

Eksploatacija EES-a

Sigurnost elektroenergetskih sistema

Uvod

- U vremenu ubrzanih promena i stalnog tehnološkog napretka, elektroenergetski sistemi se suočavaju sa brojnim izazovima.
- Deregulacija tržišta električne energije donela je mnoge prednosti, ali istovremeno i nove složenosti u operativnom planiranju i upravljanju.
- Prelazak sa centralno planiranog na decentralizovani i tržišno orijentisani sistem znači da operatori sada moraju da balansiraju ekonomske i tehničke aspekte rada sistema, uzimajući u obzir nove rizike i neizvesnosti.
- Regionalni koordinatori sigurnosti kao relativno novi entitet u procesu operativnog planiranja rada evropskog elektroenergetskog sistema su od velikog značaja za uspešno upravljanje deregulisanim sistemom.
- Oni koordinišu rad operatora prenosnih sistema i pružaju prognozu stanja elektroenergetskog sistema u kratkoročnim i srednjoročnim vremenskim intervalima.

Uvod

- Bez obzira na način na koji je organizovan, osnovni zadatak elektroenergetskog sektora jeste da odgovarajućim aktivnostima obezbedi funkcionalnost elektroenergetskog sistema (EES).
- To prvenstveno podrazumeva neprekidno napajanje potrošača kvalitetnom električnom energijom.
- Da bi se ostvarila funkcionalnost, EES u svom radu treba da zadovolji tri osnovna načela rada, a to su sigurnost, pouzdanost i ekonomičnost.
- U realizaciji ovog važnog zadatka jedno od najznačajnijih mesta zauzima proces upravljanja EES-om koji se sprovodi pre, u toku i nakon jednog operativnog dana.
- Proces koji obuhvata aktivnosti planiranja koje se sprovode pre i u toku operativnog dana naziva se **operativno planiranje rada EES-a** i u zavisnosti od vremenskog intervala u kojem definiše siguran rad EES-a deli se na:
 - dugoročno (godišnje),
 - srednjoročno (sezonsko, mesečno i/ili sedmično) i
 - kratkoročno (aktivnosti dva dana, dan unapred i unutar dneвно) planiranje.

Uvod

- Zavisno od okolnosti u kojima se izvodi, operativno planiranje može biti: redovno ili vanredno.
- Operativno planiranje je jedna od najvažnijih komponenti upravljanja EES-om, pomoću koje se može značajno uticati na efikasnost, ekonomičnost i sigurnost rada EES-a.
- Glavni cilj operativnog planiranja je na najbolji način iskoristiti postojeće resurse, prvenstveno proizvodne kapacitete i prenosnu mrežu, kao i mogućnosti razmene i tranzita električne energije sa susednim EES-ima.
- Ovakva forma operativnog planiranja nametnula se kao posledica procesa deregulacije i liberalizacije u elektroenergetskom sektoru što je izazvalo velike zakonske, organizacione i tržišne promene koje su se odrazile i na operativno planiranje.
- Do uvođenja prvih mera deregulacije EES-a snabdevanje električnom energijom temeljilo se na državnom monopolu.

Uvod

- Deregulacija, tj. postupak uklanjanja elemenata državne regulacije privrede, u elektroenergetskom sektoru obuhvata procese liberalizacije, privatizacije i restrukturiranja EES-a.
- Ovo je dovelo do ponovnog definisanja samih procesa planiranja i upravljanja radom prenosne mreže.
- Usled ovih promena posao operativnog planiranja, od vertikalno integrisanih elektroprivrednih preduzeća, preuzeli su specijalizovani i neprofitni subjekti koji su se pojavili u procesu deregulacije.
- Za prenosni sistem to je operator prenosnog sistema OPS (Transmission System Operator - TSO).
- Za distributivni sistem to je operator distributivnog sistema ODS (Distribution System Operator – DSO).

Uvod

- Ukidanje monopola u elektroenergetskom sektoru omogućilo je povećanje produktivnosti proizvođača električne energije usled čega se javlja veliki broj transakcija koje je vrlo teško koordinisati.
- Sa povećanjem obima prekogranične trgovine dolazi i do povećanja rizika od narušavanja sigurnosti EES-a što je u određenoj meri dovelo do složenosti poslova operativnog planiranja.
- Kao rezultat, javila se potreba za povećanom razmenom informacija i još većom koordinacijom između OPS-a.
- Potreba da se neki poslovi rade koordinisano i centralizovano dovela je do formiranja novih specijalizovanih kompanija Regionalnih koordinatora sigurnosti (Regional Security Coordinator - RSC).
- RSC-i su kompanije u vlasništvu njihovih klijenata – OPS-a.
- OPS-i pružaju podatke na osnovu kojih RSC-i vrše analize, pri kojima treba da uoče potencijalne opasnosti po sigurnost rada sistema te da daju preporuke OPS-ima koji donose konačne operativne odluke.

Uvod

- Pored RSC-a u evropskom zakonodavstvu (počev od primene četvrtog energetskog paketa EU) se sreće i termin Regionalni koordinacioni centar (Regional Coordination Centre – RCC).
- Trenutno postoji šest regionalnih entiteta od kojih su pet u pravnom statusu RCC-a i jedan u statusu RSC-a, zavisno od statusa države na čijoj su teritoriji osnovani po pitanju članstva u Evropskoj uniji.
- Bez obzira na to, svaka od ovih kompanija dužna je da pruža pet osnovnih usluga svojim klijentima:
 1. proveru ispravnosti individualnih mrežnih modela i kreiranje zajedničkog modela mreže,
 2. koordinisane analize sigurnosti,
 3. koordinisani proračun prenosnih kapaciteta,
 4. koordinisano planiranje isključenja i
 5. procena kratkoročne adekvatnosti sistema.

Deregulacija energetskeg sektora

- Pre uvođenja deregulacije elektroenergetskog sektora snabdevanje električnom energijom temeljeno je na državnom monopolu.
- Kod ovakvog tržišnog stanja na strani ponude nalazi samo jedan prodavac koji je u mogućnosti da odlučujuće utiče na formiranje cena.
- Na strani potražnje nalazi se mnoštvo kupaca bez mogućnosti izbora drugog dobavljača i uticaja na cenu.
- Ovo je dovelo je do državne kontrole nad elektroenergetskim sektorom i odsustva samoregulativnih tržišnih mehanizama.
- Proizvodnja, prenos i distribucija električne energije tretirani su kao prirodni monopol i javno dobro države.
- To je dovelo do niskog koeficijenta efikasnosti odnosno netržišne cene električne energije koja je često bila u funkciji vođenja socijalne politike.

Deregulacija energetskeg sektora

- Da bi se eliminisale tipične negativne karakteristike ovako organizovanog elektroenergetskog sektora bilo je neophodno sprovesti mere deregulacije i liberalizacije celokupnog sektora.
- Deregulacija podrazumeva promene unutar centralizovanih EES-a kroz norme i praksu i stvaranje konkurentskog potpuno liberalizovanog tržišta električne energije uz povećanje efikasnosti rada sistema, povećanje kvaliteta snabdevanja krajnjih korisnika električnom energijom i smanjenje tržišnih cena.
- Postupak uklanjanja elemenata državne regulacije elektroprivrede obuhvata procese privatizacije i restrukturiranja EES-a što uključuje strukturalne i organizacijske promene te institucionalno uređenje kao što su legislativa i formiranje regulatornih tela.

Deregulacija energetskeg sektora

- Usled procesa deregulacije i liberalizacije tržišta električne energije u elektroenergetskom sektoru pojavljuju se sledeći subjekti
 - učesnici na tržištu,
 - regulatorno telo,
 - prenosna kompanija i
 - operatori sistema.
- Svi učesnici na tržištu moraju biti licencirani ili kvalifikovani u skladu sa svojom primarnom delatnošću i mogu biti: proizvođači, trgovci električnom energijom, kvalifikovani kupci ili snabdevači.
- Kvalifikovani kupci imaju pravo da odaberu svoje snabdevače električnom energijom u skladu sa pravilima regulatornog tela.

Deregulacija energetskeg sektora

- Nijedno pravno ili fizičko lice ne sme obavljati aktivnosti prenosa električne energije, operatora sistema, međunarodne trgovine električnom energijom ili druge aktivnosti vezane za prenos električne energije, a da prethodno nije dobilo odgovarajuću licencu za svoju delatnost koju izdaje državno regulatorno telo.
- Postupak izdavanja licence je javan i vodi se u skladu sa objektivnim i javnosti poznatim kriterijumima na nediskriminirajući i transparentan način.
- Regulatorno telo nadgleda rad prenosne kompanije i operatora sistema te određuje tarife za korišćenje prenosne mreže.
- Prenosna kompanija ima zadatak da obezbedi prenos električne energije, kao i funkcionisanje i razvoj mreže.
- U većini evropskih država, prenosna kompanija ostvaruje i ulogu operatora sistema.

Deregulacija energetskeg sektora

- Operator sistema prvenstveno upravlja radom prenosne mreže u svrhu osiguranja pouzdanosti. Pored ovoga on upravlja:
 - sredstvima i uređajima u dispečerskom centru,
 - upravlja balansnim tržištem i pruža systemske usluge,
 - nabavlja pomoćne usluge,
 - razvija i primenjuje standard pouzdanosti,
 - razvija i upravlja pravilima koja regulišu korišćenje prenosnog sistema,
 - razvija i proverava tržišna pravila koja rukovode odredbama vezanim za systemske i pomoćne usluge nad prenosnim sistemom,
 - kao i drugim aktivnostima u skladu sa odgovarajućim zakonskim aktima pojedinih država.
- Operatoru sistema je zabranjeno da se na bilo koji način bavi proizvodnjom, snabdevanjem, trgovinom ili distribucijom električne energije.

Deregulacija energetskeg sektora

- Vertikalno integrisane elektroprivredne celine razdvajaju funkcije proizvodnje, prenosa i distribucije, a konkurencija počinje u području proizvodnje.
- Nezavisni proizvođači isporučuju električnu energiju poznatom kupcu ili elektroenergetskoj berzi.
- Trgovci energijom i veliki kupci dobijaju slobodan pristup prenosnoj mreži.
- Uslove za direktno učestvovanje u EES-u određuju regulatorna tela pojedinih zemalja, a na nivou Evropske unije (EU) ova pitanja se regulišu obavezujućim formalnim pravnim aktima i neformalnim aktima koji imaju savetodavni karakter.

Pravni okvir

- U energetsom sektoru direktive Evropske komisije (European Commission - EC), uz regulative, najvažniji su pravni akti EU.
- Direktive služe približavanju, a regulative izjednačavanju sa zakonodavstvom unutar EU.
- Direktivama se zadaje cilj koji se mora postići pa obavezuju na rezultate koji se njima ostvaruju.
- Države implementiraju direktive u svoje nacionalno zakonodavstvo uz slobodu izbora forme i metode, dok se regulative u celosti moraju implementirati i primenjivati.
- Evropska unija donela je u proteklom periodu veliki broj propisa koji su imali za cilj zakonsko uređenje energetskog sektora po pitanju tržišta i procesa deregulacije.

Pravni okvir

- Ekspanzija procesa deregulacije i liberalizacije u Evropi dešava se 1996. godine donošenjem prvog paketa energetske propisa EU i unutar njega Direktive o unutrašnjem tržištu električne energije u Evropskoj uniji broj 96/92/EC.
- Ovom direktivom sve zemlje članice EU su se obavezale da pored rada na liberalizaciji domaćih tržišta rade i na stvaranju zajedničkog unutrašnjeg tržišta električnom energijom.
- Stvaranje zajedničkog tržišta imalo je za cilj uspostavljanje konkurencije koja bi dovela do efikasnijeg rada elektroprivrednih kompanija, izgradnje novih proizvodnih i prenosnih kapaciteta, kao i kvalitetnije snabdevanje električnom energijom potrošača na celoj teritoriji EU.
- Nakon ovog paketa propisa doneti su i drugi propisi i regulative kako bi se tržište i sve prateće aktivnosti zakonski regulisale.

Pravni okvir

- Da bi se obezbedilo optimalno upravljanje mrežom za prenos električne energije i omogućila prekogranična trgovina i snabdevanje električnom energijom, pravni osnov za uspostavljanje Evropske mreže operatora prenosnih sistema električne energije (**European Network of Transmission System Operators for Electricity - ENTSO-E**) daje treći paket energetske propisa EU.
- ENTSO-E krajem 2024. godine predstavlja 40 OPS-a iz 36 evropskih zemalja (ne računajući i dva člana posmatrača).
- Preteča ENTSO-E-a je nekadašnja UCTE (Union for the Coordination of Transmission of Electricity) grupa OPS-a kontinentalne Evrope koja je prestala sa radom 30. 06. 2009. godine i čije aktivnosti je preuzeo ENTSO-E.
- ENTSO-E-u je u novom evropskom zakonodavstvu dodeljena važna uloga planiranja, razvoja i upravljanja prenosnim sistemima na panevropskom nivou.

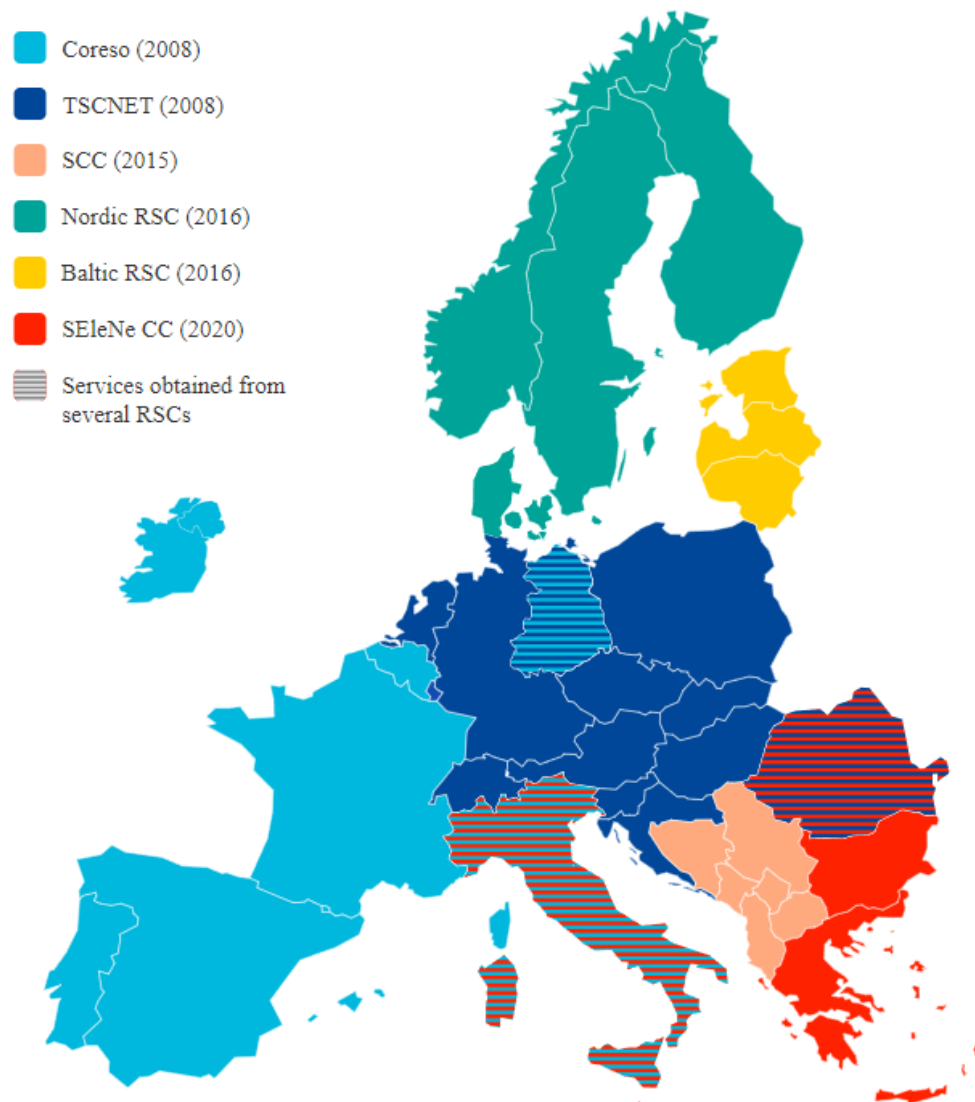
Formiranje regionalnih koordinatora sigurnosti

- Rezultati evropske istrage o poremećaju iz 2006. godine, kao i kontinuirano povećanje prekogranične razmene i neupravljive snage iz OIE-a, bili su glavni razlozi za neke OPS-e da poboljšaju operativnu koordinaciju uspostavljanjem Regionalnih inicijativa za koordinaciju sigurnosti (Regional Security Coordination Initiatives - RSCIs).
- Godine 2008. na dobrovoljnoj bazi osnovane su dve RSCI-e:
 - **Coreso** (COoRdination of Electricity System Operators) u Zapadnoj Evropi i
 - **TSC** (Transmission System Operator Security Cooperation) u Centralnoj Evropi.
- **Jula, 2015. godine osnovana je treća RSCI: SCC (Security Coordination Centre) od strane:**
 - Nezavisnog operatora sistema Bosne i Hercegovine - NOSBiH,
 - Akcionarskog društva (AD) Elektromreža Srbije - EMS AD i
 - Crnogorskog elektroprenosnog sistema AD - CGES.

Formiranje regionalnih koordinatora sigurnosti

- Krajem 2017. godine osnovan je četvrti: **Nordic RSC**.
- Uporedo sa nordijskim i baltički OPS-i, zaključuju međusobne sporazume i osnivaju **Baltic RSC**.
- Poslednji, RSC osnovan je u maju 2020. godine pod imenom **SEleNe CC** (Southeast Electricity Network Coordination Center).
- Regulativom 2019/943/ES uveden je novi entitet RCC, sa ciljem da se RSC-ima dodele neki dodatni poslovi koje prethodna regulativa nije definisala, a koji su vremenom postali potrebni, kao i da se obezbedi veća nezavisnost RSC-a u odnosu na OPS-e osnivače i korisnike usluga.
- 2020. godine postignuto je da svim ENTSO-E članovima usluge pruža neki RSC.
- U julu 2022. RSC-i osnovani u državama članicama EU su izvršili transformaciju iz RSC u RCC pravni status.

Formiranje regionalnih koordinatora sigurnosti



Uloga i obaveze RSC/RCC-a

- RSC/RCC-i su kompanije u vlasništvu njihovih klijenata - OPS-a.
- Usluge RSC/RCC-a pokrivaju celu Evropu.
- Smernice za rad prenosnog sistema su regulisane regulativom 2017/1485/ES za rad prenosnog sistema, poznatije pod nazivom SO GL (Guideline on electricity transmission system operation).
- SO GL definišu osnovno delovanje RSC-a i OPS-a.
- SO GL pokriva oblasti operativne sigurnosti prenosnog sistema (stabilnost, napon, tokovi snaga (Load Flow), razmena podataka itd.), planiranje (izrada modela mreže, analize sigurnosti, koordinacija isključenja i procena adekvatnosti), regulaciju frekvencije i snage razmene i dr.
- Takođe, definiše set minimalnih zahteva za rad prenosnog sistema EU kako bi se obezbedila sigurnost interkonekcije, uzimajući u obzir već harmonizovana pravila.
- Pored ovih regulativa donete su još neke regulative koje se odnose na rad RSC/RCC-a.

Uloga i obaveze RSC/RCC-a

- Poslovi kojima se bavi RSC/RCC su koordinisane aktivnosti koje treba da budu primenjene od strane OPS-a.
- OPS obezbeđuju podatke koje RSC/RCC-i koriste za sprovođenje detaljnih analiza.
- Ove analize imaju za cilj da identifikuju potencijalne rizike i pretnje po sigurnost rada EES-a.
- Na osnovu rezultata ovih analiza, RSC/RCC-i daju preporuke OPS-ima, koji potom donose konačne operative odluke u vezi sa upravljanjem sistemom.
- Preporuke RSC/RCC-a mogu obuhvatati mere kao što su promena prenosnih odnosa transformatora, preraspodela proizvodnje, promena topologije mreže, izmena dnevnih rasporeda itd.
- Ova saradnja je ključna za prevenciju mogućih poremećaja i obezbeđivanje stabilnosti sistema.

Uloga i obaveze RSC/RCC-a

- RCC pored osnovnih poslova RSC-a, obavlja i neke nove poslove u cilju održanja saradnje između OPS-a i unapređenja sigurnosti i održivosti evropskog EES-a.
- Ovi poslovi isključuju upravljanje EES-om u realnom vremenu za šta je i dalje zadužen OPS. **Poslovi RSC/RCC-a koji su vezani za analize sigurnosti sprovode se u vremenskim horizontima od godinu dana unapred do dan unapred, unutar dnevnog i blisko realnom vremenu.**
- Analize sigurnosti koje se sprovode pre realnog vremena omogućavaju OPS-ima planiranje rada EES-a sa minimalnim nivoom rezervi za uravnoteženje, u poređenju sa opsežnim nivoom rezervi potrebnim ukoliko se EES-om ne bi efikasno upravljalo i planiralo.
- U slučaju narušenih sigurnosnih kriterijuma u fazi planiranja, OPS-i imaju mogućnost da preventivno deluju, umesto da iskuse potencijalno ogromne probleme u realnom vremenu, a to direktno doprinosi efikasnijem radu EES-a te povećava pouzdanost i sigurnost snabdevanja.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

- Osnovni poslovi RSC/RCC-a, su:
 1. Validacija i spajanje pojedinačnih modela mreže (Individual Grid Models - IGMs); i kreiranje zajedničkog modela mreže (Common Grid Model - CGM);
 2. Koordinisani proračun kapaciteta (Coordinated Capacity Calculation - CCC);
 3. Koordinisane analize sigurnosti (Coordinated Security Analysis - CSA);
 4. Koordinacija planiranja isključenja (Outage Planning Coordination - OPC);
 5. Procena kratkoročne adekvatnosti (Short-Term Adequacy - STA).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Individualni mrežni modeli koje prave OPS-i igraju ključnu ulogu za osiguravanje stabilnog i pouzdanog rada elektroenergetskih mreža.
- Predstavljaju matematički i alfa-numerički prikaz EES-a, a služe OPS-ima i RSC/RCC-ima kako bi simulirali i analizirali rad mreže.
- Koriste se za analizu opterećenja, sigurnost, proračun prekograničnih kapaciteta, optimizaciju prenosa energije, planiranje proširenja mreže i otkrivanje potencijalnih problema pre nego što do njih dođe.
- Podaci potrebni za kreiranje IGM-a su prognozirani podaci o angažovanju elektrana, potrošnji, razmenama sa susedima i topologiji mreže, kao i informacije o elektirčnim parametrima mreže koji su neophodnih za matematičko modelovanje svih elemenata EES-a (električni parametri dalekovoda, transformatora, generatora i druge mrežne opreme).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Svaki OPS obezbeđuje IGM-ove i dostavlja ih na centralizovano skladište.
- Te modele zatim preuzimaju odgovorni RSC/RCC-i, validiraju ih i spajaju u zajednički model kontinentalne Evrope - CGM.
- Validacija IGM-ova je proces provere modela na strukturne, sintaksne, semantičke i kriterijume konvergentnosti proračuna tokova snaga.
- Podaci koji se koriste za izradu modela treba da budu tačni, pouzdani i ažurni.
- ENTSO-E zahteva validaciju modela kao deo svojih standarda i procedura.
- **Trenutno svaki OPS dostavlja svoje IGM-ove koji se odnose na prenosnu mrežu i trebalo bi da sadrže sve elemente na 220 kV i višim naponskim nivoima.**
- Elementi na nižim naponskim nivoima mogu se modelovati delimično ili u potpunosti, u slučaju da značajno utiču na više naponske nivoe, ili se mogu ekvivalentirati.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Za razmenu modela koriste se tekstualni UCTE format i CGMES (Common Grid Model Exchange Standard) format.
- UCTE je bila organizacija koja je koordinisala rad prenosnih sistema u Evropi pre nego što je postala deo ENTSO-E-a i koja je razvila standarde za razmenu mrežnih modela UCTE Data Exchange Format (DEF) kako bi se obezbedila interoperabilnost i sigurnost rada EES-a.
- CGMES je razvijen na od strane ENTSO-E-a i obezbeđuje sveobuhvatniji i moderniji pristup razmeni mrežnih podataka, uzimajući u obzir nove tehničke zahteve i regulative.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Glavne karakteristike CGMES-a i prednosti nad UCTE DEF:
 - **široka primena**; pokriva različite aspekte razmene mrežnih podataka uključujući tokove snaga, kratke spojeve, dinamičke analize, tržišne informacije, proračune kapaciteta i procene dinamičke sigurnosti,
 - **standardizacija**; bazira se na međunarodnim standardima
 - **unapređena sigurnost i stabilnost**; detaljniji i precizniji podaci omogućavaju bolje analize i planiranje, što doprinosi povećanju sigurnosti i stabilnosti mreže omogućavajući OPS-ima da bolje odgovore na operativne izazove,
 - **fleksibilnost i detaljnost**; CGMES sadrži detaljnije i sveobuhvatnije informacije o mreži jer podržava različite tipove podataka uključujući statičke podatke (npr. topologija, parametri mreže) i dinamičke podatke (promene u opterećenju i proizvodnji, naponska regulacija),
 - **kvalitet i usklađenost**; uspostavljeni su procesi za ocenjivanje usklađenosti kako bi se osigurala pravilna implementacija standarda od strane svih uključenih strana,
 - **povećana interoperabilnost**; zahvaljujući usklađenosti sa međunarodnim standardima omogućava lakšu razmenu podataka između različitih softverskih platformi,
 - **podrška za nove tehnologije**; CGMES je dizajniran da podržava nove tehnološke trendove poput OIE-a itd.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- U okviru koordinisanih aktivnosti koje obavlja RSC/RCC, uspostavljanje zajedničkog modela prenosne mreže – CGM-a je jedna od najvažnijih.
- CGM je sveobuhvatni model EES-a i koristi se za različite analize i planiranje rada elektroenergetskih mreža. Glavne namene CGM-a:
 - **analiza (pre)opterećenja i tokova snaga;** CGM se koristi za simulaciju tokova snaga kroz mrežu kako bi se analizirali različiti N-1, N-2....N-X scenariji, utvrdile optimalne konfiguracije mreže i identifikovala potencijalna uska grla i/ili mesta sa povećanim gubicima,
 - **planiranje i razvoj mreže;** CGM omogućava OPS-ima da planiraju razvoj mreže na regionalnom nivou, identifikaciju potrebe za novim prenosnim i/ili proizvodnim kapacitetima i optimizaciju postojeće infrastrukture,
 - **procena sigurnosti i stabilnosti mreže;** CGM se koristi za analize stabilnosti sistema i procenu sigurnosti mreže u različitim uslovima i pri različitim scenarijima koji pomažu u identifikaciji i rešavanju potencijalnih rizika u sistemu,

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Glavne namene CGM-a (nastavak):
 - **reakcija na hitne situacije:** CGM pomaže OPS-u da identifikuju krizne situacije, proceni uticaj potencijalnih kvarova ili ispada na mrežu, da obezbede brz i efikasan odgovor i planiraju odgovarajuće mere za potencijalne incidente,
 - **integracija OIE-a;** CGM omogućava analizu i planiranje integracije OIE-a u EES ublažavajući varijabilnosti i intermitencije u njihovom radu,
 - **analiza kratkih spojeva i podešavanje zaštitnih uređaja;** CGM se može koristiti za simulaciju i analizu kratkih spojeva kako bi se podesili i optimizovali sistemi zaštita u mreži,
 - **tržišne informacije i transparentnost;** CGM pruža podatke koji se koriste za analizu tržišnih potencijala, planiranje kapaciteta za alokaciju, upravljanje zagušenjima u mreži, što doprinosi transparentnosti i efikasnosti tržišta električne energije,
 - **donošenje odluka;** CGM je ključan za unapređenje operativne efikasnosti i operativnih procedura te omogućava OPS-ima da donose pravovremene odluke zasnovane na preciznim i aktuelnim podacima.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- Struktura IGM i CGM modela se razlikuje u zavisnosti od toga da li se radi u UCTE ili CGMES formatu. Tipično, bez obzira o kojem standardu je reč jedan IGM/CGM minimalno sadrži podatke o:
 - čvorovima; obično su to uprošćene transformatorske stanice ili čvorišta u mreži,
 - granama; predstavljaju električne vodove, najčešće interne ili interkonektivne dalekovode ili kablove,
 - generatorima,
 - potrošačima,
 - transformatorima,
 - kompenzacionoj opremi; elementi koji se koriste za regulaciju napona i reaktivne snage,
 - električnim vrednostima; naponi, struje i opterećenja u mreži, reaktanse i kapacitivnosti, aktivna i reaktivna snaga itd.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

- IGM, a time i CGM se prave za različite vremenske intervale, zavisno od potreba planiranja i eksploatacije.
- Vremenski intervali za koje se prave IGM i CGM omogućavaju OPS-ima da efikasno upravljaju EES-om na svim nivoima, od trenutnog monitoringa do dugoročnog planiranja.
- Različiti vremenski intervali za koje se prave ovi modeli su:

1. Kratkoročni:

- real-time (trenutni); modeli se ažuriraju u realnom vremenu (sekundama do minuta) za potrebe trenutnog monitoringa i upravljanja mrežom ili brze reakcije na trenutne promene u mreži, kao što su nagle promene opterećenja ili kvarovi,
- unutar-dnevni; modeli se prave za intervale unutar jednog dana (na primer, po satima ili na svakih 8 sati) kako bi se upravljalo dnevnim promenama u potrošnji i proizvodnji energije,
- dnevni; planiranje i upravljanje za sledećih 24 i/ili 48 sati, ovi modeli uzimaju u obzir predviđanja dostupnih prenosnih kapaciteta, opterećenja i proizvodnje za naredni dan,

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Validacija i spajanje IGM-ova i kreiranje CGM-a

2. Srednjoročni:

- nedeljni; modeli za planiranje operacija za nedelju dana unapred, uključuju predviđanja opterećenja, planirane radove na održavanju i druge aktivnosti koje mogu uticati na mrežu,
- mesečni; modeli za mesečno planiranje, koji pomažu u pripremi za sezonske varijacije u potrošnji i proizvodnji energije,

3. Dugoročni:

- godišnji; dugoročni modeli za planiranje za godinu dana unapred, uključujući procenu sezonskih uticaja, predviđanje opterećenja i dugoročno planiranje održavanja,
- višegodišnji; modeli za dugoročno planiranje koje obuhvata periode od nekoliko godina do deset ili više godina, ovi modeli su ključni za strateško planiranje i razvoj mreže, izgradnju nove infrastrukture, integraciju OIE-a, procenu dugoročne adekvatnosti, predviđanje tržišta itd.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta

- Ukidanje monopola u elektroenergetskom sektoru omogućilo je povećanje produktivnosti proizvođača i trgovaca električnom energijom.
- Po otvaranju tržišta javlja se veliki broj transakcija koje je vrlo teško koordinisati.
- U ovako oblikovanom EES-u mogu se pojaviti slučajevi rasporeda proizvodnje i potrošnje električne energije takvi da se narušavaju sigurnosna ograničenja u mreži.
- **Situacije kada su narušena sigurnosna ograničenja u sistemu nazivaju se mrežna zagušenja (Network Congestion).**
- Mrežna zagušenja javljaju se kako na prekograničnim (Cross-Border Congestion) tako i na unutrašnjim (Internal Congestion) prenosnim elementima
- Zagušenja se otklanjaju se kroz proces koji se zove upravljanje zagušenjima koji se realizuje kroz četiri koraka: **proračun prenosnog kapaciteta**, alokacija prenosnih kapaciteta, prognoza zagušenja i otklanjanje zagušenja u realnom vremenu.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta

- Koordinisani proračun prenosnih kapaciteta se obavlja na regionalnom nivou, gde više OPS-a sarađuju posredstvom RSC/RCC-a kako bi optimizovali rad svoje prenosne mreže.
- Ovo je ključni proces u tržištu električne energije koji omogućava optimalnu upotrebu i raspodelu prenosnih kapaciteta između različitih tržišnih zona (Bidding Zone).
- Tržišna zona predstavlja najveću geografsku oblast u okviru koje učesnici na tržištu mogu da razmenjuju energiju bez alokacije kapaciteta, gde su veleprodajne cene električne energije ujednačene.
- Cilj ovog procesa je da se obezbedi siguran, pouzdan i efikasan prenos električne energije preko granica tržišnih zona, smanjujući zagušenja i maksimalno iskorišćavajući dostupne kapacitete.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta

- Odrediti unapred prenosne kapacitete mreže i izvršiti njihovu alokaciju učesnicima na tržištu predstavlja ekonomski najprihvatljiviji i tehnički najostvarljiviji način za upravljanje zagušenjima.
- U zavisnosti od načina na koji se određuje iznos ponuđenih kapaciteta, metode proračuna prekograničnih kapaciteta mogu se podeliti u dve osnovne metode:
 - **metoda neto prenosnog kapaciteta** - NTC (Net Transmission Capacity) zasnovana na proračunu vrednosti maksimalne razmene električne energije između dve susedne tržišne zone i
 - **Flow-based Allocation (FBA) metoda** zasnovana na proračunu prkograničnog kapaciteta u kojem je razmena električne energije između tržišnih zona ograničena distributivnim faktorima transfera snage - PTDF (Power Transfer Distribution Factors).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na NTC-u)

- Kada se od ukupnog prenosnog kapaciteta (Total Transmission Capacity – TTC) koji predstavlja ukupni iznos snage koja se može razmeniti između delova interkonekcije oduzme iznos margine pouzdanosti (Reliability Margin – RM) koja se uvodi zbog obezbeđenja neophodnog sigurnosnog opsega kojim se uvažava uticaje regulacije, nesigurnost stanja EES-a, greška u tačnosti prognoziranih podataka i primenjenih računarskih metoda i modela, dobija se vrednost neto prenosnog kapaciteta - NTC, odnosno:

$$NTC = TTC - RM \quad (1)$$

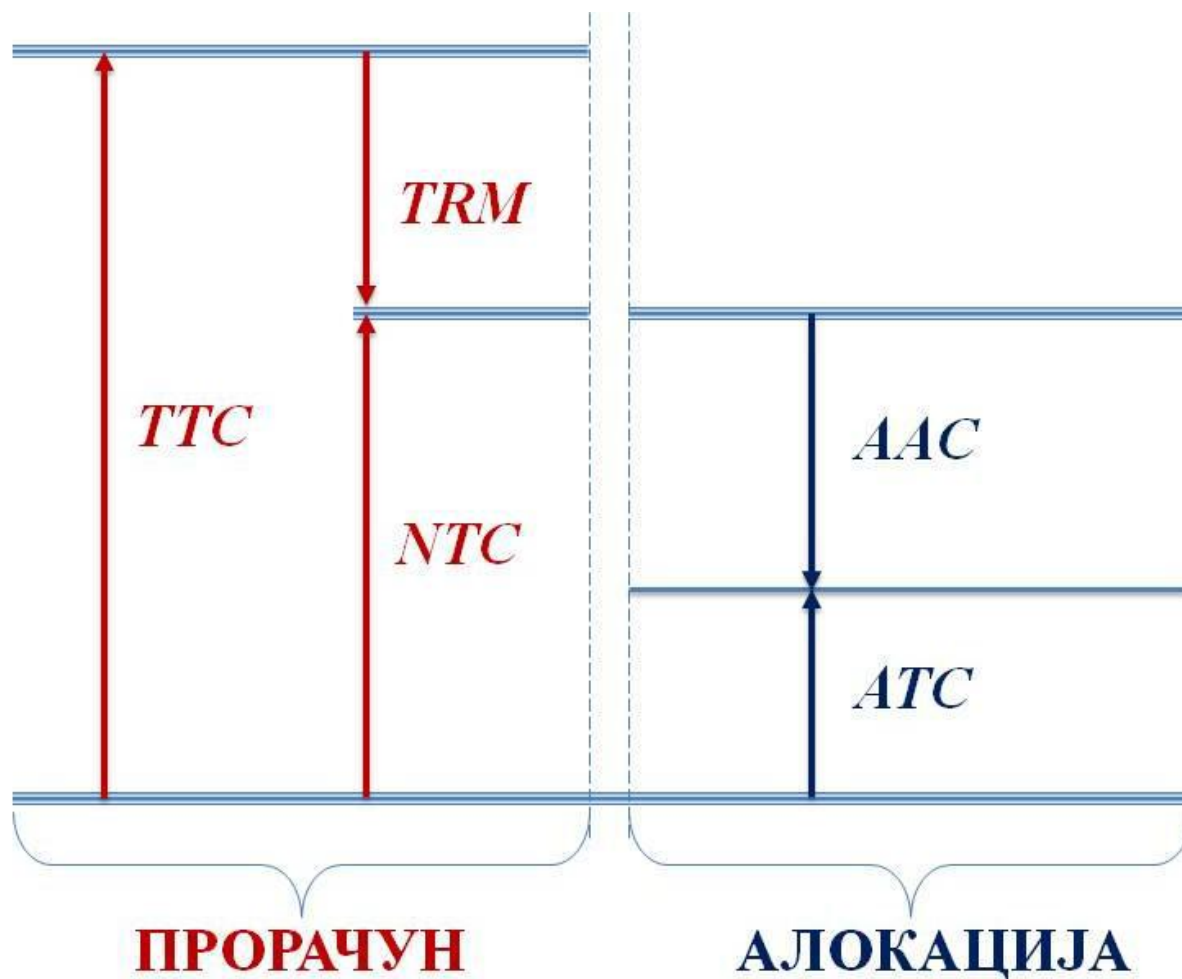
- U procesu proračuna prenosnog kapaciteta NTC predstavlja izlaznu veličinu, a u procesu alokacije prenosnog kapaciteta predstavlja ulaznu veličinu na osnovu koje se izračunava raspoloživi prenosni kapacitet (Available Transmission Capacity – ATC) prema sledećoj relaciji:

$$ATC = NTC - AAC \quad (2)$$

gde je AAC (Already Allocated Capacity) iznos već dodeljenih kapaciteta.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta
(metoda zasnovana na NTC-u)



Odnos pokazatelja prenosne mogućnosti mreže

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na NTC-u)

- Da bi se odredio iznos NTC-a neophodno je prvo proračunati iznos ukupnog prenosnog kapaciteta TTC, koji se izračunava po sledećoj jednačini:

$$TTC = \Delta E_{max}^{\pm} \pm BCE \quad (3)$$

- Bazna razmena (Base Case Exchange – *BCE*) predstavlja prognozirani program razmene između dva sistema (oblasti).
- ΔE daje promenu proizvodnje generatora u odnosu na proizvodnju pri baznoj razmeni.
- Oznaka (+) u eksponentu označava povećanje proizvodnje, (-) smanjenje proizvodnje, a oznaka (max) u indeksu maksimalnu promenu proizvodnje pri kojoj nije došlo do narušavanja definisanih sigurnosnih ograničenja.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta

(metoda zasnovana na NTC-u)

- Procedura za proračun NTC-a između dve tržišne zone, i to za smer iz sistema A u sistem B sastoji se od sledećih koraka:
 1. Izrada mrežnih modela je prvi korak u ovoj proceduri.

Svaki OPS pravi model svoje mreže i šalje ga nadređenom RSC/RCC-u. RSC/RCC sakuplja sve pojedinačne mrežne modele, validira ih i tako formira zajednički model na osnovu kojeg vrši određivanje NTC-a na izabranoj granici.
 2. Po formiranom zajedničkom modelu pristupa se proračunu inicijalnih tokova snaga na osnovu kojeg se vrši izračunavanje baznih razmena – BCE. BCE vrednost predstavlja zatečene tokove snaga na posmatranoj granici.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na NTC-u)

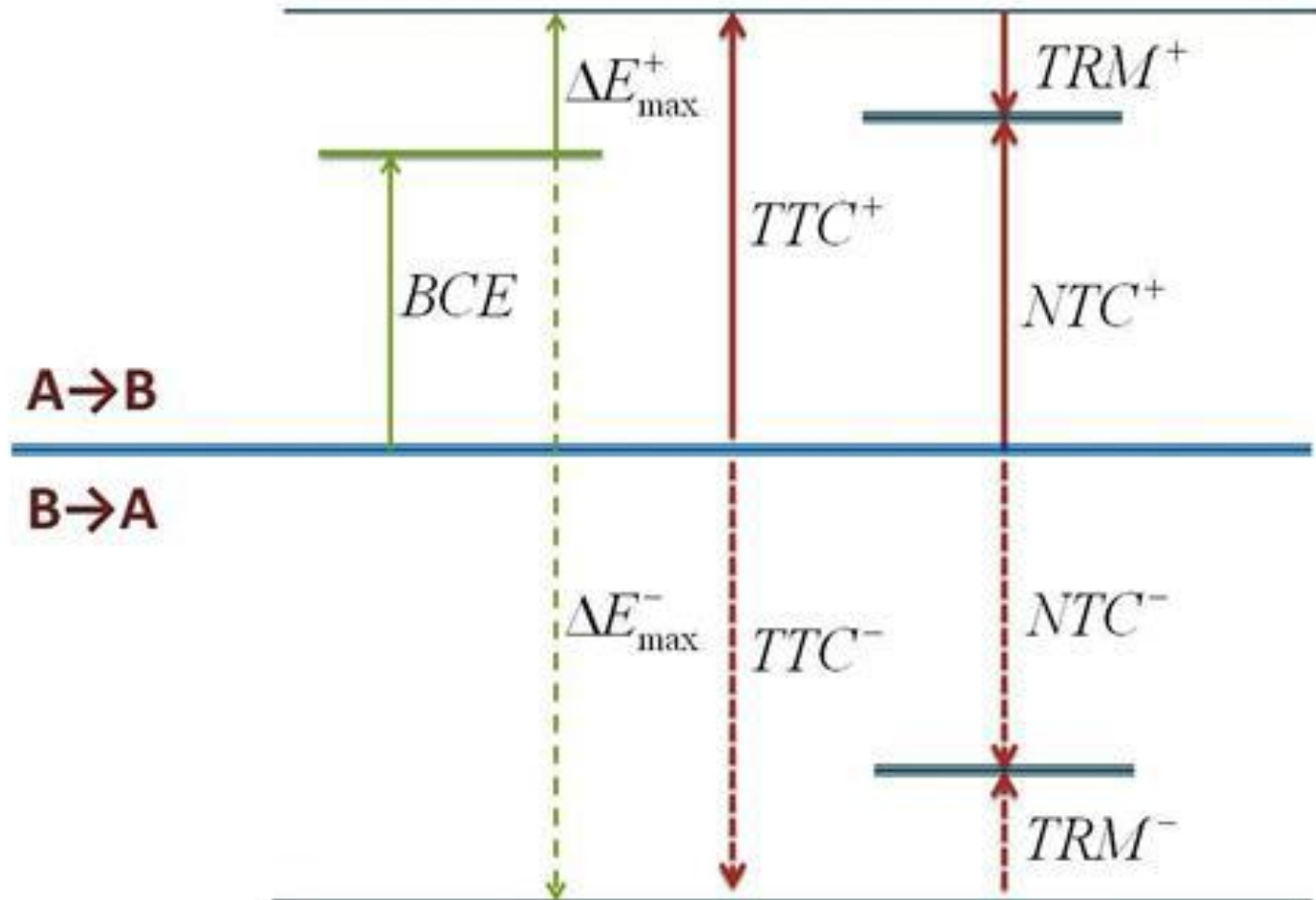
- Procedura za proračun NTC-a između dve tržišne zone, i to za smer iz sistema A u sistem B sastoji se od sledećih koraka (nastavak):
 3. U narednom koraku pristupa se postepenom povećanju proizvodnje, sa dogovorenim korakom, u sistemu A i istovremenom smanjenju snage u sistemu B (u MW).

Prilikom svakog koraka promene proizvodnje i/ili potrošnje proverava se da li su sigurnosni kriterijumi za datu granicu narušeni na osnovu odgovarajućih lista ispada i lista monitorisanih elemenata (Contingency i Monitoring liste).

Ukoliko je došlo do narušavanja sigurnosnih kriterijuma i nakon simulacije predefinisanih korektivnih akcija prekida se dalji proračun i usvaja se vrednost promene proizvodnje ΔE_{max} , iz prethodnog koraka, pri kojoj nije došlo do narušavanja sigurnosnih kriterijuma.
 4. Vrednost RM je unapred određena od strane OPS-a i dostavljena RSC/RCC-u, koji sada raspolažu sa svim potrebnim podacima za izračunavanje NTC-a.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na NTC-u)



Odnos veličina koje određuju NTC između dva operatora sistema

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na NTC-u)

- Procedura za proračun NTC-a između dve tržišne zone, i to za smer iz sistema A u sistem B sastoji se od sledećih koraka (nastavak):
 5. Na osnovu jednačina (1) i (3) vrednost NTC-a određuje se iz izraza:

$$NTC^{A \rightarrow B} = \Delta E_{max}^+ + BCE - TRM^{A \rightarrow B} \quad (4)$$

6. Analogno prethodno opisanom vrednost NTC-a za smer iz sistema B u sistem A dobija se iz izraza:

$$NTC^{B \rightarrow A} = \Delta E_{max}^- - BCE - TRM^{B \rightarrow A} \quad (5)$$

- Dobijanjem vrednosti NTC-a završava se koordinisani proces proračuna prenosnih kapaciteta i pristupa se njihovoj dodeli (alokaciji).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta

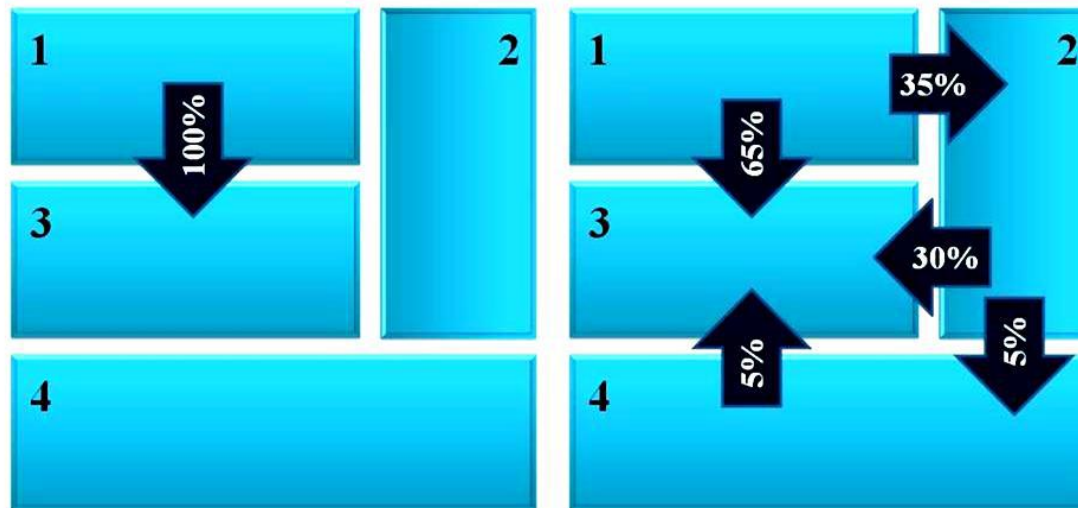
(metoda zasnovana na NTC-u)

- U jugoistočnoj Evropi za utvrđivanje raspoloživog prenosnog kapaciteta koriste se metode zasnovane na NTC-u, a alokacije prekograničnih prenosnih kapaciteta se vrše u različitim vremenskim okvirima dominantno bilateralnim ili koordinisanim eksplicitnim aukcijama, a u manjoj meri implicitnim aukcijama.
- Dok se u tehničkom smislu termin zagušenje odnosi na stanje u sistemu kada su narušena sigurnosna ograničenja, u tržišnom smislu zagušenje predstavlja situaciju u postupku aukcije kapaciteta kada je ukupna vrednost zahtevanog kapaciteta na toj granici, za dati smer i za dati aukcioni period, veća od vrednosti raspoloživog prenosnog kapaciteta.
- Aukcijskom dodelom prenosnih kapaciteta utiče se na zagušenja na taj način što se povećava cena električne energije u zagušenom delu mreže čime se tu, po zakonima tržišta, smanjuje trgovina i otklanja uzrok samog zagušenja.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- U praksi je primećeno da metode proračuna prenosnih kapaciteta zasnovane na NTC-u ne daju najbolje rezultate u slučajevima gde su jako povezane mreže kod kojih je mogućnost pojave paralelnih tokova snaga velika.
- Često se dešava da energija zaobiđe trase po kojima se pretpostavilo da će ići što ima za posledicu stvaranje zagušenja na nekim drugim trasama.
- Kao primer poslužiće slučaj kada četiri sistema rade paralelno i kada između sistema koji se dodiruju postoji električna veza.



a) Komercijalni tok

b) Fizički tokovi

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Komercijalni tokovi (transakcije) opisani su jedinstvenom putanjom kao što je prikazano na slici a) za međusobno dogovorenu razmenu energije između sistema, npr. 1 i 3.
- Međutim, fizički tokovi električne energije ne prate njihove komercijalne tokove već se šire kroz mrežu prema fizičkim zakonima.
- Strelicama na slici b) predstavljeni su mogući smerovi fizičkih tokova snaga i mogući procentualni iznosi raspodele tokova snaga.
- Npr. ako programske razmene postoje samo između sistema 1 i 3, sa slike se vidi da će stvarni prekogranični tokovi snage između ova dva sistema iznositi samo 65% vrednosti planiranog programa razmene.
- Razlika između planiranih i stvarnih razmena prekograničnih tokova snaga između dva EES-a javlja se ako oni rade paralelno sa još najmanje jednim sistemom.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

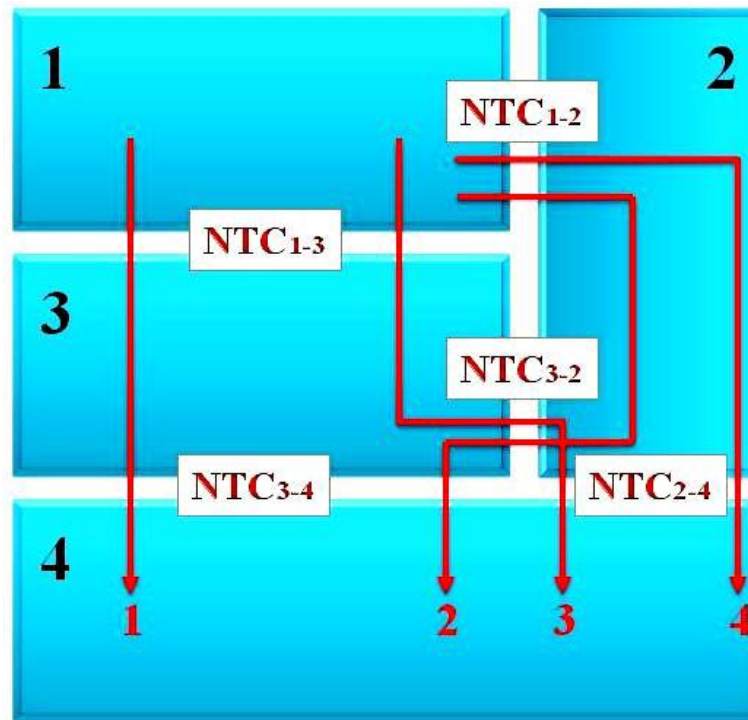
Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Stvarni fizički tok snage između dva sistema biće manji od planiranog programa razmene ukoliko se deo planirane razmene između njih zatvara preko trećeg sistema, što direktno ima za posledicu da će program razmene sa tim trećim sistemom biti manji od prekograničnih tokova snaga sa njim.
- Ovaj problem posebno dolazi do izražaja kod jako povezanih sistema, kao što je slučaj sa sinhronom oblasti kontinentalne Evrope.
- Razlika između programskih razmena i stvarnih fizičkih tokova snaga između dva sistema ne može se pojaviti ukoliko oni rade u izolovanom, ostrvskom radu ili ako je jedan od njih radijalno povezan sa samo jednim susednim sistemom.
- Postojanje razlike između programskih razmena i stvarnih fizičkih tokova onemogućava da se precizno odrede prenosni kapaciteti, čime se povećava nepouzdanost i neefikasnost alokacija prenosnih kapaciteta metodama zasnovanim na NTC-u.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Ukoliko se alokacija prenosnih kapaciteta vrši metodama zasnovanim na NTC-u učesnici na tržištu koji vrše transfer električne energije preko više granica susreću se sa dodatnim problemom.
- Ako učesnik na tržištu želi da prebaci energiju iz oblasti 1 u oblast 4, postoje četiri moguće trase.



Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Prvo treba da izabere trasu, a zatim da obezbedi prekogranične kapacitete na svim granicama koje ta trasa preseca.
- Ako više učesnika izabere istu trasu (npr. trasu 1) može doći do zagušenja, a da druge trase ostanu neiskorišćene.
- Takođe, učesnik može obezbediti kapacitete na svim granicama osim jedne, čime je transfer onemogućen.
- Da bi se eliminisale negativne karakteristike metoda baziranih na NTC-u pristupilo se razvoju metode bazirane na faktorima raspodele tokova snaga – PTDF (Power Transfer Distribution Factors).
- Osnovna ideja kod koordinisanih aukcija koje su bazirane na tokovima snaga, zasnovana je na tome da se napravi jasna razlika između planiranih fizičkih tokova snaga i komercijalnih transakcija.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Za ovo je neophodno odrediti uticaj svake komercijalne transakcije na planirane fizičke tokove snaga preko svih granica između tržišnih zona koje učestvuju u aukciji.
- Ovaj uticaj se određuje pomoću faktora raspodele tokova snaga, koji se izračunava na način da se na spojenom modelu simulira transakcija između dve oblasti i na osnovu raspodele tokova snaga utvrđuje se koliko se pojedina granica opterećuje usled te transakcije.
- Količnik između tog dodatnog opterećenja i iznosa transakcije iz sistema A u sistem B naziva se PTDF, odnosno:

$$PTDF_i^{A \rightarrow B} [\%] = \frac{\Delta P_i [MW]}{\Delta P [MW]} \equiv \Delta P_i [\%]$$

- Primena metode zahteva pojednostavljenje modela prenosne mreže

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Postoje dva pristupa modelovanja kontrole oblasti (pod kontrolnom oblasti podrazumeva se oblast u nadležnosti jednog OPS-a, a to je najčešće jedan nacionalni EES):
 1. Nodalni pristup: U svakoj kontrolnoj oblasti definiše se više čvorova i određeni broj kritičnih grana (Critical Branches - CB) od kojih se očekuje da će biti zagušeni elementi mreže.
 2. Zonalni pristup: Kontrolna oblast je jedan čvor, a kontrolne oblasti (čvorovi) međusobno su povezani interkonekcijama (Flowgates).
- PTDF primenjuju se i za nodalni i za zonalni koncept modelovanja prenosnih mreža.
- Kod nodalnog koncepta, PTDF zavise od parametara grana prenosne mreže i predstavljaju procenat promene toka snage po svakom dalekovodu uzrokovan transakcijom između neka dva čvora.
- Kod zonalnog koncepta modelovanja, komercijalna transakcija se prevodi u očekivani fizički tok snage po svakoj interkonekciji, a PTDF se računaju na skupu interkonektivnih dalekovoda na svakoj bilateralnoj granici.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Na osnovu formirane PTDF matrice za bilo koji skup transakcija mogu se direktno dobiti tokovi snage između dve tržišne zone.
- Vrednosti fizičkih tokova snaga između dve tržišne zone dobijaju se prostim množenjem pristiglih ponuda sa odgovarajućim distributivnim faktorom transfera snage, odnosno:

$$\text{[Tok snage između dve tržišne zone]} = \text{[PTDF]} * \text{[Ponude]}$$

- U okviru ove metode postoje dva koncepta: koncept graničnog kapaciteta BC (Border Capacity) i koncept maksimalnog toka MF (Maximum Flow).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Pristup upotrebom graničnog kapaciteta BC koji ograničava fizičke tokove snaga daje dobre rezultate prilikom koordinisane dodele prenosnih kapaciteta, a posebno u slučajevima kada se ima veći broj manjih i srednjih jako povezanih sistema.
- Koncept maksimalnog toka se zasniva na tome da se prilikom dodele prenosnih kapaciteta uzimaju u obzir maksimalno dopušteni tokovi snaga kroz definisane kritične grane (svaki pojedinačni element mreže: prenosni vod ili transformator).
- Na osnovu rezultata teorijskih i praktičnih provera koordinisanih aukcija zasnovanih na PTDF-u i MF koncepta opravdano se može pretpostaviti da će se u budućnosti za proračun prenosnih kapaciteta na godišnjem i mesečnom nivou primenjivati upravo ovaj pristup.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisani proračun kapaciteta (metoda zasnovana na PTDF-u)

- Nezavisno od metode, proračun prekograničnih kapaciteta obavlja se u različitim vremenskim intervalima:
 - godišnji proračun; omogućava dugoročno planiranje i daje osnovu za godišnje aukcije kapaciteta,
 - mesečni proračun; omogućava detaljnije planiranje u odnosu na godišnji proračun, uzimajući u obzir promene u potražnji i dostupnosti kapaciteta,
 - nedeljni proračun; omogućava dodatnu prilagodljivost i reakciju na kraće vremenske intervale, uključujući očekivane promene u vremenskim uslovima i radovima na mreži,
 - dnevni proračun; pruža najviši nivo detaljnosti i fleksibilnosti, omogućavajući OPS-ima da reaguju na kratkoročne promene u mreži,
 - unutar-dnevni proračun; sa ažuriranjima u intervalima od nekoliko sati ili na satnom nivou, omogućava najbržu reakciju na trenutne promene u mreži osiguravajući optimalno korišćenje kapaciteta.
- Kombinacija ovih vremenskih intervala omogućava OPS-ima da efikasno planiraju i upravljaju prekograničnim kapacitetima, dok istovremeno održavaju stabilnost i sigurnost prenosne mreže.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- Koordinisane analize sigurnosti predstavljaju proces zajedničkog ocenjivanja i upravljanja sigurnosnim rizicima u EES-u, sa ciljem da se obezbedi sigurnost i pouzdanost prenosne mreže.
- Ovaj proces uključuje saradnju između više OPS-a i RSC/RCC-a, uz korišćenje zajedničke metodologije za regionalnu operativnu analizu sigurnosti (Regional Operational Security Analysis – ROSC).
- Nakon alokacije prenosnih kapaciteta, kada su poznate prekogranične razmene, na spojenom modelu radi se analiza sigurnosti, odnosno **prognoza zagušenja** (Congestion Forecast).
- Nakon kreiranja CGM vrši se proračun tokova snaga i analiza sigurnosti proverom N-1 kriterijuma.
- Provera se vrši na osnovu odgovarajućih lista ispada i lista monitorisanih elemenata, uz uvažavanje uticaja optimalnih korektivnih akcija.
- Na taj način moguće je identifikovati zagušenja na osnovnom modelu i u slučaju ispada nekog elementa od uticaja na nadgledani sistem.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- U zavisnosti od vremenskog okvira u kojem se vrši prognoza mrežnih zagušenja može biti:
 - za narednu godinu - Y-1 (Year-Ahead),
 - za narednu sedmicu - W-1 (Week-Ahead),
 - za dva dana unapred - D2CF (Two Day Ahead Congestion Forecast),
 - za dan unapred - DACF (Day Ahead Congestion Forecast) I
 - Unutardnevna prognoza - IDCF (Intraday Congestion Forecast).
- Sasvim je jasno da je svaka prognoza kvalitetnija što je bliža realnom vremenu.
- Najrealnije rezultate prognoze zagušenja daje unutardnevna analiza (IDCF), koja je osvežena podacima o potrošnji, proizvodnji i razmenama bližim realnom vremenu.
- U slučaju nedostatka istih, za analize sigurnosti se uzimaju modeli iz najbližeg dostupnog vremenskog intervala koji je raspoloživ (DACF).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- IDCF i DACF procesi su ključni za upravljanje i predviđanje zagušenja u elektroenergetskoj mreži.
- Iako obe procedure imaju sličan cilj – identifikaciju i upravljanje zagušenjima – razlikuju se u detaljima:
 - **vremenski okvir**; DACF se odnosi na prognozu za naredni dan, dok se IDCF fokusira na tekući dan,
 - **ulazni podaci**; DACF koristi predviđene podatke za naredni dan, a IDCF predviđene podatke za kraći vremenski interval tj. za naredne sate,
 - **primena**; DACF pomaže u dugoročnijem planiranju i prevenciji zagušenja, dok IDCF omogućava bržu reakciju na promene i upravljanje zagušenjima.
- DACF i IDCF procedure su komplementarne i zajedno daju najbolje rezultate i omogućavaju sveobuhvatno upravljanje zagušenjima u elektroenergetskoj mreži, obuhvatajući kako preventivno planiranje tako i aktivnosti blizu realnog vremena (Close to real-time).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- Zajednička metodologija za razmenu podataka prema DACF/IDCF proceduri razvijala se postepeno, frekvencija razmene podataka povećavala, a proces usavršavao.
- Koraci koji su univerzalni za DACF/IDCF prognozu zagušenja su:
 1. Svaki OPS dostavlja svoje IGM-ove na centralizovano skladište.
 2. RSC/RCC-i zatim preuzimaju IGM-ove i validiraju ih na osnovu određenih pravila propisanih od strane ENTSO-E-a.
 3. Preko fiktivnih X čvorova (presečeni interkonektivni dalekovodi na električnoj sredini) uz ukidanje injeckiranja na njima RSC/RCC pravi zajednički model kontinentalne Evrope – CGM.
 4. U prvoj fazi koordinacije na spojenom modelu RSC/RCC vrši proračun tokova snaga, proveru ispunjenosti uslova kriterijuma sigurnosti N-1 i identifikaciju zagušenja na osnovu objedinjenih lista ispada (Contingency list) i lista monitorisanih elemenata (Monitoring list). Svaki OPS pojedinačno definiše spisak elemenata čije ispade želi da simulira, kao i spisak elemenata koje želi da nadgleda. Objedinjene liste omogućavaju da analiza bude efikasnija i proveru ispunjenosti kriterijuma sigurnosti N-1 za ispade elemenata mreža svojih suseda.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- Koraci koji su univerzalni za DACF/IDCF prognozu zagušenja su (nast.):
 5. Po završenoj analizi sigurnosti, ukoliko su identifikovana narušena sigurnosna ograničenja u mreži, sledi optimizacija korektivnih mera (Remedial Action Optimization – RAO) koja podrazumeva pronalaženje najboljih mogućih korektivnih mera koje će rešiti identifikovane probleme u mreži, uzimajući u obzir različite faktore kao što su efikasnost predložene mere, troškovi, raspoloživost resursa itd.
 6. Nakon što se optimizuju korektivne mere, neophodna je njihova koordinacija (Remedial Action Coordination – RAC) između susednih kontrolnih oblasti ili regiona kako bi se osigurala sinhronizovana implementacija predloženih rešenja na regionalnom nivou.
 7. Druga faza koordonacije izvodi da bi se procenili kombinovani efekti svih korektivnih radnji preliminarno dogovorenih u prvoj fazi. Ova faza uključuje ažuriranje CGM-a i ponovnu analizu sigurnosti (uključujući RAO i RAC ukoliko je potrebno).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinisane analize sigurnosti

- Koraci koji su univerzalni za DACF/IDCF prognozu zagušenja su (nast.):
 8. RSC/RCC-i dostavljaju validacione izveštaje, spojene modele i rezultate analize sigurnosti pripadajućim OPS-ima.
 9. Na kraju procesa OPS-i i RSC/RCC-i konsoliduju rezultate celog procesa u zajedničkoj telekonferenciji.
- Rezultati koordinisanih analiza sigurnosti omogućavaju OPS-ima da pravovremeno preduzmu preventivne mere kako bi eliminisali mrežna zagušenja u fazi planiranja umesto da se u realnom vremenu suočavaju sa njima.
- Dodatno, analize pomažu u planiranju radova na održavanju mreže. Identifikovanjem perioda sa nižim rizikom od zagušenja OPS-i mogu efikasnije da planiraju radove.
- Koordinisane analize sigurnosti poboljšavaju saradnju između različitih OPS-a što je ključno za stabilnost šire elektroenergetske mreže. Takođe, precizne procene zagušenja su važne za unapređenje tržišta za prekogranične kapacitete i druge tržišne aktivnosti.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- RSC/RCC-i sprovode proces koordinacije planiranja isključenja (OPC proces) u različitim vremenskim intervalima.
- Ovi intervali uključuju nedeljne, mesečne i godišnje periode, pri čemu svaki od njih ima specifične zadatke i aktivnosti.
- Ovaj multitemporalni pristup omogućava RSC/RCC-ima da blagovremeno reaguju na promene topologije mreže i konstantno upravljaju planiranim isključenjima.
- Sveobuhvatni OPC proces sastoji se od 2 procesa: proces koordinisanog planiranja isključenja na panevropskom nivou (Pan-European OPC) i regionalni OPC proces.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- W-1 proces je najbitniji jer je za razliku od mesečnog i gošišnjeg najbliži realnom vremenu.
- Tokom panevropskog W-1 OPC procesa postoje 4 procesa objedinjavanja planova isključenja (Merge).
- W-1 OPC proces pokriva planerski period od sedam dana počevši od subote zaključno sa sledećim petkom. Na panevropskom OPC alatu podešeno je da ova 4 procesa budu automatski pokrenuti u sledećim vremenskim trenucima:
 - 12:00 h sreda (prvo spajanje) i 16:00 h (drugo, ažurirano, pre regionalnog OPC procesa),
 - 16:00 h četvrtak (dodatno ažurirano podacima nakon završenog regionalnog OPC procesa) i
 - 13:00 h petak (finalno).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- Pre prvog procesa objedinjavanja planova isključenja OPS-i su u obavezi da na panevropski OPC alat dostave ulazne fajlove: Element list i UnAvailability Plan (UAP fajl).
- Element list je baza podataka sa svim elementima koji OPS prijavljuje u okviru OPC procesa.
- UAP fajl sadrži informacije o planiranim isključenjima elemenata iz Element list fajla za naredni period (sedmica, period do kraja tekuće godine, naredna godina).
- Ulazni podaci se validiraju na alatu i monitorišu od strane RSC/RCC-a i OPS-a.
- Po završetku procesa objedinjavanja, od OPC alata, RSC/RCC-i automatski dobijaju: objedinjenu panevropsku listu elemenata čija se isključenja koordinišu (OPC Merged Element list), panevropski fajl sa objedinjenim isključenjima (OPC Merged UAP fajl) i OPC izveštaj (OPC Report).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- OPC izveštaj sadrži prethodno navedena dva fajla, informacije o greškama koje se javljaju pri validaciji ulaznih fajlova, detektovana eventualna neusaglašenja na interkonektivnim dalekovodima.
- Ukoliko su po završetku bilo kog procesa objedinjavanja detektovana neusaglašenja sa susedima, ova neusaglašenja RSC/RCC-i su dužni da u komunikaciji sa OPS-ima isprave do narednog objedinjavanja.
- Rezultate drugog procesa objedinjavanja RSC/RCC-i koriste kao ulazne podatke za regionalni OPC.
- Regionalni OPC proces se sprovodi od strane svakog RSC/RCC-a za svoj region, odnosno svoje OPS-e.
- Ovaj proces podrazumeva proračun analize sigurnosti na modelima sa uvaženim isključenjima.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- U normalnom stanju kada je neki element u pogonu sistem je stabilan.
- Ako taj isti element isključimo i dobijemo narušen kriterijum sigurnosti N-1 kao rezultat OPC procesa možemo dobiti tzv. OPSC (Outage Planning Security Constraint) ili OPI (Outage Planning Incompatibility) situaciju.
- OPSC je situacija kada pri nekim isključenjima imamo narušen N-1 kriterijum, ali ako se sprovedu određene korektivne akcije sistem će se vratiti u sigurno stanje.
- OPI nam govori da li postoji neka kritična situacija u mreži koja je posledica planiranih isključenja.
- Detektovan OPI je finalno stanje što znači da ne postoji korektivna akcija koja bi sprečila da sistem uđe u nesigurno stanje, jedina korekcija je da se odustane od isključenja.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- Model koji se koristi u regionalnom OPC procesu je unapređeni sezonski vršni model, kreiran za Y-1.
- Predstavlja tipičan sezonski model za dan sa vršnim opterećenjem (za proleće, leto, jesen i zimu).
- Unapređen je jer je ažuriran razmenama iz prethodne sedmice.
- Ukoliko nije dostupan validan unapređen sezonski model, RSC/RCC koriste podrazumevani (default) sezonski model za odgovarajuću sezonu za koju se proračuni vrše.
- Po završenom proračunu sledi dostavljanje rezultata OPS-ima.
- Rezultati proračuna treba da posluže OPS-ima prilikom finalnog odobravanja planiranih isključenja.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- Slično prethodno opisanom W-1 OPC procesu, sprovodi se Y-1 OPC proces koji pokriva planerski period od 1. januara do 31. decembra naredne godine i obavlja se tokom novembra tekuće godine.
- Takođe, obuhvata panevropski OPC proces (4 procesa objedinjavanja godišnjih planova isključenja), regionalni OPC proces i operativne telekonferencije.
- Cilj Y-1 OPC procesa je da do 1. decembra tekuće godine bude donesen usaglašeni panevropski plan isključenja za narednu godinu.
- Prema obavezama svi OPS-i su dužni da javno i transparentno na svojim web stranicama objave plan isključenja elemenata svoje mreže za narednu godinu.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Koordinacija planiranja isključenja

- Koordinacija planiranja isključenja je složen i višefazni proces koji zahteva pažljivo planiranje, analizu i saradnju između svih učesnika u EES-u.
- Efikasna koordinacija isključenja omogućava minimiziranje trajanja prekida u snabdevanju i održavanje zadovoljavajućeg nivoa pouzdanosti i sigurnosti mreže.
- Da bi ovo bilo izvesno neki organizacioni poslovi igraju vrlo bitnu ulogu.
- Svi učesnici u sistemu, prenosne i distributivne kompanije, kao i proizvođači električne energije, moraju blagovremeno identifikovati potrebu za održavanjem, popravkama i zamenom opreme, prikupljajući i dokumentujući sve zahteve za radovima i isključenjima.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Procena kratkoročne adekvatnosti

- Adekvatnost EES-a je mera sposobnosti sistema da zadovolji sopstvenu potrošnju svojom raspoloživom proizvodnjom i uvozom električne energije iz susednih sistema.
- Kao deo strateškog planiranja procena adekvatnosti se radi na dugoročnom nivou, dok se na kratkoročnom i srednjoročnom nivou vrši kao deo procesa operativnog planiranja.
- Kratkoročna procena adekvatnosti - STAA (Short-term and Seasonal Adequacy Assessments) je proces koji se sprovodi kako bi se ocenilo da li je EES adekvatan u kratkom vremenskom periodu, obično u periodu od nedelju unapred do najmanje jedan dan unapred.
- Ukupna procena adekvatnosti se sastoji od 2 procesa: međuregionalna (panevropska) procena adekvatnosti - CRAA (Cross Regional Adequacy Assessment) i regionalna procena adekvatnosti - RAA (Regional Adequacy Assessment).

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Procena kratkoročne adekvatnosti

- RSC/RCC-i, posredstvom panevropskog STA alata, svakodnevno rade kratkoročnu CRAA procenu za period od narednih 7 dana.
- Svaki OPS obezbeđuje neophodne informacije za vršenje procene adekvatnosti u svojoj kontrolnoj oblasti dostavljanjem fajlova na STA alat.
- Na osnovu ovih prognoza po satu za sledeću nedelju (D+1 do D+7), jedan od RSC/RCC-a (na rotacionoj osnovi) vrši procenu adekvatnosti.
- Zadatak RSC/RCC-a je da monitoriše proces i da obezbedi rezultate STA proračuna. STA proces započinje automatski svaki dan u 9:00 h, a sastoji se od sledećih koraka:
 1. Validacija ulaznih podataka: OPS-i minimalno dostavljaju: Load file - prognozirana potrošnja i Gen file - dostupnost proizvodnih kapaciteta po tipovima elektrana uključujući očekivane varijacije intermitentnih OIE-a. Pored podataka iz Gen i Load fajla, sa ENTSO-E platforme (Transparency) na koju se prijavljuju prenosni kapaciteti alat preuzima podatke o dogovorenim razmenama električne energije u vidu NTC fajla.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Procena kratkoročne adekvatnosti

2. Deterministički proračun: Uvažava podatke koje su dostavili OPS-i i zasniva se na proračunu bilansa snage u trenutku vršnog opterećenja. Algoritam dodeljuje prioritet nekim elektranama tako što svaka elektrana ima svoj težinski faktor.
 3. Probabilistički proračun: Algoritam za proračun podrazumeva 10 000 determinističkih proračuna (Monte Carlo simulacija) u kojima se za svaki scenario vrši drugačija varijacija potrošnje, proizvodnje iz sunca i vetra, ispada generatora, DC kablova itd. Na osnovu 10 000 scenarija algoritam pravi procenu adekvatnosti stanja u sistemu za narednih 7 dana.
 4. Procesuiranje rezultata proračuna, generisanje izveštaja i slanje rezultata OPS-ima i RSC/RCC-ima.
- Svi RSC/RCC-i obavljaju ulogu glavnog ili rezervnog RSC AAA (Regional Security Coordinator Adequacy Assessment Agent).
 - RSC AAA je odgovoran za monitorisanje kvaliteta panevropskog STA proračuna prema obavezama i unapred utvrđenom rasporedu.
 - Kada STA alat završi sa CRAA proračunom RSC/RCC proverava da li je došlo do problema sa adekvatnošću u regionu od interesa.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Procena kratkoročne adekvatnosti

- Ako je za neki od pripadajućih OPS-a detektovana neadekvatnost za vremenske horizonte do D-3 dana unapred u determinističkim rezultatima, ispunjen je uslov za pokretanje RAA procesa. Ovaj korak obavezan je i kada RSC/RCC nije AAA.
- RSC/RCC putem mejla obaveštava OPS-e da je iniciran RAA proces i organizuje preliminaru telekonferenciju.
- Kada je sistem neadekvatan za rešenje se posmatra čitava oblast opservabilnosti i njeni OPS-i.
- Na telekonferenciji se diskutuje da li je realan problem sa adekvatnošću ili sa ulaznim podacima.
- U slučaju da je detektovana neadekvatnost definiše se rok za dostavljanje korektivnih akcija. RSC/RCC uvažava korektivne akcije ili neku od njih i pokreće alat za proračun RAA.
- Nakon završenog proračuna RSC/RCC vodi finalnu telekonferenciju demonstrirajući rezultate procesa i zajedno sa OPS-ima usaglašava finalni set akcija.

Osnovne usluge RSC/RCC-a

Procena kratkoročne adekvatnosti

- Ako se utvrdi da je do problema sa adekvatnišću došlo zbog kvaliteta ulaznih podataka (nedostavljeni podaci ili odbijeni ulazni podaci zbog pravila validacije) RSC/RCC-i imaju mogućnost identifikacije lažne neadekvatnosti (Fake adequacy situation).
- RSC/RCC-i zajedno sa OPS-ima rešavaju problem, dostavljaju nove podatke i ručno pokreću novi proračun (2nd run).

Dodatni poslovi RSC/RCC-a

- Pored osnovnih RSC poslova koji su definisani trećim energetskeim paketom EU regulativa, postoje i novi poslovi koji su definisani regulativom 2019/943/ES (Article 37) .
- Novi poslovi imaju za cilj dodatno unapređenje sigurnosti i održivosti EES-a u Evropi kao i poboljšanje kvaliteta razmene informacija, koordinacije i efikasnosti saradnje na relaciji između RSC/RCC-a i OPS-a.
- Ti novi poslovi su:
 1. Podrška proceni konzistencije OPS-ovih planova odbrane i planova ponovnog uspostavljanja sistema;
 2. Trening i sertifikacija zaposlenih u RSC/RCC-ima;
 3. Podrška koordinaciji i optimizaciji ponovnog uspostavljanja sistema na regionalnom nivou;
 4. Analiza rada sistema nakon poremećaja, i izveštavanje;
 5. Određivanje rezervnog kapaciteta na regionalnom nivou;
 6. Olakšavanje nabavke balansnog kapaciteta na regionalnom nivou;

Dodatni poslovi RSC/RCC-a

- Ti novi poslovi su (nastavak):
 7. Подршка ОПС-има (на њихов захтев) при оптимизацији међусобног обрачунавања;
 8. Послови везани за идентификацију регионалних електроенергетских кризних сценарија;
 9. Послови везани за процену сезонске адекватности;
 10. Прорачун, у циљу издавања препоруке, вредности максималног увозног прекограничног капацитета расположивог за учешће страног капацитета у механизмима за подупирање развоја капацитета;
 11. Подршка ОПС-има у идентификацији потреба за нове преносне капацитете или надоградњу постојећих који се укључују у десетогодишњи план развоја преносне мреже - *TYNDP (Ten-Year Network Development Plan)*.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- RCC/RSC-i se u svom radu suočavaju sa nizom kompleksnih izazova koji zahtevaju inovativna rešenja i kontinuiranu saradnju između različitih aktera u energetsom sektoru.
- Ti izazovi oblikuju budućnost RCC/RSC-a i nameću niz strateških inicijativa koje deluju da se uloga RCC/RSC-a konstantno širi i menja.
- Jedan od najznačajnijih izazova je integracija sve većeg broja OIE-a, čija varijabilnost i nepredvidivost zahtevaju napredne metode planiranja i upravljanja.
- Sa sve većom integracijom OIE-a, RCC/RSC-i moraju usvajati napredne tehnologije kako bi poboljšali prediktivne analize sigurnosti.
- Primena pametnih mreža (Smart grids) treba da olakša upravljanje u realnom vremenu i brzu reakciju na promene u ponudi i potražnji.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- Računarska (digitalna/sajber) bezbednost postaje sve važnija zbog rastuće pretnje od napada na računare, računarske mreže i informatičku opremu koji mogu narušiti rad kritične infrastrukture.
- Fokus na digitalnu bezbednost, sigurnu razmenu podataka između različitih entiteta u sistemu i otpornost na krizne situacije osigurava zaštitu kritične infrastrukture i brz oporavak u slučaju poremećaja i/ili hakerskih napada.
- Upravljanje kriznim situacijama, prirodne katastrofe i ekstremni vremenski uslovi zahtevaju razvoj robusnih strategija i planova za prevenciju, brzu reakciju i oporavak EES-a kako bi se obezbedila kontinuirana i pouzdana isporuka električne energije, čak i u najtežim uslovima.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- Koordinacija rada OPS-a otežana je razlikama u regulatornim okvirima, tehničkim standardima, praksama i jezičkim razlikama.
- Finansijski i ekonomski izazovi, takođe predstavljaju značajne prepreke kako OPS-ima tako i RCC/RSC-ima.
- Pored ovih tehničkih i ekonomskih aspekata, politička neizvesnost i potreba za usaglašavanjem i implementacijom evropskih direktiva i regulativa dodatno komplikuju rad RCC/RSC-a.
- Prevazilaženje tehničkih i administrativnih barijera, jačanje regionalne saradnje i harmonizacija zakonodavstva na nivou Evropske unije i izvan nje, doprineće boljoj koordinaciji i radu učesnika u EES-u.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- Informacioni sistemi i upravljanje podacima su od ključne važnosti za uspešan rad RSC/RCC-a.
- Velike količine podataka koje svakodnevno generišu OPS-i i RCC/RSC-i zahtevaju efikasno upravljanje i skladištenje.
- Pored toga, osiguranje interoperabilnosti različitih informacionih sistema i platformi je neophodno za omogućavanje nesmetane razmene podataka između različitih entiteta u EES-u.
- Ovaj aspekt zahteva razvoj standarda i protokola koji bi omogućili različitim alatima da rade zajedno i podržavaju integrisani pristup upravljanju podacima, što je od suštinske važnosti za postizanje visoke efikasnosti i sigurnosti u radu elektroenergetskih mreža.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- Kontinuirana obuka i edukacija igraju ključnu ulogu u razvoju i unapređenju elektroenergetskog sektora.
- Obezbeđivanje kontinuirane obuke za stručnjake omogućava praćenje najnovijih tehnoloških, informacionih i regulatornih promena, što je neophodno za efikasno upravljanje EES-om.
- Pored toga, podizanje svesti javnosti o značaju energetske efikasnosti i održivosti je od vitalnog značaja za promovisanje odgovornog korišćenja električne energije.
- Naponi u edukaciji i obuci i krajnjih korisnika i profesionalaca u ovoj oblasti treba da doprinosu boljem razumevanju i prihvatanju novih tehnologija i praksi , što je ključno za ostvarenje dugoročnih ciljeva u elektroenergetskom sektoru.

Ključni problemi i strategije za efikasniji rad RSC/RCC-A

- Rešavanje navedenih izazova zahteva kontinuiranu saradnju i interakciju između vlada, akademske zajednice, industrije i korisnika električne energije kako bi se osiguralo da sve strane rade zajedno na pronalaženju održivih rešenja.
- Inovacije i nove tehnologije su ključne za napredak.
- Pored toga, usaglašavanje politika i regulativa na nivou Evropske unije i van nje je od vitalnog značaja kako bi se osiguralo da postoji jedinstveni pravni okvir koji podstiče inovacije i omogućava glatku integraciju novih tehnologija u postojeće sisteme.
- Samo sveobuhvatni pristup može pomoći u prevazilaženju izazova i postizanju dugoročnih ciljeva u elektroenergetskom sektoru.