NOTITIE

Datum: 16 oktober 2025

Referentie: 27390/25.320897

Onderwerp: Haalbaarheid en meerwaarde van een SMR voor de gemeente Den Helder

Inleiding

Net als wind- en zonne-energie produceert kernenergie geen CO_2 tijdens de opwekking van stroom. Ze kan daardoor een belangrijke rol spelen in de energietransitie en in het streven naar een klimaat-neutrale energievoorziening in 2040. Naast de grote conventionele kerncentrales die het Rijk ontwikkelt, is er steeds meer aandacht voor kleinere, modulaire kerncentrales (de zogenaamde Small Modular Reactors, SMR's).

In vergelijking met andere vormen van energie kent kernenergie zeer hoge veiligheidseisen. De energiedichtheid is bijzonder hoog, waardoor relatief veel minder ruimte en materialen nodig zijn per megawattuur. Kerncentrales gaan zestig tot tachtig jaar mee, en hoewel de initiële kapitaalkosten hoog zijn, zijn de totale systeemkosten per megawattuur in principe gunstig door de hoge beschikbaarheid. Hierdoor blijven aanvullende investeringen in netwerk, opslag en back-upcapaciteit beperkt. De opwek van kernenergie leidt tot radioactief afval van gebruikte uraniumstaven en geactiveerde infrastructuur. Dit afval is klein in volume en goed beheersbaar. In Nederland zorgt de COVRA in Vlissingen voor de veilige afvoer en opslag.

SMR's bieden ten opzichte van grote kerncentrales nog een aantal voordelen. Door hun kleinere vermogen en voetafdruk zijn ze makkelijker inpasbaar op meer diverse locaties, zoals op of bij industrieterreinen. Door de centrale gestandaardiseerde serieproductie van prefab-componenten wordt de bouwtijd op locatie aanzienlijk verkort. Vooral de innovatieve SMR-concepten van de zogenaamde vierde generatie bieden veelal intrinsieke veiligheid, op basis van fysische eigenschappen, waardoor ze minder actieve koeling en andere veiligheidssystemen nodig hebben. Ondanks hun kleinere schaal kunnen ze in de toekomst naar verwachting toch concurreren op kosten dankzij een vereenvoudigd ontwerp, modularisering van standaardcomponenten, de kortere bouwtijd en dus lagere kapitaalkosten – vooral zodra ze in grotere aantallen gebouwd gaan worden.

Naast elektriciteitsopwekking kan een SMR ook voor andere toepassingen worden ingezet. Zo kan de warmte die ontstaat bij een SMR ingezet worden voor stadsverwarming of industriële toepassingen. Ook warmtekrachtkoppeling is mogelijk. Daarnaast kan de elektriciteit en warmte gebruikt worden door een electrolyse-installatie voor de productie van waterstof, een energiedrager die in diverse sectoren in de toekomst belangrijk kan zijn.

Een SMR zou daarmee een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van een CO_2-vrij energiesysteem. De gemeente Den Helder heeft daarom NRG PALLAS en Tractebel verzocht onderzoek te doen naar de haalbaarheid en de mogelijke meerwaarde van een SMR voor haar gemeente. In deze samenvattend notitie zijn hiervan de resultaten te vinden, kijkend naar

1) kansrijke SMR's voor Nederland,

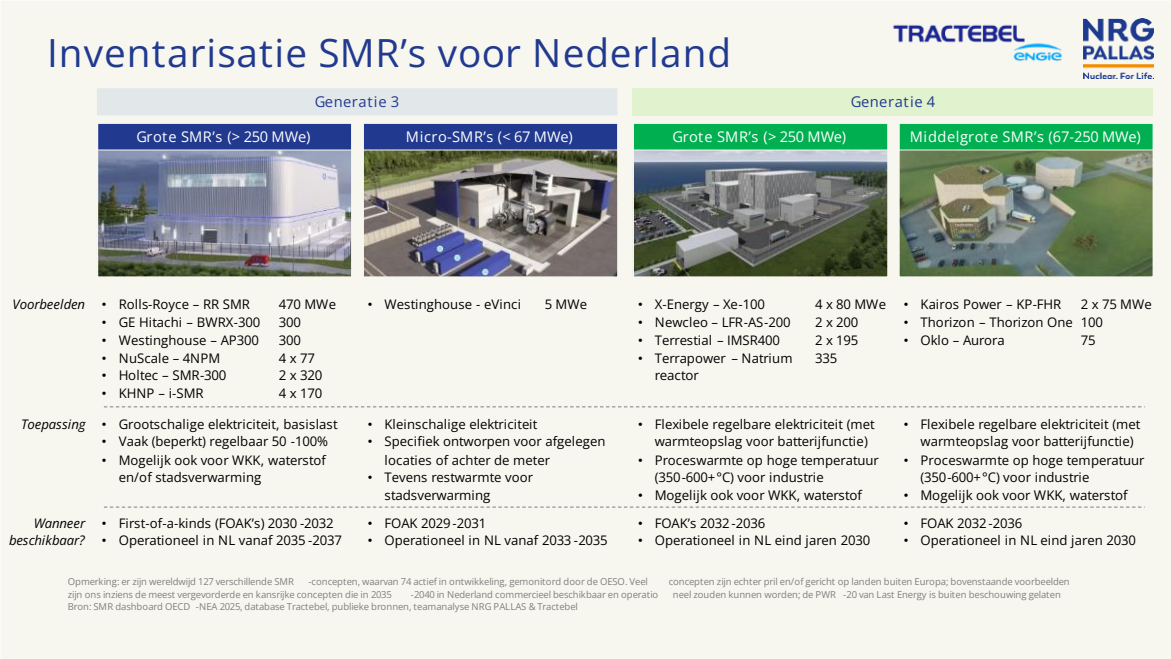
2) de inpassing op de beoogde locatie, en

3) de energetische inpassing, oftewel de match met de lokale energievraag.

1. Inventarisatie van mogelijke SMR's

Als eerste stap in het onderzoek is gekeken naar mogelijke SMR's voor de gemeente Den Helder die op niet al te lange termijn (2035-2040) gerealiseerd kunnen worden. Hoewel er wereldwijd circa honderd SMR's in ontwikkeling zijn, is het aantal dat in de periode 2035-2040 commercieel in Nederland zou kunnen draaien, beperkt tot waarschijnlijk een handvol SMR's die gebaseerd zijn op bestaande technologie, de zogenaamde derde generatie. Deze SMR's zijn gebaseerd op bewezen reactortechnologie en vergevorderd in hun ontwikkeling. Er zijn al een aantal reactoren in het buitenland in voorbereiding of zelfs al in aanbouw. Meer geavanceerde SMR's van generatie 4 zijn nog volop in ontwikkeling en omdat gebruikgemaakt wordt van nieuwe technologieën, bestaat er een grotere onzekerheid over de termijn waarop deze reactoren op de Nederlandse markt komen.

Inventarisatie van kansrijke SMR's voor Nederland 2035-2040



Inventarisatie SMR's voor Nederland

	Generatie 3		Generatie 4	
	Grote SMR's (> 250 MWe)	Micro-SMR's (< 67 MWe)	Grote SMR's (> 250 MWe)	Middelgrote SMR's (67-250 MWe)
Voorbeelden	• Rolls-Royce – RR SMR 470 MWe • GE Hitachi – BWRX-300 300 • Westinghouse – AP300 300 • NuScale – 4NPM 4 x 77 • Holtec – SMR-300 2 x 320 • KHNP – i-SMR 4 x 170	• Westinghouse - eVinci 5 MWe	• X-Energy – Xe-100 4 x 80 MWe • Newcleo – LFR-AS-200 2 x 200 • Terrestial – IMSR400 2 x 195 • Terrapower – Natrium reactor 335	• Kairos Power – KP-FHR 2 x 75 MWe • Thorizon – Thorizon One 100 • Oklo – Aurora 75
Toepassing	• Grootschalige elektriciteit, basislast • Vaak (beperkt) regelbaar 50 -100% • Mogelijk ook voor WKK, waterstof en/of stadsverwarming	• Kleinschalige elektriciteit • Specifiek ontworpen voor afgelegen locaties of achter de meter • Tevens restwarmte voor stadsverwarming	• Flexibele regelbare elektriciteit (met warmteopslag voor batterijfunctie) • Proceswarmte op hoge temperatuur (350-600+°C) voor industrie • Mogelijk ook voor WKK, waterstof	• Flexibele regelbare elektriciteit (met warmteopslag voor batterijfunctie) • Proceswarmte op hoge temperatuur (350-600+°C) voor industrie • Mogelijk ook voor WKK, waterstof
Wanneer beschikbaar?	• First-of-a-kinds (FOAK's) 2030 -2032 • Operationeel in NL vanaf 2035 -2037	• FOAK 2029 -2031 • Operationeel in NL vanaf 2033 -2035	• FOAK's 2032 -2036 • Operationeel in NL eind jaren 2030	• FOAK 2032 -2036 • Operationeel in NL eind jaren 2030

Opmerking: er zijn wereldwijd 127 verschillende SMR -concepten, waarvan 74 actief in ontwikkeling, gemonitord door de OESO. Veel concepten zijn echter pril en/of gericht op landen buiten Europa; bovenstaande voorbeelden zijn ons inziens de meest vergevorderde en kansrijke concepten die in 2035 -2040 in Nederland commercieel beschikbaar en operationeel zouden kunnen worden; de PWR -20 van Last Energy is buiten beschouwing gelaten
Bron: SMR dashboard OECD -NEA 2025, database Tractebel, publieke bronnen, teamanalyse NRG PALLAS & Tractebel

Wanneer ingezoomd wordt op de generatie 3-SMR's valt op dat deze in te delen zijn in grote SMR's (meer dan 250 megawatt elektrisch vermogen, MWe) en kleine reactoren (minder dan 67 MWe). Er zijn op dit moment geen SMR's in de middencategorie (67 MWe tot 250 MWe) in ontwikkeling die in de periode 2035-2040 commercieel beschikbaar komen. Wel zijn er een aantal reactorconcepten, bijvoorbeeld NuScale waarvan één enkele unit in deze categorie valt, echter deze worden om economische redenen enkel aangeboden met twee of vier units tegelijk op één locatie, waarmee deze praktisch gezien alsnog in de categorie groot vallen. De kleine SMR's zijn vooral ontworpen om afgelegen gebieden die geen directe aansluiting op het elektriciteitsnet hebben te voorzien van elektriciteit of voor achter-de-meteroplossingen. Deze SMR's zijn relatief duur per megawattuur en daarmee erg onwaarschijnlijk voor inpassing op een locatie zoals Den Helder.

2. Ruimtelijke inpassing

De gemeente Den Helder heeft één specifieke locatie aangewezen waar mogelijk een SMR ontwikkeld kan worden; te weten Kooypunt 4. Daarbij is aangegeven dat deze locatie eventueel uitgebreid kan worden met het naastgelegen terrein, Kooypunt 3.

Ruimtelijke inpassing op locatie

Gasleidingen
- Strook van 40-58 m breed
- Aan weerszijden moet nog 6+ meter extra worden vrijgehouden
- Gasleiding niet op voorhand showstopper voor de ANVS; wel extra projectrisico

Omliggende activiteiten
- Moet rekening houden met veiligheidscontouren van vergister, waterstofprojecten, luchthaven, batterijen en scheepvaart. Dit wordt niet op voorhand als rode vlaggen gezien.

Voor de inpassing zijn een aantal aspecten belangrijk. Allereerst dient de locatie groot genoeg te zijn om de bouw van een SMR te kunnen realiseren. Daarnaast dient er voldoende mogelijkheid te zijn om de warmte die wordt geproduceerd te allen tijde af te kunnen voeren en vereist de huidige regelgeving een aansluiting op het elektriciteitsnet.

Ruimte

Het benodigde oppervlak voor een SMR hangt samen met het vermogen. Voor een micro-SMR is 2 hectare voldoende, een middelgrote SMR heeft 3-10 hectare nodig en een grote SMR heeft circa 15 hectare nodig. Een uitzondering vormt de AP300 van Westinghouse die minder dan 10 hectare nodig heeft. Voor de bouw is tijdelijk extra ruimte nodig, in het algemeen komt dat neer op ongeveer twee keer zoveel ruimte extra erbij.

Het beschikbare oppervlak op Kooypunt 4 is 14-15 Ha, Kooypunt 3 meet 10-13 Ha en het gecombineerde oppervlak is ca. 25 Ha.

Zoals aangegeven in onderstaande tabel is Kooypunt 4 groot genoeg voor micro-SMR's en middelgrote SMR's. Voor grote SMR's wordt inpassing een uitdaging en is verder onderzoek nodig. In geval van samenvoeging met Kooypunt 3 zijn in principe alle SMR's inpasbaar qua oppervlakte.

Echter, er liggen diverse gasleidingen onder Kooypunt die het terrein doorsnijden. Een reactor boven gasleidingen is een unicum en zal leiden tot vragen en complicaties bij de vergunningaanvraag. In principe kan de terreingrens van een SMR over de gasleidingen lopen; wel zal aangetoond moeten worden dat dit veiligheidstechnisch kan waarbij eventueel aanvullende maatregelen nodig zijn. Ook geeft dit allerlei bijkomende praktische uitdagingen; zo zullen er bijvoorbeeld afspraken m.b.t. toegankelijkheid gemaakt moeten worden met de eigenaar van de gasleidingen. Er moet daarom rekening gehouden worden met een noodzakelijke opdeling in een westelijk en een oostelijk deel, waardoor effectief minder dan de helft van de ruimte overblijft.

Micro-SMR's blijven in dat geval prima inpasbaar op Kooypunt 4. Echter, middelgrote en grote SMR's passen dan in het algemeen niet (met uitzondering van de Thorizon One). Voor deze reactoren zal het nodig zijn om Kooypunt 3 en 4 samen te voegen. Het westelijke deel van de combinatie is ca. 13 Ha en het oostelijke deel ca. 10 Ha. Dat geeft voldoende ruimte voor een middelgrote SMR. Het inpassen van een grote SMR op het westelijke dan wel oostelijke deel blijft een uitdaging. Zonder verder onderzoek kan daarover geen uitsluitsel worden gegeven. Mogelijk is een (kostbare) aanpassing van het ontwerp vereist om een grote SMR op Kooypunt ingepast te krijgen.

Inpassing SMR's op Kooypunt

		Terreingrens over gasleiding (mogelijk niet toegestaan)		**Bij opdeling oost-west** (meest waarschijnlijke scenario)	
		Kooypunt 4	**Kooypunt 3+4**	**Kooypunt 4**	**Kooypunt 3+4**
Micro-SMR	1-2 Ha	✓	✓	✓	✓
Middelgrote SMR	3-10 Ha	✓	✓	×	✓
Grote SMR	15+ Ha	(ntb)	✓	×	(ntb)

Koeling

Afschattende berekeningen tonen aan dat koeling van SMR's voor alle opties (groot, middelgroot en micro) kan. In de meeste gevallen zal dit gedaan worden met behulp van koelmodules (op basis van verdampingskoeling). Doorstroomkoeling met stromend water vanuit het Noord Hollands kanaal geeft weliswaar een hoger rendement, maar mogelijkheden daarvoor zijn beperkt. Voor grote en middelgrote SMR's is doorstroomkoeling geen optie. Het debiet van het Noord Hollands kanaal is hiervoor ontoereikend. Doorstroomkoeling met water uit het Noord Hollands kanaal is enkel mogelijk voor micro SMR's, echter voor micro SMR's worden standaard meestal koelmodules voorgesteld.

Netaansluiting

Een SMR zal aangesloten moeten worden op een elektriciteitsnet. In alle gevallen is een aansluiting nodig voor de stroomvoorziening van de (veiligheids)systemen van de reactor zelf. Deze aansluiting vraagt slechts een beperkte capaciteit.

Daarnaast zal ook de geproduceerde stroom moeten worden afgezet. Voor micro-SMR's is aansluiting op een middenspanningsnet (10, 20, 25-36 of 50 kV) waarschijnlijk voldoende. Middelgrote SMR's vereisen aansluiting op het 110 kV- of 150 kV-hoogspanningsnet van TenneT en grotere SMR's bij voorkeur op het 380 kV-hoogspanningsnet. Op dit moment is dit niet onmiddellijk mogelijk aangezien het net momenteel aan zijn capaciteit zit. Als de aanvraag voor aansluiting tijdig in gang wordt gezet, dan zal een aansluiting op in ieder geval het middenspanningsnet mogelijk vanaf 2036 gerealiseerd kunnen worden.

Positief is dat SMR's netcongestie verlichten. Door lokale koppeling binnen een laag- of middenspanningsnet vindt minder transport over het hoogspanningsnet plaats. De constante, voorspelbare of zelfs (deels) regelbare productie stabiliseert regionale netten en kan tevens helpen om piekbelasting van zonne- en windenergie tegen te gaan. Een strategisch geplaatste grote SMR kan knelpunten in het landelijke net verlichten.

Voor de afzet van de energie is het naast, of in plaats van, levering aan het publieke elektriciteitsnet ook mogelijk om een 'achter de meter'-oplossing in te richten, met een directe verbinding naar lokale stroomafnemers. Bij deze optie zijn er verschillende uitdagingen. Ten eerste moeten evenzeer kosten gemaakt worden voor de aansluiting en er moet een partij gevonden worden die de aansluiting aanlegt. Daarnaast moet een afnemer of groep afnemers gevonden worden die het risico willen aangaan om een langdurig contract af te sluiten met een nog te ontwikkelen SMR-concept. Tenslotte moet aanvullende back-up-capaciteit worden gevonden voor de 5-10 procent van de tijd dat een SMR uit bedrijf is voor onderhoud en brandstofwissels.

3. Energetische inpassing

Een SMR moet liefst evenzeer aansluiten bij de lokale energievraag. In een analyse van de gemeente zijn hiertoe drie vraagscenario's bepaald, zoals aangegeven in onderstaande tabel.

Elektriciteitsverbruik en benodigde elektrische capaciteit in drie vraagscenario's

	Scenario		2020	2025	2030	2035	2040
Vraag	1 Autonome groei	TWh	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Elektriciteit	2 Waterstof		0,3	0,3	0,5	0,9	1,5
Stad Den Helder	3 Waterstof en datacentra		0,3	0,3	0,7	1,6	3,8
Benodigd vermogen	1 Autonome groei	MWe	32	39	47	58	70
bij 90% loadfactor	2 Waterstof		32	39	66	113	194
	3 Waterstof en datacentra		32	39	89	206	475

Bron: analyse van gemeente Den Helder

Toekomstscenario 1 – Autonome groei

Momenteel is het elektriciteitsverbruik in Den Helder circa 0,3 terawattuur (TWh) oftewel circa 300 gigawattuur (GWh). In een autonoom scenario zal het verbruik door natuurlijke groei toenemen. Het aantal inwoners en bedrijven in Den Helder neemt in de komende tijd licht toe. Daarbij stijgt het gemiddelde verbruik door een toenemend aantal elektrische auto's, warmtepompen en overige elektrificatie. Ook Tenaz, de marine, TESO en de haven zullen in de toekomst meer stroom nodig hebben voor hun groeiambities. Naar verwachting zal in 2040 zo'n 600 GWh aan stroom worden verbruikt. Dit vergt een capaciteit van 70 MWe met een beschikbaarheid ('loadfactor') van 90 procent.

De SMR's die in de gestelde periode van 2035-2040 gerealiseerd kunnen worden hebben allen een vermogen van 300 MWe of meer en leveren dus veel meer dan de lokale stroomvraag in dit scenario.

Toekomstscenario 2 – Waterstof

In een tweede scenario worden verschillende waterstofinstallaties gerealiseerd die 15-20 kton waterstof per jaar gaan produceren. In dat geval kan de stroomvraag in 2040 toenemen tot 1,5 GWh, waarvoor in totaal bijna 200 MWe aan capaciteit nodig is.[i]

Een belangrijke overweging in dit scenario is de economische businesscase. Productie van waterstof door middel van kernenergie is momenteel niet rendabel. Op dit moment wordt vooral 'grijze' waterstof geproduceerd door middel van *Steam Methane Reforming* (stoomreforming van methaan). De kosten hiervoor zijn minder dan € 1 per kg waterstof. Groene waterstof, geproduceerd met wind- of zonne-energie, kost momenteel rond de € 7 à 8 per kg of meer. Productie met behulp van een SMR zou rond de € 3,50 kosten volgens een recente studie van ULC-Energy (2024). Door tijdelijk van waterstofproductie te switchen naar stroomproductie op piekmomenten wanneer de stroomprijs heel hoog is, zou dit bedrag nog wat lager kunnen worden – maar nog steeds niet concurrerend met grijze waterstof. Deze situatie verandert op het moment dat CO_2-rechten flink duurder worden, of grijze waterstof niet meer toegestaan is.

De SMR's die in de gestelde periode van 2035-2040 gerealiseerd kunnen worden hebben allen een vermogen van 300 MWe of meer en leveren dus meer dan de lokale stroomvraag in dit scenario.

Toekomstscenario 3 – Waterstof en datacentra

In het derde scenario, waarbij ook geleverd kan worden aan de datacentra en agrarische bedrijven in Agriport, groeit de stroomvraag tot 3,8 GWh, waarvoor 475 MWe aan capaciteit nodig is. In dit scenario kan de stroomproductie van een SMR dus volledig lokaal worden afgezet. Momenteel wordt Agriport (deels) voorzien door een nabijgelegen windpark. Dit park zal in de toekomst aan vervanging toe zijn, bovendien komt er mogelijk een derde datacentrum bij, zodat extra vraag naar elektriciteit ontstaat die door een SMR kan worden ingevuld.

In theorie is een achter-de-meter-oplossing mogelijk indien een elektriciteitskabel van 20 km wordt aangelegd, door een partij als ECW Energy, van Kooypunt naar Agriport, eventueel ondergronds. In de 90-95 procent van de tijd dat de SMR draait levert de SMR aan de datacentra. Tijdens perioden van onderhoud en brandstofwissels kunnen de datacentra gebruikmaken van de bestaande aansluiting op het net. Deze mogelijkheid kan verder worden onderzocht, zowel technisch als economisch.

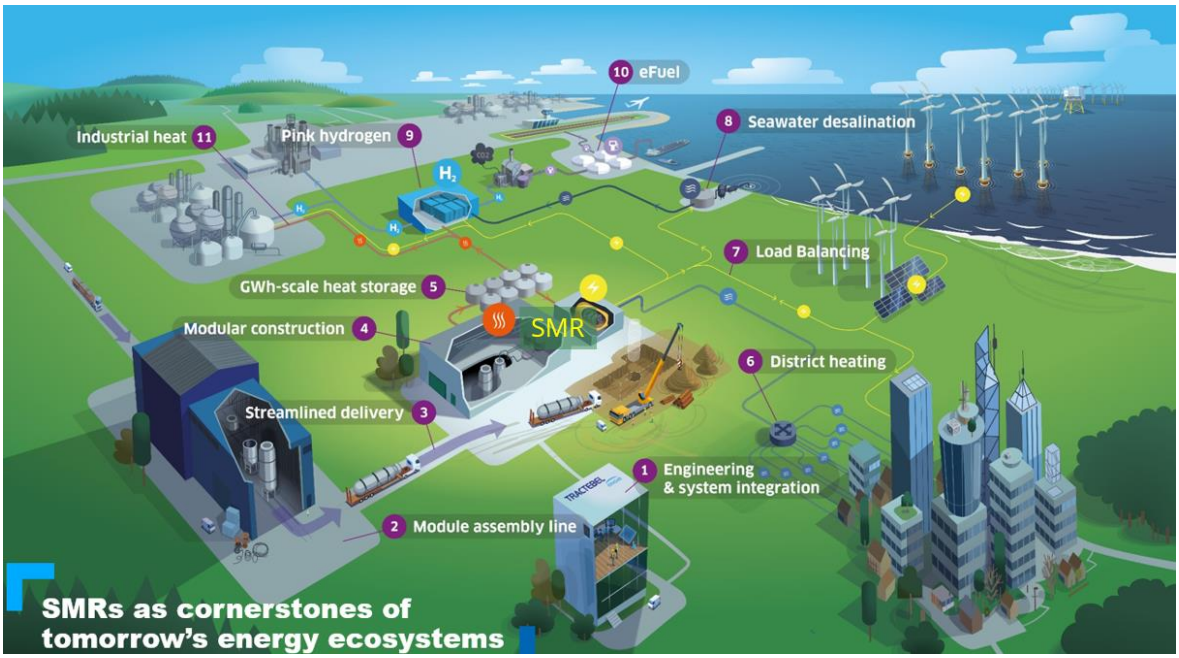
Indien geen lokale vraag kan worden gemobiliseerd dan kan de SMR aan het landelijke net leveren, hetgeen in overleg zal gaan met Liander en TenneT.

Meerwaarde van een SMR

In de Toekomstvisie Energie heeft de gemeente Den Helder de ambitie geformuleerd om in 2040 energieneutraal te zijn, waarbij verschillende bouwstenen worden ingezet – waaronder mogelijk een SMR – om tot een klimaat neutrale energiemix te komen. Om dat doel te halen moet een SMR worden gerealiseerd in de periode tussen 2035 (de vroegst mogelijke datum) en 2040. Op die termijn zijn alleen SMR's van generatie 3 met een capaciteit van minimaal 300 MWe realistisch. Om deze te kunnen plaatsen op Kooypunt zijn nader onderzoek en wellicht aanpassingen aan het terrein noodzakelijk. Koeling is geen technisch beletsel omdat alle SMR's de mogelijkheid van koelmodules hebben. Lokale levering kan alleen worden gerealiseerd door afnamecontracten vanuit Agriport, waarbij in theorie een achter-de-meteraansluiting kan worden toegepast.

Als er in Den Helder een SMR gerealiseerd wordt dan kan deze zorgen voor een grote impuls voor stad en regio. De SMR zal de stad voorzien van CO_2-arme elektriciteit en mogelijk kan de restwarmte worden ingezet voor stadsverwarming. De SMR kan ook worden ingezet om stroom en stoom te leveren voor een hogetemperatuur-electrolyser waarmee jaarlijks 15-20 kton waterstof kan worden geproduceerd. Het hebben van een betrouwbare en stabiele bron van elektriciteit en warmte heeft een aantrekkende werking op bedrijven, bijvoorbeeld van bedrijven uit de metropoolregio Amsterdam. Daarnaast brengt een grotere SMR ook 200 à 300 voltijdsbanen aan structurele en hoogwaardige werkgelegenheid met zich mee. Dit aantal zal nog stukken hoger zijn tijdens de bouwfase van de reactor.

Rol en toegevoegde waarde van een SMR in een toekomstig energiesysteem



4. Aanbevelingen

In dit onderzoek is duidelijk geworden dat uitgaande van de gestelde randvoorwaarden, te weten een SMR vóór 2040, met name grote generatie 3-SMR's geschikt zijn. Echter is voor dit type SMR niet op voorhand duidelijk of de aangewezen locatie op Kooypunt geschikt is. Hiervoor is meer gedegen onderzoek naar inpassing van specifieke SMR ontwerpen noodzakelijk. Wij stellen daarom voor dat de gemeente een marktconsultatie organiseert waarbij geïnteresseerde SMR-leveranciers op basis van een aantal objectieve criteria wordt gevraagd aan te tonen dat hun SMR inpasbaar is op Kooypunt. In principe hoeven de criteria een SMR van Generatie 4 niet uit te sluiten.

Wij stellen hierbij een proces voor dat er als volgt uit zou kunnen zien:

- Ga verder met consultatieronde langs mogelijke SMR-leveranciers, naast Orange Hills / GE Hitachi, ook bij andere aanbieders; krijg scherp wat er mogelijk is en wat de interesse uit de markt is.
- Stel zorgvuldig objectieve eisen, criteria en randvoorwaarden vast (met juridische ondersteuning van een specialist aanbestedingen). Stel eveneens vast wat de terreingrenzen zijn.
- Als blijkt dat slechts precies 1 aanbieder voldoet, dan kan de gemeente publiek kenbaar maken dat ze voornemens is met deze aanbieder een verder traject te starten. Als geen andere aanbieder bezwaar maakt, dan kan het proces versneld verder. Als meerdere aanbieders

aannemelijk maken te kunnen voldoen aan de vraag, dan zal mogelijk een publieke aanbesteding gestart moeten worden.

- De gemeente kan met de enige, of winnende, aanbieder een intentieovereenkomst sluiten, met de verplichting om een onderzoek en implementatieplan te maken. Van haar kant zorgt de gemeente dat de grond tijdelijk wordt gereserveerd. Daarbij wordt de verantwoordelijkheid bij de aanbieder gelegd om aan te tonen dat deze de SMR kan inpassen, koelen, aansluiten op het net dan wel achter de meter, en de productie kan afzetten. En dat daarvoor de financiering, organisatie en partners beschikbaar gemaakt kunnen worden.
- Mocht dat traject positief uitpakken, dan is de volgende stap een anterieure overeenkomst.
- Mocht dat traject niet positief uitpakken, dan kan de gemeente samenwerking zoeken met andere gemeenten in de Kop van Noord-Holland, de provincie, het Rijk, Liander en Tennet, en de mogelijkheid onderzoeken om een regionale SMR in het landelijke net op te nemen.