

Smjernice za izradu Elaborata podešenja zaštite korisnika mreže sa mjestom priključenja na srednjem naponu

Uvod

Smjernice za izradu Elaborata postavki zaštite (u daljnjem pisanju Elaborat ili EPZ) postavljaju program provedbe računalnih simulacija kvarova i poremećaja primjerenih uvjeta paralelnog pogona mreže i instalacije „**Korisnika mreže**“, onih stvarno mogućih u pogonu, a s ciljem prepoznavanja vrijednosti karakterističnih veličina za djelovanje zaštite i izbor postavki zaštite s kojim će se ostvariti zahtjeve selektivnosti, brzine, osjetljivosti i rezerve. Kako elektrana u mreži mijenja električne veličine utjecajne na rad zaštite u mreži, istraživanja su neophodna za izbor optimalnih postavki postojećih zaštita u mreži, onih koje su na sučelju elektrane i mreže kao i u samoj elektrani.

Krajnji cilj Elaborata su optimalne postavke i djelovanje zaštite u korist sigurnog i pouzdanog pogona mreže, predmetnih elektrana i ostalih korisnika mreže.

ZAHTJEVANI SADRŽAJ ELABORATA

1. Temeljni podatci korisnika mreže, sastavnica elektrane i sučelja s mrežom i mreže

- U ovom dijelu Elaborata izvoditelj elaborata predstavlja sve podatke o sastavnicama analizirane mreže s prikladnim nacrtom i oznakama na njemu koje će se jednoznačno koristiti u svim opisima, prikazima itd.

U osnovnom sastavu elaborata to su:

- Elektroenergetska suglasnost (EES) sa svim pripadnim priložima
- Potvrda glavnog projekta
- Podaci korisnika mreže
 - Kategorija korisnika mreže
 - Priključna snaga korisnika mreže
 - Jednopolna shema instalacije korisnika mreže
 - Osnovni parametri-klasifikacija jedinica u instalaciji korisnika mreže
 - Značajke oblika pogona i zaštite u mreži priključene na mrežni izvor
 - Značajke oblika pogona i zaštite sustava generatora/izmjenjivača
 - Postavke i karakteristike prorade ugrađenih zaštita od bitne važnosti za istraživanje

- Podatci o mreži
 - Naziv trafostanice i susretnog postrojenja na čiju se mrežu priključuje korisnik mreže
 - Jednopolna shema trafostanica
 - Snaga i tehnički podaci trafostanica i priključnih vodova (za osnovno i rezervno napajanje tj. za sve varijante pogona elektroenergetske mreže)
 - Podaci o vrsti radnog uzemljenja srednjenaponske mreže napajanja korisnika mreže
 - Podaci o APU-u SN izvoda koji napaja pojnu TS
 - Podaci o zaštiti VN/SN strane transformatora
 - Podaci o zaštiti na NN strani transformatora
 - Podaci o zaštiti izvoda na koji se priključuje korisnik mreže
 - Podaci o zaštiti za odvajanje
 - Podaci o ostaloj zaštiti bitnoj za istraživanje

1.1. Temeljni zahtjevi vezani na izradu modela mreže i proračuna

- Modelirati krutu mrežu počevši od VN/SN ili SN/SN ovisno o konfiguraciji napajanja tj. lokaciji susretnog postrojenja
- Proračune kratkih spojeva vršiti po IEC60909-2016 standardu

2. Istraživanje značajki kvarova u mreži bitnih za postavke i djelovanje zaštite

2.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi vrijednosti karakterističnih veličina različitih vrsta kvarova koji se mogu dogoditi:

- u mreži,
- u instalaciji korisnika mreže,
- na sučelju trafostanice s priključenom elektranom i mreže,

Na temelju vrijednosti karakterističnih veličina kvarova, elaborat treba provjeriti valjanost postavki djelovanja postojeće i po potrebi predložiti promjenu izborom drugih proradnih vrijednosti ili karakteristika djelovanja zaštite kao i uvođenje mogućnosti drugih zaštita.

Izbor razine prorade i vremensko zatezanje djelovanja odgovarajuće zaštite treba izabrati tako da budu zadovoljeni temeljni zahtjevi za djelovanjem zaštite (osjetljivost, brzina, selektivnost, rezerva) kada se mjesto kvara napaja sa strane mreže i generatora/izmjenjivača suprotnim smjerom njihovog udjela i kada se mjesto kvara napaja sa strane mreže i generatora/ izmjenjivača istim smjerom njihovog udjela u ukupnoj struji na mjestu kvara. Ovome je cilj utvrditi razinu potiskivanja struje kvara između mreže i elektrane i provjeru djelovanja zaštite s izabranim postavkama. U prilogu se daje nacrt mreže i Elektrane, s mjestima simulacije kvarova koji se navode u ovom poglavlju i s drugim bitnim sastavnicama.

Napomena;

Za sve varijante napajanja potrebno je analizirati djelovanje zaštite na isti način!

2.2. Višefazni kratki spojevi i karakteristične veličine istraživanja

Istraživanje tokova struje kratkog spoja (najmanjih i najvećih), kroz doprinos mreže i elektrane, koristi se za postavke nadstrujnih zaštita ($I>$; $I>>$; $I>>>$) ili karakteristika djelovanja kojim će se osigurati ostvarenje temeljnih zahtjeva koji se postavljaju pred svaku zaštitu od kratkog spoja, a kada se radi o paralelnom pogonu elektrane s mrežom i učinkovito odvajanje kod neprimjerenih uvjeta paralelnog pogona pri kvaru. Također, potrebno je provjeriti kriterije djelovanja ove zaštite na vodovima priključenim između mrežnog izvora i postrojenja s priključenom elektranom obzirom na dvosmjerne tokove struje kvara.

Istraživanje propada napona pri kratkim spojevima u mreži i priključku elektrane na mrežu, koristiti će se za postavke podnaponske zaštite u funkciji pravodobnog odvajanja elektrane od mreže kod neprimjerenih uvjeta paralelnog pogona pri kvaru (duboki propadi napona), odvajanja pri kvaru radi podrške uspješnosti APU-a u SN mreži, kao i zadržavanja u pogonu bez odvajanja kod kratkotrajnih prolaznih kvarova ili poremećaja koji su ocijenjeni kao podnosivi.

Za prikaz djelovanja zaštite treba koristiti jednostavan nacrt sa sastavnicama koje sudjeluju u događaju. Za razumijevanje postavljenih zadataka koristiti priloženi nacrt.

2.2.1. Kvar1

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na SN sabirnicama TS koja napaja korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_0 i U_0

2.2.2. Kvar2

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na SN vodu koji napaja korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže.
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_0 i U_0

2.2.3. Kvar3

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na glavnom priključnom vodu korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_0 i U_0

2.2.4. Kvar4

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na SN stezaljkama transformatora korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže.
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_0 i U_0

2.2.5. Kvar5

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na NN glavnim sabirnicama korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže.

2.2.6. Kvar6

- ◆ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na jednom od izvoda u instalaciji korisnika mreže
- ◆ **Karakteristične veličine:**
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ◆ tijekom promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ◆ kod svih kratkih spojeva tijekom vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže.

2.2.7. Kvar7

- ♦ **Vrsta i mjesto kvara:** 3f,2f i 1f kratki spoj na stezaljkama generatora/ izmjenjivača
- ♦ **Karakteristične veličine:**
- ♦ tijek promjena vrijednosti I_{ks} koju daje elektrana prikazano na mjestu za odvajanje elektrane od mreže,
- ♦ tijek promjena vrijednosti I_{ks} koju prema mjestu kvara daje nadređena mreža,
- ♦ kod svih kratkih spojeva tijek vrijednosti faznih napona U_{pr} (može na jednom dijagramu) u elektrani i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže.

2.4. Zaštita od otočnog pogona elektrane s dijelom mreže

Utvrđiti sve mogućnosti nastanka otočnog pogona elektrane sa dijelom mreže obzirom na dozvoljena uklopna stanja razmatrane mreže. Ovisno od primijenjene metode za utvrđivanje otočnog pogona i od značajki primjene u elektrani, dati tumačenje ponašanja elektrane za slučaj ostanka u otočnom pogonu s dijelom mreže. Napraviti simulaciju otočnog pogona s dijelom distribucijske mreže u trenutku kad je raspoloživa električna snaga elektrane najbliža potrošnji otočne mreže te odrediti da li su za otkrivanja otočnog pogona dovoljne pasivne metode ($U > <, f > <, df/dt, VS$ se ne smije koristiti) ili je potrebno koristiti dodatne komunikacijske ili slične metode u sustavu zaštite elektrane.

- Temeljem dobivenih minimalnih diferencijala proizvodnje i potrošnje tj. mjesta (prekidača) isključenja u mreži-sukladno EUEM-u, simulirati i analizirati rezultate odaziva zaštite od otočnog pogona.

2.5. Automatsko ponovno uključanje (APU)

Utvrđiti da li postoji mogućnost da elektrana uslijed APU-a u SN kV ostane odvojena od mreže tj. u otočnom pogonu za vrijeme beznaponske pauze, te ako postoji takva mogućnost potrebno je izvršiti simulaciju APU ciklusa te dokazati da će se elektrana odvojiti od mreže najmanje 150 ms prije završetka beznaponske pauze.

U distribucijskoj mreži HEP ODS-a, kod nadzemnih vodova primjenjuje se automatsko ponovno uključanje za održanje pogona kod nastanka prolaznih kvarova. Primjenjuje se ciklus brzog i sporog APU-a pri čemu je u pravilu vrijeme beznaponske stanke brzog $t_{bnsb}=0,4''$, a vrijeme beznaponske stanke sporog APU-a $t_{bnss}= 60''$. Provjeriti sa nadležnim distribucijskim područjem koje su postavke vremena APU-a te na koji stupanj zaštite je aktiviran.

3. Način prikaza rezultata istraživanja karakterističnih veličina kvarova i djelovanja zaštite

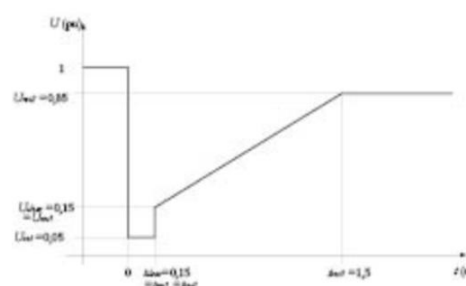
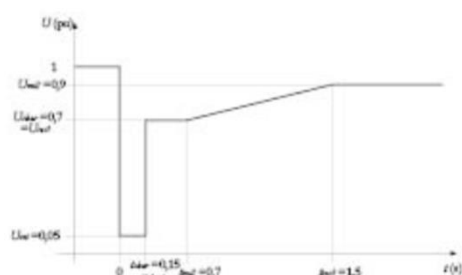
- ◆ Promjene efektivnih vrijednosti karakterističnih veličina kvara, struje kvara i preostalog napona, prikazati u vremenskom dijagramu s vremenskim mjerilom kod kojeg se može pouzdano odmjeriti vrijednost u svakoj točki, prije i tijekom trajanja kvara.
- ◆ Trajanje prikaza vremenskih promjena struje kvara i preostalog napona (propad napona) treba odgovarati djelovanju zaštite u elektrani i mreži za dotični kvar s postavkama koje su napravljene i s kojima se ostvaruju temeljni zahtjevi postavljeni pred zaštitu.
- ◆ Potrebno je nedvojbeno utvrditi okolnosti djelovanja zaštite za odvajanje generatora/elektrane (koja zaštita, razina uzbudne veličine i vrijeme djelovanja).
- ◆ Za djelovanje zaštite na prekidač, kod svakog simuliranog kvara, koristiti pomoćne nacрте mreže (kao nacрт u prilogu) u koje oslikava uklopno stanje i na prikladan način je označen prekidač(i) na koje su djelovale zaštite.
- ◆ Propad napona na stezaljkama generatora/ izmjenjivača i na mjestu za odvajanje elektrane od mreže može se izraziti u postotcima nazivne vrijednosti napona ili vrijednošću preostalog napona,
- ◆ Svaku simulaciju treba komentirati s gledišta ispunjavanja postavljenih zahtjeva pred zaštitu. Ako simulacija pokaže da s postojećom zaštitom i njenim postavkama zahtjevi nisu ispunjeni, treba predložiti promjenu postavki ako djelovanje nije zadovoljilo postavljene zahtjeve.
- ◆ Posebno istaknuti događaje pri kojima se pokazuje nedovoljna osjetljivost ili dugo vremensko djelovanje zaštite za odvajanje elektrane od mreže.

3. Prijedlog parametara zaštite

Pod-naponske zaštita moraju biti usklađene sa važećim mrežnim pravilima odnosno uredbi EU RFG 631 elektrana mora podržavati svojstvo prolaska kroz kvar (eng. FRT) sukladno slijedećim krivuljama;

Tip A,B moduli;

Tip C,D moduli;



Predlagani parametri zaštita za odvajanje;

Postavke na glavnom prekidaču (linijski naponi)

Zaštita	Preporuka
U>	1,1 pu; 60s
U>>	1,15 pu; 15s
U<	0,84 pu 2 s
f>	51,5 Hz; 0,5s*
f<	47,5 Hz; 0,5s*

Postavke na generatorskom/ izmjenjivač prekidaču (fazni naponi)

Zaštita	Preporuka
U>	1,1 pu; 50s
U>>	1,15 pu; 10s
U<	0,84 pu 1,5 s
U<<	0,5 pu 0,95 s
f>	51,5 Hz; 0,3s*
f<<	47,5 Hz; 0,3s*

*-Napomena;

Vremenske članove zatezanja pod/nadfrekventne i pod/nad/naponske zaštite prilagoditi vremenima kratkospojnih zaštita u okolnoj mreži u slučaju da imaju utjecaja i vremensko zatezanje veće od ovih u tablici.

Uredba EU RFG 631 također propisuje otpornost na brzu promjene frekvencije ograničavajući postavke ROCOF zaštita prema jednoj od sljedećih vrijednosti;

Za Sinkrone module;

- $\pm 2,0$ Hz/s u periodu od 0,5 s,
- $\pm 1,5$ Hz/s u periodu od 1 s,
- $\pm 1,25$ Hz/s u periodu od 2 s;

Za module energetskog parka (sunčane i vjetro elektrane)

- $\pm 4,0$ Hz/s u periodu od 0,25 s,
- $\pm 2,0$ Hz/s u periodu od 0,5 s,
- $\pm 1,5$ Hz/s u periodu od 1 s,
- $\pm 1,25$ Hz/s u periodu od 2 s;

Prilog: Generalni nacrt mreže i korisnika mreže sa lokacijama kvarova za simulacije

