

NADZOR TEMELJNIH PARAMETARA POGONA OPREME U FUNKCIJI DEFINIRANJA STRATEGIJE ODRŽAVANJA PREMA STVARNOM STANJU

SAŽETAK

Korištenjem numeričke tehnologije omogućeni su temeljni preduvjeti za provedbu održavanja elektrodistribucijskih postrojenja, koje se temelji na stvarnim potrebama i koje se može optimirati na način da se uz znatno manje troškove održavanja istovremeno osigura veća pouzdanost i raspoloživost elektroenergetskog sustava.

Ukazano je na tendenciju automatskog nadzora uvjeta i parametara pod kojima radi vitalna oprema elektrodistribucijskih postrojenja, odnosno oprema u trafostanicama tzv. primarne distribucije, te na potpuno novi pristup problematici održavanja, kao i neophodnost primjene nove strategije održavanja, održavanja prema stanju.

Ključne riječi: primarna distribucija, automatizacija, održavanje prema stanju, stanje opreme.

SUPERVISION OF BASIC PARAMETERS OF EQUIPMENT OPERATION IN FUNCTION OF DEFINING STRATEGY OF CONDITION BASED MAINTENANCE

ABSTRACT

Using numerical technology, we have basic prerequisites to carry out of maintenance of distribution substations, witch is based on real need that can be optimised on a way to ensure higher reliability and availability of distributive power system and with much less expence.

By the fact of automatic supervision of condition under which vital equipment of distribution substations operates, relatively to equipment of substations with other words primary distribution and on completely new way approach to problem of maintenance, as it is necessary to apply new strategy of maintenance, condition based maintenance.

Key words: primary distribution, automation, condition based maintenance, equipment condition.

1. UVOD

Pojavom numeričkih uređaja i njihovom primjenom u elektrodistribucijskim postrojenjima tzv. primarne distribucije, odnosno trafostanicama 110/x kV i 30(35)/10(20) kV i to na razini jednog polja ili određenog sustava, integrirane su razne funkcije (zaštita, upravljanje, nadzor), a proizvođači primarne opreme "prisiljeni" su na adekvatan odziv glede izazova koje donose takvi uređaji, koji jednostavno postaju njen sastavni dio.

Ovakvi sekundarni uređaji i sustavi, u kombinaciji s prestižnim rješenjima i tehnologijama primarne opreme i postrojenja, te uz sve intenzivniji razvoj i primjenu raznoraznih senzora, omogućuju bitno kvalitetniju opskrbu potrošača električnom energijom, a što je naša temeljna zadaća i obveza.

Za očekivati je sve intenzivniji "pritisak" potrošača električne energije na isporučitelje, koji će u skoroj budućnosti dovesti i do međusobnih ugovornih obveza glede kakvoće "usluge", odnosno "proizvoda".

Također je za očekivati i sve oštrije normativne zahtjeve, odnosno zahtjeve koji će biti propisani isporučitelju električne energije.

Temeljna zadaća svih subjekata u HEP-u je optimiranje elektroenergetskog sustava u novim okolnostima, a osobito glede promjena, uvjeta i izazova, s kojima ćemo biti suočeni u bliskoj budućnosti.

U razvoju i proizvodnji primarne opreme i postrojenja, prisutni su sve oštriji zahtjevi, a osobito glede:

- raspoloživosti,
- pouzdanosti,
- sigurnosti,
- zaštite na radu,
- zaštite okoliša,
- zaštite od požara i
- prikladnosti za održavanje i rukovanje.

Narečeni zahtjevi doveli su do trenda:

- potpunog oklapanja i izoliranja dijelova pod naponom,
- smanjenja broja elemenata (osobito aparata),
- "jednostavnih" struktura,
- "pojednostavljenja" upravljanja, ispitivanja i održavanja,
- smanjenja vremena isključenja kvarova,
- automatizacije selektivnosti zaštita,
- minimalnih potreba za održavanjem ("maintenance free"),
- što sveobuhvatnije automatizacije,...

Automatizaciju elektrodistribucijskog sustava karakteriziraju slijedeće značajke:

- manji troškovi projektiranja, montaže i ispitivanja,
- manji troškovi pogona i održavanja,
- veća raspoloživost,
- veća pouzdanost i sigurnost,
- "jednostavnost",
- optimalnija životna dob,
- prikladnost za održavanje i rukovanje,
- povoljniji režim rada,
- manji broj kvarova,
- manje štete prouzročene kvarovima,
- manja vjerojatnost nastanka havarija,
- mogućnost praćenja trenda i statistike pojedinih veličina i parametara i
- mogućnost trenunog djelovanja na pojavu poremećaja, smetnji, nedostataka i kvarova.

Prednosti i mogućnosti koje donose nove tehnologije (primarne i sekundarne opreme), predstavljaju izazov za sve sudionike koji sudjeluju u procesu definiranja zahtjeva, kreiranja i tipizacije tehničkih rješenja, projektiranja i korištenja elektrodistribucijskih postrojenja i pripadnih mreža, te upravljačkih centara. Jednostavno rečeno, bilo bi nerazumno maksimalno ne iskoristiti blagodati koje nam pružaju nove tehnologije i procesna informatika.

Sve to, dovelo je do potpuno novih mogućnosti i neophodnosti novog pristupa u gospodarenju elektrodistribucijskim sustavom, ne samo glede zaštite, upravljanja i nadzora, nego i glede izuzetno dragocijenih podataka koji nam omogućuju bitno racionalniji pristup održavanju kao jednoj od najznačajnijih sastavnica.

2. PROBLEMATIKA ODRŽAVANJA

Dosadašnje tehnologije bile su dosta ograničene glede kvalitetnog održavanja, a osobito glede optimiranja održavanja. Pored toga, postojeći propisi i pravilnici su zastarjeli i izrazito konzervativni u pojedinim segmentima, što znači da uopće nisu sukladni s novim tehnologijama, niti novom koncepcijom održavanja. Poseban problem su tzv. minimalni rokovi održavanja i pojedine aktivnosti održavanja koje, blago rečeno, nisu logične niti razumne, što znači da se u slučaju striktnog pridržavanja takvih uvjeta, održavanje provodi na neracionalan način (uz nepotrebne troškove). Uz sve to, prisutan je i problem sadržaja i kvalitete proizvođačkih uputa za održavanje pojedinih uređaja, opreme i postrojenja, gdje su aktivnosti i rokovi nerealni (ili prečesti ili prerijetki). U takvim okolnostima, praktička provedba održavanja elektrodistribucijskih postrojenja varira od jedne krajnosti koja sadrži previše rizika (isključivo otklanjanje kvarova), pa sve do druge koja je neracionalna ("slijepo", odnosno strogo pridržavanje propisa, pravilnika i uputa proizvođača).

Lako se može zaključiti da se ne radi o sustavnom održavanju koje se temelji na načelima i pravilima optimiranja održavanja, odnosno optimiranja troškova održavanja. To znači da održavanje postrojenja, ovisi o "proizvoljnom stavu" pojedinih subjekata ili organizacijskih jedinica u sastavu pojedinih dijelova HEP-a, odnosno njihovih rukovoditelja ili bolje rečeno njihovog odnosa glede osnovne djelatnosti i relevantnih propisa, pravilnika i uputa.

Također je poznato da u našoj praksi nije "običaj" statistički pratiti održavanje (osobito smetnje, nedostatke i kvarove) i sustavno tražiti "slabe točke", odnosno provoditi raščlambu statističkih podataka i pogonskih događaja, te rješavati "slabe točke", a po potrebi o tome "informirati" proizvođače opreme i u suradnji s njima tražiti optimalna rješenja određenih problema. Od posebne je koristi suradnja s proizvođačima opreme u smislu definiranja određenih detalja glede nadzora opreme u pogonu, te prikladnosti za održavanje i rukovanje.

U skoroj budućnosti će se pojaviti još jedan utjecajni čimbenik, a to su troškovi, odnosno štete prouzročene neisporučenom ili "nekvalitetnom" električnom energijom, te prekidom opskrbe u pojedinim situacijama.

Može se zaključiti da je neophodno mijenjati odnos prema održavanju, kako u domeni "regulative", tako i u domeni provedbe i kontrole.

3. ODRŽAVANJE PREMA STANJU

Najnovije tehnologije i automatizacija, omogućuju nam potpuno novu strategiju održavanja koja se približava "idealnoj koncepciji održavanja", odnosno optimalnom modelu koji uz minimalne troškove održavanja omogućuje maksimalnu pouzdanost i raspoloživost elektrodistribucijskog sustava.

Radi se o strategiji ciljanog održavanja, odnosno održavanja prema stanju ili bolje rečeno o strategiji provedbe samo neophodnih aktivnosti kako bi se broj kvarova i otkaza držao na podnošljivoj razini (uz "podnošljiv" rizik koji ovakav pristup održavanju donosi, osobito glede klasičnih postrojenja). To znači da ne smije doći u pitanje očekivani životni vijek uređaja, opreme i postrojenja. Kod ove strategije ne smije se upasti u zamku zvanu "vožnja do sloma", a statističko praćenje, raščlamba pogonskih događaja, praćenje troškova i periodičko izvješćivanje, moraju postati obveznim u sustavu upravljanja održavanjem.

Ovakav pristup problematici održavanja temelji se na raspoloživim funkcijama i mogućnostima mikroprocesorskih uređaja i procesne informatike, kao što su:

- samonadzor numeričkih uređaja,
- nadzor analognih i logičkih krugova (ulaza i izlaza),
- nadzor pojedinih parametara primarne opreme,
- zapis kvarova i događaja,
- mjerenje i praćenje pojedinih veličina,
- sumiranje (događaja i veličina),
- blokade,
- automatika,
- alarmiranje,
- dijagnostika i prognoza,
- raščlamba pogonskih događaja i kvarova,
- otkrivanje neregularnih pojava i događaja,
- praćenje statističkih podataka,
- praćenje povijesti uređaja, opreme i postrojenja,...

Održavanje prema stanju je ciljano održavanje koje se provodi na temelju sveukupne spoznaje o stanju u kojem se uređaj, oprema ili postrojenje nalazi, a koje je određeno nalazima i rezultatima do tada provedenih preventivnih održavanja, mjerenja i ispitivanja, a naročito praćenjem i nadzorom određenih mjernih veličina i parametara u pogonu, te dijagnostičkih ispitivanja.

Na temelju spoznaje o stanju donosi se odluka o opsegu svih potrebnih aktivnosti i terminu za otklanjanje registriranih, poremećaja, nedostataka, smetnji ili kvarova. To znači da se praktički treba napustiti dosadašnja praksa održavanja koja se uglavnom svodi na periodičko održavanje u strogo određenim rokovima u nekim ili najčešće isključivo na otklanjanje kvarova u ostalim slučajevima, ovisno o stavu pojedinog distributera.

Uvođenjem održavanja prema stanju, odnosno stvaranjem sustava upravljanja održavanjem, jasno je da će se radikalno promijeniti dosadašnji pristup i odnos prema održavanju, kako glede opsega aktivnosti i rokova, tako i glede određenih organizacijskih i kadrovskih promjena.

Korisno je spomenuti i glavne čimbenike koji utječu na stanje uređaja, opreme i postrojenja kao što su

- električki,
- mehanički,
- termički,
- kemijski,
- atmosferski,
- ekonomski i
- tehnički-stručni.

U bliskoj budućnosti, posljednja dva čimbenika doći će do punog izražaja, odnosno "filozofija održavanja" i opskrbe potrošača na principu:

⇒ *jeftino održavanje (koliko je moguće) i pouzdana opskrba potrošača (koliko treba).*

Uvođenjem ovakve strategije održavanja, u kombinaciji s novim tehnologijama, a u odnosu na dosadašnju praksu i klasična postrojenja, sveukupni troškovi održavanja mogu se čak prepoloviti. To znači da će održavanje postati sve "interesantniji problem" i za sam menadžment.

4. TEMELJNI PARAMETRI POGONA PRIMARNE OPREME

Kod prestižnih sekundarnih sustava prisutan je trend, odnosno tendencija automatskog nadzora temeljnih parametara vitalne (primarne) opreme, bitnih za pouzdan rad i maksimalnu raspoloživost.

Raspoloživost sustava će biti sve značajniji kriterij, a ona osim što ovisi o vremenu potrebnom za popravak uređaja, opreme ili dijela postrojenja, još ovisi i o vremenu potrebnom za održavanje (za koje je potrebno isključenje iz pogona). Prema tome, raspoloživost sustava određena je ovim čimbenicima.

Automatski nadzor temeljnih parametara opreme omogućuje nam trenutni odziv na registrirane poremećaje i praćenje trenda nadziranih parametara (što je od posebne važnosti), odnosno ciljano održavanje.

Nije potrebno naglašavati da sve to do sada praktički nije bilo moguće.

Grafične vrijednosti parametara primarne opreme koje se nadzire, potrebno je s posebnom pažnjom definirati i to po mogućnosti zajedno s proizvođačima, kako za staru, tako i za novu opremu.

Prilikom definiranja koncepcije i razrade sustava daljinskog vođenja trafostanica primarne distribucije, neophodno je objediniti sve podsustave u jedan jedinstveni sustav, kao što su:

- VN i SN polja (postrojenja),
- transformatori,
- regulacija napona,
- paralelni rad transformatora,
- besprekidno napajanje,
- mrežno tonfrekventno upravljanje,
- kompenzacija jalove energije,
- obračunsko mjerenje,
- vatrodojavni sustav,
- sustav za gašenje požara,
- tehnička zaštita objekta,
- klimatizacija, ..

Jasno je da ovakav jedinstveni sustav objedinjuje i daljinski upravljive aparate i uređaje u sastavu pripadnih sredjenaponskih mreža, odnosno koordinaciju sa nadređenim i podređenim subjektima sustava.

Za očekivati je da ćemo se uskoro "susresti" i sa još jednim specifičnim aparatom, daljinski upravljivim "brzim zemljospojnikom", odnosno s prekidačem koji ima i funkciju "brzog zemljospojnika" (tzv. tropoložajni prekidač).

Najučestaliji numerički uređaji su tzv. terminali SN polja koji nam omogućuju:

- * nadzor isklopnog i uklopnog kruga prekidača,
- * testiranje svih ulaznih i izlaznih krugova (analognih i logičkih),
- * nadzor vremena sklapanja prekidača, odnosno polova prekidača (nadzor okidačkih sklopova i pogonskog mehanizma, sinkronost sklapanja),
- * zbrajanje ciklusa rada aparata (posebno važno za pogonske mehanizme prekidača i sklopki),
- * zapis događaja (*Event Recorder*),
- * zapis kvara (*Fault Recorder*),
- * zapis oscilograma kvara (*Disturbance Recorder*),
- * spoznaju o veličini struje kratkog spoja, odnosno prekoračenja određene vrijednosti (informacija o uklopnom stanju nadređene mreže kada struja kratkog spoja može biti veća od dopuštene, što znači da se radi o rizičnom pogonu),
- * spoznaju o strujama viših harmonika,

- * sumiranje kvadrata kumulativno prekinute struje po fazama (ΣI_{RST}^2),
- * detektiranje greške, odnosno otkaza prekidača (*Circuit Breaker Fail*),
- * isključenje nadređenog prekidača (*Back Trip*) u slučaju neuspjelog isključenja kvara,...

Iz svih ovih funkcija i mogućnosti, vidi se da je uređaj "usmjeren" na prekidač kao ključni element svakog postrojenja.

U kategoriji sredjenaponskih prekidača dominira vakuumska tehnika koja je pored svojih poznatih prednosti u odnosu na druge tehnike sklapanja, također omogućila razvoj i primjenu izuzetno pojednostavljenog mehanizma (na principu magnetskog aktuatora) i upravljačko nadzornog elektroničkog modula (sa funkcijama nadzora i samonadzora).

Što se tiče visokonaponskih prekidača (SF_6), osobito vanjske montaže, numerička tehnologija "ulazi" u prekidač kao njegov sastavni dio, tako da sam prekidač postaje inteligentan uređaj.

Transformatori za elektrodistribucijska postrojenja, sa svojim specifičnim tehničko pogonskim karakteristikama i zaštitno alarmnim uređajima, za sada odolijevaju prodoru numeričke tehnologije i *on-line monitoringa*. Važno je napomenuti da su transformatori elementi elektrodistribucijskih postrojenja za koje postoji najveći broj dijagnostičkih ispitivanja kojima je moguće "nadzirati" njihovo stanje.

Za transformatore i postrojenja na raspolaganju su nam i raznorazni uređaji za specijalna ispitivanja, kojima se u određenim vremenskim razmacima ili po potrebi, a za vrijeme pogona mogu kontrolirati određene veličine i parametri (pregrijavanja, parcijalna izbijanja, određene karakteristike izolacijskog medija, elektromagnetske smetnje,...). Moguće je da u skorijoj budućnosti budemo imali u primjeni i *on-line monitoring*: parcijalnih izbijanja, otopljenih plinova i ulju, "toplih točaka",...

U posljednje vrijeme svjedoci smo sve intenzivnijeg razvoja i praktičke primjene raznoraznih senzora i sličnih uređaja, u funkciji nadzora i kontrole određenih veličina i parametara (VN i SN opreme i postrojenja), na način da se što prije detektira i otkloni poremećaje ili stanja koja bi mogla dovesti do većih kvarova ili otkaza funkcionalnosti. Radi se o slijedećim veličinama i parametrima:

- * naponi (prenaponi, pogonski naponi, indikacija,...),
- * struje (pogonska, kvara, nesimetrija, kroz izolaciju,...),
- * stanje pogonskog mehanizma (napetost opruga, napinjanje, pumpa, grijanje,...),
- * broj prorada,
- * položaj aparata (uključeno, isključeno, međupoložaj),
- * pritisak plina (SF_6 , N_2 , zrak),
- * hidraulički pritisak,
- * zakretni moment,
- * dinamički pritisak,
- * istrošenost kontakata,
- * brzina kontakata,
- * protok medija,
- * temperatura medija,
- * temperatura "toplih točaka",
- * vlažnost (ulja, plina SF_6 , zraka),
- * ultrazvuk,
- * električki luk,
- * parcijalna izbijanja,
- * prisutnost slobodnih stranih tijela i čestica,
- * otopljeni plinovi (u trafoulju),
- * vibracije,
- * deformacije,
- * prostorni pomaci,
- * koncentracija plina,...

Lako se može zaključiti da "razina" održavanja bitno ovisi o količini i vrsti nadziranih veličina i parametara

Glede održavanja, od posebne važnosti je nadzor i kontrola:

- * krugova isključenja,
- * mjernih krugova zaštite,
- * napajanja pomoćnim naponom,
- * napajanja pogonskih mehanizama,
- * stanja pogonskih mehanizama,
- * stanja izolacijskog medija i
- * stanja medija za gašenje električnog luka.

5. ZAKLJUČCI

Otvorene su potpuno nove mogućnosti za nadzor pojedinih temeljnih parametara opreme, koji su od posebne važnosti glede održavanja.

Potrebno je inicirati novelaciju i reviziju postojeće regulative koja propisuje održavanje elektroenergetskih postrojenja (državni Pravilnik, interne smjernice, pravila i upute, te uvjete glede novih postrojenja).

Neophodno je stvaranje stručnih timova ili tješnja suradnja stručnjaka kojima je specijalnost energetika, zaštita, upravljanje i procesna informatika, kako bi se maksimalno iskoristilo obilje funkcija i mogućnosti koje nam pružaju prestižni sekundarni sustavi (terminali polja, senzori, procesna informatika, optika,...). Specijalističko znanje i iskustvo pojedinih stručnjaka, uključujući njihovu međusobnu razmjenu i stalno usavršavanje, neophodni su preduvjeti za pozitivan odziv na sve promjene i izazove koji su pred nama. Jedino na ovaj način moguće je optimalno iskoristiti blagodati koja nam pružaju prestižne tehnologije, pa zato nemojmo dopustiti da nam iskoristivost sekundarnih sustava bude na razini prosječne iskorištenosti osobnih računala.

Također je neophodno započeti stvaranje sustava upravljanja održavanjem MMS (*maintenance management system*) kao jedne od sastavnica SDV-a, a koji bi se temeljio na: tehničkim podacima, zapisima, raščlambama, statističkim podacima i "povijesti održavanja". To znači da se radi o potpuno novom sustavu koji sve informacije i alarme, koji se odnose na nadzirane parametre i stanja opreme, kanalizira u ured inženjera za održavanje. Jedino specijalisti za održavanje mogu detaljno i kvalitetno pratiti i raščlanjivati "ponašanje" opreme i postrojenja, kako u redovnom, tako i u izvanrednom režimu rada, pravovremeno planirati i poduzimati potrebne aktivnosti za otklanjanje nastalih poremećaja, smetnji, nedostataka i kvarova, donositi odluke o potrebitom servisu, rekonstrukciji, remontu, modifikaciji, dijagnostičkim ispitivanjima, kao i eventualnu konačnu odluku o neophodnoj zamjeni.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

1. *Koja su dosadašnja iskustva u korištenju integriranih numeričkih uređaja u funkciji održavanja primarne opreme (na novim i starim postrojenjima) ?*
2. *Kako je koncepcijski osmišljeno korištenje mogućnosti koje nam pružaju prestižni sekundarni sustavi, odnosno automatizacija elektrodistribucijskog sustava, u funkciji održavanja istog, u sklopu novih dispečerskih centara "velikih" DP-a, kao i u sklopu tipizacije TS 110/x kV ?*

