



Verduurzaming warmteproductie Diemen

Second opinion CO₂-roadmap



Committed to the Environment

Verduurzaming warmteproductie Diemen

Second opinie CO₂-roadmap

Dit rapport is geschreven door:

Hein-Bert Schurink

Cor Leguijt

Harry Croezen

Delft, CE Delft, januari 2019

Publicatienummer: 19.5T01.004

Warmte / Productie / Biomassa / Duurzaam / Regionaal / Kooldioxide / Emissies

Opdrachtgever: Nuon/Vattenfall

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Cor Leguijt (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	4
	1.1 Introductie	4
	1.2 Warmtesysteem Amsterdam-Diemen-Almere	4
2	Vraagstelling Nuon	7
	2.1 Introductie	7
	2.2 Vraag 1: Beschouwing alternatieven voor biomassacentrale	7
	2.3 Vraag 2: Reflectie op de mix aan warmtebronnen in de tijd	10
	2.4 Vraag 3: Reflectie op lock-in-risico bioketel	14
	2.5 Vraag 4: Reflectie vanuit klimaatverandering	18
	2.6 Vraag 5: Reflectie op acties van Nuon voor realisatie van alternatieven	19
	Bronnen:	22
A	Documenten	23



Samenvatting

Vattenfall-Nuon (verder: Nuon) wil een houtpelletgestookte warmtecentrale van (maximaal) 120 MWth (verder: biomassa-centrale) bouwen op de productielocatie Diemen als maatregel om de warmteproductie voor de warmtelevering in Amsterdam-Zuidoost, Diemen en Almere klimaatneutraler te maken. De beoogde biomassa-centrale is in de door Nuon gepresenteerde visie een eerste stap in een veel omvangrijkere routekaart naar een volledig CO₂-vrij warmtenet in 2040. Nuon heeft CE Delft gevraagd om een kritische objectieve evaluatie van de door Nuon opgestelde routekaart uit te voeren en daarbij ook advies uit te brengen.

CE Delft steunt -onder voorwaarden- de keuze van Nuon voor de toepassing van een biomassa-centrale voor het Diemen-warmtenet. Voor de korte termijn zien wij de biomassa-centrale als enige logische keuze. Deze levert meteen een reductie van de broeikasgas-emissies op, en snelle reducties van broeikasgasemissies zijn essentieel voor het beteugelen van het klimaatprobleem. Afwachten is geen optie. Alternatieven zijn ofwel ongeschikt als bron voor basislastwarmteproductie van een grootschalig warmtenet, ofwel leveren op korte termijn nog onvoldoende CO₂-reductie¹, ofwel zijn nog niet beschikbaar.

De voorwaarden die wij hieraan verbinden zijn:

- in het geval dat de duurzaamheidseisen voor biomassa nog niet gelden voor de specifieke toepassing die Nuon wil realiseren, dat Nuon zich in dat geval vrijwillig conformeert aan de duurzaamheidscriteria die zijn opgenomen in de SDE+-eisen voor subsidiering van bio-energie;
- Nuon maakt afspraken dat andere hernieuwbare warmtebronnen/technieken -na afloop van de SDE+-subsidie voor de biomassaketel- met voorrang worden ingezet in het warmtenet.

Wij verwachten geen lock-in-risico op inzet van de biomassaketel in basislast als gevolg van de bouw nu van een biomassaketel. Die verwachting is zowel gebaseerd op de ontwikkeling in beschikbaarheid en marginale kostprijs van alternatieven, zoals geothermie en laag-temperatuurbronnen, en op de technische specificaties van de biomassaketel, die daadwerkelijk in midden- en pieklast bedreven kan worden. Bovengenoemde afspraken over voorrang van deze alternatieve bronnen vormen een extra borg.

Cruciaal is de tijdige beschikbaarheid van alternatieve duurzame technieken. Nuon werkt aan een omvangrijk programma om de transitie naar een CO₂-vrij warmtenet in 2040 te realiseren. Ons belangrijkste advies daarover is om uitgebreider te communiceren over de activiteiten die al worden uitgevoerd, zodat andere stakeholders weten welke activiteiten er al lopen, kunnen leren van de resultaten van de projecten en kunnen samenwerken met Nuon.

¹ Zoals aquathermie of restwarmte van een datacenter i.c.m. met een warmtepomp.

1 Inleiding

1.1 Introductie

Vattenfall-Nuon (verder: Nuon) wil een houtpelletgestookte warmtecentrale van (maximaal) 120 MWth (verder: biomassacentrale) bouwen op de productielocatie Diemen, als maatregel om de warmteproductie voor de warmtelevering in Amsterdam-Zuidoost, Diemen en Almere (verder: Diemen-warmtenet) klimaatneutraler te maken.

Nuon heeft inmiddels de benodigde vergunningen aangevraagd bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied. Ook zoekt Nuon aannemers voor het logistieke en verbrandingsdeel met de transportbanden, hamermolens en verbrandingsovens, en voor het grond- en wegwerk. De planning is dat in 2019 de benodigde SDE+-subsidie wordt aangevraagd. Bij een positieve beschikking zal de bouw in 2020 beginnen en zal de centrale in 2022 in gebruik worden genomen.

De beoogde biomassacentrale is in de door Nuon gepresenteerde visie een eerste stap in een veel omvangrijkere routekaart naar een volledig CO₂-vrij warmtenet in 2040. De biomassacentrale zal in eerste instantie worden ingezet als een basislasteenheid, die met een zo hoog mogelijke beschikbaarheid warmte levert aan het genoemde warmtenet.

De biomassacentrale zal warmtelevering vanuit de aardgasgestookte STEG-WKK-centrales (WKC) Diemen 33 en Diemen 34, alsmede warmte uit de aardgasgestookte hulpwarmteketels substitueren. De WKC-centrales en met name de Diemen 34-WKC zullen bij realisatie meer worden ingezet voor enkel elektriciteitsproductie en zullen alleen nog bij hoge vraag op het warmtenet 'bijspringen'. De gascentrales blijven echter een belangrijke rol spelen op de elektriciteitsmarkt voor het opvangen van variaties in de elektriciteitsproductie met wind- en zonne-energie.

Nuon zal conform de routekaart tijdens en na realisatie van de biomassacentrale andere warmtebronnen en brandstoffen voor warmteproductie voor het warmtenet ontwikkelen, zoals geothermie, lagere temperatuurrestwarmte en waterstof uit hernieuwbare elektriciteit. Deze bronnen en brandstoffen zullen volgens de routekaart de rol van de biomassacentrale als basislasterwarmtebron in de loop van de tijd vervangen en de biomassacentrale zal dan steeds meer worden ingezet voor het opvangen van piekvraag op het warmtenet.

Nuon heeft CE Delft gevraagd om een kritische objectieve evaluatie van het door Nuon opgestelde plan uit te voeren en daarbij ook advies uit te brengen.

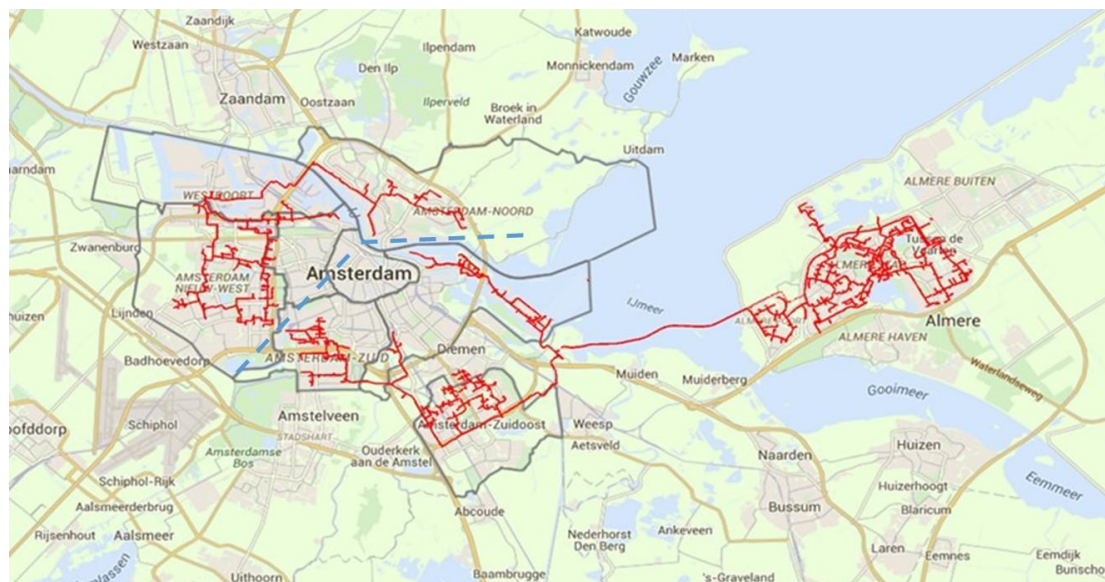
1.2 Warmtesysteem Amsterdam-Diemen-Almere

In Figuur 1 staat het warmtesysteem van Amsterdam-Diemen-Almere schematisch weergegeven. Aan de westkant ligt het warmtenet dat als hoofdwarmtebron gevoed wordt door het Afval Energie Bedrijf (verder: AEB). Aan de oostkant ligt het warmtenet dat als hoofdwarmtebron gevoed wordt door de beide gascentrales in Diemen. Dit laatste net levert warmte aan Almere, Diemen en Amsterdam-Zuidoost (en er is ook een aftak naar het warmtenet van Eneco in Amstelveen). De beide warmtenetten zijn niet gekoppeld.

Wel is een warmtekoppeling voorzien op de uiteinden van de beide netten aan de zuidzijde van Amsterdam ('the South Connection').

Dit rapport gaat specifiek over het oostelijke warmtenet -voor Almere, Diemen, en Amsterdam-Zuidoost- en meer specifiek over het verduurzamen van de bronnen voor dit warmtenet.

Figuur 1 - Warmtesysteem Amsterdam-Diemen-Almere



Beeld: Nuon-Vattenfall.

Enkele kerncijfers van het oostelijke warmtenet (Diemen-net):

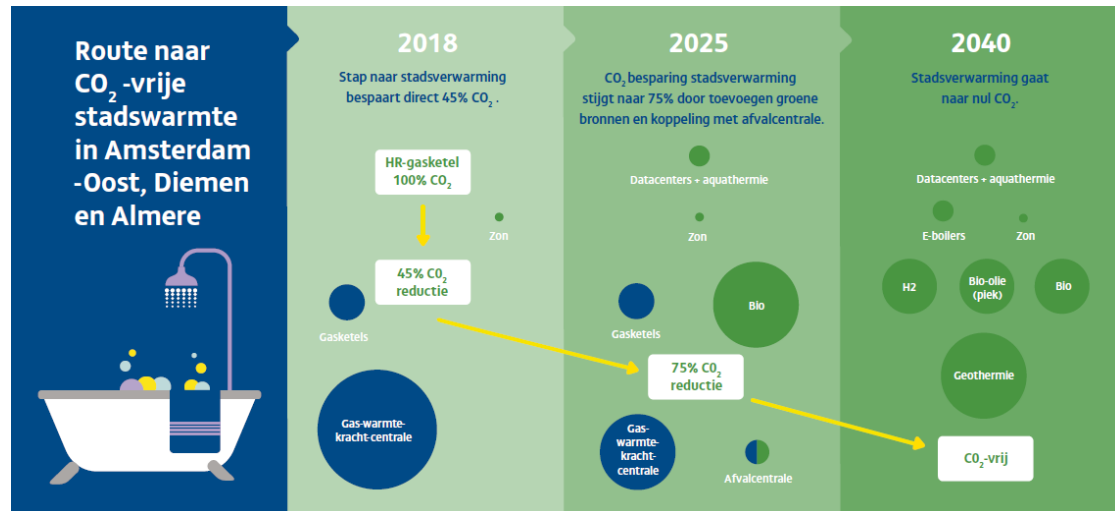
- Er zijn circa 113.000 woningequivalenten² aangesloten (peiljaar 2016).
- Nuon verwacht een snelle groei van het aantal aangesloten woningequivalenten; meer dan verdubbeld tussen nu en 2040.
- De totale warmteproductie is momenteel ~5.000 TJ per jaar en voor het jaar 2025 wordt ~6.000 TJ verwacht. De warmteproductie groeit mee met het aantal woningequivalenten, maar minder dan evenredig vanwege een verwachte daling in het warmtegebruik per woning, vanwege een betere isolatie van de woningen en gebouwen.
- De warmte komt nu voor ~90% uit de beide gas-WKC's op de Diemen-locatie (Diemen 33 en Diemen 34) en de overige 10% komt voornamelijk uit hulpketels op aardgas.

Nuon heeft een routekaart (zie Figuur 2) gemaakt voor de geleidelijke vergroening van de warmtebronnen van het warmtenet voor Amsterdam-Zuidoost, Diemen en Almere. In die routekaart worden de mogelijkheden in de tijd gezet, en is op basis van analyse van de mogelijkheden een keuze gemaakt voor de eerste stap. Die keuze is gevallen op een 120 MWth biomassacentrale, gestookt met houtpellets. Met de biomassacentrale kan Nuon een eerste stap zetten in de verduurzaming van haar warmtenet, hoeven de aardgas-gestookte hulpwarmteketels minder vaak ingezet te worden en zullen de aardgasgestookte WKC's relatief minder warmte gaan produceren en kunnen daarmee optimaler op de elektriciteitsmarkt ingezet worden.

² Woningequivalenten is de manier om de aangesloten bebouwing op een warmtenet te tellen, waarbij utiliteitbouw wordt uitgedrukt in aantallen woningequivalenten. Een woning telt als één woningequivalent.

Het huidige warmtenet levert een CO₂-emissiereductie ten opzichte van individuele gasketels in de woningen/gebouwen op van 50%³. Met toepassing van een 120 MWth biomassacentrale wordt een CO₂-emissiereductie van 75% gerealiseerd. In 2040 is de stadswarmte geheel CO₂-vrij.

Figuur 2 - Routekaart naar CO₂-vrije stadswarmte in Amsterdam-Oost, Diemen en Almere



Beeld: Nuon-Vattenfall.

³ De CO₂-reductie is 49% voor het Amsterdamse deel van het Diemen-net en 51% voor Almere deel. Deze cijfers zijn gevalideerd door TNO. [CO₂-reductie Amsterdam zuid en oost 2017](#) en [CO₂-reductie Almere 2017](#)

2 Vraagstelling Nuon

2.1 Introductie

Nuon wil een kritische objectieve second opinie op de eigen analyses en heeft daarbij de volgende vragen geformuleerd:

1. Uitgaande van de ambities in de routekaart naar CO₂-vrije stadswarmte, heeft Nuon alle realistische alternatieven voor een biomassacentrale beschouwd en klopt de conclusie dat op korte termijn een biomassacentrale de enige optie is om deze ambitie te halen?
2. Reflectie op de visie hoe de mix aan bronnen verandert over de tijd in de routekaart naar CO₂-vrije stadswarmte. Missen er nog belangrijke bronnen?
3. Reflectie op lock-in-risico van de biomassacentrale, met inachtneming van grootte van de installatie, SDE+-termijn en technische mogelijkheden van de installatie om als piekeenheid bedreven te worden.
4. Is het vanuit klimaatverandering verstandig om al op zo een kort mogelijke termijn te starten met CO₂-emissiereductie (o.b.v. een biomassacentrale) of zou Nuon nog een aantal jaar door kunnen gaan op aardgas in afwachting van de beschikbaarheid van andere warmtebronnen, zoals bijvoorbeeld geothermie en/of waterstofgas?
5. Reflectie op de acties die Nuon nu onderneemt om de transitie te maken naar CO₂-vrije stadswarmte in 2040.

Deze vragen hebben wij in volgende paragrafen uitgewerkt.

2.2 Vraag 1: Beschouwing alternatieven voor biomassacentrale

Nuon heeft een bedrijfsdoel geformuleerd ('fossil free within one generation') en wil uiterlijk in 2040 haar stadsverwarming volledig CO₂-vrij hebben. Dit doel heeft een duidelijk commitment vanuit het moederbedrijf Vattenfall. Als tussendoel streeft Nuon naar een 75% CO₂-emissiereductie in het jaar 2025 voor het warmtenet in Amsterdam-Oost, Diemen en Almere.

Om dit doel te realiseren heeft Nuon de verschillende opties voor het Diemen-warmtenet vergeleken. Hieronder bespreken wij deze opties:

- **Biomassacentrale:**
Een biomassacentrale betreft een beproefde techniek die valt onder de SDE+-stimuleringsregeling. Duurzame biomassa is hernieuwbaar en levert goede prestaties op zowel CO₂-emissie als energetisch rendement. Tevens kan een biomassacentrale op korte termijn voldoende groene warmte leveren om de doelstelling van 75% CO₂-reductie voor het warmtenet als geheel te realiseren. Daarmee voldoet de biomassacentrale aan de eisen van de routekaart naar een CO₂-vrij warmtenet.
- **Biomassa-WKK:**
De businesscase voor het toepassen van biomassa in een WKK is minder gunstig dan biomassa toepassen voor de productie van warmte in een biomassacentrale. Daarnaast zijn voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking andere, goedkopere, bronnen beschikbaar, zoals windenergie.



- **Zonneweiden (met zonneboilers):**
Een zonneweide is erg duur (hoge kosten per GJ), vereist een groot ruimtebeslag⁴ en vereist seizoensopslag van warmte. De optie is daarom niet geschikt voor de basislastvoorziening van een grootschalig stadswarmtenet. Daarom speelt een zonneweide een beperkte rol in de routekaart.
- **Geothermie op minder dan 4 km diepte:**
Uit ThermoGIS⁵ blijkt dat de geschiktheid van de ondergrond voor geothermie op de Diemen-locatie nog onbekend is. Voor de locatie Almere zijn de verwachtingen iets beter, maar ook hier is de onzekerheid nog groot. De verwachte temperatuur van 70°C is te laag voor het rechtstreeks invoeden in het primaire warmtenet. Nuon werkt samen met de gemeente Almere en provincie Noord-Holland en Flevoland aan het mogelijk maken van geothermie in de regio. Daarbij worden zowel de diepe als ondiepe lagen in kaart gebracht.
- **Geothermie op meer dan 4 km diepte:**
De techniek heeft potentieel voor sommige locaties, zoals Almere⁶, maar experts geven aan dat er nog zeker een ontwikkeltijd van minstens zeven jaar verwacht wordt voordat geothermie ingezet kan worden indien blijkt dat de ondergrond geschikt is. Nuon participeert in een project samen met de gemeente Almere en de provincies Noord-Holland en Flevoland om de ontwikkeling van (ultra diepe) geothermie voor de stadsverwarming van Amsterdam/Diemen/Almere te bespoedigen. In 2019 zal er seismiek geschoten worden van de betreffende regio. Daarbij worden zowel de diepe (> 4 km) als de minder diepe (< 4 km) aardlagen in kaart gebracht.
- **Weerstandstandsverwarming:**
Dit betreft een (grote) centrale elektrische boiler die aangesloten is op het warmtenet. De CO₂-intensiteit van weerstandsverwarming is gekoppeld aan het landelijke opwekrendement voor elektriciteit en levert op korte termijn onvoldoende bijdrage aan de CO₂-reductiedoelen. Voor de verdere toekomst (bij een lagere CO₂-intensiteit en grotere variëteit in de elektriciteitsprijzen) kan deze techniek -voor een beperkt aantal uren in het jaar- een interessante optie worden.
- **Lagetemperatuurwarmtebronnen:**
Dit betreft lagetemperatuurwarmte van bijvoorbeeld datacenters of oppervlaktewater die met behulp van een warmtepomp wordt opgewaardeerd naar een geschikt temperatuurniveau. Door de huidige hoge CO₂-intensiteit van de landelijke elektriciteitsproductie in combinatie met een relatief lage COP⁷ van de warmtepomp (vanwege de benodigde hogere ΔT die benodigd is om de warmte in bestaande huizen toe te kunnen passen) zouden deze opties op korte termijn de CO₂-prestatie van het warmtenet verslechteren⁸. Voor deze technieken is bovendien geen SDE+-subsidie beschikbaar, waardoor deze ook economisch minder aantrekkelijk zijn.

⁴ Ter indicatie: Het Zonne-eiland in Almere levert een bijdrage van -0,2% van de totale warmteproductie in het Diemen-net.

⁵ [ThermoGIS Geothermie in kaart](#)

⁶ Het TNO-rapport 'Ultra-diepe geothermie, casus Almere en Barendrecht' stelt dat verwachting is dat alleen de Dinantien laag (op 5-6 km) potentieel biedt, maar er nog veel onzekerheden zijn (TNO, 2016: pagina 50-51).

⁷ COP = Coëfficiënt of performance oftewel rendement.

⁸ De CO₂-emissie van de landelijke elektriciteitsproductie is momenteel ~450 kg CO₂/MWh.e. Met een COP van 3 resulteert dit in een CO₂-emissie van 150 kg CO₂/MWh.th + een distributieverlies van 25% resulteert in 200 kg CO₂/MWh.th voor de levering van laagtemperatuurwarmte, terwijl het huidige warmtenet een CO₂-intensiteit heeft van 113 CO₂/MWh.th.



Daarnaast is de integratie met het bestaande warmtenet (met temperaturen van 90-120°C in de hoofdtransportleiding) nog lastig. Deze opties worden interessant als op termijn de CO₂-intensiteit van de landelijke elektriciteitsproductie verbetert doordat steeds meer hernieuwbare bronnen zoals windturbines worden ingezet. Nuon geeft aan voornemens te zijn al wel demonstratieprojecten te willen realiseren met laagtemperatuurbronnen en deze bronnen meer in te zetten naarmate de CO₂-intensiteit van de Nederlandse elektriciteitsopwekking afneemt.

- **Groengas (biogas):**
Groengas uit biomassavergisting of - vergassing is beperkt beschikbaar, heeft nog een relatief hoge kostprijs, en de BENG-regelgeving staat niet toe dat Garanties van Oorsprong ingezet kunnen worden voor het verduurzamen van het warmtenet⁹. Daarom is groengas niet geschikt voor de inzet in de basislast.
- **Bio-olie:**
Bio-olie is ten opzichte van vaste biomassa duidelijk schaarser. De prijs van bio-olie is in vergelijking met alternatieve bronnen ook erg onzeker, waardoor deze bron niet geschikt is voor de inzet in de basislast (mogelijk wel voor pieklast).
- **Pyrolyseolie en Torrefactie:**
Voor het invullen van de basislast is deze techniek duurder dan de inzet van biomassa, en er is een extra conversiestap nodig met bijkomend energieverlies (biomassa wordt gebruikt voor het maken van pyrolyseolie/torrefactie).
- **Waterstof:**
Klimaatneutrale (i.e. groene of blauwe) waterstof is in de komende vijf jaar niet beschikbaar voor het Diemen-net, laat staan tegen een kostprijs die zich verhoudt tot wat nodig is voor de basislastvoeding van een stadswarmtenet. Tevens is het (nog) onduidelijk of waterstof toegepast kan worden in de Diemen-centrale en of er een infrastructuur voor waterstof naar Diemen gepland wordt.
- **Warmte uit de Afval Energie Bedrijf (AEB):**
Warmte uit de AEB zou op zich een goede bijdrage kunnen leveren aan het verduurzamen van het Diemen-net. De AEB verbrandt afval waardoor de warmte voor circa 50% hernieuwbaar is (want biogeen). Nuon heeft deze optie uitgebreid bestudeerd. In een eerdere versie van de routekaart was de optie zelfs opgenomen, echter Nuon verwacht nu dat Westpoort Warmte (WPW) de warmte van de AEB nodig heeft voor het westelijk warmtenet. In het westelijk warmtenet wordt namelijk een zeer sterke groei verwacht¹⁰. Wel wordt een kleine koppeling voorzien op de uiteinden van beide netten, waardoor een beperkte optimalisatie mogelijk wordt. Dat levert echter geen oplossing voor de basislastvoorziening van het oostelijke net (het Diemen-net).

⁹ De BENG-regelgeving stelt als eis dat er een fysieke koppeling moet zijn tussen de hernieuwbare productie en de gebruiker. Technisch gezien is groengas zeer geschikt als groene brandstof voor de invulling van de pieklast (gasgestookte hulpketels), echter dit vereist dat (100%) groengas middels het gasnet naar de installaties getransporteerd kan worden; wat op korte termijn niet realistisch is.

¹⁰ Westpoort Warmte (WPW) is een joint venture van Nuon Warmte met Afval Energie Bedrijf (AEB) Amsterdam. Het bedrijf levert restwarmte van het AEB aan woningen en bedrijven in Amsterdam Westpoort, Nieuw-West en Noord. WPW verwacht een verviervoudiging van de levering van warmte (van 920 TJ warmteproductie in 2016 naar 3.500 TJ in 2040).



Mening CE Delft:

Wij zijn van mening dat Nuon een goede analyse heeft gemaakt van de alternatieven voor de biomassacentrale.

Voor de toekomst (vanaf circa 2027) kan geothermie een serieus alternatief worden voor een biomassacentrale. Echter, er zijn nog veel onzekerheden omtrent het succesvol kunnen toepassen van geothermie op de locaties Diemen en Almere. Hiervoor is nog tenminste 7-10 jaar onderzoek en voorbereiding nodig. Daarentegen heeft een biomassacentrale reeds nu een haalbare businesscase, de vereiste vergunningen kunnen naar verwachting worden verkregen en het betreft een bekende techniek waardoor de realisatie snel kan geschieden. Daarmee is de keuze voor een biomassacentrale in onze ogen een logische eerste stap voor het realiseren van CO₂-emissiereductie in het Diemen-warmtenet.

Voor de periode na 2030 -wanneer de CO₂-intensiteit van de landelijke elektriciteitsproductie naar verwachting sterk is verbeterd- kan lagetemperatuurrestwarmte een bijdrage leveren aan de verduurzaming van het warmtenet. Daarnaast kunnen zelfstandige warmteprojecten worden gerealiseerd (zonder fysieke verbinding met het Diemen-net). Wij adviseren Nuon om beide sporen (integratie van laagtemperatuurbronnen in het Diemen-net en individuele projecten) actief te verkennen.

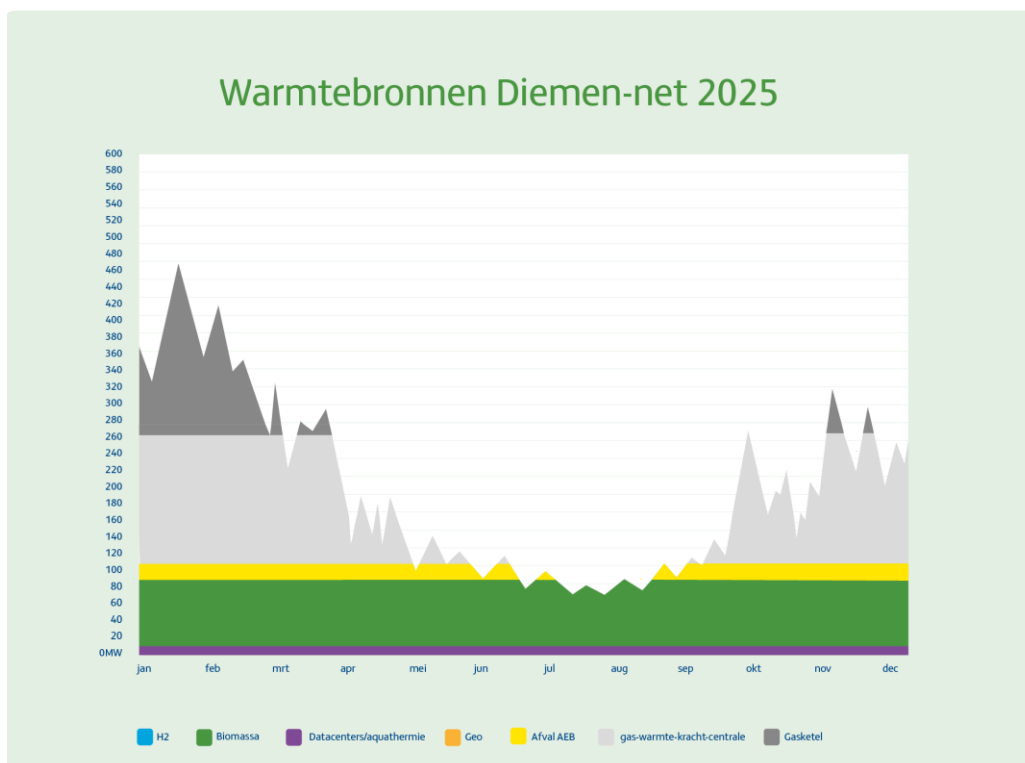
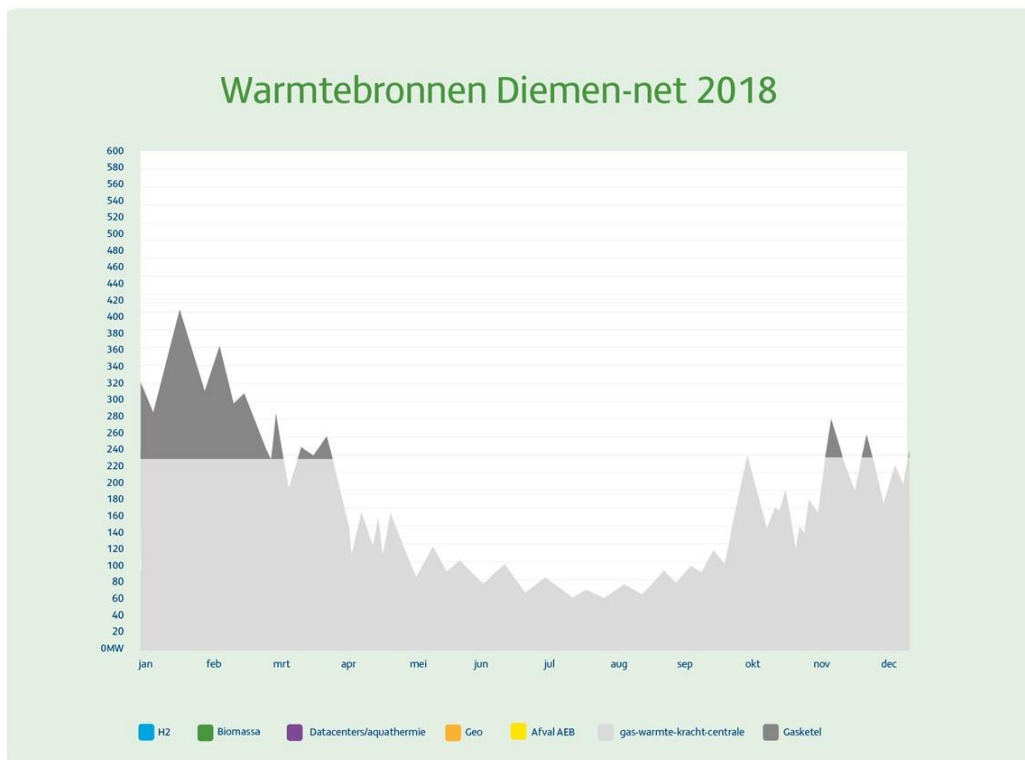
Hoewel cascadering van warmtenetten geen alternatief is voor een biomassacentrale kan ook dat spoor nader verkend worden. Nieuwbouwwoningen zijn goed geïsoleerd (dus hebben een relatief lagewarmtevraag) en kunnen voorzien zijn van een laagtemperatuurafgiftesysteem. Hierdoor is voor ruimteverwarming geen hoge aanvoertemperatuur vanuit het warmtenet vereist en kan volstaan worden met lagere aanvoertemperaturen (< 70 °C) en kan deze nieuwbouw worden aangesloten op het uiteinde van een warmtenet (punt met de laagste aanvoertemperatuur) of zelfs op de retour van een warmtenet. Toepassing van cascadering vergroot de inpasbaarheid van laagtemperatuurbronnen zoals aquathermie, vergroot de capaciteit van het warmtenet (vanwege groter temperatuurverschil in aanvoer en retour), reduceert pompenergie (doordat minder volume verpompt hoeft te worden) en verbetert (mogelijk) de energieprestatie van de productie (door betere condensatie van rookgassen).

Nuon geeft aan cascadering toe te gaan passen in de Sluisbuurt (2.600 woningen, gelegen in het noordwestelijke deel van het Zeeburgereiland) en zal de ervaringen vanuit dat project gaan toepassen in andere delen van hun warmtenetten.

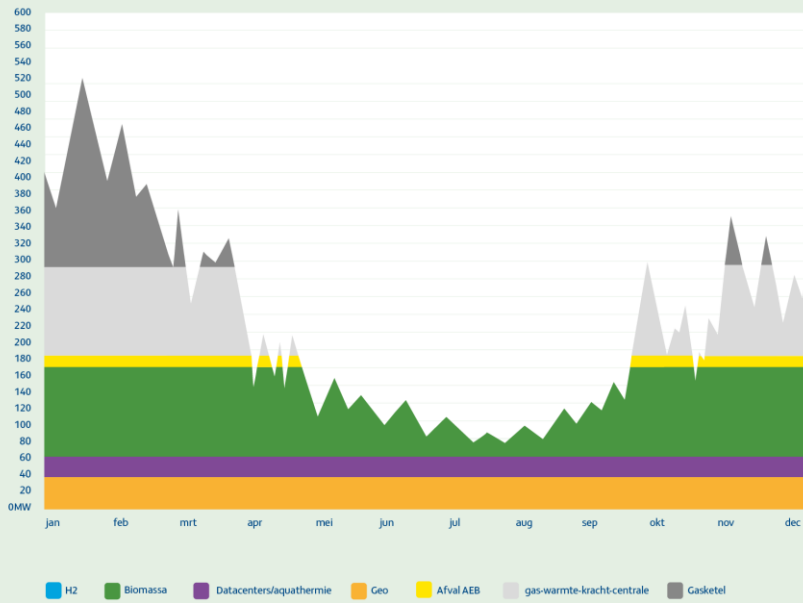
2.3 Vraag 2: Reflectie op de mix aan warmtebronnen in de tijd

Nuon heeft een visie opgesteld om a) inzichtelijk te maken dat het doel (CO₂-vrije stadsverwarming in 2040) haalbaar is en b) wat nodig is om dit doel te bereiken. De belangrijkste conclusie hieruit is dat een CO₂-vrije stadsverwarming in 2040 mogelijk is, maar dat de exacte mix van bronnen in een CO₂-vrij warmtenet daarbij nog onzeker is, omdat de exacte potentie en kosten van meerdere technieken nog onzeker zijn. Dit is weergegeven in Figuur 3.

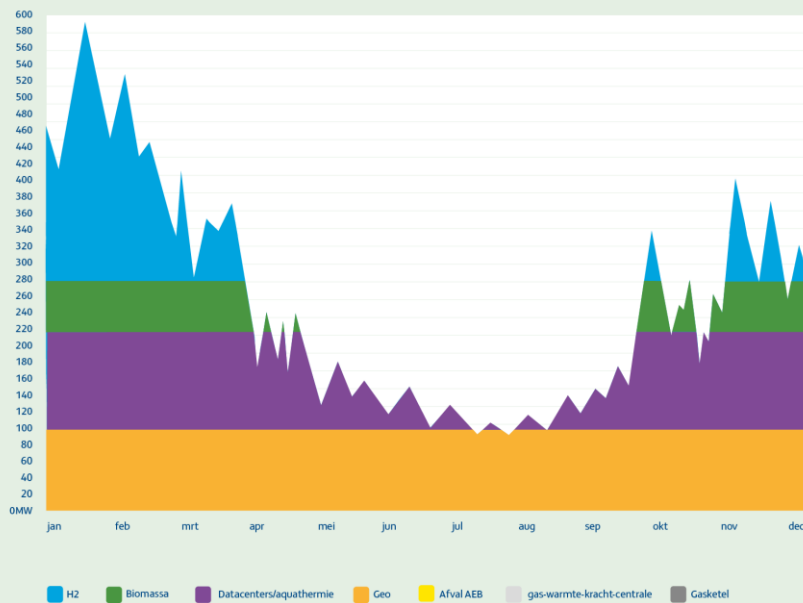
Figuur 3: Verwachte inzet van warmtebronnen Diemen-net in de tijd (Bron: Nuon)

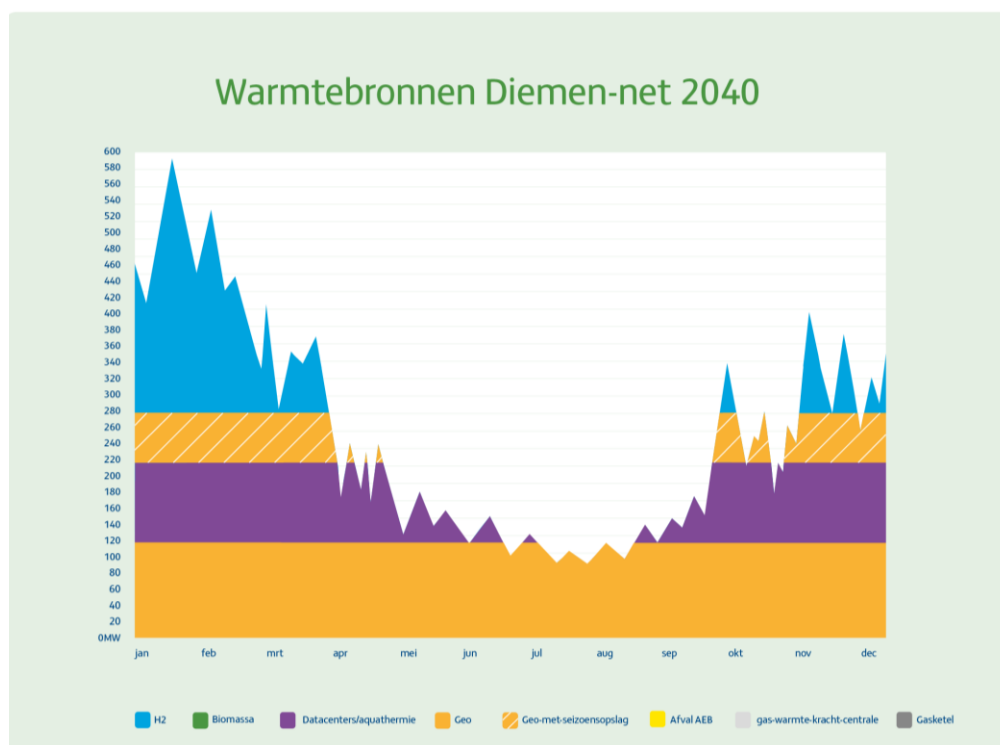


Warmtebronnen Diemen-net 2030



Warmtebronnen Diemen-net 2040





Toelichting bij de Figuur 3:

- Momenteel wordt het warmtenet voornamelijk gevoed vanuit de aardgasgestookte-warmtekrachtcentrales in Diemen en gasketels voor de piekeenheden.
- Voor 2025 ziet Nuon voor de invulling van de basislast een toepassing van een biomassa-centrale gevoed met biomassapellets in combinatie met een (kleine) koppeling van het Diemen-net met het westelijk warmtenet dat gevoed wordt door het Afval Energie Bedrijf (AEB) (de zgn. ‘south connection’). Midden- en pieklast worden ingevuld door de gascentrales en piekgasketels. Er is ruimte in de basislast voor de inzet van aquathermie of restwarmte vanuit datacenters.
- Voor het zichtjaar 2040 worden er meer bronnen toegepast. Om te bepalen welke bronnen dat kunnen zijn, heeft Nuon meerdere CO₂-vrije scenario’s ontwikkeld. Voor het jaar 2040 zijn twee varianten weergegeven: met en zonder biomassa. Indien er geen biomassa wordt toegepast, dan is de verwachting dat geothermie, aquathermie of datacenters met seizoensopslag zal worden ingezet. De belangrijkste conclusies uit de scenario’s:
 - Bronnen met lage marginale kosten¹¹ -zoals geothermie, restwarmte vanuit datacenters en aquathermie- worden ingezet in de basislast.
 - Bronnen met de hoogste marginale kosten, zoals bio-olie, groengas en/of waterstof¹², zullen alleen ingezet worden als andere bronnen niet voldoende kunnen leveren: dus voor de piekeenheden.
 - Het tussengebied wordt ingevuld met een combinatie van: biomassa-centrale, centrale elektrische boiler (ingezet op momenten van elektriciteitoverschotten (Power-to-Heat)) en seizoensopslag van geothermie, aquathermie of restwarmte uit datacenters.

¹¹ Marginale kosten: De stijging van de totale kosten wanneer één extra eenheid wordt geproduceerd.

¹² Grootschalige klimaatneutrale waterstof voor de stadsverwarming in Amsterdam komt naar verwachting pas vanaf 2035 beschikbaar.

Mening CE Delft:

CE Delft kan deze visie van Nuon, die gebaseerd is op de ontwikkeling in de tijd van zowel beschikbaarheid als marginale kosten, goed volgen en is van mening dat Nuon hiermee een goede basis heeft neergelegd om tot een CO₂-vrije warmtevoorziening te komen. Wij missen geen belangrijke duurzame bronnen in de visie van Nuon.

Voor deze second opinie is de belangrijkste constatering dat de rol van de biomassa-centrale verschuift van vooral basislast (in de periode 2022-2034) naar midden- en piekvoorziening, naarmate andere bronnen met lagere marginale kosten -zoals geothermie, aquathermie- beschikbaar komen. Dit komt doordat de marginale kosten van warmte uit biomassapellets relatief hoog zijn ten opzichte van geothermie, aquathermie en restwarmte.

CE Delft wil opmerken dat de inzet van brandstoffen waarmee hogetemperatuur-warmte gemaakt kan worden, zoals biomassa en groengas, in bovenstaande scenario's onzeker is voor toepassing in de gebouwde omgeving na 2035-2040. Op het moment dat de gehele economie voorzien moet worden van klimaatneutrale energie, zal er (mogelijk) schaarste ontstaan aan deze energiebronnen, omdat deze ook nodig zijn in sectoren waar weinig alternatieven zijn, zoals hogetemperatuuropwekking voor de industrie, brandstoffen voor de lucht- en scheepvaart, en grondstof (feedstock) voor de industrie. Het is denkbaar dat deze afnemers meer zullen betalen voor deze energiebronnen. Als deze situatie gaat optreden, dan is biomassa niet of beperkt beschikbaar voor warmtelevering aan de gebouwde omgeving. Wel kan restwarmte vanuit deze sectoren -die hogetemperatuurbronnen gebruiken- gebruikt worden voor warmtelevering aan de gebouwde omgeving. Groengas en waterstof zullen (mogelijk) rechtstreeks toegepast worden in woningen/ gebouwen die moeilijk te verduurzamen zijn, zoals bijvoorbeeld monumenten.

Reactie Nuon:

De toenemende behoefte van biomassa in andere sectoren die op de langere termijn kan optreden, is in lijn met de visie van Nuon om de rol van biomassa in haar warmtenet op termijn sterk te reduceren of zelfs geheel te vervangen door andere duurzame bronnen.

2.4 Vraag 3: Reflectie op lock-in-risico bioketel

Nuon geeft aan dat het lock-in-risico, dat biomassa een blijvende rol zal blijven spelen in de basislast van de warmteproductie, klein is. Dit omdat de biomassacentrale na aflopen van de SDE+-subsidies hogere marginale kosten zal hebben, waardoor andere bronnen vanuit economisch oogpunt eerder ingezet worden. Bij toenemende ontwikkeling en implementatie van andere warmtebronnen en duurzame brandstoffen zal de biomassacentrale steeds meer worden ingezet als pieklasteenheid en hulpwarmtecentrale. De belangrijkste onzekerheid voor de realisatie van de visie is of deze alternatieve duurzame warmtebronnen (tijdig) gerealiseerd worden. Nuon heeft verschillende projecten gestart gericht op de realisatie van deze alternatieve duurzame warmtebronnen, zie Paragraaf 2.6.

Mening CE Delft:

Om te bepalen in hoeverre het lock-in-risico inderdaad klein is, is het van belang om te bezien of Nuon verplichtingen heeft om de biomassacentrale een bepaalde tijd toe te passen, of andere bronnen technisch kunnen samengaan met een biomassacentrale en/of andere bronnen op termijn (economisch) inderdaad interessanter worden om toe te passen dan de biomassacentrale. Hierbij maken we onderscheid in de situatie binnen de looptijd van de SDE+-subsidie (dus met subsidie) en na afloop van de SDE+-subsidie (zonder subsidie).

Bij de evaluatie van de technische inzetbaarheid van de biomassacentrale als pieklasteenheid hebben we gekeken naar de op- en afregelsnelheid van dit type vuurhaard en ketel (heet water, lage druk) en de combinatie van de centrale met de warmtebuffer. Daarnaast hebben we beoordeeld of de biomassacentrale als pieklasteenheid kan opereren (kan de centrale in draaiende reserve/hot stand-by gehouden worden?) en of de biomassacentrale altijd in deellastbedrijf moet opereren om snel bijgeschakeld te kunnen worden? Deze vragen worden hieronder beantwoord.

Binnen de looptijd van de SDE+-subsidie (2020-2032)

- Heeft Nuon verplichtingen om de biomassacentrale een bepaalde tijd toe te passen? Nuon zal voor de biomassacentrale SDE+-subsidie aanvragen. Hierbij geldt een maximum looptijd van de SDE+-subsidie van twaalf jaar¹³. De vergoeding is zodanig dat de kapitaallasten over de looptijd van de subsidie worden uitgekeerd. Daarmee creëert de SDE+-subsidie een stimulans om de productie maximaal in te zetten over de gehele looptijd van de subsidie. Het maximaal subsidiabele aantal vollasturen is 6.000 h/jr. (dus minder dan het gehele jaar: 8.760 uur). Daarmee is het aannemelijk dat over de looptijd van de SDE+-subsidie de biomassacentrale in de basislast zal draaien tot een maximum van 6.000 vollasturen per jaar (maximale benutting van de subsidie), tenzij andere technieken vanuit marktoverwegingen nog interessanter worden (economisch en/of maatschappelijk).
- Kunnen andere bronnen technisch samengaan met een biomassacentrale? Ja, andere bronnen (zoals geothermie en restwarmtebronnen) kunnen technisch gezien goed samengaan met een biomassacentrale¹⁴.

Nuon geeft aan dat ze voornemens is om een 120 MW biomassacentrale toe te passen. De grootte van de installatie is zo gekozen dat deze enerzijds groot genoeg is om het CO₂-doel te behalen, maar anderzijds klein genoeg dat er ook binnen de eerste twaalf jaar van de installatie (waarin de installatie nog 6.000 vollasturen per jaar basislast moet draaien om de SDE+-subsidie goed te kunnen gebruiken¹⁵) nog voldoende ruimte is voor andere duurzame bronnen die naar verwachting binnen deze periode online kunnen komen. Daarmee wordt voorkomen dat er voor andere duurzame bronnen geen ruimte is.

¹³ Met mogelijkheid om in een 13de jaar eventuele gemiste SDE+-productie in te halen, bijvoorbeeld als gevolg van een langdurige storing.

¹⁴ Laag temperatuurbronnen zoals aquathermie en restwarmte van datacenters kunnen toegepast worden in delen van het warmtenet waar de aanvoertemperatuur lager ligt.

¹⁵ Een installatie van 120 MW.th die 6.000 vollasturen op jaarbasis draait, produceert gemiddeld over het jaar 82 MW.th.



- Is er naast de biomassacentrale van 120 MW ruimte voor andere bronnen?
Uit Figuur 3 blijkt dat voor het jaar 2030 en verder er ruimte in de basislast ontstaat voor minimaal een geothermiebron van 30 MW en verscheidene datacenters in Amsterdam. De ruimte in de basislast van het Diemen-net ontstaat mede vanwege de verwachte groei van het Diemen-net.

Na de looptijd van de SDE+-subsidieperiode (2033 e.v.)

De looptijd van SDE+-subsidie is twaalf jaar en in die twaalf jaar wordt de installatie volledig afgeschreven. Na het verlopen van de SDE+-subsidie kan Nuon de productie van de biomassacentrale voortzetten. In de huidige SDE+-categorieën voor levensduurverlening is geen CAPEX-vergoeding opgenomen, waardoor bij een levensduurverlenging ook niet de in de SDE+ aangenomen vollasturen gemaakt hoeven te worden om de CAPEX terug te verdienen. Hierdoor is het de verwachting dat andere bronnen met lagere marginale kosten (zoals geothermie of restwarmte van datacenters/aquathermie) de basislast zullen verzorgen en de biomassacentrale wordt bedreven in middenlast of zelfs pieklast.

De vraag is dan relevant of de biomassacentrale technisch gezien bedreven kan worden voor middenlast- of pieklastwarmteproductie. Het ontwerp zal volgens Nuon (conform de specificatie-eisen in de uitgezette tender) de volgende regeltechnische kenmerken krijgen:

- een op- en afregelsnelheid van tenminste 5% per minuut;
- een minimum deellastbedrijf van 25-35%;
- een beperkte opstarttijd bij koude start, die ruim binnen een uur moet vallen.

Dit maakt de installatie technisch geschikt om ook als middenlast of pieklast bedreven te worden. De installatie hoeft ook niet altijd in deellastbedrijf te draaien om snel bijgeschakeld te kunnen worden, omdat variaties in de warmtevraag (bijvoorbeeld tussen dag en nacht) opvangen kunnen met de buffer. Daarnaast kan de installatie buiten het stookseizoen geheel uitgezet worden.

De inzet van de biomassacentrale na afloop van de SDE+-subsidie zal bepaald worden door marginale kosten van de biomassacentrale ten opzichte van andere duurzame bronnen. De verwachting is dat geothermie, restwarmte van datacenters en de inzet van aquathermie de basislast zullen verzorgen (zie Figuur 3).

Conclusie CE Delft:

1. *Vanuit een economische benadering (inzet o.b.v. marginale kosten) is er voor Nuon een prikkel om -indien andere technieken beschikbaar komen- de inzet van de biomassacentrale te verschuiven van basislast naar middenlast of zelfs pieklast.*
 - *Binnen de looptijd van de SDE+-subsidie:
Wij verwachten dat de biomassacentrale -in eerste instantie- als basislast wordt ingezet. Andere duurzame bronnen (geothermie en laagtemperatuurwarmte) die later beschikbaar komen en ook SDE+-subsidie ontvangen, zullen naar verwachting vóór de biomassacentrale worden ingezet omdat ze lagere marginale kosten hebben.
Als de verwachte groei in het warmtenet optreedt, is er ruimte voor meerdere alternatieve duurzame warmtebronnen zonder dat dit de vollasturen van de biomassacentrale beïnvloedt.*
 - *Na afloop van de looptijd van de SDE+-subsidie:
Er is voor Nuon geen noodzaak meer om de biomassacentrale maximaal in te zetten, omdat de biomassacentrale dan volledig is afgeschreven en er geen kapitaalkosten meer worden vergoed vanuit de SDE+. Daarmee wordt het logisch om de ketel steeds meer op te schuiven van basislast naar pieklast. De basislast wordt dan steeds meer overgenomen door andere duurzame bronnen.*
2. *Er is nog wel onzekerheid over de tijdige beschikbaarheid van alternatieve duurzame technieken (geothermie en laagtemperatuurwarmte). Daarom adviseren wij Nuon om samen met de gemeenten en provincies waar Nuon warmte levert te werken aan de ontwikkeling van deze alternatieve bronnen.*
3. *Ondanks dat wij op basis van de marginale kosten van verschillende warmtebronnen verwachten dat de biomassacentrale vanzelf zal opschuiven naar middenlast en pieklast, adviseren wij Nuon om met partijen afspraken te maken dat alternatieve duurzame bronnen na de initiële SDE+-periode voorrang krijgen op de biomassacentrale. Om te voorkomen dat de biomassacentrale op economische gronden in de basislast bedreven blijft worden, zou Nuon deze alternatieve bronnen voorrang kunnen geven op de biomassacentrale, mits deze bronnen beschikbaar zijn, een vergelijkbare of betere CO₂-prestatie hebben en een realistisch (economisch) alternatief zijn. We raden Nuon daarom aan om een afspraak met stakeholders te maken over de inzet van de biomassacentrale na afloop van de SDE+-subsidie, specifiek: de verschuiving van basislastinzet naar midden- en pieklastinzet.*

2.5 Vraag 4: Reflectie vanuit klimaatverandering

Klimaatverandering is een zogenaamd ‘budgetprobleem’. Het gaat er niet alleen om de broeikasgasemissies te reduceren, het gaat ook om het tempo van die reducties. Uiteindelijk gaat het om de som van de totale hoeveelheid emissies over de jaren heen. Het is daarom belangrijk dat er zo snel mogelijk wordt gestart met het reduceren van de broeikasgasemissies, en dat niet wordt afgewacht of er later wellicht betere technieken beschikbaar zijn om dat te doen. Daarbij gelden wel drie criteria:

1. De technieken die nu worden ingezet moeten ofwel passen in het toekomstig beeld, ofwel passen in een transitiepad. Met andere woorden: als ze niet in het toekomstig beeld passen moet de inzet nú niet leiden tot een latere lock-in-situatie. Dit is het onderwerp van de vorige paragraaf en wij zien geen significant lock-in risico voor de geplande biomassacentrale.
2. De technieken die nu worden ingezet moeten over de gehele keten bezien zorgen voor een substantiële reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van de huidige situatie.
3. Broeikasgasemissiereductie is onderdeel van een algemener streven naar duurzaamheid. In het geval van biomassa-inzet betekent dat dat naast eisen aan broeikasgasemissiereductie ook bredere duurzaamheidseisen aan de biomassaketen moeten worden gesteld.

De CO₂-emissiereductie en bredere duurzaamheid van de inzet van ‘biomassa’, met name houtachtige biomassa, is onderwerp van een debat tussen voor- en tegenstanders. Er zijn soorten biomassa-inzet waarbij het middel inderdaad erger is dan de kwaal, en waarbij er sprake is van onduurzaamheid. Dat is ondervangen in de SDE+-regeling door strenge duurzaamheidseisen te stellen aan de inzet van gesubsidieerde biomassa-inzet. In de huidige SDE-regeling (2018) zijn die duurzaamheidscriteria nog niet verbonden aan de specifieke inzet van houtpellets in stofwolkovens voor de productie van warmte voor stadswarmtenetten. Naar verwachting wordt die eis wel in de regeling vanaf 2019 opgenomen. Mocht dat niet het geval zijn dan adviseren we Nuon om zich vrijwillig aan die duurzaamheidscriteria te verbinden, en om bij de inkoop van de pellets ook te handelen in de geest van die criteria.

Conclusie CE Delft:

Wij steunen -onder voorwaarden- de keuze van Nuon voor de toepassing van een biomassacentrale voor het Diemen warmtenet. Voor de korte termijn zien wij de biomassacentrale als enige logische keuze. Deze levert meteen een broeikasgasemissiereductie op, en snelle reducties van broeikasgasemissies zijn essentieel voor het beteugelen van het klimaatprobleem. Afwachten is geen optie. Alternatieven zijn ofwel niet toepasbaar voor de basislastproductie van het warmtenet, ofwel duurder dan de biomassacentrale, ofwel nog niet beschikbaar.

Mocht de SDE+ dit nog niet eisen voor de specifieke toepassing van Nuon, dan raden we met klem aan dat Nuon zich op vrijwillige basis conformeert aan de duurzaamheidscriteria die zijn opgenomen in de SDE+-eisen voor subsidiering van bio-energie en dat door een onafhankelijke partij laat controleren (i.e. certificeren onder, bijvoorbeeld, NTA-8080 ('Better Biomass')) en dat Nuon bij inkoop van de biomassapellets handelt in de geest van die criteria.

Tevens willen we Nuon adviseren om -samen met partijen- actief te werken aan de ontwikkeling van de alternatieve hernieuwbare warmtebronnen zoals die in de routekaart worden voorzien (zie verder de punten bij 'lock-in' uit de vorige paragraaf).



2.6 Vraag 5: Reflectie op acties van Nuon voor realisatie van alternatieven

Uit de gesprekken met Nuon-medewerkers is gebleken dat Nuon aan diverse projecten en acties werkt om de transitie naar een CO₂-vrij warmtenet in 2040 te realiseren. Hieronder staat een beknopte beschrijving van de acties en daarna geven wij ons advies hierop.

Op dit moment heeft Nuon de volgende projecten/acties geïnitieerd voor de CO₂-roadmap:

– **Organisatorisch:**

De CO₂-reductiedoelstelling is opgenomen in de managementdoelstellingen van Nuon Warmte. Daarin zijn tevens mijlpalen gedefinieerd voor de korte termijn, die borgen dat er zowel op de lange termijn doelen als op de korte termijn concrete voortgang wordt geboekt. Daarbij is er een nieuwe functie in het leven geroepen - die van programma-manager duurzame warmte. Dit creëert een duidelijke verantwoordelijkheid en aanspreekpunt voor de CO₂-roadmap. De CO₂-roadmap wordt jaarlijks bijgewerkt met de laatste inzichten.

– **Geothermie:**

Nuon participeert in een project samen met de gemeente Almere en de provincies Noord-Holland en Flevoland. Het doel is het mogelijk maken van de ontwikkeling van (ultra diepe) geothermie voor de stadsverwarming van Amsterdam/Diemen/Almere. In 2019 zal er vanuit het landelijke geothermie seismiek-programma 'SCAN' seismiek geschoten worden van de regio. Volgens de laatste inzichten is een geothermiebron in de regio niet vóór eind 2026 operationeel. Of geothermie in de regio van Amsterdam en Almere technisch en economisch mogelijk is, is momenteel nog niet te zeggen - daarvoor is de kennis van de ondergrond nog te beperkt. Dit kan pas met zekerheid gezegd worden als er ook daadwerkelijk geboord is, omdat op de seismiek niet te zien is of een laag ook voldoende permeabel is.

– **Datacenters:**

Nuon heeft samen met datacenters de verschillende technische concepten, en hun CO₂-prestatie, onderzocht waarmee datacenterrestwarmte in het warmtenet kan worden ingevoed. De volgende stap is een pilotproject met de focus op nieuwbouw. Meerdere locaties worden momenteel overwogen voor een eerste pilot.

– **Aquathermie:**

Nuon maakt al langer gebruik van aquathermie om te koelen (stadskoeling d.m.v. een koudenetwerk) maar nog niet om te verwarmen. Er zijn verkennende gesprekken over de mogelijkheden met o.a. Unie van Waterschappen en Eneco. Nuon ziet veel gelijkenissen met datacenter restwarmte en hoopt de ervaringen met datacenter restwarmte ook te kunnen gebruiken in toekomstige aquathermieprojecten.

– **Bio-olie:**

Nuon onderzoekt de mogelijkheden voor bio-olie voor het verduurzamen van (nieuwe) piekketels.

– **Waterstof:**

Nuon, GasUnie en Equinor (voormalige Statoil) hebben een gezamenlijk project voor de productie van blauwe waterstof en de toepassing hiervan in 1 van de 3 eenheden van de Magnum-centrale in de Eemshaven. De ervaringen van dit project geeft Nuon meer inzichten in de kansen en uitdagingen voor waterstof op de locatie Diemen. De waterstof kan daarbij op Diemen potentieel zowel in WKC's ingezet worden (in combinatie met de buffer) als in piek-gasketels.



- **Centrale Elektrische boiler (E-boiler, Power-to-Heat):**
Nuon heeft een project voor het onderzoeken van de haalbaarheid van een E-boiler (Power-to-Heat) op de Diemens-site. In 2019 verwachten Nuon een besluit te nemen over de haalbaarheid en, bij een positieve uitkomst, een E-boiler te ontwikkelen.
- **Seizoensopslag:**
Nuon ziet seizoensopslag van warmte als een mogelijk belangrijke technologie in een CO₂-neutraal warmtenet. Seizoensopslag maakt het mogelijk om beter gebruik te maken van bronnen die het hele jaar in dezelfde volumes beschikbaar zijn, zoals geothermie en/of restwarmte. Nuon heeft zich gecommitteerd aan het GOWO-project van Deltares en partners, welke mogelijk samengevoegd wordt met een Europees project van TNO en IF Technology op seizoensopslag.
- **Beleid:**
Nuon zet zich actief in voor ondersteunend beleid voor CO₂-vrije stadswarmte, zoals: effectieve SDE+-categorieën, het meetellen van restwarmte in BENG-normen, het klimaatakkoord, etc.

Advies CE Delft:

Uit de gesprekken met Nuon-medewerkers en aangeleverde documentatie is gebleken dat Nuon vele acties en projecten uitvoert die gericht zijn op het daadwerkelijk realiseren van de routekaart naar een CO₂-vrije stadverwarming.

- **Acties inzichtelijk maken:**
Ons eerste advies aan Nuon is om deze projecten meer inzichtelijk te maken voor externe stakeholders, zodat partijen weten welke activiteiten er lopen, kunnen leren van de resultaten van de projecten en kunnen samenwerken met Nuon om eerder en betere resultaten te verkrijgen. Wij adviseren: Maak een heldere beschrijving van de projecten (SMART geformuleerd) waar Nuon aan werkt; Wat zijn de (verwachte) resultaten?; Wat zijn de relaties en afhankelijkheden tussen de projecten/activiteiten?; En publiceer en actualiseer deze beschrijving op bijvoorbeeld een website.
- **Beschrijf wat nodig is van andere partijen:**
Maak een position paper waarin staat wat Nuon op welk moment wil bereiken, wat Nuon daar zelf voor gaat doen en welke acties van andere partijen nodig zijn om de doelen van Nuon mogelijk te maken. Om de klimaatdoelen te bereiken moeten partijen intensief samenwerken. Het samenwerken begint bij het begrijpen van elkaars positie. Daar dient dit position paper een belangrijke bijdrage aan te leveren.
- **Richt een duurzame warmtecoalitie op:**
Om de inzet op het verduurzamen van stadswarmte te intensiveren is het gewenst dat de stadswarmtebedrijven verduurzaming van de warmtenetten als expliciet doel benoemen en daar ook een jaartal aan koppelen. Nuon kan daarin het voortouw nemen, eventueel door samen te werken met een kopgroep. Op basis van zo'n duidelijke propositie kunnen ook afspraken worden gemaakt met andere partijen, waaronder het Rijk.
- **Geothermie:**
Geothermie wordt momenteel gezien als een belangrijk alternatief voor de biomassacentrale voor de basislast op de middellange termijn. Daarom adviseren wij

Nuon om de onderzoeksactiviteiten daarop te focussen. In 2019/2020 zullen de resultaten van het landelijke geothermie seismiek-programma SCAN beschikbaar komen, waarna Nuon dient te bepalen hoe kansrijk geothermie is en een plan voor de vervolgfase(n) op te stellen.

- **Aquathermie:**
Voor de periode na 2030 is aquathermie kansrijk in bepaalde delen van het gebied waar Nuon warmte levert en levert het ook een hoge CO₂-besparing¹⁶. Wij adviseren Nuon om al op korte termijn een proefproject te starten zodat nu ervaring opgedaan wordt met deze techniek, die straks breder toegepast gaat worden.
- **Stimuleren laagtemperatuurafgiftesystemen:**
Voor de periode na 2030 zien wij dat andere verwarmingstechnieken (dan een biomassacentrale) een rol van betekenis zullen gaan spelen voor de verwarming van de gebouwde omgeving. Dit zullen vaak ook laagtemperatuurtechnieken zijn, zoals aquathermie, restwarmte van datacenters, etc. Om het invoeden van deze bronnen te faciliteren, is het wenselijk dat ook het afgiftesysteem (voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding) in bestaande woningen aangepast wordt. Wij willen Nuon adviseren om initiatieven te steunen van de landelijke overheid, provincies, gemeenten, corporaties en belangenorganisatie van woningeigenaren, gericht op het stimuleren van laagtemperatuurafgiftesystemen in woningen/gebouwen.
- **Waterstof:**
Wij willen Nuon adviseren om aan te sluiten bij de coalitie die zich in het NoordZeeKanaalGebied (NZKG) richt op het realiseren van een waterstofnetwerk in het Noordzeekanaalgebied, met een koppeling met een te ontwikkelen landelijk waterstofnetwerk. Het doel zou moeten zijn om met behulp van deze coalitie het waterstofnetwerk van het NoordZeeKanaalGebied door te trekken naar de Diemenlocatie.

¹⁶ CE Delft, 2018 en [Amsterdam wil fors inzetten op aquathermie om de stad aardgasvrij te maken](#)

Bronnen:

CE Delft, 2018. *Nationaal potentieel van aquathermie : Analyse en review van de mogelijkheden*, Delft: CE Delft.

TNO, 2016. *Branche Innovatie Agenda: Ultra-Diepe Geothermie: Casus Almere en Barendrecht*, Delft: TNO.



A Documenten

Deze second opinie is gebaseerd op onderstaande documenten, aangevuld met informatie uit gesprekken met Nuon-medewerkers.

- Review op CO₂-roadmap Diemen-warmtenet - Intro + Overzicht:
 - Bijlage I - Nuon verduurzaming warmtenet Amsterdam-Diemen-Almere;
 - Bijlage II - Diemen Green Heat -evaluation of options 171130 (in dit document worden verschillende technieken onderling vergeleken).

