

## **Analiza efekata angažovanja TE TO "Novi Sad"**

Urađeno za: JP "Elektroprivreda Srbije", Beograd

Rukovodilac: Saša Minić, dipl. ing.  
Ana Šaranović, dipl. ing.  
Danka Kecman, dipl. ing.  
Srđo Mrđa, dipl. ing.  
Igor Belić, dipl. ing.

Saradnici: Vladimir Sovrlić, dipl. ing.  
Petar Kovačević, dipl. ing.  
Dragan Dabić, dipl. ing.  
Miroslav Stanković, dipl. ing.  
Velimir Lacković, dipl. ing.  
Nikola Šušnica, dipl. ing.

Prvi cilj ovog elaborata, saglasno njegovom "Programskom zadatku", je bio analiza angažovanja TE TO Novi Sad u uslovima kada je prenosna mreža Srbije funkcionisala odvojeno od UCTE interkonekcije (analiza je izvršena za 2001/2002. godinu) i u uslovima kada je funkcionisala u sklopu UCTE interkonekcije (analiza je izvršena za 2006/2007. godinu). Uticaj angažovanja agregata je sagledan s aspekta naponskih prilika, aktivnih i reaktivnih angažovanja agregata i gubitaka u prenosnoj mreži Srbije.

Drugi cilj elaborata je da se nađe optimalan način priključenja nove TE TO Novi Sad na lokaciji stare sa povećanom snagom od 400 MW. Bilo je potrebno analizirati mogućnosti priključenja na 110 i na 400 kV.

Postavljeni zadatak je u studiji realizovan u osam poglavlja. Prvo poglavlje je uvodno. U poglavlju 2 date su osnove energetske podloge koje su korišćene za sve izvršene analize. U poglavlju 3 izvršena je detaljna analiza angažovanja TE TO Novi Sad u prenosnoj mreži Srbije za dvadeset izabраниh stanja iz 2001/2002. godine i dvadeset izabраниh stanja iz 2006/2007. godine. U poglavlju 4 data je tehničko-ekonomska analiza različitih varijanti priključka nove TE TO Novi Sad na lokaciji stare sa povećanom snagom od 400 MW. Poglavlje 5 sadrži korišćenu literaturu. Poglavlja 6, 7 i 8 su prilozi koji sadrže crteže tokova snaga i naponskih prilika u mreži za sva analizirana stanja.

Analize izvršene za stanja u 2001/2002. godini pokazale su sledeće:

- 1) Angažovanje TE TO Novi Sad povećava operativnu rezervu u aktivnoj snazi u ostalim elektranama u prenosnoj mreži Srbije za iznos tog angažovanja uvećan za smanjenje gubitaka koje varira u širokim granicama od nekoliko stotina kW do skoro 6 MW, zavisno od opterećenja prenosne mreže, konstelacije ostalih izvora, konfiguracije prenosne mreže i razmena sa susednim sistemima (prevashodno, veličinom konzuma koji je preuzimao EES Mađarske i koji se napaja izolovano od ostatka EES Srbije). Ukoliko je bio angažovan samo jedan agregat u TE TO Novi Sad to je po pravilu značilo značajnije smanjenje gubitaka u odnosu na stanje ukoliko TE TO Novi Sad nije bila angažovana, a ukoliko su angažovana oba agregata u TE TO Novi Sad u režimima niskih opterećenja tokom letnje sezone to može da dovede i do povećanja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja TE TO Novi Sad.
- 2) Angažovanje TE TO Novi Sad dovodi do povećanja napona na 110 kV naponskom nivou na području Novog Sada i većeg dela Vojvodine. Međutim, na području na kojem se naponi povećavaju naponske prilike su dovoljno dobre i razlike u naponima lako kompenzuju regulacione mogućnosti transformatora 110/X kV.
- 3) Angažovanje TE TO Novi Sad utiče na smanjenje reaktivnog opterećenja elektrana u sistemu i to za iznos reaktivnog angažovanja TE TO Novi Sad uvećan za smanjenje gubitaka i promene u razmeni reaktivne snage po interkonektivnim vodovima. Dominantan uticaj u 2001/2002. godini ukoliko se zadrže isti naponi u delu EES Srbije koji nema veze sa TE TO Novi Sad (Srbija bez Vojvodine) realizuje se u TENT A i B. Naravno, posledica

toga su manji gubici u samim generatorima. Smanjenje ukupnog reaktivnog opterećenja elektrana u EES Srbije (bez Kosova) kreće se u opsegu od oko 20 do oko 100 Mvar, zavisno od analiziranog stanja.

- 4) Angažovanje TE TO Novi Sad značajano utiče na smanjenje gubitaka u mreži. Najbolji efekti postižu se angažovanjem jednog agregata u TE TO Novi Sad, za koje se pokazalo da u režimima u toku zimske sezone 2001/2002. godine može dovesti do smanjenja gubitaka i od oko 6 MW. Angažovanje dva agregata u režimima niskih opterećenja u toku letnje sezone 2001. godine dovodi do povećanja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja, a u ostalim stanjima do smanjenja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja TE TO Novi Sad. U režimima izrazito visokih opterećenja u toku zimske sezone 2001/2002. godine (preko 4800 MW opterećenja po TS 110/X kV u prenosnoj mreži Srbije) gubici su jednaki ili niži u varijanti kada se angažuju oba agregata u odnosu na stanje kada se angažuje samo jedan agregat.

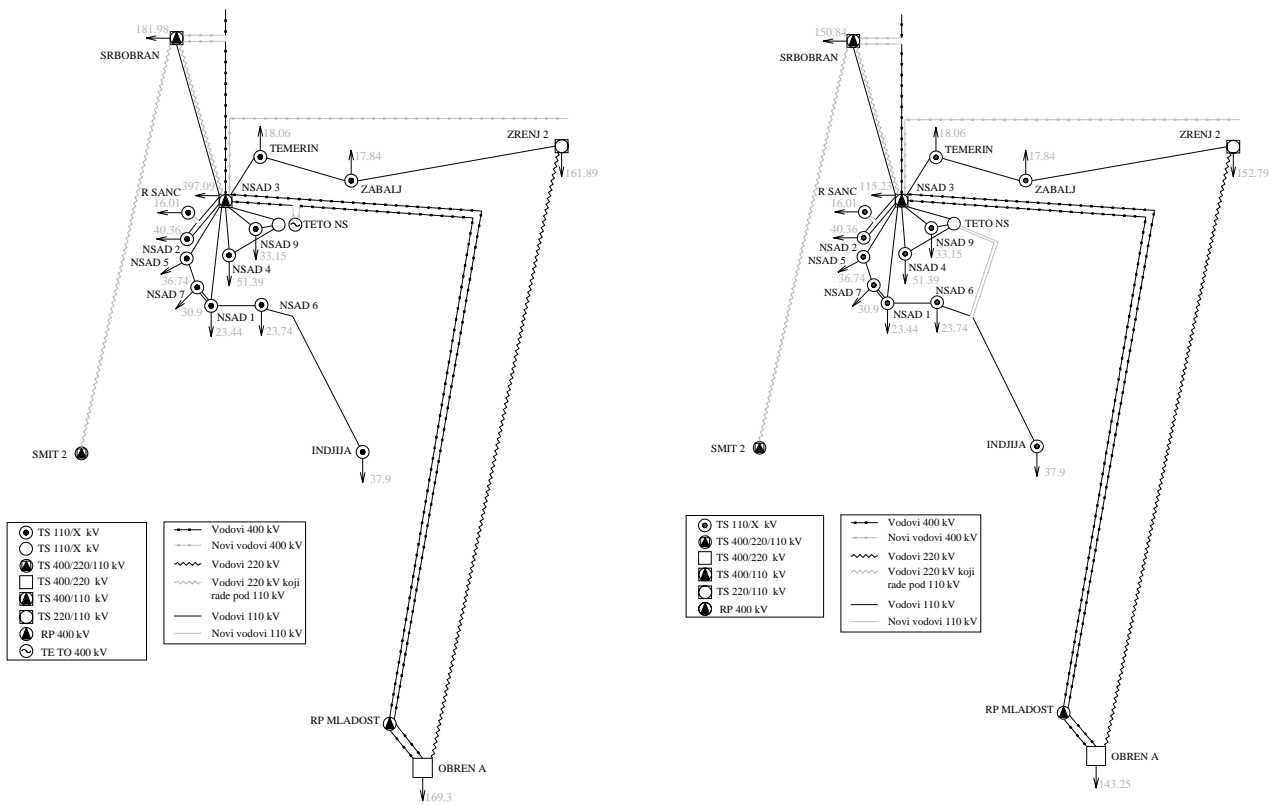
Analize izvršene za stanja u 2006/2007. godini pokazale su sledeće:

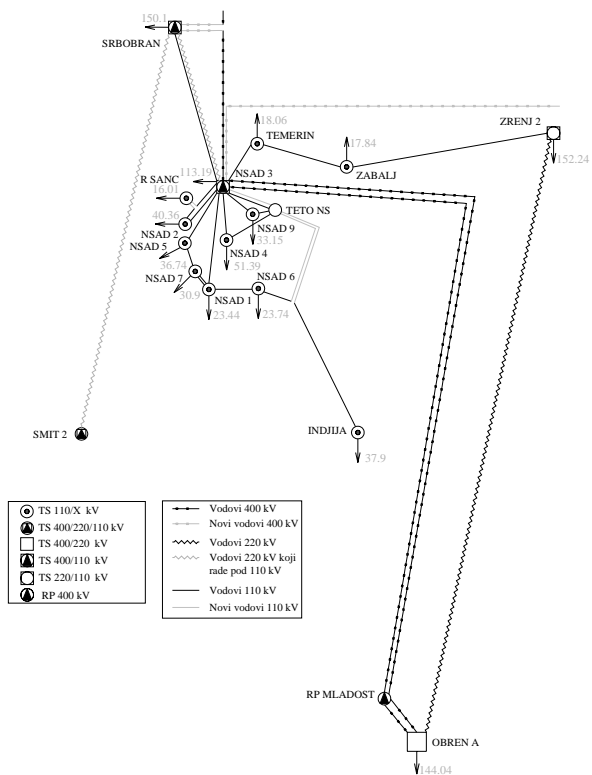
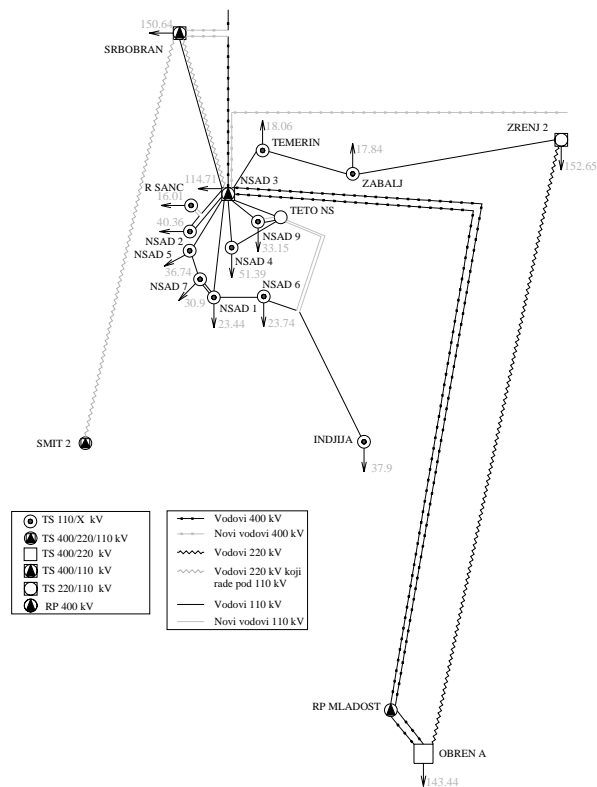
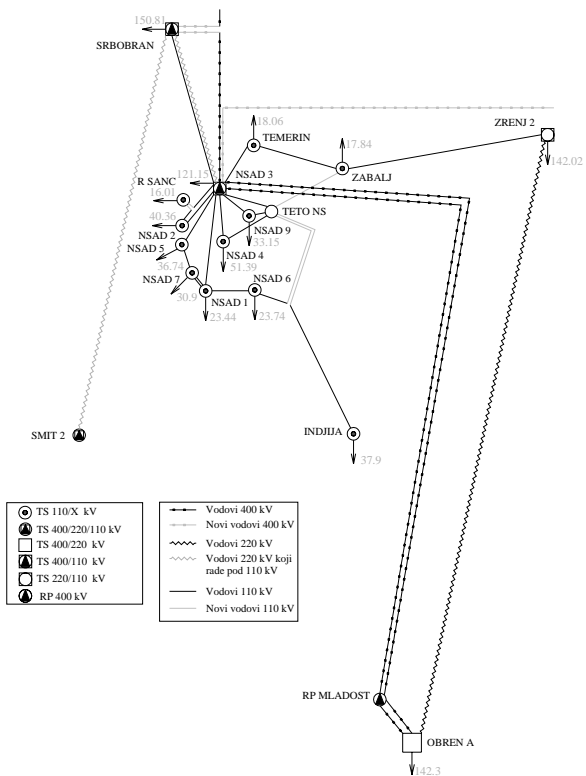
- 1) Angažovanje TE TO Novi Sad povećava operativnu rezervu u aktivnoj snazi u ostalim elektranama u prenosnoj mreži Srbije za iznos tog angažovanja uvećan za smanjenje gubitaka koje varira u širokim granicama od nekoliko stotina kW do skoro 3 MW (dvostruko manje nego pre uspostavljanja interkonekcije), zavisno od opterećenja prenosne mreže, konstelacije ostalih izvora, konfiguracije prenosne mreže i razmena sa susednim sistemima. Ukoliko je bio angažovan samo jedan agregat u TE TO Novi Sad to je po pravilu značilo značajnije smanjenje gubitaka u odnosu na stanje ukoliko TE TO Novi Sad nije bila angažovana, a ukoliko su angažovana oba agregata u TE TO Novi Sad u režimima tokom letnje sezone to bi uglavnom dovelo do povećanja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja TE TO Novi Sad (TE TO Novi Sad nije bila angažovana tokom leta 2006. godine).
- 2) Angažovanje TE TO Novi Sad dovodi do povećanja napona na 110 kV naponskom nivou na području Novog Sada i većeg dela Vojvodine. Međutim, na području na kojem se naponi povećavaju naponske prilike su dovoljno dobre i male razlike u naponima (maksimalno oko 2%) lako kompenzuju regulacione mogućnosti transformatora 110/X kV.
- 3) Angažovanje TE TO Novi Sad utiče na smanjenje reaktivnog opterećenja elektrana u sistemu i to za iznos reaktivnog angažovanja TE TO Novi Sad uvećan za smanjenje gubitaka i promene u razmeni reaktivne snage po interkonektivnim vodovima. Dominantan uticaj u 2006/2007. godini ukoliko se zadrže isti naponi u delu EES Srbije koji nema veze sa TE TO Novi Sad (Srbija bez Vojvodine) realizuje se u TENT A i B. Naravno, posledica toga su manji gubici u samim generatorima. Smanjenje ukupnog reaktivnog opterećenja elektrana u EES Srbije (bez Kosova) kreće se maksimalno do oko 40 Mvar, zavisno od analiziranog stanja. Moguće je da angažovanje TE TO Novi Sad u nekim ekstremnim situacijama čak i povećava reaktivne gubitke u mreži posle povezivanja EES Srbije u UCTE interkonekciju. Efekti u odnosu na angažovanje pre ulaska u interkonekciju su više nego prepolovljeni (svedeni na 40%).
- 4) Angažovanje TE TO Novi Sad značajno utiče na smanjenje gubitaka u mreži. Najbolji efekti postižu se angažovanjem jednog agregata u TE TO Novi Sad, za koje se pokazalo da u režimima u toku zimske sezone 2006/2007. godine može dovesti do smanjenja gubitaka i od oko 3 MW. Angažovanje dva agregata u režimima niskih opterećenja u toku letnje sezone 2006. godine dovelo bi uglavnom do povećanja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja, a u toku zimske sezone 2006/2007. godine do smanjenja gubitaka u odnosu na stanje bez angažovanja TE TO Novi Sad. U režimima izrazito visokih opterećenja u toku zimske sezone 2006/2007. godine (preko 5400 MW opterećenja po TS 110/X kV u prenosnoj mreži Srbije) gubici su jednaki ili niži u varijanti kada se angažuju oba agregata u odnosu na stanje kada se angažuje samo jedan agregat.

U okviru poglavlja u kojem se analizira priključenje nove TE TO Novi Sad na lokaciji stare sa povećanom snagom razmotreni su relevantni tehnički i ekonomski kriterijumi priključenja. Prema planovima EPS-a i Panonskih elektrana snaga TE TO Novi Sad treba da se poveća za novih 400 MW (prema EPS-u i Programskom zadatku), odnosno 450 MW (prema urađenim planovima Panonskih elektrana). To povećanje treba da bude realizovano ugradnjom tri nova agregata od po 150 MW na istoj lokaciji na kojoj se nalaze postojeća dva agregata. Posle izgradnje novih agregata, postojeća dva agregata imala bi isključivo ulogu rezerve. Računa se da sopstvena

potrošnja nove elektrane treba da bude ~20 MW. U razgovorima sa predstavnicima Panonskih elektrana i uvidom na licu mesta ustanovljeno je da na postojećoj lokaciji ima dovoljno prostora, kako za dogradnju tri nova agregata, tako i za proširenje razvodnog postrojenja za potreban broj novih polja 110 kV, ili 400 kV. Novi agregati treba da budu priključeni na prenosnu mrežu preko tri odvojena generatorska transformatora, bez obzira da li će biti priključeni na mrežu 110 kV, ili na mrežu 400 kV. Zadatak razmatranja i analiza koje su sprovedene u ovome poglavlju bio je izbor optimalnog načina priključenja novih agregata na prenosnu mrežu. Trebalo je, dakle, dati odgovor na pitanje da li nove agregate treba priključiti na mrežu naponskog nivoa 110 kV, ili na mrežu 400 kV. Sa ciljem da se izabere optimalno rešenje u ovoj analizi formirano je 5 (pet) varijantnih rešenja: 4 (četiri) u kojima se računa sa priključkom na mrežu 110 kV i 1 (jedna) sa priključenjem na mrežu 400 kV. Pored izbora načina priključenja nove TE TO Novi Sad u ovome elaboratu ponovo je ispitivana i analizirana opravdanost uvođenja dalekovoda TS Inđija - TS Novi Sad 6 u TE TO Novi Sad pri postojećoj snazi agregata u toj elektrani i pod pretpostavkom da ona radi sa svojom nominalnom snagom od 208 MW (na mreži). Ponovno ispitivanje ovog rešenja nametnulo se pošto je potvrđeno da je njegova realizacija fizički i prostorno izvodljiva.

sl. 1: Razmatrana varijantna rešenja priključenja nove TE TO Novi Sad na mrežu





Na osnovu izvršenih analiza pet različitih varijanti izdvojena su dva različita rešenja priključka TE TO Novi Sad snage 400 MW na lokaciji stare TE TO Novi Sad:

- priključak na 110 kV koji se realizuje priključenjem TE TO Novi Sad na vod TS Novi Sad 6 - TS Inđija izgradnjom dvostrukog voda 110 kV i na taj način formiranjem vodova TE TO Novi Sad - TS Novi Sad 6 i TE TO Novi Sad - TS Inđija i izgradnjom voda TE TO Novi Sad - TS Žabalj;
- priključak na 400 kV koji se realizuje uvođenjem jednog od vodova RP Mladost - TS Novi Sad 3 (zapadnog) u TE TO Novi Sad.

Predložena rešenja nemaju većeg uticaja na promene naponskih prilika na području Vojvodine. Sva odstupanja napona relativno lako pokriju regulatori na transformatorima u TS 110/X kV.

Predložena varijantna rešenja priključenja (pa i dva koja su izdvojena) nemaju većeg pozitivnog uticaja na gubitke u prvim godinama posle 2010, ukoliko se kao bazno rešenje usvoji rešenje sa uvođenjem 110 kV voda TS Novi Sad 6 - TS Inđija u TE TO Novi Sad, izgradnjom dvostrukog priključnog voda, koje se i u "Studiji perspektivnog razvoja prenosne mreže Srbije do 2020 (2025) godine" pokazalo kao optimalno u slučaju da je TE TO Novi Sad angažovana punom snagom.

Prvo rešenje zahteva ulaganja od oko 5.5 miliona EUR, a drugo ulaganja od oko 4.4 miliona EUR. U prvom rešenju gubici su manji za nivo opterećenja prognozirani za period 2010-2013. godina, a u drugom za period 2014-2025. godina. Razlika u gubicima u relevantnom delu prenosne mreže dostiže oko 750 kW do kraja razmatranog perioda (2025. godina). U periodu do 2025. godine kumulativni aktuelizovani troškovi prvog rešenja su manji za oko 1.6 miliona EUR od troškova u drugom rešenju, što znači da je prvo rešenje ekonomičnije.

Ukoliko se uzme u obzir da su ulaganja u uvođenje voda TS Novi Sad 6 - TS Inđija u TE TO Novi Sad (izgradnju dvostrukog voda i opremanje priključnih polja) ekonomična sama po sebi ukoliko TE TO Novi Sad sada radi punom snagom, ukupna ulaganja u prvom rešenju vezana za povećanje snage TE TO Novi Sad sa 208 MW na 400 MW vezana su za izgradnju i priključenje voda TE TO Novi Sad - TS Žabalj i opremanje polja za priključak blok transformatora i iznose oko 2 miliona EUR (varijanta 3 u odnosu na bazno rešenje 2).

Konačno, ukoliko se u proračunu investicija i troškova uzme u obzir mogućnost da priključenje nove elektrane snage 400 MW omogućuje odlaganje ugradnje drugog transformatora 400/110 kV snage 300 MVA u TS Novi Sad 3, a da u varijanti sa priključkom TE TO Novi Sad na 400 kV to odlaganje nije moguće, ova varijanta postaje ubedljivo najbolja.

Ukoliko se računa na nešto veću snagu u TE TO Novi Sad (analizirano je injektiranje od 430 MW u mrežu iz ove elektrane), u kasnijim etapama razvoja neophodna je izgradnja još jednog voda 110 kV: TE TO Novi Sad - TS Novi Sad 9.

Iz navedenih razloga u elaboratu je predloženo se da se odmah realizuje uvođenje voda TS Novi Sad 6 - TS Inđija u TE TO Novi Sad izgradnjom dvostrukog voda preseka Alč 360 mm<sup>2</sup> (nezavisno od gradnje elektrane) i na taj način formiraju vodovi TE TO Novi Sad - TS Novi Sad 6 i TE TO Novi Sad - TS Inđija. Ovaj vod je ekonomična posledica angažovanja oba agregata u TE TO Novi Sad u periodima vršnih opterećenja. Uporedo sa izgradnjom nove elektrane na lokaciji stare neophodno je izgraditi vod TE TO Novi Sad - TS Žabalj koji omogućuje sigurnu evakuaciju snage iz elektrane i u slučaju ispada jednog od priključnih 110 kV vodova. Ukoliko je snaga koja se plasira iz TE TO Novi Sad nešto veća od snage specificirane Programskim zadatkom (400 MW) neophodno je izgraditi i vod TE TO Novi Sad - TS Novi Sad 9 koji će u etapama 2020. i 2025. godine obezbediti siguran plasman snage iz TE TO Novi Sad.

Za priključak TE TO Novi Sad na mrežu 110 kV u ovoj elektrani neophodna je dogradnja postrojenja 110 kV sa pet (ili šest za veću snagu) novih polja 110 kV - dva (tri dalekovodna) i tri transformatorska. Jedan od novih dalekovoda može se priključiti u postojeće postrojenje 110 kV.

Obim elaborata: 430 strana.