

Nikica Mikulandra, dipl. ing.
KONČAR – Elektronika i informatika d.d., Zagreb
[nmikulandra@koncar-inem.hr](mailto:nikulandra@koncar-inem.hr)

Boris Maćešić, ing. el.
KONČAR – Elektronika i informatika d.d., Zagreb
bmacesic@koncar-inem.hr

Marko Biščan, dipl. ing.
KONČAR – Elektronika i informatika d.d., Zagreb
mbiscan@koncar-inem.hr

Milan Filipović, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektrolika Gospić
milan.filipovic@hep.hr

Ivan Radošević, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektrolika Gospić
ivan.radosevic2@hep.hr

ZAŠTITA NA SUČELJU DISTRIBUIRANOG IZVORA ENERGIJE I DISTRIBUCIJSKE MREŽE

SAŽETAK

Analiziraju se potrebe sustava zaštita u slučaju priključenja distribuiranog (obnovljivog) izvora energije na primjeru kogeneracijske elektrane na šumsku biomasu snage do 1 MW. Distribuirani izvor je na mrežu priključen na naponskoj razini 10 kV radialnim vodom. I sa stanovišta 35 kV mreže ovaj distribuirani izvor je na kraju dugačke radialne linije i ima veliki utjecaj na pogon mreže.

Ugrađena zaštita proizvođača KONČAR model RFX 632 uspješno je integrirana u postojeći sustav relejne zaštite, tako da je optimiziran rad okolnog elektroenergetskog sustava. Aktivnim pristupom u korištenju standardnih distribucijskih mrežnih zaštita postignuta je visoka razina pouzdanosti i selektivnosti, uz unaprjeđenje postojećeg elektrodistribucijskog sustava.

Cljučne riječi: distribuirana proizvodnja, pouzdanost i selektivnost

PROTECTION AT THE FRONT OF A DISTRIBUTED ENERGY SOURCE AND DISTRIBUTION NETWORK

SUMMARY

It analyzes the needs of protection in case of connecting distributed (renewable) energy sources (in this case of cogeneration plant that runs on forest biomass) up to 1 MW. Distributed source is connected to the network at the voltage level of 10 kV with a radial power line. And from the standpoint of the 35 kV network the distributed source is at the end of a long radial line and has a great impact on system operation.

Built in protection relay KONČAR RFX 632 model has been successfully integrated into the existing system of protection, so that the operation of the surrounding power system is optimized. By active approach in using the standard distribution network protection we achieved high levels of reliability and selectivity, with improvements the existing system electrical distribution system.

Keywords: distributed generation, reliability and selectivity

1. UVOD

Sa sve većim brojem malih distribuiranih izvora na elektroenergetskoj mreži dolazimo do problema nenamjernog otočnog rada. U slučaju nenamjernog otočnog rada ni frekvencija ni napon nisu regulirani od strane HEP-a. U većini slučajeva nenamjerni otočni rad je posljedica kvara u mreži. Nenamjerni otočni rad nije dopušten na distributivnim mrežama iz više razloga:

- Sigurnosni problem za ekipu na terenu
- Potencijalni rizik za oštećenje opreme
- Moguća pogrešna odrada funkcije ponovnog automatskog uklopa

Mali generatori koji se koriste kao distribuirani izvori većinom nemaju regulaciju napona i ne mogu održavati naponske granice koje su propisane. Također takvi manji generatori ne mogu dovoljno točno održavati frekvenciju sustava unutar granica.

Funkcija ponovnog automatskog uklopa se obično koristi kod prolaznih kratkih spojeva koji nestanu kada se mjesto kratkog spoja kratkotrajno odvoji od izvora. U slučaju distribuiranog izvora na tom djelu mreže mjesto kratkog spoja će i dalje biti napajano iz distribuiranog izvora i postoji mogućnost da automatski ponovni uklop neće uspjeti jer je kvar bio napajan iz distribuiranog izvora. A što je još veći problem u tom slučaju distribuirani izvor vjerojatno nije uspio održati frekvenciju na nazivnoj frekvenciji sustava i automatski ponovni uklop bi u tom slučaju spojio dva asinkrona elektroenergetska sustava.

Iz tih razloga potrebno je izvesti zaštitu za detekciju otočnog rada. Najkorištenije zaštite za detekciju otočnog rada ne mogu detektirati otočni rad kada proizvodnja distribuiranog izvora približno odgovara potrošnji izolirane zone. U tim slučajevima od neželjenog otočnog rada štiti se s brzom komunikacijom, tj. brzim prijenosom binarnih signala između zaštitnih uređaja u elektroenergetskoj mreži.

2. PRIMJER ZAŠTITE OD NEŽELJENOG OTOČNOG RADA

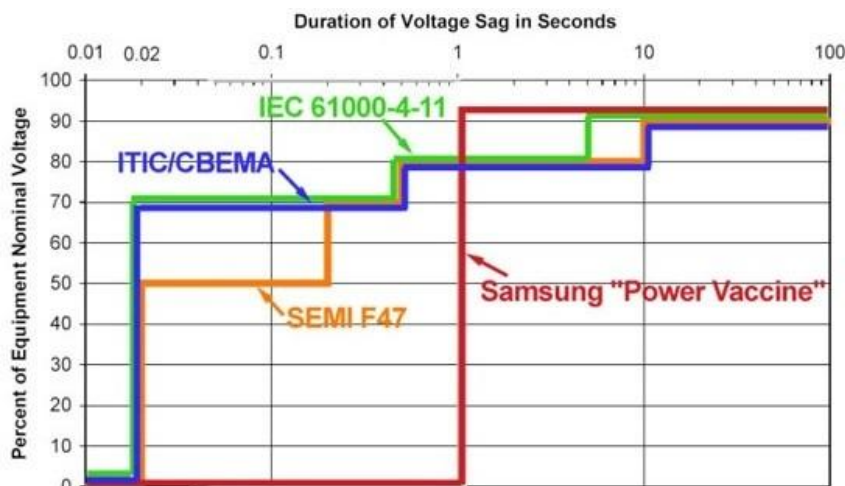
Kogeneracijska elektrana koja radi na šumsku biomasu snage 1 MW instalirana je u Udbini. Taj obnovljivi izvor u vlasništvu je tvrtke „LIKA ENERGO EKO d.o.o. UDBINA“. Distribuirani izvor nalazi se na kraju radijalnog 10kV voda zbog čega je velika mogućnost od ostajanja izvora u neželjenom otočnom radu. Kogeneracijska elektrana se spaja na 10kV vod u rasklopištu „RS 10(20) kV KOGENERACIJA UDBINA“. Na slici 1 prikazana je pojednostavljena shema 10(20) kV mreže izvoda K6 u TS 35/10 kV Udbina s pripadajućim potrošačima i kogeneracijskim postrojenjem. Zaštita je izvedena numeričkim terminalima KONČAR KONPRO RFX.

U sljedećoj tabeli nalaze se podešenja zaštita na vodu u polju =K6 u TS 35/10 kV Udbina gdje je početak radijalnog voda i podešenja zaštita u rasklopištu RS Kogeneracija Udbina na koje je spojena kogeneracijska elektrana.

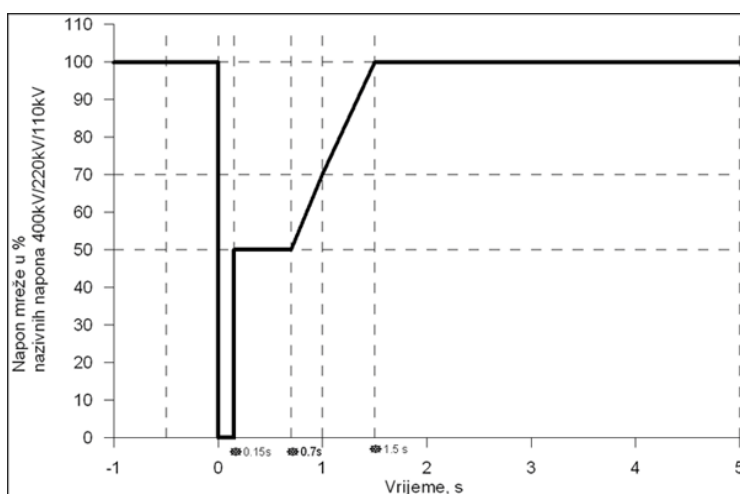
Tabela I. Podešenja zaštita u TS Udbina na odvodu =K6 i u rasklopištu RS Kogeneracija Udbina

ZAŠTITA		TS 35/10 kV Udbina =K6		RS 10(20) kV Kogeneracija Udbina	
		Prag	Vrijeme	Prag	Vrijeme
Nadstrujna zaštita	$I >$	180 A	1,00 s	85 A	0,50 s
Kratkospojna zaštita	$I >>$	800 A	0,05 s	900 A	0,05 s
Usmjerena nadstrujna zaštita	$I_{\phi} >$	/	/	20 A	1,00 s
Usmjerena kratkospojna zaštita	$I_{\phi} >>$	/	/	600 A	0,05 s
Zemljospojna zaštita	$I_0 >$	2 A	1,00 s	5 A	1,00 s
Usmjerena zemljospojna zaštita	$I_{0\phi} >$	2 A	0,50 s	0,5 A	0,20 s
Nadnaponska zaštita	$U >$	/	/	11,0 kV	0,30 s
Podnaponska zaštita	$U <$	/	/	9,0 kV	0,30 s
Nadfrekventna zaštita	$f >$	/	/	50,70 Hz	1,00 s
Podfrekventna zaštita	$f <$	/	/	49,00 Hz	1,00 s

Zaštitne funkcije podešene na polju =K6 u TS 35/10 kV Udbina podešene su na standardni način s jednim stupnjem nadstrujne zaštite, jednim stupnjem kratkospojne zaštite, usmjerenom zemljospojnom zaštitom i običnom zemljospojnom zaštitom koja služi kao rezervna usmjerenoj. U polju =K6 je također uključena funkcija automatskog ponovnog uklopa koja u slučaju neželjenog otočnog rada može predstavljati problem.



Slika 2. Krivulje propada napona prema standardima



Slika 3. Krivulja dopuštenih propada napona prema mrežnim pravilima

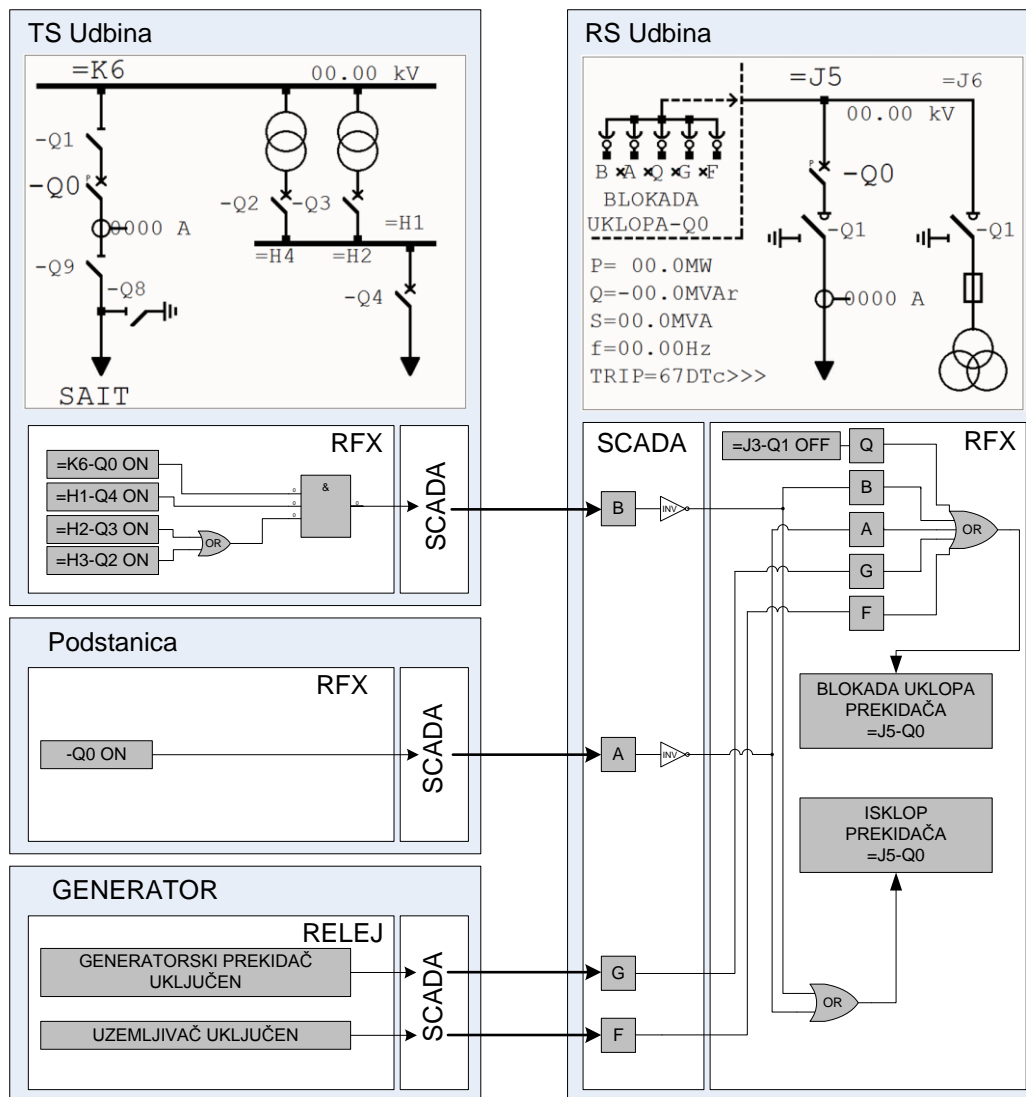
Da bi se osigurala pouzdana i brza detekcija neželjenog otočnog rada nije bilo dovoljno koristiti samo zaštitne funkcije uređaja s obzirom da u slučaju kada je potrošnja približno ista proizvodnji distribuiranog izvora gotovo nemoguće detektirati otočni rad na taj način.

Iz tog razloga se u ovom slučaju koristi prijenos binarnih signala preko daljinske stanice. Na slici 4 se vidi generalna shema djelovanja zaštite od neželjenog otočnog rada koristeći komunikaciju binarnim ulazima uz prijenos signala preko daljinskih stanica. Releji KONPRO RFX u polju =K6 na TS 35/10 kV Udbina dobiva stanja prekidača iz istih releja sa transformatorskih polja =H2 i =H4 i iz dovodnog polja =H1 te ih logičkim operacijama kombinira sa stanjem prekidača u polju =K6 i rezultat šalje preko relejnog izlaza na daljinsku stanicu.

Također relej u podstanici 10/ 0,4 kV preko svoje daljinske stanice šalje stanje prekidača odvoda prema kogeneraciji Udbina.

Iako za potrebe zaštite od neželjenog otočnog rada to nije potrebno iz elektrane Kogeneracija Udbina šalje se na isti način stanje generatorskog prekidača i stanje uzemljivača kabela od elektrane prema rasklopištu. Zaštitni uređaj u rasklopištu (KONPRO RFX) dobiva stanja svih tih signala prenesenih daljinskom stanicom na svoje binarne ulaze. To su sljedeći signali:

- B – nema napajanja mreže iz TS Udbina (isklop prekidača =J5-Q0 i blokada uklopa)
- A – nema napajanja mreže iz podstanice (isklop prekidača =J5-Q0 i blokada uklopa)
- Q – nema napajanja mreže, isključen rastavljač dovoda u rasklopištu (blokada uklopa)
- G – uključen generatorski prekidač (blokada uklopa)
- F – uključen uzemljivač u elektrani Kogeneracija Udbina (blokada uklopa)



Slika 4. Shema djelovanja zaštite od neželjenog otočnog rada koristeći komunikaciju binarnim ulazima

Ukoliko bi se dogodio kvar na vodu između TS Udbina i rasklopišta Kogeneracija Udbina prekidač bi isključila kvaru odgovarajuća zaštita u TS Udbina i u rasklopištu, a u TS Udbina bi startao ciklus automatskog ponovnog uključjenja (APU) koji bi u ovom slučaju, zbog odvojene elektrane, mogao normalno odraditi cijeli ciklus. Dakako, u slučaju prolaznog kvara na vodu APU bi uključio vodno polje =K6 čime bi se vod prema elektrani stavio pod napon.

S usmjerenom nadstrujnom zaštitom u rasklopištu, u polju prema generatoru, osigurali smo selektivnost u slučaju kvara na kabelu do elektrane ili kvara u samoj elektrani.

Vodno polje =K6 u TS Udbina ima selektivno podešene vremenske odgode s obzirom na ostala vodna polja u toj transformatorskoj stanici tako da u slučaju kvara na nekom drugom vodu neće biti ispada vodnog polja =K6 a isto tako neće ispasti ni kogeneracijska elektrana u rasklopištu.

3. ZAKLJUČAK

Zaštitni uređaji na vodovima koji vode prema distribuiranim izvorima trebaju uz osnovne nadstrujne zaštite imati nad/pod naponske te nad/pod frekventnu zaštitu da bi osiguravali kvalitetu napona prema mrežnim pravilima. Zaštitu od neželjenog otočnog rada moguće je jednostavno ostvariti brzom komunikacijom preko binarnih ulaza te lokalnom komunikacijom sa elektranom. Time dobivamo skraćenje vremena isklopa izvoda s distribuiranim izvorom i ispravno funkcioniranje APU pri kvaru na samom izvodu, odnosno na proizvodnom postrojenju – inače bi bilo potrebno produljiti vrijeme svim zaštitama u napojnoj stanici. Također se osigurava siguran prolazak generatora kroz mrežni poremećaj

(sl. 2 i 3) za slučaj kvara na drugom izvodu, odnosno trenutni isklon generatora za slučaj otočnog rada (ostvareno komunikacijom među relejima). Nije presudno, ali je ostvarena i blokada uklopa generatorskog prekidača na otočni rad generatora, što sprječava pogrešku operatera (dispečera u DDC Gospić) i ubrzava procedure vođenja pogona. U rasklopištu nije potrebno šticeenje same elektrane i to je posao zaštite u elektrani.

LITERATURA

- [1] W.J.S. Rogers. Impact of embedded generation on design, operation and protection of distribution networks. IEE Colloquium on the Impact of Embedded Generation on Distribution Networks (Digest No. 1996/194), 1996.
- [2] <http://www.eeh.ee.ethz.ch>
- [3] M. Geidl, „Protection of Poer Systems with Distributed Generation: State oft he Art“, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich, July 2005
- [4] <http://www.powerqualityworld.com>
- [5] <http://www.hermia-fi-bin.directo.fi>
- [6] Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva, „MREŽNA PRAVILA ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA“, „Narodne novine“, broj 36/06, 2006