



Part of VATTENFALL 

Beoordeelde alternatieven duurzame stadswarmte

Inleiding

Het doel van verduurzaming van de stadswarmte is om de basislast van de warmtevraag (de vraag die het hele jaar door bestaat – ook in de zomer) op korte termijn te vergroenen. Hierdoor wordt met relatief weinig capaciteit relatief veel groene warmte opgewekt, omdat de eenheid het hele jaar door ingezet kan worden. Voor de verduurzaming van de stadswarmte die geleverd wordt vanuit locatie Diemen, zijn verscheidene alternatieven onderzocht. Deze groene warmte is enerzijds nodig om aan onze eigen ambities te voldoen voor het vergroenen van onze stadswarmte en is anderzijds ook nodig voor de afnemers van stadswarmte om aan de energieprestatie-eisen voor nieuwbouw te voldoen (de BENG-eisen). Deze BENG-eisen gaan per 2020 in en vereisen onder andere dat 50% van de primaire energie input die in de nieuwe gebouwen wordt gebruikt uit hernieuwbare bronnen komt.

Met het oog op het realiseren van Nuon's vergroeningsambities en het voldoen aan de BENG-eisen dient de groene bron aan de volgende voorwaarden te voldoen:

- ◆ CO₂-intensiteit / hernieuwbare warmte: de warmtebron dient de CO₂-intensiteit van het warmtenet te verlagen en is het liefst volledig CO₂-vrij maar op zijn minst CO₂ armer dan de huidige warmtebronnen. Daarnaast dient de warmte mee te tellen als hernieuwbare warmte voor BENG.
- ◆ Capaciteit: de bron is in staat 50% van de jaarlijkse warmtevraag te leveren. Hiervoor is een broncapaciteit van rond de 100 MW vereist welke het hele jaar door kan produceren.
- ◆ Tijdigheid: inbedrijfname in 2020 of 2021. Dit is van belang in verband met de eisen die zijn gesteld in BENG.

Mede op basis van bovengenoemde punten zijn de volgende alternatieven voor verduurzaming van de stadswarmte onderzocht:

- ◆ Geothermie
- ◆ Restwarmte datacenters met warmtepompen
- ◆ Zonnecollectoren
- ◆ Restwarmte uit de industrie
- ◆ Restwarmte uit datacenters
- ◆ Elektrische boilers
- ◆ Bio-olie
- ◆ Biogas
- ◆ Waterstof

Geothermie

Algemeen: bij geothermie wordt energie gewonnen uit de diepe ondergrond, waar de temperatuur met ongeveer 30 graden per kilometer diepte toeneemt. Op dit moment wordt geothermie al op zo'n 15 locaties in Nederland toegepast voor het verwarmen van kassen. Hierbij wordt warm water met een temperatuur van ca. 70-90 graden Celsius opgepompt van een diepte van 2 á 3 km. Geothermie kan niet overal. Er dient een geschikte watervoerende laag aanwezig te zijn die voldoende permeabiliteit heeft: dat wil zeggen dat de betreffende laag voldoende water doorlaat zodat er warm water omhoog gepompt kan worden.

CO₂-intensiteit en hernieuwbaarheid: Geothermie is een hernieuwbare warmtebron en wordt ook als zodanig erkend onder de BENG-regels. Er is enige elektriciteit nodig voor het oppompen van het water. Dit brengt een beperkte CO₂-uitstoot met zich mee (er dient volgens de regels gerekend te worden met de CO₂-intensiteit van de Nederlandse elektriciteitsmix), echter de CO₂-intensiteit van geothermische warmte is zeer laag (en wordt verder verlaagd naarmate de Nederlandse elektriciteitsmix verder wordt vergroend).

Capaciteit en technische haalbaarheid: de bestaande geothermiebronnen in Nederland hebben een typische capaciteit van rond de 12 MW. De capaciteit en temperatuur van een geothermiebron in omgeving Amsterdam-Almere is momenteel onzeker. Dit komt doordat er weinig bekend is over de ondergrond in dit gebied. De bestaande geothermiebronnen in Nederland begeven zich in gebieden waar in het verleden veel naar olie en gas is geboord: waarbij de ondergrond nauwkeurig in kaart is gebracht. Dit is niet het geval in de regio Amsterdam-Almere.

Om de potentie van geothermie in deze regio in kaart te brengen werkt Nuon samen met de gemeente Almere en de provincies Noord-Holland en Flevoland aan een initiatief om de ondergrond beter in kaart te brengen. Daarvoor is seismisch onderzoek nodig. Afhankelijk van de uitkomsten van dit onderzoek zal meer duidelijk worden over de potentie van geothermie in deze regio. Daarbij is het mogelijk dat geothermie de potentie heeft om de volledige basislast van het warmtenetwerk te leveren, maar het is ook mogelijk dat de capaciteit beperkt is. Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het potentieel van geothermie in de regio onzeker is.

Tijdigheid: De ontwikkeling van geothermie is een langdurig proces. Daarbij speelt dat met de beperkte kennis van de ondergrond in de regio Amsterdam-Almere de verwachting is dat de beste kansen voor geothermie op dieptes van meer dan 4 km liggen. Men spreekt dan over Ultra Diepe Geothermie. Er is nog weinig ervaring met Ultra Diepe Geothermie en dit betekent dat een eventuele geothermie bron pas in de tweede helft van de jaren 20 operationeel zal kunnen zijn.

Conclusie: vanwege de lange ontwikkeltijd biedt (ultra diepe) geothermie op de korte termijn geen oplossing voor de behoefte aan een hernieuwbare basislast bron. Wel is (ultra diepe) geothermie een veelbelovende optie om de basislast warmte op middellange termijn te leveren. Daarom zet Nuon haar activiteiten met het oog op geothermie in de regio voort. Voor de kortere termijn zal echter en alternatieve groene warmte bron ontwikkeld moeten worden.

Restwarmte datacenters met warmtepompen

Algemeen: Datacenters produceren restwarmte bij het koelen van hun servers. Deze restwarmte heeft typisch een temperatuur van rond de 25 graden maar kan met een warmtepomp opgewerkt worden naar een hoger niveau. Nuon is in gesprek met meerdere datacenters over het gebruiken van hun restwarmte in het warmtenet.

CO₂-intensiteit en hernieuwbaarheid: De restwarmte van datacenters geldt momenteel niet als hernieuwbaar volgens de rekenregels voor BENG. Tevens heeft datacenter restwarmte een hogere CO₂-intensiteit dan de gemiddelde CO₂-intensiteit van de huidige bronnen. Dat komt doordat de warmtepomp elektriciteit verbruikt en deze elektriciteit gewaardeerd wordt op de CO₂-intensiteit van de gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix. Volgens de Nationale Energieverkenning 2017 (NEV) was de CO₂-intensiteit van Nederlandse elektriciteit in 2015 530 kg CO₂/MWh. Met een warmtepomp van 3,5 betekent dit op dit moment een CO₂-intensiteit van 150 kg CO₂/MWh_warmte. Ter vergelijking, de gemiddelde CO₂-intensiteit van het bestaande warmtenet van Amsterdam-Oost en Almere bedroeg in 2016 de helft hiervan, 78 kg CO₂/MWh.

Ondanks dat de restwarmte van datacenters vandaag niet als hernieuwbaar meetelt voor BENG en met de elektriciteitsmix van vandaag een hogere CO₂-intensiteit heeft dan het huidige warmtenet, ziet Nuon toch een belangrijke rol voor deze warmtebronnen. De elektriciteitsmix zal immers snel verder vergroenen (lagere CO₂-intensiteit), waarmee ook de warmte van deze bron (inclusief warmtepomp) een steeds lagere CO₂-intensiteit zal hebben.

Capaciteit en technische haalbaarheid: In Amsterdam zijn veel datacenters gevestigd, waarmee ook een substantieel potentieel bestaat voor het gebruik van restwarmte van datacenters.

Conclusie: Restwarmte uit datacenters voldoet niet aan de eisen voor een groene warmtebron die hierboven gesteld zijn. Toch zal Nuon haar activiteiten met datacenters voortzetten, omdat restwarmte uit datacenters op termijn, met het vergroenen van de Nederlandse elektriciteitsmix, steeds groener zal worden en helpt bij het uitfaseren van aardgas. Echter, er zal een alternatieve groene warmtebron nodig zijn om op korte termijn hernieuwbare warmte toe te voegen aan het net en de CO₂-prestatie van het net te verbeteren.

Elektrische boilers

Algemeen: Elektrische boilers zetten elektriciteit om in warmte. Dat is met name zinvol op momenten dat er veel zon- en / of windenergie beschikbaar is. Een elektrische boiler kan op dergelijke momenten overschotten aan zon- en windenergie omzetten naar duurzame warmte. Echter, buiten deze momenten zou een elektrische boiler elektriciteit gebruiken die is opgewekt met bijvoorbeeld een gascentrale. Op deze momenten zijn de elektriciteitsprijzen normaliter ook te hoog voor een elektrische boiler om economisch te kunnen draaien. Dat betekent dat een elektrische boiler maar relatief weinig uren in het jaar aan zal staan. Daarmee produceert een elektrische boiler niet de benodigde hoeveelheid groene warmte.

CO₂-intensiteit en hernieuwbaarheid: Daarnaast is het zo dat elektrische boilers onder de BENG-regels niet meetellen als hernieuwbare warmte en dat hun CO₂-prestatie, net als datacenter restwarmte met warmtepompen, wordt gewaardeerd tegen de CO₂-intensiteit van de Nederlandse elektriciteitsmix. Daarmee zou een elektrische boiler volgens de officiële rekenregels de CO₂-intensiteit van het warmtenet juist verhogen in plaats van verlagen.

Conclusie: elektrische boilers zijn geen alternatief voor een biomassaketel omdat ze niet tellen als hernieuwbare warmte onder BENG, ze de CO₂ prestatie van het net volgens de officiële rekenregels verslechteren, en ze te weinig uren in een jaar draaien om voldoende warmte te produceren.

Zonnecollectoren

Algemeen: Zonnecollectoren zetten energie van de zon om in warmte. Zij leveren daarmee hernieuwbare en CO₂-vrije warmte. Nuon heeft reeds een 5 MW zonnecollectorveld in Almere staan. Deze levert duurzame warmte aan het warmtenet.

Capaciteit en technische haalbaarheid: Het nadeel van zonnecollectoren is dat ze vooral warmte in de zomer leveren en maar zeer beperkt in de winter, wanneer de warmtevraag het grootste is. Vanwege zowel het ruimtebeslag als de seizoensgebonden productie van zonnecollectoren is het niet mogelijk om 50% van de warmte van het net met zonnecollectoren te produceren. Ter indicatie, voor 10% van de warmtevraag zou ongeveer 1 GW aan zonnecollectoren nodig zijn: dat is 200 keer het zonnecollectorenveld in Almere.

Conclusie: zonnecollectoren kunnen een beperkte bijdrage leveren aan de benodigde groene warmte maar vormen geen realistisch alternatief om grootschalige basislast warmte te produceren.

Industriële restwarmte

Algemeen: Industriële restwarmte is warmte die vrijkomt bij industriële processen en die momenteel afgegeven wordt aan de omgevingslucht of –water. Daar waar het potentieel voor industriële restwarmte in de regio Rotterdam zeer groot is, is het potentieel in de directe omgeving van het warmtenet van Amsterdam-Oost en Almere beperkt, omdat er weinig industrie is met grote hoeveelheden restwarmte. Daarnaast is het zo dat industriële restwarmte van fossiel gestookte elektriciteitscentrales geldt onder de BENG-regels niet geldt als hernieuwbaar. Wel heeft het een zeer lage CO₂-intensiteit.

Conclusie: industriële restwarmte vormt geen realistisch alternatief omdat het niet als hernieuwbare warmte meetelt en het potentieel in deze regio bovendien zeer beperkt is.

Bio-olie

Algemeen: Bestaande gasketels kunnen omgebouwd worden zodat ze ook op bio-olie kunnen draaien. Bio-olie is hernieuwbaar en CO₂-vrij en kan daarom het net vergroenen.

Capaciteit en technische haalbaarheid: Bio-olie is een relatief schaarse en dure brandstof. Ter indicatie, in de SDE+ wordt voor houtchips gerekend met een prijs van 5,6 €/GJ, voor houtpellets met 10 €/GJ en voor bio-olie met een prijs van 15,6 €/GJ. Dat maakt bio-olie minder geschikt voor installaties die het hele jaar door draaien: voor die gevallen zijn vaste biomassa installaties een goedkopere optie die minder subsidie nodig hebben. Bio-olie is daarentegen wel zeer geschikt voor zogenaamde piek- en back-up-installaties die relatief weinig uren in het jaar draaien maar wel snel moeten kunnen opstarten.

Conclusie: bio-olie is met name een geschikte technologie voor piek- en back-up installaties. Nuon wil een installatie realiseren die basislast groene warmte produceert. Hiervoor is een installatie op vaste biomassa een betere optie gezien de lagere kosten en de grotere beschikbaarheid van vaste biomassa.

Biogas

Algemeen: Biomassa kan middels vergisting of vergassing omgezet worden in biogas. Dit biogas kan vervolgens ingezet worden voor de productie van warmte en / of elektriciteit.

Capaciteit en technische haalbaarheid: Indien gebruik wordt gemaakt van houtige biomassa en het doel de productie van warmte is dan ligt verbranding als technologie voor de hand in plaats van vergassing. Verbranding van biomassa is een bewezen technologie die veelvuldig in zowel Nederland als in het buitenland wordt toegepast. Vergassing van houtige biomassa is een technologie waar nog weinig ervaring mee bestaat en die, bij toepassing voor warmteproductie, weinig of geen voordelen biedt ten opzichte van verbranding, terwijl de installatie aanzienlijk complexer is.

Naast vergassing van vaste biomassa kan biogas tevens geproduceerd worden door vergisting van natte biomassa zoals mest en reststromen uit de landbouw en voedselverwerking. Gezien de benodigde capaciteit van warmtelevering, is het plaatsen van een vergister op de locatie Diemen in verband met de hoeveelheid en aard van de benodigde grondstoffen (mest, agrarische reststromen, etc.) niet haalbaar.

Conclusie: Biogas heeft als brandstof voor hernieuwbare warmteproductie ten opzichte van directe verbranding van vaste biomassa geen toegevoegde waarde. Toepassing van vergisting op grote schaal in stedelijk gebied is niet haalbaar.

Waterstof

Algemeen: Waterstof kan aardgas vervangen in bestaande gasketels en gascentrales. Waterstof kan geproduceerd worden uit hernieuwbare elektriciteitsbronnen zoals wind en zon.

Capaciteit en technische haalbaarheid: Samen met GasUnie en Statoil doet Nuon op dit moment onderzoek naar de mogelijkheden voor inzet van waterstof in onze moderne gascentrales. Dit is echter een ontwikkeling die naar verwachting niet voor 2030 tot duurzame warmteproductie op de locatie Diemen zal leiden en vormt daarmee geen alternatief voor een biomassaketel die op korte termijn groene warmte kan produceren.

Conclusie: De toepassing van waterstof in Diemen is gezien de status van ontwikkeling nog niet haalbaar op de korte termijn (2020/21).

Samenvattend

Samenvattend kan gesteld worden dat er een grote diversiteit aan warmtebronnen bestaat die hernieuwbare en / of CO₂-arme warmte kunnen produceren. De toekomstige warmteproductie voor het warmtenet van Amsterdam-Almere zal dan ook bestaan uit een mix van deze bronnen. De figuur hieronder is een weergave van de CO₂-roadmap die Nuon voor het warmtenet van Amsterdam-Oost en Almere heeft ontwikkeld. Daarin is te zien dat er over de tijd verschillende duurzame warmtebronnen worden toegevoegd om in 2040/2050 volledig CO₂- en fossielvrij te zijn. Nuon heeft concrete initiatieven op al deze technologieën, variërend van restwarmte van datacenters tot geothermie en waterstof. Op korte termijn is een biomassaketel de enige optie om grootschalig basislast groene warmte te produceren en dat is waar dit project zich op richt. Daarbij is de verwachting dat de rol van basislast warmteproductie op termijn overgenomen kan worden door geothermie. De rol van biomassa verschuift daarmee op termijn naar flexibel groen warmtevermogen.

