



Prikazivanje radova za savetovanja i simpozijume
format 21x29,7cm/A4 prema SRPS ISO 353 (za štampu)

ODREĐIVANJE ULAZNIH PODATAKA ZA PRORAČUN PRENOSNIH KAPACITETA

ANDREJ TASIĆ*
ANDRIJANA ĐALOVIĆ

CENTAR ZA KOORDINACIJU SIGURNOSTI SCC D.O.O. BEOGRAD

BEOGRAD

REPUBLIKA SRBIJA

Kratak sadržaj — Na inicijativu Energetske zajednice, a u saradnji većine TSO-a i nekoliko regulatora Jugoistočne Evrope, definisana je inicijalna metodologija za koordinisani proračun prenosnih kapaciteta u regionu Jugoistočne Evrope, koja služi kao polazna tačka za dalje definisanje poslovnog procesa. S obzirom na već primenjivanu praksu usvojen je NTC pristup, a jedan od preduslova za koordinisani proračun je određivanje ulaznih podataka u vidu Critical Network Element and Contingency (CNEC) parova i korektivnih akcija.

CNEC par se sastoji od dva mrežna elementa: kritičan mrežni element (Critical Network Element – CNE), čije se opterećenje posmatra tokom proračuna, i element čiji se ispad simulira tokom proračuna (Contingency). Mrežni element, bilo da je interkonektivni ili da se nalazi unutar jedne oblasti, čija je osetljivost na transakciju između oblasti veća od definisanog praga osetljivosti, biće uzet u obzir kao CNE. Mrežni element usled čijeg je ispada osetljivost kritičnog mrežnog elementa veća od definisanog praga osetljivosti, biće uparen sa datim CNE i na taj način formiraće se jedan CNEC par. Ovako definisani CNEC parovi predstavljaju jedan od ulaznih podataka koordinisanog proračuna prenosnih kapaciteta.

Cilj rada je predlaganje metodologije za određivanje CNEC parova kao ulaznih podataka za NTC proračun u regionu Jugoistočne Evrope. U radu će takođe biti prikazani rezultati određivanja CNEC parova na primeru tri TSO-a i njihovih granica na kojima se vrši NTC proračun.

Ključne reči — NTC, kritičan mrežni element, CNEC, analiza osetljivosti.

* Vojvode Stepe 412, Beograd, andrej.tasic@scs-rsci.com

1 UVOD

Regulativa Evropske komisije 2015/1222 (poznata kao CACM Regulativa) zahteva od svih regiona za proračun kapaciteta (Capacity Calculation Regions – CCR) da razviju metodologije za koordinisani proračun prenosnih kapaciteta za vremenske horizonte za dan unapred i unutar dana [1]. Trenutno se u regionu Kontinentalna Evropa koriste dva pristupa za proračun prekograničnih prenosnih kapaciteta:

- Net Transfer Capacity (NTC),
- Flow-based (FB).

Na inicijativu Sekretarijata Energetske zajednice (Energy Community Secretariat – EnCS) predložena je jedinstvena metodologija za koordinisani proračun prekograničnih prenosnih kapaciteta za tzv. Shadow CCR10 region¹. Ova metodologija je prvi korak ka zajedničkoj metodologiji baziranoj na NTC pristupu za ceo region Jugoistočne Evrope [2]. Kao zaključak EnCS studije, jedan od glavnih preduslova za započinjanje koordinisanog NTC proračuna je određivanje parova koji se sastoje od dva mrežna elementa: kritičan mrežni element i ispad (Critical Network Element and Contingency – CNEC).

Trenutna praksa u regionu Jugoistočne Evrope je da su proračuni kapaciteta bazirani na NTC pristupu koji u osnovi ima proračun analiza sigurnosti sa N-1 kriterijumom uz korišćenje listi kritičnih mrežnih elemenata (elemenata od interesa čije se opterećenje posmatra tokom analiza sigurnosti) i listi ispada (elemenata čiji ispadi se simuliraju tokom analiza sigurnosti), bez razmatranja korektivnih akcija. TSO-i kreiraju pomenute liste na osnovu njihovog operativnog iskustva, tako da one sadrže sve elemente iz oblasti observabilnosti TSO-a koji je kreira. Kako su liste kritičnih mrežnih elemenata i liste ispada kreirane nezavisno jedna od druge, u analizama sigurnosti tokom NTC proračuna razmatraju se sve moguće kombinacije kritičnih mrežnih elemenata i ispada.

Međutim, nisu svi posmatrani parovi kritičnih mrežnih elemenata i ispada relevantni u pogledu proračuna kapaciteta na određenoj granici. Drugim rečima, niti na sve kritične mrežne elemente utiču prekogranične transakcije, niti ispadi svih elemenata imaju uticaja na određeni mrežni element čije opterećenje se posmatra tokom NTC proračuna (ispadi nekih elemenata izazivaju lokalna propterećenja). Da bi se odabrali relevantni CNEC parovi za proračune kapaciteta, neophodno je sprovesti analizu osetljivosti na delu mreže koji je od interesa sa prethodno definisanim pragovima osetljivosti.

Cilj ovog rada je predlaganje metodologije za određivanje CNEC parova za koordinisani NTC proračun. Predložena metodologija je primenjena za određivanje CNEC parova za tri TSO-a Jugoistočne Evrope i dobijeni rezultati će biti prikazani u radu.

2 ALGORITAM ZA ODREĐIVANJE CNEC PAROVA

Kritičan mrežni element (Critical Network Element – CNE) je mrežni element unutar jedne zone trgovanja (bidding zone) ili između dve zone trgovanja na koji utiče prekogranična razmena energije. Kritični mrežni elementi se posmatraju tokom proračuna prenosnih kapaciteta jer se smatra da će opterećenje ovih elemenata najverovatnije ugroziti mrežu i ograničiti razmene energije.

CNEC par predstavlja kritičan mrežni element čije se opterećenje prati tokom njemu uparenog ispada. Ispad može značiti ispad jednog mrežnog elementa (N-1 analiza sigurnosti) ili istovremeni ispad više mrežnih elemenata (N-X analiza sigurnosti).

Kao što je prikazano na Slici 1, proces određivanja CNEC parova se sastoji iz tri glavna koraka:

- Prikupljanje ulaznih podataka dostavljenih od TSO-a,
- Analiza osetljivosti regionalne mreže,
- Dostavljanje CNEC parova TSO-ima na verifikaciju.

¹ Shadow CCR10 region obuhvata šest TSO-a Zapadnog Balkana iz zemalja koje nisu članice EU (Srbija, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija i Albanija) i tri TSO-a iz zemalja članica EU (Rumunija, Bugarska i Grčka).



Slika 1. Tok procesa određivanja CNEC parova

Nakon prikupljanja ulaznih podataka sledi određivanje CNEC parova. U tom cilju se sprovodi analiza osetljivosti mreže koja se sastoji iz dva proračuna faktora osetljivosti mreže:

- Power Transfer Distribution Factors (PTDF);
- Outage Transfer Distribution Factors (OTDF).

Procesi prikupljanja ulaznih podataka i proračuna dva pomenuta faktora osetljivosti su detaljnije objašnjeni u narednim potpoglavljima.

2.1 Prikupljanje ulaznih podataka

Za potrebe određivanja CNEC parova, TSO-i dostavljaju tri tipa ulaznih podataka:

- Individualni mrežni modeli (Individual Grid Models – IGMs),
- Lista ispada,
- Lista monitorisanih elemenata.

IGM-ovi se kreiraju od strane TSO-a tako da što vernije reprezentuju stanje mreže sa aspekta proizvodnje, potrošnje, razmena i topologije. U zavisnosti od poslovnog procesa, TSO-i kreiraju IGM-ove za različite vremenske horizonte (sezonski, mesečni, dva dana unapred, dan unapred, unutar dana). Metodologija za odabir CNEC parova ne zavisi od vremenskog horizonta za koji su kreirani IGM-ovi. Međutim, kako je algoritam za odabir CNEC parova baziran na analizama osetljivosti mreže u vidu promene tokova aktivne snage, pretpostavka je da će na odabir CNEC parova najviše uticati sezonske promene tokova aktivne snage u regionalnoj mreži. U skladu sa tim, najočekivanije je da će metodologija biti primenjivana sezonski, što znači da će se koristiti sezonski IGM-ovi. RSC verifikuje kvalitet dostavljenih IGM-ova sa aspekta sintakse i tokova snaga i kreira spojene mrežne modele (Common Grid Models – CGMs). Ovi spojeni mrežni modeli su osnova za dalje analize osetljivosti mreže. Spojeni model treba da obuhvata i delove mreže koji se nalaze van analiziranog regiona Jugoistočne Evrope, a sve u cilju dobijanja verodostojnijih rezultata. Najbolje rešenje predstavlja spajanje modela cele Kontinentalne Evrope.

Lista ispada sadrži elemente čiji ispadi će biti simulirani (u najvećem broju slučajeva su jednostruki ispadi, ali je i primena višestrukih ispada moguća) dok lista monitorisanih elemenata sadrži elemente čija opterećenja će se pratiti u analizama sigurnosti tokom proračuna kapaciteta. Obe liste treba da sadrže sve mrežne elemente (dalekovode, transformatore, proizvodne jedinice, ...) koji pripadaju oblasti observabilnosti datog regiona, kako one unutar regiona tako i određene spoljašnje elemente koje TSO-i smatraju relevantnim. Očekivano je da liste sadrže elemente na naponskim nivoima od 400kV, 220kV i 110kV koji su relevantni za proračun kapaciteta.

2.2 Proračun PTDF vrednosti

Proračun PTDF vrednosti je prvi deo analize osetljivosti u procesu određivanja CNEC parova i koristi se za određivanje kritičnih mrežnih elemenata. Treba napomenuti da neće svi kritični mrežni elementi određeni u ovom delu metodologije biti deo finalne liste CNEC parova, što će biti objašnjeno u sledećem potpoglavlju.

PTDF vrednost nekog mrežnog elementa predstavlja faktor osetljivosti koji pokazuje uticaj komercijalnih razmena aktivne snage na dati mrežni element. PTDF vrednosti se proračunavaju za neku referentnu vrednost razmene, obično 100MW, i određuju deo transakcije koji će proći kroz posmatrani

mrežni element. Dakle, PTDF vrednost mrežnog elementa i za transakciju t , $PTDF(i)_t$, dat je jednačinom (1):

$$PTDF(i)_t = \frac{f(i)_t - f(i)_{base}}{f_t} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

, gde je:

$f(i)_t$ – tok aktivne snage kroz mrežni element i u slučaju transakcije t ,

$f(i)_{base}$ – tok aktivne snage kroz mrežni element i u baznom stanju (pre transakcije),

f_t – snaga transakcije t . [3]

Transakcije se simuliraju podizanjem proizvodnje u oblasti koja izvozi i smanjenjem proizvodnje u oblasti koja uvozi. Promene proizvodnje u oblastima se mogu vršiti na nekoliko načina: proporcionalno rezervi proizvodnih jedinica, proporcionalno angažovanju proizvodnih jedinica u baznom stanju ili proporcionalno faktorima dodeljenih raspoloživim proizvodnim jedinicama [3]. U primeru primene ove metodologije, čiji će rezultati biti prikazani u radu, promena proizvodnje je vršena proporcionalno angažovanju u baznom stanju.

PTDF vrednosti se proračunavaju za set mrežnih elemenata definisanih listom monitorisanih elemenata, koja ja dostavljena od strane TSO-a u prvom koraku metodologije, za transakcije na granicama na kojima određeni TSO vrši NTC proračun, bilo da su te granice bilateralne ili kompozitne. Uopšteno, PTDF vrednosti se računaju za transakcije $Area_i \rightarrow HUB$ ($i = 1, 2, \dots, N$, gde je N broj oblasti iz kojih se simuliraju transakcije). HUB je oblast koja uvozi, ona sa može sastojati od više oblasti i mora biti konzistentna tokom proračuna. Ovo je važno za odabir CNEC parova za NTC proračun na kompozitnim granicama, jer će u tom slučaju HUB biti sastavljen od svih oblasti koje čine dati kompozit. Zbog linearne prirode PTDF proračuna (koristi se DC metod za proračun tokova snaga pre i nakon simulirane transakcije), PTDF vrednosti određenog mrežnog elementa za transakciju između dve oblasti za dva smera transakcije su iste, ali suprotnog znaka, kao što je prikazano relacijom (2). Dakle, PTDF vrednosti određene za jednu NTC granicu su validne za oba smera, što smanjuje broj PTDF proračuna.

$$PTDF(i)_{Area_A \rightarrow Area_B} = -PTDF(i)_{Area_B \rightarrow Area_A} \quad (2)$$

Ako je PTDF vrednost određenog mrežnog elementa iznad definisanog PTDF praga osetljivosti, onda dati element zadovoljava kriterijum da bude odabran kao kritičan mrežni element za NTC proračun na određenoj granici. PTDF prag osetljivosti koji se primenjuje za odabir kritičnih mrežnih elemenata u ovoj metodologiji je 5%. Dakle, mrežni element iz liste monitorisanih elemenata će biti uzet u obzir kao kritičan za transakciju t ukoliko je zadovoljena relacija (3):

$$CNE(j)_t = MON(i)_t, \text{ if } |PTDF(i)_t| > 5\% \quad (3)$$

2.3 Proračun OTDF vrednosti

Sledeći korak u određivanju CNEC parova jeste proračun OTDF vrednosti. Rezultati OTDF funkcije se koriste za uparivanje kritičnih mrežnih elemenata određenih u prethodnom koraku metodologije sa odgovarajućim elementima koji će biti simulirani kao ispadi. OTDF vrednost nekog mrežnog elementa predstavlja faktor osetljivosti koji pokazuje uticaj određenog ispada na tok aktivne snage datog mrežnog elementa. OTDF vrednosti se računaju za kritične mrežne elemente određene u prethodnom koraku metodologije u slučaju ispada mrežnih elemenata definisanih listom ispada. Dakle, OTDF vrednost mrežnog elementa j za ispad elementa l , $OTDF(j)_l$, data je jednačinom (4):

$$OTDF(j)_l = \frac{f(j)_l - f(j)_{base}}{f_l} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

, gde je:

$f(j)_l$ – tok aktivne snage kroz mrežni element j u slučaju ispada elementa l ,

$f(j)_{base}$ – tok aktivne snage kroz mrežni element j u baznom stanju (pre ispada elementa),

f_l – snaga simuliranog ispada l .

Za svaki $CNE(j)_t$ element definisan u prethodnom koraku metodologije, $OTDF(j)_l$ vrednosti su proračunate u slučaju ispada svakog l -tog elementa definisanog listom ispada. Dalje je potrebno upariti kritičan mrežni element $CNE(j)_t$ sa odgovarajućim elementima koji će biti simulirani kao ispadi i kreirati finalnu listu CNEC parova.

Kriterijum za odabir CNEC parova je definisan predefinisanim vrednošću OTDF praga osetljivosti koji iznosi 20%.

$$CNEC_m = CNE(j)_t + CON_l, \text{ if } |OTDF(j)_l| > 20\% \text{ for outage of } CON_l \quad (5)$$

Iz prethodno napisanog sledi da će samo onaj mrežni element $CNE(j)_t$ čija je OTDF vrednost za ispad CON_l veća od predefinisane OTDF praga osetljivosti, biti zajedno sa tim ispadom odabran kao CNEC par za granicu za koju je izvršeno određivanje CNEC parova. Dakle, ukoliko za neki mrežni element $CNE(j)_t$ ne postoji element čiji bi ispad izazvao promenu toka snage iznad unapred definisane vrednosti OTDF praga osetljivosti, element $CNE(j)_t$ se dalje ne razmatra kao deo ulaznih podataka za određeni NTC proračun. Tabela I prikazuje primer proračunatih PTDF i OTDF faktora na osnovu kojih se dalje vrši filtriranje CNEC parova.

Tabela I – PTDF i OTDF vrednosti kritičnih mrežnih elemenata

Kritični mrežni element	PTDF [%]	Ispad	OTDF [%]	Status
400kV Peć 3 - Ribarevine	26	110kV Herceg Novi - Tivat	-5.84	✗
400kV Peć 3 - Ribarevine	26	110kV Pljevlja 1 - Pljevlja 2	-22.23	✓
400kV Peć 3 - Ribarevine	26	220kV Podgorica 1 - HE Perućica	-21.2	✓
400kV Peć 3 - Ribarevine	26	220kV Podgorica 1 - Mojkovac	-12.47	✗
400kV Peć 3 - Ribarevine	26	110kV Podgorica 4 - Podgorica 2	-20.52	✓
400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	23	110kV Herceg Novi - Tivat	4.71	✗
400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	23	110kV Pljevlja 1 - Pljevlja 2	4.91	✗
400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	23	220kV Podgorica 1 - HE Perućica	-13.44	✗
400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	23	220kV Podgorica 1 - Mojkovac	2.64	✗
400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	23	110kV Podgorica 4 - Podgorica 2	2.83	✗

Za konkretan primer prikazan u Tabeli I, prikazane su PTDF vrednosti za dva kritična mrežna elementa kao i njihove OTDF vrednosti u slučaju pet simuliranih ispada. Dalekovod 400kV Peć 3 – Ribarevine formira tri CNEC para sa elementima koji će se posmatrati kao ispadi tokom NTC proračuna: 110kV Pljevlja 1 – Pljevlja 2, 220kV Podgorica 1 – HE Perućica i 110kV Podgorica 4 – Podgorica 2. Iako je PTDF vrednost dalekovoda 400kV RP Mladost – S. Mitrovica 2 iznad definisanog PTDF praga od 5% za određenu transakciju, on neće formirati nijedan CNEC par, s obzirom na to da su OTDF vrednosti u slučaju svih prikazanih ispada ispod definisanog OTDF praga od 20%.

Obe vrednosti praga su odabrane uz konsultacije sa TSO-ima, međutim, ove vrednosti se mogu promeniti na osnovu iskustva iz operativnog rada za određeni TSO. Pored ovih konfigurabilnih vrednosti pragova osetljivosti, algoritam uvažava dodatni prag osetljivosti tokom OTDF proračuna. Naime, ako je snaga simuliranog ispada mala, u nekim slučajevima to uzrokuje velike OTDF vrednosti, od nekoliko stotina procenata, koje nisu realne. Da bi se izbegle ovakve situacije, OTDF vrednosti za koje je snaga simuliranog ispada manja od dodatnog OTDF praga osetljivosti (u primeru primene ovog algoritma uzeta je vrednost od 2MW) su ignorisane.

Kada su kreirane preliminarne liste CNEC parova, RSC ih dostavlja TSO-ima na verifikaciju. TSO-i mogu da odbace određene CNEC parove kao nerelevantne, ali i da dodaju CNEC parove, koji inicijalno nisu predloženi od RSC-a, uz odgovarajuće objašnjenje (problem sa kvalitetom podataka i modelovanjem, iskustva iz operativnog rada u realnom vremenu itd.). Posle dobijenih odgovora od TSO-a, RSC kreira konačne liste CNEC parova.

3 PRIMER PRIMENE ALGORITMA

Za potrebe testiranja algoritma određivanja CNEC parova korišćeni su već spojeni mrežni modeli Kontinentalne Evrope. Prethodno pomenuti modeli su kreirani u okviru ENTSO-E grupe Network Models and Forecast Tools (NMFT) za 2020. godinu za sve četiri sezone. U sezonskim modelima svi elementi su u pogonu izuzev onih koji su van pogona u normalnim uslovima.

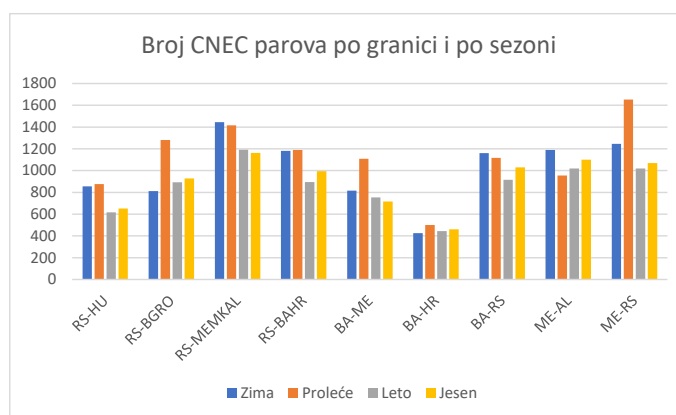
Inicijalne liste ispada i monitorisanih elemenata dostavljene od strane TSO-a Jugoistočne Evrope, napravljene su na osnovu analiza osetljivosti urađenih od strane TSO-a kao i na osnovu iskustva TSO-a iz operativnog rada. Ove pojedinačne liste su spojene u dve jedinstvene liste ispada i monitorisanih elemenata za svaku sezonu, koje pokrivaju oblast observabilnosti celokupnog regiona Jugoistočne Evrope. Dakle, svi relevantni elementi regiona Jugoistočne Evrope su uzeti u obzir za sve razmatrane granice.

Algoritam je primenjen za sve četiri sezone jer je ideja bila da se detektuju sezonske karakteristike dobijenih listi CNEC parova. Vršeno je određivanje CNEC parova za TSO-e Srbije, Bosne i Hercegovine i Crne Gore (EMS, NOSBiH i CGES, respektivno), za granice na kojima se vrši NTC proračun:

- Srbija: RS-HU, RS-BGRO, RS-MEMKAL i RS-BAHR,
- Bosna i Hercegovina: BA-HR, BA-RS i BA-ME,
- Crna Gora: ME-RS, ME-AL i ME-BA.

Neke granice su uzete u obzir više puta, zbog različitog pristupa u određivanju NTC granica koji varira od TSO-a do TSO-a – neka granica je razmatrana kao bilateralna od strane jednog TSO-a, dok je od strane drugog TSO-a razmatrana kao deo kompozita. Ukupno je razmatrano 9 granica, a za svaku granicu rađeno je 4 proračuna, za svaku sezonu po jedan, što u zbiru daje 36 procesa određivanja CNEC parova. Pošto je u pitanju testiranje algoritma, dobijeni rezultati nisu verifikovani od strane TSO-a, što bi u slučaju operativne primene metodologije za određivanje CNEC parova bio obavezan korak.

Dijagram na Slici 2 prikazuje broj CNEC parova određenih od strane RSC-a za svaku granicu pojedinačno. Sa Slike 2 se vidi da postoje razlike u broju CNEC parova od sezone do sezone za sve razmatrane granice. Za većinu granica, odnosno za 6 od 9 granica, broj CNEC parova je najveći za prolećnu sezonu dok je za 3 granice broj CNEC parova najveći za zimsku sezonu. Ovakva raspodela broja CNEC parova po sezonama može biti posledica konfiguracija mreže za određene sezone.



Slika 2. Broj CNEC parova po granici i po sezoni

Može se zaključiti da proces određivanja CNEC parova treba raditi najmanje sezonski. Da bi se pronašle varijacije broja CNEC parova između procesa koji se rade sezonski i procesa za kraće vremenske intervale, na primer mesečne, treba primeniti opisani algoritam koristeći modele koji predstavljaju stanje mreže za dati vremenski period (mesečni modeli). Poredeći rezultate dobijene za različite vremenske intervale, može se odrediti optimalna frekvencija sa kojom treba vršiti proces određivanja CNEC parova.

U Tabeli II dat je prikaz broja ispada koji se razmatraju za pojedine granice za sve četiri sezone. Broj simuliranih ispada u dobroj meri određuje trajanje proračuna kapaciteta jer on zapravo definiše broj AC proračuna tokova snaga u svakom od koraka NTC proračuna. U standardnim NTC proračunima koje

trenutno obavljaju TSO-i, koriste se liste ispada i monitorisanih elemenata za svaku pojedinačnu granicu. Na primer, trenutna lista ispada koja se koristi za NTC granicu BA-ME sadrži 124 elementa. Za pomenutu granicu, proračun sa korišćenjem CNEC liste (određene u okviru ovog rada) bi trajao duže, jer broj CNEC parova za granicu BA-ME varira od 176 do 283, u zavisnosti od sezone. Međutim, sa korišćenjem listi ispada i monitorisanih elemenata, za svaki definisan ispad posmatraju se opterećenja svih monitorisanih elemenata dok se sa korišćenjem listi CNEC parova posmatraju samo usaglašeni CNEC parovi. Ovo može znatno doprineti preglednosti dobijenih rezultata, u čemu se može ogledati benefit NTC proračuna korišćenjem CNEC parova u odnosu na standardni NTC proračun.

Tabela II – Broj ispada za pojedinačne granice po sezonama

	Pre filtriranja	RS-HU	RS-BGRO	RS-MEMKAL	RS-BAHR	BA-ME	BA-HR	BA-RS	ME-AL	ME-RS
Zima	795	250	291	330	304	217	118	301	269	333
Proleće	796	227	303	304	285	283	138	266	212	344
Leto	797	193	270	309	261	176	123	257	245	283
Jesen	797	198	280	301	273	179	129	273	243	292

Kvalitet određenih CNEC parova zavisi od kvaliteta ulaznih podataka. Uključivanje 110kV naponskog nivoa u modelima mreže je od izuzetne važnosti u pojedinim delovima regiona Jugoistočne Evrope. Od sezonskih modela koji su korišćeni za primenu algoritma, čiji su rezultati prikazani u ovom radu, ne sadrže svi 110kV naponski nivo. Zbog toga se može desiti da neki od određenih CNEC parova nisu relevantni. Takođe, može se desiti i da neki relevantni parovi nisu uzeti u obzir.

U tabelama III i IV date su lista ispada koji uz sebe imaju najviše uparenih kritičnih mrežnih elemenata i lista kritičnih mrežnih elemenata koji uz sebe imaju najviše uparenih ispada, respektivno. Tabele su date za granicu BA-ME, za letnju sezonu.

Tabela III - Lista ispada koji uz sebe imaju najviše uparenih CNE za granicu BA-ME - Leto

Ispad	Br. posmatranih CNE
TR 400/220kV Sarajevo 20 (1)	18
TIE 220kV Sarajevo 20 - HE Piva	18
OHL 400kV Sarajevo 20 - Sarajevo 10	17
OHL 400kV Ribarevine - Pljevlja 2	14
OHL 110kV Brezna - Niksic 2/Klicevo	12
OHL 110kV Niksic 2/Klicevo - Niksic 1	11
OHL 400kV Sarajevo 10 - Mostar 4	11
HPP Perucica 1 (110kV)	11
HPP Perucica 2 (110kV)	11
OHL 110kV Bar - Mozura	11
OHL 110kV Mozura - Ulcinj	11
OHL 400kV Tuzla 4 - Sarajevo 10	10
OHL 400kV Tuzla 4 - Visegrad	10
OHL 400kV Ugljevik - Tuzla 4	10

Tabela IV - Lista CNE koji uz sebe imaju najviše uparenih ispada za granicu BA-ME - Leto

Kritičan mrežni element	Br. posmatranih ispada
OHL 400kV RP Mladost - S. Mitrovica 2	41
Switching Device 400kV Podgorica 2	36
OHL 400kV Ribarevine - Podgorica 2	34
OHL 400kV Ugljevik - Tuzla 4	34
TIE 400kV Trebinje - Lastva	28
OHL 400kV Obrenovac - RP Mladost (409/1)	28
OHL 400kV Obrenovac - RP Mladost (406/2)	28
OHL 400kV Lastva - Podgorica 2	27
TIE 400kV Pec 3 - Ribarevine	25
OHL 400kV Kosovo B - Pec 3	25
OHL 400kV Trebinje - TE Gacko	23
OHL 400kV Mostar 4 - TE Gacko	23
OHL 400kV Nis 2 - Kosovo B	22
OHL 400kV Ribarevine - Pljevlja 2	21

Iz Tabele III se vidi da su ispadi sa najviše uparenih CNE elemenata, elementi unutar BA i ME kontrolnih oblasti, kao i interkonektivni dalekovodi između ove dve kontrolne oblasti. Iz Tabele IV se vidi da su kritični mrežni elementi koji uz sebe imaju najviše uparenih ispada elementi unutar BA i ME kontrolnih oblasti, ali i elementi unutar RS kontrolne oblasti koja je i geografski i u električnom smislu blizu kontrolnih oblasti BA i ME. Na osnovu ovih zapažanja može se zaključiti da su dobijeni rezultati očekivani i logični.

4 ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih primenom prikazanog algoritma za određivanje CNEC parova, očekuje se da bi ova Metodologija mogla da doprinese efikasnijem proračunu prenosnih kapaciteta, a naročito da unapredi proces proračuna kapaciteta na kraćim vremenskim horizontima, za dan unapred i unutar dana. Koliko je poznato, proces proračuna kapaciteta NTC pristupom nije automatizovan u potpunosti, a upravo postojanje definisanih CNEC parova ostavlja mogućnost za njegovu automatizaciju. Kako primena algoritma ne zavisi od vremenskih horizonata za koji su dostavljeni ulazni podaci, može se razmatrati njegova primena na mrežnim modelima za različite vremenske horizonte kako bi se odredila optimalna frekvencija sa kojom je potrebno primenjivati opisanu metodologiju.

5 ZAHVALNICA

Rad je deo Horizon 2020 projekta CROSSBOW – *CROSS BOrder management of variable renewable energies and storage units enabling a transnational Wholesale market* (Grant No. 773430). Ovaj dokument je izrađen uz finansijsku pomoć Evropske Unije. Sadržaj ovog dokumenta je isključivo odgovornost autora i ni pod kojim okolnostima se ne može smatrati da odražava stav Evropske Unije.

LITERATURA

- [1] Commission Regulation (EU) 2015/1222 of 24 July 2015 establishing a guideline on capacity allocation and congestion management – “CACM Guideline”;
- [2] M. Marić, M. Lukić, D. Prešić, A. Đalović, „Izbor kompozitnih granica u procesu koordinisanog proračuna mrežnih prekograničnih kapaciteta”, 34. savetovanje CIGRE Srbija, Vrnjačka Banja, jun 2019;
- [3] A. Đalović, B. Stamenković, M. Lukić, D. Prešić, „Rešavanje neadekvatnosti u regionu Jugoistočne Evrope”, 34. savetovanje CIGRE Srbija, Vrnjačka Banja, jun 2019;

DETERMINATION OF CAPACITY CALCULATION INPUT DATA

ANDREJ TASIĆ
ANDRIJANA ĐALOVIĆ

CENTAR ZA KOORDINACIJU SIGURNOSTI SCC D.O.O. BEOGRAD

BEOGRAD

REPUBLIKA SRBIJA

Abstract — With the initiative of Energy Community, and in cooperation of majority of SEE TSOs and several regulators, the initial methodology for coordinated capacity calculation in SEE region has been defined. This methodology is a starting point for further business process development. In accordance with already applied practice, NTC approach is adopted, and one of preconditions for coordinated capacity calculation is determination of input data in the view of Critical Network Element and Contingency (CNEC) pairs and Remedial actions.

CNEC pair is composed from two network element: Critical Network Element – CNE, whose loading is monitored during the calculation, and Contingency whose outage is simulated during the calculation. Network element, cross-border or within one control area, whose sensitivity on the transaction between two control areas is greater than defined sensitivity threshold, will be considered as CNE. Network element for whose outage sensitivity of CNE is greater than defined sensitivity threshold, will be paired with the given CNE and in that way one CNEC pair will be created. CNEC pairs determined in this way represents one input data for coordinated cross-border capacity calculation.

The aim of the paper is to propose a methodology for determination of CNEC pairs, as input data for NTC calculation in SEE region. Results of CNEC pairs determination for NTC borders of three TSOs will be presented.

Key words — NTC, critical network element, CNEC, sensitivity analysis.