

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2021

УЧАСТИЕ НА ЦЕНТРАЛА НА БИОГАЗ В ПРЕДОСТАВЯНЕ НА РЪЧНО ВТОРИЧНО РЕГУЛИРАНЕ НА ЧЕСТОТАТА

инж. Деница Кузева – Албена АД, инж. Николай Чавдаров - ЕСО ЕАД,
д-р инж. Стефан Сулаков – ЕСО ЕАД

Biogas power plant participation in provision of manual frequency restoration reserve

M. Eng. Denitsa Kuzeva – Albena AD, M. Eng. Nikolay Chavdarov - ESO EAD, PhD. M. Eng.
Stefan Sulakov - ESO EAD

Summary

Based on implemented tests, in this paper is reported the potential of biogas power plant in provision of manual frequency restoration reserve and optimization of energy portfolio on intraday markets of active consumers with hybrid flexible assets. The work of the authors is a part of the H2020 project X-FLEX: Integrated energy solutions and new market mechanisms for an eXtended FLEXibility of the European grid. This document has been produced with the financial assistance from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement № 863927. More information available at <https://X-Flexproject.eu>. This document reflects only the authors' views and neither the Agency nor the Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Увод

Дейностите изложени в този доклад бяха проведени като част от проекта X-FLEX (за повече информация вижте специализираната страница на официалния сайт на ЕСО ЕАД или на сайта на проекта <https://X-Flexproject.eu>). Той представя визията и убежденията на X-FLEX консорциума и Европейският Съюз не е отговорен за използването на съществуващата в него информация под каквато и да е форма, както и за последствията от използването ѝ.

Докладът описва подготовката и последващото провеждане на първоначални тестове за ръчно вторично регулиране на честотата (рВРЧ) от централа на биогаз в к.к. Албена. Представен е план за провеждане на тест, базиран на съществуващата инфраструктура, след което е проведен самият тест. В следствие, резултатите са анализирани на база представената хронологична информация, описваща подробно проведените тестове. Въз основа на наученото са представени също така препоръки за бъдещи подобрения и следващи стъпки. Цялостните резултати са много обещаващи и проведените тестове се считат за успех и стандарт при доставката на рВРЧ от централи на биогаз. Резултатите ще са основата за разработка на модулите SERVIFLEX и MARKETFLEX към проекта X-FLEX, които ще бъдат от голяма полза при предоставянето на така нужната автоматизация при процеса на регулиране от страна на централата на биогаз.

Подготовка и налична инфраструктура

Следните съществуващи системи и инфраструктура са използвани за провеждането на тестовете:

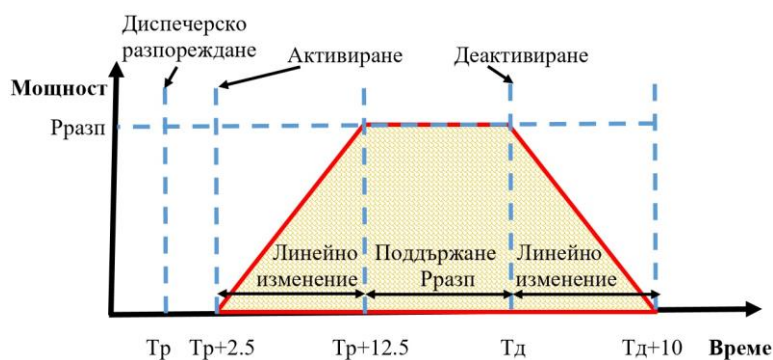
- SCADA система (система за диспечерско управление и събиране на данни) за следене на отклоненията от междусистемния график за обмен на българския контролен блок, намираща се в ЦДУ (Централно Диспечерско Управление);

- Устройства за измерване на електрическа енергия с времева резолюция от 1 минута в п/ст Албена и п/ст Балчик.
- ЦДУ е отговорно за управлението на ЕЕС както и за следенето на отклонения от графика за трансграничен обмен. За целите на тестовете е определено активиране на рВРЧ при отклонения по-големи от праговата стойност от 20 MW.
- Централата на биогаз е ситуирана до к.к. Албена с инсталирана мощност 1MWe, която е собственост на дъщерното на Албена АД дружество „Перпетуум Мобиле БГ ЕАД.
- Устройства за измерване на електрическа енергия в к.к. Албена и централата на биогаз с времева резолюция от 15 минути. Съществува също така възможност за временно проследяване на данни с възможност за записване с резолюция от 20 секунди. Тази възможност ще бъде използвана по време на теста.
- Оперативен персонал в централата на биогаз, който изпълнява съответните промени в генерацията според заданията от ЕСО ЕАД.

План за провеждане на тестовете

ЦДУ на ЕСО наблюдава интегралното отклонение от графика за трансграничен обмен и следи за недостиг/излишък на електроенергия (нужда от регулиране нагоре/надолу) в периода 15-ти март – 26-ти март 2021 за времето между 08:00 – 16:00 часа:

- В случай на отклонения по-големи от 20MW от графика за трансграничен обмен, оперативният персонал на смяна в ЦДУ нарежда на оперативния персонал на кк. Албена по телефон да се намали/увеличи генерацията на електроенергия от централата на биогаз при следните ограничителни условия:
 - Времето за реакция (начало на изменение на генерацията) от получаване на разпореждането трябва да бъде не по-голямо от 2 минути и 30 секунди.
 - Достигането на разпоредената мощност (Рразп) да стане не по-късно от 12 минути и 30 секунди след получаване на разпореждането.
 - Разпоредена мощност трябва да се поддържа за период от поне 5 минути.
 - Разпоредена мощност се деактивира 17 минути и 30 секунди след разпореждането, а времето за достигане на номинални работни стойности е 10 минути.
 - Процесът на рВРЧ е описан на фигура 1:



Фигура 1: Процес на рВРЧ.

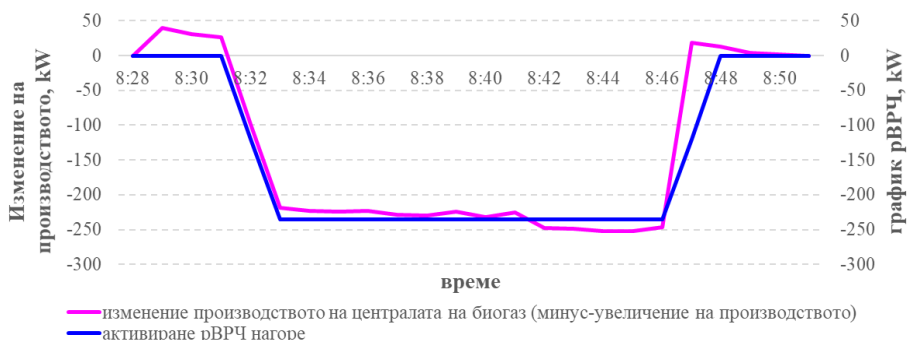
Проведени тестове и резултати

През периода от 15 март до 26 март 2021 г. са извършени четири активирания (2 нагоре и 2 надолу) на рВРЧ. По-долу подробно са описани два от случаете.

Активиране на рВРЧ в посока нагоре - 22.03.2021 г.

След 08:00 часа контролната грешка на зоната (КГЗ) достига повече от 20MW в недостиг. В 08:28 ч. ЕСО ЕАД уведомява по телефона Албена АД за активиране на рВРЧ нагоре (увеличаване на мощността на биогазовата централа). В 08:30:20 ч. Албена започва предоставянето на рВРЧ със скорост на нарастване 120 kW/минута, увеличавайки изходната мощност. Разпоредената мощност е достигната около 2 минути след подаването на

нареждането и е поддържана до 08:45 ч. по разпореждане от ЕСО. След това със същата скорост мощността е намалена до номинална стойност в 08:48 ч. (фигура 2).

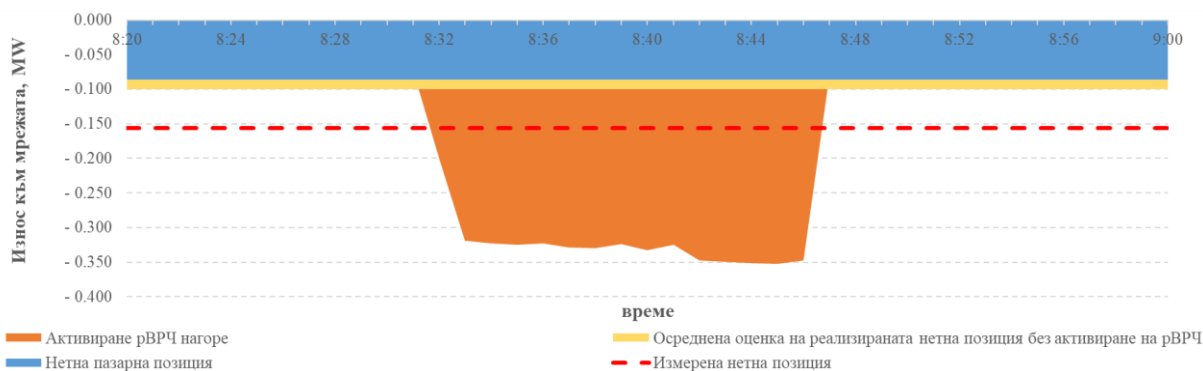


Фигура 2: Активиране на rVPC нагоре (22.03.2021).

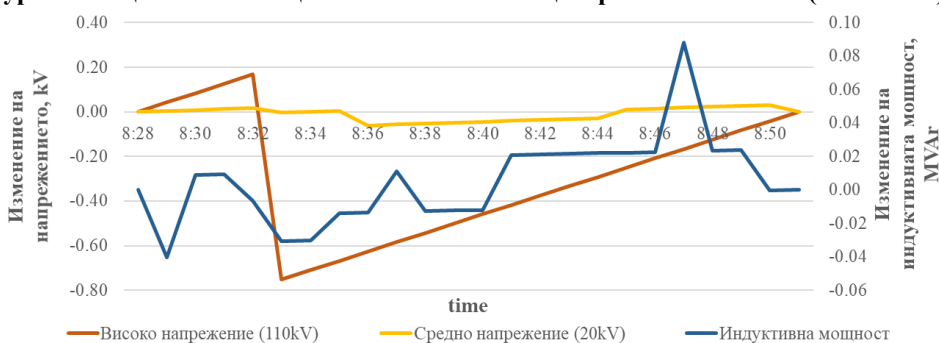
Разликата между графика на rVPC (58,83kWh) и реално осигуреното количество (55,95kWh) е 4,9% (таблица 1), а тази между разпоредената и активираната мощност е 0,43%.

Общият нетен график за електропроизводство от биогаз и потреблението в к.к. Албена е износ (отрицателен знак) към преносната мрежа. По време на активирането на rVPC в посока нагоре, измерената нетна позиция е била по-ниска от пазарния график и в този случай отклонението се е увеличило, съответно санкциите за излишък също (фигура 3). Очаква се, че MARKETFLEX инструментът ще предостави правилния анализ на разходите и ползите за предоставянето на rVPC (цена и количества) с цел подобряване на общото портфолио на пазара в рамките на деня на к.к. Албена. Извън туристическия сезон диапазонът за rVPC от биогазовата централа е значителен и може да се използва не само за предоставяне на допълнителни услуги, но и за намаляване на небалансите.

По време на увеличаването на мощността на централата на биогаз индуктивната мощност, консумирана в курорта, варира, но се увеличава очаквано с 3,16 % (фигура 4). Нивото на високото напрежение в п/ст Балчик намалява, но причината за това е голямото отклонение на мощността на вятърния парк, присъединен към същата подстанция. Това се потвърждава от много малкото отклонение на нивото на средното напрежение.



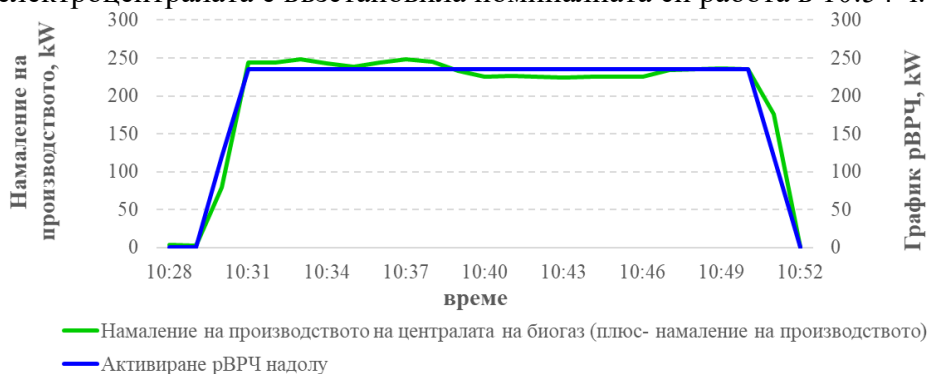
Фигура 3: Обща нетна позиция на к.к. Албена и централата на биогаз (22.03.2021).



Фигура 4: Изменение на някои електрически параметри по време на активирането (22.03.2021).

Активиране на рВРЧ в посока надолу - 18.03.2021 г.

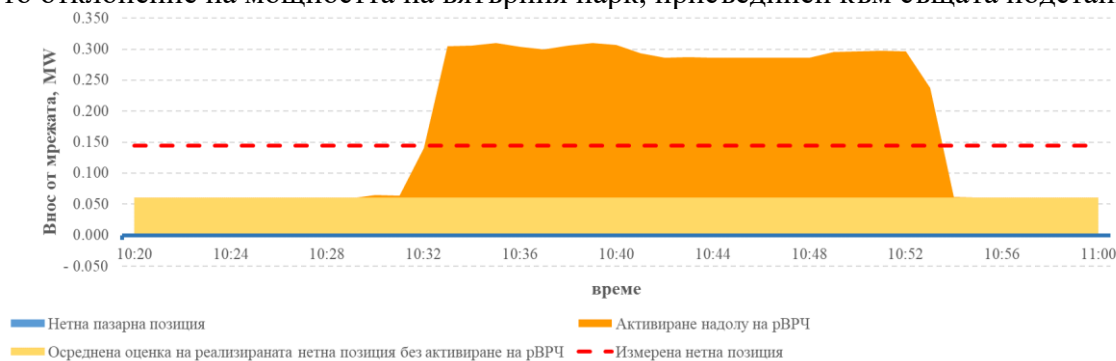
КГЗ на българската контролна зона превишава прага от 20 MW, но в обратна посока (излишък) за тестовите през този ден. В 10:28 ЕСО ЕАД разпорежда на Албена АД за активиране на рВРЧ надолу. Една минута по-късно Албена започва предоставянето на рВРЧ с фиксирана скорост от 120 kW/минута, намалявайки изходната мощност на биогазовата централа. Разпоредената мощност е достигната около 2 минути след подаването на нареждането и се поддържа до 10:51 ч., както е поискано от ЕСО. След това със същия темп на нарастване електроцентралата е възстановила номиналната си работа в 10:54 ч. (фигура 5).



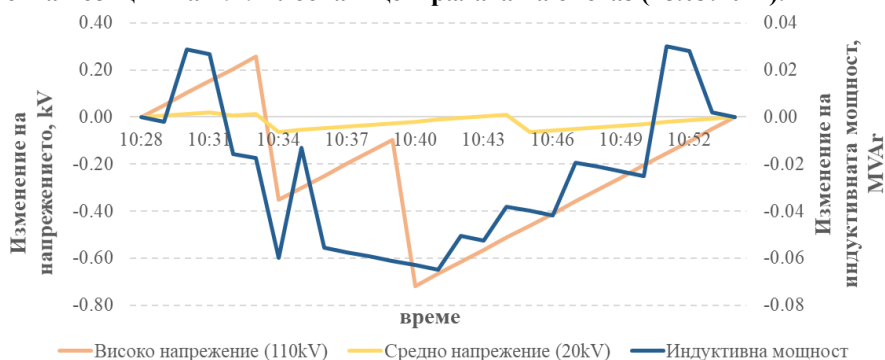
Фигура 5: Активиране на рВРЧ надолу (18.03.2021).

Разликата между графика на рВРЧ (-82,33 kWh) и реално предоставеното (-82,75 kWh) е 0,51 % (таблица 1), а тази между разпоредената (-235kW) и постигнатата (средно -235,45kW) мощност е 0,19%.

Общият нетен график за електропроизводство от биогаз и потреблението в к.к. Албена е близък до нула. По време на активирането на рВРЧ продукта в посока надолу измерената нетна позиция е по-висока от пазарния график и в този случай отклонението се увеличава, съответно и санкциите за недостиг също (фигура 6). По време на намаляването на мощността на биогазовата електроцентрала консумираната индуктивна мощност се променя, но намалява очаквано с 10,345 % (фигура 7). Аналогично на разгледания в предния раздел случай, нивото на високото напрежение в подстанцията намалява, но причината за това е голямото отклонение на мощността на вятърния парк, присъединен към същата подстанция.



Фигура 6: Обща нетна позиция на к.к. Албена и централата на биогаз (18.03.2021).



Фигура 7: Изменение на някои електрически параметри по време на активирането (18.03.2021).

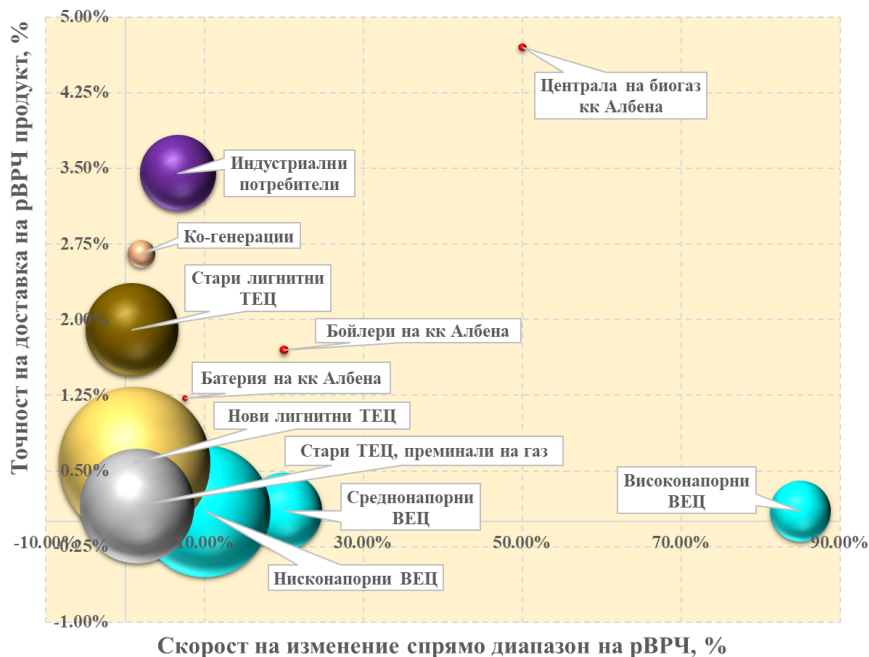
Резюме на резултатите от теста

Всички разходи за небаланси по време на тестовете са за сметка на кк Албена. Резултатите от проведените тестове за осигуряване на рВРЧ са представени в поредица от таблици по-долу. Тъй като всички 4 теста с централата на биогаз са успешни, то количествения Ключов Показател за Ефективност (КПЕ) е 100%. Таблица 1 съдържа информация за качествените КПЕ на успешните тестове. Както е видно от данните, участието в рВРЧ на централата на биогаз е на добро ниво.

Таблица 1: Предоставяне на рВРЧ - Качествени КПЕ

Съоръжения на кк. Албена, предоставящи продукт за рВРЧ	Успешни тестове				рВРЧ продукт				
					Скорост на изменение	График	Предоставено	Отклонение от график (abs)	Отклонение от Празп (abs)
	дата	начало	край	посока	kW/минута	kWh	kWh	%	%
Централа на биогаз	15.3.2021	10:10:00	10:32:00	Надолу	120	121.50	116.98	3.724%	0.260%
	18.3.2021	10:28:00	10:54:00	Надолу		82.33	82.75	0.510%	0.190%
	22.3.2021	8:28:00	8:48:00	Нагоре		-58.83	-55.95	4.895%	0.430%
	24.3.2021	11:23:00	11:45:00	Нагоре		-73.33	-66.06	9.914%	0.310%

Фигура 14 илюстрира възможностите на съоръженията на Албена АД в сравнение с останалите доставчици на рВРЧ в България. Точността на предоставяне на рВРЧ от централата на биогаз е в рамките на нормативно изискуемото ниво до 5%, но е желателно да се подобри, чрез автоматизацията на процеса. По отношение на скоростта на изменение на работната мощност (изразена в % от мощността за рВРЧ в минута) на централата на биогаз, Албена АД (50%) изостава само от подязовирни ВЕЦ с висок пад на водата (85%). Това е доказателство, че оборудването на новите активни потребители има необходимия потенциал да играе важна роля в пазара на допълнителни услуги, особено ако предлагания капацитет е агрегиран в по-големи количества.



Фигура 1: Сравнение с други потенциални доставчици на рВРЧ в България.

Таблица 2 показва въздействието на проведените тестове за рВРЧ върху другите важни параметри на мрежата като нива на високо и средно напрежение, изменение на

индуктивната мощност и фактора на мощността ($\cos \phi$). Данните показват, че ефектът върху споменатите параметри на мрежата може да се счита за незначителен, с изключение на индуктивната мощност.

Таблица 2: Въздействие върху други параметри на електрическата мрежа

Съоръжения на кк. Албена, предоставящи продукт за рВРЧ	Успешни тестове				Напрежение 110kV	Напрежение 20kV	Индуктивна мощност	$\cos \phi$
	дата	начало	край	посока	%	%	%	%
Централа на биогаз	15.3.2021	10:10:00	10:32:00	Надолу	0.13%	0.11%	5.41%	0.01%
	18.3.2021	10:28:00	10:54:00	Надолу	0.20%	0.10%	10.35%	0.03%
	22.3.2021	8:28:00	8:48:00	Нагоре	0.24%	0.05%	3.16%	0.02%
	24.3.2021	11:23:00	11:45:00	Нагоре	0.21%	0.05%	3.18%	0.01%

Заклучение

Предоставянето на услугата рВРЧ и в двете посоки от съоръжения, инсталирани в кк Албена, е възможно и производителността може да бъде по-добра от тази на някои други генериращи мощности (например стари въглищни централи).

Скоростта на изменение на генерацията от централата на биогаз при предоставяне на рВРЧ е 120kW/min с по-малко от 2 минути закъснение на реакцията при диспечерско разпореждане. Работният диапазон на рВРЧ на централата е +235/245kW и -(235÷390)kW. Разпорежданата мощност се достига много бързо за по-малко от 2 минути, но точността на изпълнение е по-ниска от тази на другите инсталации в к.к. Албена. Централата на биогаз е много подходяща за изглаждане на портфолиото на к.к. Албена извън туристическия сезон в пазарен сегмент в рамките на деня и съответно намаление на небалансите.

Възможно е използването на централата на биогаз за други допълнителни услуги като регулиране на напрежение (високо и средно) и контрол на реактивната мощност, но ефектът е незначителен и може да се ползва само в аварийни случаи като подкрепяща мярка на останалите вече предприети мерки.

Литературни източници

- [1] ENTSO-E, MARI Stakeholder Workshop, 4 September 2017.
- [2] Energy community, Final Report: Models of regional cooperation for balancing energy – Exchange of balancing energy (Task 4), March 2019.
- [3] Commission Regulation (EU) 2017/1485 of 2 August 2017 establishing a guideline on electricity transmission system operation.
- [4] Energinet, Prequalification of units and aggregated portfolios, Doc. 13/80940-106, 16 August 2018.
- [5] P. Olivella-Rosell, P. Loret, L. Haupt, S. Barja, S. Bjarghov, V. Lakshmanan, H. Farahmand, M. Korpås, J. Forsström, V. Mukherjee, A. Hentunen, S. Ottesen and T. Lundby, INVADE project D5.4: Advanced Optimal Battery operation and control algorithm – eSmart, 17 December 2018.
- [6] A. Hentunen, J. Forsström, Sa. Jenu, S. Tuurala, A. Manninen and S. Bjarghov, INVADE project D6.2: Battery techno-economics tool, 15 March 2018.
- [7] Rambøll Danmark A/S, Ancillary services from new technologies – technical potentials and market integration, Report, December 2019.
- [8] K. Poplavskaya, L. de Vries, Distributed energy resources and the organized balancing market: A symbiosis yet? Case of three European balancing markets, Elsevier, Energy Policy, Volume 126, March 2019.

маг. инж. Деница Кузева е ръководител проекти в Албена АД, email: d.kuzeva@albena.bg.

маг. инж. Николай Чавдаров е експерт в отдел “Енергийни режими” към ЦДУ на ЕСО ЕАД, e-mail: nchavdarov@ndc.bg.

д-р инж. Стефан Сулаков е ръководител в отдел “Енергийни режими” към ЦДУ на ЕСО ЕАД, e-mail: ssulakov@ndc.bg.