

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2024

ИДЕЕН ПРОЕКТ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ЕДИН МИЛИОН ПОКРИВНИ И АГРОФОТОВОЛТАИЧНИ ЦЕНТРАЛИ ПЛУС СЪХРАНЕНИЕ

Христо Василев, Радослав Кючуков, Владислав Ангелов

Abstract: Conceptual project to build one million rooftop and agro-photovoltaic plants plus storage. The report presents: main elements of the concept project; the quality of the electricity supply in the project implementation; bulgarian households - both producers and consumers of electrical energy; other questions.

Authors: Prof. PhD Christo Vasilev, Technical University – Sofia; Assoc. Prof. PhD Radoslav Kyuchukov, “Angel Kanchev” University of Ruse; Master of Economics Vladislav Angelov.

Key words: conceptual project electrical energy; photovoltaic; agrophotovoltaic; accumulation of electrical energy; roducer and consumer; rooftop plant

ВЪВЕДЕНИЕ

Нулево или близко до нулевото енергопотребление е реално постижимо при домакинства, които освен топлоизолирането на жилищата, изградят собствени покривни фотоволтаични (PV) и агрофотоволтаични (APV) централи, и с акумулиране на неизползваната енергия. В допълнение - енергийното спестяване е съществен енергиен резерв. Енергоспестяващите технологии се развиват иновативно, преди всичко като пазарен елемент. Покривните фотоволтаични и агрофотоволтаичните централи със съхранение на енергията се разглеждат в контекста на зеления енергиен преход .

Реализира се основният проектен принцип: електрическата енергия да се произвежда и съхранява там, където се консумира, а малките количества излишна енергия да се съхраняват в акумулаторни батерии за споделено съхранение и да се консумират от членовете на енергийната общност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Основни елементи на идейния проект

В проекта се предлага един качествено нов подход при проектирането, съгласуването с електроразпределителни предприятия (ЕРП) и общини и начин на изграждане на фотоволтаичните (PV) централи. По този начин няма да се използва капацитета на преносните и разпределителни електрическите мрежи, в минимална степен ще се използва преносният капацитет на мрежите ниско напрежение, вследствие на което мрежовите такси върху произведената енергия ще бъдат нулеви.

На глобалния енергиен пазар PV технологията е единствената, която има нулеви емисии и позволява разпределено производство и съхранение на енергия, без шум и вибрации с екстремно ниски изравнени цени на енергията, при това в границите на имота на потребителя.

Проектът ще бъде изграден на базата на публично-частно финансиране с 40 % дял за частните, 10 % дял за общинските и 50 % дял за държавните вложения.

Сумарната инсталирана мощност на изградените PV централи ще бъде около 8 GWp, като най-малките централи ще бъдат 3 KWp, а максималната мощност за комунални и фирмени централи е до 250 kWp. За многофамилните сгради (жилищни блокове) е предложено техническо решение, което осигурява необходимите количества PV енергия за всяко домакинство.

Сумарният инсталиран капацитет за съхранение на енергия ще бъде 20 GWh (15 GWh чрез батерийно съхранение и 5 GWh вследствие управлението на електродомакинските уреди). Вследствие на мащаба на проекта, се очаква цените на компонентите да се намалят с около 10 %.

При относителна цена на PV панелите от 0.10 €/Wp, към края на 2025 г., (с гаранция за производителност над 25 години, продуктова гаранция 20 години и ефективност над 23.5%), ефективността през годините непрекъснато ще нараства и се прогнозира да достигне 30 % към 2030 г., вследствие на което цените на PV панелите непрекъснато ще намаляват.

Необходими инвестиции за реализация на проекта:

1. Доставка на 8 GWp панели: 800 млн. €, от които 320 млн. € частни, 80 млн. € общински инвестиции и 400 млн. € държавни инвестиции.

2. Доставка на 15 GWh батерии за съхранение на енергия: 900 млн. €

Предвижда да се използват натриево - йонни (*Na-ion*) батерии, произведени в България, с изградена верига на доставките без използването на критични материали. Този тип батерии имат съществени преимущества пред *LFP* батерии за стационарно съхранение, като безпроблемно рециклиране, ниска цена, голям брой цикли заряд – разряд, устойчивост при отрицателни стойности на температурата, висока степен на безопасност при пожар и други. В страната са налични основните суровини за производството на *Na-ion* батерии като натрий, графитни суровини и други. Чрез направените анализи се доказва, че относителната цена на 1 kWh капацитет за този тип батерии към 2026 г. ще бъде около 60 €/kWh и оскъпяване на 1 kWh енергия, преминала през батерията с около 0.015 €/kWh.

Ниските енергийни разходи за добив и преработка на необходимите суровини за производството на *Na-ion* батерии и ниските енергийни разходи в процеса на производството на самите батерии, са основната предпоставка за ниската изравнена цена на батериите.

3. Доставка на хибридни инвертори, метални конструкции, кабели, разходи за обучение на монтажници, проектиране, съгласуване и труд в съответствие с повишените часови ставки: 4300 млн. €.

4. Общите разходи за реализация на проекта: 800 млн. € + 900 млн. € + 4300 млн. € = 6000 млн. €, от които 2400 млн. € частни инвестиции, 600 млн. € общински инвестиции и 3000 млн. € държавни инвестиции. Посочените стойности са без ДДС.

Таблица 1.

Технико-икономически показатели на проекта по сектори и приведени към един участник (домакинство, фирма община)

№ по ред	Наименование на показателя	Дименсия	Домакинства	Микро-и малки фирми	Общини
1.	Брой на участниците по сектори	Брой	1 милион	50 000	250
2.	Годишно генерирана енергия	TWh	6	3	1

3.	Усреднено годишно потребление на енергия от един участник по сектори	MWh	6	60	4 000
4.	Сумарни инвестиции по сектори	Млрд. лева	3.6	1.8	0.6
5.	Инвестиции, приведени към един участник	Хил. €	3.6	36	2 400
6.	Стойност на частните инвестиции, приведени към един участник	Хил. €	1.4	24	1 600
7.	Стойност на държавните инвестиции, приведени към един участник	Хил. €	2.2	12	800

Забележка: Инвестициите са без включен ДДС

Таблица 2.
Стойност на частните и държавните инвестиции за домакинствата с различна степен на енергийна бедност

№ по ред	Степен на енергийна бедност на домакинствата	Относителен дял и абсолютен брой на домакинствата	Обща стойност на инвестицията	Стойност на частната инвестиция	Стойност на държавната инвестиция
-	Дименсия	%, хил. броя	хил. €	хил. €	хил. €
1.	Енергийно-бедни	30 %, 300	3.6	0	3.6

	домакин ства				
2.	Домакин ства със средна енергийна бедност	30 %, 300	3.6	1.2	2.4
3.	Домакин ства без енергийна бедност	40 %, 400	3.6	2.4	1.2

Основният принцип при определяне степента на енергийната бедност е равнопоставеност на разходите на домакинствата за: храна, енергийни нужди, изплащане на жилище, здравеопазване, образование, култура и други. Степента на енергийна бедност се определя в зависимост от стойността на показателя K :

$$K = \text{ГПД}/\text{Нд},$$

където: **ГПД** са годишните приходи на домакинството и се определят от приходите на членовете на домакинството за последните три години от: работни заплати, граждански договори, договори за наеми, пенсии, ренти, приходи от продажби на недвижимо имущество и др.;

Нд – брой на членовете на домакинството.

Годишните приходи се актуализират всяка година.

Предвижда се проектът да бъде реализиран за период от 4 години с начало 01.07.2025 г., като всяка година се инсталират около 2 GWp (покривни + Агро) PV централи. Това означава, че годишната държавна инвестиция за реализацията на проекта ще бъде около 750 млн. € без ДДС. Планираното годишно производство на електроенергия е около 10 TWh, като себестойността на пряко консумираната енергия се очаква да бъде под 25 €/MWh, а себестойността на преминалата през батериите електроенергия ще се оскъпява с около 15 €/MWh. Тези стойности са изчислени на базата на сумарната инвестиция (частна + публична).

В максимална степен ще се използва акумулиращата способност на електродомакинските уреди (бойлери, климатици),

като пералните, миялните и частично готварските печки ще работят в часовете на пикова генерация на PV панелите. При тези условия цената на енергията от микса (директно консумирана + енергия, преминала през батерията) ще бъде под 30 €/MWh. При условие, че цената на енергията се изчисли само на основата на частната инвестиция, тя ще бъде под 15 €/MWh. Тази екстремно ниска цена на енергията ще повиши конкурентноспособността на микро и малкия бизнес и ще увеличи броя на работните места, а намалените енергийни разходи на българските домакинства ще им позволят да инвестират в образование, здраве, култура, туризъм и други. Агроволтаичните инсталации ще създадат предпоставки за устойчиво производство на биозеленчуци и биоплодове в българските домакинства, като се ограничават в максимална степен въздействията на градушки, късни слани, прегрявания на растенията и последиците от засушаванията. Ще се намали вноса на зеленчуци и плодове. Срокът за възстановяване на вложените средства е от 3 до 6 години, след което себестойността на произведената електроенергия ще бъде със себестойност под 5 €/MWh.

На този етап на развитие на енергийните технологии няма друга технология, която да може да предостави такава ниска себестойност на електрическата енергия, да осигури на домакинствата устойчиво производство на земеделска продукция и да има интерес за публично-частно финансиране на подобни енергийни и агро PV проекти.

При практическата реализация на такъв мащабен и значим за българското общество проект ще бъдат образовани и заангажирани значителен брой специалисти. С реализацията на проекта ще се намалят борсовите цени на електрическата енергия в страната, ще се ограничи в максимална степен вносът на енергия, а в определени случаи ще създадат предпоставки за износ с висока добавена стойност. Една от основните задачи на проекта е да се премахне енергийната бедност сред българските домакинства, като отпусканите средства на енергийно бедните домакинства няма да се дават за разплащане на консумираната електроенергия, а ще се влагат в изграждане на техни собствени покривни и агроволтаични централи.

2. Качеството на електроснабдяването в проектната реализация

В резултат на описаните по-горе технически решения, чувствително ще се подобри качеството на електроснабдяването, в това число и на показателя „**SAIDI**” (System Average Interruption

Duration Index), който отчита годишната продължителност (в часове) на прекъсването на електроснабдяването [1]. На този етап на развитие на енергийните технологии няма друга технология, която да може да предостави такава ниска себестойност на електрическата енергия, да осигури на домакинствата устойчиво производство на земеделска продукция и да има интерес за публично-частно партньорство при финансиране на подобни енергийни фотоволтаични и агрофотоволтаични проекти.

3. Българските домакинства - едновременно производители и потребители на електрическа енергия

Участвайки в такъв проект, българските домакинства, микро и малки предприятия и общини ще се превърнат в „просуматори“, т.е. едновременно производители и потребители на електроенергия.

В този контекст е актуално създаването на децентрализирани електроенергийни системи, оперирани от енергийни общности - т. нар. енергийни кооперативи [2]. Участниците в кооперативите, които споделят енергия, могат да бъдат местни общности от граждани, в т.ч. публично-частни партньорства. Енергийните кооперативи извършват следните примерни дейности: кооперирано проектиране, изграждане и експлоатация на кооперативни енергийни обекти (вкл. кооперирано топлоизолиране на сградите); кооперирано собствено производство, съхранение, консумация на енергия (базирано на възобновяеми източници); кооперирано участие в енергийния пазар. Предварителни разчети показват, че половината от гражданите на Европейския съюз, включително местни общности, училища и болници, могат да произвеждат сами възобновяема енергия до 2050 г., задоволявайки 45 % от енергийните си нужди. Енергийните кооперативи са гъвкав енергиен резерв, според състоянието на енергийната система.

При практическата реализация на такъв мащабен и значим за българското общество проект ще бъдат образовани и ангажирани значителен брой специалисти [3]. С реализацията на проекта ще се намалят борсовите цени на електрическата енергия в страната, се ще ограничи в максимална степен вносът на енергия, а в определени случаи ще създадат предпоставки за износ с висока добавена стойност. Една от основните задачи на проекта е да се премахне енергийната бедност сред българските домакинства, като отпусканите средства на енергийно бедните

домакинства няма да се дават за разплащане на консумираната електроенергия, а ще се влагат в изграждане на техни собствени покривни и агрофотоволтаични централи.

Нулево или близко до нулевото енергопотребление е реално постижимо при домакинства, които освен топлоизолирането на жилищата, изградят собствени покривни или други локални PV централи (напр. мощност 5 kWp) и с акумулиране на неизползваната енергия [4]. Могат да приложат битови уреди с висок енергиен клас (напр. електрически бойлери с термopомпа, инверторни климатици с голяма стойност на коефициента на трансформация *COP*; светодиодни (LED) осветители). В допълнение, отпадането на отопление с печки на въглища и дърва позволява реализирането на нулеви емисии от фини твърди частици.

4. Електромобилността в контекста на идейния проект

При увеличаване на потребностите от енергия на определени домакинства (например при закупуване на електромобил), те ще могат да монтират допълнителен брой панели и разширение на батерията за съхранение така, че да осигурят необходимото им допълнително количество електричество за зареждане на електромобила. При това, има възможност електромобилите да осигурят активно енергийно резервиране чрез гъвкавост на зарядния процес, като заредили енергия от възобновяеми източници, са макар и малък резерв в акумулаторните батерии и дори изнасяне на акумулирана енергия в енергийната система [2].

Изследване, проведено в Германия установява, че около 80 % от собствениците на електромобили ги зареждат от собствените си покривни централи, като себестойността на енергията е няколкократно по-ниска от цената на енергията в зарядните станции изградени по пътната инфраструктура. Това заключение, приложено за условията в България, би довело до ускоряване на процеса на електромобилност в страната [1].

5. Съпътстващи ползи от реализирането на идейния проект

При посочените по-горе условия домакинствата, участващи в този проект, ще могат да излязат на свободния енергиен пазар безпроблемно. Вследствие на климатичните промени, добавената стойност от изградените покривни и агрофотоволтаични централи напред във времето непрекъснато

ще се увеличава. Ще се повиши пазарната стойност на имотите, в които се реализират разгледаните по-горе проекти. В крайна сметка населените места, в които се реализира този проект, ще станат едно по-добро място за живеене и в определена степен ще спомогне за ограничаване на обезлюдяването в обезлюдяващите се населени места.

6. Необходими спешни действия за ускоряване на реализацията на идейния проект

Необходимите спешни действия, с цел ускоряване на реализацията на идейния проект, са следните:

1. Разработване и реализация на пилотен проект за покривни PV централи + съхранение на 8-етажен панелен блок с три входа и създаване на енергийна общност (енергиен кооператив) в рамките на жилищния блок.
2. Разработване и реализация на пилотен проект за агроволтаични централи + съхранение в малко населено място и създаване на енергийна общност (енергиен кооператив) в рамките на населеното място. Съществува идеен проект за конкретно населено място.
3. Разработване на пътна карта за ускорено внедряване на производството на *Na-ion* батерии в страната.
4. Съгласуване на предложената методика за определяне на степента на енергийна бедност на отделните домакинства с Министерството на труда и социалната политика.
5. Разработване на платформа за „Сгради“, като се използва опитът на Техническият университет-София в тази област. Резултатите от тази платформа биха намалили чувствително разходите за предпроектни проучвания, проектиране, съгласуване, разрешения за строеж и въвеждане в експлоатация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С разработването на идейния проект за изграждане на един милион покривни и агрофотоволтаични централи плюс съхранение ще се допринесе за реализирането на българските домакинства като едновременно производители и потребители на електрическа енергия, вкл. с нулево или близко до нулевото енергопотребление.

Проектът ще бъде изграден на базата на публично-частно партньорство с финансиране: 40 % дял за частните; 10 % дял за общинските; 50 % дял за държавните вложения. Сумарната инсталирана мощност на изградените PV централи ще бъде около 8 GWp, като максималната мощност за комунални и фирмени централи е до 250 kWp. Предвижда се сумарният инсталиран капацитет за съхранение на електрическа енергия да бъде 20 GWh (15 GWh чрез батерийно съхранение и 5 GWh чрез управлението на електродомакинските уреди.

Предложени са препоръки за спешни действия с цел ускоряване на реализацията на идейния проект: разработване и реализация на пилотни проекти за покривни PV централи + съхранение в жилищни сгради и за агроволтаични централи + съхранение в малки населени места, вкл. създаване на енергийна общност; съгласуване за определяне на степента на енергийна бедност на отделните домакинства с Министерството на труда и социалната политика; пътна карта за ускорено внедряване на производството на *Na-ion* батерии; разработване на специализирана платформа за „Сгради“ за нуждите на проучването, проектирането, разрешената и въвеждането в експлоатация.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Информационен бюлетин за глобалните събития в агроволтаиката, земеделието и храните. Брой 20/ 15.05. 2024 г . Съставители на бюлетина: проф. Христо Василев и колектив.

[2] Кючуков Р. Енергийното резервиране в енергийния преход. Рубрика „С поглед в бъдещето“. Сп. Енергетика. Електроенергийни ракурси. 2021, № 9, стр. 26-31, ISSN 2682-9770

[3] Белоев Х., В. Пенчева, Р Кючуков. Енергийното образование в енергийния преход. УЕБ Научна конференция „ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2020“. ФНТС, НТС на енергетиците в България, 05.11.2020 г.

[4] Василев Хр., В. Георгиев. Енергиен, финансов и организационен модел за преход на българските домакинства от регулирания към свободния енергиен пазар. ФНТС, 16.05.2021 г.

АВТОРИ

Проф. д-р Христо Василев, Технически университет – София

Доц. д-р Радослав Кючуков, Русенски университет „Ангел Кънчев“

Маг. ик. Владислав Ангелов