

Technologie Eaton používané v oblasti vysokého napětí

Ing. Lukáš Matějčík, Ph.D., Eaton Elektrotechnika, s. r. o.

Eaton ve své stoleté aktivní tradici v elektrotechnické energetice věnuje mnoho úsilí vývoji, výrobě a uvádění nových technologií do praxe, které minimalizují zatížení životního prostředí a jsou bezpečné pro obsluhu a okolí.



Technologie šetrná k životnímu prostředí

V posledních letech se do popředí zájmu veřejnosti čím dál víc dostává otázka životního prostředí. Stále znepokojivější zprávy o skleníkovém efektu a o změně klimatu v nás vyvolávají stále větší pocit ohrožení života na Zemi. Je na čase, aby každý z nás převzal za tento vývoj odpovědnost.

Emise plynu SF₆ významně přispívají k růstu hrozby skleníkového efektu a s ním souvisejících změn klimatu. Výroba SF₆ ve světě trvale roste, a to i přesto, že je tento skleníkový plyn uveden v rámci Kjótského protokolu jako nežádoucí [1]. Kompletní řada rozváděčů společnosti Eaton neobsahujících SF₆ představuje příležitost, jak aktivně přispět ke snižování emisí právě tohoto plynu ve světě.

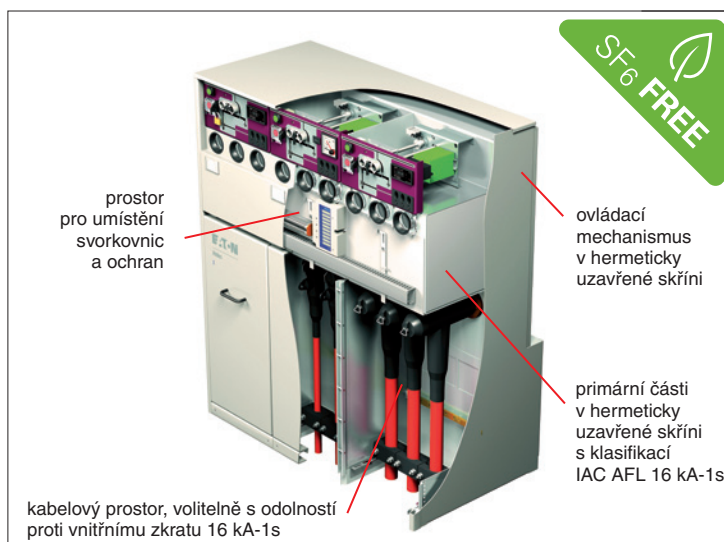
Alternativy k plynu SF₆

Plyn SF₆ se v rozváděčích používá jako izolační a spínací médium, protože má dobré spínací vlastnosti a v porovnání s tradičními vzduchem izolovanými rozváděči zajišťuje jejich přiměřenou kompaktnost. Ale zatímco v případě rozváděčů velmi vysokého napětí (>52 kV) neexistuje k plynu SF₆ žádná ekonomicky přijatelná alternativa, u rozváděčů vysokého napětí (<52 kV) je tomu naopak. Na trhu jsou dostupné plně ekvivalentní komerční alternativy [2], využívající kombinaci vakuové spínací technologie a velmi kvalitních izolačních materiálů. Výsledkem jsou rozváděče minimalizovaných rozměrů a nejméně stejné úrovně kompaktnosti jako u rozváděčů používajících plyn SF₆.

Promyšlené rozhodnutí pro rozváděče bez plynu SF₆

V osmdesátých letech minulého století dospěla tehdy ještě skupina Holec k zásadnímu rozhodnutí nepoužívat plyn SF₆ jako spínací a izolační médium pro vysokonapěťová zařízení. Skupina Holec měla tehdy k dispozici vlastní technologii použití plynu SF₆. Hlavním důvodem rozhodnutí o nepoužívání tohoto plynu ve vysokonapěťových zařízeních byly náročné podmínky při nezbytné manipulaci s ním a nutnost zavést dodatečná bezpečnostní opatření, a to při

vzduch. Vzhledem k silné vazbě mezi atomem síry a atomy fluoru je plyn SF₆ za normálních podmínek inertní. Tento plyn má určité elektrické vlastnosti, jejichž zásluhou je vhodný jako izolační a spínací médium v rozváděčích elektrické energie. Plyn SF₆ se při spalování, např. vznikne-li v rozváděči vnitřní oblouk, rozloží na jedovaté látky, které se mohou uvolnit do atmosféry. Plyn se rozkládá také při běžném použití, kdykoliv je oblouk potlačen. Jedovaté zbytky tedy zůstávají uvnitř skříně a při rozebírání a recyklaci systému je nezbytné přijmout zvláštní bezpečnostní opatření.



Obr. 1. Kompaktní rozváděč Xiria

použití vysokonapěťových zařízení na veřejných místech, jako jsou rezidenční oblasti a obchodní centra. Existovala také možnost, že by plyn SF₆ mohl být označen jako látka riziková pro životní prostředí, stejně jako tomu bylo v případě PCB (polychlorovaných bifenylnů) a azbestu. Ze stejných důvodů proto divize Cutler-Hammer společnosti Eaton, která byla na trhu v USA vedoucí společností mezi výrobci vysokonapěťových zařízení podle standardu NEMA/ANSI, také vyvíjela vysokonapěťové rozváděče bez použití plynu SF₆.

Fakta o plynu SF₆

Fluorid sírový (SF₆) je syntetická sloučenina tvořená jedním atomem síry a šesti atomy fluoru, která se v přírodě přirozeně nevyskytuje. Při pokojové teplotě je fluorid sírový v plynném stavu a je těžší než

Roční světové emise plynu SF₆

S rostoucí spotřebou elektrické energie se zvětšuje i celkový objem použitého plynu SF₆. Podle odhadů dosáhne jeho roční produkce přibližně 8 000 t, z toho je 80 % použito v elektroenergetice, např. při spínání, chlazení a k izolaci [3]. Výroba plynu SF₆ stále roste i přesto, že se na něj vztahuje Kjótský protokol, neboť přispívá ke skleníkovému efektu. Nedávné studie prokázaly, že roční procentuální nárůst objemu SF₆ ve vzduchu dosahuje 8 % ±0,7 %, což je nejvíce ze všech skleníkových plynů [4]. S růstem počtu rozváděčů používajících uvedený plyn ke spínání a izolaci vzrůstají i emise plynu SF₆ do atmosféry. Tento trend bude pokračovat, dokud se současná praxe v tomto směru nezmění.

Xiria, bezstarostná alternativa

Xiria je název nové generace rozváděčů (obr. 1) od firmy Eaton pro transformovny. Uvedené zařízení, které je velmi kompaktní, se vyznačuje vysokou úrovní provozní spolehlivosti a je vhodné pro použití až do 25 kV. Tyto rozváděče mohou být dodávány ve dvou-, tří-, čtyř- nebo pětivývodovém provedení. Primární část zařízení, stejně tak jako mechanismus, je umístěna v hermeticky uzavřeném prostoru, který chrání systém před vnějšími vlivy. V programu dodávek je možný výběr ze dvou základních vývodů:

- vakuový odpínač pro připojení kabelů distribuční sítě,
- vakuový vypínač pro připojení silových transformátorů nebo chráněných kabelových vývodů.

Obě verze mohou být dodány v jakékoliv požadované kombinaci a pořadí.

Nejběžnější použití tohoto rozváděče je v distribuční síti, a to především v klasických kompaktních nebo pochozích betonových transformovnách v kruhové distribuční síti, ale také např. v distribučních rozvodnách nebo pro připojování zdrojů tzv. *zelené energie*. Při jakémkoliv použití je nutné dodržovat instalační pokyny, jako je vhodné umístění, kvalitní podkladový rám, vhodný výběr rozsahu proudových transformátorů pro ochrany v polích vybavených vypínačem, vhodné řešení odvodu výfukových plynů při vzniku vnitřní poruchy (zkratu) v rozváděči atd., aby tato instalace vyhovovala aktuálním požadavkům norem. Kompletní výčet lze nalézt v *Montážním návodu* nebo v *Aplikační příručce Xiria*; tyto materiály jsou na vyžádání k dispozici na lince technické podpory Eaton.

Požadavky nového souboru norem ČSN EN 62271

Aktuální normy ČSN EN 62271 nyní vyžadují, aby rozváděč byl při vzniku vnitřní poruchy bezpečný nejen pro své okolí, ale i pro obsluhu rozváděče, což lze zajistit a ověřit např. realizací těchto zkoušek:

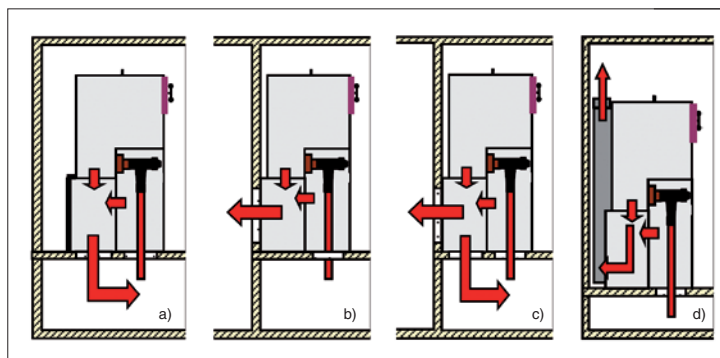
1. Simulace vnitřní poruchy (zkratu); podle výsledků zkoušek je určena třída odolnosti rozváděče proti vnitřnímu oblouku podle ČSN EN 62271-200, tzv. IAC (*Internal Arc Classification*).
2. Zkouška vnitřním obloukovým zkratem podle ČSN EN 62271-202. Tyto zkoušky se provádějí u blokovaných transformoven (tzv. pochozí nebo kompaktní betonové transformovny) s nainstalovaným rozváděčem vn. Na rozváděči vn se simuluje vnitřní obloukový zkrat, přičemž zkouška se realizuje ve dvou konfiguracích, a to při všech zavřených dveřích (IAC-B) a s dveřmi otevřenými k rozváděči vn (IAC-A).

Ad 1. Třída odolnosti proti vnitřnímu oblouku podle ČSN EN 62271-200

V současnosti, s ohledem na vysokou úroveň bezpečnosti, má většina skříňových roz-

váděčů vn definovanu třídu odolnosti proti vnitřnímu oblouku. Tato odolnost je ale dodržena pouze při splnění pokynů pro instalaci rozváděče podle návodu dodávaného jeho výrobcem. V těchto materiálech je obvykle požadavek na odvod horkých plynů, které se při vnitřním oblouku uvolňují.

Otestovaná třída odolnosti kompaktního rozváděče Xiria je IAC AFL 16 kA-1 s. K odvodu horkých plynů lze zvolit některý z několika postupů (obr. 2). Je to odvod horkých plynů kabelovým kanálem, odvod do zadní části rozváděče (nutná další opatření – řízení odvodu horkých plynů mimo prostor rozvodny), kombinace předchozích dvou (do kabelového kanálu a současně do zadní části za rozváděč) anebo použití speciálního tlumiče horkých plynů, který je určen k ochlazení horkých plynů vzniklých při vnitřním oblouku a ke snížení vzniklého přetlaku. Je-li tedy použit rozváděč Xiria s nainstalovaným tlumičem horkých plynů, nejsou nutná žádná další opatření kromě kontroly přetlaku v rozvodně, který vznikne při vnitřním oblouku; ten se však pohybuje v desítkách milibarů.



Obr. 2. Odvod horkých plynů
a) do kabelového kanálu,
b) do zadní části za rozváděč,
c) kombinace varianty a+b,
d) použití speciálního tlumiče horkých plynů

Konkrétní hodnoty přetlaku lze zjistit výpočtem na základě výsledků provedených testů a konkrétní dispozice rozvodny. Nezanedbatelnou výhodou tohoto řešení lze spatřovat v nepotřebě pokládat speciální klimatizační vedení k odvodu horkých plynů z rozváděče. Proto jsou rozváděče Xiria vhodné pro použití v rozvodnách umístěných v suterénech, podzemních patrech budov apod. Instalovat rozváděč Xiria bez zajištění odvodu horkých plynů lze i díky tomu, že rozváděč je konstruován bez použití plynu SF₆ (tzv. *SF₆ Free*) a využívá pro spínání vakuových komor a dále vzduchovou izolaci v kombinaci s pevnými materiály. Plyn uvolněný při vnitřním oblouku tedy nejsou toxické (jedovaté).

Ad 2. Zkoušky vnitřním obloukovým zkratem podle ČSN EN 62271-202

Tyto zkoušky jsou vyžadovány pro blokované transformovny (kompaktní i pochozí) v kombinaci s rozváděčem vn, ve kterém je simulován vnitřní obloukový zkrat. Cílem této zkoušky je zajistit bezpečnost osob v bezprostředním okolí transformovny při všech zavřených dveřích (klasifika-

ce IAC-B) a bezpečnost obsluhy při otevřených dveřích prostoru blokované transformovny vn (klasifikace IAC-A). Výsledky zkoušek konkrétní kombinace rozváděče vn a transformovny lze rozšířit i na jiný typ transformovny, a to způsobem popsaným v ČSN EN 62271-202:2007 v kapitole 6.8. Kompaktní rozváděč Xiria splnil požadavky testů s vybranými typy blokovaných transformoven; konkrétní seznam a certifikáty jsou na vyžádání k dispozici na technické podpoře Eaton.

Eaton = bezpečí

Kompaktní rozváděče Xiria využívají pokročilé konstrukce, vylepšované po desítky let zkušeností, technologie šetrné k životnímu prostředí, jako jsou vakuové spínací komory, vzduchová izolace spolu s pevnou izolací (tzv. řešení *SF₆ Free*), které ani při vnitřní poruše neuvolňují do okolí toxické plyny. Proto je lze ve speciální konfiguraci s tlumičem horkých plynů použít i v uzavřených prostorech bez nároku na ventilaci.

Po ukončení životnosti jsou minimální náklady na recyklaci, protože většinu materiálů lze odevzdat do sběrných surovin a není nutná likvidace specializovanými firmami jako v případě použití technologie SF₆.

Více informací lze nalézt na:

<http://www.EatonElektrotechnika.cz> a
<http://www.greenswitching.cz>.

Literatura:

- [1] *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Kjóto protokol, Rio de Janeiro (Brasil), 1992.
- [2] PORTE, W. – SCHOONENBERG G. C.: *Green Switching – Opportunity to avoid SF₆ emission from electrical networks*. In: Fifth International Symposium on Non-CO₂ Greenhouse Gases (NCGG-5), Wageningen, The Netherlands, 2009.
- [3] SMYTHE, K.: *Trends in SF₆ and End-Use Applications: 1961–2003*. In: Conference on SF₆ and the Environment, Scottsdale, Arizona, 1. až 3. prosince 2004.
- [4] POWELL, A. H.: *Environmental aspects of the use of Sulphur Hexafluoride*. ERA Technology Ltd., 2002.