

PREPORUKE PRI DEFINISANJU OPREME ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE SN DISTRIBUTIVNOM MREŽOM

V. Mijatović, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

M. Radunović, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Na području Elektrodistribucije Sombor se u ovom trenutku nalazi 42 sredjenaponska objekta koji su daljinski upravljiva. U te objekte ubrajamo: distributivne trafo-stanice 20/0,4kV i razvodna postrojenja 20 kV sa RMU-ovima, prekidače na stubovima sa ponovnim uključanjem (reklozere) i rastavljače snage na stubovima (sektionere). U Elektrodistribuciji Sombor je počelo uvođenje daljinskog upravljanja srednjim naponom (DU SN) 2006. godine, pilot projektom DU SN mrežom, koji je tada ostvaren kod nas i u Elektrodistribuciji Novi Sad. Od tada pa do danas implementirana su još dva projekta proširenja DU SN mrežom. U međuvremenu između dva projekta, ED Sombor sama nabavlja postrojenja koja su motorizovana i montira ih na pozicije koje kasnije u projektima proširenja oprema i uvlači u sistem daljinskog upravljanja. Pošto su stručni timovi ED Sombor aktivno učestvovali u izradi projektnih zadataka za sve projekte DU SN i pošto imamo desetogodišnje iskustvo u eksploataciji DU SN mreža u ovom radu želimo da damo naša opredeljenja što se tiče izbora opreme, kako energetske tako i prateće. Poseban naglasak je dat na izbor napona napajanja uredjaja (komandnog napona i napona motornog pogona), napona besprekidnog napajanja, izbor indikatora prolaska kvara za nadzemnu mrežu, logiku po kojoj se lokalne automatike podešavaju, izbor naponskih mernih transformatora za merenje napona i napajanje pomoćnim naponom itd. Naša opredeljenja su izvedena sa stanovišta pouzdanosti, jednostavnosti, ekonomičnosti, fleksibilnosti, optimalnog održavanja i ekonomičnosti.

Ključne reči: daljinsko upravljanje SN mrežom, lokalna automatika, reklozer, sektioner, RMU.

Vidoje Mijatović, Ogranak Elektrodistribucija Sombor 025 465 200/258 vidoje.mijatovic@so.ev.rs

UVOD

Kako je implementacija koncepta pametnih mreža uveliko uzela maha u regionu, ni Elektrovojvodina nije ostala po strani. Od 2006. godine počelo se sa izgradnjom objekata na srednjem naponu (SN) koji su daljinski upravljivi. Prvi koraci su učinjeni u ED Novi Sad i ED Sombor, pilot projektima sistema daljinskog upravljanja sredjenaponskom mrežom (SDU SN). Konceptualno, realizovana je po dva principa. U ED Novi Sad implementirani su gotovi sistemi koje nudi jedan proizvođač, dok je u ED Sombor implementirano rešenje sa energetsom opremom jednog proizvođača, a upravljački ormani i sva ostala dodatna oprema od različitih proizvođača- mešovita, posebno odabrana i ugrađena. Ispostavilo se da je koncept sa gotovim sistemima od jednog proizvođača mnogo sigurniji i pouzdaniji od ovog drugog. Naime ti sistemi su razvijani ispitivani i optimizovani od strane samog proizvođača opreme i ponuđeni kao gotov, ceo proizvod iza koga proizvođač stoji. Kod koncepta sa mešanom opremom u prvim godinama eksploatacije imali smo dosta problema tako da se tek posle ozbiljnih korekcija sistem ustabilio i doveo u prihvatljivo stanje sa stanovišta pouzdaosti i sigurnosti. Upravo ti problemi koje smo imali u prvim godinama eksploatacije i još dva projekta proširenja SDU SN čine nas, pripadnike stručnih službi ED Sombor, kompetentnim da učestvujemo u formiranju tenderskih zahteva za nabavku kako energetske tako i ostale opreme za SDU SN. Ovaj rad je pokušaj da se na jednom mestu objedine naša iskustva i preporuke u rešavanju najčešćih dilema u izboru opreme.

IZBOR NAPONA BESPREKIDNOG NAPAJANJA

Prilikom izbora napona napajanja mora se biti izuzetno oprezan. To je trenutak u kome definišemo i napon napajanja najvećeg dela ostale opreme. Listajući katalogsku dokumentaciju proizvođača nameću se dva nivoa napajanja- 24V i 48V jednosmerne struje. Prilikom razrešenja ove dileme vodili smo se jednom idejom: osnovna namena SDU SN je da u najgorim eksploatacionim uslovima sigurno i pouzdano isključi ili uključi deo konzuma iza sebe. Izbor napona besprekidnog napajanja, a pre svega veze akumulator –izvor – potrošač ispostavio se kao krucijalan u postizanju ove sigurnosti i pouzdanosti. Naime, što se tiče izbora veze akumulator-izvor- potrošač odlučili smo se za koncept koji se pokazao kao izuzetno pouzdan u TS 110/20kV, a to je kruta veza između ova tri elementa tj. potrošač se napaja sa čvora akumulator-punjač, bez ikakve sprežne elektronike. Situacije sa kvarovima u mreži su vrlo često takve da je element kojim pokušavamo da komandujemo bez pomoćnog napona ili nakon naše manipulacije ostaje bez pomoćnog napona. Ovim konceptom prilikom izvršenja komande u napajanju upravljačke i komutacione opreme učestvuju združeno i izvor i akumulator čime je pouzdanost izvršenja date operacije veća, a u slučaju nestanka pomoćnog napona ostaje nam napunjen akumulator koji više nikakva elektronika ne može da galvanski odvoji.

Što se tiče izbora napona napajanja naš izbor je 24V jednosmerne struje. Ovaj izbor znači dve baterije, a ne četiri što bi bilo neophodno kod 48V. Sa stanovišta pouzdanosti ovo bi značilo da imamo rednu vezu dva akumulatora, a ne četiri, tako da je veza dva akumulatora pouzdanija. Sa stanovišta ekonomičnosti, kratkoročno gledano dva akumulatora koštaju manje nego četiri, a dugoročno gledano, kada dođe vreme zamene akumulatora nakon isteka njihovog radnog veka, a u situaciji kada imamo blizu pedeset objekata u SDU SN, nije svejedno da li se menja ili nabavlja sto ili dvesta akumulatora. Sa stanovišta ekologije imaćemo za odlaganje duplo manje akumulatora nego da smo se odlučili za 48V. Tu je i pitanje smeštajnog prostora u samim ormanima za smeštaj opreme koji je, gotovo po pravilu „tesan“ i za dve akumulatorske baterije.

IZBOR NAPONA NAPAJANJA OSTALE OPREME

Opređenje za 24 V jednosmerne struje za napon besprekidnog napajanja sada diktira i napon napajanja velikog dela ostale opreme. Mi smo mišljenja da gde god je to moguće napon napajanja uređaja odabrati da bude isti kao i napon besprekidnog napajanja. Zbog toga smo odlučili da upravo napon 24V jednosmerne struje bude napon napajanja i za sledeće elemente:

- Motorni pogon rastavnog uređaja,
- Sklopne uređaje (kontaktore i pomoćne releje),
- RTU,
- Indikatore prolaska kvara,
- Indikatore prisustva napona,
- Merne pretvarače,
- Modeme za radio stanice (ako su neophodni).

Kako smo svesni da je jako teško nabaviti radio stanice za napon napajanja 24V, tu pravimo kompromis i dozvoljavamo 12V-ne radio stanice koje napajamo sa 12V-nog izlaza pretvarača sa koga se pune akumulatori i napaja ceo sistem. Radio stanice su po pravilu mali potrošači tako da ovaj izlaz, po našem iskustvu ne utiče mnogo na smanjenje snage celog sistema.

Često je pitanje izbora napona špulne isključenja rastavljača TP 20kV u RMU-ovima. Mišljenja smo da ona mora biti 230V naizmjenične struje i to ne sa pomoćnog napajanja već sa razvoda niskog napona (0,4kV). Razlog je taj što je špulna isključenja robustan element, koji povuče znatnu struju. Kada bi bila na razvodu pomoćnog napona bez potrebe bi naprezala izvor, kada bi bila 24V jednosmerne struje, takođe bi bez potrebe praznila akumulator i naprezala izvor, dok sa druge strane imamo trafo velike snage koji je pod naponom i koji treba isključiti. Drugi razlog za ovaj izbor je što ovi RMU-ovi često stoje relativno dugo montirani na mreži dok se ne povežu na SDU SN. Svo to vreme zaštite TP 20kV, koje okidaju špulnu rastavljača TP 20kV su povezane na 230V stranu što odgovara i internim tehničkim preporukama i propisima.

IZBOR NAPONA POMOĆNOG NAPAJANJA

Napon pomoćnog napajanja je napon sa koga se pune akumulatori i koji u redovnom režimu služi za napajanje celog sistema. U TS 20/0,4kV sa RMU-ovima, gde imamo napon 230V, nemamo dilema oko izbora napona pomoćnog

napajanja. Međutim, postojala je dilema kod rasklopnih uređaja na stubovima, koji su udaljeni od niskonaponske mreže. Na tim objektima napajanje pomoćnim naponom se, po pravilu, izvodi pomoću dvopolno izolovanog naponskog mernog transformatora primarnog napona 20kV. Dilema je bila koji sekundarni napon odabrati. Kako je u distribuciji standardno u upotrebi 20/0,1 kV/kV (merne ćelije na TS 110/20kV i RP 20kV) to bi, sa stanovišta rezervnih delova, bilo logično odabrati napon pomoćnog napajanja 100V. Međutim, kako su često daljinski upravljivi rasklopni uređaji montirani na mešovite vodove, ili u TS 20/0,4kV gde već imamo 230V i potrebno ih je samo uvesti u orman, to smo zbog unifikacije ostale opreme na koje se ovaj napon dovodi odabrali napon pomoćnog napona od 230V, tj.dvopolno izolovani NMT za spoljnu montažu, prenosnog odnosa 20/0,23 kV/kV minimalne snage 150VA, klase tačnosti maksimalno 2. Ovaj NMT montiramo u odlaznu granu iza rastavnog uređaja tako da po otvaranju rasklopnog uređaja sa njega uzimamo signal-informaciju da je vod bez napona, a kada je vod pod naponom pomoću mernog pretvarača ili na neki drugi način imamo merenje vrednosti napona na vodu.

Odabirom jedinstvenog napona pomoćnog napona od 230V imamo unifikaciju NMT-ova, izvora napajanja, mernih pretvarača, nezavisno od mesta ugradnje i možemo formirati jedinstvenu rezervu koja se koristi i za RMU-ove i za sekcionere i, u krajnjoj liniji, za rekozere.

INDIKATORI PROLASKA KVARA ZA SEKCIONERE I RMU-OVE

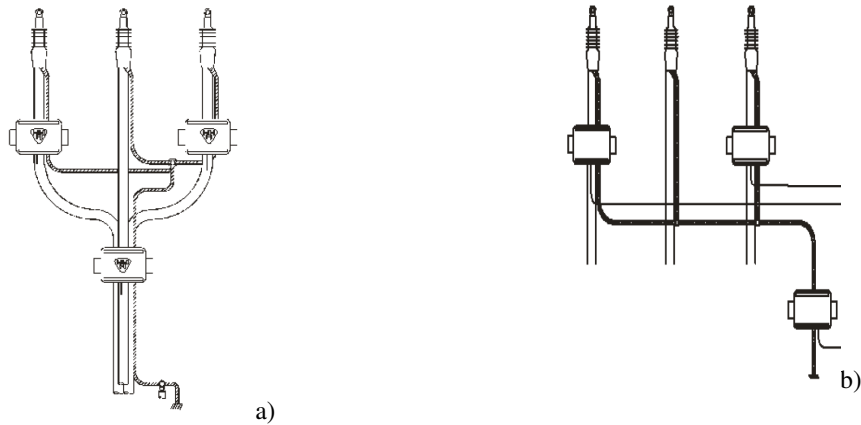
Indikatori prolaska kvara za rastavljače na stubovima- sekcionere predstavljaju, po našem iskustvu, najuže grlo početnog –pilot projekta SDU SN. Tu se krenulo sa konceptom strujnih senzora Rogovskog na provodnicima, adekvatno izolovani od visokog napona, čiji su sekundarni krajevi dovedeni u uređaj koji detektuje kratak spoj i zemljospoj. Odmah po ugradnji smo se suočili sa problemom lažne prorade i oscilovanja signala. Imali smo situaciju HRD liste prepunjene lažnim proradama. Isporučilac sistema je uložio dosta napora u pokušaju da ustabilu ovaj sistem i učini ga pouzdanim, međutim bezuspešno. Odustalo se od ovog koncepta i pokušalo se sa uređajima koji detektuju poremećaje u polju visokog napona. Oni su bezkontaktni i montiraju se na određenoj udaljenosti od težišta trougla u čijim su temenima tri fazna provodnika. Pored svetlosne signalizacije o prolasku kvara oni daju i izlaz beznaponski kontakt koji se uvezuje u daljinsku stanicu. To se, takođe nije pokazalo kao zadovoljavajuće rešenje. Pored toga što su detektori u tri od pet slučajeva bili montirani na mešovitom vodu (što u svakom slučaju nisu odgovarajući uslovi za njih) i ona dva montirana na čistom SN dalekovodu nisu bila pouzdana (Slika 1).



Slika 1– indikatori prolaska kvara sa detekcijom poremećaja električnog polja

Posle ovih epizoda odlučili smo se za rešenje sa strujnim mernim transformatorima za spoljnu montažu, montiranim na sam rastavljač, čiji sekundari završavaju u odgovarajućem uređaju koji vrši detekciju prolaska kvara. Ovo rešenje je i standardno za jednu vrstu rastavljača-sekcionera.

Kod indikacije prolaska kvara na RMU-ovima stvar je daleko pouzdanija, elegantnija i standardizovana. Ona je realizovana kao dva ili tri obuhvatna transformatora na svakoj od žila voda za kratkospojne kvarove i jedan veliki obuhvatni oko sve tri žile i vraćenog združenog uzemljenja plaštova za zemljospojne kvarove. Uređaji koji prihvataju te struje i detektuju kvarove se ugrađuju u ćelije na za to predviđenim mestima.



Slika 2- veze SMT za indikatore prolaska kvara u RMU: a) sa obuhvatanjem sve tri žile kabela i združenih plaštova i b) obuhvatanje samo združenih plaštova

Ovo rešenje je zadovoljavajuće pouzdano i prihvaćeno kao dobro. Međutim, novija rešenja su realizovana kao dva (ili tri) strujna senzora oko svakog provodnog izolatora na koji se priključuje kabel i manji obuhvatni transformator koji se montira samo na združeno uzemljenje plaštova. Ovo rešenje, po našem iskustvu nije dobro. Naime, ova postrojenja se montiraju na kablove koji su postavljeni pre više od 30 godina. Stanje tih kablova i neprekidnost njihovih plaštova je u većini slučajeva sumnjivo, tako da pitanje pouzdanosti detekcije zemljospoja kod varijante sa mernim transformatorom na združenim uzemljenim plaštovima veoma diskutabilno. U slučaju proboja na kabele koji je montiran na odvod RMU-a struja kvara prolazi po žili kabela ka mestu kvara i vraća se po plaštu kabela. Još jednim provlačenjem plašta kabela kroz obuhvatni SMT imamo detekciju prolaska kvara jer zbir struja nije više nula.



Slika 3- oštećenja na plaštu koji je u eksploataciji preko 30 godina

U slučaju prekida plašta imamo prolazak struje kvara kroz žilu kabela koji se sada zatvori, recimo u drugoj TS jer nema vraćanja struje kvara kroz plašt. Ovaj kvar registruje indikator sa velikim obuhvatnim SMT jer ima jedan prolazak struje kvara, što je dovoljno za detekciju, dok kod varijante gde se obuhvataju samo združeni plaštovi nemamo nikakvu detekciju zbog prekida plašta.

Krajnji cilj svih SDU SN je koncept „smart greed“ u kojem se, između ostalog, vrši automatska lokalizacija kvarova i rezerviranje napajanja vođena naprednim algoritmima za upravljanje, a sve u cilju veće pouzdanosti napajanja i što kraćim prekidima u isporuci električne energije. Uspešnost ovih algoritama se, pre svega, zasniva na pouzdanosti informacija sakupljenih iz sistema, iz dubine mreže. Naš je zadatak da ove informacije učinimo maksimalno pouzdanim.

LOKALNE AUTOMATIKE I NJIHOVI ALGORITMI

Reklozer, kao kompletno opremljen uređaj sa stanovišta detekcije kvara i isključenja struje kvara, moguće je podesiti na različite načine pomoću njegovog naprednog zaštitno upravljačkog uređaja. On pruža širok spektar podešenja zavisno od vrste mreže (radijalna, upetljena, prsten...) i potreba i ideja korisnika. Naša osnovna ideja kod izbora mesta za ovaj uređaj je da ga treba staviti na deo izvoda koji ima puno kvarova tako da ostatak konzuma sa tog izvoda ne bude pogođen kvarovima sa tog dela mreže. Selektivnost u odnosu na izvodnu zaštitu smo postigli manjim vremenskim zatezanjem odrade zaštite na reklozeru u odnosu na izvod sa koga se napaja. Po svemu ostalom on se ne razlikuje od izvodne zaštite, čak su i podešenja APU ista kao na izvodima.

Sa druge strane, kod daljinski upravljivih sredjenaponskih objekata (RMU i sekcioni) koji nemaju prekidače da bi isključili svoje kvarove napravili smo lokalne automatike čiji je zadatak da, ukoliko detektuje prolazak kvara i ostane bez napona određen period vremena, daje nalog za isključenje određenog rastavnog uređaja. Kod pilot projekta SDU SN pravili smo algoritme po kriterijumima kojima smo uzimali u obzir preko kakvog izvoda i iz koje TS 110/20kV se dati daljinski upravljivi element napaja. Svakom objektu smo pristupali zavisno od toga da li je na mešovitom ili čisto kablovskom izvodu, tj. da li je na izvodu koji ima ili nema APU, da li je na njegov kvar blokiran ili nije zemljospojni prekidač (ZP), da li je to dovodni ili odvodni pravac itd. U situaciji kada se neki DU RMU ili sekcioni napaja sa TS 110/20kV koja je opremljena sa ZP i nalazi se na izvodu na kome radi APU, u prvoj sekundi od nastanka kvara indikator prolaska kvara na jednom odvodu se može, u najgorem scenariju trajnog kvara, pobuditi tri puta: nastanak kvara koji ZP privremeno „ugasi“, ponovni kvar koji isključi zaštita i kvar posle brzog APU-a koji ponovo isključi zaštita. Ideja je bila da se broje prolasci kvarova i da se, uz uslov „vod bez napona“ u trajanju od jednog minuta isključi dati rastavni uređaj. U narednim projektima proširenja odustalo se od ovakvog, strogog definisanja kriterijuma. Dva su razloga za ovakvu odluku. Prvi je taj što smo shvatili da su detektori prolaska kvara manje sofisticirani i senzitivni u odnosu na zaštitne uređaje i da jako brze promene ne mogu uvek i sa sigurnošću da detektuju. Primer jako brze promene je zemljospoj koji ZP uspe da otloni za nekih 170ms od nastanka, nakon čega po isključenju pola ZP-a ponovni kvar prođe posle nekih 80ms. Mnogo je očekivati od jednog indikatorskog uređaja da vidi sve ove promene, naročito da razdvoji dve bliske pobude kao što su ove. Drugi razlog je taj što novije generacije indikatora po prolasku kvara drže signal o proradi oko 1s, u toku kojih se svaki sledeći prolazak kvara ne registruje. Sada se za sve elemente definiše jedinstven kriterijum: pobuda indikatora prolaska kvara i vod bez napona u trajanju od jednog minuta generiše nalog za otvaranje odgovarajućeg rastavnog uređaja. Po našem iskustvu je ovakav rad indikatora sasvim dovoljan za pouzdano detektovanje prolaska kvara i pouzdan rad lokalnih automatika.

Lokalne automatike smo modifikovali u još jednom koraku, opet iz razloga veće bezbednosti. Naime, bilo da lice koje manipuliše na licu mesta promeni stanje uklopno stanje bilo kog rastavnog uređaja ili da dispečer komanduje bilo kojim rastavnim uređajem na datom objektu, sve lokalne automatike bivaju zaustavljene i resetovane. Razlog je taj što manipulacijom na objektu čovek daje na znanje da on preuzima komandu, i da tu nikakva automatika nema više mesta. Na ovaj način se izbegava situacija da manipulant ili dispečer vodi manipulaciju sa svoje strane, a da mu sa druge strane, iza leđa, automatika isključuje rastavne uređaje po svojem započetom ciklusu.

LOKACIJA MERNIH I INDIKACIONIH UREĐAJA

Smeštanje mernih i indikacionih uređaja predstavlja najčešće pitanje koje projektanti SDU SN postavljaju nama kao naručiocima posla. Ovo pitanje je kod RMU-ova i delimično kod reklozera konstrukcijski rešeno i diktirano i nije podložno promenama. Međutim, kod sekcionera to nije definisano i dato je na volju projektantu tj. korisnicima da ga

lociraju po sopstvenoj želji. Mi smo opredeljenja da se NMT montira u odlaznu granu tj. u onu granu koja po otvaranju rastavnog uređaja ostaje bez napona i to između faza „R“ i „T“ („0“ i „8“), dok se merenje struje (SMT ili strujni senzor) postavlja na „S“ fazi („4“) i to na dovodnoj strani rastavnog uređaja. Razlog je, pre svega sigurnost i bezbednost. Kako se radi o rastavnom uređaju koji je najčešće smešten na udaljenim ili teško dostupnim mestima neophodno je da imamo što više povratnih informacija da smo upešno isključili ili uključili dati rastavni uređaj. Na ovaj načinin pored daljinske signalizacije o promeni uklopnog stanja uređaja imamo i prekid struje koja se meri sa jedne strane i signal „vod bez napona“ koji je indikovao i meren sa druge strane. Na ovaj način je u više tačaka potvrđena uspešnost date komande i isključenje sve tri faze. Ova rešenja su tipska za sve sekcionere tako da nema šarolikosti a samim tim ni nedoumica šta koji signa ili merenje u stvari znači.

ZAKLJUČAK

Gotovi, kompletni sistemi sa srednjenaponskim rastavnim uređajima i opremom za daljinsku komandu i nadzor koje nudi jedan proizvođač su mnogo pouzdaniji, sigurniji i u krajnjoj linij isplativiji od rešenja sa energetsom opremom jednog proizvođača na koju se nadograđuje dodatna oprema od različitih proizvođača. Ako je moguće, kod projekata koji se od početka planiraju kao SDU SN tendersku dokumentaciju voditi tako da se traže proizvođači koji nude cele, gotove sisteme. Kod takvih sistema nije potrebno strogo definisati ni napone napajanja ni pomoćne napone ni ostalu opremu jer je sam proizvođač napravio proizvod iza koga stoji. Kako se energetska oprema često nabavlja i postavlja na mesta koja se planiraju u budućnosti uvoditi u SDU SN mišljenja smo da se naša iskustva oko izbora ostale opreme, a koja su data u ovom radu, mogu biti korisna da se dobije sistem koji, iako hibridan, radi dovoljno pouzdano i sigurno. Mi smo aktivnim učešćem od definisanja projektnog zadatka, preko kontrole projekata do krajnjeg funkcionalnog ispitivanja objekata dobili sada jedan sistem koji je obuhvatio zavidan broj SN objekata (42), a koji radi sa zadovoljavajućom sigurnošću i pouzdanošću. Načini eksploatacionog održavanja, periodične provere i ispitivanje ovih objekata je nešto što tek treba da bude definisano i određeno.

LITERATURA

1. M. Radunović, V. Mijatović– Komentari nekih novih rešenja za zaštitu izvoda 20kV i automatiku zemljospojnog prekidača, CIRED 2012.
2. M. Radunović, V. Mijatović- Aktivnija uloga tehnike zemljospojnog prekidača- CIRED 2014.