

Grøn kobling

Et bæredygtigt alternativ til
SF₆-gasfyldte koblingsanlæg



Powering Business Worldwide

Miljøvenlig energiteknologi

Vakuumteknologi og epoxyisolering

I de seneste år er miljøet blevet et meget vigtigt emne i samfundet. Alarmerende rapporter om drivhuseffekten og klimaændringer betyder, at alle er klar over den alvorlige trussel mod livet på jorden. Det er på tide, at alle tager medansvar for denne udvikling.

Udledning af SF₆-gas fra koblingsanlæg bidrager væsentligt til truslen om drivhuseffekten og de tilknyttede klimaændringer. Produktion af SF₆ er stadig stigende på verdensplan, på trods af at denne drivhusgas er anført i Kyoto-protokollen som "uønsket" [1]. Eatons komplette serie af SF₆-frie mellemspændingsanlæg (se næste side) giver mulighed for at yde et aktivt bidrag til nedbringelse af den globale udledning af SF₆-gas.

Alternativer til SF₆

SF₆-gas anvendes som isolerings- og brydemedie i koblingsanlæg, da det har gode brydeegenskaber og giver mulighed for relativt kompakte gasisolerede koblingsanlæg i forhold til konventionelle luftisolerede koblingsanlæg. Selvom producenterne af koblingsanlæg arbejder på grønne gasalternativer, er disse løsninger ikke blevet bredt accepteret af markedet, og langsigtet teknisk adfærd diskuteres stadig.

Mens der ikke er noget økonomisk realistisk alternativ til SF₆-gas i højspændingskoblingsanlæg (> 52 kV) i transmissionsnettet, er anvendelse af SF₆ helt unødvendigt til mellemspændingsanlæg (< 52 kV) i distribueringsnettet.

Fuldstændigt tilsvarende alternativer er kommercielt tilgængelige på markedet [2]. Disse alternativer kan bestå af en kombination af vakuumteknologi til kobling og højqualitetsmaterialer til isoleringsformål, hvilket medfører mindre dimensioner og mindst samme kompakthed som for SF₆ anlæg.

Fra et prisperspektiv har forskning, der sammenligner SF₆-fyldte koblingsanlæg og SF₆-frie koblingsanlæg, ikke fundet belæg for, at sidstnævnte var dyrere end førstnævnte [3]. Faktisk blev det konstateret, at SF₆-frie koblingsanlæg generelt kan være op til 10 % billigere end tilsvarende koblingsanlæg, der anvender et alternativ til SF₆-gas [3].

Et bevidst valg til fordel for SF₆-frie koblingsanlæg

I 1980'erne gjorde Holec-gruppen, som den hed dengang, et fundamentalt valg om ikke at bruge SF₆ som et bryde- og isolationsmedie i mellemspændingsanlæg. Holec havde i 1980'erne SF₆ teknologien tilgængelig internt i virksomheden. Den væsentligste årsag til ikke at bruge SF₆ i mellemspændingsudstyr var den krævede kompleksitet i behandlingen og behovet for supplerende sikkerhedsforanstaltninger ved brug på offentlige steder såsom boligområder og indkøbscentre. Der var også den risiko, at SF₆ kunne blive mærket som en miljørisiko, som det var tilfældet med PCB og asbest. Eatons Cutler-Hammer-brand, der var markedsførende i USA med NEMA/ANSI-mellemspændingsudstyr, udviklede også SF₆-frie mellemspændingsanlæg af samme årsager.

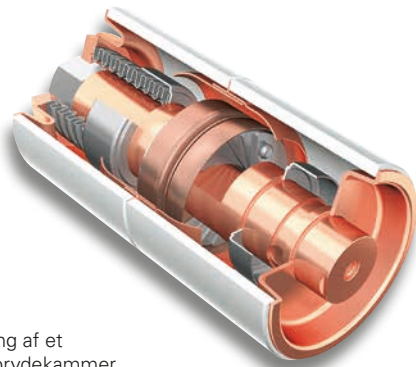
SF₆-gas – fakta

SF₆ er en syntetisk sammensætning, der består af ét svovlatom og seks fluoratomer, og som ikke forekommer normalt i naturen. SF₆ er en gas ved stuetemperatur og er tungere end luft. Grundet de stærke forbindelser mellem svovl- og fluoratomerne er SF₆ inaktiv under normale omstændigheder. Denne gas har visse elektriske egenskaber, der gør den velegnet som isolations- og brydemedie i koblingsanlæg i elforsyningsnet.

SF₆ nedbrydes til giftige substanser ved forbrænding, f.eks. når der forekommer en intern lysbue i koblingsanlægget. I tilfælde af en sådan intern lysbue frigives SF₆-gas og dets giftige biprodukter i atmosfæren. Disse reaktioner opstår også under normal brug ved undertrykkelse af lysbuer. De giftige restprodukter forbliver derefter i kabinettet, hvorfor der skal træffes særlige forholdsregler ved bortskaffelse og genbrug af systemet efter endt levetid.

Desuden er det en udbredt opfattelse, at det har en atmosfærisk levetid på 3.200 år [4], men nyere forskning tyder på kortere





Snittegning af et
vakuumbrydekammer

Kendetegn ved vakuumteknologien

- Sikker
- Kompakt
- Pålidelig
 - > 30.000 mekaniske koblingsoperationer
 - > 100 koblingsoperationer af kortslutningsstrømmen I_k
- Vedligeholdelsesfri

levetid. Nogle siger 850 år (fra 580 til 1.400 år) [5], mens andre undersøgelser siger tættere på 1.278 år (fra 1.120 til 1.475 år) [6]. Under alle omstændigheder er det en gas med ekstremt lang levetid, og den udgør et alvorligt problem gennem sit bidrag til den umiddelbare trussel om global opvarmning.

Koblingsanlæg med SF₆-gas

Der er tre vigtige konstruktionsprincipper for SF₆-isolerede koblingsanlæg. De to første kaldes systemer med *kontrolleret tryk* og systemer med *lukket tryk*, og her er udslip af SF₆ i praksis uundgåeligt. Det skyldes, at systemerne kræver vedligeholdelse i løbet af deres levetid, hvorved lækage forekommer. Desuden opstår der lækage, når enhederne skilles ad ved slutningen af deres levetid.

Det tredje konstruktionsprincip er det *hermetisk forseglede* system, der ikke kræver vedligeholdelse i løbet af levetiden. Disse systemer hævdes at have begrænset udledning i forbindelse med lækage, men udledning kan ikke elimineres, eftersom pakninger i praksis er en lækagekilde. Lækager kan heller ikke udelukkes i hele installationens levetid (> 30 år).

Årlig udledning af SF₆-gas på verdensplan

Da energiforbruget stiger, stiger den absolutte anvendelse af SF₆ også.

Den globale årlige SF₆-produktion er på ca. 8.000 ton [7]. Baseret på atmosfæriske data var den globale SF₆-udledning i 2012 derudover på 8.100 ton [8], hvilket skabte en lige fordeling af produktion og udledning. Denne udledning svarer til den årlige udledning af drivhusgasser fra ca. 40 millioner biler (EPA, 2017). Trods disse miljømæssige konsekvenser forventes anvendelsen af SF₆ i elsektoren at vokse med ca. 50 % inden 2030 i forhold til niveauet i 2005 [9].

Produktionen af SF₆ stiger stadig, på trods af at gassen er inkluderet i Kyoto-protokollen på grund af dens påvirkning af drivhuseffekten. Nyere undersøgelser har vist, at den årlige procentvise stigning af SF₆-gas i luften er 8% +/-0,7%, og det er det højeste tal for alle drivhusgasser [10] [14].

Med et øget antal koblingsanlæg, der anvender SF₆-gas til koblings- og isoleringsformål i elnet, øges udledningen af SF₆-gas i atmosfæren tilsvarende, og denne tendens vil fortsætte, hvis politikken forbliver uændret.

Brug af SF₆ frarådes af Kyoto-protokollen

Udledning af SF₆-gas fra koblingsanlæg bidrager væsentligt til truslen om drivhuseffekten og de tilknyttede klimæændringer. SF₆ er på listen over drivhusgasser i Kyoto-protokollen [1]. SF₆ er den mest potente af de syv primære drivhusgasser med et Global Warming Potential (GWP) på 23.500 [11]. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), som er den FN-institution, der overvåger denne udvikling, har siden føjet SF₆-gas til listen over yderst skadelige drivhusgasser. Kyoto-traktaten (1992) kræver, at udledningen af SF₆-gas skal reduceres. Kyoto-protokollens anden fase (2013-2020) opfordrede yderligere til, at udledningen af drivhusgasser blev reduceret. At fraråde brug er det bedste svar på dette lige nu.

Indtil 2020 er F-gasser med undtagelse af PCF (herunder SF₆) og andre kilder til udledning ikke omfattet af EU-ETS. Den nuværende forordning om F-gasser (EU nr. 517/2014) indeholder bestemmelser om en evaluering senest i år 2020, hvor alternativer til SF₆ i mellemspændingsanlæg bliver genbehandlet. Evalueringen vil undersøge, om der findes teknisk og økonomisk gennemførlige alternativer. [12]

Eatons SF₆-frie koblingsanlæg til mellemspændingsnet

Eatons mellemspændingsanlæg er baseret på brugen af vakuumafbrydere kombineret med faste isoleringsmaterialer. Dette er en miljøvenlig teknologi sammenlignet med de metoder, der anvendes af mange andre leverandører, der bruger SF₆ som isolerings- og brydemedie.



Xiria
3,6-24 kV

Metalindkapslet, luft- / faststofisolerede Ring Main Units til energiforsyning og industri.



Power Xpert FMX
12-24 kV

Metalindkapslet, enkeltskinneanlæg til mellemspænding, luft- / fast isoleret op til 24 kV til energiforsyning.



Power Xpert UX24
12-24 kV

Metalindkapslet, udtrækeligt mellemspændingsanlæg med W-VACi-afbrydere og W-SLC-kontaktorer til distribution og motorkontrolcentre.



MMS
3,6-24 kV

Metalindkapslet, luftisoleret, modulært dobbeltskinnesystem til hovedstationer og industri.



Power Xpert UX36
12-36 kV

Metalindkapslet enkeltskinneanlæg til mellemspænding, luft- / fast isoleret, med udtagelige afbrydere, op til 36 kV.

SF₆ FREE

Europæisk F-gas regulativ

Som en konsekvens af resultatet af IPCC's undersøgelser og det faktum at SF₆ er en drivhusgas, der er registreret under Kyoto-protokollen, hvor udledningen skal reduceres [1], har EU vedtaget en lov, der forbyder SF₆ til næsten alle anvendelser, undtagen elektriske koblingsanlæg. Begrundelsen for denne undtagelse var, at der på det tidspunkt ikke var et realistisk alternativ tilgængeligt. Under det nyeste F-gas regulativ er brugen af F-gasser nu forbudt til de fleste anvendelser, som f.eks. sportssko, bildæk, tennisbolde, dobbeltglas, køleskabe, aircondition, skum og aerosoler [13].

F-gas regulativet foreskriver mange forholdsregler for at begrænse udledningen fra høj- og mellemspændingsanlæg. Forsyningsselskaber og fabrikanter af koblingsanlæg skal tage særlige forholdsregler for at begrænse udledningen under produktionen, anvendelsen, vedligeholdelsen og bortskaffelsen af udstyr, som indeholder SF₆. Teknikere, der regelmæssigt inspicerer, vedligeholder, genopfylder og genbruger koblingsanlæg, som indeholder SF₆, skal være uddannede og certificerede. Der er tre IEC-standarder, som beskriver, hvordan man skal håndtere SF₆ til høj- og mellemspændingsanlæg.

Virksomheders sociale ansvar

I løbet af de seneste år har vi set en tendens til stigende professionalisme inden for *forvaltning af aktiver* i el-selskaberne. Dette har ført til en mere afbalanceret tilgang, hvor kvaliteten af nettet, omkostningsstyring, sikkerhedsrisici og bæredygtighed skal tages i betragtning i forbindelse med beslutningsprocessen. Forsyningsselskaber fokuserer mere og mere på *de samlede omkostninger* og ikke blot købsprisen.

Forsyningsselskaber inkluderer også anvendelsen af SF₆ set ud fra en finansiell synsvinkel. De beregner en vis procentdel som bøder for at kompensere for de mulige risici forbundet med anvendelsen af SF₆ og de biprodukter, der opstår i løbet af levetiden, og belønner også SF₆-fri teknologi med en 5-10 % fordel som en konsekvens af mulige besparelser i løbet af en livscyklus. Dette har ført til en mere afbalanceret beslutningsproces i forsyningsselskaberne, da ikke kun de første investeringsomkostninger tages i betragtning.

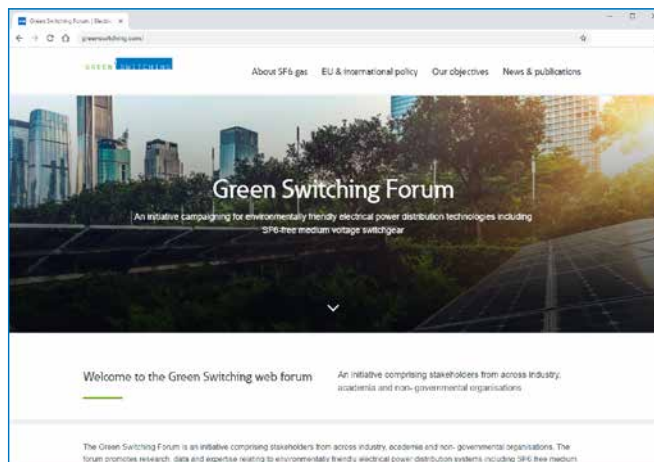
Nylige uafhængige vurderinger viser, at SF₆-frie koblingsanlæg, ikke kun er teknisk sammenlignelige, men også mere konkurrencedygtige på omkostningssiden gennem hele levetiden.

Eaton støtter "Green Switching" -initiativet

På grund af voksende bekymring for indvirkningen på den globale opvarmning er flere forsyningsselskaber og Eaton gået sammen om "Green Switching"-initiativet. Green Switching er en platform af brugere, producenter, NGO'er og andre deltagere, der er bekymret for den stigende anvendelse af SF₆ til mellemspændingsanlæg. Deltagerne deler ideen om, at anvendelsen af SF₆ bør undgås overalt, hvor der findes tilgængelige alternativer på markedet. Green Switching-platformen har udgivet en hensigtserklæring og flere andre relaterede publikationer. Den præsenterer også videnskabelige og tekniske artikler om SF₆ og alternativerne på ét website. Mere information: www.greenswitching.com

Som følge af Green Switching-initiativet er der en voksende bevidsthed hos forsyningsselskaber om anvendelsen af SF₆. Forsyningsselskaber, industrien, transport- og infrastruktursektoren samt sundhedssektoren bliver mere og mere klar over sundheds- og sikkerhedsaspekterne ved SF₆ og dens giftige biprodukter samt dens indvirkning på den globale opvarmning. Dette har resulteret i en voksende bekymring over anvendelsen af SF₆ til mellemspændingsanlæg.

Eaton Electrical
Generatorvej 8C
2860 Søborg
Danmark
Tlf.: +45 36 86 79 10
info-denmark@eaton.com
www.eaton.dk



Referencer:

1. FN's rammekonvention om klimaændringer. Kyoto-protokollen, Rio de Janeiro (Brasilien) 1992.
2. Porte, W. and Schoonenberg G.C. "Green Switching - Opportunity to avoid SF₆ emission from electrical networks," femte internationale symposium vedrørende begrænsning af andre drivhusgasser end CO₂ (NCGG-5), Wageningen, Holland 2009
3. Benner, J., et al. 'Validation of recent studies for the European Commission'. CE Delft, 2012
4. Diggelmann, T., et al. 2016. 'AirPlusTM: An alternative to SF₆ as an insulation and switching medium in electrical switchgear'.
5. Ray et al. 'Quantification of the SF₆ lifetime based on mesospheric loss measured in the stratospheric polar'. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2017
6. Kovács, T. et al. 2017. 'Determination of the atmospheric lifetime and global warming potential of sulfur hexafluoride using a three-dimensional model'. Atmos. Chem. Phys.,
7. Damsky, B., 'EPRI's SF₆ Management Program'. Det amerikanske miljøagentur (U.S. EPA), 2016.
8. Dunse, B.L., et al.. 'Australian and global HFC, PFC, Sulfur Hexafluoride, Nitrogen Trifluoride and Sulfuryl Fluoride Emissions'. CSIRO, 2015
9. Rhiemeier, J.M., et al., 'Update on global SF₆ emissions trends from electrical equipment – Edition 1.1 Ecofys Emission Scenario Initiative on Sulphur Hexafluoride for Electric Industry (ESI-SF₆)'. Ecofys Germany GmbH, 2010
10. EDGAR 4.3. Emissions Database for Global Atmospheric Research. 2017
11. Drivhusgasprotokollen "Global Warming Potential Values", Genève, Schweiz 2014.
12. Ecofys-rapport "Concept for SF₆-free transmission and distribution of electrical energy" Tyskland, 2018
13. F-gas regulation - European Union Regulation (EC) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council.
14. Rigby, M., et al., 'History of atmospheric SF₆ from 1973 to 2008'. Atmos. Chem. Phys., 2010.