

PILOT PROJEKT TRANSFORMATORSKE STANICE U ELEKTRO MARIBOR POTPORA RAZVOJA SMARTGRID MREŽE

V. LOVRENČIĆ, C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
S. CEFERIN, Kolektor Sinabit d.o.o. Radomlje, Slovenija
S. ROPOŠA, Elektro Maribor d.d. Maribor, Slovenija
M. DEČMAN, C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
P. CEFERIN, Smart Com d.o.o. Ljubljana, Slovenija

UVOD

Pilot projekt kontrolirane i automatizirane odnosno napredne transformatorske stanice (TS) u Elektro Maribor smješten je u mozaik razvoja Smartgrid mreže. Osnova za projekt su već uspješne instalacije u slovenskoj distribuciji u kojima su upotrijebljeni različiti telekomunikacijski putovi i rješenja. Koncept ovakve Smartgrid TS predstavlja veliki izazov sa tehničkog, ekonomskog, tržišnog, organizacijskog i regulatornog aspekta. Uvođenje tržišta električnom energijom i pojavljivanjem povlaštenih proizvođača energije iz distribuiranih izvora zahtjeva od Smartgrid TS sve podatke o potrošnji i stanju mreže što postaje nužnost za svakog operatera mreže.

Pilot projekt će odgovoriti zahtjevima razvoja koncepta Smartgrid mreža koji je povećao zahtjeve na jednoj strani za količinom podataka, na drugu strani za dostupnost tih podataka u realnom vremenu i za proširenjem automatizacije sve do potrošača, a i za količinu softvera kojeg treba uključiti u vođenje: SN i NN prekidača sa motornim pogonima, daljinske stanice, staničnog računala, RTU i PLC uređaja, modema, optičke i žičane veze, radio veze, SCADA softver i druge programske aplikacije.

Smartgrid TS 2 x 1000 kVA, 10(20)/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje u vlasništvu Elektro Maribor d.d. uključuje automatizaciju, kontrolu i povezivanje s distributivnim centrom vođenja (DCV) distributera Elektro Maribor (EM). Izvedeno će biti komunikacijsko povezivanje s DCV i osiguravanje podataka o kvaliteti operativnih parametara za različite odjele unutar distributivnog poduzeća uz mogućnost kontrole ključnih parametara i daljinskih manipulacija (daljinsko uključenje/isključenje SN i NN prekidača) te kontrolom pristupanja u TS.

Komunikacija sa DCV distributivnog poduzeća je predviđena sa upotrebom različitih rješenja komunikacijskih sustava, primjernih za nivo TS i upotrebom različitih komunikacijskih putova od mobilnih mreža, optike, Wimax ili DSL, zavisno od raspoložive infrastrukture u TS ili njenoj neposrednoj blizini. Distribucija podataka u SCADA server je moguća preko IEC 60870-5-104 protokola, koji je već apliciran u pilotskoj verziji.

Uz SN opremu (SN blok i transformator) predviđena je ugradnja naprednih NN postrojenja s ugrađenim prekidačima s mogućnošću komunikacije za sve priključke prema potrošačima. Rješenje na NN strani predviđa praćenje svih bitnih podataka iz pojedinačnog NN prekidača. Uz već poznata rješenja Smartgrid mjerenja električne energije (AMR) predviđena je ugradnja Smartgrid univerzalne udaljene terminalske jedinice (RTU) za potrebe kontrole i vođenja sa kontrolom statusa primarne opreme na SN i NN strani te mjerenje kvalitete električne energije pomoću mjernog centra sukladno normi EN 50160.

PILOT PROJEKT NAPREDNE TS U ELEKTRO MARIBOR

Prezentacija koncepta napredne mreže i TS Elektro Maribor.

Klasične distributivne mreže – srednji (10 i 20 kV) i niskonaponski (0,4 kV) vodovi – planirane su za distribuciju električne energije u jednom smjeru, to jest iz smjera TS 110/SN kV (VN prienosna mreža i proizvodnja) do potrošača, a broj jedinica distribuirane proizvodnje, koja uzrokuje transport električne energije u suprotnom smjeru, je mali što za sustav nema većih posljedica.

Aktualni trendovi pokazuju da je u bliskoj budućnosti moguće očekivati da većina potrošača električne energije ujedno postanu i proizvođači, koji će višak proizvedene električne energije slati u distributivnu mrežu. U takvim uvjetima trebat će promijeniti postojeći način planiranja i rada distributivnih mreža, jer će u suprotnome dolaziti do slabe kvalitete opskrbe odnosno čestih smetnji u isporuci električne energije, a možda čak i do lokalnog raspada komponenti elektroenergetskih mreža.

Istodobno se s masivnom integracijom distribuirane proizvodnje u distributivne mreže na drugoj strani mreža uz kontinuirani rast postojećeg oduzimanja pojavljuje sve veći broj novih naprednih električnih potrošača, koji za svoj rad zahtijevaju što kvalitetniju električnu energiju. Distributivne mreže u pojedinim dijelovima postaju »preslabe« i za osiguravanje kvalitetne opskrbe korisnika zahtijevaju, slično kao i uključivanje distribuirane proizvodnje u mrežu, određena pojačanja, što je također u skladu s klasičnim konceptom razvoja distributivnih mreža.

Zbog svih gore navedenih problema u Elektro Mariboru smo pristupili uvođenju pilot »SmartGrids« projekta na niskonaponskom nivou 0,4 kV, koji bi s uključenim klasičnim realnim elementima distributivne mreže (transformatorska stanica SN/0,4kV, NN distribucijski vod, male elektrane, potrošači) pokrio najširi mogući spektar očekivanja gore opisanih problema. Uvođenjem suvremenih realnih elemenata distributivne mreže (napredni mjerni sustavi, napredna brojila, napredni potrošači, IKT infrastruktura, sučelje (eng. interface) spojnih mjesta, lokalna automatika itd.) trebalo bi u tri faze pokušati slijedeće:

- u prvoj fazi prije svega analizirati buduća operativna stanja u mreži, to jest analizirati utjecaje koji su posljedica većeg broja distribuirane proizvodnje u električnoj mreži,
- u prethodnoj analizi utjecaja trebalo bi u drugoj fazi ispitati mogućnosti dodatnih usluga, koje mogu jedinice distribuirane proizvodnje dodatno ponuditi mreži (npr. kompenzacija jalove snage, i aktivno izlučivanje viših harmoničnih strujnih komponenti – sve s ciljem smanjenja gubitaka u distributivnoj mreži),
- u trećoj fazi bi se istražile mogućnosti i potrebne naprave, koje bi osiguravale automatski i stabilan rad testne mreže u svim radnim uvjetima. To bi svakako značilo lokalno vođenje mreže na 0,4 kV nivou s odgovarajućim algoritmima i naravno, komunikaciju sa svim potrošačima i jedinicama distribuirane proizvodnje.

Kao najprikladniji testni poligon pokazala se postojeća NN mreža i postrojenje TS 10/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje.

Za distribuiranu proizvodnju upotrebljavat će se postojeće solarne elektrane na spomenutoj lokaciji ($P_{G1}=4,3\text{kWp}(1\text{f})$, $P_{G2}=4,6\text{kWp}(1\text{f})$ i $P_{G3}=28,9\text{kWp}(3\text{f})$) koje su već uključene u NNM spomenute TS, kao i sve predviđene ($P_{G4}=28,8\text{kWp}(3\text{f})$ i $P_{G5}=28,8\text{kWp}(3\text{f})$).

Za potrošnju električne energije primijenit će se sva postojeća mjerna mjesta, koja u potpunosti posjeduje Elektro Maribor, uz mogućnost proširenja potrošnje pomoću montaže dodatnih (specifičnih) potrošača električne energije.

Infrastruktura, postojeća srednjenaponska (SN) i niskonaponska (NN) mreža, koja bi se opremila sa IKT infrastrukturom, a po potrebi i dogradila, uz mogućnost uporabe postojeće kanalizacije je u cijelosti u vlasništvu Elektro Maribor. Elektro Maribor je također vlasnik zemljišta na kojem bi se pilot projekt izgradio.

Za vrijeme izgradnje testnog poligona najvjerojatnije će biti potrebne slijedeće intervencije u postojećoj SN i NN mreži:

- izgradnja alternativne TS 10/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje, koja bi za razliku od postojeće dozvoljavala ugradnju potrebne IKT infrastrukture na SN i NN nivou, ugradnju lokalne automatike za regulaciju transformacije, proizvodnje i potrošnje mreže, kao i omogućavala proširenje NN razvodne kutije,
- izgradnja IKT infrastrukture na SN nivou od bližnje TS 110/10 kV Radvanje do TP 10/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje,
- izgradnja IKT infrastrukture na NN nivou TS 10/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje (distribuirana proizvodnja i potrošači na NN nivou TS),

- obnova – prevezivanje postojećih spojnih mjesta potrošača i proizvođača sa NN mrežom (poželjno bi bilo da su na istom NN izvodu iz TS potrošači i distribuirana proizvodnja),
- zamjena svih postojećih brojila električne energija s naprednim brojiлом,
- uspostava lokalne automatizacije u TS, koja će preko sučelja spojnih mjesta komunicirati sa svim korisnicima mreže s jedne i distributivnim centrom s druge strane,
- izgradnja barem jednog sustava punjenja električnih automobila kao novih potrošača,
- uključenje koncepta napredne odnosno „pametne“ kuće »Smart Home« - ugradnja određenih naprednih, odnosno »pametnih« potrošača električne energije (na primjer »pametni« hladnjak, i sl.), koji će omogućiti daljinsko automatsko upravljanje potrošnje preko lokalne automatike,
- (po potrebi) uključenje dodatnih specifičnih potrošača električne energije u NN mrežu, koji bi mogli značajno utjecati na veličinu i karakter potrošnje (npr. rasvjete, itd.)

Primarna oprema u TS Radvanje

U TS Radvanje, koju posjeduje Elektro Maribor d.d., montirana je primarna oprema u svrhu automatizacije, kontrole i povezivanja s centrom vođenja – DCV.

Montažna betonska transformatorska stanica sastoji se od tvorničko izrađenih armiranobetonskih elemenata. Svi betonski elementi su izrađeni tako da osiguravaju vodonepropusnost i otpornost na hladnoću.

U samoj TS nalazi se transformator snage 1 x 1000 kVA, SN dio (5 ćelija) i NN dio (NN ploča).

SN dio sastoji se od sklopnog bloka, ćelija s kompresijskim prekidačima (tip CN4K) 24 kV, sklopni blok sastavljaju transformatorsko polje, mjerno polje, spojno polje i dovodna polja (2x).

NN dio sastoji se iz NN ploče i RTU-a (sa svom potrebnom opremom) za kontrolu TS Radvanje. NN dio može se proširiti i omogućuje primjenu različitih funkcionalnosti u budućnosti.

Koncept TS predviđa praćenje velikih skupova podataka iz jednog NN prekidača na strani odvoda (npr. uključenje/isključenje prekidača, dijagnostika – greške na aparatu ili komunikaciji, upozorenje o preopterećenosti). Za daljinsko posluživanje NN prekidača opremljeni su s motornim pogonima.

Koncept napredne TS Radvanje

Koncept napredne TS počeo se razvijati novim tehnološkim zahtjevima i karakteristikama distributivne mreže, koju sa jedne strane diktira distribuirana proizvodnja, a sa druge potrošači odnosno korisnici, koji neće biti više samo pasivni korisnici, nego će imati i aktivnu ulogu u distributivnoj mreži. Za izgradnju napredne distributivne mreže potrebno je mrežu, odnosno sklopove opremiti na više nivoa:

- ugradnja napredne primarne opreme, koja omogućava integraciju s graditeljima sustava vođenja,
- ugradnja opreme za kontrolu i vođenje – univerzalne RTU jedinice,
- komunikacijsko povezivanje putem jedinstvene komunikacijske infrastrukture,
- integracija s SCADA aplikacijama u centru vođenja (DCV).

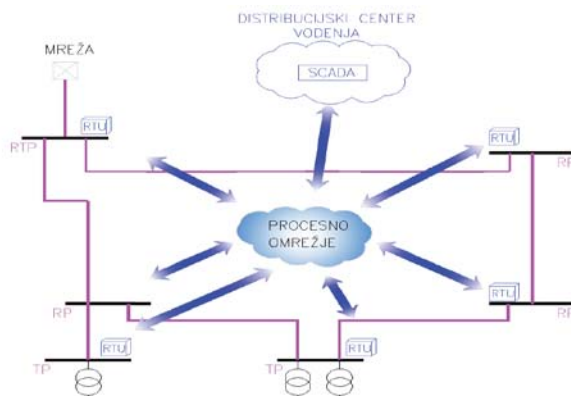
S obzirom na razvoj i topologiju distributivne mreže u ovom je trenutku najveće težište na razvoju, izgradnji i integraciji naprednih distributivnih TS, koje predstavljaju važne točke distributivne mreže, u koju je moguće i prikladno ugrađivati nabrojane graditelje. Distributivne TS su naime s jedne strane najbliže korisniku, a s druge su raširen i važan graditelj distributivne elektroenergetske mreže, koja nudi i ugradnju automatizirane i komunikacijske opreme (Slika 1).

Napredna oprema za TS

Opremu TS dijelimo na temelju naponskih nivoa, dakle SN (VN) i NN opremu. Na NN strani nalaze se direktni izvodi do potrošača, na koje je sve češće priključena i distribuirana proizvodnja. S promjenom tehnoloških karakteristika mreže, posebno s uvođenjem distribuirane proizvodnje, sve češće dolazi do poteškoća u distributivnoj mreži, koje se odnose na kvalitetu električne energije (EN 50160), kao i na druge parametre mreže.

Iz tog je razloga sve prisutnija potreba za ugradnjom napredne opreme na SN i na NN strani, koja bi omogućila praćenje ključnih parametara i dijagnostiku na opremi, integraciju naprava i segmenata mreže preko RTU naprava, kao i komunikacijsko povezivanje s centrom vođenja. Dio funkcionalnosti i

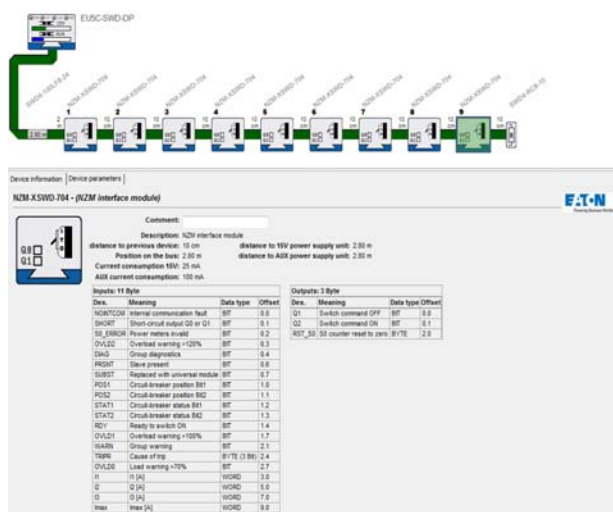
algoritama koji omogućuju provedbu napredne mreže provodi se u centru vođenja na temelju crpljenja i agregacije podataka na strani RTU naprave posredstvom komunikacijske infrastrukture.



Slika 1: Napredna distributivna mreža s naprednim TS

Razvoj napredne transformatorske stanice predviđa praćenje velikog skupa podataka iz pojedinačnog prekidača. Moguće je praćenje sljedećih parametara pojedinačnog NN prekidača:

- Dijagnostika – greške na aparatu ili komunikaciji
- Alarm preopterećenja >120%
- Pozicija prekidača – uključeno, isključeno
- Spreman za uključivanje
- Alarm preopterećenja >100%
- Uzrok ispadanja
- Alarm (>70 % nominalnog opterećenja)
- Struje u pojedinačnim fazama I_1, I_2, I_3
- Maksimalna struja I_{max}
- Podešena vrijednost nadstrujne zaštite I_r
- Podešena vrijednost trenutne zaštite kratkog spoja I_i
- Podešeno vremensko kašnjenje zaštite preopterećenja t_r
- Podešena vrijednost zakašnjele zaštite kratkog spoja I_{sd}
- Vremensko kašnjenje t_{sd}
- Serijski broj prekidača
- Tip prekidača
- Funkcija prekidača
- Verzija prekidača



Slika 2: Konfiguracija prekidača za komunikacijsku integraciju s RTU napravom

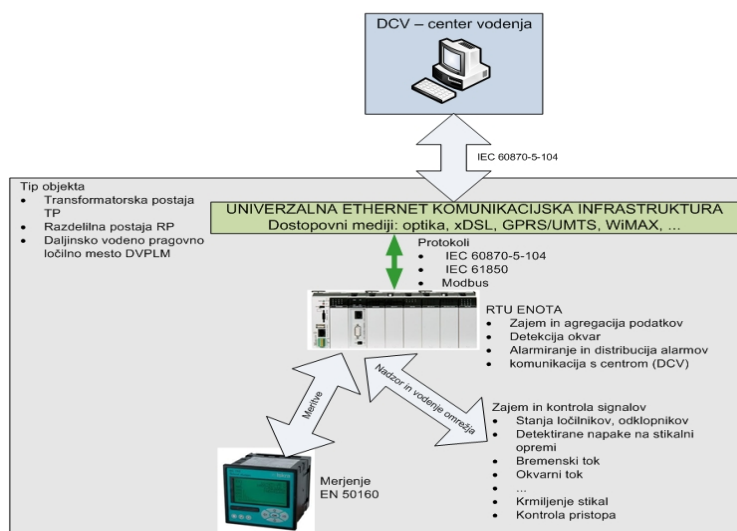
Prekidači imaju komunikacijsku potporu i omogućavaju integraciju sa RTU napravom preko komunikacijskog povezivanja koje se obavlja unutar TS (Slika 2).

Za ostale naprave odnosno sklopove TS moguće je upotrijebiti neposredno povezivanje signala (npr. stanje Buchholz zaštite).

Univerzalna RTU naprava

Za odgovarajuću integraciju segmenata distributivne mreže potrebna je ugradnja sekundarne opreme, koja u kombinaciji s naprednom opremom omogućuje integraciju u sveobuhvatni koncept kontrole i upravljanja napredne distributivne mreže. U kontrolnim točkama distributivne mreže već su u prošlosti djelomično uvedena RTU (Remote Telemetry Unit) rješenja, koja zbog novih zahtjeva moraju biti univerzalna. Za univerzalnost, koja korisniku omogućuje rješenja, važi sljedeće (Slika 3):

- objedinjenje komunikacijske infrastrukture s osiguravanjem Ethernet povezivanja, sigurnosnih uvjeta za prijenos i zaštitu informacija i različitih komunikacijskih medija,
- RTU naprave koje će osigurati pravilnu povezanost sukladno s normama, fleksibilnost i dovoljni kapacitet u odnosu na nivo gradnje,
- aplikacije, koje će se temeljiti na suvremenim IKT tehnologijama, internetnim rješenjima itd.



Slika 3: Univerzalna RTU naprava

U svim nabrojanim rješenjima je važno da komponente, odnosno graditelji što više odgovaraju normama, da se mogu raširiti te da se temelje na rješenjima ili platformama, koje upotrebljava što veći broj proizvođača opreme. Osobito u području hardvera korisnika ograničavaju rješenja, koja su utemeljena u malim prototipnim laboratorijima ili od strane malih proizvođača, a funkcionalnosti su prilagođene samo trenutno poznatim funkcionalnostima.

Osim gore navedenog također je bitna gospodarska prihvatljivost rješenja. Moramo biti svjesni činjenice da se distributivna mreža sastoji od različitih nivoa i složenosti opreme, koje djelomično definira naponski nivo (SN, NN). Rješenja na nivou distributivnih TS imaju značajno ograničenje u troškovima, zato zaista moraju biti optimirana.

Za rad distributivne mreže važni su podaci o primarnoj i sekundarnoj strani transformatora, kao i samog transformatora. Za crpljenje informacija, odnosno priključenje senzora potrebno je primijeniti odgovarajuću RTU napravu, koja će kako bi se osigurala univerzalnost omogućavati sljedeće funkcionalnosti:

- povezivanje instalirane opreme u TS pomoću ispitivanja digitalnih ili analognih stanja odnosno senzora,
- povezivanje inteligentne opreme na TS pomoću raznih komunikacijskih mogućnosti u RTU napravi,
- fleksibilnost u osiguravanju funkcionalnosti,
- skalabilnost i fleksibilnost RTU opreme za pokrivanje različitih tipova distributivnih TS,
- povezivanje u TK mrežu distributivnog poduzeća na fizičkom nivou preko Ethernet

komunikacijskog protokola i na aplikacijskom nivou preko IP protokola,

- mogućnost povezivanja aplikacijskih protokola preko IEC 60870-5101/104 ali IEC61850 u centar vođenja DCV (kao uslužna (eng. slave) naprava),
- mogućnost daljinskog pristupa zbog potreba konfiguracije ili lokalnog monitoringa RTU jedinica preko komunikacijske mreže distributivnog poduzeća,
- lokalna pohrana i agregacija podataka kako bi se optimizirala količina informacija i osiguravanje integriteta arhiviranih podataka.

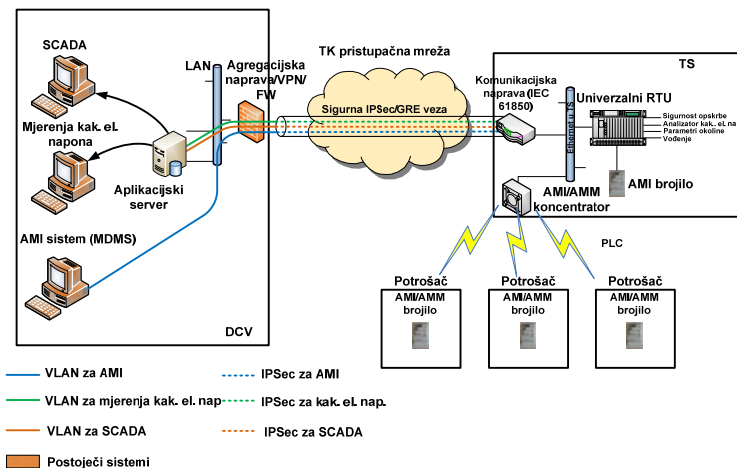
Koncept TK uključivanja TS

Distributivna poduzeća u Sloveniji su pomoću stvaranja optičkih i djelomično radijskih prijenosnih sustava do nivoa TS razvila vlastite telekomunikacijske mreže koje omogućavaju pouzdane i sigurne TK usluge.

Situacija s povezivanjem preko telekomunikacijskih i medijskih mreža u TS je potpuno drugačija, jer je samo mali dio TS spojen preko optičkih veza, što zahtijeva uvođenje različitih principa u svezi njihovog povezivanja. Ipak, poželjno je dugoročno razmišljati o uvođenju optičke veze do TS, u slučajevima u kojima postoje mogućnosti za to, recimo u urbanim područjima.

U naprednoj TS 2 x 1000 kVA, 10(20)/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje već postoji mogućnost optičkog povezivanja, što se može kao prednost iskoristiti u uspostavljanju komunikacijskih veza. Međutim, potrebno je uspostaviti sistematiku osobito u smislu objedinjavanja različitih pristupa u korištenju IKT tehnologija, koje se inače mogu koristiti u TS (Slika 4):

- Kod povezivanja TS obično dolazi do korištenja veza preko mobilnih telekomunikacijskih mreža pružatelja usluga za korištenje GPRS/EDGE tehnologija.
- Upravljanje nekim parametrima, kao što su recimo IP adresni prostor, je u trenutnoj situaciji otežano, a svaki inteligentni uređaj za uključivanje u IKT sustav treba jedinstvenu IP adresu. Obično dolazi do poteškoća u koordiniranju IP adresnog prostora i zahtjeva davaoca usluga oko adresiranja IP-a, jer nije nužno da je davaoc najoptimalniji za distributivna poduzeća.
- Postupak uvođenja različitih sustava na nivou TS do sada u smislu telekomunikacijskih usluga nije vodio računa o optimalnoj ulozi TK sustava u tom procesu. U praksi to znači da različiti sustavi na nivou TS (npr. AMI/AMM, mjerenje kontrole kvalitete) upotrebljavaju odvojene kanale komuniciranja (npr. više GPRS jedinica odnosno SIM kartica na jednu TS). Nema dodatno utvrđenih jasnih kriterija koje komunikacijsko tehnološko rješenje je najprikladnije za parametre koje diktiraju korisnici telekomunikacijskih usluga.
- Sigurnost komunikacijskih veza u naprednim mrežama je jedan od najvažnijih segmenata, budući da protok informacija između TS i aplikacija u centru (npr. za DCV ili AMI) ne smije biti dostupan bilo kome, a ostaje činjenica da će se koristiti i telekomunikacijske mreže, koje nisu u vlasništvu tvrtke za distribuciju električne energije. U tom slučaju uz neadekvatnu zaštitu podataka postoji rizik sigurnosnih incidenata, koje treba izbjegavati u najvećoj mogućoj mjeri i već u fazi projektiranja rješenja.
- Niski nivo korištenja i integracije s postojećim distributivnim TK mrežama otvara mogućnost poboljšanja i uštede u uvođenje naprednih mreža.



Slika 4: Koncept TK uključivanja TS

Navedene činjenice su pri povezivanju TS prihvatljive u određenoj mjeri, ali samo kada se potrebe za različitim sustavima na nivou TS s jedne i broju TS-a na nivou sto i više tisuća s druge strane povećavaju, onda je potrebno izraditi i uvesti drukčiji koncept telekomunikacijskih veza. Osnovni zahtjevi su:

- Informacijske tokove na TS je potrebno sjediniti u jedinstveni komunikacijski put. OSI model određuje 7-slojnu arhitekturu IKT sustava, pri čemu možemo u potpunosti donja tri sloja (fizički, podatkovni i mrežni sloj) ubrajati u komunikacijske slojeve, a više slojeve, uključujući i sedmi, u IT segment. Pri tome komunikacijski slojevi obavljaju funkciju integratora raznim aplikacijskim rješenjima, zato se u telekomunikacijskoj industriji teži ka konvergenciji na komunikacijskom nivou, što omogućuje optimalnu arhitekturu, koristeći tehnološka rješenja koja najbolje odgovaraju zahtjevima korisnika i različitih aplikacija.
- Osnovni protokoli su zbog prirode korisničkih sustava u napredne mreže Ethernet kao fizičko sučelje (u relevantnim inačicama) i kao protokol sloja 2 te IP protokol kod uključivanja korisnika i aplikacija u komunikacijsku infrastrukturu.
- Pružanje odgovarajućih uvjeta za različite podsustave na TS, koje zahtijevaju razmjenu podataka sa središnjom aplikacijom, možemo opisati navodeći relevantne vrijednosti sljedećih parametara u komunikacijskim mrežama:
 - širina frekventnog pojasa,
 - dostupnost telekomunikacijskih usluga,
 - zakašnjenja i podrhtavanje (jitter),
 - prioritizacija pojedinih informacijskih tokova.
- Osigurati je potrebno odgovarajuće mehanizme za upravljanje komunikacijskom infrastrukturom, jer to utječe na svladavanje sustava i dostupnost telekomunikacijskih usluga.
- Uporaba standardiziranih protokola i tehnologija potrebnih kako bi se osigurala međusobna skladnost između različitih podsustava, a osim toga i distributivnim poduzećima omogućuje otvorenost u razvoju infrastrukture naprednih mreža.
- Jamčenje sigurnosnih mehanizama TK usluga od izvora do ponora informacijskog toka je presudno, jer samo na taj način osiguravamo sveobuhvatnu zaštitu protoka informacija između TS i DCV.

PATENTI POTPORA RAZVOJU NAPREDNIH MREŽA

Partneri C&G d.o.o. Ljubljana i Kolektor SINABIT d.o.o. su s ciljem stvaranja uvjeta za razvoj produkta i usluga na području naprednih mreža otkupili patentna prava (vlasnici su od 1.1.2012. patenata u slovenskom i hrvatskom prostoru te europskih patenata):

Slovenski patenti:

- Patent št. 21482: Naprava za otkrivanje in izklop polizoliranega vodnika v električnih vodih srednje napetosti,
- Patent št. 21717: Detekcijsko vezje zaščitnega tokokroga za otkrivanje in izklop prekinjenih električnih vodnikov v elektroenergetskem omrežju poljubne napetosti,
- Patent št. 22276: Naprava in metoda za indikacijo in javljanje sprememb v trifaznem sistemu električne napetosti elektroenergetskega voda,
- Patent št. 22461: Naprava in metoda za daljinski nadzor TP SN-NN.

Hrvatski patenti:

- Patent št. PK20080110: Uređaj i postupak za indikaciju i javljanje promjena u trofaznom sustavu električnog napona elektroenergetskog voda, s namjenom otkrivanja prekinutih vodova,
- Patent št. PK20050475: Naprava za otkrivanje i isključivanje prekinutog poluizoliranog vodiča kod električnih vodova srednjeg napona.

Europski patenti:

- Patent št. EP 2 109 205 A1: Remote operation control of MV/LV transformer station and remote signalling of faults,
- Patent št. EP 2 019 323 A2: Device and method for indicating and signalling changes in a three-phase voltage system of power line, with the purpose to detect interrupted conductions.

ZAKLJUČAK

Pilot projekt napredne TS 2 x 1000 kVA, 10(20)/0,4 kV Remontne delavnice Radvanje u vlasništvu Elektro Maribor uključuje automatizaciju, kontrolu i povezivanje s distributivnim centrom vođenja distributera Elektro Maribor. Uz klasičnu SN opremu predviđena je ugradnja naprednih NN postrojenja s ugrađenim prekidačima s motornim pogonima i mogućnošću komunikacije za sve priključke prema potrošačima. Rješenje na strani NN priključka predviđa praćenje svih bitnih podataka iz pojedinačnog NN prekidača.

Uz povećanu količinu podatka pilot projekt mora odgovoriti na zahtjeve novog nivoa automatizacije distribucije i načina agregacije podataka dobivenih od strane primarne opreme, koja predstavlja nove tehnološke zahtjeve na opremu, komunikacijske medije i programsku podršku u službi automatizacije distributivne mreže: SN i NN prekidači s motornim pogonima, daljinske stanice, stanična računala, RTU i PLC uređaji, modemi, optičke i žičane veze, radio veze, SCADA softver i druge programske aplikacije.

Ugrađena će biti napredna univerzalna udaljena terminalska jedinica (RTU) za potrebe kontrole i vođenja s kontrolom statusa primarne opreme na SN i NN strani (npr. položaj prekidača, status osigurača, alarmi) te mjerenje kvalitete električne energije pomoću mjernog centra sukladno normama EN 50160.

Uključeno će biti i pet distribuiranih izvora, odnosno sunčane elektrane od 4 do 30 kW. Koncept je dizajniran da se može proširiti i omogućuje primjenu različitih dodatnih mogućnosti u budućnosti.

Komunikacija sa DCV distributivnog poduzeća je predviđena s upotrebom različitih rješenja komunikacijskih sistema, primjernih za nivo TS i upotrebom različitih komunikacijskih putova od mobilnih mreža, optike, Wimax ili DSL, zavisno od raspoložive infrastrukture u TS ili njenoj neposrednoj blizini. Podaci će biti poslani preko komunikacijskog kanala u relacijsku bazu posebnog aplikacijskoga servera u DCV. Distribucija podataka u SCADA server je moguća preko IEC 60870-5-104 protokola, koji je već apliciran u pilotskoj verziji.

Zbog različitih načina komunikacije i zahtjeva radnih procesa (sustava) za svoje baze podataka (mjerenja, alarmi) je vrlo važno postići, odnosno osigurati interoperabilnost - razmjenu podataka između sustava i ujedinjavanje modela podataka elektro energetske sustava.

U tu svrhu može se koristiti integracijska platforma CIM - Common information model. Integracijska platforma CIM je skup normi IEC 61970 i IEC 61968, koja omogućava interoperabilnost i razmjenu podataka između različitih sustava, kao i unificiranje modela podataka elektro energetske sustava, a ujedno je i sljedeći projekt u Elektro Maribor, koji će podupirati aktivnosti pri gradnji napredne mreže u distribuciji.

LITERATURA

1. Toroš Z, Ceferin P i Likar B, 2011, Integration of MV/LV substation systems and functionalities using unified telecommunication concept, CIRED, 21st International Conference on ElectricitDistribution, Frankfurt, 6-9 June 2011
2. Iniewski K, McCrosky C and Minoli M, 2008, *Network Infrastructure and Architecture, Designing High- Availability Networks*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 32-35
3. Ceferin P, Likar B, Ceferin S i Toroš Z, 2011, Koncept in rešitve nadzora v distribucijskem omrežju na ravni TP, 10. Konferenca slovenskih elektroenergetikov, Ljubljana 2011
4. Cuvelier P K i Sommereyns P, 2009, Proof of concept Smart Metering, 20th International Conference on Electricity Distribution, Prague, June 2009
5. Lavery D, Morrow D, O'Raw J and Crossley P, 2009, Wireless Telecoms for distribution networks based on WiMax, 20th International Conference on Electricity Distribution, Prague, June 2009
6. Elektroinštitut Milan Vidmar, Vizija razvoja koncepta SMARTGRIDS v Sloveniji, Ljubljana 2010
7. GDB d.o.o., CIM Integracijska platforma, Fiesa 2010
8. Lovrenčić V i Marinšek M, 2010 Moderne tehnologije monitoringa i dijagnostike elementi »SMARTGRIDS« u slovenskom prijenosnom sustavu, 9. simpozij o sustavu vođenja EES-a, 8.10.2010, Zadar
9. Dimović Z, Lovrenčić V i Peulić S, 2007, Uređaj za otkrivanje i isključenje 20 kV voda sa prekinutim vodičem – primer pilotske instalacije Elektro Primorska, YUKO CIGRE, Vrnjačka Banja, oktobar 2007

Kontakt informacije o autorima: viktor.lovrencic@c-g.si, silvo.ropoša@elektro-maribor.si, peter.ceferin@smart-com.si, samo.ceferin@sinabit.si, matej.decman@c-g.si