

# Schoon schakelen

## Een publicatie van het Platform Schoon schakelen

### Inleiding

Deze publicatie van het Platform Schoon Schakelen is een positiedocument waarin informatie is samengebracht over de gevolgen van het gebruik van het broeikasgas SF<sub>6</sub> in elektrische schakelinstallaties. Overeenkomstig het Intergouvernementele Panel voor Klimaatverandering (IPCC), is SF<sub>6</sub> het krachtigste gas van de zes belangrijkste broeikasgassen met een 'global warming potential' (aardeopwarmingspotentieel ofwel GWP) dat 23.000 keer zo groot is als dat van CO<sub>2</sub>. De levensduur van SF<sub>6</sub> in de atmosfeer bedraagt meer dan 1000 jaar. Om deze reden is SF<sub>6</sub> geplaatst op de Kyoto-lijst met stoffen waarvan het gebruik en de uitstoot tot een minimum moeten worden teruggebracht.

De uitstoot van SF<sub>6</sub>-gas uit schakelinstallaties draagt in aanzienlijke mate bij aan de dreiging van het broeikaseffect en de bijbehorende klimaatverandering. Deze publicatie wil bijdragen aan het verstrekken van heldere informatie om beleidsmakers bij de overheid, krachtcentrales en industriële bedrijven in staat te stellen verantwoorde keuzes te maken voor 'schone' schakelinstallaties voor de energiedistributie.

### Het energienetwerk en de schakel- en verdeelinstallaties

Energiecentrales wekken elektrische energie op die naar verbruikers wordt getransporteerd via een netwerk van bovengrondse leidingen en kabels. Schakelinstallaties zorgen voor een veilige beheersing en distributie van de elektriciteit op knooppunten in het distributienetwerk. Deze systemen vinden hun toepassing in krachtcentrales, proces(industrie), infrastructurele projecten, ziekenhuizen, bedrijfsgebouwen en winkelcentra. In geval van storingen moeten schakelaars de stroom in een elektrisch circuit verbreken.

Bij het transport en de distributie van elektriciteit wordt gebruikgemaakt van verschillende spanningsniveaus. Het netwerk kan dan op de meest efficiënte worden gedimensioneerd, en de energieverliezen tot een minimum worden beperkt. Er wordt hoogspanning (HS) (> 50 kV) gebruikt voor transport over lange afstand en middenspanning (MS) (1 - 50 kV) voor distributie via bovengrondse leidingen of ondergrondse kabels dicht bij de eindgebruikers. Op het niveau van de eindgebruiker wordt de middenspanning weer omgezet naar laagspanning die wordt gebruikt voor allerlei toepassingen.

### Er zijn SF<sub>6</sub>-vrije alternatieven beschikbaar

SF<sub>6</sub> is populair geworden als isolatie- en schakelmedium in schakelinstallaties vanwege de goede schakeleigenschappen en de betrekkelijke compactheid van dit type schakelinstallaties in vergelijking met conventionele luchtgeïsoleerde schakelinstallaties. Er is weliswaar geen economisch haalbaar alternatief voor SF<sub>6</sub>-gas voor HS-schakelmaterieel in het transportnetwerk, maar de toepassing van SF<sub>6</sub> voor MS-schakelmateriaal in het distributienetwerk is echter geheel onnodig.

Er zijn volledig gelijkwaardige alternatieven verkrijgbaar. Deze alternatieven kunnen bestaan uit de combinatie van vacuümtechnologie voor het schakelen en vaste stoffen voor de isolatie. Dit resulteert in minimale afmetingen en dezelfde compactheid als voor SF<sub>6</sub>-schakelinstallaties.

## Emissies van SF<sub>6</sub>-gas

Er zijn drie hoofdontwerpen voor schakelinstallaties waarin SF<sub>6</sub> wordt gebruikt. Bij de eerste twee ontwerpen, de zogenoemde 'controlled pressure'- en 'closed pressure'-systemen is het vrijkomen van SF<sub>6</sub> in de praktijk onvermijdelijk. Dit komt omdat tijdens de levenscyclus onderhoud aan de installaties moet worden uitgevoerd, waarbij lekkage optreedt. Er treedt ook lekkage op wanneer de installaties worden ontmanteld aan het einde van hun levenscyclus. Het derde hoofdontwerp is het hermetisch gesloten-systeem dat gedurende de levenscyclus geen onderhoud behoeft. Daardoor wordt beweerd dat de emissies van deze systemen als gevolg van lekkage beperkt is. Er zal echter altijd van enige lekkage sprake zijn, omdat pakkingen in de praktijk een bron van lekkage zijn.

### **SF<sub>6</sub>-gas – de feiten**

*SF<sub>6</sub> is een synthetische verbinding die uit één zwavelatoom en zes fluoratomen bestaat, en die normaal niet in de natuur voorkomt. SF<sub>6</sub> is gasvormig bij kamertemperatuur en is zwaarder dan lucht. Vanwege de sterke binding tussen de zwavel- en fluoratomen is SF<sub>6</sub> onder normale omstandigheden inert. Dit gas heeft bepaalde elektrische eigenschappen waardoor het geschikt is als isolatie- en schakelmedium in schakelinstallaties voor de energiedistributie. SF<sub>6</sub> heeft ook bepaalde nadelen. SF<sub>6</sub> wordt afgebroken tot giftige stoffen zoals HF, SOF<sub>2</sub>, SF<sub>4</sub> en S<sub>2</sub>F<sub>10</sub> bij verbranding of wanneer een interne vlamboog optreedt in het schakelmaterieel. In het geval dat zich een dergelijke interne vlamboog voordoet, komen SF<sub>6</sub>-gas en de giftige verbrandingsproducten vrij in de atmosfeer. Deze reacties treden ook op bij normaal gebruik, zodra een vlamboog wordt gedoofd. De giftige reststoffen blijven dan in de behuizing, waardoor er speciale voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen bij de ontmanteling van de installatie aan het einde van de levenscyclus. Er wordt jaarlijks ongeveer 8.000 ton SF<sub>6</sub> geproduceerd, waarvan circa 80 procent wordt gebruikt in de elektriciteitsindustrie voor het doven van vlamboogen, en voor koeling en isolatie. De wereldwijde productie van SF<sub>6</sub> neemt nog steeds toe, ondanks dat dit broeikasgas als 'onwenselijk' is opgenomen in het Kyoto-protocol.*

Doordat het energieverbruik stijgt, neemt ook het gebruik van SF<sub>6</sub> in absolute zin toe. Naar schatting zal de productie van SF<sub>6</sub>-gas in 2010 circa 10.000 ton bedragen. Met de toename van het aantal schakelinstallaties waarin SF<sub>6</sub>-gas wordt gebruikt voor schakel- en isolatiedoeleinden in elektriciteitsnetwerken, neemt de emissie van SF<sub>6</sub>-gas in de atmosfeer dienovereenkomstig toe. Bij ongewijzigd beleid zal deze trend zich verder voortzetten. Er is groeiende zorg over deze ontwikkeling, omdat die zo nauw verweven is met de stijging van de temperatuur van de aarde en de daarmee gepaard gaande klimaatverandering. Aangezien er geen nauwkeurige cijfers over de emissie van SF<sub>6</sub> zijn, is er niet veel bekend over de omvang van dit lekverlies. In de praktijk worden er echter emissies tussen 6% en 13% bereikt.

In veel landen waar SF<sub>6</sub>-gas in schakelinstallaties wordt toegepast, worden nu maatregelen genomen om de emissie van SF<sub>6</sub> te beperken. Voorbeelden hiervan zijn het vrijwillige programma van de Environmental Protection Agency (EPA) in de VS en de F-gasverordening in Europa. In de nieuwe Europese verordening voor F-gas (2007) is het verplicht alle grote systemen waarin SF<sub>6</sub>-gas wordt gebruikt, regelmatig te inspecteren. Emissies tijdens onderhoud, bijvullen en ontmantelen moeten zo veel mogelijk worden voorkomen. Hoewel er momenteel een uitzondering bestaat voor hermetisch gesloten-schakelmaterieel dat minder dan 6 kg SF<sub>6</sub> bevat, wordt verwacht dat er in de toekomst aanvullende maatregelen zullen worden genomen voor dit soort toepassingen als gevolg van een toenemende druk van non-gouvernementele organisaties (NGO's) en politieke partijen om de uitstoot van niet-koolstofhoudende broeikasgassen te beperken.

## De zorgen over SF<sub>6</sub> gas

### Klimaatverandering

De grootste zorgen over SF<sub>6</sub>-gas hebben betrekking op het milieu. Allereerst geldt dit voor de bijdrage die SF<sub>6</sub> levert aan het broeikas effect. Dit besef is pas sinds relatief korte tijd aan het groeien naarmate er meer kennis beschikbaar komt.

SF<sub>6</sub>-gas is een erkend broeikasgas. Het instituut van de Verenigde Naties dat dit bewaakt, het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), heeft SF<sub>6</sub>-gas inmiddels toegevoegd aan de lijst met extreem schadelijke broeikasgassen. In het verdrag van Kyoto (1992) wordt bepaald dat de emissies van SF<sub>6</sub>-gas moeten worden beperkt. Ontmoediging van het gebruik is hierop voorlopig het beste antwoord.

### Broeikasgevaar

*De toename in de atmosfeer van gassen die warmte vasthouden, resulteert in het versterkte broeikas effect. De gevolgen hiervan zijn moeilijk te voorspellen. Op grond van een rapport van het IPCC, een panel van wetenschappers die werken onder auspiciën van de VN-organisaties voor meteorologie (WMO) en het milieu (UNEP), kan de gemiddelde temperatuur op aarde in de 21e eeuw stijgen met 6,4 graad Celsius.*

*Het IPCC wijst de toename van kooldioxide (CO<sub>2</sub>) in de atmosfeer als gevolg van menselijke activiteit hiervoor als de belangrijkste reden aan. CO<sub>2</sub> heeft namelijk een sterke isolerende werking die de warmte op aarde niet laat ontsnappen naar de ruimte. Bovendien is er een aantal andere gassen die in grote mate bijdragen aan het broeikas effect. De uitstoot van deze gassen is weliswaar veel kleiner dan die van CO<sub>2</sub>, maar de isolerende werking per kg is veel groter. SF<sub>6</sub> hoort in deze categorie van niet-koolstofhoudende broeikasgassen.*

*Er is een rekeneenheid vastgesteld om de bijdrage van broeikasgassen zoals SF<sub>6</sub> aan het broeikas effect te kunnen beoordelen. Deze rekeneenheid, de zogenoemde 'Global Warming Potential' (aardeopwarmingspotentieel ofwel GWP), is een bepaling van de mate waarin een gas per gewichtseenheid bijdraagt aan het broeikas effect. Deze maatstaf is ontleend aan CO<sub>2</sub> en wordt daarom uitgedrukt als CO<sub>2</sub>-equivalent. Zo is het GWP van SF<sub>6</sub>-gas 23.000. SF<sub>6</sub>-gas is dus per kg 23.000 maal 'sterker' dan een kilo CO<sub>2</sub>.*

### Ozonlaag

Zorgwekkend is verder de ontdekking door onderzoekers uit Duitsland, de VS en Engeland van een nieuw, zeer actief broeikasgas dat de ozonlaag aantast. Het gaat om SF<sub>5</sub>CF<sub>3</sub>. De concentratie ervan is de afgelopen 50 jaar met een factor honderd toegenomen. Wetenschappers hebben vastgesteld dat dit gas een afbraakproduct is van zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>).

### Gezondheids- en veiligheidsrisico's

SF<sub>6</sub> gas, en in het bijzonder de bijproducten ervan die onvermijdelijk worden gevormd bij het schakelen of bij interne storingen, leveren risico's op voor de gezondheid van operators en onderhoudstechnici, en de gezondheid van iedereen die zich in de directe omgeving bevindt. Hoewel deze bijproducten in de loop der tijd kunnen regenereren, blijft het feit dat er concentraties van giftige bijproducten aanwezig zijn in dit type schakelmaterieel. Voor onderhoudstechnici geldt er ook een verhoogd risico wanneer het schakelmaterieel aan het einde van de levenscyclus uit gebruik moet worden genomen. De zorg gaat dan vooral uit naar de omgang met de giftige bijproducten die vooral door het schakelen in SF<sub>6</sub>-gas zijn gevormd tijdens normaal gebruik.

Hoewel er IEC-normen en -richtlijnen beschikbaar zijn, kan het risico voor de gezondheid en veiligheid van onderhoudspersoneel nooit worden uitgesloten. Een ander aspect is dat SF<sub>6</sub>-houdend schakelmaterieel – dat normaliter wordt behandeld als chemisch afval - als normaal afval wordt geëxporteerd naar derdewereldlanden. Daar bestaat het risico dat dit materieel wordt ontmanteld door ondeskundig personeel, zodat er allerlei schade voor de mens en het milieu ontstaat.

Ten slotte is er het risico op een open vlamboog die zware verontreiniging van de omgeving tot gevolg heeft. In het geval van een interne storing die een open vlamboog tot gevolg heeft, zal er een explosie plaatsvinden waardoor de giftige bijproducten van SF<sub>6</sub> over het hele gebied worden verspreid. Hoewel schakelmaterieel volgens internationale normen wordt getest met betrekking tot interne vlambogen, wordt nooit rekening gehouden met de gevaren van bijproducten van SF<sub>6</sub> vanuit een veiligheidsoogpunt. Aangezien vooral MS-schakelmaterieel veel wordt toegepast in openbare gebouwen, winkelcentra en ziekenhuizen, kan dat een enorm effect hebben op de gezondheid en veiligheid van het publiek dat zich in de nabijheid bevindt.

### Internationale regelgeving

In het verdrag van Kyoto is overeengekomen dat industrielanden hun uitstoot in de periode 2008–2012 met gemiddeld 5,2% moeten verminderen ten opzichte van de emissieniveaus van 1990. Het gaat daarbij om de uitstoot van broeikasgassen kooldioxide, methaan, stikstofmonoxide en een aantal fluorverbindingen, waartoe ook SF<sub>6</sub> behoort. Gelet op de voorsnog onmisbare rol van SF<sub>6</sub>-gas in het hoogspanningsnet, richten de internationale afspraken en regelgeving zich niet op een verbod op SF<sub>6</sub>. Wel zijn er, om de schade te beperken, doelstellingen gesteld voor het gebruik, de terugwinning en de recycling van SF<sub>6</sub>-gas in schakelinstallaties.

Nu het echter duidelijk is dat er SF<sub>6</sub>-vrije alternatieven voor MS-schakelmaterieel verkrijgbaar zijn, moet er bij de beleidsvorming onderscheid worden gemaakt tussen HS- en MS-schakelmaterieel. Bovendien moeten er aanvullende maatregelen worden getroffen om het gebruik van SF<sub>6</sub> voor MS-schakelmaterieel te beperken. Dit zou moeten leiden tot een wettelijk verbod op SF<sub>6</sub> voor alle toepassingen waarvoor alternatieven beschikbaar zijn. De ontwikkeling en het gebruik van SF<sub>6</sub>-vrije technologieën moet eveneens worden gestimuleerd door overheidsbeleid.

### Maatschappelijk verantwoord ondernemen

In de afgelopen jaren is er een trend zichtbaar naar een toenemende professionaliteit binnen de asset management-afdelingen van de elektriciteitsnetwerkbedrijven. Dit heeft geleid tot een evenwichtiger benadering, waarbij tijdens het besluitvormingsproces rekening moet worden gehouden met de kwaliteit van het netwerk, kostenbeheersing, veiligheidsrisico's en duurzaamheid. Nutsbedrijven richten zich steeds meer op Total Cost of Ownership (TCO) in plaats van op de initiële aanschafprijs. Recente onafhankelijke studies tonen aan dat SF<sub>6</sub>-vrije schakelinstallaties niet alleen technisch gelijkwaardig zijn, maar ook kostenconcurrerend gedurende de gehele levenscyclus.

Als gevolg van hun programma's voor maatschappelijk verantwoord ondernemen hebben verschillende vooraanstaande nuts- en industriële bedrijven gekozen voor SF<sub>6</sub>-vrije schakelinstallaties in hun middenspanningsnet. Dit wordt ook gestimuleerd door het inzicht dat bedrijven hun visie, missie en strategie moeten baseren op meer dan alleen aandeelhouderswaarde. SF<sub>6</sub>-vrije schakelinstallaties zijn een must in het licht van dit maatschappelijk verantwoord ondernemen en de toenemende trend naar duurzaamheid in onze samenleving.