



# Modernizácia rozvodnej stanice Sils technológiou IEC 61850

Príchod normy IEC 61850 znamenal nepochybne revolúciu z hľadiska potreby integrácie a komunikácie rozvodných staníc. Distribučné spoločnosti dodávajúce na trh elektrickú energiu na celom svete si túto normu rýchlo osvojili a umožnili tak zrealizovať vysoký stupeň vzájomnej spolupráce medzi jednotlivými zariadeniami (a to aj od rôznych výrobcov) a pokročilú komunikáciu. Okrem vhodnosti pre nové inštalácie čoraz viac distribučných a rozvodných spoločností počíta s využitím metodológie opísanej v novej norme aj na modernizáciu existujúcich rozvodných staníc.

Švajčiarsky výrobca a dodávateľ elektrickej energie KHR (Kraftwerke Hinterrhein) prevádzkuje 380/220 kV vzduchom izolovanú rozvodnú stanicu v Sils. Táto rozvodná stanica je jedným z dôležitých uzlov švajčiarskej prenosovej sústavy (ktorá je súčasťou európskej siete UCTE). Dôvodom modernizácie rozvodnej stanice v Sils bola skutočnosť, že celá sekundárna infraštruktúra a časti zariadení primáru pre napäťovú úroveň 380 kV dosiahli koniec svojho životného cyklu. KHR sa rozhodla vyradiť väčšinu zariadení na sekundári a ponechať väčšinu na primári. Nakoľko životný cyklus zariadení na sekundárnej strane je typicky polovičný v porovnaní so zariadeniami na primárnej strane, je v priemyselne rozvinutých krajinách takýto scenár obnovy celkom bežný. Aby sa zabezpečila ochrana investície na najbližších 10 až 15 rokov, rozhodla sa KHR vystavať zariadenia na sekundárnej strane v súlade s novou normou IEC 61850.

## Úlohy v rámci modernizácie

Projekty modernizácie sú vo svojej podstate náročnejšie ako projekty, v ktorých sa všetko projektuje na „zelenej lúke“. Staré a nové časti musia byť vzájomne kompatibilné, pričom treba zachovať chod rozvodnej stanice bez prerušenia aj počas prechodu na nové zariadenia (obr. 1).

Prerušenie možno urobiť len vtedy, ak už neexistuje iná možnosť, pričom jeho trvanie musí byť tak krátke, ako je to len možné. Počas

práce nesmie byť vôbec narušená prevádzka celej rozvodnej siete. Projektové tímy musia podrobne analyzovať a detailne pochopiť existujúci systém.



Obr. 1 Aj počas modernizácie musí byť prevádzka rozvodnej stanice zaistená bez prerušenia



## Riešenie postavené na IEC 61850

Sekundárna časť rozvodnej stanice plní dve úlohy: riadi zariadenia na primárnej strane a chráni ich pred zničením v dôsledku elektrických porúch. Tieto funkcie zabezpečujú tzv. IED zariadenia (inteligentné elektronické zariadenia). IED majú V/V pripojenia smerom k zariadeniam na primárnej strane a riadia celé rozvodné polia alebo ich časti. Ochranná funkcia závisí od toho, aké zariadenie sa chráni (transformátor, vedenie, spájacie zariadenie a pod.).

Z hľadiska riadenia sú IED zodpovedné za funkcie riadenia a blokovania. Zabezpečujú, že primárne zariadenia môžu byť v prevádzke len vtedy, ak sú splnené určité nevyhnutné podmienky. Z hľadiska funkcie ochrany IED trvale monitorujú správanie rozvodnej stanice po elektrickej stránke (na základe meraní napätí a prúdov). Ak sa deteguje porucha, ktorá by mohla viesť k zničeniu zariadení na primárnej strane, treba odstaviť nevyhnutné časti stanice a chybné zariadenie izolovať. Alarmy informujúce hlavný riadiaci systém sa prenášajú cez zbernicu zodpovedajúcu norme IEC 61850.

Komunikačná zbernica prepája zariadenia IED do riadiaceho systému rozvodnej stanice, z ktorého možno celú stanicu riadiť a monitorovať. Stanica je jedným z uzlov celej elektrickej siete a je preto nevyhnutné unifikované informácie o stanici reportovať do riadiaceho strediska elektrizačnej sústavy, ktoré je od nej zvyčajne vzdialené niekoľko kilometrov (obr. 2).

Na základe koncepcie zodpovedných orgánov prenosovej a rozvodnej sústavy tiež možno riadiť primárne zariadenia z hlavného riadiaceho centra elektrizačnej sústavy. Ako rozhranie pre vzdialené riadenie stredisko sa používa brána. Pre stanicu v Sils boli vybrané zariadenia IED typu Relion® 670 od spoločnosti ABB, ktoré zabezpečujú riadenie a ochranu. Rozvodné spoločnosti často vyžadujú, aby boli tieto zariadenia od rôznych výrobcov inštalované paralelne a tým vytvárali zálohovanie. Stanici v Sils preto dodala ochranné zariadenia tretia strana a kompletne boli integrované pomocou normy IEC 61850. Možnosť takejto integrácie je jednou z najsilnejších stránok normy IEC 61850.

Funkcionalita IED bola nastavená tak, aby spĺňala požiadavky existujúcich zariadení, ale zároveň priniesla všetky výhody nových

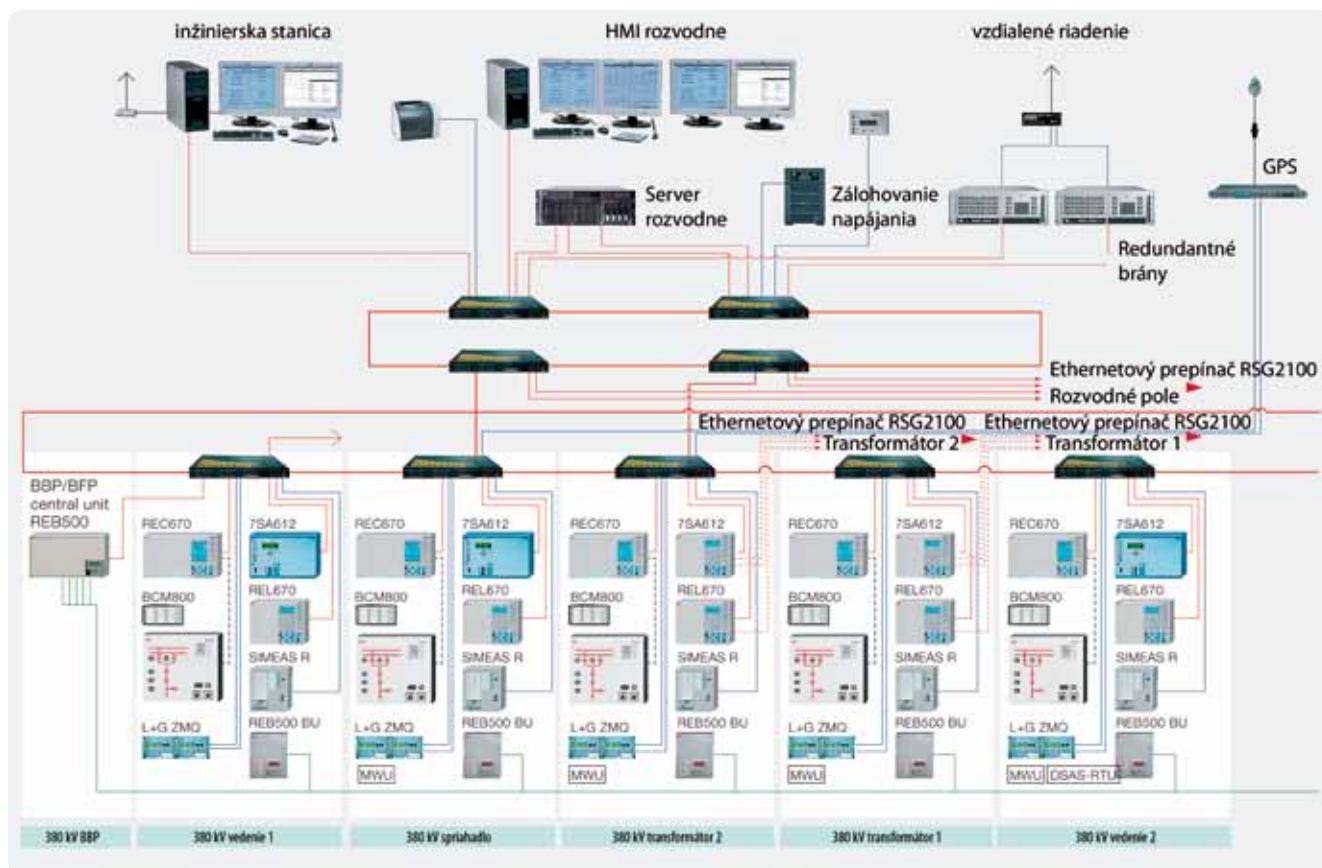


Obr. 2 Miestnosť riadenia v Sils

technológií, ako napr. využitie nového komunikačného protokolu GOOSE (generic object oriented substation event).

Všetky IED zariadenia sú pripojené do komunikačnej zbernice spĺňajúcej normu IEC 61850 (obr. 3).

Zbernica je rozdelená do niekoľkých fyzických okruhov, jeden slúži ako LAN celej stanice a ostatné sa používajú na komunikáciu medzi zariadeniami umiestnenými nad stanicami a zariadeniami v poli. Konfigurácia okruhu bola zvolená tak, aby zvýšila celkovú spoľahlivosť siete. Riadiaci systém používa na nadradené riadenie a zber údajov systém od ABB s označením MicroSCADA Pro, ktorý beží na vysokovýkonnom serveri so zálohovaným napájaním a s pamäťovým poľom RAID (redundant array of independent disk). Do LAN siete rozvodnej stanice je z dôvodu zálohovania softvérovej funkcionality pripojený ešte jeden oddelený pamäťový server. Aby sa zabezpečila redundancia brány ako rozhrania do riadiaceho centra rozvodnej sústavy, sú do zbernice pripojené dva nezávislé klienty spĺňajúce normu IEC 61850. To umožňuje diaľkové ovládanie stanice aj v prípade, že obidva riadiace počítače stanice zlyhajú.



Obr. 3 Automatizačný systém rozvodnej stanice v Sils postavený na základe normy IEC 61850

KHR získala vďaka sekundárnym zariadeniam postaveným na norme IEC 61850 hneď niekoľko výhod. Norma definuje tzv. SCD súbor (substation configuration description). Ten obsahuje všetky relevantné informácie, od topológie primárnych zariadení až po kompletný tok údajov na sekundárnych zariadeniach. Dostupnosť týchto informácií podporuje neskoršie rozširovanie, náhradu alebo modernizáciu automatizačného systému rozvodne alebo jeho častí. Okrem toho sa tým dosahuje aj konzistentnosť údajov celého systému. Nakoľko norma IEC 61850 uvádza aj pravidlá horizontálnej a vertikálnej komunikácie na zbernici, možno celý systém vystavať zo zariadení rôznych výrobcov spĺňajúcich uvedenú normu.

KHR sa s cieľom zmenšiť objem medených káblov medzi jednotlivými poľami rozvodne rozhodla nasadiť horizontálnu komunikáciu pole – pole s využitím protokolu GOOSE. Celá komunikácia týkajúca sa prepínania medzi poľami je realizovaná posielaním GOOSE správ medzi jednotlivými IED cez zbernicu IEC 61850.



## Fázy projektu

Všetky projekty sa začínajú fázou návrhu, pri ktorej sa pozornosť sústreďuje na rozhranie k existujúcim zariadeniam a funkcionalitu, ktorú možno do existujúceho systému pridať. Fáza návrhu musí vyjasniť, ako budú nové časti zakomponované bez ohrozenia prevádzky rozvodnej stanice. Technici ABB museli v Sils najprv detailne porozumieť funkcionalite existujúceho systému, aby mohli náležite spracovať návrh nového systému. Vďaka využitiu SCD súboru bude v budúcnosti fáza návrhu podstatne zjednodušená. Ďalšou fázou projektu je implementácia a výroba. Norma IEC 61850 tiež definuje inžinierske procesy. Je preto dôležité používať inžinierske nástroje, ktoré spĺňajú požiadavky uvedenej normy, udržiavajú údaje a ich tok konzistentný v rámci celej rozvodnej stanice a správne dokumentujú zmeny do SCD súboru.

V rámci projektu v Sils sa mimoriadna pozornosť venovala fáze továrenského testovania – poslednej fáze predtým, ako je nové zariadenie dopravené priamo do prevádzky. V porovnaní s testovaním priamo na mieste prevádzky sa takto skraca nasledujúca fáza – uvádzanie do prevádzky. Na testovanie vzájomných väzieb s existujúcimi zariadeniami boli použité rôzne simulátory. Testovanie bolo rozdelené

do dvoch fáz: individuálny test každého poľa a test celého systému. IED každého jedného poľa boli pripojené do úrovne rozvodnej stanice a funkcionalita celého systému bola testovaná na testeri ABB. Na testovanie vzájomného spojenia poľí boli simulované GOOSE správy od všetkých zariadení, ktoré neboli fyzicky prítomné.

Fáza uvádzania do prevádzky je najproblematickejšou fázou projektu modernizácie. V tejto fáze nemožno celú rozvodňu odpojiť. Čas odpojenia jednotlivých napájacích vedení treba minimalizovať, musí byť plánovaný a schválený operátorom rozvodnej elektrizačnej sústavy mesiace dopredu. V rámci rozvodne v Sils muselo uvádzanie do prevádzky prebiehať krok za krokom, prívod po prívode pri dodržiavaní detailného časového plánu. Uvádzanie do prevádzky poľa za polom umožňuje dodanie celého systému do rozvodne. Nainštalovaný je kompletný systém v poli vrátane komponentov na úrovni rozvodne; vynechali sa len vzduchom izolované rozvádzače (obr. 4).

Toto vynechanie umožnilo rozsiahle testovanie (vrátane kompletnej komunikácie podľa IEC 61850) bez ovplyvnenia komerčnej prevádzky rozvodne. Len čo je testovanie ukončené, presunú sa pripojenia primárnych zariadení zo starých na nové IED. Tento prístup skraca čas uvádzania do prevádzky a zaisťuje, že čas vyradenia poľa prebehne podľa plánu. Ďalšou výhodou uvádzania poľa po poli do prevádzky je to, že keď je kompletný systém pripojený na zbernicu IEC 61850 (bez ohľadu na to, či je práve pripojený na AIS alebo nie), zabezpečujú všetky GOOSE správy prepojenie jednotlivých poľí. Nie sú potrebné žiadne zmeny na úrovni systému či na úrovni práve uvedených poľí do prevádzky.

Alternatívou toho, že všetky IED posielajú GOOSE správy cez zbernicu, je možnosť simulácie IED. Počas fázy prechodu (čo môže trvať niekoľko mesiacov) musí rozvodná stanica pracovať so zariadeniami, ktoré sa ešte len nahradia, a so zariadeniami, ktoré už boli nahradené. Pri plánovaní tejto fázy treba venovať mimoriadnu pozornosť funkciám celého systému, napr. ochrane zbernicového budiča. V rámci projektu v Sils sa prepnutie na novú ochranu zbernicového budiča vykonalo na konci uvádzania do prevádzky, keď počas prechodu ešte pracoval aj starý systém.



Obr. 4 Inštalované prerušovače čakajú na svoje pripojenie.

## Prepojenie 220 kV rozvodnej stanice s riadiacim systémom

Po úspešnej modernizácii 380 kV rozvodne bola následne 220 kV časť prepojená s novo dodaným riadiacim systémom rozvodne. Na 220 kV strane boli všetky rozvodné polia moderné a nebolo potrebné ich meniť. Existujúce IED boli vybavené novými komunikačnými rozhraniami v súlade s IEC 61850. To umožnilo komunikovať cez IEC 61850 aj s novým systémom riadenia MicroSCADA Pro a zabezpečilo sa, že vonkajšie rozvodne na strane 380 kV aj 220 kV bolo možné prevádzkovať a monitorovať z centrálného riadiaceho systému. MicroSCADA Pro bol rozšírený do verzie okamžitej zálohy, keď kompletne riadenie a monitorovanie beží na jednom počítači a druhý počítač, na ktorom beží paralelne rovnaká aplikácia, je pri chybné prevádzke prvého počítača pripravený okamžite prevziať kompletnú prevádzku.



## Úspešný projekt

Modernizácia rozvodnej stanice KHR v Sils bola úspešne dokončená a vypočítaný systém je už v plnej prevádzke. Vďaka úzkej a vzájomne konštruktívnej spolupráci medzi ABB a KHR a vďaka bohatým skúsenostiam obidvoch partnerov sa podarilo projekt zrealizovať s minimálnymi ťažkosťami. Projekt potvrdil vhodnosť normy IEC 61850 aj pri projektoch modernizácie. Norma umožnila priamo skombinovať zariadenia ABB a zariadenia tretích strán na ochranu IED, čím sa splnili aj požiadavky zákazníka. Využitie GOOSE protokolu na komunikáciu medzi poľami umožnilo znížiť rozsah medené káblovania. Kompletná rozvodná stanica je momentálne štandardizovaným spôsobom zdokumentovaná v SCD súbore, vďaka ktorému sa zlepší údržba a ďalšie rozširovanie projektu. 220 kV časť bola pripojená pomocou brány 61850 SPA/IEC 61850 od ABB s cieľom zaručiť, aby bola celá rozvodňa 380/220 kV monitorovaná a prevádzkovaná z nového centrálného riadiaceho systému MicroSCADA Pro.



Výsledkom príkladnej tímovej spolupráce a kvalitnej realizácie projektu je, že sekundárna časť 380 kV rozvodnej stanice v Sils je vybavená najmodernejšími technológiami a pripravená na ďalších 10 až 15 rokov prevádzky.

*Článok bol prvýkrát uverejnený v časopise ABB review, č. 2/2011, s. 67 – 70.*

*Publikované so súhlasom ABB.*

**Marcel Lenzin**

ABB Power Systems  
Baden, Switzerland  
marcel.lenzin@ch.abb.com

**|atp|journal** | Aplikácia