

## KLEINE, MODULAIRE KERNREACTOREN

# Kernenergie economisch van 'scale' naar 'series'

Ondanks de tegenwind uit bepaalde politieke en industriële hoeken lijkt het er elke dag meer op dat ook de jongste en krachtigste Belgische kernreactoren voor elektriciteitsproductie, Tihange 3 en Doel 4, in 2025 definitief worden stilgelegd. De discussie over alternatieve productiemiddelen woedt volop. Daarin komen ook kleinschalige, modulaire kernreactoren aan bod.

DOOR KOEN MORTELMANS

**H**et grootste huidige probleem van hernieuwbare energie is het onregelmatige karakter van energiebronnen, zoals zonlicht en wind. Er worden wel almaar meer zonnepanelen opgesteld en windturbines gebouwd, maar de mogelijkheden om de erdoor geproduceerde elektriciteit op te slaan blijven beperkt en vooral duur. Meer flexibiliteit inbouwen in het productieritme van bestaande kernreactoren is een van de denkpluisten, net als het bouwen of reactiveren van aardgasgestookte centrales. Maar in Frankrijk sprak president Emmanuel Macron zich in oktober 2021 al uit ten gunste van 'small nuclear reactors' (SMR). In zijn plan 'France 2030' trekt hij een miljard euro uit voor de ontwik-

keling ervan. Dat is een belangrijk signaal, want Frankrijk is wereldwijd het land met het grootste aandeel (75%) kernenergie in zijn totale energieproductie. Ook België is voorlopig sterk afhankelijk van kernenergie. Het heeft, in vergelijking met Frankrijk, nauwelijks waterkrachtcentrales, maar slaagde er wel in om in 2016 zijn laatste steenkoolgestookte centrale (Genk-Langerlo) stil te leggen. Veel andere Europese landen, Duitsland inbegrepen, zijn nog afhankelijk van sterk vervuilende steen- en/of bruinkool.

### Reactoren met water als koelmiddel

"Er zijn diverse types SMR", legt Peter Baeten uit, professor kernreactortecnologie aan de VUB en Universiteit

Hasselt, tevens adjunct-directeur-generaal van het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK CEN) in Mol en ondervoorzitter van het Europese nucleaire onderzoeksplatform SNE-TP. "De reactoren met water als koelmiddel worden gedragen door een mature technologie en de ervaringen met ruim 400 grote kernreactoren wereldwijd. Wereldwijd zijn er verschillende dergelijke SMR in aanbouw of vergund, onder meer in Argentinië, de VS en Zuid-Korea. En in Rusland is er de 35 MW-reactor op het arctische schip Akademik Lomonosov." Baeten denkt aan 2030 als tijdshorizon voor de inzet van dergelijke reactoren. "Tegen dan zullen er voldoende operationele installaties zijn om als praktische voorbeelden te fungeren.

De VS is een grote potentiële markt. De Amerikaanse regulator NRC levert er een design-certificaat af. Dat certificaat is meteen in heel de VS geldig. In tegenstelling tot de VS is in Europa elk land afzonderlijk verantwoordelijk voor zijn vergunningsprocedures. Dit bemoeilijkt een snelle uitrol."

### Nieuwe koelmiddelen

"Een tweede type reactoren gebruikt een ander koelmiddel als water, zoals vloeibaar lood, vloeibaar natrium of gesmolten zout. Deze technologieën hebben niet hetzelfde maturiteitsniveau als water: bijkomend onderzoek naar deze innovatieve koelmiddelen is dus nog nodig. Zo kijken we nog naar de mogelijke corrosie van de metalen reactorwanden door deze koelmiddelen. Ze zijn wel veelbelovend, omdat er dankzij dergelijke koelmiddelen veel minder langlevende en sterk radiotoxische elementen, de zogenaamde mindere actiniden in het hoogradioactief afval, ontstaan dan bij watergekoelde reactoren." Baeten verwacht dat de eerste reactoren van dit type pas tegen 2035 operationeel zullen zijn.

### Grote reactoren te duur

Meer nog dan het beperkte maatschappelijke draagvlak vormt de hoge kostprijs een remmende factor voor de bouw van grote, nieuwe kerncentrales. Finland bouwt al sinds 2005 aan Olkiluoto-3,

een krachtige kernreactor met een vermogen van 1.600 MW. Dit project liep al heel wat vertraging op. Deze reactor zou op termijn moeten instaan voor het dekken van 15% van de Finse energiebehoefte. Ook in Frankrijk (Flamanville) en het VK (Hinkley Point C) liep de geplande bouw van centrales met grote reactoren al aanzienlijke vertragingen op. "SMR kunnen dit probleem omzeilen", denkt Baeten. "Je moet 'modulair' daarbij interpreteren als het in reeks gebruiken van kleine modules, met bijvoorbeeld een vermogen van 50 tot 300 MW elektrisch. Energiebedrijven kunnen dan starten met één enkele reactor en daarna geleidelijk opschalen naar een grotere reeks. Dit vergt veel minder basiskapitaal en bij de latere investeringsrondes kunnen de intussen door de eerste modules gegenereerde winsten worden ingezet."

### 'Economy of series'

"Projecties geven Europa ruimte voor een twintigtal SMR met een elektrisch vermogen van 150 MW tegen 2035. Waar de bestaande kerncentrales werden opgetrokken op basis van een 'economy of scale' kunnen de SMR worden gebouwd volgens een 'economy of series.' De bestaande reactoren hebben veel individuele kenmerken. Hun assemblage werd grotendeels op de site zelf uitgevoerd. SMR worden gebouwd met zo veel mogelijk kant-en-klare modules uit een fabriek: zo kunnen die productielijnen worden gestandaardiseerd en dus veel goedkoper werken." Die redenering geldt uiteraard ook voor de bouw van de reactoren. "Ik schat dat voor de bouw van een installatie van 300 MW een investering in de orde van 1,5 miljard euro nodig is. Dit is haalbaar op de Westerse privémarkt. Wanneer dergelijke installaties in serie worden gemaakt kan die prijs zelfs tot 20% zakken." Met een vermogen van elk 400 MW zijn Doel 1 en 2 de kleinste bestaande kernreactoren in België.

**Andries Gryffroy:** "SMR van ongeveer 200 MW kunnen perfect worden geplaatst op de huidige, in de nabije toekomst deels ontmantelde, nucleaire sites. (Foto Emy Elleboog)



**Peter Baeten:** "Ik verwacht niet dat voor het gebruik en onderhoud van watergekoelde SMR essentieel andere competenties nodig zijn dan voor de huidige reactoren." (Foto: SCK CEN)

Tihange 3, de grootste, heeft een vermogen van 1.046 MW. De meest gangbare definities van SMR omschrijven een bovengrens van 300 MW aan elektrisch vermogen. "Op langere termijn is het kijken naar SMR van ongeveer 200 MW", denkt Vlaams parlementslid Andries Gryffroy (N-VA). "Die kunnen perfect worden geplaatst op de huidige, in de nabije toekomst deels ontmantelde, nucleaire sites. In Canada lopen op dit vlak al proefprojecten."

### Polen

Ook Polen denkt sterk in de richting van SMR. Grzegorz Wrochna van het Poolse nationale nucleaire onderzoekscentrum en momenteel lid van de Poolse regering, ziet kleine, gasgekoelde reactoren met een vermogen van ongeveer 165 MW als het hart van installaties die zowel elektriciteit als warmte produceren. Hun flexibiliteit zit erin dat ze vooral warmte produceren en



alleen elektriciteit wanneer daarnaar voldoende vraag is. Polen zou hiermee zijn problematisch verbruik van sterk vervuilende steenkool kunnen verminderen. Wrochna ziet een lokaal warmteopslagsysteem dicht bij de reactor als een goedkope manier om schommelingen in de energievraag in de loop van een etmaal op te vangen. "Er is een grote markt voor dergelijke warmtekrachtkoppelingsreactoren", stelt hij. "Op de dertien grootste chemische industriële locaties in Polen is een gezamenlijke productiecapaciteit van ongeveer 6.500 MW geïnstalleerd. Vandaag wordt deze capaciteit op kolen of gas gestookt." Hij houdt er rekening mee dat de kosten voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de toekomst zullen stijgen, doordat overheden dit meer en meer gaan belasten. Wrochna vindt dat er voldoende fysieke afstand en zelfs een barrière moet bestaan tussen reactor en chemiebedrijf. "600 m tot 1 km is voldoende. Op die manier is er geen interferentie tussen de producent en de consument van de energie. De barrière kan een berm of een heuvel zijn. De meeste chemische gassen zijn zwaarder dan lucht. Een berm zou die, in geval van incidenten in de fabriek, kunnen tegenhouden." Het Poolse energiebedrijf ZE Pak heeft volgens het Nederlandse Energieia al concrete plannen voor de bouw van vier tot zes reactoren met een gezamenlijk



**Ronnie Belmans:** "Voor 200 MW elektriciteit heb je continu 400 MW warmte. Ik zou niet weten wat daarmee aan te vangen over twintig jaar." (Foto EnergyVille)

vermogen van ruim 1.000 MW. Mijnbouwbedrijf KGHM zou vier tot twaalf reactoren van 77 MW willen bestellen, waarvan de eerste in 2030 startklaar moet zijn.

### Te veel warmte?

Ronnie Belmans, professor-emeritus aan de KU Leuven en adviseur bij onderzoekscentrum EnergyVille, heeft zijn bedenkingen. "Dergelijke reactoren hebben een rendement van 30%, dus voor 200 MW elektriciteit heb je continu 400 MW warmte. Ik zou niet weten wat daarmee aan te vangen over

**Grzegorz Wrochna:** "Er is een grote markt voor dergelijke warmtekrachtkoppelingsreactoren." (Foto Jakub Szymczuk National Centre for Nuclear Research)

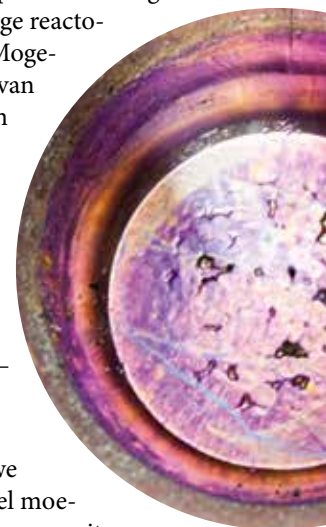
twintig jaar. Tegen dan zullen zowat alle huizen goed geïsoleerd zijn. Bovendien produceren de meeste chemische bedrijven zelf restwarmte." Hij wijst ook op de maatschappelijke aanvaardbaarheid: "Gezien warmte wegens de mogelijke verliezen niet al te ver mag worden vervoerd, moeten zulke centrales dichtbij de verbruikers staan." Baeten ziet naast elektriciteits- en warmteproductie ook de mogelijkheid dat bepaalde SMR-types ook ingeschakeld kunnen worden voor de productie van waterstof."

### Expertise

"Ik verwacht niet dat voor het gebruik en onderhoud van watergekoelde SMR essentieel andere competenties nodig zijn dan voor de huidige reactoren", meent Baeten. "Mogelijk kan de frequentie van de onderhoudsbeurten wel afnemen.

**Het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN onderzoekt onder meer het gebruik van eutectium als koelmiddel.** (Foto KM)

Bij het gebruik van reactoren met andere koelmiddelen zullen we de nodige expertise wel moeten binnenhalen van waar ze zit en in de nodige opleidingen voorzien." In Mol wordt vandaag alvast expertise opgebouwd over een vloeibaar lood-bismut eutectium als koelmiddel. ■



### Hoogspanningslijnen niet ontmanteld

Het huidige Belgische netwerk van hoogspanningslijnen is sterk gebaseerd op de belangrijkste productiecentra, de kerncentrales van Doel en Tihange. Een meer gedecentraliseerde elektriciteitsproductie in de toekomst kan de aanleg van extra lijnen elders noodzaken, maar betekent niet dat de kabels die vertrekken vanuit de huidige nucleaire sites gedeeltelijk zullen worden ontmanteld. "We zullen alle bestaande infrastructuur nodig blijven hebben", klinkt het bij Elia, de beheerder van het Belgische transportnet voor elektriciteit.