

C2 07

**УТИЦАЈ НОВЕ ТРАФОСТАНИЦЕ 400/110 kV СОМБОР 3
НА ПРЕНОСНИ СИСТЕМ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

Д.КАРАНОВИЋ *
Б.ШУМОЊА
Р.ДРАГИЋЕВИЋ
С.ЈАНКОВИЋ

ЈП Електромрежа Србије
Београд, Србија

Кратак садржај: Почетком 2007. године пуштена је погон нова трафостаница 400/110 kV Сомбор 3. Трафостаница је прикључена на нови далековод 400 kV између ТС Суботица 3 и ТС Сомбор 3. Рад је обрадио све аспекте које је донела нова трафостаница са својом трансформацијом 400/110 kV у подручју Сомбора. То се првенствено односи на повећање сигурности напајања потрошача, повећање квалитета испоручене електричне енергије, растерећење преносне мреже, смањење губитака у преносу и остало. У раду је дата компарација преносног система у подручју Сомбора, односно чувене “сомборске петље” пре и после нове трафостанице.

Кључне речи: трафостаница, сигурност напајања потрошача, систем за пренос електричне енергије, токови снаге, губици активне снаге и енергије

* Драган Карановић, ЈП Електромрежа Србије, Војводе Степе 412, 11000 Београд, dragan.karanovic@ems.co.yu

1. УВОД

„Студија дугорочног развоја преносне мреже 400, 220 и 110 kV на подручју Републике Србије, за период до 2020. године” [1], која је усвојена 1997. године у свом делу који се односи на развој преносне мреже у подручју Војводине предвидела је изградњу нове трафостанице 400/110 kV Сомбор 3, као и повезивање наведене трафостанице 400 kV далеководом са ТС 400/110 kV Суботица 3. Као разлози су наведени повећање сигурности и квалитета напајања потрошача у том региону, растерећење појединих елемената преносне мреже и смањење губитака.

ЈП ЕМС, као енергетски субјекат задужен за пренос електричне енергије, управљање преносним системом и развој тржишта електричне енергије током 2006. године је приступио реализацији пројекта изградње и уклапања трафостанице 400/110 kV Сомбор 3 у постојећу преносну мрежу. Потпуно нова, трафостаница 400/110 kV Сомбор 3 изграђена је средствима обезбеђеним кредитним линијама Европске банке за обнову и развој (EBRD). У процесу пројектовања, изградње, надзора, испитивања и стављања у погон нове ТС учествовале су реномиране европске и домаће фирме. Трафостаница је сукцесивно уклапана у постојећу преносну мрежу 110 kV. Трафостаница је под напон и у погон, стављена 13.01.2007. године, а после увођења ДВ 110 kV ТС Апатин - ТС Оџаци у ТС Сомбор 3 24.06.2007. године завршена је прва фаза изградње.

2. ОПИС НОВЕ ТС 400/110 kV СОМБОР 3

Потпуно нова ТС 400/110 kV Сомбор 3 изграђена је у непосредној близини постојеће ТС 110/20 kV Сомбор 1 с леве стране магистралног пута Црвенка – Сомбор.

Мрежа 400 kV није постојала на овом подручју, а у мрежи 110 kV извршена су велика прилагођења ради уласка у постројење 110 kV ТС Сомбор 3.

Нови далеководи су нумерисани и категорисани у складу са важећим правилима.

- Изграђен је нови ДВ 400 kV бр. 456 ТС Сомбор 3 - ТС Суботица 3 који радијално напаја ТС Сомбор 3 из правца ТС Суботица 3.
- Постојећи ДВ 110 kV бр.1012 ТС Бајмок – ТС Сомбор 1 је расечен и уведен у нову ТС. Нови далеководи имају ознаке ДВ 110 kV бр.1012/1 ТС Бајмок – ТС Сомбор 3 и ДВ 110 kV бр. 1012/2 ТС Сомбор 3 – ТС Сомбор 1.
- Постојећи ДВ 110 kV бр.132/1 ТС Сомбор 1 – ТС Црвенка је расечен и уведен у нову ТС. Нови далеководи имају ознаке ДВ 110 kV бр. 132/1 ТС Сомбор 3 – ТС Црвенка и ДВ 110 kV бр. 132/4 ТС Сомбор 3 – ТС Сомбор 1.
- Постојећи ДВ 110 kV бр. 1107/3 ТС Апатин – ТС Оџаци је расечен и уведен у нову ТС. Нови далеководи имају ознаке ДВ 110 kV бр. 1107/3 ТС Апатин – ТС Сомбор 3 и ДВ 110 kV бр. 1107/4 ТС Оџаци – ТС Сомбор 3.

Постројење 400 kV има један систем главних сабирница (део система сабирница), изведена цевним сабирницама, што је трећи случај (после ТС С.Митровица 2 и ТС Јагодина 4) у преносној мрежи Републике Србије. Тренутно су делимично опремљена и стављена под напон 2 поља, и то: далеководно поље према ТС Суботица 3 и трафо поље Т-1. У трафо пољу је уграђен прекидач и један сабирнички растављач, док је у далеководном пољу уграђен само излазни растављач. У случају даљег повезивања ТС Сомбор 3 са 400 kV мрежом или уградње још једног трансформатора предвиђена је могућност опремања још поља, комплетирање првог система сабирница, изградња другог система сабирница и спојног поља. Физички постоји могућност да постројење 400 kV има 8 поља, укључујући и мерно поље.

Уграђен је нов аутотрансформатор кинеске производње „Shenyang“, 400/115/10,5 kV, 300/300/80 MVA са могућношћу регулације напона под оптерећењем на секундару.

Постројење 110 kV има два главна система сабирница, изведена са цевним сабирницама што је први случај у преносној мрежи Војводине. Тренутно је опремљено и стављено под напон 9 поља, и то: два далеководна поља према ТС Сомбор 1, далеководна поља према ТС Бајмок, ТС Апатин, ТС Оџаци и ТС Црвенка, трафо поље Т-1, спојно поље и мерно поље. Остављена је могућност да постројење 110

kV има 17 поља, укључујући и мерно поље. Динамика опремања осталих поља зависиће од динамике развоја мреже 110 kV и потребе конзума северозападне Војводине.

У ТС Сомбор 3 је уграђена аутоматика последње генерације, што значи да има локални SCADA систем, који омогућује мерење свих електричних величина и даљинску команду комплетном расклопном опремом, осим растављача за уземљење у 110 kV постројењу. Преко SCADA система је омогућено даљинско управљање и надзор из команде ТС, РДЦ Нови Сад, и НДЦ Београд. Релејне кућице су урађене у постројењу и у сваку је смештена опрема за управљање и релејну заштиту за 4 поља на страни 110 kV. Свако поље 110 kV има по један орман заштите и један орман управљања. У орману управљања су две јединице, једна за даљинско управљање преко SCADA система, а једна за управљање са лица места тзв. РУП (резервни управљачки панел). Заштита трансформатора је инсталирана у посебној релејној кућици. У другој релејној кућици је инсталирана заштита далековода 400 kV која својим реаговањем искључује прекидач 400 kV у трансформаторском пољу.

У ТС Сомбор 3 је активирана диференцијална заштита сабирница на 110 kV страни. Јединице за сабирничку заштиту се налазе у релејним кућицама за сва поља, све јединице комуницирају међусобно и са централном јединицом. Постоје механичке блокаде на растављачима и ножевима за уземљење, затим софтверске блокаде које не дозвољавају да се преко SCADA система даљински изда погрешна команда, али постоје и електричне блокаде. Сопствена потрошња је обезбеђена преко три кабловска вода 20 kV који се напајају из ТС Сомбор 1, ТС Кљајићево и ТС „Трепча“. За сигурносно напајање сопствене потрошње користи се дизел агрегат.

3. ПОЗИЦИЈА ТС 400/110 kV СОМБОР 3 У ПРЕНОСНОМ СИСТЕМУ

У делу ЕЕС на подручју ЕД Сомбор већ двадесетак година били су присутни проблеми напајања потрошача испољени у виду лоших напонских прилика и честих прекида испоруке електричне енергије, како за време извођења радова у мрежи (летњи период) тако и у периоду високих оптерећења (зимски период). Ови проблеми нарочито су били испољени до изградње и пуштања у погон ДВ 110 kV бр. 1012 ТС Бајмок – ТС Сомбор 1, 09.03.1990. године. „Сомборска петља“ се до тада напајала само из ТС 220/110 kV Србобран, а уласком овог далековода успостављена је веза „сомборске петље“ са трафостаницом 400/110 kV ТС Суботица 3 преко дистрибутивне ТС 110/20kV Бајмок.

Такође, велики проблеми у раду „сомборске петље“ били су испољени у време рада ЕЕС Србије у „другој синхроној зони“ УСТЕ, код радијалног напајања дела нашег конзума на подручју ЕД Суботица и ЕД Сомбор из ЕЕС Мађарске по ДВ 400 kV бр. 454 ТС Суботица 3 – ТС Шандорфалва. Приликом манипулација за успостављање уклопног стања у овим режимима рада често је долазило до пребацивања појединих ТС 110/20 kV на подручју ЕД Сомбор с прекидом напајања чиме су потрошачи везани на те трафостанице имали краткотрајне прекиде у напајању, што је представљало велику сметњу за осетљиве индустријске потрошаче. Напони 110, 20 и 0,4 kV нису могли да се одржавају у прописаним границама без обзира на постојање одређених уређаја АРН (аутоматска регулација напона). Осим тога долазило је до честих преоптерећивања далековода у мрежи 110 kV на подручју ЕД Сомбор приликом испада у тој петљи, као и преоптерећења трансформатора 220/110 kV у ТС Србобран. Најчешће су се преоптерећивали ДВ 110 kV бр. 181 ТС Врбас 1 – ТС Озаци, ДВ 110 kV бр. 1107/1 ТС Сомбор 1 – ТС Сомбор 2 и ДВ 110 kV бр. 1155 ТС Суботица 3 – ТС Бајмок.

Изградњом и пуштањем у погон ТС 400/110 kV Сомбор 3 наведени проблеми су решени на дужи временски период. Значајно побољшање је постигнуто у погледу регулације напона у мрежи 110 kV, пошто уграђени трансформатор 400/110 kV снаге 300 MVA у ТС Сомбор 3 има могућност регулације напона под оптерећењем. Омогућен је већи транзит енергије по интерконективном ДВ 110 kV бр. 1215 ТС Апатин – ТС Бели Манастир. Од „сомборске петље“ расечањем и увођењем у ТС Сомбор 3 ДВ 110 kV бр. 132/1 ТС Сомбор 1- ТС Црвенка и ДВ 110 kV бр. 1107/3 ТС Апатин – ТС Озаци формиране су две нове петље 110 kV. У дозвољене границе су доведени напони следећих ТС 110/20 kV: Бајмок, Сомбор 1, Сомбор 2, Апатин, Озаци и Црвенка. Напони ових трафостаница на страни 110 kV подигнути су за око 10%.

Осим тога повећана је поузданост напајања потрошача на том подручју. Осврнућемо се на испад постројења 110 kV у ТС Србобран, који се десио 30.03.2008.године приликом експлозије прекидача у ДВ пољу 110 kV бр. 160/1, због чега је постројење 110 kV остало без напона неколико дана. При томе

су потрошачи неколико трафостаница остали без напајања само кратко време (реда 1 час) док није квар елиминисан и извршено укључење испалих делова мреже. Пре пуштања у погон ТС Сомбор 3, овакав испад у ТС Србобран изазвао би вишедневни поремећај у снабдевању потршача на подручју ЕД Сомбор уз обавезну примену планова за ограничење потрошње.

Уградња диференцијалне заштите сабирница 110 kV у ТС Сомбор 3 омогућила је оптимално уклопно стање на страни 110 kV, распоређивањем извода на оба система сабирница са укљученим СП 110 kV, тако да испад једног од система сабирница не оставља потрошаче без напајања, нити доводи до преоптерећивања неког од елемената преносног система.

Улазак у погон ТС Сомбор 3 допринео је растерећењу мреже 220 kV, посебно ДВ 220 kV бр. 217/2 ТС Нови Сад 3 – ТС Србобран и ДВ 220 kV бр. 209/2 ТС С. Митровица 2 – ТС Србобран и омогућио лакше планско искључење трансформатора у ТС Нови Сад 3, ТС С. Митровица 2 и ТС Србобран.

Све наведене промене токова снага и напонских прилика у мрежи 220 и 110 kV имају за последицу укупно смањење губитака у преносној мрежи с обзиром на промену преносног пута и напонског нивоа преноса.

Даљим повезивањем ТС Сомбор 3 далеководима 400 kV са ЕЕС би се постигао велики помак у сигурности рада преносног система и повећала могућност транзита електричне енергије.

4. АНАЛИЗА РАДА ПРЕНОСНОГ СИСТЕМА У РЕГИОНУ ПРЕ И ПОСЛЕ ПУШТАЊА У ПОГОН НОВЕ ТС 400/110 kV СОМБОР 3

Анализа токова снага, напонских прилика, анализа разлике губитака активне снаге и цене ралике губитака електричне енергије у ЕЕС Србије на годишњем нивоу са и без ТС 400/110 kV Сомбор 3 урађена је за зимски конзум Републике Србије 2006/2007, вршно оптерећење од 6940 MW, на регионалном моделу који обухвата 400, 220 и 110 kV напонске нивое у ЕЕС Србије и 400 и 220 kV напонске нивое суседних ЕЕС-ова, с тим да је у ЕЕС Грчке моделован и напонски ниво 150 kV, користећи програме за прорачун токова снага PSA (Power System Analyzer) и DIgSILENT (Power Analysis Software).

Анализа је урађена под следећим претпоставкама:

- сви производни капацитети у ЕЕС Републике Србије (без Косова и Метохије) су у погону осим једног генератора у ТЕ Костолац А. ТЕ-ТО у Новом Саду, Београду и Зрењанину нису у погону,
- процењен ниво конзума региона Косова и Метохије је 11,7% од укупног конзума Србије, тј. за вршно оптерећење од 6940 MW износи око 810 MW,
- претпостављено је да Косово и Метохија покрива своју потрошњу на бази сопствене производње и уговореног увоза.

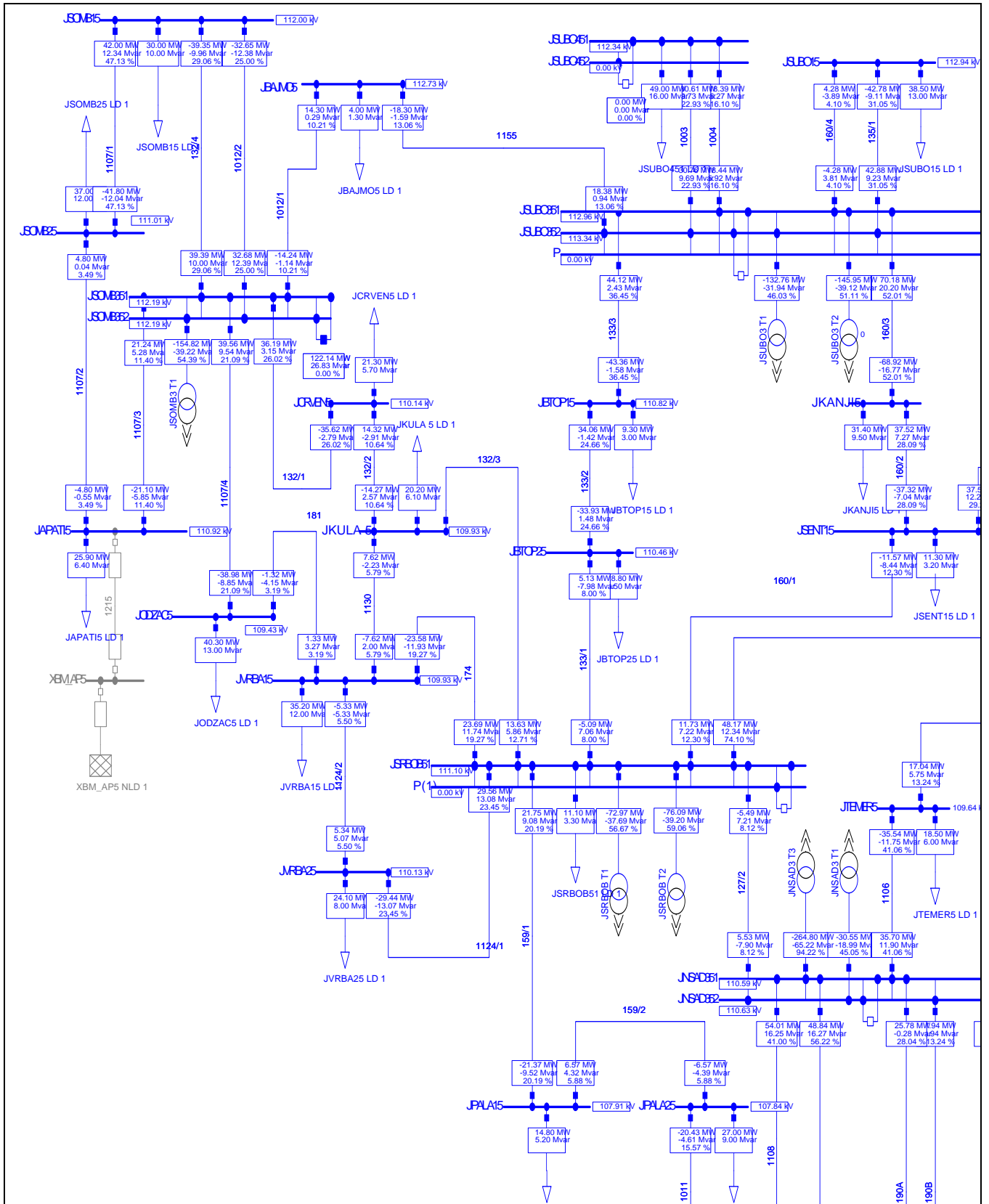
Регион који се разматра у овом раду, пре уласка у погон нове ТС 400/110 kV Сомбор 3 се напајао из следећих праваца:

- из ТС 400/110 kV Суботица 3,
- из ТС 220/110 kV Србобран.

Слика бр.1 приказује уклопно стање посматраног региона без ТС 400/110 kV Сомбор 3, на којој могу да се виде токови активних и реактивних снага по далековдима и кроз трансформаторе те вредности напона на сабирницама трафостаница.

Слика бр.2 приказује уклопно стање посматраног региона након пуштања у погон ТС 400/110 kV Сомбор 3 на којој могу да се виде токови активних и реактивних снага по далековдима и кроз трансформаторе те вредности напона на сабирницама трафостаница.

У оба наведена режима рада преносна мрежа 110 kV између ТС 400/110 kV Суботица 3 и ТС 220/110 kV Србобран није „секционисана“.



Слика бр.2 Преносна мрежа посматраног региона са TC 400/110 kV Сомбор 3

5. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА

Побољшање напонских прилика у посматраном региону, наравно, довело је и до смањења губитака активне снаге а тиме и до смањења губитака електричне енергије.

У наредним табелама дата је компаративна анализа губитака у преносној мрежи Републике Србије са и без ТС 400/110 kV Сомбор 3, као и анализа напона и токова снага у посматраном региону са и без ТС 400/110 kV Сомбора 3. Анализа је урађена под истим претпоставкама, и за исто ангажовање генератора у наведеном моделу. Према Методологији и критеријумима планирања развоја преносне мреже као еквивалентно време трајања губитака активне снаге у ЕЕС Србије на годишњем нивоу се претпоставља 3 950 сати [2].

За губитке електричне енергије је усвојена јединична цена од 0,05 €/kWh.

Табела I: Разлика губитака активне снаге, губитака електричне енергије и цена разлике губитака електричне енергије у ЕЕС Србије на годишњем нивоу са и без ТС 400/110 kV Сомбор 3

Искључен елемент	Разлика губитака активне снаге [MW]	Разлика губитака електричне енергије [MWh]	Цена разлике губитака електричне енергије [€]
ТС Сомбор 3	9.5	37 525	1 876 250

Табела II: Преглед напона у региону пре и после пуштања у погон ТС Сомбор 3

Објекат	Напон пре [kV]	Напон после [kV]
ТС Суботица 3	395/110.4	401/113.3
ТС Србобран	214/107	220/111.1
ТС Сомбор 1	100.3	112
ТС Сомбор 2	99	111
ТС Оџаци	99.2	109.4
ТС Апатин	98.5	110.9
ТС Црвенка	102.1	110.4
ТС Врбас 1	104.2	109.9
ТС Врбас 2	105	110.1
ТС Кула	103.8	109.9
ТС Бајмок	105.6	112.7

Табела III: Преглед токова снаге у региону пре и после пуштања у погон ТС Сомбор 3

Објекат	Токови пре P[MW]/Q[MVAR]	Токови после P[MW]/Q[MVAR]
ТС 400/110 Суботица 3	362.3/103.5	278.7/71.1
ТС 400/110 Сомбор 3	-	154.8/39.2
ТС 220/110 Србобран	189.7/98.3	149.1/76.9
ДВ ТС Суботица 3 →ТС Бајмок	81.1/26.6	18.4/0.9
ДВ ТС Србобран →ТС Врбас 1	61.2/26.2	23.7/11.7
ДВ ТС Србобран →ТС Врбас 2	61.2/25.4	29.6/13.1
ДВ ТС Србобран→ТС Кула	43.3/12.9	13.6/5.9

6. ЗАКЉУЧАК

Може се закључити да је нова ТС 400/110 kV Сомбор 3 испунила све разлоге њене изградње, а то су: повећање сигурности напајања потрошача у региону северозападне Војводине, побољшање квалитета испоручене електричне енергије, растерећење појединих елемената преносне мреже и смањење губитака у преносном систему. Анализирајући, само, цену смањења губитака електричне енергије може се закључити да ће се средства инвестирана у изградњу ТС 400/110 kV Сомбор 3 и нови далековод 400 kV између ТС Суботица 3 и ТС Сомбор 3, при садашњим условима и наведеним претпоставкама у раду, вратити за неколико година.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ЕИ Никола Тесла: „Студија дугорочног развоја преносне мреже 400, 220 и 110 kV на подручју Републике Србије, за период до 2020. године” [1], 1997. год
- [2] ЕИ Никола Тесла: „Методологија и критеријуми за планирање развоја преносне мреже ЕПС–а”, Београд, јун 2000. год.