

Damir Karavidović, dipl.ing.  
Saša Miletić, dipl.ing.  
HEP-DP "Elektroslavonija" Osijek

4-04

## AUTOMATSKO LOCIRANJE MJESTA KVARA, IZDVAJANJE KVARA I RESTAURACIJA POGONA SN MREŽE

### SAŽETAK

U ovom radu predstavljen je računalni model, nazvan FI/FL model, automatskog lociranja mjesta kvara, izdvajanja kvara i restauracije pogona SN mreže. Model predstavlja integrirani dio SCADA podstanice i sustava automatizacije SN distribucijske mreže. Model koristi tri različite tehnike lociranja mjesta kvara: proračun udaljenosti, podatke pokazivača kvara i statističke podatke učestalosti kvara odsječka dalekovoda. Jednom kada je utvrđen odsječak s kvarom isti se automatski izdvaja daljinskim upravljanjem linijskim rastavnim napravama. Potom se restaurira opskrba preostalih dijelova mreže. Ukoliko je potrebno mogu se koristiti i pričuvna napajanja susjednim dalekovodima. FI/FL model je u probnoj uporabi od jeseni 1996.g. u elektroprivredi Finske. Ovaj rad niže njihova praktična iskustva i ostvarene dobiti u periodu probnog korištenja.

**Ključne riječi:** FI/FL model, automatsko lociranje kvara, izdvajanje kvara, restauracija pogona SN mreže

## AUTOMATIC FAULT LOCATION, FAULT ISOLATION AND RECONFIGURATION OF A MEDIUM VOLTAGE NETWORK

### ABSTRACT

An automatic computer model, called the FI/FL model, for fault location, fault isolation and supply restoration is presented. The model works as an integrated part of the substation SCADA and medium voltage distribution network automation systems. In the model, three different techniques are used for fault location: distance computation, fault indicator data and statistical information of line section fault frequencies. Once the faulty section is identified, it is automatically isolated by remote control of line switches. Then the supply is restored to the remaining parts of the network. If needed, reserve connections from other adjacent feeders are also used. The FI/FL model has been in trial use at Finland Electric Utility since fall 1996. The paper lists their practical experiences and the benefits gained during the test use period.

**Key words:** FI/FL model, automatic fault location, fault isolation, restoration of a medium voltage network

## 1. UVOD

U ovom radu predstavljen je računalni model, nazvan FI/FL model, automatskog lociranja mjesta kvara, izdvajanja kvara i restauracije pogona SN mreže. Model predstavlja integrirani dio SCADA podstanice i sustava automatizacije SN distribucijske mreže.

Model koristi tri različite tehnike za lociranje mjesta kvara. Prvo se izmjerene vrijednosti struje kvara uspoređuju s izračunatim vrijednostima glede procijenjene udaljenosti kvara. U idućem koraku podatak o udaljenosti kvara se uspoređuje s podacima dobivenim od pokazivača kvara, koji su smješteni u odvojcima dalekovoda, kako bi se odredilo pravo mjesto kvara. Kao treća metoda, u odsustvu vrijednijih podataka o mjestu kvara, mogu se također koristiti i statistički podaci učestalosti kvara pojedinih odsječaka voda.

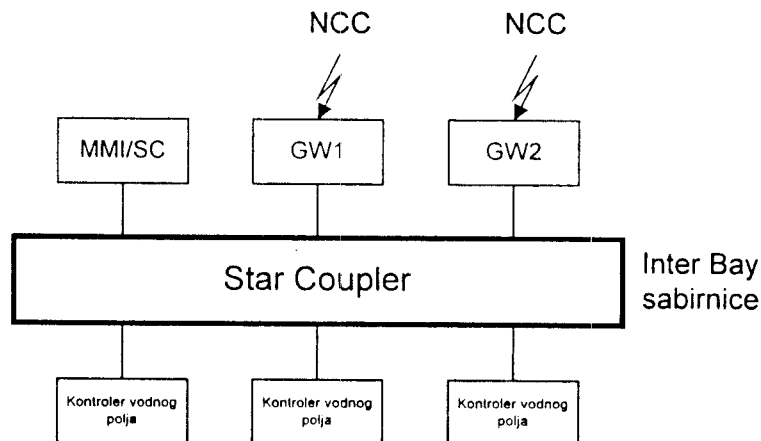
Jednom kada je utvrđen odsječak s kvarom isti se automatski izdvaja daljinskim upravljanjem linijskim rastavnim napravama. Potom se restaurira opskrba preostalim dijelovima mreže. Ukoliko je potrebno mogu se koristiti i pričuvna napajanja susjednim dalekovodima. Tijekom postupka restauracije pogona mreže moraju se provjeravati tehnička ograničenja mreže kao što su prijenosna moć dalekovoda, padovi napona i osjetljivost relejne zaštite. Ukoliko postoji nekoliko mogućnosti za ostvarenje nove topologije mreže model odabire tehnički najbolje rješenje.

FI/FL model je u probnoj uporabi u Finskoj u dva postrojenja tvrtke North-Carelian Power Company, od studenog 1996. godine. Ovaj rad niže praktična iskustva dobivena tijekom probnog korištenja. Osim toga procjenjuju se i dobiti ostvarene ovom vrstom automatizacije te se zacrtava mogući budući razvoj.

## 2. INTEGRACIJA SUSTAVA AUTOMATIZACIJE

Učinkovit sustav automatskog vođenja kvara zahtjeva usku integraciju daljinskog upravljanja podstanicom (SCADA), automatizacije mreže, releja zaštite i AM/FM/GIS sustava. U rješenju koje je predstavljeno ovim radom, integracija daljinskog upravljanja postrojenjem i relejne zaštite zasnovana je na uporabi IBB sabirnice (Inter Bay Bus) i načela CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Ovo načelo, objašnjeno slikom 1, omogućuje:

- nesmetani prijenos pogonskih događaja s razine dalekovoda na razinu stanice;
- priključak ,više od jednog uređaja na razine stanice, na IBB sabirnice;
- vodoravnu komunikaciju, koja znači ostvarenje fleksibilnih funkcija kao što su blokade stanice, iskapčanje potrošača za vrijeme strujnog preopterećenja, itd.



**Slika 1: Načelo integrirane automatizacije stanice i relejne zaštite (NCC – Upravljački centar EE mreže, SC – Stanični kontroler, MMI – Sučelje čovjek-stroj, GW – Komunikacijski gateway , Kontroler vodnog polja – integrirana jedinica zaštite i upravljanja)**

Sustav automatizacije postrojenja može biti lokalno upravljan staničnim kontrolerom (SC) priključenim na komunikacijski Gateway (GW) preko Inter Bay sabirnice. Korisničko sučelje i radne funkcije SC-a su iste

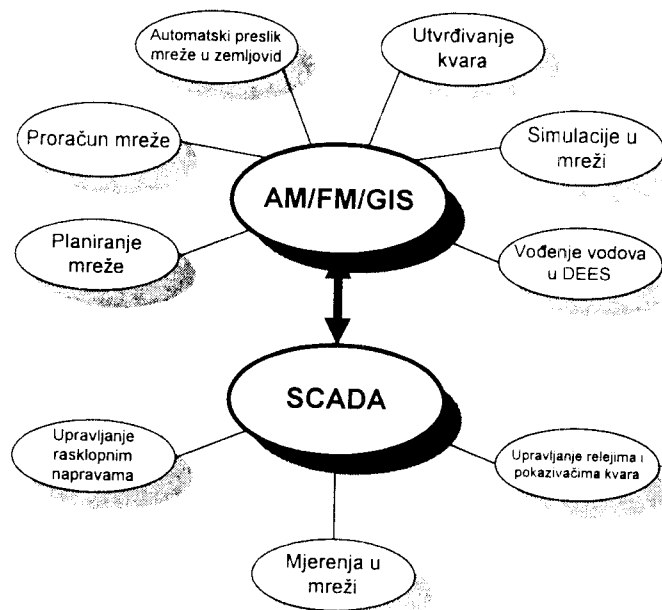
kao i one raspoložive na razini upravljačkog centra. Softver SCADA, u upravljačkom centru, izravno je primjenjiv i na SC računalo i obratno.

Alati za dogradnju sustava i konfiguracije su isti kao oni koji se koriste za SC i aplikacije upravljačkog centra mreže (NCC). Znakovita poboljšanja su ostvarena mogućnošću primjene logike više razine unutar razine podstanice što znači da su funkcije osnovne razine iskorištene kao osnovni elementi. Pored toga, u združenom sustavu zaštite i daljinskog upravljanja podstanicom, alarmne i pokazivačke funkcije su pridružene staničnom kontroleru (SC).

Podaci prenešeni iz Gatewaya u NCC uključuju sve informacije obrađivane u konvencionalnim SCADA sustavima. Osim toga moguće su i neke nove primjene. Među njima su i daljinsko podešavanje parametara releja i daljinski nadzor broja operacija prekidača te ograničenje njegove uporabe. Relejna zaštita također registrira struje kvara. Funkcije na razini dalekovoda uključuju relejnu zaštitu, APU, daljinsko očitavanje uklopnog stanja i podataka mjerenja te upravljanje strujnim krugovima prekidača ili drugih uređaja. Ove funkcije mogu se izvršiti s pomoću integriranog terminala zaštite i upravljanja.

Moduli zaštite prenose izmjerene vrijednosti struja i napona preko serijskih sabirnica do jedinice na razini stanice (SC). Ovi moduli spremaju informacije o pogonskim događajima (kvarovima). Ove informacije sadrže vrijednosti struja kvara, vrstu kvara te imenuju kvarne faze.

Integracija AM/FM/GIS (Automatsko kartiranje/Vođenje opreme/Geografski informacijski sustav) i SCADA sustava postrojenja prikazana je slikom 2.



**Slika 2: Integracija sustava daljinskog vođenja (SCADA) i sustava vođenja podacima iz distribucijske mreže)**

Izmjena podataka ostvarena je dvosmjernom interaktivnom komunikacijom. Sučelje je bazirano na vektorskim podacima. Ono može biti upravljano bilo kojim od spomenuta dva sustava. Osim toga postoji i dvosmjerni prijenos podataka i između sustava SCADA i AM/FM/GIS sustava. Informacije koje se prenose su sljedeće:

- informacije o promjenama uklopnih stanja, podaci o radu automatske regulacije energetskog transformatora i informacije o djelovanju relejne zaštite;
- vrijednosti analognih mjerenja, u slučaju da su njihove promjene prekoračile mrtvu zonu, (tokovi snaga energetskog transformatora, napon sabirnica, struje vodova, mjerenja vremenskih činitelja kao što su npr. jakost i smjer vjetera, vlažnost i temperatura vanjskog zraka);
- 15 minutna srednja vrijednost analognih mjerenja;
- 1 satna srednja vrijednost analognih mjerenja.

Glavni zadatak sustava SCADA je u realnom vremenu osigurati sučelje s VN/SN transformatorskom stanicom i s daljinski upravljanim točkama u srednjenaponskoj distribucijskoj mreži.

Uloga AM/FM/GIS sustava je formiranje baze podataka kojom će raspolagati sustava automatizacije pogonskih funkcija i funkcija planiranja. Osim toga ovaj sustav se koristi za prikazivanje u realnom vremenu konekcija unutar EE sustava. Uklopna stanja su prikazana različitim bojama prema kriteriju napojnih SN/NN transformatorskih stanica ili pak prema kriteriju srednjenaponskih pojnih dalekovoda SN/NN transformatora. Izmjena boja se provodi dinamički. Rezultat toga je da se pri promjeni uklopnog stanja rasklopne naprave uvijek automatski promjeni i boja utjecanog dijela EE sustava i to bez ikakvog kašnjenja.

Najunapređenije verzija automatskog vođenja kvara podaci potrebni FI/FL modelu prikupljaju se u realnom vremenu preko AM/FM/GIS sustava prije nego što se model pokrene. Ovi podaci sadrže tehničke značajke utjecanog dalekovoda za topologiju mreže koja je vladala prije nastanka kvara, kao i rezultate proračuna struja kvara i napona pojedinih dalekovoda. Sustav daljinskog upravljanja podstanicom osigurava dinamičke informacije kao što su npr. struje kvara i struje normalnog pogona mjerene u podstanciji i na lokaciji linijske rastavne naprave utjecanog dalekovoda.

FI/FL model djeluje kao integrirani dio sustava daljinskog upravljanja podstanicom. Nakon što se pokrene postoji samo komunikacija između sustava SCADA i daljinski upravljanih točaka u SN mreži. U ovoj fazi naredbe SCADA uključuju upravljanje (uključivanje/isključivanje) linijskom rastavnom napravom. U svakom koraku postupka vođenja kvara provjerava se stanje prekidača promatranog dalekovoda kako bi se utvrdila izvedivost isključenja odsječka u kvaru.

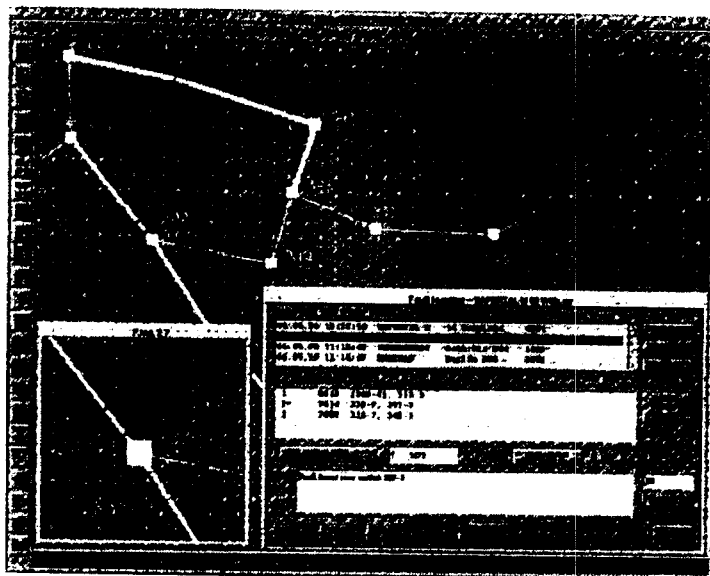
Kako bi se omogućilo lakše atestiranje FI/FL modela razvijene su i verzije nižeg stupnja integracije. Kod njih je AM/FM/GIS sustav zamijenjen ulaznim datotekama koje sadrže podatke u obliku crteža, a iste su pohranjene u SCADA sustavu. Za svaki dalekovod obuhvaćen automatskim vođenjem kvara postoji zasebna ulazna datoteka. Ovako uređen sustav zahtjeva održavanje stalne topologije dalekovoda ukoliko se želi automatizacijom ostvariti maksimalna dobit.

### 3. TEHNIKE LOCIRANJA KVARA

U dijelu FI/FL modela koji služi za lociranje kvara koriste se tri različita izvora informacija:

1. izračunata udaljenost kvara,
2. podaci pokazivača kvara u odvojcima dalekovoda,
3. statistički podaci o učestalosti kvara odsječaka dalekovoda.

Da bi se proračunala udaljenost kvara uspoređuju se izmjerene i izračunate vrijednosti kvara. Izračunata udaljenost se potom uspoređuje s dijagramom mreže nakon čega se na grafički prikazuju moguća mjesta kvara u srednjenaponskoj distribucijskoj mreži (slika 3).



Slika 3: Primjer grafičkog prikaza sustava automatskog lociranja kvara, njegove izolacije i restauracije pogona SN mreže (mjesta najveće vjerojatnosti kvatra označena su simbolom munje)

Nakon nastanka kvara otpočinje postupak proračuna udaljenost kvara kako sljedeći:

1. Relejna zaštita sprema informacije o kvaru (vrijednosti struja, vrstu kvara, podatke o fazama u kvaru, podatke o dalekovodu u kvaru, informacije o vremenskim koracima automatskog ponovnog uključanja);
2. SCADA sustav pridružuje dodatne informacije pristiglim informacijama o kvaru (izmjerene vrijednosti struja opterećenja dalekovoda, tokovi djelatne i jalove snage energetskog transformatora podstanice);
3. AM/FM/GIS sustav proračunava odgovarajuće struje kvara promatranog dalekovoda i uspoređuje izmjerene vrijednosti s rezultatima proračuna. Prije usporedbe struje opterećenja, pridodane izmjerenoj vrijednosti struje kvara, se kompenziraju.

Svi podaci potrebni za proračun lokacije kvara spremaju se u radnu memoriju AM/FM/GIS sustava kako bi se omogućilo dovoljno brzo procesiranje istih glede zadovoljenja praktičnih zahtjeva.

Glavni činitelji koji utječu na točnost lociranja mjesta kratkog spoja su struje opterećenja pridodane izmjerenim vrijednostima struja kvara i impendancije kvara. Struja opterećenja koja je vladala prije nastanka kvar je utvrđena mjerenjima sustava daljinskog vođenja podstanicom čime je omogućena primjena modela kompenzacije struje opterećenja sustava za lociranje kvara. U slučaju dvofaznog ili trofaznog kvara maksimalna vrijednost impendancije kvara ovisi o struji kvara i maksimalnoj duljini luka. U skladu s rečenim moguće je procijeniti maksimalnu vrijednost impendancije kvara (u praksi se proračun lokacije kvara provodi uzimajući nultu impendanciju kvara). Proračun daje procijenjenu maksimalnu udaljenost kvara. Zbog impendancije kvara stvarna točka kvara nalazi se nešto bliže podstani.

Praktična iskustva u ruralnim nadzemnim mrežama su pokazala da je prosječna greška u procjeni udaljenosti kvara oko 1,2 km. Za bliske kvarove apsolutne vrijednosti grešaka su manje dok su za udaljene kvarove značajno veće. Ovaj stupanj točnosti je dovoljno dobar za određivanje odsječka u kvaru između dva izdvojena rastavljača. Za sada se proračun udaljenosti kvara provodi jedino za dvofazne i trofazne kratke spojeve. Proračun udaljenosti kvara za zemljospoj trenutno je još u fazi razvoja. Ovaj proračun se bazira na tranzjentnoj analizi u momenta nastanka jednofaznog zemljospoja.

Prilikom analize očitavanja pokazivača kvara treba uzeti u obzir mogućnost njegove greške. Pored toga čest je slučaj i da se samo pojedini odsječak dalekovoda oprema pokazivačima kvara. Ovi problemi mogu se ublažiti statističkim kombiniranjem očitavanja pokazivača kvara. Međutim ovo je zamršen zadatak budući da se mora omogućiti dinamička promjena uklopnih stanja mreže. U razvijenom modelu prvo se analizira topologija mreže, a potom se pristupa razredbi linijskih odsječaka u tri različita razreda:

1. Linijski odsječci u kojima može biti kvar, uz osigurana točna očitavanja pokazivača;
2. Linijski odsječci u kojima ne može biti kvar, uz osigurana točna očitavanja pokazivača;
3. Linijski odsječci koji ne pripadaju u prva dva razreda.

U idućem koraku statističke vrijednosti se proračunavaju glede određivanja vjerojatnosti lociranja kvara u linijskim odsječcima. U tom proračunu uzeta je u obzir i pouzdanost pokazivača kvara.

Treći izvor informacija je **statistika učestalosti kvara** linijskih odsječaka. Ovi podaci su posebice korisni ukoliko mreža ima i zračne i kableske linijske odsječke. Kod kableskih odsječaka učestalost kvara je značajno niža nego kod zračnih odsječaka.

Zadnji korak postupka lociranja kvara jest usporedba informacija različitih izvora primjenom **fuzzy logike**. Statistika učestalosti kvara linijskih odsječaka smatraju se nepouzdanim informacijama u usporedbi s ostalim načinima lociranja kvara. Stoga se ove informacije ne uzimaju u proračun ukoliko je moguće lociranje kvara proračunom ili s pomoću pokazivača kvara. Konačan rezultat modula za lociranje kvara jest vjerojatnost nastanka kvara u konkretnom linijskom odsječku. Ove vrijednosti predstavljaju vjerojatnost da je kvar nastao u promatranom linijskom odsječku. U idućem koraku postupka vođenja kvara ovi podaci se proslijeđuju modelu za izolaciju kvara i restauraciju pogona SN mreže.

#### 4. IZOLACIJA KVARA I RESTAURACIJA POGONA SN MREŽE

Nakon što je utvrđena lokacija kvara, FL podmodulom pokreće se automatska funkcija izdvajanja kvara i restauracije pogona SN mreže (FI podmodul). U tijeku izvršenja ovog postupka AM/FM/GIS sustav osigurava grafičko sučelje koje slijedi proces vođenja kvara. Stanja rastavnih naprava se prikazuju u realnom vremenu, a topologija mreže se kontinuirano prikazuje dinamičkom izmjenom boja

međusobno sljeda linijskih odsječaka .

Upravljanje rastavnim napravama u mreži provodi se na taj način da se obrađuje zona po zona dalekovoda u najmanje mogućim daljinski upravljanim odsječcima. Nakon svakog automatskog ponovnog uključenja linijske rastavne naprave provjerava se stanje prekidača te ukoliko je došlo do prorade (okidanja) promatrani odsječak smatra se u onim u kvaru. Pored toga logika FI/FL modela je bazirana na pretpostavci da se je pojavio samo jedan kvar no sustav automatizacije može riješiti i situaciju kada su nastali višestruki kvarovi u različitim linijskim odsječcima.

Rad FI/FL modela je optimiziran tako da je broj potrošača bez napajanja električnom energijom, spojenih na dalekovodu kvaru, minimaliziran. Za ostvarenje ovoga postoje dva alternativna pristupa, ovisno o tome da li će se potvrđivati linijski odsječak u kvaru probnim uklopom na kvar ili ne. Ukoliko se odabere probno uklapanje na kvar FI model prvo ispituje linijske odsječke s najvećom vjerojatnošću nastanka kvara. Nakon otkrivanja linijskog odsječka u kvaru isti se izolira, a preostali dio dalekovoda se ponovno napaja. Probno uklapanje na kvar izvodi spori APU. Probno uključivanje na kvar preporučuje se u slučaju kada postoji izvjestan stupanj neodređenosti u lociranju kvara ili kada se traži da se uobičajeni spori APU ,ostvaren relejnom zaštitom, zamijeni automatskim ponovnim uključanjem dionice za dionicom. Cilj drugog pristupa je izbjeći probno uključivanje na kvar. Ovdje se pojedini odsječci ponovno uključuju krenuvši od onog s najmanjom vjerojatnošću kvara, a kada se dođe do zadnjeg odsječak postupak se zaustavlja. Ovaj postupak obično se koristi jedino ukoliko je izveden cjelovit postupak APU-a s pomoću relejne zaštite. Da bi bio učinkovit ovaj postupak također traži dobro poznanje lokacije kvara. U praksi to znači da moraju postojati pokazivači kvara ugrađeni u odvojacima dalekovoda u kojima su smještene daljinski upravljive rastavne naprave.

FI model prvo pokušava ponovno priključiti odsječak po odsječak, krenuvši od smjera napajanja dalekovoda. Za one odsječke koji se neće ponovo napojiti koristi se pričuvno napajanje. Prije prespajanja provjerava se kapacitet pričuvnog napajanja proračunom strujne opteretivosti i maksimalnog pada napona. Pored toga provjerava se podešenje relejne zaštite prekidača dalekovoda kako bi se osigurala koordinacija releja. Posebno je važno osigurati da u slučaju udaljenog dvofaznog kratkog spoja struja kvara bude dovoljno velika za okidanje releja.

Ukoliko se koristi pričuvno napajanje topologija mreže se optimizira FI modelom kako bi se pad napona sveo na najmanju moguću mjeru. U distribucijskoj mreži, gdje je pad napona ograničavajući faktor prijenosne moći, ova strategija izravno vodi k najučinkovitijoj uporabi kapaciteta mreže. Ovo vrijedi za slučaj nadzemnih ruralnih i prigradskih mreža. U gradskim mrežama ograničavajući faktor obično nije pad napona nego prijenosna moć pričuvnog dalekovoda. Za ove mreže odabir pričuvnog napajanja, prema padu napona, također teži da jednoliko podijeli prespojen teret između dostupnih kapaciteta.

Glavna dobit automatske izolacije kvara i restauracije pogona SN mreže su smanjeni troškovi potrošačima neisporučene električne energije. Ove uštede ostvaruju se smanjenjem rizika probnih uključenja na kvar koji uzrokuju dodatne prekide u isporuci električne energije. Automatizacija također omogućava mnogo bržu restauraciju pogona i time skraćuje vrijeme prekida u isporuci električne energije, posebice ukoliko pričuvno napajanje ima ograničene kapacitete. U ovom slučaju računalni model omogućuje brzu provjeru tehničkih ograničenja pričuvnog napajanja.

## 5. PRAKTIČNA ISKUSTVA FINSKE ELEKTROPRIVREDE

Predstavljen FI/FL model je u probnoj uporabi u Finskoj od studenog 1996. godine i to u dvije podstanice tvrtke North-Carelian Power Company. U sadašnjem trenutku sustavom automatskog vođenja kvara obuhvaćena su tri dalekovoda.

Prije ugradnje pilot sustava provedena je serija probnih ispitivanja izazivanjem kvara na distribucijskim dalekovodima. Početna ispitivanja pokazala su da funkcije provjere stanja prekidača ,nakon isključenja dalekovoda, nisu pouzdane zbog problema sinkronizacije. Kako bi se riješio ovaj problem struktura ove funkcije temeljena na događaju promijenjena je u postupno izvođenje. Nakon ove promjene provedena je nova serija ispitivanja od 10 kvarova koja je postigla puni uspjeh. Do svibnja 1997. godine pojavilo se 6 kvarova koji su uspješno otklonjeni.

Trenutno FI/FL model se može pokrenuti istovremeno samo za jedan dalekovod. Nakon što se računalni model izvrši promatrani dalekovod se zaključava tako da je potrebno da ga operator resetira prije nego što ga se ponovno pokrene za isti dalekovod.

Kako bi se skupila dodatna iskustva imenovana tvrtka nastavit će s probnom uporabom i uključit će nove dalekovode u sustav. Model se želi i dalje razvijati kako bi postao komercijalan. Budućoj komercijalizaciji, naravno, mora prethoditi razvoj funkcija zaštite i mjerenja te, naravno, i funkcije upravljanja rastavnim napravama uporabom različitih uobičajenih tipova jedinica daljinskog upravljanja

(RTU) ove namjene.

Prema dosadašnjem finskom iskustvu FI/FL model se je pokazao kao veoma učinkovit alat u smanjenju neisporučene električne energije. Ugradnjom sustava dodatno je smanjena neisporučena električna energija za 30 – 40 % iznosa prvobitnog smanjenja ostvarenog ugradnjom DURN-a. Dodatnom smanjenju neisporučene električne energije pridonjela je učinkovita lokacija kvara i smanjen broj ponovnih uključenja na kvar. Kao primjer navest ćemo podatke koji se odnose na tipični ruralni ili prigradski dalekovod i godišnju cijenu neisporučene električne energije po 1 MW snage:

- 29 000 US\$ - u slučaju da nema automatizacije ili daljinskog upravljanja,
- 19 400 US\$ - u slučaju da je ugrađena jedna daljinski upravljiva naprava po dalekovodu (od ukupno 3 ili 4 rastavne naprave),
- 11 600 US\$ - u slučaju kada je u uporabi FI/FL model

## 6. ZAKLJUČAK

Finska iskustva za vrijeme probnog korištenja FI/FL modela su pokazala da je ovakva vrsta automatizacije moguća i potrebna. Pretpostavka za ostvarenje ove automatizacije je kvalitetna integracija sustava daljinskog upravljanja podstanicom s automatizacijom u SN mreži. Da bi se ostvarila maksimalna dobit sustava za automatsko vođenje kvara potrebna je i relativno široka uporaba daljinski upravljanih linijskih rastavnih naprava. U tom slučaju cijena ovog modela je mala u usporedbi s očekivanim dobitima. Konačan zaključak je da sustav za automatsko vođenje kvara treba obuhvatiti sve dalekovode u kojima su ugrađene daljinski upravljane rastavne naprave.

Budući da se u Hrvatskoj elektroprivredi ugrađuju daljinski upravljive rastavne naprave, trenutno još nesustavno i bez potrebitih studija i tipizacije opreme, do ostvarenja FI/FL modela automatskog vođenja kvara kod nas još je dalek put. Glede toga nameću se sljedeća pitanja za diskusiju:

- Gdje su ugrađene, koje i u kome broju daljinski upravljive rastavne naprave (DURN);
- Kojim tehničkim kriterijima se rukovalo kod određivanja mikrolokacije DURN-a;
- definiranje sadržaja projektne zadaće potrebne studiju Tehničkih zahtjeva i preporuka za ugradbu DURN-a;
- mogućnosti razvoja domaćih DURN-a, te opremanja postojećih linijskih rastavnih naprava sustvima daljinskog upravljanja.

## BIBLIOGRAFIJA

1. M. Lehtonen, T. Laine, M. Seppanen, E. Antila, E. Markkila: "Automatic fault location and fault isolation in distribution networks", DA/DMS konferencija, Amsterdam '97;
2. P. Jarventausta, P. Verho, M. Karenlampi, M. Pitkanen, J. Partranen, A. Rinta-Opas, P. Juuti: "Automatic switchings in fault management – an advanced DMS applications", DA/DMS konferencija, Amsterdam '97;
3. M.L. Hammond, A.J. Bower, R.P. Leeuwerke: "Implementation Of Automatic Post Fault Reconfiguration To A Medium Voltage Distribution System", DA/DMS konferencija, Amsterdam '97

