



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

ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕНА СИСТЕМСКЕ УСЛУГЕ РЕГУЛАЦИЈА НАПОНА У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОМ СИСТЕМУ

**АЦА ВУЧКОВИЋ*, БИЉАНА ТРИВИЋ, НЕБОЈША ДЕСПОТОВИЋ
АГЕНЦИЈА ЗА ЕНЕРГЕТИКУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

БЕОГРАД

СРБИЈА

Кратак садржај — Системске услуге у електроенергетском систему морају се обезбедити да би рад електроенергетских система био сигуран и стабилан. У Закону о енергетици за потребе регулације фреквенције и снаге размене као системске услуге су дефинисане примарна, секундарна и терцијарна регулација, затим регулација напона, односно реактивне снаге, безнапонско покретање и острвски рад. Ове услуге се најчешће обезбеђују из капацитета који су повезани на преносни систем, мада се са развојем повезаног рада суседних електроенергетских система и тржишта електричне енергије отварају могућности да се неке од системских услуга могу обезбедити и из других електроенергетских система. Међутим, регулација напона, односно реактивне снаге се мора обезбедити локално, на местима у електроенергетском систему где до одступања долази, било активностима на елементима преносног система, било променом ангажовања одговарајућих производних капацитета.

У овом раду дат је кратак преглед каква су искуства у другим системима по питању начина наплате услуге напонске регулације. Описана је методологија за одређивање цене за системску услугу регулације напона у електроенергетском систему Републике Србије која је развијена у Агенцији за енергетику Републике Србије. Наведено је и какве сигнале овакав начин одређивања цена ове системске услуге даје произвођачима електричне енергије.

Кључне речи — Системске услуге – Регулација напона - Помоћне услуге

* Теразије 5/В, 11000 Београд, Србија, e-mail: aca.vuckovic@aers.rs

1 УВОД

Оператор преносног система има обавезу да обезбеди сигуран и стабилан рад система. У том циљу је дужан да обезбеди системске услуге које су дефинисане у закону и правилима рада електроенергетског система, а које обухватају резервисање капацитета за примарну, секундару и терцијарну регулацију, регулацију напона, односно реактивне снаге, покретање из безнапонског стања и острвски рад. Неке од ових услуга, као што су, резервација капацитета за примарну, секундару и терцијарну регулацију се са побољшањем интерконекија између преносних система и развојем тржишта електричне енергије, делом могу обезбедити и из других електроенергетских система. Са друге стране, регулација напона, односно реактивне снаге се мора обезбедити у систему локално, на местима где се напонски проблеми појаве.

Регулацију напона, оператор преносног система може обезбедити деловањем на елементима преносног система којим управља, деловањем на трансформаторима који имају могућност промене преносног односа - укључивањем или искључивањем компензационих уређаја, кондензаторских батерија и индуктивних пригушница. Уколико ове активности не могу да доведу до жељеног резултата, оператор преносног система даје налоге производним капацитетима да повећају производњу реактивне енергије (индуктивни режим рада) у случајевима ниских напона или да повећају апсорпцију реактивне енергије (капацитивни режим рада) у случајевима високих напона. Зато су, у правилима рада преносног система дефинисане техничке карактеристике које генератори морају да испуне да би се прикључили на систем.

Пошто производни капацитети имају обавезу учешћа у регулацији напона, односно реактивне снаге и с обзиром да ту услугу могу да пруже само они на местима прикључења, неопходно је да се одреди цена за ту услугу. Законом о енергетици ("Службени гласник РС", бр. 145/2014, у даљем тексту: Закон) је дефинисано да Агенција за енергетику Републике Србије (у даљем тексту: Агенција) одређује ову цену. У периоду до 2019. године, Агенција је за услугу регулације напона одређивала месечну накнаду коју је оператор система плаћао произвођачу. Међутим, различите могућности електрана када предају реактивну енергију у систем (индуктивни режим рада) и када прихватају реактивну енергију из система (капацитивни режим рада) као и прикључење електрана различитих произвођача на систем условили су да је неопходно да се за ову услугу одреди цена исказана у динарима по инсталисаном мегавару (динара/Mvar) и да се услуга обрачунава сагласно расположивим капацитетима реактивне снаге у електранама.

2 ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ НАПОНА У ЕВРОПСКОЈ ПРАКСИ

У европској пракси је различит приступ обезбеђењу и наплати услуге регулације напона, односно реактивне снаге. У наставку су дата решења у појединим државама у окружењу.

2.1 Италија

Да би генераторска јединица могла да учествује у регулацији напона мора да испуни захтеве који су дефинисани у Правилима о раду преносног система. Електрана мора поседовати аутоматски систем за регулацију напона, односно реактивне снаге и телекомуникациони уређај за размену информација са регионалним регулатором напона. Учешће у пружању услуге регулације напона се одређује на основу локације електране у мрежи и жељеног напонског профила у мрежи. Услуга регулације напона се не наплаћује.

2.2 Мађарска

Сви агрегати, који су оспособљени да дају услугу регулације напона, су у обавези да понуде расположиве капацитете у циљу обезбеђења услуге, при чему се цена одређује билатералним уговорима између оператора преносног система и генераторских јединица.

2.3 Грчка

Услугу регулације напона пружају без накнаде произвођачи који задовољавају техничке карактеристике. Остале системске услуге, оператор преносног система набавља на тржишту електричне енергије, које има структуру тржишта са обавезним учешћем и предвиђено је као тржиште за дан унапред где се трговина системским услугама врши за сваки сат у наредном дану.

2.4 Бугарска

Системске услуге се обезбеђују путем аукција и/или путем билатералних уговора у којима се дефинише обим и цена услуга. У случајевима када се ова цена не може договорити Републичка регулаторна агенција за енергетику одређује цене системских услуга. Регулација напона је обавезна за све генераторске јединице које су прикључене на преносни систем и ово учешће се регулише уговором у којем је дефинисана и цена.

2.5 Словенија

Оператор преносног система је одговоран за обезбеђивање системских услуга које набавља преко тржишта ових услуга. Ипак, због недовољно развијеног тржишта, неке системске услуге се уговарају на основу билатералних уговора оператора преносног система са понуђачем. У случају да оператор преносног система не обезбеди потребне системске услуге, Агенција за енергетику Републике Словеније на његов захтев има право да једном или више снабдевача системских услуга наметне обавезу обезбеђења услуга, без обзира на закључење уговора о снабдевању електричном енергијом. Цене системских услуга се одређују у складу са методологијом коју доноси Агенција за енергетику.

Набавка капацитета за регулацију напона се обавља путем билатералних уговора оператора система са понуђачима. Највећи део захтеване резерве се закупљује на дугорочном периоду од 4 године, а остатак се купује на годишњем периоду. Током 2010. године била је организована јавна аукција за регулацију напона али није била успешна јер је цена била превисока.

2.6 Хрватска

У Републици Хрватској системске услуге даје корисник преносног система или оператор дистрибутивног система на захтев оператора преносног система, који за то плаћа адекватну надокнаду. У Закону о тржишту електричне енергије наведено је да се до успостављања тржишта помоћних услуга услови и цене њиховог пружања одређују Методологијом за одређивање цена и услова за пружање системских услуга коју доноси оператор преносног система уз сагласност националног регулаторног тела. Према методологији која је донета 2016. године, цена услуге регулације напона се израчунава на основу препознатих трошкова.

2.7 Босна и Херцеговина

Оператор преносног система обезбеђује системске услуге у складу са Тржишним правилима. Врсте и технички захтеви за пружаоце системских услуга дефинисани су у Мрежном кодексу. Све генераторске јединице које задовољавају захтеве дефинисане у Мрежном кодексу имају обавезу да без накнаде пружају услуге напонске регулације.

2.8 Македонија

Оператор преносног система системске услуге обезбеђује на основу уговора са генераторским јединицама повезаним на македонски или на преносни систем у другој држави која је у оквиру исте синхроне зоне. Процес набавке системских услуга је дефинисан правилима која су

одобрена од стране регулаторног тела за енергетику. Оператор преносног система бира кориснике система који ће учествовати у регулацији напона и са њима потписује уговоре у којима је дефинисан захтевани опсег резерве за регулацију напона и цена резерве.

2.9 Црна Гора

Оператор преносног система системске услуге обезбеђује у складу са процедурама за обезбеђивање системских услуга и за све системске услуге склапа одговарајуће уговоре. Регулација напона и реактивне снаге се не наплаћује.

3 ЦЕНА УСЛУГЕ РЕГУЛАЦИЈЕ НАПОНА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Законом су дефинисане помоћне и системске услуге у електроенергетском систему. Помоћне услуге су „услуге које корисници преносног и дистрибутивног система електричне енергије пружају оператору преносног и дистрибутивног система да би се обезбедиле системске услуге“, а системске услуге су „услуге које пружа оператор система, а које су неопходне за обезбеђивање сигурног, поузданог и стабилног рада енергетског система“. У Закону је дефинисано да је за услугу регулације напона, односно реактивне снаге цена регулисана и да Агенција има обавезу да је одреди.

Да би се одредила цена коју оператор преносног система треба да плати за обезбеђење услуге регулације напона, односно реактивне снаге, могу се применити различити методолошки приступи. Један од приступа је „трошковни“ приступ. Овај приступ значи да се морају одредити додатни трошкови које је имао произвођач како би обезбедио генератор таквих карактеристика које су захтеване правилима рада преносног система због потребе ове регулације и да се сагласно прописаној амортизацији одреде годишњи трошкови које треба надокнадити. Ови трошкови се могу поделити на фиксне и варијабилне. Фиксне трошкове чини удео инвестиционих трошкова опреме који треба приписати обављању ове услуге, затим инвестициони трошкови уградње групних регулатора реактивне снаге у електранама, као и трошкови израде пратећих студија. Варијабилне трошкове чине губици активне снаге услед производње реактивне снаге, трошкови поправки, одржавања и скраћења животног века опреме услед производње реактивне енергије и трошкови који представљају изгубљени приход због смањене производње електричне енергије.

Агенција је при одређивању цене применила „тржишни“ приступ, код кога се цена коју оператор преносног система треба да плати произвођачу одређује на бази могућег прихода на тржишту електричне енергије који би се добио из производње фиктивног генератора који би се могао изградити из средстава која су једнака улагањима неопходним за обезбеђење услуге регулације напона, односно реактивне снаге.

3.1 Методологија за одређивање цене за услугу регулације напона

Да би електране могле да учествују у регулацији напона, односно реактивне снаге карактеристике генератора се морају прилагодити захтевима за прикључење дефинисаним у правилима рада преносног система и неопходно је уградити одговарајућу опрему (регулаторе). Генератор мора бити оспособљен да при номиналној активној снази, у одређеном опсегу, предаје реактивну енергију у систем (индуктивни режим рада) и да прихвата реактивну енергију из система (капацитивни режим рада). Због ових захтева привидна снага генератора је већа него што би била да нема захтева за регулацијом напона, пошто би у том случају, требало обезбеђивати реактивну снагу само за потребе саме електране (сопствена реактивна потрошња - што је знатно мање од захтева система за регулацијом). Теоријски, ово значи да би генератор са карактеристикама које одговарају захтевима за прикључење могао да даје и већу активну снагу, али се у пракси то не може остварити јер је сва остала опрема, па и турбина која покреће генератор, димензионисана за номиналну активну снагу генератора. Значи, за обезбеђење помоћне услуге регулације напона, односно реактивне снаге, било је потребно додатно

инвестирати у генератор који је због тога веће привидне снаге и који без обзира на то у мрежу не може пласирати активну снагу коју би теоријски могао да нема захтев за учешћем у регулацији напона.

Дакле, због потребе за регулацијом напона додатно се инвестира у веће димензије генератора, тако да у генератору постоји „скривена“ активна снага која не може да се искористи. Због тога су утрошена додатна новчана средства за генератор и за додатну регулациону опрему, којима је могла бити изграђена „еквивалентна“ термо или хидроелектрана чија би се производња пласирала на тржишту електричне енергије. Да би се одредила цена за услугу регулације напона, односно реактивне снаге примењена је методологија којом се одређује могући приход на тржишту електричне енергије који би се добио из производње „еквивалентне“ електране. Методологија садржи неколико корака:

- Правилима рада преносног система дефинисана је карактеристика коју генератор треба да испуни због потребе регулације напона, односно реактивне снаге. На основу те карактеристике одређује се захтевана реактивна снага у индуктивном и капацитивном режиму, привидна снага и на основу ње „скривена“ активна снага генератора.
- На основу часовног искоришћења инсталисаног капацитета хидро и термоелектрана, на основу величине „скривене“ активне снаге и на основу удела инвестиционих трошкова у генератор и опрему за регулацију напона у укупним трошковима производног капацитета, одређује се електрична енергија која би се могла произвести и пласирати на тржишту електричне енергије из „еквивалентне“ електране.
- Вредност ове енергије на тржишту се одређује применом остварене просечне месечне цене годишњих фјучерса за константну производњу (baseload) на берзи електричне енергије.
- Цена по којој се обрачунава услуга регулације напона се одређује посебно за хидроелектране и термоелектране, посебно за индуктивни и капацитивни режим рада и исказује се на месечном нивоу у динарима по инсталисаном мегавару (динара/Mvar).

3.2 Претпоставке при одређивању снаге генератора

Помоћну услугу регулације напона обезбеђују све генераторске јединице прикључене на преносни систем које задовољавају техничке карактеристике утврђене правилима о раду преносног система. Давалац помоћне услуге обезбеђује у непрекидном трајању капацитете за производњу и апсорпцију реактивне снаге на свим генераторским јединицама које су у погону, а у складу са њиховим техничким карактеристикама.

При прикључењу на систем позната је активна снага са којом ће производни капацитет бити прикључен на систем, која се најчешће назива снага на прагу преноса. Према овој снази се димензионишу генератор, турбина и сва остала опрема. При димензионисању генератора одређује се његова привидна снага при чему се мора водити рачуна о захтевима за реактивном снагом коју мора да обезбеди. Због захтева за учешћем у регулацији напона, привидна снага генератора је већа него што би била да нема тог захтева.

Да би се применила ова методологија, прво је потребно одредити активну снагу која теоријски постоји у генератору, али се у пракси не користи. У овом раду она је названа „скривена“ снага. Узрок њеног постојања је захтев за учешћем електране у регулацији напона. При одређивању ове снаге, прво је потребно одредити колика је привидна снага генератора за који је позната инсталисана активна снага на прагу преноса, уз услов да задовољи потребе сопствене реактивне потрошње електране, реактивне потрошње блок трансформатора преко кога је прикључен на преносни систем и да би испунио захтеве на прагу преноса у критичним индуктивним и капацитивним режимима рада електране који су дефинисани у правилима рада преносног система. Пошто се на овај начин одреди привидна снага генератора, приступа се одређивању активне снаге коју би такав генератор могао да пласира на прагу преноса да нема захтева за учешћем у регулацији напона. Разлика овако одређене снаге и инсталисане активне снаге на прагу преноса представља „скривену“ снагу генератора.

По описаном начину, „скривена“ снага се одређује посебно за хидроелектране и термоелектране које су прикључене на преносну мрежу напонског нивоа 400kV и мрежу напонских нивоа 110 kV и 220 kV, пошто су у правилима рада преноса захтеване карактеристике генератора различите по напонским нивоима прикључења, а различите су и карактеристике сопствене потрошње у хидроелектранама и термоелектранама. Посебно се анализирају капацитивни и индуктивни режими рада, који се захтевају у правилима рада преносног система, а усваја се критичнији режим који доводи до веће привидне снаге генератора (у анализама које су рађене то је био индуктивни режим).

3.3 Претпоставке при одређивању активне енергије

Пошто се одреди „скривена“ активна снага генератора, поставља се питање колико енергије се потенцијално могло произвести из оваквог капацитета и пласирати на тржишту? Учешће електране у регулацији напона захтева додатна новчана средства само за улагања у генератор и додатну регулациону опрему, док су турбина и преостала опрема у електрани независна од регулације напона и димензионисани су према номиналној снази на прагу преноса. Због тога није реално да се потенцијално произведена додатна енергија одређује на основу „скривене“ активне снаге, јер се она без додатних улагања у осталу опрему (повећања капацитета) не може искористити. Зато се одређује снага „еквивалентне“ термоелектране или хидроелектрана која би се могла изградити из новчаних средстава која су додатно утрошена због учешћа у регулацији напона и енергија коју би та електрана могла да произведе. Снага „еквивалентне“ електране се одређује на основу учешћа инвестиционих трошкова у генератор и опрему за регулацију напона у укупним трошковима електране која се прикључује на мрежу. Пошто се одреди ова снага, енергија коју би могла да произведе се одређује на основу часовног коришћења инсталисаног капацитета хидроелектрана и термоелектрана које се израчунава на основу вишегодишњих података о оствареним производњама електрана у Републици Србији.

3.4. Претпоставке при одређивању потенцијалног прихода

Потенцијални годишњи приход који би могао бити остварен на тржишту електричне енергије се одређује множењем електричне енергије која је одређена на напред описани начин са одговарајућом ценом. Цена се утврђује на основу остварене просечне месечне цене годишњих фјучерса за константну производњу (baseload), на релевантним берзама електричне енергије, за испоруке у години за коју се утврђују цене системских услуга. Могу се узети остварене цене са више релевантних берзи, а првствено са националне берзе, уколико она постоји, са најаче регионалне берзе на којој би се највероватније пласирала електрична енергија из разматраних производних капацитета, а могу се узети и цене са највеће европске берзе коју карактеришу висока ликвидност и већа стабилност, односно мања осетљивост на веће промене у понуди и тражњи електричне енергије.

При одређивању цена услуге регулације напона, односно реактивне снаге за 2019. годину у Републици Србији, узете су цене са мађарске берзе HUDEX која је најликвиднија у региону и на којој постоје цене годишњих baseload фјучерса. Нису узете цене са српске берзе SEEPEX пошто на њој не постоје цене годишњих baseload фјучерса. Пошто се цене системских услуга одређују крајем текуће године за следећу годину, по правилу се узимају цене закључно са месецом новембром текуће године. Коначно, да би се приход од услуге регулације напона, односно реактивне снаге исказао у динарима, користи се просечни годишњи курс динара према евр у периоду од 1. јануара до 30. новембра текуће године.

3.5. Одређивање цене услуге регулације напона

Цена по којој се обрачунава услуга регулације напона се одређује као количник потенцијалног прихода и инсталисаног реактивног капацитета електране. Потенцијални приход се по претходно описаном поступку одређује посебно за хидроелектране и за термоелектране. Да би се добиле цене посебно за индуктивни и капацитивни режим рада, мора се одредити који се део

прихода надокнађује из једног или другог режима рада. Укупни потенцијални приход за сваку врсту електрана (тренутно хидро, термо, а у наредним годинама ветро или соларних) се дели сразмерно реактивним капацитетима у индуктивном и у капацитивном режиму рада. Реактивни капацитети се за сваку електрану која се прикључује на преносни систем одређују на основу захтева из правила рада преносног система.

На крају, цене за услугу регулације напона, посебно за хидроелектране и термоелектране и посебно за индуктивни и капацитивни режим рада, добијају се дељењем одговарајућег прихода са одговарајућим капацитетом и исказују у динарима по инсталисаном мегавару (динара/Mvar). Месечни износ који се обрачунава произвођачима због обезбеђења услуге за регулацију напона, односно реактивне снаге, се одређује као збир производа расположивих реактивних снага намењених за пружање ове услуге у индуктивном и капацитивном режиму и одговарајућих цена за сваки тип електране. Треба приметити, да се цене за регулацију напона одређују на основу захтеваних карактеристика производних капацитета у правилима рада преносног система, а да се обрачун накнаде произвођачима ради на основу реактивних снага које су у раду стварно расположиве. Дакле, обрачуната накнада за услугу напонске регулације, ће бити мања од очекиване уколико су расположиве реактивне снаге мање у односу на захтеване према правилима рада преносног система. На овај начин је уведен подстицај да реактивне снаге електрана прикључених на преносни систем у експлоатацији буду у складу са захтевима из правила рада преносног система.

4 ЗАКЉУЧАК

Регулација напона, односно реактивне снаге је једна од системских услуга која има велики значај за сигуран и стабилан рад електроенергетског система. Оператор преносног система има обавезу да одржава напоне у прописаним границама и у том циљу спроводи одређене акције на елементима преносног система. Међутим, у регулацији напона значајну улогу имају и производни капацитети који су повезани на преносни систем. Због тога су у Правилима рада система преносног система дефинисане одговарајуће техничке карактеристике генератора које морају да буду испуњене да би се прикључили на преносни систем. Агенција је, уз сарадњу са произвођачима и оператором преносног система, развила методологију за одређивање цена по којима се произвођачима обрачунава учешће у пружању услуге регулације напона. Имајући у виду све специфичности производних јединица, цене су одређене посебно за хидроелектране и термоелектране, за индуктивни и капацитивни режим рада.

Применом описане методологије, Агенција је први пут одредила цене за услугу напонске регулације у 2019. години. У претходном периоду, накнада за ову услугу је одређивана као фиксни месечни износ који није зависио од расположивих реактивних капацитета производних јединица прикључених на систем. Новим начином одређивања цена, уведен је подстицај да и током експлоатационог века електрана реактивни капацитети буду одржани на нивоу захтеваном правилима рада система.

Агенција ће у наредном периоду анализирати примену и унапређивати описану методологију, како би се и за остале врсте електрана, првенствено за ветропаркове који се већ прикључују на систем, одредиле цене за учешће у регулацији напона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о енергетици, Службени гласник РС бр. 145/2014
- [2] ЕМС АД Београд, Правила о раду преносног система, децембар 2017.
- [3] ЈП ЕМС, Правила о раду тржишта електричне енергије, септембар 2014.
- [4] А.Вучковић, Н.Деспотовић, М.Бркић Вуковљак, Одређивање цена системских услуга у електроенергетском систему, 33. Саветовање CIGRE Србија, 2015, реферат Ц5-08

PRICE DETERMINATION FOR SYSTEM SERVICE VOLTAGE REGULATION IN POWER SYSTEM

ACA VUČKOVIĆ, BILJANA TRIVIĆ, NEBOJŠA DESPOTOVIĆ
ENERGY AGENCY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

BELGRADE

SERBIA

Abstract — System services in the electricity system must be provided in order to ensure safe and stable operation of the power systems. In Energy Law for the purpose of regulating frequency and power exchanges primary, secondary and tertiary regulation are defined as system services, in addition to voltage/reactive power regulation, black start and island operation. These services are mainly provided from the capacities that are connected to the transmission system, although with the development of interconnected operation with the neighboring power systems and electricity markets there is possibility that some of the system services can be also provided from other power systems. However, the regulation of the voltage or reactive power, must be provided locally, in power system nodes where deviations occur, either through activities aimed at the transmission system elements or by changing the engagement of the appropriate production capacities.

In this paper a brief overview of experiences in other systems regarding the method of charging voltage regulation service is given. The methodology for determining the price for the system service of voltage regulation in the electric power system of the Republic of Serbia, developed in the Energy Agency of the Republic of Serbia, is described. It is also mentioned which signals are given to electricity producers through this manner of price determination related to this system service.

Key words — System services – Voltage regulation – Ancillary services