

Igor Volarić
HEP ODS, DP Elektroprimorje Rijeka
igor.volavic@hep.hr

Zoran Zbunjak
HOPS, Prijenosno područje Rijeka
zoran.zbunjak@hep.hr

Darko Kruljac
HEP ODS, DP Elektroprimorje Rijeka
darko.kruljac@hep.hr

TEHNIČKA RJEŠENJA RAZGRANIČENJA HEP ODS I HOPS U FUNKCIJAMA UPRAVLJANJA, SIGNALIZACIJE I ELEKTRIČNE ZAŠTITE U ZAJEDNIČKIM ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA

Sukladno načelima razgraničenja nadležnosti i vlasništva nad dijelovima opreme i postrojenja u zajedničkom elektroenergetskom objektu HEP ODS-a i HOPS-a, na području DP Elektroprimorja Rijeka i Prijenosnog područja Rijeka usvojena su konkretna tehnička rješenja koja se primjenjuju kod novoizgrađenih postrojenja, kao i kod revitalizacije postojećih.

U radu su predstavljena konkretna, specifična tehnička rješenja s aspekta funkcija upravljanja, signalizacije i zaštite sastavnica postrojenja, gdje se isprepliću nadležnosti i vlasništvo dvaju operatora. Također se daje osvrt na opremanje ormara zaštite, upravljanja i signalizacije energetskih transformatora 110/10(20) kV, kako radi same funkcionalnosti, tako i s ciljem smanjenja i racionalizacije troškova istoga.

Ključne riječi: transformatorska stanica, 110/10(20) kV, relejna zaštita, upravljanje, signalizacija

TECHNICAL SOLUTIONS OF DELIMITATION BETWEEN HEP ODS AND HOPS IN CONTROL, SIGNALING AND PROTECTION FUNCTIONS IN COMMON ELECTRIC STATIONS

SUMMARY

In accordance with the principles of delimitation and ownership over the equipment and facilities in the common electric stations of HEP ODS and HOPS, specific technical solutions have been adopted by the DP Elektroprimorje Rijeka and the Transmission Area Rijeka, which are applicable to newly constructed plants, as well as to the revitalization of existing ones.

The paper presents specific technical solutions from the aspect of control, signaling and protection functions of stations equipment, where the competencies and ownership of the two operators are intertwined. It also gives an overview of equipping the cabinets for protection, control and signaling of 110/10(20) kV power transformers, both for the sake of functionality and with the aim of reducing and rationalizing its costs.

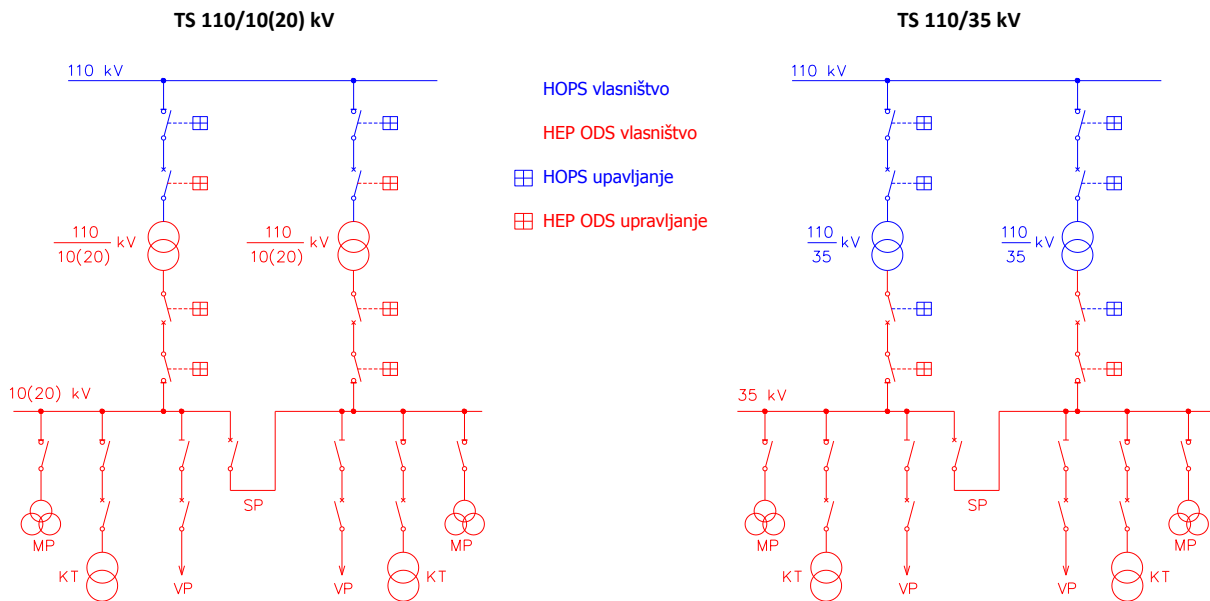
Key words: transformer station, 110/10(20) kV, protection, control, signaling,

1. UVOD

Tijekom 2013 godine, kroz provedbu trećeg paketa energetske zakona i pod zakonskih propisa, odvajanjem mrežne djelatnosti, definirani su novi međusobni odnosi i nadležnosti između HEP ODS-a, HEP Proizvodnje i novoosnovanog HOPS-a u zajedničkim elektroenergetskim objektima.

Definiranje jedinstvenog modela razgraničenja bilo je nužno kako za postojeća, tako i za nove elektroenergetske objekte, s ciljem unapređenja procesa planiranja razvoja, građenja, te održavanja i korištenja zajedničkih objekata. Mjesto razgraničenja je na mjestu preuzimanja/predaje električne energije (obračunsko mjerno mjesto), na kojem prestaje odgovornost jednog subjekta i prelazi na drugog.

Mjesto razgraničenja HEP ODS-a s HOPS-om, u zajedničkim objektima naponske razine 110 kV je sekundarna strana transformatora 110/35(30) kV ili primarna strana transformatora 110/10(20) kV (slika 1).



Slika 1. Principna shema razgraničenja u zajedničkim objektima

Razvidno je da izazov predstavlja odvajanje nadležnosti upravljanja, signalizacije i zaštite u 110/10(20) kV i 110/35(30) kV transformatorskim poljima, uvažavajući vlasništvo nad pojedinim elementima, odnosno nadležnost s aspekta upravljanja, signalizacije i zaštite.

S obzirom na kompleksnost elektroenergetskog sustava, odnosno važnosti predmetnih mrežnih čvorišta u opskrbi korisnika mreže električnom energijom, veoma je važno jasno definirati prava i obaveze koje proizlaze iz „vlasništva“ nad pojedinim aparatom odnosno „nadležnosti upravljanja“.

U nastavku će biti dane konkretne smjernice i tehnička rješenja razgraničenja po pojedinom tipu zajedničkog objekta koji je usvojen između HEP ODS Elektroprimorja Rijeka i HOPS Prijenosnoga područja Rijeka. Predmetne smjernice i rješenja primjenjuju se kako kod projektiranja novih postrojenja, tako i kod realizacije revitalizacije postojećih sustava upravljanja, signalizacije i zaštite.

2. TS 110/10(20) kV

Mjesto razgraničenja s HOPS-om u zajedničkim objektima TS 110/10(20) kV je primarna strana energetskog transformatora 110/10(20) kV, što je vidljivo sa slike 1. Preklapanje vlasništva i nadležnosti upravljanja pojavljuje se na 110 kV prekidaču transformatora, gdje je aparat u vlasništvu HOPS-a, dok nadležnost nad upravljanjem ima HEP ODS. HOPS ima mogućnost interventnog isklopa u uvjetima poremećenog pogona mreže. Upravljanje 110 kV sabirničkim rastavljačima u nadležnosti je HOPS-a.

Kada govorimo o razinama upravljanja 110 kV prekidačem transformatorskog polja podrazumijevamo sljedeće:

- razina upravljačkog ormarića prekidača u samom 110 kV polju – isključivo servisno upravljanje za potrebe održavanja u nadležnosti HOPS-a
- razina rezervnog upravljačkog panela (RUP) i numeričkog upravljačkog terminala u ormaru zaštite, upravljanja i signalizacije HOPS-a (lokalno i daljinski) u nadležnost HOPS-a
- razina rezervnog upravljačkog panela (RUP) i numeričkog upravljačkog terminala u ormaru zaštite, upravljanja i signalizacije HEP ODS-a (lokalno i daljinski) u nadležnost HEP ODS-a

Osnovne smjernice kod definiranja logičkih krugova upravljanja 110 kV prekidačem uvažavaju dvije osnovne odrednice razgraničenja, vlasništvo i nadležnost upravljanja. 110 kV prekidač je u vlasništvu HOPS-a, te slijedom toga svi upravljački i signalni sekundarni strujni krugovi moraju biti napojeni iz sekundarnih sustava HOPS-a, osim strujnog kruga isključenja prekidača napajanog iz neovisnog izvora tipa kondenzatorskih baterija. To je veoma važno i s aspekta sigurnosti na radu, odnosno da se osiguranje mjesta rada radi s jedne razine, razine vlasnika aparata. Posljedično, svi signali raspoloživost prekidača kao i upravljački krugovi dovode su u upravljački ormar pod nadležnošću HOPS-a. Uređaji za nadzor krugova isključenja prekidača također su pod nadležnošću HOPS-a, neovisno o tome koji operater djeluje na krug isključenja.

S aspekta HEP ODS-a, te uvažavajući njegovu nadležnost nad predmetnim aparatom, jedina bitna informacija vezana za 110 kV prekidač jest da li je isti raspoloživ za uključanje. Neki od uvjeta koji utječu na predmetnu raspoloživost su:

- električni parametri samog prekidača (SF6, kvar kruga isključenja, automat elektromotornog pogona prekidača)
- uključenost ostalih 110 kV aparata u polju
- aktivne tehnološke zaštite energetskog transformatora

Dogovorom je definirano da HOPS u svojoj upravljačkoj jedinici formira signal „dozvola uključanja“ koji se privodi upravljačkim krugovima HEP ODS-a. U predmetnom signalu obrađuju se svi uvjeti dozvole uključanja prekidača s razine HOPS-a, uvažavajući prije izneseno. HEP ODS u formiranju predmetnog signala sudjeluje sa signalom stanja aktiviranih tehnoloških zaštita transformatora odnosno diferencijalne zaštite. Predmetna funkcionalnost ostvaruje se upotrebom bistabilnog releja te se poništava isključivo potvrdom na upravljačkom ormaru HEP ODS-a.

Same komande uključanja / isključenja od strane HEP ODS izvode se preko binarnih izlaza upravljačkog uređaja HEP ODS-a, na binarne ulaze upravljačkog uređaja HOPS-a.

Sva signalizacija stanja i signali iz nadležnosti jednog operatora privode se uređajima drugog operatora preko odvojnih releja.

Energetski transformator 110/10(20) kV u vlasništvu je HEP ODS, te se slijedom toga svi signali raspoloživosti energetskoga transformatora dovode u upravljački ormar pod nadležnošću HEP ODS-a. Funkcija regulacije napona energetskog transformatora je u nadležnosti HEP ODS-a, dok HOPS sukladno čl. 39 Mrežnih pravila prienosnog sustava (NN 67/2017) ima mogućnost blokade regulatora napona. Predmetna funkcionalnost ostvaruje se također upotrebom bistabilnog releja, pri čemu isključivo HOPS preko svojeg upravljačkog uređaja postavlja i poništava blokadu. HEP ODS dobiva samo signalizaciju predmetnog signala,

Pored samog upravljanja valja razlikovati i djelovanje na isključenje 110 kV prekidača uslijed djelovanja električnih zaštita i tehnoloških zaštita transformatora. U tablici 1 prikazane su funkcionalnosti sustava relejne zaštite, pojedinog operatora, koje djeluju na 110 kV prekidač.

Tablica I. Stupnjevi električnih zaštita na 110 kV prekidaču u ovisnosti o operatoru

HEP ODS	HOPS
Diferencijalna zaštita	Rezervna nadstrujna zaštita
Nadstrujna zaštita	Podfrekventna zaštita - opcionalno
Zemljospojna zaštita	Zaštita 110 kV sabirnica i zaštita od zatajenja 110 kV prekidača
Neovisna nadstrujna zaštita	
Tehnološke zaštite transformatora	

Isključenja relejnom zaštitom u nadležnosti HEP ODS-a dovode se na dva brza isključna releja u ormaru HOPS-a. Na jedan relej dovode se električne zaštite, dok se na drugi dovode tehnološke zaštite energetskog transformatora. Navedena raspodjela izvedena je prvenstveno zbog pouzdanosti funkcioniranja zaštite od zatajenja prekidača.

110 kV prekidači u ovisnosti o izvedbi imaju 2 ili 3 kruga isključenja. Na području zajedničkih objekata DP Elektroprimorja Rijeka i Prijenosnoga područja Rijeka dogovoren je sljedeći raspored djelovanja na krugove isključenja.

Tablica II. Raspored djelovanja operatora na krugove isključenja 110 kV prekidača

	HEP ODS	HOPS
I krug isključenja	Električne i tehnološke zaštite	Rezervna nadstrujna, sabirnička i podfrekvencijska zaštita opcionalno
II krug isključenja	Električne i tehnološke zaštite	Rezervna nadstrujna, sabirnička i podfrekvencijska zaštita opcionalno
III krug isključenja	Neovisna nadstrujna zaštita	

Ukoliko na prekidaču postoji treći krug isključenja on je isključivo namijenjen neovisnoj nadstrujnoj zaštiti u nadležnosti HEP ODS-a.

Na slici 2 prikazana je logička shema zaštite, upravljanja i signalizacije 110 i 20 kV polja transformatora, s obzirom na nadležnosti.

Kod opremanja novih ormara zaštite, signalizacije i upravljanja transformatora 110/10(20) kV u nadležnosti HEP ODS-a ugrađuju se dva numerička terminala polja:

- terminal 1 – nadstrujna zaštita, diferencijalna zaštita, automatska regulacija napona, signalizacija, upravljanje
- terminal 2 – nadstrujna zaštita 10(20) kV zvjezdista, signalizacija

Broj signala na razini 110 i 10(20) kV transformatorskog polja je relativno velik, te je potrebno provesti raspodjelu signalizacije između dva terminala polja. Na terminal 1 uvodi se sva signalizacija koja se kasnije u konfiguraciji terminala koristi za kreiranje logike upravljanja transformatorskim poljem. Na terminal 2 uvodi se signalizacija koja za svrhu ima prosljeđivanje prema daljinskom centru upravljanja. Naravno da to nije uvijek moguće, uvažavajući ograničenja u vidu samih fizičkih ulaza na numeričkom terminalu polja. Međutim upotrebom novijih numeričkih terminala polja, te koristeći horizontalnu IEC 61850 komunikaciju moguće je ostvariti i komunikacijsko prosljeđivanje signala između dvaju releja.

Cilj DP Elektroprimorja Rijeka jest standardizacija i jednoobraznost opremljenosti i izgleda ormara zaštite, upravljanja i signalizacije 110/10(20) kV transformatora. Razlozi tome su:

- predefinirane strujne sheme
- lakše održavanje
- zaliha rezervnih terminala polja
- obučenost operativnih djelatnika za rad s ormarom u lokalu

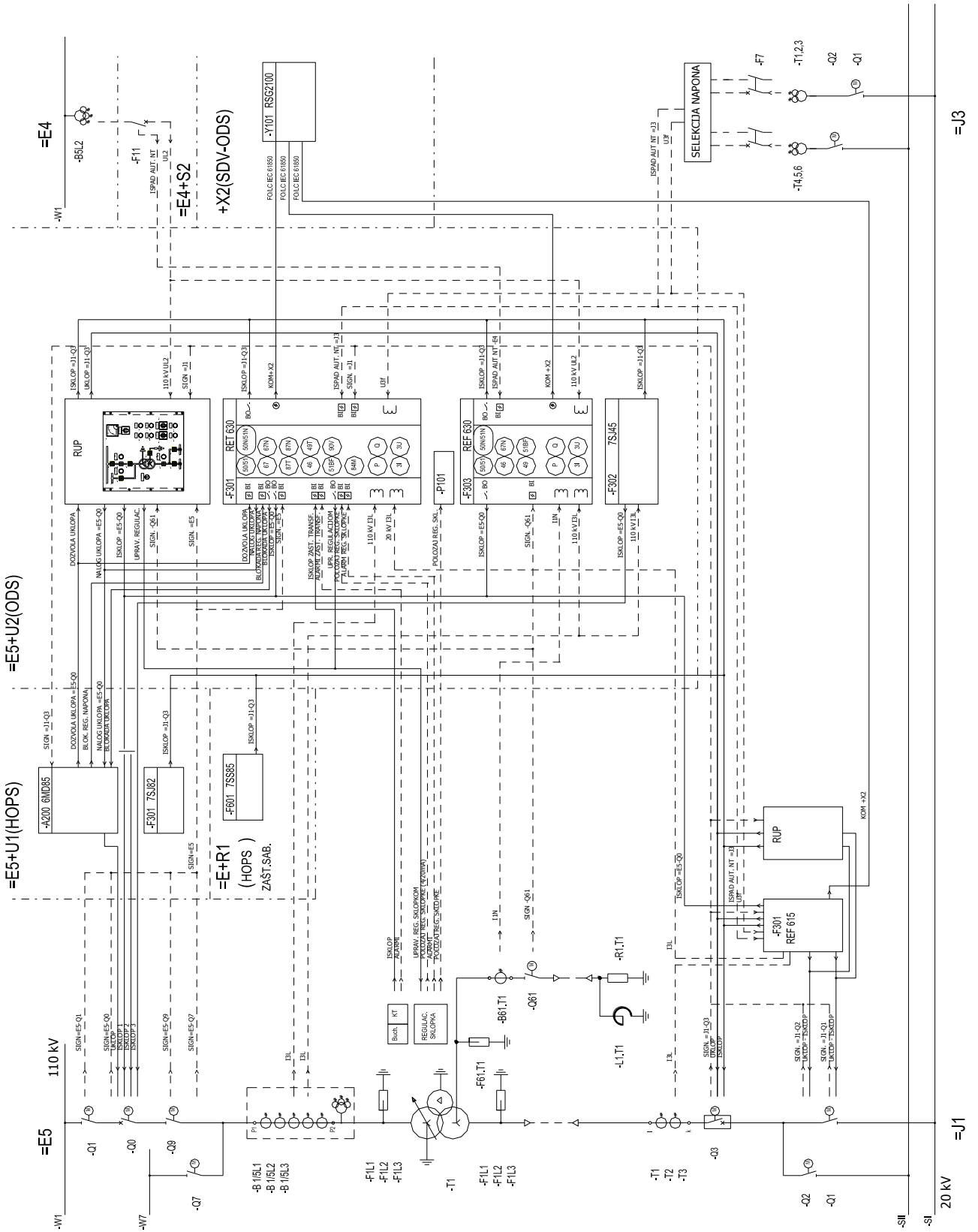
Novitet u odnosu na prijašnja rješenja, jest centralizacija funkcija diferencijalna zaštite, nadstrujne zaštite i funkcije regulacije napona unutar jednog upravljačkog uređaja.

Sa stajališta HEP ODS, vezano za 110 kV transformatorsko polje, najveći izazov predstavlja dovođenje 110 kV mjernog napona na uređaje u nadležnosti HEP ODS-a radi ostvarenja sljedećih funkcionalnosti:

- ugradnja uređaja za kvalitetu električne energije HEP ODS-a na mjestu razgraničenja, 110 kV priključcima energetskog transformatora
- mjerenje snage na 110 kV strani energetskog transformatora na upravljačkom terminalu polja HEP ODS

S obzirom na mjesto razgraničenja, logično bi bilo da se 110 kV mjerni napon uzima s NMT u 110 kV transformatorskom polju, međutim sukladno st. 7 čl. 188 Mrežnih pravila prijenosnog sustava (NN 67/2017) isto nije dozvoljeno.

Jedno rješenje može biti ugradnja dodatnih 110 kV mjernih transformatora neposredno uz postojeće u 110 kV polju transformatora koji bi se koristili za navedenu funkcionalnost. Drugo rješenje može biti korištenje već ugrađenih 110 kV mjernih transformatora u mjernim poljima sabirničkih sustava koji se ne koriste za obračun električne energije u nadležnosti HOPS-a. Kod drugog i trećeg rješenja svakako treba postaviti uvjete na klasu točnosti naponskih mjernih transformatora s obzirom na namjenu korištenja mjerenih veličina. Autori smatraju kako bi se predmetna problematika trebala raspraviti na razini projektnih timova HEP ODS-a i HOPS-a, te ubuduće primjenjivati kao standardno rješenje u svim zajedničkim objektima 110/10(20) kV.



Slika 2. Logička shema zaštite, upravljanja i signalizacije 110 i 10(20) kV polja transformatora

3. TS 110/35(30) kV

Mjesto razgraničenja s HOPS-om u zajedničkim objektima TS 110/35(30) kV je sekundarna strana energetskog transformatora 110/35(30) kV, što je vidljivo sa slike 1. Preklapanje vlasništva i nadležnosti upravljanja pojavljuje se na 35 kV prekidaču transformatorskog polja, gdje je aparat u vlasništvu HEP ODS-a, dok nadležnost nad upravljanjem ima HOPS. Upravljanje 35 kV sabirničkim rastavljačem u nadležnosti je HEP ODS.

Kada govorimo o razinama upravljanja 35 kV prekidačem transformatorskog polja podrazumijevamo sljedeće:

- servisno upravljanje na samom aparatu u nadležnosti HEP ODS-a
- razina rezervnog upravljačkog panela (RUP) i numeričkog upravljačkog terminala na 35 kV polju transformatora (lokalno i daljinski) u nadležnosti HEP ODS-a
- razina rezervnog upravljačkog panela (RUP) i numeričkog upravljačkog terminala u ormaru zaštite, upravljanja i signalizacije (lokalno i daljinski) u nadležnosti HOPS-a

Smjernice za definiranje signalnih i upravljačkih krugova su gotovo istovjetne kao i na primjeru 110 kV prekidača u TS 110/10(20) kV, samo su u ovom primjeru uloge operatora obrnute. 35 kV ćelija je u vlasništvu HEP ODS-a, uključivo i 35 kV prekidač, dok je energetski transformator u vlasništvu HOPS-a. Kao i na primjeru 110 kV prekidača u TS 110/10(20) kV, u nadležnosti i obavezi dvaju operatera su sljedeće funkcije.

Signali raspoloživosti 35 kV prekidača, kao i svi upravljački i krugovi signalizacije privode se HEP ODS-ovim sekundarnim strujnim krugovima. Kontrola kruga isključenja 35 kV prekidača je u nadležnosti HEP ODS-a. HEP ODS formira signal „dozvola uključjenja“ koji se privodi upravljačkim uređajima HOPS-a. Od strane HOPS-a prema upravljačkim krugovima HEP ODS-a privodi se signal blokade uključjenja prekidača koji je uvjetovan proradom tehnoloških zaštita transformatora, odnosno diferencijalne zaštite transformatora. Funkcija regulacije napona je u nadležnosti HOPS-a, pri čemu HEP ODS određuje iznos referentnog napona.

Osiguranje mjesta rada provodi se pomoću preklopke lokalno / daljinski koja se nalazi na samom 35 kV polju. Ujedno to je i jedina preklopka na 35 kV polju transformatora s takvom funkcijom na razini HEP ODS. Komande uključjenja / isključenja od strane HOPS-a izvode se preko binarnih izlaza upravljačkog uređaja HOPS-a na binarne ulaze upravljačkog uređaja HEP ODS-a.

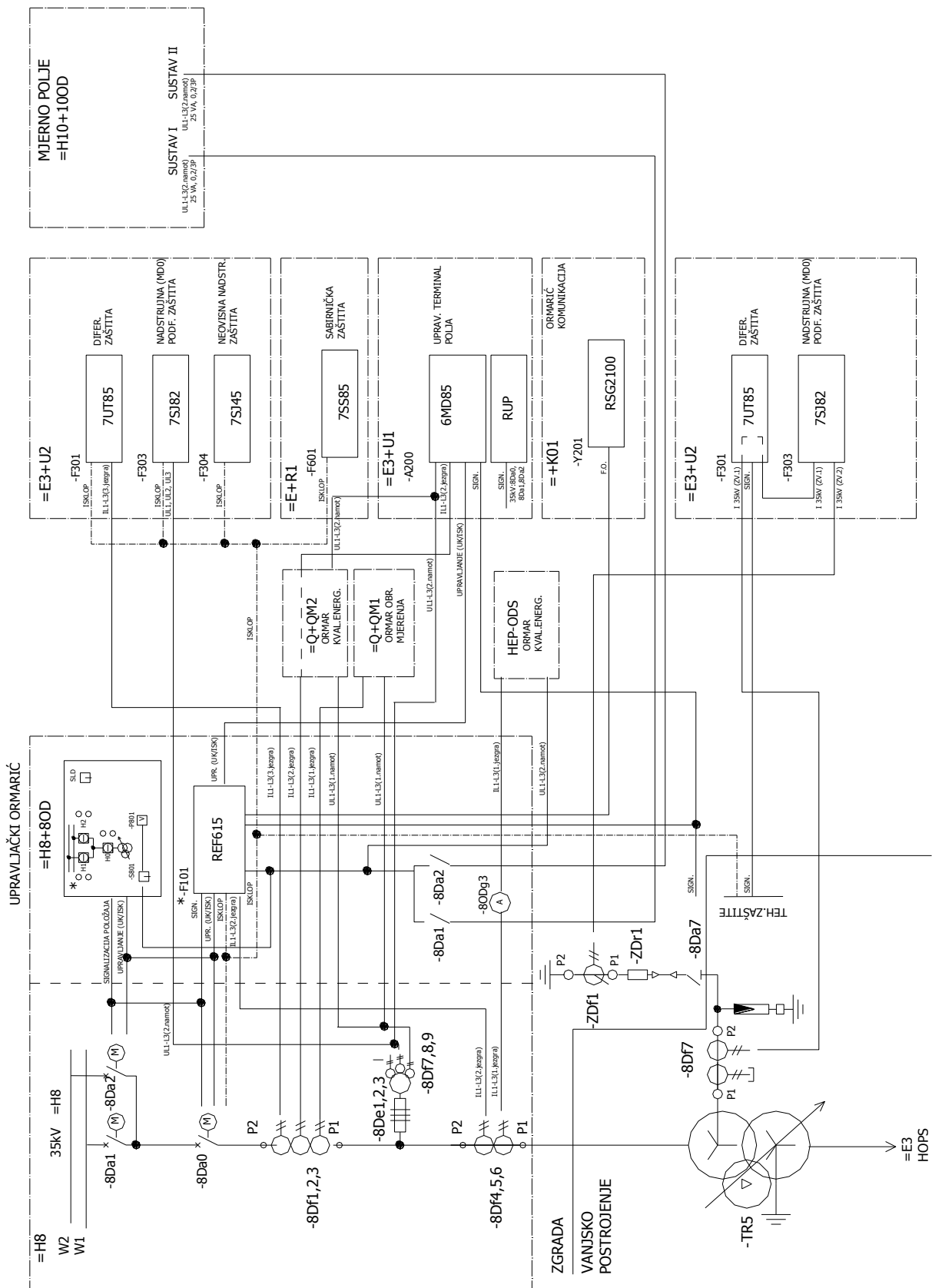
U tablici 2 prikazane su osnovne funkcionalnosti sustava relejne zaštite, pojedinog operatora, koje djeluju na 35 kV prekidač.

Tablica II. Stupnjevi električnih zaštita na 35 kV prekidaču u ovisnosti o operatoru

HEP ODS	HOPS
Rezervna nadstrujna zaštita - opcionalno	Diferencijalna zaštita
Zaštita od električnog luka – ako postoji	Nadstrujna zaštita
Uvjetna nadstrujna zaštita 35 kV sabirnica	Zemljospojna zaštita
	Neovisna nadstrujna zaštita
	Tehnološke zaštite transformatora

Predmetna isključenja dovode se na jedan brzi isključni relej koji se nalazi pod nadležnošću HEP ODS, te koji djeluje na isključenje 35 kV prekidača. U većini postrojenja u 35 kV polju nalazi se jedan krug isključenja, te se slijedom toga sva isključenja oba operatora privode predmetnom svitku. Kod izgradnje novih ili revitalizacije postojećih postrojenja, primjenjuje se rješenje s dva kruga isključenja, gdje se drugi krug koristi za autonomnu nadstrujnu zaštitu u nadležnosti HOPS-a.

Na slici 3 prikazana je logička shema zaštite, upravljanja i signalizacije 110 i 35 kV polja transformatora, s obzirom na nadležnosti.



Slika 3. Logička shema zaštite, upravljanja i signalizacije 110 i 35 kV polja transformatora

4. ZAKLJUČAK

Definiranjem i podjelom vlasništva i nadležnosti u zajedničkim objektima između HEP ODS-a i HOPS-a na razini uprava društava, napravljen je inicijalni korak prema uređenom „suživotu“ dvaju Operatora nakon 2013 godine. Definiranje tehničkih rješenja razgraničenja u funkcijama upravljanja, signalizacije i zaštite i operativnih djelovanja samo je jedan dio procesa korištenja i održavanja zajedničkih postrojenja. Unifikacijom rješenja i opreme olakšava se kako eksploatacija postojećih postrojenja, tako i planiranje i izgradnja novih postrojenja.

5. LITERATURA

- [1] Uprava društva HEP d.d., "Načela razgraničenja djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije", ožujak 2013..
- [2] NN 74/2018, „Mrežna pravila distribucijskog sustava“, kolovoz 2018.
- [3] NN 67/2017, "Mrežna pravila prijenosnog sustav, srpanj 2017.
- [4] ABB, „630 series technical manual“, veljača 2019.
- [5] ABB, „615 series technical manual“, prosinac 2018.