



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

Улазни подаци за алате за моделирање

23. март 2022.



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
Министарст Овај пројекат финансира
Сектор за уг Европска унија
програма из
Министарство рударства и енергетике



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

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

Улазни подаци за алате за моделирање

Датум: 23. mart 2022.

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 Опис улазних података СЕМС-а за алтернативе Сценарија.....	4
1.1 Пројектован развој главних егзогених фактора који утичу на развој енергетског система и емисије гасова с ефектом стаклене баште.....	4
1.1.1 Макроекономске прогнозе (БДП и раст становништва)	4
1.1.2 Пројекције цена увозне енергије	6
1.1.3 Инвестициони трошкови технологија ОИЕ.....	7
1.2 Друге улазне претпоставке	8
1.2.1 Опције цена угљеника.....	8
1.2.2 Потенцијали обновљивих извора енергије.....	9
2 Улазни подаци алата ОИЕ	10
2.1 Моделирање суседних електроенергетских система.	10
2.2 Моделирање електроенергетског система Србије.....	11
2.2.1 Улазни подаци производних јединица.....	11
2.2.2 Ветар, сунце и производња која се не може диспечовати	13
2.2.3 Хидрогенерација.....	13
2.2.4 Термо производни блокови.....	13
3 Улазни подаци алата за макроекономске анализе	15
3.1 Инпут-аутпут табела Србије	15
4 Прилози.....	17
4.1 Пројекције БДП-а.....	17
4.2 Пројекције БДВ.....	18
4.3 Напомена о аукцијским ценама за пројекте који користе енергију ветра и сунца у региону.	20
4.4 Опције цена угљеника.....	21
4.5 Реновирање зграда.....	22

СКРАЋЕНИЦЕ

БЕЛ	Београд
<i>BESS</i>	Систем за батеријско складиштење енергије (<i>Battery Energy Storage System</i>)
<i>CAPEX</i>	Капитални издаци
ФК	Фактор капацитета
<i>CGE</i>	Модел опште равнотеже
<i>CHP</i>	Комбинована производња електричне и топлотне енергије
ЦУ	Цена угљеника
КГ	Климатска година
<i>DSR</i>	Одговор на страни потражње
ЕК	Европска комисија
ENTSO-E	Европска мрежа оператора преносних система за електричну енергију
ЕМС	Акционарско друштво „Електромержа Србије“
<i>EnC</i>	Енергетска заједница
<i>ETS</i>	Шема трговином емисијама
ЕУ	Европска унија
<i>GHG</i>	Гас са ефектом стаклене баште
БДП	Бруто домаћи производ
<i>GTAP</i>	Пројекат анализе глобалне трговине
БДВ	Бруто додата вредност
ХЕ	Хидроелектрана
<i>IEA</i>	Међународна агенција за енергију
<i>IRR</i>	Интерна стопа поврата
СПА	Средњорочна прогноза адекватности
MANAGE	Ублажавање, адаптација и нове технологије модел примењеног општег еквилибријума
<i>NACE</i>	Номенклатура економских активности
НЕКП	Национални енергетски и климатски план
НТ	Нето трансфер
<i>NTC</i>	Нето преносни капацитет
ПАП	Пумпно акумулационо постројење
<i>PECD</i>	Паневропска база података о клими
<i>PEMMDB</i>	Паневропска база података тржишног моделирања
РХЕ	Реверзибилна хидроелектрана
<i>PV</i>	Соларни
<i>RAE</i>	Регулаторна тело за енергетику
<i>REG</i>	Мере засноване на регулативи
ОИЕ	Обновљиви извори енергије
<i>RoR</i>	Проточна хидроелектрана
<i>ROW</i>	Остали део света
СЕМС	Систем енергетског моделирања Србије
ЈИС	Југоисточна Србија
Алат ОИЕ	Алат за велику учешће ОИЕ на тржишту
МСР	Матрица социјалног рачуноводства
РСЗ	Републички завод за статистику
<i>SSP</i>	Заједничке социо-економска кретања
ЈЗС	Југозападна Србија
ТЕ	Термоелектране
ОПС	Оператор преносног система
ТУ	Циљна година
<i>TUNDP</i>	Десетогодишњи план развоја мреже
<i>UCED</i>	Избор агрегата и економски диспечинг
ВОЈ	Војводина

WEM	(сценарио) са постојећим мерама
-----	---------------------------------

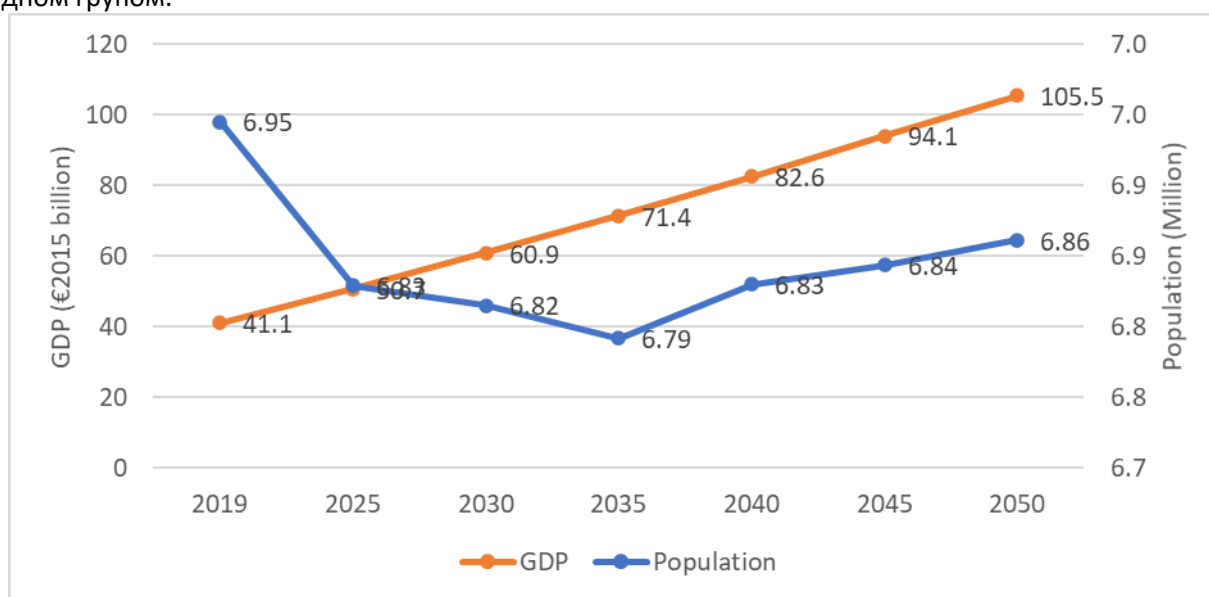
1 ОПИС УЛАЗНИХ ПОДАТАКА СЕМС-А ЗА АЛТЕРНАТИВЕ СЦЕНАРИЈА

1.1 Пројектован развој главних егзогених фактора који утичу на развој енергетског система и емисије гасова с ефектом стаклене баште

1.1.1 Макроекономске прогнозе (БДП и раст становништва)

У овом поглављу су укратко представљени главни улазни параметри који се користе у формулацији сценарија за енергетски систем Републике Србије. Најважнији параметри, који утичу на потражњу за енергијом, укључују развој БДП-а и становништва до 2050. године.

Пројекција становништва приказана је на следећој слици 1. на основу медијанског сценарија Републичког завода за статистику (РЗС), као и пројекције БДП-а, како је разматрано и договорено са Радном групом.



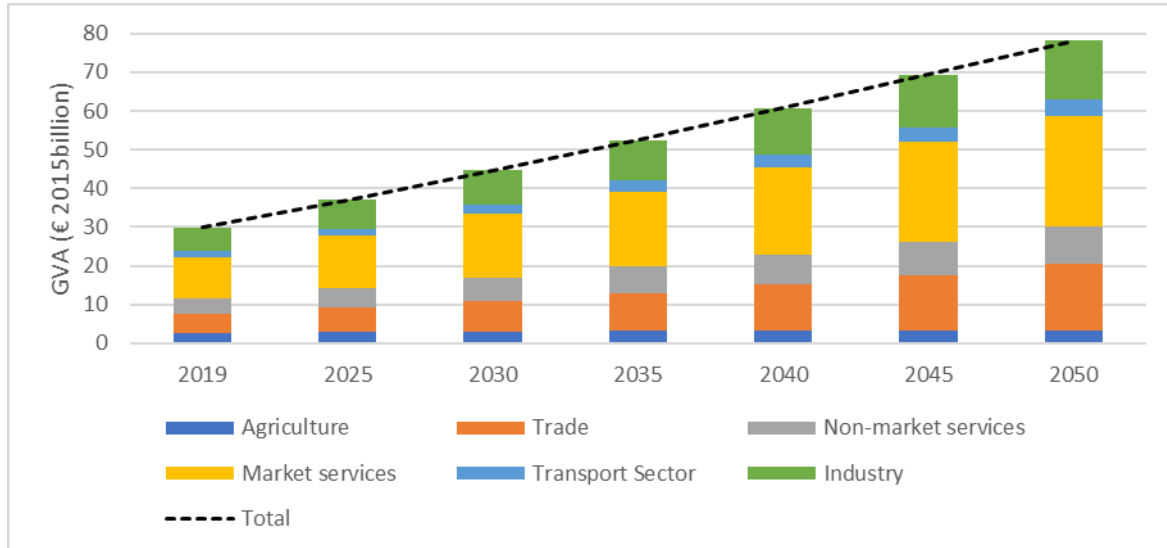
	2019.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.	Извор
Становништво (милион)	6945.0	6829.2	6815.0	6791.7	6830.0	6843.6	6861.3	Средњи сценарио из РЗС-а1 Предвиђено је да се смањи на просечно 2,8 до 2050. године. ²
Број особа по домаћинству	2,89	2,88	2,86	2,85	2,83	2,82	2,80	

¹ <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/180203?languageCode=en-US>

² Републички завод за статистику је коришћен као извор за 2019. годину (видети табелу 1.1 на <https://publikacije.stat.gov.rs/G2021/PdfE/G202114018.pdf>). Преостале године су базиране на пројекцији под претпоставком да ће се до 2050. године смањити на ниво који је Хрватска имала у 2020. години према подацима Евростат-а https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfst_hhanwhtc/default/table?lang=en

БДП (€ 2015 милијарди)	41078,7	50689.9	60866.5	71439.2	82595.9	94064.2	105515.0	Видети Прилог 4.1 за више детаља
-------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------------------------------

Слика 1: Развој БДП-а и становништва до 2050. године



Слика 2: Развој БДВ за различите секторе привредних активности до 2050. године
(Извор: Пројекције из макроекономског CGE модела конзистентне с укупним пројекцијама БДП-а)

Пројекције бруто додате вредности (БДВ) по сектору привредне активности, које су конзистентне с пројекцијама БДП-а приказаним горе и коришћеним у сценарију WEM („са постојећим мерама“), приказане су на слици 2.

За енергетски интензивне секторе цемента, гвожђа и челика, бакра, олова, цинка, других обојених метала, стакла, керамике и других неметалних минерала, физичка производња је коришћена као покретач потражње за енергијом у сваком подсектору, као што се може видети у наредној Табели. Пројекција физичке производње се користи у овим енергетски интензивним секторима будући да се физичка количина сматра реалнијим покретачем пројекција потражње за енергијом у односу на додатну вредност сектора, чије варијације може зависити од других економских разлога, нпр. промена цене производа, а не само до стварне промене производње.

Табела 1: Развој физичке производње енергетски интензивних индустријских подсектора до 2050. године

kt	2019.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Челик	1664,0	1871,0	2035,0	2290,0	2643,0	2748,0	3033,0
Бакар	45,0	80,0	90,0	120,0	140,0	150,0	180,0
Олово	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Цинк	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Литијум/бор и сродни производи	0,0	0,0	600,3	600,3	600,3	600,3	600,3
Остали обојени метали	20,6	22,0	22,0	23,0	24,0	25,0	25,0
Цемент	2151,0	2695,0	3018,4	3302,1	3569,5	3808,7	4055,1
Рециклирано стакло	15,2	24,0	29,0	33,0	41,0	47,0	53,0

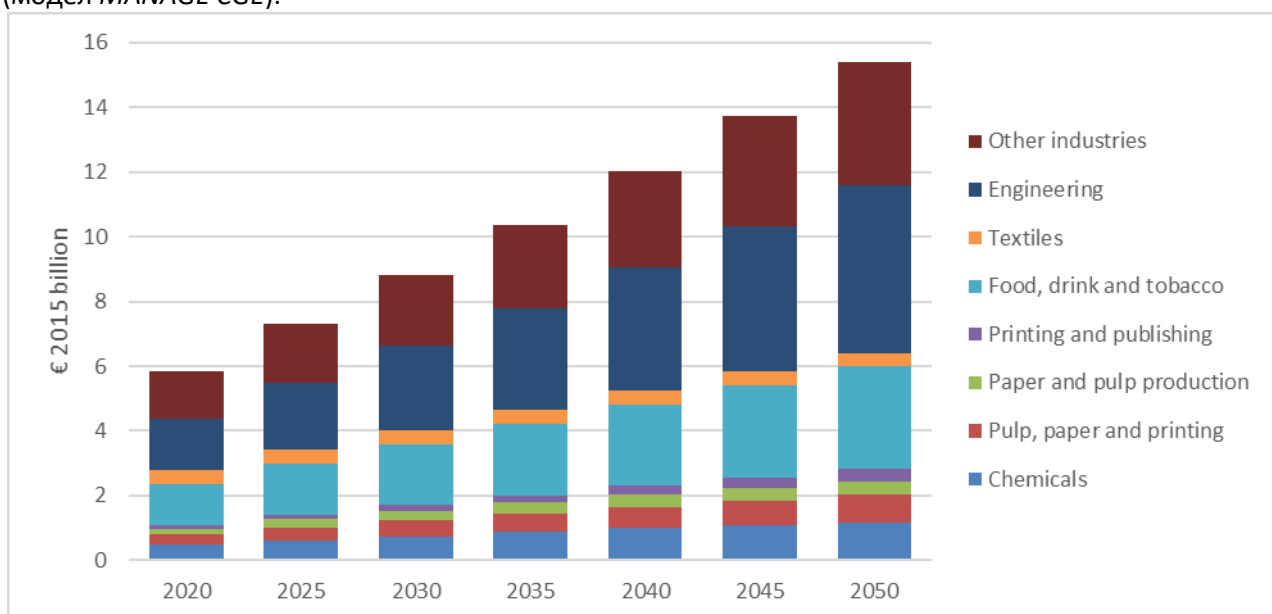
3 За више детаља погледати Прилог 4.2. о пројекцијама Макроекономског модела коришћеног на овом пројекту

Примарно стакло	26,2	33,0	35,0	36,0	38,0	37,0	35,0
Керамика	16,8	21,0	24,0	28,0	32,0	36,0	41,0
Остали неметални минерали	10,0	13,0	15,0	17,0	19,0	22,0	24,0

Извор: Пројекције из макроекономског модела и улазни подаци за нове активности у индустријском и рударском сектору добијени од релевантних заинтересованих страна.

Претходна табела обухвата предвиђено повећање производње бакра према објављеним информацијама и увођење нових активности у друге секторе индустријске производње и рударства, на основу информација које су доставиле кључне заинтересоване стране.

За остале индустријске подсекторе, Додата вредност је коришћена као покретач потражње и то је приказано по подсекторима на наредној Слици. Ове пројекције су конзистентне с пројекцијом БДП-која је представљена на Слици 1. и анализом Макроекономског модела који се користи у овој студији (модел *MANAGE CGE*).



Слика 3: Развој додатне вредности осталих индустријских подсектора до 2050. године

(Извор: Пројекције макроекономског модела конзистентне с пројекцијама БДП-а)

1.1.2 Пројекције цена увозне енергије

Пројекције просечних годишњих увозних цена главних енергената приказане су у наредној табели.

Табела 2:: Пројекције цена увоза енергије⁴

Евро (2015)	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Нафта (евро/барел)	33,5	63,97	72,2	81,5	87,8	95,2	106,3
Гас (евро/MBTU)	3,4	5,57	6,24	6,85	8,04	8,71	8,83
Гас (евро/MWh)	11,59	19	21,3	23,36	27,42	29,71	30,12
Камени угаљ (евро/тона)	36,53	50,48	64,02	69,36	73,87	77,56	80,85

Цене за 2030. годину и након ње засноване су на „Процени утицаја повећања климатских амбиција Европе за 2030. годину“ што је анализа која је спроведена за нови пакет Европске уније Fitfor55.

⁴ Европска комисија, “Impact Assessment of the stepping up Europe’s 2030 climate ambition”, са корекцијом вредности у 2025. години, [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD\(2020\)176&lang=EN](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD(2020)176&lang=EN) Table 35.

Међутим, пошто су претпоставке о ценама које су биле укључене у Процену утицаја биле прениске за прве периоде, вредности за 2025. годину су повећане на 19 евра/MWh.

Да би упоређивање цена било лакше, у следећој табели приказане су цене у еврима (2015)/GJ.

Ево2015/GJ	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Сирова нафта	5,76	11,00	12,42	14,02	15,10	16,23	17,45
Природни гас	3,39	5,55	6,23	6,83	8,01	9,31	10,82
Камени угаљ	1,70	2,12	2,68	2,91	3,10	3,29	3,50
Кокс	2,16	2,69	3,41	3,69	3,93	4,18	4,45

1.1.3 Инвестициони трошкови технологија ОИЕ.

Предвиђени развој трошкова технологија ветра и соларних технологија може се видети у табели у наставку. Обухваћена су три нивоа трошкова за ветроелектране за моделирање „криве снабдевања“ за потенцијал ветра.

Табела 3: Пројекција инвестиционих трошкова за ветроелектране и соларне инсталације.⁵

Евро/kW	2025.	2030.	2040.	2050.
Соларна електрана - Величина постројења	575	550	500	350
Кровни соларни панели	690	660	600	420
Ветроелектране Ниво трошкова 1	1150	1000	950	900
Ветроелектране Ниво трошкова 2	1265	1100	1045	990
Ветроелектране Ниво трошкова 3	1520	1320	1254	1188

Горе приказани инвестициони трошкови засновани су на основној информацији представљеној у Прилогу 4.3.

Додатни трошак за трошкове прикључка, израчунат као просек из података које ЕМС пружа из постојећих пројеката, додаје се претходно наведеним инвестиционим трошковима, као што се може видети у Табели 5.

Табела 4: Додатни трошкови прикључења за ветроелектране и соларна постројења

Просечни трошкови прикључења по региону	€/kW
БЕО	35,6
ВОЈ	35,6
ЈИС	53,9
ЈЗС	100,0

(Извор: Просечне вредности трошкова прикључења које обезбеђује ЕМС)

Сматра се да је фактор капацитета соларних панела 15% за инсталације величине соларних електрана (смањен за 10% за кровне панеле), док фактор капацитета ветроелектрана варира од 27% у регионима Београда, јужне и источне Србије, Шумадије и западне Србије, до 30% у Војводини.

⁵ За више информација видети Анекс 4.3

1.2 Друге улазне претпоставке

1.2.1 Опције цена угљеника

Размотрене су следеће опције у вези са пројекцијом цена CO₂ у временском хоризонту до 2050. године.

Табела 5: Опције пројекције цена угљеника

	Пројектована цена Система трговине емисијама (ETS) Евро2015/tCO2	а	б	в	г
		Опција 1	Опција 2	Опција 3	Опција 4
		Евро2015/tCO2	Евро2015/tCO2	Евро2015/tCO2	Евро2015/tCO2
2025.	60	15	4	4	0
2030.	70	35	20	20	20
2035.	80	60	30	25	25
2040.	90	90	45	30	45
2045.	115	115	115	40	115
2050.	150	150	150	50	150

Различите опције приказане у претходној табели одговарају различитим нивоима „бесплатних емисионих јединица“ додељених емисијама које би требало укључити у шему ETS за Србију, као што се може видети у Прилогу 4.4.

Образложење цена у првој колони табеле је следеће. Најновији Референтни сценарио ЕУ 2020 (објављен у јулу 2021) даје следећу пројекцију цена ETS:

Табела 6: Пројекције цена угљеника у Основном сценарију ЕУ за 2020.

Година	Евро2015/tCO2eq
2025.	26,5
2030.	30,0
2040.	50,0
2050.	150,0

Извор: (Референтни сценарио ЕУ 2020, јул 2021, слика 8⁶)

Међутим, фуснота у извештају указује на следеће: „Моделирање се примењује на оквир политике ETS за 2030. годину од краја 2019. године и реализовано је пре политичког споразума о новом климатском циљу смањења нето емисија с ефектом стаклене баште у ЕУ за најмање 55% до 2030. године, што је врло вероватно утицало на динамику цене ETS од краја 2020. године.“ (EU Baseline 2020, јул 2021, стр. 41).

Надаље, на основу тренутних трендова развоја цена ETS (који су изнад 50 евра по тони након јуна 2021. године), и на основу следећег коментара из недавно објављених предлога за ревизију ETS⁷ (стр. 34): „Цена угљеника ETS у Основном сценарију (Baseline) која одражава само тренутно усвојене политике у просеку износи 29 евра за период од 2021. до 2030. године и 30 евра за период од 2026. до 2030. године. Тренутно посматране цене на тржишту угљеника већ одговарају на повећан циљ емисије гасова с ефектом стаклене баште и крећу се између 40 и 55 евра. Будуће цене угљеника су по природи неизвесне и на њих утичу избори политика и развој тржишта. Код моделираног пројекта сценарија политика за период од 2026. до 2030. године просечна цена угљеника се креће између 45 и 70 евра, с пројектованим ценама угљеника у 2030. години у распону од 50 до 85 евра. Ово је углавном у складу са спољним анализама, за које просечна предвиђена цена за 2030. годину износи 71 евра, с

⁶ Референтни сценарио ЕУ, јул 2020, https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en

⁷ Директива 2003/87/EC https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision-eu-ets_with-annex_en_0.pdf

великим распонем између 42 и 89 евра." Према томе, вредности за 2030. годину су повећане на 70 €/tCO₂ и постепено су повећаване на 150 €/tCO₂ ЕУ *Baseline* 2020.

У садашњем предлогу за ревизију Уредбе о расподели напора (стр. 148)⁸ наводи се да "вредност угљеника у 2050. години достиже нивое између 360 €/tCO₂ (у REG-у, где фактори подстицаја енергетске политике играју релативно већу улогу) и 430 €/tCO₂ (MIX-CP).", што јасно показује да се очекују укупне веће цене угљеника.

1.2.2 Потенцијали обновљивих извора енергије

Претпоставке које су укључене у расположиве потенцијале ОИЕ су следеће:

- а) Потенцијал енергије ветра. На основу улазних података које су дали EMC и MPE о пројектима ветроелектрана који су у различитим фазама имплементације (од изводљивости до прибављања дозвола), могуће је постићи укупан капацитет од 7 GW. Ово је накнадно повећано на 11 GW, као претпостављени потенцијал ветра до 2050. године да би се омогућили напредак у технологијама и нова постројења.
- б) Соларни потенцијал. Након дискусија у Радној групи и добијених података о процењеном кровном потенцијалу, горња граница од близу 15 GW до 2050. године је укључена у анализе сценарија, што је даље повећано у веома амбициозном сценарију до 2050. године на 20GW до 2050. године. Претпоставља се да ће ниво кровних панела од 1,5 GW бити постигнут до 2030. године, у складу са амбицијама MPE.
- в) Хидроенергија. До 2050. године, сматра се да је укупан потенцијал од 3 GW великих хидроелектрана (2354 MW постојећих и 652 MW могућих нових додатних), 425 MW малих хидроелектрана (107,6 MW постојећих у 2020.) и 1,28 GW нових реверзибилних хидроелектрана на постојећих 614 MW (Бајина Башта) (ово укључује 680 MW у Бистрици и 600 MW у Ђердапу). Сматра се да капацитет реверзибилне ХЕ Ђердап 3 може да достигне 2,4GW што се може користити у врло амбициозном сценарију за ОИЕ.

Вредности описане изнад дефинисане су као горње границе (горње границе капацитета различитих технологија), а **стварно учешће сваке технологије одређује се моделом у зависности од формулације сценарија.**

⁸ Уредба (ЕУ) 2018/842, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/proposal-amendment-effort-sharing-regulation-with-annexes_en.pdf

2 УЛАЗНИ ПОДАЦИ АЛАТА ОИЕ

Алат ОИЕ састоји се од тржишног модела, који је развијен у софтверу ANTARES, електроенергетских система региона приказаних на слици 4. Тржишна зона Србије која одговара систему моделираном у СЕМС-у моделирана је као тржишна зона PC01, док PC02 одговара Аутономној покрајини Косово и Метохија.



Слика 4: Моделирани периметар

Модели тржишних зона, осим PC01, заснивају се на јавно доступним подацима *ENTSO-E* за *TYNDP 2020*, сценарија НТ (Национални трендови). Коришћене су вредности за нето преносне капацитете граница српског система које пружа ЕМС.

Модел тржишне зоне PC01 заснива се на резултатима СЕМС-а за специфични сценарио који је показао неке од највиших нивоа инсталисаних капацитета за инсталације енергије ветра и солара у 2030. години. Образложење ове анализе јесте да ако електроенергетски систем ради адекватно у овим условима, онда би такође радио адекватно и са нижим нивоима инсталираних капацитета ОИЕ.

Главни улазни подаци СЕМС-а који се користе у алату ОИЕ су следећи за **2030. и 2040. годину**:

- Инсталисани капацитети по технологији/гориву за ОИЕ и конвенционалне технологије.
- Годишња потражња за електричном енергијом.
- Цена угљеника.
- Ограничења у раду електрана на фосилна горива, која одговарају ограничењима емисије CO₂.

2.1 Моделирање суседних електроенергетских система.

За тржишне зоне које ће се моделирати, *ENTSO-E MAF 2020*⁹ и *TYNDP2020*¹⁰ могу бити главни извори параметара модела, као и подаци које пружа ЕМС или други чланови Радне групе. Током анализе различитих сценарија за систем Србије, сценарио који се буде користио за суседне система ће бити поправљен.

⁹ ENTSO-E, "Mid-term Adequacy Forecast 2020," 2020.

¹⁰ ENTSO-E, "Ten-Year Network Development Plan," 2020.

Постоје три сценарија у *ENTSO-E TYNDP 2020* који се могу користити као референца за суседне системе:

„**Национални трендови**“ – представља централни сценарио „одоздо нагоре“ у складу са НЕКП и управљањем енергетском унијом и правилима климатских акција, као и са даљим националним политикама и климатским циљевима које су већ навеле земље чланице ЕУ. Следећи своја основна начела, Национални трендови усклађени су са Оквиром за климу и енергетику ЕУ за 2030. годину (32% обновљивих извора енергије, 32,5% енергетске ефикасности) и Дугорочном стратегијом ЕК за 2050. годину с договореним климатским циљем смањења CO₂ од 80–95% у односу на нивое из 1990. године.

„**Глобална амбиција**“ је сценарио у складу са циљем од 1,5°C из Париског споразума, такође узимајући у обзир климатске циљеве ЕУ за 2030. годину. Она гледа у будућност коју карактерише развој у централизованом производњи. Економије обима доводе до значајног смањења трошкова у технологијама у настајању, попут ветра на мору, али и увоза енергије из конкурентних извора сматрају се одрживом опцијом.

„**Дистрибуирана енергија**“ је сценарио у складу са циљем од 1,5°C из Париског споразума, такође узимајући у обзир климатске циљеве ЕУ за 2030. годину. Он обухвата децентрализован приступ енергетској транзицији. Кључна карактеристика сценарија је улога потрошача енергије (купца-произвођача, *prosumer*), који активно учествује на тржишту енергије и помаже у подстицању декарбонизације система улагањем у мала решења и кружне приступе. У нашој анализи се као референца за регионални модел користи сценарио Националних трендова. Национални трендови се ослањају на податке добијене из најновијих поднесака Националних енергетских и климатских планова за 2030. годину, специфичних за сваку земљу, на одређени датум података. Тамо где НЕКП не пружа довољно информација или потребан ниво детаљности, што посебно важи за 2040. годину, Национални трендови се заснивају на најбољем знању ОПС-а у складу са националним дугорочним климатским и енергетским стратегијама.

Доступни подаци из *ENTSO-E*, који се користе у *MAF 2020* и *TYNDP 2020*, детаљније су описани у следећим одељцима.

2.2 Моделирање електроенергетског система Србије

У капацитету производње доминирају лигнит и хидроелектране. Бруто потражња за електричном енергијом у Србији у 2018. години износила је 34,2 TWh (искључујући Аутономну покрајину Косово и Метохију). Потрошња крајњих купаца износила је 29,2 TWh, док су преостале количине коришћене за рад електрана и надокнаду губитака у преносној и дистрибутивној мрежи.

Индекс интерконективности преносног система Србије (изражен као однос између збира максималних вредности *NTC* (нето преносног капацитета) на границама и укупног инсталисаног производног капацитета) је 50%¹¹, тј. много виши од одговарајућег циља од 10% за 2020. годину за земље чланице ЕУ. Очекује се да ће се овај висок ниво интерконективности ефикасније користити како напредује интеграција регионалног тржишта електричне енергије.

2.2.1 Улазни подаци производних јединица

За српски систем, додати су додатни виртуелни чворови како би се детаљно моделирале хидроелектране (нпр. по реци), пошто се претпоставља да су хидроелектране груписане у сваком подручју. Подаци о хидроелектранама српског система наведени су у следећој табели.

Табела 7: Хидроенергетске производне јединице електроенергетског система Србије
(извор: податке доставио ЕПС)

¹¹ Секретаријат Енергетске заједнице, “Electricity Interconnection Targets in the Energy Community Contracting Parties”, Feb. 2021.

Производна јединица	Река	Тип	Инсталирани капацитет [MW]
ХЕ Ђердап 1	Дунав	RoR (проточна)	1126,3
ХЕ Ђердап 2		RoR (проточна)	270,0
Реверзибилна хидроелектрана Бајина Башта	Дрина	реверзибилна	616,0
ХЕ Бајина Башта		RoR (проточна)	420,0
ХЕ Зворник		RoR (проточна)	118,2
ХЕ Врла 1	Власина	Акмулациона	51,0
ХЕ Врла 2		Акмулациона	23,8
ХЕ Врла 3		Акмулациона	29,4
ХЕ Врла 4		Акмулациона	24,8
ХЕ Пирот		Акмулациона	80,0
РХЕ Лисина		Реверзибилна	28,6
ХЕ Увац	Лим	Акмулациона	36,0
ХЕ Кокин Брод		Акмулациона	22,5
ХЕ Бистрица		Акмулациона	102,0
ХЕ Потпећ		RoR (проточна)	51,0
ХЕ Међувршје	Западна Морава	RoR (проточна)	9,6
ХЕ Овчар Бања		RoR (проточна)	8,2

Такође, за српски систем су детаљно моделиране термо блокови, по блоковима. Подаци о термо блоковима српског система су наведени у следећој табели.

Табела 8: Термо блокови електроенергетског система Србије
(извор: податке доставио ЕПС)

Производни блок	Гориво	Година пуштања у рад:	Очекивана година стављања ван погона	Номинална излазна снага [MW]
ТЕ Никола Тесла А1	Лигнит		2040.	210
ТЕ Никола Тесла А2	Лигнит		2040.	210
ТЕ Никола Тесла А3	Лигнит		после 2040.	329
ТЕ Никола Тесла А4	Лигнит		после 2040.	309
ТЕ Никола Тесла А5	Лигнит		после 2040.	340
ТЕ Никола Тесла А6	Лигнит		после 2040.	348
ТЕ Никола Тесла Б1	Лигнит		после 2040.	650
ТЕ Никола Тесла Б2	Лигнит		после 2040.	650
ТЕ Морава	Лигнит		2023.	125
ТЕ Колубара А1	Лигнит		2018.	320
ТЕ Колубара А2	Лигнит		2018.	320
ТЕ Колубара А3	Лигнит		2023.	650
ТЕ Колубара А5	Лигнит		2023.	110
ТЕ Костолац А1	Лигнит		2038.	100
ТЕ Костолац А2	Лигнит		2038.	210
ТЕ Костолац Б1	Лигнит		после 2040.	349

Производни блок	Гориво	Година пуштања у рад:	Очекивана година стављања ван погона	Номинална излазна снага [MW]
ТЕ Костолац Б2	Лигнит		после 2040.	349
ТЕ Костолац Б3	Лигнит	2020.	после 2040.	350
ТЕ-ТО (СНР) Панчево	Гас	2020.	после 2040.	188

2.2.2 Ветар, сунце и производња која се не може диспечовати

Слично, за учитавање временских серија, временске серије ОИЕ из *ENTSO-E PECD* могу се користити као основа за симулиране климатске године или временске серије које је доставила Радна група, а које одговарају климатским годинама за симулацију. На основу временских серија фактора капацитета (ФК) и укупних инсталисаних капацитета по технологији, добијених на основу резултата СЕМС-а, израчунате су потребне временске серије у MW и додате у алат ОИЕ.

За производњу која се не може диспечовати (СНР, биомаса, итд.), осим инсталисаних капацитета који су обезбеђени из СЕМС-а, ФК сатне временске серије су достављене за алат ОИЕ.

2.2.3 Хидрогенерација

У *PECD*, укупна хидро производња и приливи за Србију доступни су за ТУ 2025, за сваку климатску годину и за три категорије:

Поред тога, коришћени су одговарајући приливи које је обезбедила Радна група.

Наредни подаци су обезбеђени по постројењу:

- Проточна хидроелектрана
- Акумулациона
- Реверзибилна хидроелектрана отвореног система.

Уместо њих, могу се користити одговарајући приливи које је обезбедила Радна група.

У погледу карактеристика хидроелектрана, у модел су унети и следећи подаци:

- Укупан инсталисани капацитет (анализа сценарија у СЕМС-у)
- Максимални производни капацитет (доставио ЕМС)
- Укупна нето минимална стабилна производња [MW] (доставио ЕМС)
- Производња по сату проточне хидроелектране (доставио ЕМС).

2.2.4 Термо производни блокови

За сваки термо производни блок, достављени су доступни подаци за следеће параметре:

- Датуми пуштања у рад и стављања ван погона (или, да ли су у употреби у циљним годинама за анализу, нпр. 2030)
- Нето максимални производни капацитет [MW]
- Ограничење излазне снаге, ако га има због техничких ограничења [MW]
- Нето минимално стабилна производња [MW]
- Просечна топлотна снага [GJ/MWh] или ефикасност [%]
- Минимално време рада и минимално време застоја [h]
- Стопа принудног прекида рада [%]
- Средње време за поправку [број дана]
- Планирани прекид рада: годишња стопа [број дана], периоди рестрикција због одржавања
- *ENTSO-E PEMMDB* тип горива и постројења
- Променљиви трошкови рада и одржавања [€/MWh]

- Обавезе у погледу снабдевања које се морају извршити
- Било која ограничења, као што је обавезна производња која се мора извршити/минимална производња

3 УЛАЗНИ ПОДАЦИ АЛАТА ЗА МАКРОЕКОНОМСКЕ АНАЛИЗЕ

3.1 Инпут-аутпут табела Србије

За калибрацију модела обезбеђен је одговарајући скуп података који представља српску привреду за референтну годину, где се израчунавају параметри модела како би се реплицирао овај скуп података. Што се тиче израчунатих модела опште равнотеже (*CGE*), скуп података који се користи у ту сврху је Матрица социјалног рачуноводства (*SAM*) предметне привреде. *SAM* приказује кружне новчане токове који се одвијају између привредних актера у одређеном временском периоду, обично годину дана,¹² пружајући статичну слику привреде од интереса за ову годину. У *SAM*-у, свака ћелија исказује расход за актера из одговарајуће колоне и пријем тог расхода, односно приход, за актера одговарајућег реда. Дакле, *SAM*, осим што пружа квантитативне податке за привреду која је у питању, приказује и њену структуру, попут удела производње и увоза представљених сектора. Као резултат тога, реплицирањем *SAM*-а, модел је прилагођен идиосинкразији привреде испитиване земље, обухватајући њене специфичности.

Табела 9 приказује индикативни пример *SAM*-а који представља хипотетичку привреду састављену од четири актера, на следећи начин: (i) *Активности*, (ii) *Фактори производње*, (iii) *Институције* (нпр. домаћинства и влада), и (iv) *Остатак света (ROW)*. Институције поседују факторе производње и преносе их на Активности зарађујући одговарајући приход, који заузврат користе за куповину домаће и увезене финалне робе. Активности користе факторе производње заједно са сировом робом за производњу финалне робе, при чему се део њих троши на домаћем тржишту, део се извози, а један део се користи као сировина за производњу друге финалне робе. Треба напоменути да *SAM* представља привреду у равнотежи, што значи да је укупан приход актера једнак његовим укупним расходима, или, другим речима, понуда је једнака потражњи.

Табела 9: Пример Матрице социјалног рачуноводства (*SAM*)

<i>SAM</i>	Роба	Активности	Фактори	Институције	Остатак света	Укупно
Роба		Међуфазна потрошња		Институционална потрошња	Извози	Потражња
Активност и	Домаћа производња					Бруто производња
Фактори		Фактори домаћи приход			Приход Фактора из Остатка света	Приходи фактора
Институције			Расподела прихода Фактора Институцијама		Трансфери институцијама из Остатка света	Институционални приход
Остатак света	Увози		Приход Фактора према	Институционални трансфери Остатку света		Плаћања Остатку света

12 Mainar Causapé, A., Ferrari, E. and McDonald, S., 2018. Social Accounting Matrices: basic aspects and main steps for estimation, EUR 29297 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/010600

SAM	Роба	Активности	Фактори	Институције	Остатак света	Укупно
Укупно	Снабдевање	Трошкови производних активности	Расходи фактора	Институционални расходи	Приход из Остатка света	Остатку света

У нашем случају, алат за макроекономске анализе користи SAM Србије са референтном 2019. годином. У почетку ће SAM из Србије бити издвојен из базе података 10p1 Пројекта анализе глобалне трговине (GTAP), са референтном 2014. годином. База података GTAP 10p1 први пут ће укључити Србију као засебну земљу, на основу доприноса датог за потребе овог пројекта. Треба напоменути да је у претходним верзијама GTAP базе података Србија била представљена као део агрегатног региона „Остатак Европе“. За сваки регион који је пријављен у GTAP бази података, информације о вредностима производње, међуфазној и финалној потрошњи роба и услуга дате су у милионима америчких долара.¹³

SAM који је дала база података GTAP 10p1 припремљен је на основу података Завода за статистику Републике Србије (РЗС). Посебно је коришћена табела Инпут-аутпут (I-O) за 2015. годину српске привреде коју је доставио РЗС.¹⁴ I-O табеле, сличне SAM-овима, приказују кружне новчане токове који се јављају унутар привреде за одређени временски оквир. Међутим, они то раде на агрегатнији начин од SAM-овима¹⁵, не испитујући подкатегорије заступљених актера, нпр. домаћинства. Дакле, SAM-ови пружају детаљнију и репрезентативнију слику о дотичној привреди.

13 Aguiar, A., et al. GTAP база података: верзија 10. Journal of Global Economic Analysis, v. 4, n. 1, p. 1-27, June 2019. ISSN 2377-2999. doi:<http://dx.doi.org/10.21642/JGEA.040101AF>.

14Доступно на: <https://www.stat.gov.rs/en-us/oblasti/nacionalni-racuni/godisnji-nacionalni-racuni-ponuda-i-upotreba/>.

15 La Marca, Massimiliano & Jiang, Xiao, 2017. From IO and Supply-and-Use to Social Accounting Matrix Analysis.

4 ПРИЛОЗИ

4.1 Пројекције БДП-а

Предвиђена стопа раста реалног БДП-а може се видети у следећој табели:

Године/период	Годишња стопа раста, %
2021-2026.	4,5
2026-2030.	3,6
2031-2035.	3,3
2036-2040.	2,9
2041-2045.	2,6
2046-2050.	2,3

Опште образложење ове пројекције је да ће се, дугорочније гледано, стопе раста БДП-а приближавати стопама земаља са већим БДП-ом по становнику. Консултовали смо пројекције стопа раста БДП-а из Заједничких социо-економских кретања (*Shared Socioeconomic Pathways, SSP*)¹⁶, које су глобалне дугорочне пројекције стопа раста БДП-а до 2100. године. Стопе раста Србије након 2026. године у пет сценарија SSP-а могу се видети на доњој слици¹⁷ заједно са пројекцијом која се користи у СЕМС-у. Као што се може видети, претпоставка коју смо користили је да ће путања пројекције бити између SSP1 и SSP5 (најоптимистичнији сценарији). Користили смо просек између SSP1 и SSP5 у периоду 2026-2030. године и периоду од 2046-2050. године и узели смо у обзир линеарну путању између.



На основу достављеним информација, пројекат који финансира ЕУ "EXTENSION OF THE EU ENERGY AND CLIMATE MODELLING CAPACITY TO INCLUDE THE EnC AND ITS NINE CPs" користи следеће стопе раста за пројекције реалног БДП-а:

	2026-2030.	2031-2035.	2036-2040.	2041-2045.	2046-2050.
Просечан годишњи раст пројекта EnC CPs (%)	3,6	3,0	2,8	2,7	2,6

¹⁶ Међународни институт за примењену анализу система, Заједничка база података социо-економског кретања, децембар 2018, <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=10>

¹⁷ Dellink et al. (2017). Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways. Global Environmental Change. Volume 42, January 2007, Pages 200-2014.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.004>

4.2 Пројекције БДВ

Следеће табеле приказују развој БДВ у еврима 2015. године који се користе за предвиђање потражње за корисним услугама

(милион евра 2015)									Стопе раста						
	2015.	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.	2015-20.	2020-25.	2025-30.	2030-35.	2035-40.	2040-45.	2045-50.
БДП	35740	40676	50690	60866	71439	82596	94064	105515	2,62%	4,50%	3,73%	3,26%	2,94%	2,63%	2,32%
ДВ (додата вредност)															
Пољопривреда	2400	2626	2856	3078	3213	3302	3343	3346	1,82%	1,69%	1,51%	0,86%	0,55%	0,25%	0,02%
ДВ Трговина (1)	3977	4812	6326	7963	9735	11760	14220	17318	3,89%	5,62%	4,71%	4,10%	3,85%	3,87%	4,02%
ДВ Нетржишне услуге (2)	3733	4109	5012	5898	6834	7805	8730	9534	1,94%	4,05%	3,31%	2,99%	2,69%	2,26%	1,78%
ДВ Тржишне услуге (3)	9580	10557	13474	16391	19418	22549	25616	28391	1,96%	5,00%	4,00%	3,45%	3,03%	2,58%	2,08%
ДВ Сектор транспорта	1320	1553	1972	2397	2845	3319	3804	4275	3,31%	4,90%	3,98%	3,48%	3,13%	2,77%	2,36%
ДВ Индустрија (ово укључује следеће индустријске секторе): (4)	5424	5901	7365	8837	10361	11995	13676	15353	1,70%	4,53%	3,71%	3,23%	2,97%	2,66%	2,34%
ДВ Гвожђе и челик	27	49	62	73	85	97	108	119	12,82%	5,09%	3,34%	2,94%	2,64%	2,26%	1,91%
ДВ Обојени метали	24	31	36	39	41	44	45	47	5,87%	2,61%	1,66%	1,32%	1,08%	0,84%	0,64%
ДВ Хемикалије	408	502	627	745	868	992	1098	1176	4,23%	4,52%	3,53%	3,09%	2,70%	2,05%	1,40%
ДВ Неметални минерали	214	247	303	354	400	450	505	573	2,97%	4,17%	3,13%	2,50%	2,36%	2,35%	2,56%
ДВ Целулоза, папир и штампа	255	287	384	481	572	657	744	845	2,42%	6,00%	4,59%	3,52%	2,83%	2,52%	2,58%
ДВ Храна, пиће и дуван	1375	1284	1589	1892	2204	2530	2856	3167	-1,35%	4,35%	3,55%	3,10%	2,80%	2,45%	2,09%
ДВ Текстил	410	425	425	424	425	423	416	405	0,72%	-0,01%	-0,06%	0,05%	-0,10%	-0,31%	-0,55%
ДВ Инжењерство	1409	1588	2083	2599	3161	3792	4471	5173	2,42%	5,58%	4,53%	3,99%	3,71%	3,35%	2,96%
ДВ Остале индустрије	1304	1488	1831	2204	2573	2977	3408	3840	2,67%	4,24%	3,78%	3,14%	2,96%	2,74%	2,42%

Напомене:

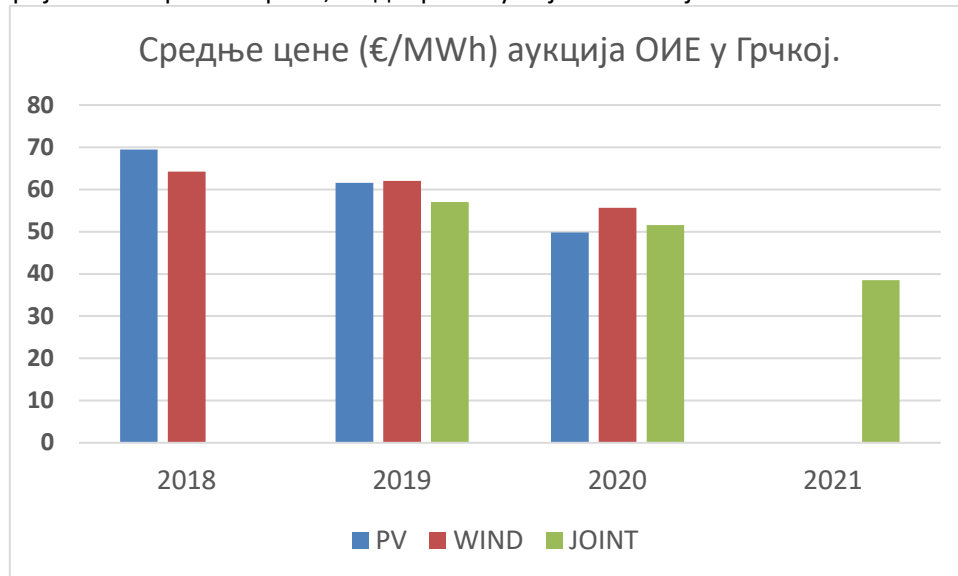
- (1) Ово се користи као покретач активности комерцијалних зграда.
- (2) Ово се користи као покретач за активности зграда у јавном сектору.
- (3) Ово се користи као покретач за активности пословних зграда у приватном сектору.
Ово се не користи у пројекцијама, већ је само представљено као збир сектора испод. Стопе раста сваког од ових сектора користе се у
- (4) пројекцијама потражње.

Сектори:	У Националним рачунима
ДВ Трговина	Г Трговина на велико и мало; поправка моторних возила и мотоцикала 469 219 496 914 528 619 581 618 617 729
ДВ Нетржишне услуге	О Државна управа и одбрана; обавезно социјално осигурање, П Образовање, Q Здравствене делатности и делатности социјалног рада
ДВ Тржишне услуге	И Услуге смештаја и исхране, Ј Информације и комуникације, К Финансијске и делатности осигурања, Л Пословање некретнинама, М Стручне, научне и техничке делатности, Н Административне и помоћне услужне делатности, Р Уметност, забава и рекреација, С Остале услужне делатности, Е Снабдевање водом; канализација, управљање отпадом и активности санације, Ф Грађевинарство.
ДВ Сектор транспорта	Х Саобраћај и складиштење.

Горенаведени сектори у категорији Индустрија	Укључене класификације NACE
Гвожђе и челик	NACE Рев. 2 групе 24.1, 24.2 и 24.3; и NACE Рев. 2 класе 24.51 и 24.52 (унос трансформације у високим пећима укључен је у сектор трансформације)
Обојени метали	NACE Рев. 2 група 24.4; и NACE Рев. 2 класе 24.53 и 24.54
Хемикалије и петрохемија	NACE Рев. 2, одељци 20 и 21
Неметални минерали	NACE Рев. 2, одељак 23
<i>Цемент и изведени производи</i>	NACE Рев.2 групе 23.5, 23.6
<i>Керамика, цигла итд.</i>	NACE Рев.2 групе 23.3
<i>Производња стакла</i>	NACE Рев. 2 групе 23.1
<i>Остали неметални минерали</i>	NACE Рев.2 Групе 23.2, 23.4, 23.7,23.9
Целулоза, папир и штампа	NACE Рев. 2, одељци 17 и 18
<i>Производња папира и целулозе</i>	NACE Рев. 2 одељци 17
<i>Штампа и издаваштво</i>	NACE Рев. 2, одељци 18
Храна, пиће и дуван	NACE Рев. 2, одељци 10, 11 и 12
Текстил	NACE Рев. 2, одељци 13, 14 и 15
Инжењерство	NACE Рев. 2 одељци 25, 26, 27 и 28, NACE Рев. 2 одељци 29 и 30
Остале индустрије	NACE одељци 22, 31 и 32

4.3 Напомена о аукцијским ценама за пројекте који користе енергију ветра и сунца у региону.

Следећи графикон и табела приказују резултате наменских аукција за солар и ветар у Грчкој у последње 4 године. Заједничке аукције се односе на аукције с отвореним учешћем из соларних пројеката и пројеката ветроелектрана, а одабране су најисплативије.



Просечне цене (€/MWh)			
	СОЛАР	ВЕТАР	ЗАЈЕДНО
2018.	69,48	64,24	
2019.	61,58	62	57,03
2020.	49,8	55,67	51,59
2021.			38,5

извор: Аукције Регулаторног тела за енергетику *RAE*¹⁸

За соларне електране, имајући у виду средњу циљану *IRR* Пројекта од 6,5% према додели од 40 €/MWh, ово значи 500 к€/MW.

За ветропаркове, имајући у виду средњу циљану *IRR* Пројекта од 6,5% према додели од 55 €/MWh, ово се преводи у 1000 к€/MW узимајући у обзир фактор капацитета од 25%. Већи ФК ће се вероватно превести на виши *Capex* због захтева локације у погледу приступачности, проширења мреже итд. Генерално, *Capex* ветра варира и процењује се од ниских 950 €/MW до 1200 €/MW.

За аукције соларних инсталација (*PV*), пројекције за 2021. годину и надаље су за средње додељене цене мање од 40 €/MWh, а за аукције ветра око 50 €/MWh.

Регулаторно тело за енергетику (*RAE*), грчко регулаторно тело, покренуло је у јуну 2021. године у Грчкој јавну консултацију о *CONE* (*Cost of New Entry* - трошак новог уласка) на основу међународних бенчмаркинг студија и проценом националних резултата аукција. Доња табела приказује почетне предлоге за *RAE* представљене на консултацијама са заинтересованим странама.

Врста технологије	Капитални трошак	Годишњи фиксни трошак
	к€/MW	к€/MW

¹⁸ Аукције Регулаторног тела за енергетику *RAE* (одлука на грчком језику), 2020

https://energypress.gr/sites/default/files/media/001_-_4i_apof._rae_-_diag._ioylioy_2020_-_1142_2020_-_oghiidx-trd_1.pdf

PV- на крову стамбене јединице	550	13,8
PV- Комерцијални	400	10,0
Ветар - на копну	1.000	25,0

Представљене CAPEX вредности за случај соларних панела су жестоко критиковане од стране тржишта, при чему је главна национална соларна асоцијација нагласила следеће:

„што се тиче стамбених соларних панела, 550 к€/MW је изузетно ниско и не одражава тржишну стварност. Предложени су следећи референтни трошкови за различите стамбене системе: а) 3 kW: 1250-1300 к€/M, б) 10 kW: 800-1000 к€/MW.

Слично и за комерцијалне соларне инсталације, 400 к€/MW је прилично ниско и одражава само EPC трошак (доњу вредност), а не пун трошак. Ако је све укључено, онда су реални референтни трошкови 500-550 к€/MW за велике соларне електране.”

Такође треба напоменути да је **соларна (PV) аукција у Албанији 2020. године** резултирала са 24,9 €/MWh за 70 MW, међутим према шеми помоћи од 50-50 капацитета која је омогућила остатку од 70 MW директан тржишни приход. Ипак, евидентно је да за солар не постоји општа конвергенција цена под неким факторима коришћења.

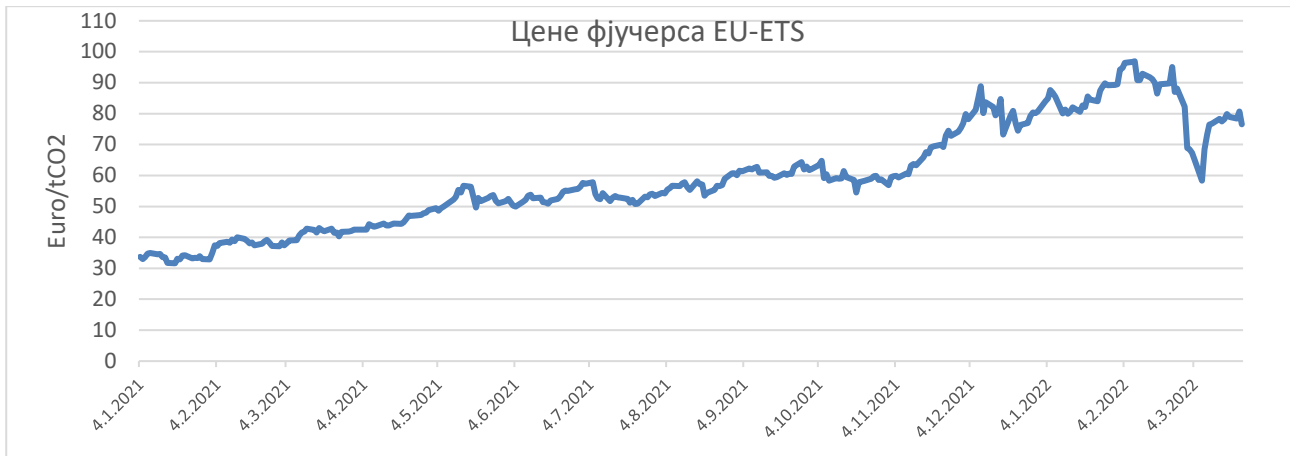
4.4 Опције цена угљеника.

Опције цена угљеника које су представљене у **Табели 5** и засноване су на следећим претпоставкама у погледу удела емисија које ће морати да учествују у аукцијском поступку ETS. Према томе, проценат додељених бесплатних емисионих јединица био би 100% умањено за проценат аукција у доњој табели.

		Опције одређивања цена угљеника у Србији							
	Пројектована цена ETS	Опција 1		Опција 2		Опција 3		Опција 4	
	Евро/tCO2	Евро/tCO2	% аукција	Евро/tCO2	% аукција	Евро/tCO2	% аукција	Евро/tCO2	% аукција
2025.	60	15	25%	4	7%	4	7%	0	0%
2030.	70	35	50%	20	29%	20	29%	20	29%
2035.	80	60	75%	30	38%	25	31%	25	31%
2040.	90	90	100%	45	50%	30	33%	45	50%
2045.	115	115	100%	115	100%	40	35%	115	100%
2050.	150	150	100%	150	100%	50	33%	150	100%

Штавише, тренутни ниво цена ETS константно је изнад 50 евра по тони од маја 2021. године¹⁹.

¹⁹Ember представља заштитни знак кампање Sandbag Climate Campaign CIC <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>



4.5 Реновирање зграда.

Реновирања омотача зграда укључено у дефиниције сценарија односи се на реновирање омотача зграда помоћу три алтернативне опције i) замена прозора, ii) замена прозора и изолација зидова и крова од 5 cm, iii) замена прозора и изолација зидова и крова од 10 cm. Одговарајући трошкови и побољшања енергетске ефикасности преузети су из резултата *TABULA* и *EPISCOPE*²⁰ и *ENTRANZE*²¹ пројеката. Технологије обнове омотача смањују потражњу за грејањем простора за одређени проценат у зависности од тога који од три претходно описана нивоа реновирања одабере СЕМС.

Штавише, СЕМС укључује низ технологија које задовољавају захтеве грејања, хлађења, загревања воде, осветљења, кувања, расхладног система за намирнице, прања и захтева других уређаја, са различитим ефикасностима и трошковима. Не намећемо никаква ограничења на доступност ових технологија, осим *WEM* сценарија у којем намећемо ограничене стопе увођења побољшаних и напредних технологија. Стога, стопа реновирања наметнута у сваком сценарију намеће ограничење само на побољшања омотача зграде.

²⁰ Резултати пројекта EPISCOPE за Србију, март 2016, координатор пројекта: Институт за становање и животну средину, Дармштад, Немачка, <https://episcopes.eu/monitoring/case-studies/rs-serbia/>

²¹ Резултати пројекта ENTRANZE, септембар 2014, координатор пројекта: Група за економију у енергетици, Технолошки универзитет, Беч, <https://www.entranze.eu/>

