

# ВТОРА СЕКЦИЯ

## ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА И ВЕИ

### ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2024

#### РАЗВИТИЕ НА ХИДРОЕНЕРГЕТИКАТА В БЪЛГАРИЯ

Красимир Димитров, Тяника Варимезова

#### THE HYDROPOWER DEVELOPMENT IN BULGARIA

Krasimir Dimitrov, Tyanika Varimezova

**Abstract.** This report provides an overview of the development and role of hydropower and pumped-storage in Bulgaria dating back to the late 19th century and describes the current situation, the challenges, including future prospects for National Electricity Company (NEK EAD) as part of the global effort to reduce greenhouse gas emissions. The four largest operating hydropower cascades in Bulgaria, part of the main balancing capacities in the country, are presented. The topics covered in the paper address the prospects for integrating renewable energy into the power grid system without significant new construction. It outlines ongoing strategic projects financed with European funds based on constructive partnerships and real opportunities for future projects of EC common interest.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Възобновяемите енергийни източници са вторият най-голям принос към световния микс от електроенергия, с общ дял от 42,5% през 2030 г. [1], и 17% дял на европейско ниво. Представяват ключов двигател в прехода към декарбонизирана енергийна система, осигурявайки множество ползи, вариращи от намаляване на емисиите до създаване на работни места и устойчиво развитие.

Докладът разглежда развитието на водноелектрическата енергия в България, датираща от края на 19 век и представя текущото състояние, предизвикателствата, включително, и бъдещите перспективи пред „Национална Електрическа Компания“ (НЕК) ЕАД като част от глобалното усилие за намаляване на емисиите на парникови газове. Към настоящия момент за оползотворяване водните ресурси за енергодобив са изградени 31 водноелектрически централи (ВЕЦ и ПАВЕЦ), с обща инсталирана мощност от 2739 MW в турбинен режим и 932 MW в помпен режим. 15 от тях работят в четирите големи каскади в България – Баташки водносилосов път, Доспат-Въча, Арда и Белмекен-Сестримо-Момина клисура. Значението им се обуславя преди всичко от поемането на върховото натоварване на енергийната система, осигуряване на гъвкавост и стабилност на електроенергийната система. Средногодишното производство на енергия от ВЕЦ на НЕК е ~ 3300 GWh.

С развитието на българската хидроенергия позволяваме диверсификация на енергийния микс, намаляваме зависимостта ни от традиционните източници на гориво и създаваме по-устойчива и гъвкава мрежова инфраструктура. Именно чрез големите балансиращи ВЕЦ спомагаме за по-бързото и устойчиво интегриране на ВЕИ с непостоянен характер на електропроизводство (вятър и слънце).

В края на 2023 г. инсталираният общ водноелектрически капацитет в България е около 3216 MW [2] или 22.5% от общите инсталирани мощности (14262 MW). Това е значително по-малко от капацитета на вятърната и слънчевата енергия взети заедно в размер на 26.6% (ВяЕЦ - 705 MW и ФЕЦ - 3092 MW) от общите инсталирани мощности. Тази пропорция от ВЕИ с различни технологии създава тенденция към увеличаване на периодичното производство, съчетана с намаляване на въртящите се резерви, което може да повлияе негативно върху стабилността на мрежата. За да се противодейства на тези ефекти, развитието на хидроенергетиката е един от основните инструменти за създаване на гъвкавост и стабилност при управление на електроенергийната система (ЕЕС), гарантирайки 100% зелена енергия.

НЕК разполага и оперира със сложна мрежа от взаимосвързани съоръжения, оборудване, процеси и организационни структури; осигурява надеждни и устойчиви доставки на енергия, отговаряйки на нуждите на обществото. Компанията активно участва в разработката, реализацията и ефективното управление на енергийни проекти и иновации в областта.

Инвестира приоритетно в поддръжка, модернизация и оптимизация на съществуващите си съоръжения, разработва технологии за производство на електроенергия, като по този начин поддържа ключова роля в енергийния сектор на България.

## **ПРЕДИМСТВА НА ВЕЦ И ПАВЕЦ**

Водната енергия осигурява надеждно производство на значително количество електроенергия, чиято средна цена на пазарен принцип е по-ниска, от цената на конвенционалната енергия, основно заради факта, че не се налага заплащане на компонента „емисии“. ВЕЦ не предизвиква емисии от парникови газове, не произвежда токсични отпадъци, има голям жизнен цикъл от над 50 години и може да постига максимална мощност в рамките на няколко минути. Големите ВЕЦ в България са основни регулиращи и балансиращи мощности в електроенергийната система.

Възобновяемите енергийни източници са движеща сила за разработването на нови и усъвършенстване на съществуващи технологии за съхранение на енергия. Едно от най-големите предизвикателства при слънчевата и вятърната енергия е техният прекъсваем режим на работа. В период на слабо търсене на електроенергия (в слънчеви или ветровити дни) помпено-акумулиращите водноелектрически централи (ПАВЕЦ) съхраняват излишното ѝ количество на принципа на батерия. В период на засилено търсене качената и съхранена в горния резервоар вода се освобождава през турбини, генерирайки електричество и увеличавайки надеждността, и стабилността на цялата мрежа.

В региони със съществуващи водноелектрически съоръжения добавянето на възможност за помпено съхранение подобрява цялостната ефективност и гъвкавост на водноелектрическата система. ПАВЕЦ предоставя на мрежовия оператор ценен инструмент за балансиране на колебанията в производството на възобновяема енергия. Чрез бързо увеличаване или намаляване на производството на електроенергия се помага за съчетаване на предлагане с търсене, намалявайки необходимостта от централи, базирани на изкопаеми горива, и се свежда до минимум нестабилността на мрежата.

Повече от половината от общия регулиран обем на водохранилищата в България се оперира от НЕК. Използвайки едни и същи водни ресурси за традиционно водноелектрическо производство и за помпено съхранение, НЕК цели максимално

увеличаване на стойността на съществуващата национална хидроинфраструктура, и интегриране на възобновяемата енергия в мрежата, без да е необходимо значително ново строителство. Съгласно действащата нормативна уредба в областта на енергетиката и строителството и въз основа на експертен опит, включващ практически базирани знания за изграждане на стратегически енергийни обекти, НЕК стартира работа върху развитието на инвестиционен проект за изграждане на две помпено-акумулиращи централи на яз. Батак и на яз. Доспат. За гъвкавото планиране, отговарящо на нуждите и очакванията на националния интерес, НЕК проучва и възможности за получаване на финансиране по европейски програми. По време на фаза „планиране“ НЕК подаде и двата проекта за нови ПАВЕЦ в системата на ENTSO-E за кандидатстване като проекти от общ интерес.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ ЕНЕРГИЙНИ ОБЕКТИ И ПОТЕНЦИАЛ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА НОВИ**

„Национална електрическа компания“ ЕАД приоритетно работи върху няколко големи водноелектрически проекта. Те обхващат модернизацията на големи язовири, деривации и електрически централи и са насочени към повишаване на енергийната сигурност, устойчивостта и капацитета на страната за производство на възобновяема енергия. В резултат на модернизиране на съществуващи обекти и съоръжения се осигуряват значителни предимства, включително намаляване на корпоративния въглероден отпечатък, повишаване на устойчивостта в условията на нестабилност на климата и възможност за събиране, анализиране и проактивно действие спрямо ключови данни за производство на енергия.

Като основни балансиращи мощности в страната, главен фокус има върху четирите най-големи действащи хидроенергийни каскадни в България:

- **Каскада Белмекен-Сестримо-Момина Клисурска-Чаира** – разположена в североизточните склонове на Рила планина, използва като основен източник на вода яз. Белмекен. Каскадата включва централите ПАВЕЦ Белмекен, ВЕЦ Сестримо, ВЕЦ Момина клисура и ПАВЕЦ Чаира. Инсталираната мощност на каскадата (без ПАВЕЦ Чаира) е 735 MW в генераторен режим и 104 MW в помпен режим. След включване капацитета на ПАВЕЦ Чаира, общата инсталирана

мощност на каскадата достига 1599 MW в генераторен и 898 MW в помен режим.

- **Каскада Доспат-Въча** - разположена в Западните Родопи, включва язовирите Доспат, Цанков камък, Въча и Кричим. В каскадата работят централите ВЕЦ Тешел, ВЕЦ Девин, ВЕЦ Цанков камък, ПАВЕЦ Орфей, ВЕЦ Кричим, ВЕЦ Въча 1 и ВЕЦ Въча 2. Общата инсталирана мощност на каскадата е 485 MW в генераторен режим и 45 MW в помпен режим.
- **Каскада Арда** - разположена по долното поречие на р. Арда, включва язовирите Кърджали, Студен кладенец и Ивайловград. В каскадата работят централите ВЕЦ Кърджали, ВЕЦ Студен кладенец и ВЕЦ Ивайловград. Общата инсталирана мощност на каскадата в генераторен режим е 326 MW.
- **Каскада Баташки водосилов път** - една от първите хидроенергийни каскади в България. Разположена е в Родопите и включва язовирите Широка поляна, Голям беглик и Батак. Водите събирани от водосборния район задвижват три водноелектрически централи – ВЕЦ Батак, ВЕЦ Пещера и ВЕЦ Алеко. Общата инсталирана мощност на каскадата в генераторен режим е 241 MW.

### **1. Модернизация на каскада Белмекен–Сестримо–Момина клисура-2018-2024 г.**

Рехабилитацията на ПАВЕЦ Белмекен, ВЕЦ Сестримо и ВЕЦ Момина клисура е част от мащабен проект за „Рехабилитация на хидроенергиен комплекс Белмекен-Сестримо-Чаира и рехабилитация на ОРУ 110 kV на ВЕЦ Въча-1 и други системи на ВЕЦ под общ контрол“, съфинансиран от Европейската банка за възстановяване и развитие (ЕБВР) като Администратор на Международен фонд за подпомагане на извеждането от експлоатация на атомни мощности в АЕЦ Козлодуй (МФК/KIDSF).

Рехабилитацията се изпълни паралелно и в трите централи, в периода 2018-2024 г.

В модернизирания ПАВЕЦ Белмекен успешно се рехабилитираха и модернизираха и петте хидроагрегата – като първите два от тях бяха въведени в експлоатация през 2022 г., вторите два - през 2023 г., а в началото на 2024 г. успешно приключи ремонтът и на последния - пети хидроагрегат. Модернизацията обхваща нови турбинни регулатори, системи за

управление и мониторинг на централите, възбудителни системи, системи за управление на сферичните шибъри, системи за управление на механичните спирачки, системи за управление на зъбни съединители, нови дюзи, игли и хидравлични цилиндри на дефлекторите, генераторни прекъсвачи.

В модернизацията на ВЕЦ Сестримо успешно се реабилитираха и модернизираха и двата хидроагрегата, като първият успешно бе въведен в редовна експлоатация през 2022 г., а вторият през 2024 г. Модернизацията обхваща нови турбинни регулатори, системи за управление и мониторинг на централите, възбудителни системи, системи за управление на сферичните шибъри, нови дюзи, игли и хидравлични цилиндри за дефлекторите, нови хидравлични цилиндри за задвижване на сферичните шибъри и техните помощни клапани, системи за управление на механичните спирачки, помпи за технически води.

В модернизацията на ВЕЦ Момина клисура успешно се реабилитираха и модернизираха и двата хидроагрегата, като първият успешно бе въведен в редовна експлоатация през 2021 г., а вторият през 2023 г. Модернизацията обхваща нови турбинни регулатори, системи за управление и мониторинг на централите, възбудителни системи, и системи за управление на сферичните шибъри, нов сферичен шибър, хидравлични цилиндри за направляващи апарати и синхронни изпускатели на турбините, турбинно оборудване, помпи технически води.

След рехабилитацията цялата инсталирана мощност на каскадата е в разположение на ЕЕС за производство на зелена електроенергия, покриване на върхови товари и балансиране.



**Фиг. 1** Нови хидравл. цилиндри за сферичните шибри / ПАВЕЦ Белмекен



**Фиг. 2** Дюзи и дефлектори за всяка турбина /ПАВЕЦ Белмекен



**Фиг. 3** Сферични шибри ВЕЦ Момина клисура



**Фиг.4** Нови дюзи и дефлектори за всяка турбина/ ВЕЦ Сестримо

## **2. Цялостна рехабилитация на ОРУ 110kV на ВЕЦ Въча-1 и други системи на ВЕЦ под общ контрол**

ВЕЦ Въча-1 е деривационна централа, представляваща последното стъпало на каскадата Доспат-Въча. В централата са монтирани 3 бр. хидрогенератора с обща инсталирана мощност 11 MW (ХГ2 – 4MW, ХГ3 и ХГ4 са по 3,5 MW всеки). Средното годишно производство на електроенергия от централата за последните 6

години е 27 GWh. През 2023 г. ВЕЦ Вьча-1 отбеляза своя забележителен 90-годишен юбилей с ново оборудване за ОРУ, нов хидроагрегат 2 и нова командна зала. Проектът за пълна рехабилитация, отново част от мащабния проект, съфинансиран по Международен фонд Козлодуй, изпълни дейностите проектиране, производство, доставка, монтаж, технически надзор, настройка, тестване и въвеждане в експлоатация на ново оборудване за ВН 110 kV: разединители, прекъсвачи, вентилни отводи, защиты за електропроводи за ОРУ на ВЕЦ Вьча-1, апаратура за измерване на електрическата енергия; система за управление, възбудителни системи, турбинни регулатори, релейни защиты, турбинно оборудване за блокове и доставка на нов хидрогенератор 2 при ВЕЦ Вьча-1.



**Фиг. 5** Нов хидрогенератор



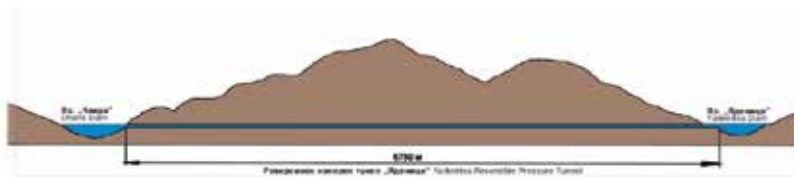
**Фиг. 6** Обновена ОРУ 110 kV



# БЪДЕЩИ ПРОЕКТИ В ДЪЛГОСРОЧНАТА СТРАТЕГИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА НЕК ЕАД

## 1. Разширение на ПАВЕЦ Чаира – яз. Яденица

Проектът е част от развитието на капацитета за съхранение на енергия на ПАВЕЦ Чаира, най-голямата подземна централа на Балканския полуостров. Разположена в Рила планина, под яз. Белмекен, ПАВЕЦ Чаира е значим проект, по който НЕК работи приоритетно. За повишаване енергийната ефективност на комплекса в строеж е яз. Яденица, който чрез реверсивен напорен тунел ще бъде свързан с долния изравнител на ПАВЕЦ-а, постигайки увеличаване на полезния му обем. С изграждането на съоръженията се цели преминаването от дневен към седмичен режим на работа на централата (изравняване на преработените водни маси в турбинен и помпен режим). Към настоящия момент работният проект придоби статут на проект от общ интерес за Европейската комисия. За проекта има издадено разрешение за строеж във връзка с което, НЕК е в процес по осигуряване на необходимото му финансиране за започване на строително-монтажни дейности.



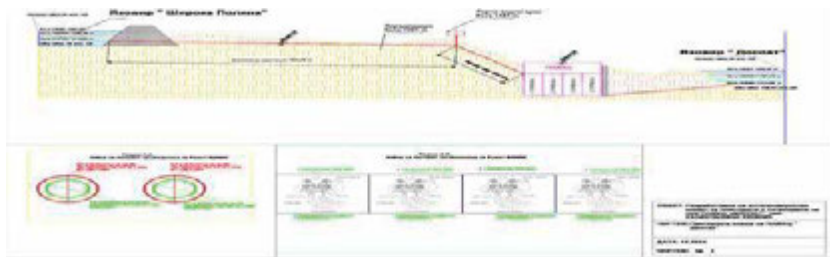
Фиг. 7 яз. Чаира и яз. Яденица – надлъжен профил

## 2. ПАВЕЦ Доспат

Първото стъпало на Каскада Доспат – Въча обхваща яз. Доспат, събирателните деривации Вищерица-Канина, Бистрица и Осина 3, водохващанията при възел Змеица, ВЕЦ Тешел и напорната деривация (НД) за централата. Язовир Доспат представлява едно от основните изходни условия за проектирането на бъдещата ПАВЕЦ Доспат. Язовирът ще бъде долен изравнителен басейн, използвайки съществуващите основни изпускатели на ГНД. За горен резервоар ще се използва яз. Широка поляна, свързан като „скачен съд“ с яз. Голям Беглик

чрез съществуващата тунелна деривация, дълга 4,2 км и с проводимост 9,5 м<sup>3</sup>/с, по която водите ще се прехвърлят към Баташкия водносиллов път. Наличните полезни обеми в яз. Голям Беглик и яз. Доспат предполагат наличие на достатъчен воден ресурс за предвиденото застрояване. За помпен режим максималният брутен напор достига до 359 Н<sub>2</sub>О<sub>м</sub>, получавайки се при нормални нива на задържане в горния резервоар и минимално работно ниво в долния резервоар. Проектната идея цели да се оползотвори наличния геодезичен пад между двата язовира, като същевременно се използва ограничен обем вода за постигане на значителна хидроенергийна мощност.

Като концепция, развитието на такъв проект ще постигне ефективен капацитет от горния резервоар 15,4 GWh, генерирайки 1270 GWh/г енергия годишно. За сравнение крайното търсене на електроенергия в България прогнозно се очаква да достигне около 61 TWh/г до 2050 г. [3], което представлява удвояване спрямо 2020 г. Общата желана теоретична мощност на предвидените 4 бр. реверсивни помпа-турбини тип Франсис (Francis) на ПАВЕЦ Доспат, която потенциално ще се получи чрез потока на вода от горния басейн към долния е приблизително 794 MW. На база тази мощност и хипотетична работа от минимум 6 часа дневно, може да се постигне производство от 4,8 GWh на ден.



Фиг. 8 Схема на ГНД ВЕЦ Доспат

Следвайки целта за балансиране на производството и търсенето на електроенергия през деня, централата планово ще произвежда енергия с първия пик на търсене в сутрешните часове, последван от друг, в по-късния следобед/вечер. Около обяд и през нощта консумацията често е по-ниска, затова в такава схема

централата ще работи 2-3 пъти на ден в режим на помпа и същия брой пъти в турбинен режим.

Точните параметри ще бъдат определени при последваща разработката на предпроектните проучвания, очаквана да започне в средата на 2024г.

### 3. ПАВЕЦ Батак

Друга приоритетна възможност, която НЕК разработва, е изграждане на ПАВЕЦ на съществуващи язовири – яз. Голям Беглик, като горен изравнител и яз. Батак като долен, с приблизителен капацитет от 800 MW. Общата желана теоретична мощност ще се постигне с 4 бр. реверсивни помпа-турбини тип Франсис (Francis) и напорна деривация с обща дължина 17 км, състоящата се от 2 бр. тунели.

Основното предназначение на ПАВЕЦ Батак е бъдеща генерация в пиковите часове на потребление и покриването на върховете в товаровата диаграма, аварийен резерв в системата с възможност за осигуряване на повече от 24 часа непрекъсната работа в генераторен режим, както и като регулираща и балансираща мощност, покриваща неравномерното производство на електроенергия от възобновяеми енергийни източници.



Фиг. 9 Схема на ГНД ВЕЦ Батак

Значимо предизвикателство при изграждане и на двата ПАВЕЦ-а е дългосрочната инвестиция на проекта: издаването на разрешителни и етап „строителство“ може да отнеме от 3 до 5 години всяко. От ранната си концептуализация, НЕК цели срок за изпълнение и на двата проекта средно по 8 години, имайки предвид, че част от основните скъпоструващи инфраструктури вече са изградени – язовирите и язовирните съоръжения. В резултат на извършената предварителна оценка на строителните дейности се налага изводът, че критичният път е изграждането на тунелите. Разстоянието между тях и наличната геология

позволява едновременно провеждане на строителни работи и по двете трасета. Чрез иновативни технологии е възможно изпълнението им да бъде извършено в рамките на 4 години, което определя общ срок на строително-монтажните дейности от 5,5 години. Общият желан срок на изпълнение на инвестиционното намерение, с включен подготвителен и строителен етап, възлиза на 8 години.

Отчитайки показателите, че помпено-акумулиращите съоръжения имат най-дългия жизнен цикъл в сравнение с други самостоятелни системи за съхранение на енергия, напр. химични и механични, и след количествено определяне на всички предимства на помпената хидроенергия, се очаква допълнително подобрене на общия икономически период на изплащане. В краткосрочния план на компанията е заложено в края на 2024 г. да се пристъпи към етап възлагане изпълнението на Първоначално проучване и оценка преди реалното започване на проекта.

И двата проекта за изграждането на нови ПАВЕЦ са включени в Десетгодишния план за развитие на мрежата (TYNDP) на Европейска мрежа на операторите на преносни системи за електроенергия (ENTSO-E) за 2024 г. Включването в TYNDP 2024 е от решаващо значение – освен че отразява стратегическото им значение, включването дава право ПАВЕЦ Батак и ПАВЕЦ Доспат да участват в процеса на подбор на проекти от общ интерес (ПОИ), съгласно новия Регламент ЕС 2022/869 относно ПОИ.

#### **4. ХТК Никопол – Турну Мъгуреле и ХТК Силистра – Калараш**

Двата хидротехнически комплекса Никопол – Турну Мъгуреле и Силистра – Калараш на р. Дунав са част от съвместен българо-румънски проект за усвояване на хидроенергийния потенциал на р. Дунав, в участъка между р. Тимок и Силистра. С изграждането на тези комплекси могат да се постигнат цели като производство на електроенергия, железопътна и енергийна свързаност, гарантиране на целогодишно корабоплаване, гарантирано задоволяване на нуждите от вода за напояване и промишлено водоснабдяване на райони в Северна България, превенция от наводнения и социален ефект от подобряване на инфраструктурите и комуникациите. Към момента се провежда актуализиране на предпроектно проучване.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

С произвежданата енергия от ВЕЦ „Национална Електрическа Компания“ ЕАД се явява най-големият производител на електрическа енергия от възобновяеми източници у нас. Компанията има над 30-годишна история, заема централно място в българската енергетика и чрез развитието на хидроенергетиката, цели запазване на лидерската си позиция.

Сектора подлежи на екологични оценки и регулации за смекчаване на потенциалните въздействия върху екосистемите и биологичното разнообразие. Балансирането на необходимостта от чиста енергия с опазването на околната среда е постоянно предизвикателство за хидроенергийните проекти. НЕК предвижда и прилага различни мерки за ограничаване и компенсиране на евентуални негативни последици от изграждането на ВЕЦ/ПАВЕЦ. Мерките са разработени с цел опазване и възстановяване на състоянието на екосистемите. По-важните от тях включват рибни проходи или други съоръжения за подпомагане на миграцията, технически конструкции, които да сведат до минимум смъртността от навлизане на риби в турбините, управление на нивото на водата, възстановяване на местообитанията на застрашени видове, рекултивационни програми и други. Негативният ефект остава тогава, когато мащабни съоръжения се изграждат на неподходящо място в защитена зона. Затова НЕК внимателно разработва и управлява своите проекти при стриктно спазване на нормативните изисквания, свързани с правилният избор на място, избягвайки конфликт с опазването на биоразнообразието.

Хидроенергията е съществен компонент от енергийния микс на България повече от век и ще продължи да играе решаваща роля в прехода към нисковъглеродна икономика, осигурявайки надежден източник на електроенергия, като същевременно подпомага икономическото развитие в общоевропейски план.

Само с наличните към момента регулиращи мощности от ВЕЦ, трудно ще се компенсират увеличаващите се производствени мощности с променящ се товар (вятър и слънце). В Европа хидроенергийните системи на електроенергия представляват 90% от общия капацитет за съхранение. Инвестициите в развитие на хидроенергийните системи може да

увеличи възможността за съхранение на електроенергия с 80% и по този начин ще донесе повече гъвкавост на електроенергийния микс на ЕС. С реализацията на помпено-акумулиращите водноелектрически централи на яз. Доспат и яз. Батак, България значително ще ускори производството и възможностите за съхранение на възобновяема енергия.

В контекста на развитието на пазара и навлизането на все повече ВЕИ в енергийния микс, гъвкавите производствени мощности на НЕК имат ключова роля за балансирането на електроенергийната система – през 2023 г. компанията е осигурила над 75% от системните услуги. Дружеството изпълнява отговорно ролята на обществен доставчик и осигурява електроенергия за битовото потребление. Със своето въглеродно неутрално производство дружеството дава своя принос за изпълнение на международните ангажименти на страната за увеличаване на дела на ВЕИ в общия енергиен баланс. Компанията продължава да се развива и да инвестира във възобновяеми генериращи мощности и съоръжения за съхранение на енергия, за да отговори на съвременните предизвикателства пред българската и европейската енергетика.

## **ЛИТЕРАТУРА**

[1] <https://www.globaldata.com>

[2] <https://www.eso.bg/fileObj.php?oid=4990>

[3] Министерство на енергетиката

## **АВТОРИ**

инж. Красимир Димитров – НЕК ЕАД / Директор дирекция стратегическо планиране [krasimir.dimitrov@nek.bg](mailto:krasimir.dimitrov@nek.bg), ул. Веслец 5, София 1000, България

инж. Тяника Варимезова – НЕК ЕАД / Управление на проекти; докторант ЕФ / ТУ гр. София, [tyanika.varimezova@nek.bg](mailto:tyanika.varimezova@nek.bg), ул. Веслец 5, София 1000, България