



Република Србија  
Министарство финансија  
Сектор за уговарање и финансирање програма из  
средстава ЕУ  
Министарство рударства и енергетике

Овај пројекат финансира  
Европска унија



#ЕУ  
ЗА ТЕБЕ

# Даљи развој капацитета за енергетско планирање

EuropeAid/135625/IN/SER/RS  
Уговор бр: 48-00-00140/2019-28

Алати за моделирање и приступ

8. октобар 2021. године



Немањина 22-26,  
11000 Београд, Република Србија  
Телефон: +381 (0)11 3619 833  
Имејл: kabinet@mre.gov.rs

Ова страница је намерно остављена празна



Република Србија  
Министарство финансија  
Сектор за уговарање и финансирање  
програма из средстава ЕУ  
Министарство рударства и енергетике

Овај пројекат финансира  
Европска унија



Ваше особе за контакт у оквиру  
LDK Consultants Engineers and Planners SA су:

Sophia Nikolakaki (директорка пројекта)  
George Giannakidis (технички координатор)

## Алати за моделирање и приступ

Датум: 8. октобар 2021. године

### Одрицање од одговорности:

Садржај ове публикације искључива је одговорност Министарства рударства и енергетике и LDK Consultants Engineers and Planners SA и ни на који начин се не може сматрати да одражава ставове Европске уније.

### Адреса:

Off 21, Thivaidos st.  
Gr-145 64, Kifissia, Athens  
Телефон: +30 210 8196700  
Имејл: main@ldk.gr



КАПЕ  
CRES

Немањина 22-26,  
11000 Београд, Република Србија  
Телефон: +381 (0)11 3619 833  
Имејл: kabinet@mre.gov.rs

## САДРЖАЈ

СКРАЋЕНИЦЕ .....	2
1 Увод.....	3
2 Систем енергетског моделирања Србије (СЕМС).....	4
3 Алат за макроекономску анализу.....	7
4 Алат за велико учешће ОИЕ на тржишту (алат ОИЕ) .....	9

## СКРАЋЕНИЦЕ

АРБ	Азијска развојна банка
CGE	Општа израчунљива равнотежа
ГД	Генерални директорат
ЕК	Европска комисија
ЕМС	Електро mreжа Србије а.д. Оператор преносног система Србије
EnC	Енергетска заједница
ENTSO-E	Европска мрежа оператора преносног система електричне енергије
ETSAP	Програм анализе система енергетске технологије
БДП	Бруто домаћи производ
GHG	Гасови са ефектом стаклене баште
GTAP	Пројекат анализе глобалне трговине
IEA	Међународна енергетска агенција
ММФ	Међународни монетарни фонд
MAF	Средњорочна прогноза адекватности
MANAGE	Ублажавање, адаптација и примењена општа равнотежа нових технологија
МИТ	Масачусетски технолошки институт
МРЕ	Министарство рударства и енергетике
NDC	Национално одређени доприноси
НЕКП	Национални енергетски и климатски план
НММ	Неметални минерали
ОИЕ	Обновљиви извори енергије
СЕМС	Систем енергетског моделирања Србије
TIMES	Интегрисани MARKAL-EFOM систем
ОПС	Оператор преносног система
TYNDP	Десетогодишњи план развоја преносне мреже
УН	Уједињене нације
РГ	Радна група

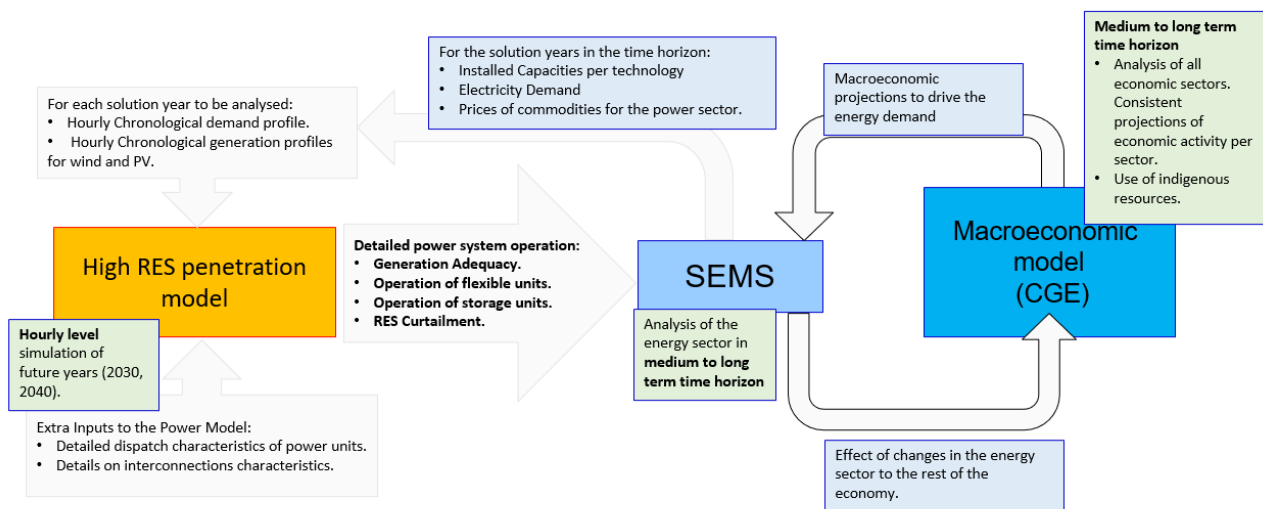
# 1 УВОД

У складу са Препоруком Министарског савета Енергетске заједнице (*EnC*), Србија би требало да припреми аналитичке, институционалне и регулаторне предуслове за развој и усвајање Националног енергетског и климатског плана (НЕКП) за период од 2021. до 2030. године. Даљи развој капацитета за енергетско и климатско планирање је потребан како би Србија испунила своје обавезе према препоруци коју је усвојио *EnC*. На основу резултата претходног пројекта (EuropeAid/135625/IN/SER/RS - Development of Energy Planning Capacity Republic of Serbia - Развој капацитета за енергетско планирање Републике Србије), даља подршка, укључујући следеће алате, допуниће капацитете за енергетско планирање који су већ изграђени у Министарству рударства и енергетике (МРЕ) и у релевантним енергетским компанијама које учествују у радној групи пројекта:

- Систем енергетског моделирања Србије (СЕМС), већ развијен током претходног пројекта биће ажуриран на најновију верзију *TIMES* и побољшан улазним подацима из последњих година. Следећи алати ће такође бити развијени и повезани са системом енергетског моделирања Србије (који се користи као инпут) за побољшање капацитета енергетског и климатског планирања у Србији:
- Алат за макроекономску анализу који осигурава интерактивну везу између предвиђања развоја енергетског сектора и развоја економије и других индустрија
- Алат за велико учешће ОИЕ на тржишту (алат ОИЕ) служи за прецизнију анализу развоја електроенергетског система за сценарије брзог повећања производње електричне енергије из ОИЕ.

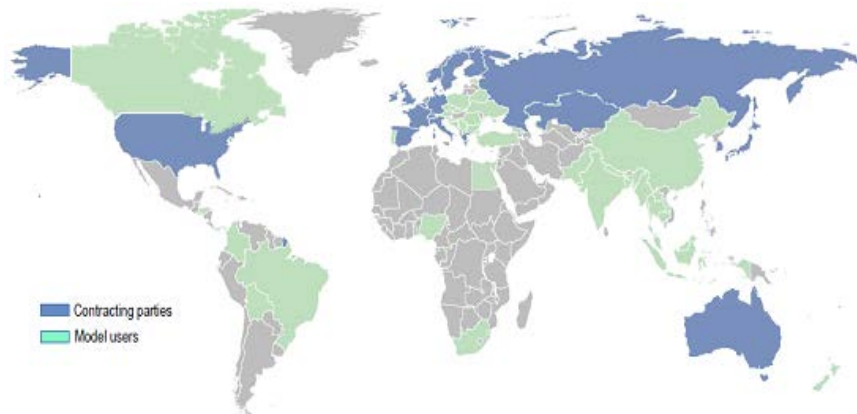
Ови софтверски алати пружиће свеобухватну анализу у свим аспектима енергетског планирања. Меко повезивање модела приказано је на наредној табели, објашњавајући главне улазне и излазне податке који ће надопунити и побољшати коначне резултате СЕМС модела, али и пружити кључни увид у процес доношења одлука и усложњавање Националног енергетског и климатског плана.

Следећи делови дефинишу основне приступе моделирању сваког од алата. Детаљне пројектне извештаје може доставити Министарство рударства и енергетике.



## 2 СИСТЕМ ЕНЕРГЕТСКОГ МОДЕЛИРАЊА СРБИЈЕ (СЕМС)

Систем енергетског моделирања Србије имаће временски хоризонт до 2050. године и развијен је коришћењем оквира за моделирање *TIMES* (Интегрисани *MARKAL-EFOM* систем), генератора модела енергетских система развијених у оквиру *ETSAP* програма техничке сарадње при Међународној агенцији за енергетику (*IEA*). *TIMES* је динамичан модел оптимизације делимичне равнотеже, одоздо према горе, технолошки богат, који се користи за анализу различитих сценарија средњорочног до дугорочног будућег развоја енергетског система. Овај модел је коришћен у више од 60 земаља и 200 институција које потврђују успех методологије и приступа и релевантне увиде стечене применом система.

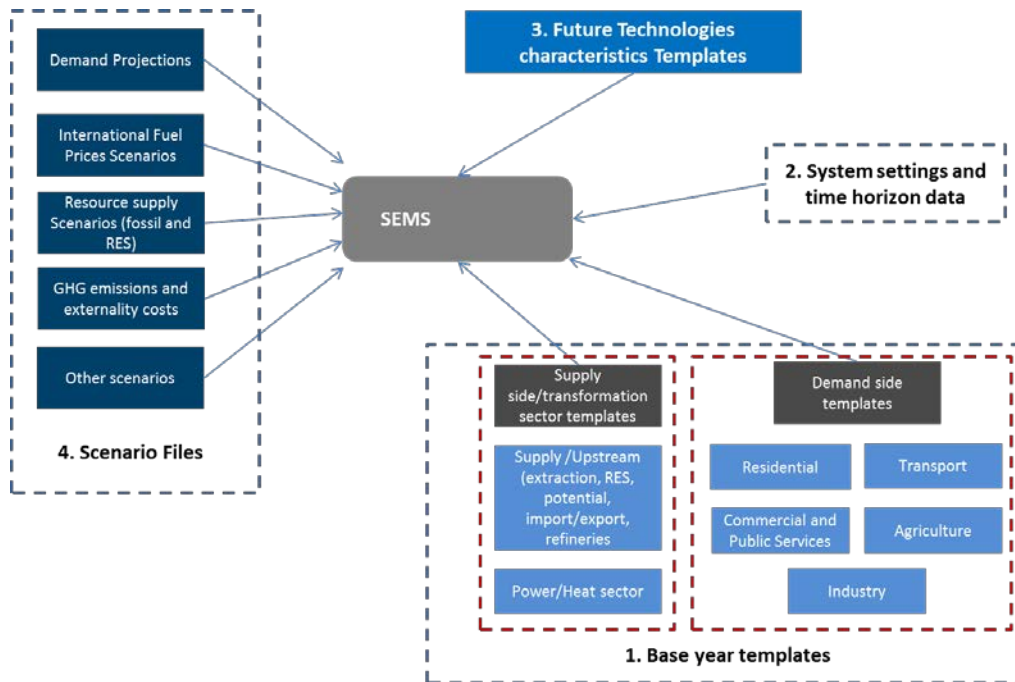


*TIMES* је модел који се темељи на потражњи, што значи да је будући развој низа егзогено дефинисаних параметара потребан за пројектовање потражње за енергетским услугама у будућности. Ови параметри се називају факторима подстицаја и обухватају: БДП, додатну вредност по сектору и промену броја становника. Сваки од захтева за енергетским услугама повезан је с бројним факторима подстицаја кроз функционални однос, а затим се пројектује у будућности.

Резултат модела ће бити представљен коришћењем бројних образаца за извештавање, који ће представити збирни енергетски биланс, али и детаљне табеле по подсекторима понуде и потражње, као и листу показатеља енергетског система за сваку годину у временском периоду дефинисаном у оквиру модела.

Систем енергетског моделирања Србије (СЕМС) развијен је на основу принципа описаних у Извештају о дизајну модела и калибрисан је коришћењем детаљних података које су доставили чланови Радне групе током пројекта EuropeAid/135625/IN/SER/RS - Развој капацитета за енергетско планирање Републике Србије. Очекује се да ће СЕМС побољшати капацитете за енергетско планирање унутар Министарства рударства и енергетике, а користиће се за сложене енергетске анализе и за развој различитих сценарија и пројекција.

Подаци који се користе у СЕМС моделу чувају се и обрађују у скупу Excel-а, који се обично називају темплејти. То моделару даје флексибилност у погледу посматрања и анализе података и структуре модела на начин који је прилагођен кориснику. Општи изглед темплејта за модел Србије приказан је на следећој табели.



Према садашњем пројекту, будући да су сада доступни новији статистички подаци, модел ће бити ажуриран тако да укључује податке за 2017, 2018. и 2019. годину. Подаци који се користе за поновну калибрацију модела су следећи:

- **Неенергетски подаци:** Ови подаци се користе за пројекције потражње у моделу, према следећој листи. Свака од ових вредности обезбеђена је за сваки од четири статистичка региона укључена у СЕМС, а то су Војводина, Београд, Шумадија и западна Србија, и јужна и источна Србија:

Вредности	
Становништво (000)	Пољопривреда са додатном вредношћу
Урбанизација (% домаћинстава у урбаним подручјима)	Комерцијалне зграде са додатном вредношћу, канцеларије у јавном сектору, канцеларије у приватном сектору
Број особа по домаћинству	Сектор транспорта
Број домаћинстава (000)	Индустрија (гвожђе и челик, обојени метали, хемикалије, ђубрива/неорганске хемикалије, петрохемија, остале хемикалије/козметика, фармација, неметални минерали, цемент и производи од цемента, керамика, цигла итд., производња стакла, други неметални минерали, целулоза, папир и штампани материјал, производња папира и целулозе, штампарство и издаваштво, храна, пиће и дуван, текстил, инжењерство, остале индустрије)
Возни парк (по типу возила)	Челик, бакар, олово, цинк, обојени метали, цемент, рециклирано стакло, примарно стакло, керамика, друга производња НММ (ктонс)
БДП (у милионима евра)	
БДП по глави становника	

- **Подаци о енергетском сектору:** Ови подаци се могу даље разврстати у следеће категорије.
  - Подаци о понуди и трансформацији: Ово ће укључивати ажурирање тренутне ситуације у сектору понуде, наиме:



- Инсталирани капацитети електроенергетског сектора према врсти електране. Очекује се да ће главна промена овде бити инсталирани капацитети технологија ОИЕ које су уведене у електроенергетски систем у периоду 2017-2019. године.
  - Надоградња рафинерија узрокује промену рафинеријских капацитета и приноса постојећих рафинерија како се моделирају у СЕМС.
  - Ажуриране процене потенцијала резерви сирове нафте, природног гаса и угља, ако су ревидиране последњих година.
  - Ажурирана процена потенцијала сваког ОИЕ (ветар, соларна енергија, хидроенергија, биоенергија), ако су они ревидирани последњих година у односу на процене укључене у СЕМС.
  - Ажурирана статистика о увезеним и извезеним количинама сваке енергетске робе.
- **Подаци на страни потражње:** Потрошња по регионима, секторима и енергетским производима према структури сектора потражње укључених у СЕМС.

Главни извори података су званичне статистичке публикације Србије и детаљни подаци који су доступни организацијама које учествују у Радној групи 1 и Радној групи 2 пројекта. За више информација о приступу моделирања СЕМС погледајте „Извештај о дизајну модела“<sup>1</sup>.

---

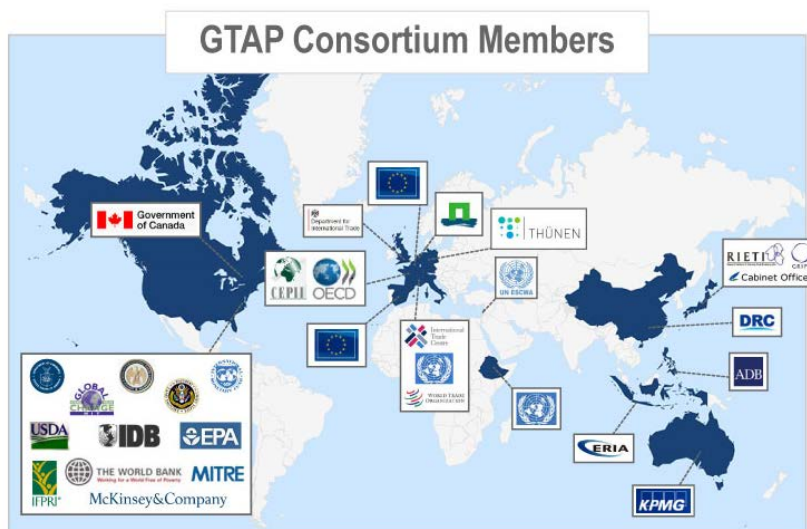
<sup>1</sup>СЕМС „Извештај о дизајну модела“ је достављен Министарству рударства и енергетике у оквиру пројекта „Развој капацитета за енергетско планирање у Републици Србији“

---

### 3 АЛАТ ЗА МАКРОЕКОНОМСКУ АНАЛИЗУ

Да би се побољшала поузданост и квалитет пројекција српског модела *TIMES* (CEMC), као и да би се пружиле могућности за процену економских утицаја различитих енергетских и еколошких политика, биће применљив вишесекторски рекурзивни динамички модел опште равнотеже развијен у овом задатку. Модели опште равнотеже су се редовно користили за процену економских утицаја политике ублажавања климе, енергије и заштите животне средине, укључујући процену национално утврђених доприноса, националних енергетских стратегија и међународних климатских политика. Док се у већини случајева модели опште равнотеже користе као самостални алат за моделирање, у бројним апликацијама уведене су меке везе између модела опште равнотеже и модела енергетског система (попут CEMC) како би се пружио прецизнији приказ економских и енергетских система, приступ који ће такође бити усвојен у тренутном задатку.

Алат за макроекономске анализе биће развијен на основу основне структуре модела за израчунавање опште равнотеже за ублажавање, прилагођавање и примену нових технологија (*MANAGE*). *MANAGE* је рекурзивни динамички модел опште равнотеже за једну земљу који пружа доследан приказ целокупне економије предметне државе, укључујући интеракције између кључних економских субјеката-произвођача, потрошача и владе. Модел је посебно осмишљен за анализу различитих питања везаних за економију климатских промена и политике заштите животне средине, укључујући основне емисије CO<sub>2</sub> и других гасова са ефектом стаклене баште, политике ублажавања ефеката стаклене баште - порезе, горње границе и трговину, економске и секторске процене утицаја политика заштите животне средине. *MANAGE* функционише као део Пројекта анализе глобалне трговине (*GTAP*) од 1993. године. *GTAP* побољшава квалитет квантитативне анализе глобалних економских питања у оквиру економије. Конзорцијум *GTAP* тренутно окупља 32 агенцијска члана попут: ММФ-а, Генералног директората Европске уније за трговину, Конференцију УН о трговини и развоју, Светске трговинске организације, Азијске развојне банке, Међународног трговачког центра, МИТ-а итд.



Укључивање међусекторских веза и висок ниво секторских детаља у моделу *MANAGE* омогућило би тачну проверу различитих квантитативних хипотеза у вези са економским и еколошким профилима српских енергетских путева. Предложени приступ моделирању пружио би и богате детаље о економско-енергетским интеракцијама, с обзиром на то да *MANAGE* укључује различите емисије и омогућава процену утицаја климатских промена у економском контексту.

Алат за макроекономске анализе укључиће детаљан приказ српске привреде разврставајући произвођаче у 76 сектора, са 21 пољопривредним и прехранбеним сектором, 18 услужних сектора и детаљним производним активностима. Енергетске активности у моделу представљаће 5 сектора фосилних горива, 11 технологија производње електричне и топлотне енергије, као и активности преноса и дистрибуције. Алат за макроекономске анализе имаће временски хоризонт до 2050. године и

ослањаће се на детаљан скуп улазних података за изабрану референтну годину, комбинован у матрици социјалног књиговодства заснованој на систему националних рачуна Републике Србије, као и на скупу егзогених макро пројекција, као што су БДП и становништво. Алат ће такође укључивати извештаје емисије CO<sub>2</sub> и енергетских биланци.

Алат за макроекономске анализе не може нити идентификовати специфичне технолошке изборе који су имплементирани у основним или политичким сценаријима (нпр. специфична врста електрана или возила), нити експлицитно представља опције технолошки специфичне политике, попут стандарда емисије или енергетске ефикасности. Сва ова ограничења алата за макроекономске анализе могу се решити у оквиру за моделирање одоздо према горе-коришћењем модела енергетског система, као што је СЕМС. Потоњи даје детаљан приказ енергетских технологија са стране понуде и потражње, омогућавајући детаљну процену различитих сценарија енергетске транзиције. Истовремено, моделима енергетског система, попут СЕМС, недостаје одговарајућа репрезентација веза између енергетског сектора и других сектора економије (услуге, домаћинства, производња итд.). У суштини, третирајући потражњу за енергијом као егзогену би потенцијално могло довести до недоследности у процени трошкова и исхода енергетске транзиције. СЕМС такође не представља макроекономске повратне информације о примени специфичних сценарија. Стога, у овом задатку, циљ нам је да користимо меко повезивање алата за макроекономске анализе и модела СЕМС како бисмо обезбедили инклузивнији оквир за процену енергетских и еколошких политика у Србији. У следећем пододељку расправићемо о неким специфичностима таквог модела повезивања.

За више информација о моделу дизајна и подешавању погледајте „Извештај о дизајну алата за макроекономске анализе“<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>достављено Министарству рударства и енергетике у оквиру пројекта „Даљи развој капацитета за енергетско планирање“

---

## 4 АЛАТ ЗА ВЕЛИКО УЧЕШЋЕ ОИЕ НА ТРЖИШТУ (АЛАТ ОИЕ)

Алат за велико учешће ОИЕ на тржишту (алат ОИЕ) биће развијен помоћу *ANTARES* симулатора. *ANTARES* је реномирани модел отвореног кода који је развио француски оператер преносног система електричне енергије за своје потребе и наставља да побољшава и унапређује способности тог модела. *ANTARES* је тренутно један од кључних алата *ENTSO-E* и користи се за референтне студије као што су десетогодишњи план развоја мреже *ENTSO-E (TINDP)* и средњорочну прогнозу адекватности (*MAF*). Користи га широка заједница корисника (нпр. оператори преносних система - *MAVIR, Elia, GRTgaz*) у неколико земаља (нпр. Белгији, Мађарској, Немачкој), укључујући **ЕМС, оператора преносног система Србије**. Уопштено говорећи, алат се показао веома корисним за процену економских перформанси, еколошког утицаја и сигурности нивоа напајања електроенергетских система, као и доприноса његове имовине (производних јединица, интерконектора, складишта итд.) овим трима осама.

У контексту развоја ОИЕ алата за Србију, *ANTARES* нуди следеће предности:

- **Може извршити економску оптимизацију** електроенергетског система српске производње са секвенцијалном симулацијом једносатне резолуције и за једногодишњи временски распон. Секвенцијална симулација по сату неопходна је за адекватно моделирање имовине, као што је променљива производња из обновљивих извора, за разлику од анализе засноване на криви трајања или специфичне анализе временских снимака.
- У стању је да симулира једногодишњи рад електроенергетског система Србије заједно са суседним електроенергетским системима како би се на прави начин узеле у обзир његове међусобне везе које су важне за обезбеђивање адекватности и флексибилности.
- **Његов брзи алгоритам** може да изведе симулације таквог регионалног модела у ограниченом времену, на тај начин омогућавајући анализу више сценарија за развој електроенергетског система Србије.
- **Посебно је погодан за економску процену пројеката производње**. Стога је прикладан за подршку студијама НЕКП за које је обично потребна брза економска процена кластера пројеката производње.

ОИЕ алат ће симулирати електроенергетски систем по сату, у изабраним годинама (нпр. 2030), користећи све додатне уносе који су потребни за ову симулацију и укључују, између осталог, техничке и економске карактеристике јединица за производњу енергије и друге ресурсе флексибилности, као што су као складишне јединице и интерконектори са суседним системима. Детаљна симулација електроенергетског система у ОИЕ алату ће пружити увид у адекватност производње, детаље о раду отпремних јединица и складишних јединица и очекиваном нивоу намерног смањења производње ОИЕ. Ово ће пружити улазне информације за СЕМС у облику профила нове производње из ОИЕ, укључујући смањење и друге информације о неопходности флексибилности за правилан рад електроенергетског система. Укључивање овога у СЕМС довешће до проналаска решења, које је реалније са становишта рада електроенергетског система.

На основу постигнутих резултата, ОИЕ алат ће пружити следећу врсту закључака:

- Погодност високе интеграције ОИЕ у електроенергетском систему у очекиваном миксу капацитета
- Економска ефикасност посебног сценарија за електроенергетски систем Србије
- Потребе флексибилности електроенергетског система за постизање циљева пенетрације ОИЕ
- Ниво емисије CO<sub>2</sub> за одређени сценарио

ОИЕ алат ће бити развијен помоћу симулатора *ANTARES* и укључиваће детаљан приказ

електроенергетског система Србије и одговарајући приказ регионалног електроенергетског система, јер је електроенергетски систем Србије веома добро повезан са суседним земљама. Приказаће предложено проширење ове регије, која обухвата остатак Западног Балкана (Хрватску, Босну и Херцеговину, Црну Гору, Албанију и Северну Македонију), као и Мађарску, Словенију, Грчку, Бугарску и Румунију. У ОИЕ алату, српски систем ће бити представљен као две области, једна за исти систем по моделу СЕМС (PC01) и друга за Аутономну покрајину Косово и Метохију (PC02). Према стандардном приступу моделирања, претпоставља се да нема ограничења преноса унутар сваке области (приступ „бакарне плоче“), јер сваки преносни оператер преносног система у складу с тим развија преносни систем. Стога је свако подручје моделирано као један чвор са специфичним профилима генерисања и потражње, док ће се ограничења преноса рачунати у границама система, кроз капацитете нето трансфера између моделованих зона.



За више информација о приступу моделирању ОИЕ алата погледајте „Извештај о дизајну алата за тржиште високе пенетрације ОИЕ“<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Достављено Министарству рударства и енергетике у оквиру пројекта „Даљи развој капацитета за енергетско планирање“

