

Moderní diagnostické systémy generátorů na JE Temelín umožňují včasnou detekci závažných poruch a plánování oprav a servisních zásahů



Společnost TES s.r.o. vyvíjí, dodává a poskytuje servis a údržbu monitorovacích a diagnostických systémů pro elektrozařízení jaderných elektráren. Jedním z klíčových zařízení jsou generátory, jejichž diagnostice je nutné věnovat zvýšenou pozornost.



Oto Mareček

S prodlužováním životnosti jaderných bloků a zvyšováním úrovně jaderné bezpečnosti a efektivity provozu jaderných zařízení úzce souvisí potřeba modernizace jednotlivých komponent na jedné straně a řízení spolehlivosti zařízení na straně druhé. Údržbový systém a správná diagnostika může mít velký vliv na prodloužení bezporuchového provozu zařízení

a včasnou prevenci závažné poruchy, jež by představovala jak ztráty materiálové, tak i daleko významnější ztráty při nevýrobě elektřiny.

Generátory na JE Temelín hlídá od roku 2000 on-line diagnostický systém s technologickým názvem NEMES

Diagnostický systém NEMES je postaven na platformě monitorovacího systému MO-SAD®, který dodala na elektrárnu naše společnost TES s.r.o. Název je odvozen od slov „neprovozní měřící systém elektro“. Systém NEMES slouží k nepřetržitému sledování všech důležitých elektrozařízení v oblasti vyvedení výkonu a vlastní spotřeby obou bloků JE Temelín. Na tento unikátní systém lze napojit prakticky jakékoliv monitorovací nebo diagnostické zařízení. Obrovskou výhodou systému NEMES je jeho webové rozhraní, které umožňuje uživatelsky snadný a pohodlný přístup k naměřeným a vyhodnoceným datům a to prakticky ze všech počítačových stanic sítě elektrárny.

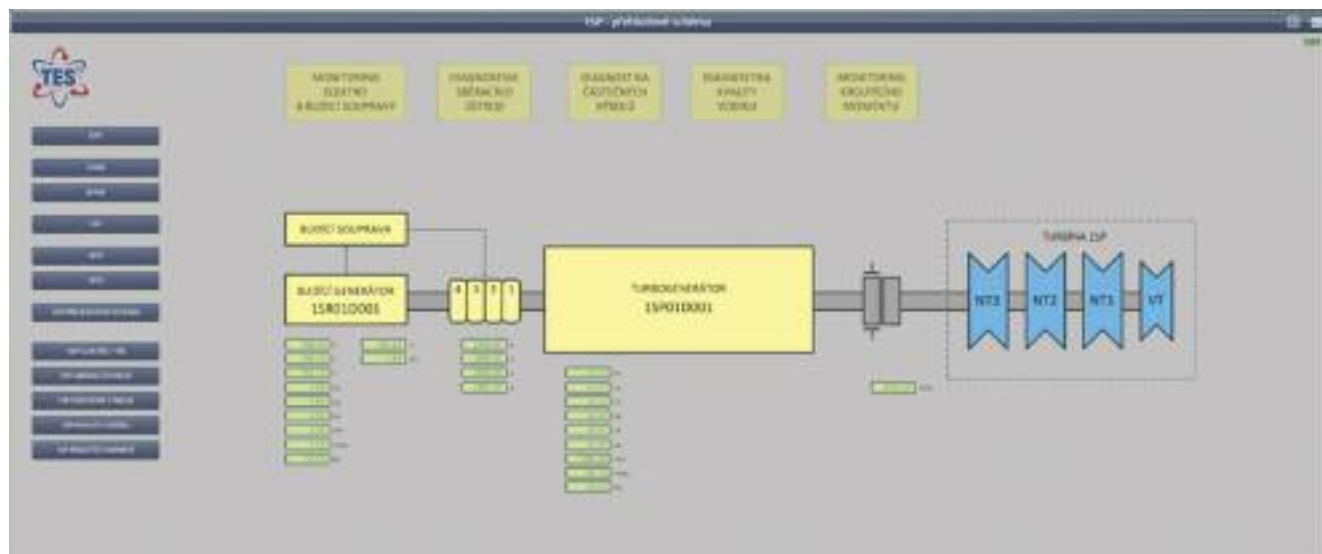
Diagnostika částečných výbojů na vnitřní statoru u synchronních generátorů

Jedním z klíčových sledovaných parametrů u generátorů je stav izolačního systému vnitřní statoru, včetně včasné predikce blížící se závady. Synchronní generátory, které nebyly správně impregnovány nebo byly v provozu řadu let při vysokých teplotách, mají tendenci ke vzniku plynových mezer v rámci izolace statorového vnitřní. V těchto místech vznikají částečné výboje a se stárnutím a postupnou

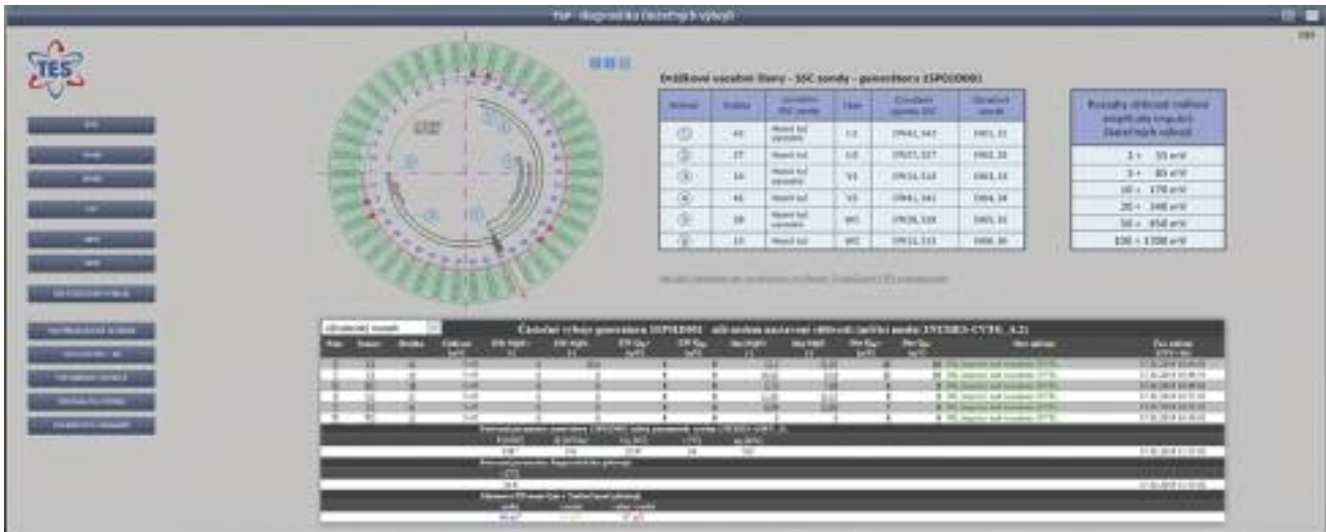
degradací izolačního systému statoru se jejich výskyt zvyšuje. Výboje mohou v konstrukčně slabých místech vytvořit podmínky pro vznik vodivé cesty a následný zkrat. A právě k detekci a včasnému varování před tímto typem poruchy je určen diagnostický systém monitorující úroveň částečných výbojů ve vnitřní statoru generátorů.

Unikátní spojení vlastní on-line diagnostiky s nadřazeným monitorovacím systémem NEMES prostřednictvím datové komunikace

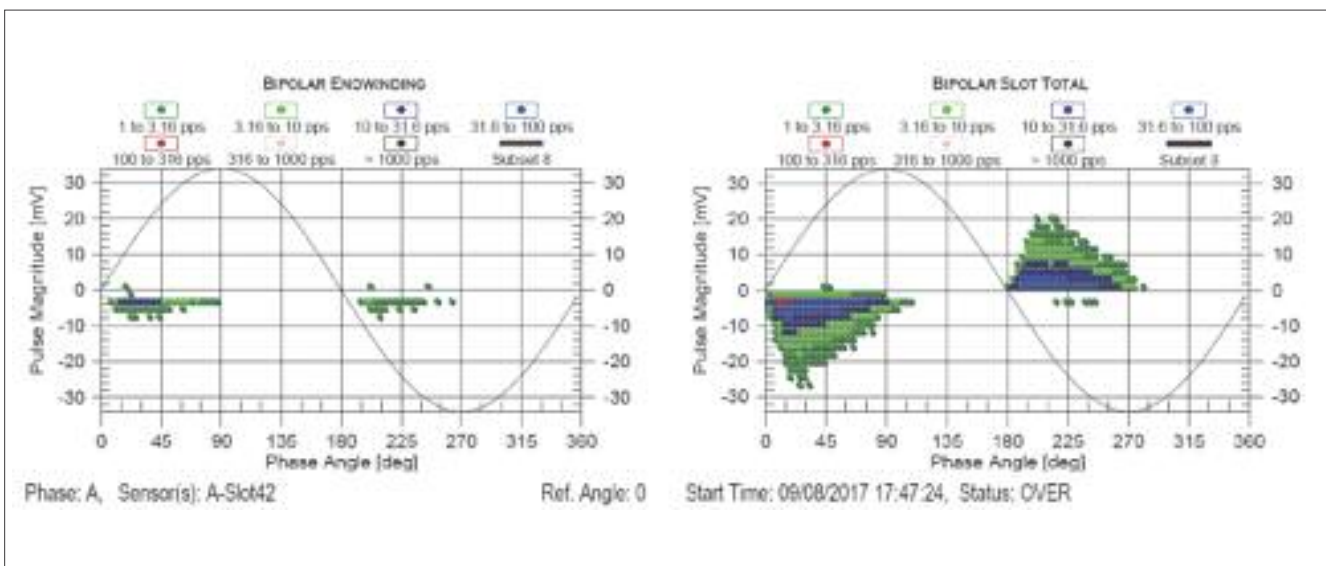
Pro on-line měření částečných výbojů dvou generátorů o výkonu 1125 MW na JE Temelín byly instalovány diagnostické přístroje Turbo-GuardII TCZ. Měření částečných výbojů se provádí ve vnitřní statoru generátorů v jednotlivých fázích přímo za chodu generátoru. Zde je realizováno unikátní spojení vlastní on-line diagnostiky částečných výbojů generátorů prostřednictvím datové komunikace s nadřazeným monitorovacím systémem NEMES. Naměřená data jsou přenášena do systému NEMES, kde probíhá vyhodnocení naměřených dat, archivace, synchronizace s ostatními měřeními analogovými a dvouhodnotovými signály a vizualizace dat prostřednictvím webového rozhraní. Dále systém umožňuje rozesílání alarmových hlášek (e-mailová služba) v případě překročení nastavených limit a časovou synchronizaci se systémem jednotného času GPS. Na Obr. 1 je vykreslena aktivní přístupová obrazovka webového rozhraní systému NEMES, určená pro diagnostické systémy generátorů.



Obr. 1 – Přístupová obrazovka webového rozhraní k diagnostickým systémům generátorů



Obr. 2 – Přístupová obrazovka k diagnostice částečných výbojů



Obr. 3 – Zobrazení typické aktivity částečných výbojů uvnitř izolačního systému generátoru

Metoda detekce částečných výbojů a jejich analýza

Přímo ve vinutí statoru generátorů bylo instalováno celkem 6 ks SSC (Stator Slot Couplers) snímačů, vždy po dvou do každé fáze (vinutí statoru generátorů je konstrukčně řešeno jako dvojitá hvězda). Drážkový vazební člen – SSC snímač je nízkonapěťové směrové anténní zařízení, které detekuje elektromagnetickou energii z částečných výbojů. Každý SSC snímač má dva výstupy určené pro měření částečných výbojů, k nimž dochází ve statorové drážce (Slot) a v oblasti výstupu vinutí (EW – End Winding). Tyto signály jsou pak pomocí koaxiálních kabelů přes plynotěsné průchodky (generátor je chlazený vodíkem) vedeny do analyzátoru (diagnostického přístroje). Do přístroje je také přiveden synchronizační signál (napětí statoru generátoru) určený pro přiřazení impulsů částečných výbojů k průběhu napětí a následně identifikaci oblastí výskytu nehomogenit uvnitř izolace. Prostřednictvím datové komunikace s nadřazeným systémem NEMES, určené pro přenos dat,

jsou zpětně do analyzátoru on-line předávány hodnoty důležitých technologických veličin jako činný a jalový výkon generátoru, napětí generátoru, teplota chladicí vody a tlak vodíku. Aktuální hodnoty úrovně částečných výbojů pro jednotlivé drážky statorového vinutí generátoru, v nichž jsou umístěny SSC snímače, jsou vizualizovány prostřednictvím webového rozhraní systému NEMES. Aktivní obrazovka webového rozhraní systému NEMES určená pro sledování úrovně částečných výbojů ve statorovém vinutí generátoru je vykreslena na Obr. 2.

Pro podrobnou analýzu velikosti a umístění částečných výbojů ve srovnání s kladnou a zápornou půlperiodou fázového napětí statoru generátoru za účelem identifikace oblastí výskytu nehomogenit uvnitř izolace mezi vinutím a drážkou statoru je využíván software PDView3 (součást dodávky diagnostického přístroje). Tento software je instalován na serveru systému NEMES. Typická aktivita částečných výbojů uvnitř izolačního systému je prostřednictvím tohoto software zobrazena na Obr. 3.

Slovo na závěr

Od roku 2015 až doposud naše společnost TES s.r.o. provádí na základě naměřených dat tímto diagnostickým systémem podrobné vyhodnocení a analýzy úrovně částečných výbojů ve vinutí statoru generátorů na JE Temelín a poskytuje tak provozovateli cenné informace o stavu zařízení a podklady pro plánování údržby.

Závěrem můžeme říci, že on-line měření částečných výbojů velkých synchronních generátorů, jako jsou generátory 1125 MW, patří v současné době k základním diagnostickým metodám vypovídajícím o stavu izolace statorového vinutí, včetně možnosti včasného varování na blížící se poruchu. Jako velmi užitečné se také jeví datové spojení s nadřazeným monitorovacím systémem NEMES především pro uživatelsky příjemný přístup k měřeným datům a možnosti rychlého vyhodnocení aktuálního stavu včetně časových trendů.

Ing. Oto Mareček
výkonný ředitel TES s.r.o.