoegdheid van de RNB om Groengas om te mogen zetten naar elektriciteit, aangezien de RNB geen eigenaar is van de producten die zij transporteert. Mocht uit het afwegingskader blijken dat deze oplossing interessant genoeg is om uit te testen in de praktijk, dan zal dit onderwerp een van de onderzoeksonderwerpen zijn om op te lossen. Dit punt wordt nog iets complexer wanneer het getest wordt in een DUO-netbeheer gebied. Mogelijk ligt hier een kans voor de keten om hier in te springen, zo zijn er veel WKK's die eerder werden gebruikt om biogas om te zetten naar elektriciteit, maar momenteel niet meer gebruikt worden omdat het lucratiever is voor de producent om het om te zetten naar Groengas en in te voeden in het aardgasnetwerk. Deze WKK's zouden mogelijk (met relatief weinig inspanning) geschikt gemaakt kunnen worden om overschotten Groengas om te zetten in elektriciteit. Dit is een onderwerp wat verder uitgezocht kan worden zodra dit een serieuze optie is om in de praktijk te testen.

Daarnaast is de transport door het netwerk heen niet meegenomen in deze potentiescan. De invloed hiervan op netcongestie voor zowel het elektriciteit- als het gasnetwerk is hiermee niet onderzocht. Ook de resultaten kunnen afwijken, zodra het op een "lokale case" wordt toegepast omdat er dan mogelijk meer beperkingen zijn zoals transportrestricties en netwerkverliezen. Het lijkt aannemelijk dat inzet van lokaal gepositioneerde generatoren een positief effect hebben op de problematiek in de elektriciteitsnetwerken, maar dit is niet meegenomen in dit rapport en behoeft nader (literatuur)onderzoek om hier een conclusie aan te verbinden.

Deze scan is uitgevoerd met de gegevens van het jaar 2023, maar er is geen vergelijk uitgevoerd door gebruik te maken van andere jaren. Wanneer dit wel gedaan zou worden, kan verwacht worden dat de uitkomsten betrouwbaarder worden. Daarnaast zou het aan te bevelen zijn om ook een inschatting te maken van het toekomstig gasverbruik en de invloed daarvan op deze resultaten. Het aantal aansluitingen en het gasverbruik neemt namelijk de laatste jaren af. In deze potentiescan is dit niet meegenomen. Ook het elektriciteitsverbruik is aan het veranderen, wat niet meegenomen is in deze potentiescan.

De generator heeft een rendement in het rekenmodel van 50%, maar er is geen onderzoek gedaan naar mogelijke geschikte generatoren en hun verwachte rendement. Mocht deze oplossing in de praktijk getest gaan worden, dan is dit een onderwerp wat verder uitgezocht kan worden. Er liggen ook nog extra kansen, door bijvoorbeeld de vrijkomende warmte nuttig te gebruiken. In deze potentiescan wordt die warmte onbenut gelaten. Echter, de draaiuren van de generator zijn waarschijnlijk aan de lage kant om het een commercieel aantrekkelijke activiteit te maken. En het lijkt ook logischer voor een RNB om deze taak zelf te willen uitvoeren om zowel het gasnetwerk als het elektriciteitsnetwerk beter te kunnen beheren. Deze afweging zal later verder onderzocht moeten worden ter voorbereiding op de praktijktest.

5. Conclusie

Bij deze potentiescan is onderzocht wat de invloed is van de inzet van een generator om overschotten van Groengas om te zetten in elektriciteit op momenten dat deze elektriciteit nuttig gebruikt kan worden. Door gebruik te maken van een rekenmodel welke uitrekent of Groengas invoeding 8000 uur per jaar mogelijk is, zijn de resultaten gegenereerd. Datasets van twee Regionaal Netbeheerders (Rendo en Coteq) zijn gebruikt als input voor het rekenmodel. Resultaten tonen aan dat door de inzet van de generator er meer Groengas verbruik zal zijn, namelijk een groei van 4,5 (Rendo) en 11,7 (Coteq) miljoen m³(n)/jaar. Door deze inzet van de generator kan er respectievelijk 26,5 en 56,2 miljoen m³(n)/jaar extra Groengas worden ingevoerd in het gasnetwerk. Hiermee kan het Groengas gehalte groeien van 29,0% naar 41,7% (Rendo) en van 22,7 naar 43,5% (Coteq). Daarnaast hoeft er respectievelijk 20 en 57 miljoen kWh aan elektriciteit minder ingekocht te worden bij de inkoopstations bij het inzetten van de generator. Dit levert een CO₂ besparing op van maximaal 12 (Rendo) en 30,7 (Coteq) miljoen kg CO₂-eq, onder de aanname dat de elektriciteit anders met fossiele brandstoffen had moeten worden geproduceerd.

De overschotten van Groengas ontstaan in de periode van mei t/m begin oktober en met name in de avond en nachtelijke uren, maar ook in de middag. Op het elektriciteitsnetwerk is het patroon anders, daar wordt in deze periode vaak in de ochtend en middag elektriciteit teruggeleverd aan het inkoopstation, maar in de avond en nachtelijke uren wordt er juist elektriciteit ingekocht van het inkoopstation. Dit zijn de momenten dat het overschot nuttig omgezet kan worden naar elektriciteit. Het rekenmodel laat zien dat er soms overdag ook overschotten Groengas worden omgezet naar elektriciteit, maar dit komt minder frequent voor.

De generator wordt dus veelal in de avond en nachtelijke uren ingezet, maar de draaiuren zijn beperkt door het jaar heen (resp. 1941 en 2869 uren per jaar). Dit heeft mede te maken dat de generator in de periode oktober t/m april niet gebruikt wordt.

Er zijn nog veel facetten die verder onderzoek vragen, zoals de wettelijke bevoegdheid van de RNB om een generator in te zetten voor dit doel en de invloed van de generator op netcongestie voor zowel het gas- als het elektriciteitsnetwerk. Desondanks laat deze potentiescan zien dat het een veelbelovende optie is die zeker meegenomen dient te worden in het afwegingskader en het vervolgonderzoek. Aanbevolen wordt om deze oplossingsroute in de praktijk te gaan testen op een locatie waar momenteel problemen ondervonden worden m.b.t. Groengas invoeding. Daarnaast wordt aanbevolen om de combinatie van dynamisch netbeheer en het inzetten van een gasgenerator verder te onderzoeken, omdat de verwachting is dat daarmee er nog meer Groengas invoedingscapaciteit ontstaat.

6. Referentielijst

- [1] M. van E. Z. en Klimaat, 'Kamerbrief aanpassingen bijmengverplichting groen gas - Kamerstuk - Rijksoverheid.nl'. Geraadpleegd: 9 oktober 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/02/09/kamerbrief-aanpassingen-bijmengverplichting-groen-gas>
- [2] T. Voncken, 'Groen gasproductie stijgt in 2023 met 22%', Platform Groen Gas. Geraadpleegd: 9 oktober 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://www.platformgroengas.nl/2024/03/12/groen-gasproductie-stijgt-in-2023-met-22/>
- [3] J. J. Fitzpatrick en R. Dunphy, 'Comparison of the carbon footprints of combined heat and power (CHP) systems and boiler/grid for supplying process plant steam and electricity', *Chem. Eng. Sci.*, vol. 282, p. 119303, dec. 2023, doi: 10.1016/j.ces.2023.119303.
- [4] 'wetten.nl - Regeling - Regeling gaskwaliteit - BWBR0035367'. Geraadpleegd: 9 oktober 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035367/2023-12-02>
- [5] 'Calorische waarden', Gasunie Transport Services. Geraadpleegd: 9 oktober 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://www.gasunietransportservices.nl/aangeslotenen/gaskwaliteit-en-meetzaken/calorische-waarden>
- [6] 'Netbeheerder: elektrische auto's niet opladen tussen 16.00 en 21.00 uur'. Geraadpleegd: 28 maart 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://nos.nl/artikel/2510535-netbeheerder-elektrische-auto-s-niet-opladen-tussen-16-00-en-21-00-uur>
- [7] A. C. & Markt, 'ACM presenteert pakket aan maatregelen tegen netcongestie | ACM.nl'. Geraadpleegd: 9 oktober 2024. [Online]. Beschikbaar op: <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-presenteert-pakket-aan-maatregelen-tegen-netcongestie>



**share your talent.
move the world.**

Contactgegevens

Sander Dijk
sa.a.dijk@pl.hanze.nl
050-5952762